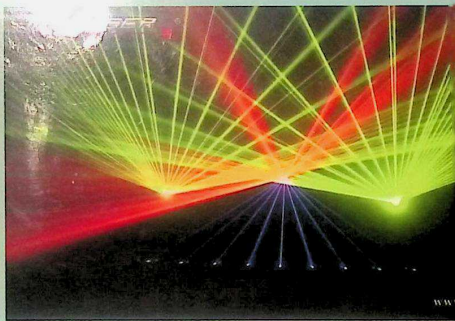
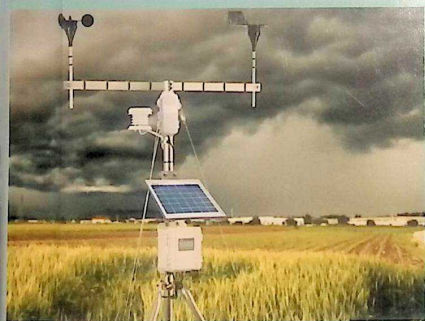


N. Mamatkulov,
O. Nazarov

FIZIKA va AGROMETEOROLOGIYA



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**SAMARQAND DAVLAR VETERINARIYA MEDITSINASI,
CHORVACHILIK VA BIOTEXNLOGIYALAR UNIVERSITETI**

N.MAMATKULOV, O.NAZAROV

FIZIKA VA AGROMETEOROLOGIYA

Oliy ta'lim muassasalarining

*60810400 – Agronomiya, 60810600 – Qishloq xo'jaligi ekinlari
seleksiyasi va urug'chiligi, 60810500 – O'simliklar himoyasi
va karantini, bakalavriat ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun
O'quv qo'llanma*

**Samarqand davlat veterinariya meditsinasi,
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti
Nashr matbaa markazi, 2025**

UO'K: 53:551.502.4

BBK: 22.3:40.21

N.Mamatkulov, O.Nazarov. Fizika va agrometeorologiya. o'quv qo'llanma. Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti nashr matbaa markazi, 2025. 296 bet.

O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining Oliy ta'lim tashkilotlari talabalari uchun tayyorlangan o'quv adabiyotini ekspertizadan o'tkazganlik natijasi bo'yicha ma'lumotnomasi (№ 6446-3469-4e17-1a8c-0f30-1797-4134, 26.12.2025) asosida nashr qilishga tavsiya etilgan

4731



O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi tomonidan 2025-yilda tasdiqlangan "Fizika va agrometeorologiya" fanining namunaviy o'quv dasturi asosida yozilgan. O'quv qo'llanma qishloq xo'jalik oliygohlari bakalavr ta'lim yo'nalishlariga mo'ljallangan.

O'quv qo'llanmada 60810400 - Agronomiya, 60810600 –Qishloq xo'jaligi ekinlari seleksiyasi va urug'chiligi, 60810500 – O'simliklar himoyasi va karantini sohalari uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan fizika va agrometeorologiyaga oid ma'lumotlar bayon etilgan.

TAQRIZCHILAR:

1. **U.Djuraev-** Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti muxandislik fizikasi instituti professori, f.m-f.n

2. **N.Xalilov** – Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti "O'simlikshunoslik va yem-xashak yetishtirish" kafedrası mudiri, professori, q.x.f.d

ISBN: 978-9910-640-73-5

Soʻz boshi

Oʻzbekiston Respublikasida hozirgi zamon talablariga javob beradigan malakali, qobiliyatli va tashabbuskorlik, kelajakda kasbiy va hayotiy masalalarni mustaqil hal qila oladigan, yangi texnologiya va texnikalarga moslasha oladigan kadrlarni tayyorlashda taʼlim jarayonini davlat taʼlim standartlari asosida tuzilgan namunaviy fan dasturiga mos yozilgan Oʻquv qoʻllanma va oʻquv qoʻllanmalar bilan taʼminlash muhim ahamiyatga ega. Ushbu Oʻquv qoʻllanma davlat taʼlim standartlarida belgilangan asosiy oʻquv materiallarini qamrab olgan va talabalar tomonidan bilimlarini mustaqil oʻzlashtirishga, hamda koʻnikma va malakalarini shakllantirishga, amaliy faoliyatda qoʻllashni oʻrganishda, ijodiy qobiliyatni shakllanishiga moslab yozilgan. 2024 yildan fizika va agrometereologiya fanlari birlashishi natijasida hozirgi kunda bu fan boʻyicha oʻquv adabiyotlari tayyorlanmagan.

Oʻquv qoʻllanmada fizika va agrometereologiya fani namunaviy oʻquv dasturi, uslubiy va dedaktiv talablari asosida barcha mavzular toʻliq qamrab olingan. Bundan tashqari Oʻquv qoʻllanmadan turdosh taʼlim yoʻnalishlarida ham foydalanish imkoniyatlari hisobga olingan.

Oʻquv qoʻllanmada materiallar tushunarli, mantiqiy va tizimli bayon etilgan. Oʻquv qoʻllanmadagi har bir mavzuga doir sinov savollari va oʻz bilimini sinashi uchun testlar keltirilgan.

Mustaqil Oʻzbekiston kelajagini fan va texnikani chuqur egallagan va hayotga tadbiiq qila oladigan yuqori malakali mutaxassislersiz tasavvur qilib boʻlmaydi. Yetuk mutaxassislarni tayyorlash esa oliy taʼlim muassasalari zimmasiga tushadi. Bunday sharaflil va oʻta masʼuliyatli vazifani bajarish uchun yangi pedagogik texnologiyalardan va zamonaviy axborot texnologiyalaridan dars berish jarayonida unumli foydalanish talab etiladi.

Kirish

Boshqa tabiiy fanlar kabi "fizika va agrometeorologiya" fanining maqsadi ham tabiatni va tirik organizmni o'rganishdan iboratdir. Materiya doimiy uzluksiz harakatda bo'lishini barchamizga ma'lum. Bunday harakatlar oddiy ko'chishdan tortib tafakkurga qadar koinotda sodir bo'ladigan hamma o'zgarishlar va jarayonlarni qamrab oladi.

Ushbu O'quv qo'llanma qishloq xo'jalik oliygohlari bakalavr talabalari uchun mo'ljallangan, biroq o'quv qo'llamadan boshqa oliygohlarning nofizikaviy yo'nalish talabalari ham foydalanishlari mumkin. O'quv qo'llanma fizikaning barcha bo'limlariga doir mavzularni o'z ichiga olgan. Bundan tashqari ushbu O'quv qo'llanma lotin alifbosida yozilishi ham katta ahamiyatga ega.

Agronomlar, fermer xo'jaligini boshqaruvchilar uchun fizika fanining ahamiyati shundaki-fizika fani tuproq-o'simlik-atmosferaning ta'sir etuvchi qatlamlari tizimadagi fizik, fizik-kimyoviy va biologik jarayonlarni, mahsuldorlik qonuniyatlarining ilmiy asoslari, usullari va agroekotizimning turgunligini va samaradorligini oshirishni urganadi. Tuproqning fizik xossalarini aniq fan tuproq fizikasi o'rganadi. O'simliklar o'sishi va rivojlanishining biokimyoviy qonuniyatlarini o'simliklar fiziologiyasi o'rganadi.

Fizika agronomlar uchun tuproqda, o'simliklarda va atmosferada kechadigan barcha jarayonlarning va hodisalarning ilmiy asoslangan fizik modelini taklif qiladi. Funktsional blok-sxema deb ataluvchi bu model asosiy jarayonlar orasidagi o'zaro bog'liqlikni ko'rsatadi. Fizika o'simliklarda kechadigan alohida jarayonlarga tashqi muhit fizik faktorlarining ta'sirini o'rganadi. Biologik jarayonlarni fizikaviy usul bilan tushuntirishda fizik kattaliklarning o'lchamligini saqlab qolgan holda yondashish kerak.

O'simliklarning mahsuldorlik jarayoni, ya'ni o'simliklar hosilga kirish jarayoni ko'pgina asosiy jarayonlarga: fotosintez, nafas olishi, o'sishiga bogliqdir. Shu bilan birga tashqi muhit ta'siriga va ekish arxitekturasiga ham bogliq bo'ladi.

Odam, hayvon va o'simliklar uchun yorug'lik zarur hayot omilidir, chunki uning yetishmasligi yoki bo'lmasligi organizmning faoliyati uzilishiga olib keladi. Yorug'lik yetishmasligini boshqa hech qanday ta'sirlar bilan to'ldirib bo'lmaydi.

O'simliklar tanasida barglarning joylashuvi va ekish arxitekturasida quyosh yorug'ligidan maksimal foydalanish imkonini beradi. Yer sirtida quyosh nurlanishi vertikal holda bir xil intensivlikda tarqaladi, shuning uchun barcha o'simliklar faqat yakka holda o'sayotgan juda uzun bo'yli daraxtdan tashqari bir xil yorug'lik quvvatidan bahramand bo'ladi. O'simliklarning uzoq evolyutsiya jarayonida har bir o'simlik yorug'likka o'z tanasini ixtiyoriy ravishda burishga

moslashgan. Bunday moslashish faqat tana uchun emas balki o'simlik bargi va guliga ham xosdir. Ba'zi hollarda yorug'lik nuridan qochish ham kuzatiladi.

Quyosh nurlanishining o'simlik yoki tuproqda yutilgan umumiy miqdori ularda kechadigan fizik jarayonlarga ta'sir qiladi, ya'ni tuproqni qizdirish hamda tuproq va o'simliklarda suvni bug'lashga sarf bo'ladi. Yashil o'simliklarning jonsiz elementlardan tirik organizmlardan iborat murakkab moddalar hosil qilish qobiliyati inson taffakurini lol qiladigan darajadagi ahamiyatli jarayondir. Dunyo organikasining asosi-o'simliklardir deb hech ikkilanmasdan aytish mumkin.

Inson hayot kechirishi uchun zarur bo'lgan kislorodni asosan o'simliklar ta'minlab turadi. Shu bilan birga o'simliklar katta miqdorda quyosh nuri energiyasini fotosintez jarayoni uchun yutadi. Yer yuzida biologik evolyusiyaning sodir bo'lishida fotosintez jarayonining ahamiyati kattadir. Fotosintez-yuksak o'simliklar va suv o'tlari fotosintezlovchi bakteriyalarning oddiy birikmalardan xlorofill va boshqa fotosintetik pigmentlar o'zlashtirgan holda yorug'lik energiyasi hisobiga ham, boshqa organizmlar uchun zarur bo'lgan murakkab organik moddalar hosil qilishidir. Fotosintez jarayonida xlorofill o'zlashtirgan yorug'lik kvanti energiyasi ATF(adenozintrifosfat) birikmasida kimyoviy energiya holatida yutiladi va bu jarayon fotofosforlanish deyilib qorong'ulikda kechadi.

Ma'lumki tuproq-Yer yuzasida tirik organizmlar, metabolizm mahsulotlari va shu mahsulotlarning parchalanishi, shuningdek tuproqning yuqori qavatlariga atmosferaning fizik ta'siri natijasida paydo bo'ladi. Biologik jarayonlarni tavsiflashda masalan, o'simlik o'sishi, rivojlanishi bosqichma-bosqich kechadi. Ya'ni vegetatsiya davrida yoki biologiyada qabul qilingan ontogenez jarayonida o'simlik rivojlanish davridagi bir bosqich ikkinchisiga qonuniy ravishda o'tadi. Ammo bu o'tish qachon ro'y beradi va nima sababdan bo'lishligini tushuntirish ancha murakkab masaladir. Bu masalaga fizika qiziqarli yondashadi, ya'ni o'simlik rivojlanishining bir bosqichidan ikkinchi bosqichga o'tish boshlanishida tashqi muhit fizik ta'sirlari jamlanmasi orasidagi bogliqlikni izlaydi. Masalan, ijobiy harorat jamlanmasi bilan. O'simlikning mahsuldorlik jarayoni-o'simlikda kechadigan fotosintez, nafas olish, o'sish, hosila kirishdan iborat o'zaro bog'langan jarayonlar to'plami tashqi muhit ta'siriga bog'liqdir. O'simlik o'sishi uchun yorug'lik, issiqlik va namlik zaruriy shartlardir, uning birortasi bo'lmasa o'simlik nobud bo'ladi. Yorug'lik davriyligi o'simliklar uchun boshqaruvchi factor hisoblanadi. Aynan kunning uzunligi o'simlikning bir rivojlanish bosqichidan ikkinchi bosqichiga o'tishini belgilaydi. Masalan, o'simliklar qish fasliga tayyorlanish davrida barglarini tashlaydi va ko'pgina fiziologik jarayonlarni sekinlashtirishi ham aniq kun uzunligida ro'y beradi. O'simlik hosildorligining yuqori bo'lishi uchun eng avvalo quyosh energiyasi yetarli bo'lishligidir-bu o'simlik uchun issiq tuproq, tuproq ichidagi havo va suv etarlicha bo'lganda progressiv agroteknologiyalardan foydalangan holda yuqori hosil olish mumkin.

BOB I. KLASSIK MEXANIKA.

§ 1.1. Fizika fanining predmeti va boshqa tabiiy fanlar bilan aloqasi. Fazo va vaqt, to'g'ri chiziqli kinematikasi. Nyuton qonunlarining eksperimental asoslari. Deformatsiya va uning turlari, o'simliklarda deformatsiya turlari.

Fizika fani fizik va fizik-kimyoviy jarayonlarni, biologik tizimlar ultrastrukturasini tashkil qilishning hamma sohalarida submolekulyar va molekulalardan to to'qima va to'liq organizmgacha o'rganadi. Tirik organizmda sodir bo'ladigan turli jarayonlarning murakkabligiga va o'zaro bog'liqligiga qaramasdan, ular ichidan fizik jarayonga yaqinlarini ajratib olish mumkin. Masalan: q'simlik tomirlarida suyuqliklarning harakati, bu jarayon suyuqlikning oqimi (gidrodinamika), q'simlik barglarining tebranishi natijasida elastik to'liqlarning tarqalishi (akustika), o'simlikning shamolga egilishi va buralishi (mexanika), biopotensiallar generatsiyasi (elektr), o'simliklar nafas olishda gaz harakati (aerodinamika), issiqlik uzatish (termodinamika), bug'lanish (fazoviy o'tishlar) va hokozo bo'limlarda o'rganiladi.

Moddalar molekularining joylashishiga qarab uch xil agregat holatida bo'lishi mumkin; qattiq, suyuq va gaz holatlarida. Qattiq jismlarning o'zi ham ikki turga bo'linadi: kristall va amorf jismlar. Kristall holati anizotropiyaga ega, ya'ni fizik (mexanik, issiqlik, elektr, optik) xossalari yo'nalishga bog'liq bo'lishidir. Kristallar anizotropiyasining sababi ularni tashkil etgan atom va molekularning tartibli joylashishidir. Odatda kristall jismlar polikristallchalarining bir-biri bilan tutashib, tartibsiz joylashgan, ayrim kichkina kristallchalar shaklida uchraydi. Bu holda anizotropiya xossasi shu kristallchalar chegarasida kuzatiladi.

Kristallar atom va ionlari bir-biridan bir xil masofada joylashib, panjara hosil qiladi va panjara tugunlari tebranma harakatda bo'ladi. Har bir kristall modda uchun aniq erish va qotish harorati mavjud bo'ladi.

Jism harorati oshishi bilan atom va ionlar tebranma harakati oshib boradi va har bir qattiq jism uchun aniq bir haroratda kristall panjara buzila boshlaydi. Tashqi berilayotgan issiqlik energiyasi esa shu panjarani buzishga sarf bo'ladi. Toki hamma panjaralar buzilguncha kristall harorati o'zgarmay qoladi. Bu haroratga *erish harorati* deyiladi. Tabiatda shunday jismlar borki, ularning na aniq shakli, na aniq erish nuqtasi bor. Bunday jismlarga esa *amorf jismlar* deyiladi. Ular izotrop xossaga ega bo'ladi, ya'ni fizik xossalari yo'nalishga bog'liq bo'lmaydi. Amorf jismlarning har qanday haroratda suyuq qismi ham, qattiq qismi ham bo'lishi mumkin. Bunday jismlarga parafin, mum, shisha vosk kiradi. Kristallarda uzoq tartibli joylashuvi o'rinli bo'lsa, suyuq va amorf jismlarda atom va molekularning yaqin tartibli joylashuvi o'rinli bo'ladi.

Har qanday qattiq jism tashqi ta'sir tufayli o'z shakli va o'lchamlarini o'zgartirish xususiyatiga ega bo'ladi va bu hodisaga *deformasiya* deyiladi.

Agar tashqi ta'sir to'xtatilgandan so'ng jism o'zining boshlang'ich shakli va holatiga qaytsa, bunday deformasiyaga elastik, qaytmasa plastik deformasiya deyiladi.

Umuman olganda, tabiatda uchraydigan barcha deformasiyalar plastikdir. Lekin odatda kuch kichik bo'lganda elastik deformasiya kuzatilishi mumkin. Deformasiyaning turli-tuman shakllari mavjud: cho'zilish, siqilish, siljish, buralish, egilish. Bularni barchasini cho'zilish yoki siqilish deformasiyasiga olib kelish mumkin. Jismga tashqi deformasiyalovchi kuch ta'sir etganda atomlar (yoki, ionlar) orasidagi masofa o'zgaradi. Bu esa atomlarni oldingi vaziyatga qaytarishga intiluvchi ichki kuchlarning yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Bu kuchlarning o'lchovi mexanik kuchlanishdan iboratdir.

Jism ko'ndalang kesimining birlik yuzasiga ta'sir qiluvchi kuchga mexanik kuchlanish deyiladi.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (1.1)$$

Bu yerda σ - mexanik kuchlanish, F - kuch, S - yuza

Ta'sir etuvchi kuch yuzaga normal bo'lsa, ya'ni yuzaga nisbatan perpendikulyar holatda ta'sir qilsa - *normal kuchlanish*, kuch yuzaga urinma holda bo'lsa, *tangensial kuchlanish* deyiladi.

Deformasiya darajasini nisbiy deformasiya orqali aniqlanadi.

Bo'ylama deformasiyada $\varepsilon = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ yoki ko'ndalang siqilishda esa

$$\varepsilon' = -\frac{\Delta d}{d} \quad (1.2)$$

Bunda λ - sterjenning uzunligi, d - sterjen diametri

Robert Guk kichik deformasiyalar uchun nisbiy deformasiya kuchlanishga to'g'ri proporsional ekanini aniqladi.

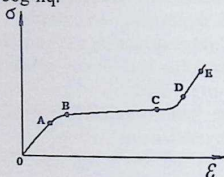
$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (1.3)$$

Bu yerda E - Yung yoki elastiklik moduli. Yung moduli nisbiy uzayish birga teng bo'lgandagi kuchlanish bilan aniqlanadi. Yuqoridagi formulalardan quyidagi kelib chiqadi.

$$F = \frac{E \cdot S}{\lambda} \cdot \Delta\lambda = k \cdot \Delta\lambda \quad (1.4)$$

k - elastiklik koeffitsiyenti. Rasm.1.1.da kuchlanish bilan nisbiy deformasiya orasidagi bog'lanish ko'rsatilgan. OA - elastik deformasiya, B - elastiklik chegarasi bo'lib, shunday maksimal kuchlanishni xarakterlaydiki,

bunda tashqi kuch ta'siri olingandan so'ng jismda qoldiq deformasiya qolmasdan, u yana o'z shaklini tiklay oladi. CD - gorizontal oraliq kuchlanishning oquvchanlik chegarasidan iborat bo'lib, ya'ni bu oraliqda kuchlanish oshmasdan deformasiya oshib boradi. E - nuqta esa jismning buzilishi (uzilishi) oldidan jismga qo'yilgan eng katta kuchlanish *jismning mustahkamlik chegarasi* deyiladi. Turli moddalar elastiklik xossalari orasida juda katta farq bor. Masalan, po'lat mustahkamlik chegarasidan 0,3% ortiq cho'zilgandayoq uziladi, yumshoq rezinalarni esa bimalol 300% cho'zish mumkin. Bunday farq sifat tomondan yuqori molekulyar bog'lanishlar elastikligi mexanizmi bilan bog'liq.



Rasm.1.1. Mexanik kuchlanish hamda nisbiy deformasiya orasidagi bog'lanish: σ -mexanik kuchlanish, ε -nisbiy deformasiya

T. Molekulalari juda ko'p miqdordagi atomlardan yoki atom gruppalaridan tuzilgan va kimyoviy bog'lanishlar bilan birlashtirilgan uzun zanjir ko'rinishdagi moddalar *polimerlar* deyiladi. Polimerlar izotrop moddalardir. Tirik o'simliklarning ko'p qismini polimer deb qarash mumkin. Ba'zi moddalar mustahkamlik chegarasi va Yung moduli qiymati quyidagi jadvalda keltirilgan.

- modda !	Yung moduli, GPa !	must. chegarasi, MPa
- Po'lat	! 200	! 500
- Organik shisha	! 3,5	! 50
- Shishali kapron	! 8	! 150
- Elastin	! 0,1 - 0,6 MPa	! 5
- Kollogen	! 10 - 100 MPa	! 100
- Suyak	! 10	! 100

Elastik siqilgan sterjen uchun potensial energiyasi tashqi kuchlar bajargan ishga tengdir

$$\Pi = A = \int_0^{\Delta l} F \cdot dx \quad (1.5)$$

Bunda x - absalyut uzayish. Guk qonunidan elastik siqilgan sterjen potensial energiyasi uchun quyidagini olamiz

$$\Pi = \frac{\kappa \cdot (\Delta\lambda)^2}{2} \quad (1.6)$$

ya'ni deformasiya kvadratiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Kollogen (yuqori molekulyar birikmadan)- yuksak elastik xossaga ega bo'lgan tolali oqsildan tashkil topgan..

Elastin - rezina kabi cho'ziladi (300% gacha), kollogen esa kapron tolasiga o'xshash cho'ziladi (10%). Teri yuqori elastik xossaga ega.

Yumshoq biologik materiallar xuddi muskul to'qimalari singari elastik xossaga ega. Yumshoq materiallar elastomerlarga kiradi

-Yung moduli suyak materiali uchun taxminan 10^{10} Pa va o'zgarimas bo'lsa, elastomerniki kuchlanishga qarab $10^5 - 10^6$ Pa oralig'ida o'zgaradi,

-Suyak cho'zilishi 1% atrofiga bo'lsa, elastilin 3 karragacha ham cho'zilishi mumkin.

§ 1.2. Qishloq xo'jaligida tovush usullaridan foydalanish va undan himoyalaniish. Tovush, uning turlari, fizik va fiziologik xossalari.

Akustik tomografiya va quritgich.

Tovush deganda chastotasi 16 Hz dan 20 kHz gacha bo'lgan elastik to'lqinlar tushuniladi. Tovush xossalari fizikaning akustika bo'limida o'rganiladi.

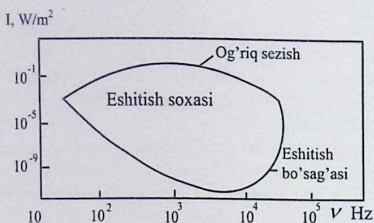
Akustika – past chastotali tebranishlardan boshlab, o'ta yuqori ($10^{12} - 10^{13}$ Hz) chastotali elastik to'lqinlarni o'rganuvchi fizikaning bir bo'limidan iborat. Umuman olganda, akustika tovush haqidagi ta'limot bo'lib, gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlardagi elastik tebranishlar va to'lqinlarni o'rganadi. Gaz va suyuqliklarda bo'ylama, qattiq jismlarda esa ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'lqinlar tarqaladi.

Tovush intensivligi deb, tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzadan birlik vaqt ichida olib o'tilgan energiyaga aytiladi.

$$I = \frac{W}{S \cdot t} \left(\frac{Bm}{M^2} \right) \quad (1.7)$$

Har bir tovush tebranish chastotasi uchun eng kichik intensivlik (eshitish chegarasi) va og'riq sezish chegarasi mavjud (Rasm-1.2).

Tovushlarni quyidagicha ajratish qabul qilingan. Tonlar va musiqiy tovushlar, shovqinlar, tovushiy zarbalar. **Ton deb** - davriy jarayondan iborat tovushga aytiladi. **Shovqin deb** - vaqt davomida takrorlanmaydigan murakkab munosabatlar bilan ajraluvchi tovushga aytiladi. **Tovushiy zarba deb**, tovushning qisqa vaqtdagi ta'siriga aytiladi.



Rasm-1.2. Odam qulog'ining eshitish sohasi.

Normal odam qulog'i ancha keng diapazondagi tovush intensivligini qabul qiladi. M: 1 kHz chastotada $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ dan $I_m = 10 \text{ W/m}^2$ gacha. Bunda I_0 – eshitish chegarasidagi intensivlik, I_m – og'rik sezish chegarasidagi tovush intensivligi. Bu intensivliklar nisbati 10^{13} ga teng. Har qanday tovush oddiy garmonik tebranishlar to'plami emas, balki ma'lum chastotalar to'plamiga ega bo'lgan garmonik tebranishlarning yig'indisidan iboratdir. Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to'plami tovushning *akustik spektri* deyiladi. *Tembr*-tovushning boshlanishi va oxiridagi amplituda o'zgarishini xarakterlaydi.

Tovushning fiziologik xossalari. Tovushning fiziologik xossalaridan biri bu tovushning quloqqa beradigan bosimidir va bu bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$P \equiv \sqrt{2 \cdot I \cdot \rho \cdot v} \quad (1.8)$$

Bunda I -tovush intensivligi, ρ - muhit zichligi, v - tovush tezligi. Yuqorida aytib o'tilganidek, tovush intensivligi juda keng diapazonga ega. Shu sababli logarifmik shkaladan foydalaniladi. I_0 ning qiymatini shkalaning boshlang'ich darajasi qilib olinib, boshqa istalgan intensivlikni uning I_0 ga nisbatan o'nli logarifmi orqali ifodalash mumkin. Buni Veber-Fexner amalga oshirganligi sababli unga Veber-Fexnerning psixofizik qonuni deyiladi.

$$L = K \lg \frac{I}{I_0} \quad (1.9)$$

Bunda L – tovush qattiqligi deyiladi, K – proporsionallik koeffitsienti. Bu qonunga binoan tovush intensivligi 1000ga o'zgarsa, uning qattiqligi ($\lg 1000 = 3$) 3 marta o'zgaradi. Ikki intensivliklar nisbati Bellarda o'lchanadi. Masalan: intensivliklar nisbati 4 B bo'lganda qattiqlik $\lg \frac{I}{I_0} = 4$ yoki $I = I_0 \times 10^4 = 10^{-8} \text{ W/m}^2$ bo'ladi. Amalda tovush qattiqligi Bellarda emas, balki undan

kichikroq bo'lgan desibellarda (dB) o'lchanadi. U holda (1.9) quyidagi ko'rinishda yoziladi

$$L_{dB} = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad (1.10)$$

Demak, 1 dB, $\frac{I}{I_0} = 10^{0.05} = 1.26$, 20 dB – intensivlik 100 marta kamayishini ko'rsatadi. Intensivlik 10 J/m²s bo'lsa, u tovush sifatida eshitilmaydi va quloqda og'riq seziladi. Desibellarga asoslanib eshitish sohasini 0 dan 120 dB oralig'igacha bo'lish mumkin. 120 dB dan yuqorisi shovqin hisoblanadi.

Tovush ovoz chiqarish apparati ovoz bo'ylamlari, yumshoq tanglay, lablar tebranishlari tufayli hosil bo'ladi. Tovush hosil qilishda havo yo'llari (yutqim, og'iz va burun bo'shliqlari, o'pka, bronx, traxeya) ishtirok qiladi. Ovoyni qabul qiluvchi organ quloqdir. Quloqda membrana mavjud bo'lib, uning asosiy qismi har xil uzunlik va qalinlikda bo'lgan elastik tolalardan iborat, ularning soni 20 mingdan ortiq bo'ladi. Tovushni sezish qattqlikdan tashqari yuksaklik bilan ham xarakterlanadi.

Tovush yuksakligi – tovush sifatini aniqlovchi xarakteristika bo'lib, odamning eshitish organi orqali subyektiv ravishda aniqlanadi va u chastotaga bog'liqdir. Chastota oshishi bilan yuksaklik oshadi, ya'ni tovush «yuqori» bo'ladi. Tovush ham yorug'lik kabi ko'plab axborot manbaidir. Shuning uchun ichki organlarning funksiyasi buzilsa, tovush ham o'zgaradi. Kasallikga tashxis qo'yishda keng tarqalgan tovushiy usul – auskultasiya (bemorni eshitib ko'rish), bu usul eramizgacha bo'lgan II-asrdan beri ma'lum. Auskultasiya uchun stetoskop yoki fonendoskopdan foydalaniladi.

O'pkalar auskultasiyasida nafas shovqinlari, kasallik uchun xarakterli bo'lgan xirillashlarni tinglaydilar, shunda yurak faoliyatini eshitish mumkin. Yana bir tovush usuli – perkussiya – tiqqillatib urib ko'rish. Organizmning turli qismlarini bolg'acha yoki qo'l bilan tiqqillatib urib ko'rishda majburiy tebranishlar yuzaga keladi. Bu tovushga perkuter tovush deyiladi. Yumshoq joyga (muskul, yog', teri) urganda qisqa to'lqin hosil bo'ladi va tez yutiladi. Agar elastik qismiga urilsa rezonans bo'lib, perkuter tovush kuchayishi mumkin va u ancha baland tovush hosil qiladi. Agar organizmda patologik o'zgarishlar bo'lsa tovush o'zgaradi. Ba'zi jonivorlar uchun qabul qilish mumkin bo'lgan eng yuqori chastotalarni keltiramiz: odam 20 kHz, shimpanze 30 kHz, it 60 kHz, mushuk va delfin 100 kHz, ko'rshapalaklar 150 kHz, kabutarlar 12 kHz, tovuqlar 12 kHz.

Tovush to'lqinlari ikki muhit chegarasiga tushganda uning bir qismi qaytadi, ikkinchi qismi esa sinib, ikkinchi muhitga o'tadi. Masalan, suvga tushgan tovush to'lqinning atiga 0,12 foiz intensivligi suvga o'tadi, qolgan 99,88% esa qaytadi. Ilgarilari dengiz hayvonlari akustik signalizasiyaga ega

emas deb qaralar edi. Keyingi tadqiqotlar dengiz hayvonlari o'zidan tovush to'liqlari chiqarishi aniqlandi. Masalan, ular ov payti, xavf to'g'ilganda, urchish paytlarida akustik signallar chiqarishadi. Hozirgi davrda dengiz hayvonlari tovushlarning fonetikasi tuzilgan. Bu fonetika yordamida dengiz hayvonlari biologiyasini o'rganishda, baliqlar to'plamini topishda foydalaniladi. Demak, dengiz ham hayvonlarning tovush to'liqlari bilan to'lgan, lekin odam uning tubiga tushib ham bu tovushlarni eshita olmaydi. Chunki odam qulog'i havoda eshitishga muljallangan. Suvning zichligi havonikidan 750 marta katta. Shunga qaramasdan baliqlar tovushlarni yaxshi eshitishadi. Bunga sabab suv zichligining va unda tovush tezligining kattaligidir.

To'liqin moddada tarqalishida uning energiyasi modda zarralarini tebratishga sarf bo'ladi. Shu sababli to'liqin energiyasi masofa o'tishi bilan kamayadi, ya'ni so'nadi. Bu esa $I = I_0 \lambda^{-\delta}$ eksponensial qonun bilan yuz beradi. Bu yerda I_0 - tushayotgan to'liq intensivligi $I-X$ - masofadagi intensivlik, δ - so'nish koeffitsienti. So'nish koeffitsiyenti bir jinsli muhit uchun quyidagiga teng.

$$\delta = \frac{16\pi^2\eta}{3V\rho\lambda^2} \quad (1.11)$$

Bunda λ - tovush to'liqin uzunligi, V - moddada tovush tezligi, η - yopishqoqlik koeffitsienti, ρ - modda zichligi. Yuqoridagi formuladan ko'rinadiki, so'nish koeffitsiyenti to'liqin uzunligi oshishi bilan kamayadi. Shu sababli tovushni uzoq masofaga tarqatish uchun past chastotali manbalardan foydalanish zarur. Kuchli so'nish bir jinsli bo'lmagan va g'ovvak jismlarda yuz beradi. Yumshoq to'qimalarda ham tovush tez so'nadi (masalan; porolon). Shu sababli hozirgi vaqtda tovushni yomon o'tkazadigan materiallardan qurilishda keng qo'llanilmoqda. Quyidagi jadvalda ba'zi materiallar uchun yutilish koeffitsiyenti keltirilgan. Yutilish koeffitsiyenti moddada yutilgan tovush energiyasining moddaga tushgan tovush energiyasiga nisbatiga teng.

1.1-jadval

Modda	Yutilish koeffitsiyenti
G'isht	0,02
Beton	0,02
Deraza oynasi	0,03
Qalinligi 9 cm shisha momiq	0,51
Qalinligi 4cm mineral momiq	0,53

Faraz qilaylik, tovush nuqtaviy manba tomonidan hosil qilinayotgan bo'lsin. Uning quvvati N ga teng. Ushbu manbani xayolan R – radiusli sfera bilan o'raymiz. Agarda yutilishni e'tiborga olmasak, R – sfera orqali o'tadigan energiya miqdori $4\pi R^2 I$ ga teng bo'ladi. Bunda I – sferaning birlik yuzidan o'tuvchi intensivlik. U holda

$$I = \frac{N}{4\pi R^2} \quad (1.12)$$

Demak, sferik tovush intensivligi manbagacha bo'lgan masofa kvadratiga teskari proporsional ravishda kamayadi.

Shunday qilib, tovushning so'nishi uchta sababga ko'ra yuz beradi, ya'ni yutilish moddaning birlashmasligi tufayli sochilishi va masofaga qarab to'liq sirtining kengayishi tufaylidir. Oxirgi sababni kamaytirish uchun tovushni yassi yuzadan tarqatishga erishish kerak. Bunday sharoit quvurlarda yuzaga keltiriladi.

Atmosferada tovushning katta masofalarga tarqalishida tovush yutilishi muhim ahamiyatga egadir. Bunda tovush tarqalishiga havo haroratidagi farqlar, shamol tezligi va yo'nalishi ta'sir etadi. Harorat pasayishi bilan tovush tezligi kamayadi. Shuning uchun atmosferaning yuqori qatlamlarida tovush tezligi pastki qatlamlardagidan kichik bo'ladi. Shamol bo'lganda tovushning havodagi tezligi havo massalarining tezligi bilan qo'shiladi.

Tajribalarning ko'rsatishicha to'liq nurlagich va qabul qilgich tinch holatda yoki bir yo'nalishda bir xil tezlikda harakatlangandagina ularning chastotalari bir xilda bo'ladi, qolgan har qanday holatda $v \neq v_0$ bo'ladi. Bu hodisaga Dopler effekti deyiladi. Agarda manba kuzatuvchiga nisbatan harakatlansa u holda kuzatuvchi tomonidan qabul qilinadigan chastota

$$v = \frac{v_0}{1 \pm \frac{u}{c}} \quad (1.13)$$

formula orqali aniqlanadi.

Agarda kuzatuvchi manbaga nisbatan harakatlansa, u holda kuzatuvchi qabul qiluvchi chastota

$$v = v_0 \left(1 \pm \frac{u}{c}\right) \quad (1.14)$$

Formula orqali aniqlanadi. Bunda i – kuzatuvchining manbaga nisbatan tezligi, s – tovush tezligi. Agar to'liq to'siqdan φ – burchak ostida qaytsa u holda qaytgan to'liq chastotasi

$$\nu_A = \nu - \nu_0 = \frac{2\nu_0 \frac{V}{c} \cos\varphi}{1 - \frac{V}{c} \cos\varphi} \quad (1.15)$$

formula bilan aniqlanadi. ν_A - Dopler chastotasi deyiladi. Agarda tovush tezligi manba tezligidan ancha yuqori bo'lsa, u holda dopler chastotasi

$$\nu_D = 2\nu_0 \frac{V}{c} \cos\varphi \quad (1.16)$$

yoki kuzatuvchi tamonidan qayd qilinadigan chastota quyidagicha aniqlanadi.

$$\nu = \nu_0 \pm \nu_A \quad (1.17)$$

§ 1.3. Ultra- va infratovushlar. Ularning o'simliklarga ta'siri.

Chastotalari 20 kHz dan yuqori bo'lgan elastik to'lqinlarga Ultratovushlar deyiladi (10^9 - 10^{13} Hz tovushlar gipertovushlar). Ultratovushlar, asosan, ikki yo'l bilan hosil qilinadi – teskari pyezoeffekt hodisasi, magnitostriksiya hodisasi. Ultratovushdan lokasiya, ya'ni kemalarda dengiz chuqurligini, baliqlar to'rtasini (suvda Ultratovush kam yutiladi) aniqlashda foydalaniladi. Ultratovush defektoskopiyasi, ya'ni metallarda nuqsonlarni topishda qo'llaniladi. Detal qalinligi va tovush tezligi ma'lum bo'lsa, u holda o'tish vaqtini o'lchab nuqsonni aniqlash mumkin. Tabiatda ko'rshapalaklar va delfinlar ham Ultratovush chiqarib o'zining yo'lini topib oladi, ya'ni chiqargan to'lqinlarning to'siqlardan qaytishiga qarab yo'lni topadi. Ultratovush yordamida bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlikni aralashtirish mumkin. Ultratovushning Dopler effekti yordamida yurak klapanlari harakatining xarakterini o'rganadilar. Bu usulda qon oqimi tezligini o'lchash mumkin. Terapiya maqsadlarida 800 kHz chastotali ultratovushlar ishlatiladi. Ularning o'rtacha intensivligi 1 W/cm². nurlovchi qism va teri orasiga biror suyuqlik (masalan: yog') qo'yiladi, chunki hatto yupqa havo qatlami Ultratovushning organizmga o'tishiga to'sinlik qiladi. To'qimaga qilinadigan mexanikaviy va issiqlik ta'siri Ultratovush terapiyasi asosida yotgan birlamchi mexanizmdir. Ultratovush jarrohlikda "skalpel" vazifasini bajaradi. Oddiy skalpeldan farqli o'laroq, Ultratovush skalpeli juda ingichka qirg'asa, ikkinchidan ma'lum energiyali tovush qonsiz kesadi. Bir vaqtning o'zida Ultratovush tikib (payvandlab) ketadi. Farmasevtikada dorilar tayyorlashda ishlatiladi, ya'ni suyuqliklar ichidagi jismlarni parchalab emulsiya hosil qiladi. Ultratovush ishtirokida tayyorlangan turli xil dorivorlar emulsiyalari o'pka kasali, yuqori nafas yo'llari katari, bronxial astma kabi kasalliklarni davolashda qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda shikastlangan yoki

transplantasiyalangan suyak to'qimalarini "payvandlash" ning yangi usuli (Ultratovush ostiosintezi) yaratildi. Ultratovushning mikroorganizmlarga halokatli ta'siridan moddalarni sterilizatsiya qilishda foydalanilmoqda. Ko'rlar uchun "Oriyentir" asbobi yaratilgan bo'lib u 10 metrgacha uzoqlikdagi jismlarni bilib olish va ularni qanday xarakterda ekanini aniqlash mumkin. Ultratovushning issiqlik ta'siridan o'simalarni yemirishda ishlatiladi. Kichik intensivli ultratovushlar ($1,5-3 \text{ W/cm}^2$) o'simliklarning o'sishiga yordam beradi, bronxial astma, radikulitni davolashda qo'llaniladi, katta intensivlikli Ultratovush (30 W/cm^2) organizmga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Infratovush – bu chastotasi 16 Hz dan kichik bo'lgan elastik to'lqinlardan iborat. Lotinchadan "info" – "kichik" ma'noni anglatadi. Infratovush atmosfera va dengiz shovqinlari tarkibida bo'ladi. Havoda infratovushlarning asosiy manbasi atmosferadagi turbulent oqimlardir. Turbulent oqimlarda hosil bo'ladigan uyurmalar o'lchamlari va ularning tezliklari har xil bo'ladi. Infratovushlar chaqmoq vaqtida, portlashda, to'plar otilganda, Yer qimirlashda paydo bo'ladi. Infratovush juda kam yutiladi, shu sababli u ancha uzoq masofalarga tarqalishi mumkin. Atmosferaning yuqori qatlamlarini o'rganish mumkin. Infratovush organizmning bir qator tizimlari funksional holatlariga yomon ta'sir ko'rsatadi. Masalan: charchash, bosh og'rig'i, uyquchanlik, jahl chiqishi va boshqalar paydo bo'ladi. Infratovushning organizmga birlamchi ta'sir ko'rsatish mexanizmi rezonans xarakterga ega. Xususiy tebranishlar chastotasi bilan tebranishga majbur etuvchi kuchlarning chastotasi bir-biriga yaqin bo'lganda rezonans hodisasi yuz beradi. Odam gavdasining xususiy tebranishlar chastotasi, gavdaning yotgan holatida 3 Hz, qorin bo'shlig'i uchun 3 – 4 Hz, turgan holda 5 - 12 Hz, ko'krak qafasini 5 – 8 Hz bo'lib, bu infratovush chastotalariga mos keladi. Normal faoliyat ko'rsatish uchun shovqin ma'lum darajagacha bo'lishi kerak. Masalan: normal uxlash va aqliy mehnat uchun shovqin 30 dB dan past, ko'pchilik korxonalarda 55 dB dan yuqori bo'lmasligi kerak. Qishloq xo'jaligida mexanizatsiya darajasining oshishi bilan shovqin ham ko'paydi. Masalan: MTZ – 50 traktori 5 m masofada 80 – 90 dB, KTU – 10 bilan birga 100 dB dan oshadi. Chorva binolarida ventilyatorlar ham kuchli shovqin chiqaradi. Masalan: SCh – 70 ventilyator 5 m masofada 85 dB shovqin hosil qiladi. Shovqinlar ko'plab jonivorlarning to'planishida ham yuzaga keladi. Masalan: parrandachilik fermalarida 95 dB gacha normadagi shovqin foydali hamdir, chunki juda sukunatda odam hatto o'zining yurak urishini ham eshitishi mumkin (kosmonavtlar). 110 dB shovqin vaqtincha eshitishni 10 – 15 % ga pasaytiradi.

Infratovush, Ultratovush va tovush intensivligi darajasini yashash joylarida, ishlab chiqarish va transportda kamaytirish gigiyenaning asosiy vazifasidir.

Ba'zi moddalarda tovush tezligi quyidagicha; havoda 331 m/s, suvda 1497 m/s, silliq to'qimada 1550 m/s, yog' to'qimasida 1460 m/s, miyada 1520 m/s, suyagida 3660 m/s, jigar 1570 m/s, shishasimon jism 1530 m/s. Chastota qancha katta bo'lsa, tovush shuncha yuqori tonlarda qabul qilinadi. Masalan, ho'kizning ma'rashi 50 Hz bo'lsa, pashshaning tovushi 10 kHz chastotaga mos keladi.

Kichik to'lqin uzunlikka ega bo'lgan Ultratovush havoda kuchli yutiladi, lekin suvda kam yutiladi. Katta yopishqoqlikka ega suyuqliklarda ham Ultratovush yutilishi oshadi. Biologik to'qimalarda ham Ultratovush intensivligi kuchli so'nadi, chunki bu holda strukturani bog'lovchi tolalarda Ultratovush ko'p martalab qaytadi.

§ 1.4. Tuproq strukturasi. Tuproqning fizik-mexanik xossalari. Aerasiya hodisalari.

Tuproq – Yer po'stining yuza va unumdor qatlami. Tirik organizmlar, metabolizm mahsulotlari va shu mahsulotlarning parchalanishi, shuningdek, litosferaning yuqori qavatlariga atmosfera ta'sir etishi natijasida paydo bo'ladi. Tuproq qattiq, suyuq, gaz holatidagi va tirik tarkibiy qismlardan tashkil topgan bo'ladi. Tuproqning qattiq qismida mineral moddalar ko'p. Tuproq unumdorligi qattiq qismning mineral tarkibiga bog'liq. Qattiq qism, asosan, chirindidan iborat bo'ladi. Suyuq qism yoki tuproq eritmasi – tuproqning aktiv tarkibiy qismi bo'lib moddalarni tuproq ichiga olib kiradi hamda tuproq ichidan olib chiqadi, o'simliklarni suv va suvda erigan oziq elementlar bilan ta'minlaydi. Tuproq qattiq, suyuq, gaz holatidagi va tirik tarkibiy qismlardan tashkil topgan bo'ladi.

Tuproq mikroorganizmlari orasida kasallik tug'diruvchi mikroblar, suv mikroorganizmlari va boshqalar ham uchraydi. Ba'zilar tuproqqa tasodifan tushib, tez nobud bo'ladi, biroq ayrimlari uzoq yashab, odam, hayvon va o'simliklar uchun kasallik manbai bo'lib qoladi. Tuproq mikroorganizmlari bakteriyalar, aktinomitsetlar, ko'k-yashil suv o'tlar, shuningdek zamburug'lar, mikroskopik suvo'tlar, eng sodda jonivorlardan iborat. Xossalari va funktsiyalari jihatidan tuproq mikroorganizmlari xilma-xil: ular orasida geterotroflar va avtotroflar, aeroblar hamda anaeroblar ham bor. Tuproq mikroorganizmlari temperaturaga, osmotik bosimga, foydalanadigan organik va anorganik moddalar manbalariga munosabati jihatdan bir-biridan keskin farq qiladi. Tuproq mikroorganizmlari tarkibining o'zgarishi yil fasllariga ham bog'liq: tuproqda bahor va kuzda zamburug'lar, yozda esa bakteriyalar ko'p bo'ladi. Tuproqni ishlash, yerga o'g'it solish, qulay suv rejimi vujudga keltirish esa foydali tuproq mikroorganizmlari ko'payishiga, aktivligining oshishiga imkon beradi. Tuproq mikroorganizmlarida barcha tabiiy organik birikmalarni yemirish qobiliyati bor. Har xil turdagi tuproqlarning tarkibi, xususiyatlari va unumdorligidagi tafovutlar ko'p

jihtadan tuproq mikroorganizmlarining o'ziga xosligi va tuproqdagi mikrobiologik jarayonlar bilan belgilanadi. Tuproq mikroorganizmlarining ayrim turlaridan antibiotiklar, vitaminlar, fermentlar va boshqa oqsillar hamda aminokislotalar, gibberellinlar va boshqalarni mikrobiologik sintezlashda foydalaniladi.

Tuproq unumdorligi - tuproqning o'simliklarni yetarli suv, oziq moddalar va boshqa zarur sharoit bilan ta'minlay olish xususiyati. Har qanday tuproqda ma'lum darajada tabiiy unumdorlik bor. Tuproqning chirindili va strukturali ustki qatlami unumdor, pastki qatlamlari kam unum. Tuproq unumdorligi tabiiy va sun'iy bo'ladi. Bo'z yerlar tuprog'i tabiiy unumdorlik, tabiiy sharoit va tuproq paydo bo'lish jarayonidagi faktorlarga bog'liqligidan, ba'zan past, ba'zan yuqori bo'ladi. Yerni ishlash, sug'orish, o'g'itlash, zaxini qochirish va sho'rini yuvish singari agrokompleks tadbirlar bilan tuproqda sun'iy unumdorlik vujudga keltiriladi. Tuproq unumdor bo'lishi uchun uning tarkibida o'simliklarga zarur hamda suvda oson eriydigan oziq moddalar, issiqlik, havo, suv va boshqa yetarli bo'lishi kerak. Unumdorlikda suv va ozuqa rejimining, ya'ni tuproqdagi biologik jarayonlarning yaxshilanishi, shuningdek tuproq strukturasining ahamiyati katta. Strukturali tuproqda aerob bakteriyalar ta'sirida mikrobiologik jarayonlar yaxshilanadi, organik moddalar suvda eriydigan va o'simliklarga oson singadigan formaga o'tadi. O'simliklar hayoti va tuproqdagi mikrobiologik jarayonlarning normal borishi uchun issiqlik ham zarur. O'simliklarning normal oziqlanishi va rivojlanishi uchun tuproqda zararli moddalar, chunonchi, kislota, ishqor, kislorodsiz birikmalar, xlorid va sulfat tuzlari birikmalari bo'lmasligi kerak. Qora tuproqlar, to'q tusli va tipik bo'z tuproqlar, o'tloqli, o'tloqi-botqoq tuproqlar unumdor, sho'rxok, sho'rtob, taqir tuproqlar kam unum bo'ladi. Almashlab ekish, yerni sifatli ishlash, o'g'itlash, eroziyaga qarshi kurashish, ishqoriy reaksiyalı yerlarga gips solish va dalalar atrofida ihota daraxtzorlari barpo qilish kabi agrotexnika, agroxiimiya va agromeliorsiya tadbirlarining har qaysi zonaga mos sxemasini qo'llash tuproq unumdorligini oshirish hamda ekinlardan mo'l va sifatli hosil olishni ta'minlaydi.

Tuproq eritmasi - tuproqning suyuq tarkibiy qismidir. Yog'in va sug'orish suvlari tuproq qatlamiga shimilib, undagi karbonat angidrid, kislorod, azot, ammiak gazlari va kaltsiy, magniy, natriy, kaliy tuzlari va boshqalarni eritishi natijasida hosil bo'ladi. Tuproqning harakatchan va aktiv qismi tuproq paydo bo'lish jarayonida, tuproqdagi har xil kimyoviy, bioxiimiyaviy, fizik-kimyoviy hodisalarda, shuningdek, o'simlik oziqlanishida ahamiyati katta. Tuproq eritmasi tarkibida mineral, organik va organik-mineral birikmalardan iborat har xil moddalar, gazlar va kolloid zarralar bo'ladi. Chimli-podzol tuproqlar eritmasida organik birikmalar mineral moddalarga nisbatan ko'proq, qora tuproqlarnikida deyarli baravar. Sho'rланmagan tuproqlarda suvda eriydigan birikmalar juda oz, sho'rxok va

sho'rtob tuproqlar eritmasida esa ko'p. Tuproq qatlamidagi namlikning miqdori va tuproqdagi biologik, biokimiyaviy va kimyoviy hodisalar, shuningdek, guminlanish va minerallanish jarayonlari ta'sirida tuproq eritmasi tarkibi va kontsentratsiyasi o'zgarib turadi. Dehqonchilikda qo'llanadigan agrokompleks tadbirlari tuproq eritmasiga ta'sir etadi. Tuproq eritmasi reaksiyasi kuchli ishqoriy yoki kislotali bo'lsa, o'simliklarning o'sishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi va ularni nobud qiladi.

Tuproqni madaniylashtirish – muttasil yuqori hosil yetishtirish maqsadida tuproqning bir qancha tabiiy xossalarini o'zgartirish uchun qo'llaniladigan tadbir tuproqni madaniylashtirish uchun ekin maydonlarini tekislash, shudgorlash, o'g'itlash, sug'orish, tuproq donadorligini oshirish, biologik, ayniqsa, mikrobiologik jarayonlar uchun yetarli sharoit vujudga keltirish, tuproq reaksiyasini o'simlikning fiziologik talabiga moslashtirish amalga oshiriladi. Bu tadbirlar natijasida tuproqning agronomik xossalari va unumdorligi ijobiy tomonga o'zgaradi, ya'ni tuproq madaniylashadi. Tuproqning mexanik tarkibi, tuproqning granulometrik tarkibi – tuproq qattiq qismidagi har xil o'lchamli mineral zarralarning nisbiy miqdori. Odatda, tuproqning mexanik tarkibi absolyut quruq tuproqning og'irligiga nisbatan foiz bilan ifodalanadi.

Tuproqning suv rejimi – tuproq namining bug'lanish hamda o'simliklar foydalanishi hisobiga sarf bo'lishi; suvning qatlamlardagi harakati va o'zgarishini belgilovchi barcha hodisalar. Tuproq paydo bo'lishi va tuproq unumdorligining muhim faktori. Tuproqning suv rejimi iqlim sharoiti, joyning reliefi, o'simliklar, tuproqning suv xossalari, yer osti suvining chuqurligi va insonning dehqonchilikdagi faoliyatiga bog'liq. Suv tuproqdagi fizik, kimyoviy, biokimiyaviy va biologik jarayonlarda muhim rol o'ynab, o'simlik va mikroorganizmlar hayotiy talabini ta'min etuvchi muhim sharoitlardan hisoblanadi. Tuproqda suv mo'tadil bo'lsa, undagi ijobiy jarayonlar rivojlanadi va unumdorlik yaxshilanadi. Ijobiy sharoit tuproqning organik, mexanik tarkibi, strukturasi, fizik va fizik-mexanik xossalariga bog'liq. Tuproqda suv har xil fizik holatda (bug'simon, gidroskopik, parda, kapillyar va gravitatsion) bo'ladi. Bug'simon va gidroskopik xili o'simliklar uchun deyarli foydasiz, parda suv yerga qisman, kapillyar va gravitatsion suvlar esa yaxshi singadi va foydali hisoblanadi.

Tuproqning fizik xossalari – tuproqning solishtirma og'irligi hajm og'irligi va kovakligidan iboratdir.

Tuproqning solishtirma og'irligi – ma'lum hajmdagi tuproq qattiq qismi og'irligining shunday hajmdagi iliq (40°C) suv og'irligiga bo'lgan nisbati. Tuproqning solishtirma og'irligi uning organik va mineral tarkibiga bog'liq. Yengil tog' jinslaridan paydo bo'lgan serchirindi tuproqning solishtirma og'irligi 2,2-2,6; og'ir tog' jinslaridan paydo bo'lgan va chirindisi kam tuproqlarniki esa 2,9, shuning uchun o'rta hisobda 2,5-2,6 deb olinadi.

Tuproqning hajm og'irligi – tabiiy holati saqlangan ma'lum hajmdagi tuproq og'irligining shunday hajmdagi suv og'irligiga bo'lgan nisbati. Hajm og'irligi tuproqning organik va mineral tarkibiga, xususan uning strukturasiga, shuningdek, ishlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Hajm og'irligi tuproqning turiga va qatlamlariga qarab, 0,9 dan 1,8 gacha bo'lishi mumkin, shuning uchun o'rta hisobda u 1,5-1,6 olinadi. Tuproqning solishtirma va hajm og'irligini aniqlash dehqonchilikdagi bir qancha masalalarni hal etishda va tuproqning tarkibiy qismini o'rganishda katta ahamiyatga ega.

Tuproqning kovakligi. Tuproq tarkibidagi mexanik zarralar va agregatlar bir-biriga qirralari bilangina yopishganligi tufayli, har qanday tuproq ma'lum miqdorda kovak bo'ladi. Kovaklikning turi va hajmi tuproqning strukturasiga va zichligiga bog'liq. Tuproq qanchalik strukturali bo'lsa, kovaklikning umumiy hajmi shunchalik ortadi, chunki strukturali tuproqda zarralararo bo'shliqdan tashqari, agregatlar orasida va ichida ham bo'shliqlar bo'ladi. Tuproqning kovakligiga uning mexanik va organik tarkibi ham ta'sir qiladi. Qumli tuproqqa qaraganda qumoq tuproq, organik qoldiqlari kam tuproqqa qaraganda chirindisi ko'p tuproq kovakligining umumiy hajmi ortiq. Ko'pchilik tuproq kovakligining umumiy hajmi 50-55%. Tuproq kovakligi kapillyar va nokapillyar bo'ladi. Tuproqning mexanik tarkibi va strukturasiga qarab, ba'zi tuproqlarda kapillyar, ba'zilarida esa nokapillyar kovaklik ko'p. Kapillyar kovaklik mayda zarralar va mikroagregat oralig'ida, nokapillyar kovaklik esa yirik zarralar va mikrostruktura elementlari oralig'ida vujudga keladi. Tuproqda kapillyar va nokapillyar kovaklar barobar nisbatda bo'lganda suv, havo va boshqa moddalarning harakati uchun qulay sharoit tug'iladi. Tuproqning kovakligi, odatda, foiz bilan ifodalanadi va

$$p = \frac{d - d_1}{d} \cdot 100\%$$

formula yordamida aniqlanadi; bunda d -kovaklik, tuproqning solishtirma og'irligi, d_1 - tuproqning hajm og'irligi. Tuproqning havo rejimi – tuproq qatlamlaridagi havo balansi; havoning kimyoviy va biokimyaviy jarayonlar hamda mikroorganizm va o'simliklar foydalanishi hisobiga sarf bo'lishi, harakati, tarkibi va miqdorining o'zgarib turishini xarakterlaydi. Tuproqning havo rejimi iqlim sharoitiga, haroratning sutkalik o'zgarishi, tuproqning namlik darajasi va agrotexnika hamda agromelioratsiya tadbirlariga bog'liq bo'ladi. Tuproqda ma'lum miqdorda havo bo'lib, o'simlik va mikroorganizmlar hayoti uchun ahamiyati katta. Havo tuproqning suvsiz bo'shliqlariga, asosan, atmosferadan kiradi, qisman, tuproqdagi biokimyaviy jarayonlar natijasida ham paydo bo'ladi. Tuproqda havo bo'lmasa aerobakteriyalar yashay olmaydi, organik moddalar chirimaydi. Tuproqdagi havo miqdori uning qatlamlaridagi bo'shliqlar va namlik darajasiga, kimyoviy hamda mexanik tarkibiga, strukturasiga, qovushmasiga,

shuningdek tuproq tipiga, ishlash darajasiga bog'liq. Tuproq havosining tarkibi atmosfera havosinikidan farq qiladi. Atmosfera havosida 20,96% kislorod, 0,03% karbonat angidrid, tuproq havosida esa 20,3% kislorod, 0,15-0,65% karbonat angidrid bo'ladi. Tuproq va atmosfera havosi tarkibidagi azot miqdori deyarli bir xil bo'ladi. Bulardan tashqari tuproq havosida ammiak (NH_3), metan (CH_4), vodorod sulfid (H_2), vodorod (H) singari gazlar ham uchraydi. Tuproq havosida hamma vaqt ma'lum miqdor suv bug'i bo'ladi. Tuproq qatlamining chuqurligi ortgan sari undagi havo tarkibi ham o'zgarib boradi. Tuproqning ustki qatlamlaridagi havo tarkibi atmosfera havosi tarkibiga yaqin. Chuqurlik ortgan sari tuproq va atmosfera havosi almashinishi qiyinlashadi. Shu sababli tuproqning yuza qatlamida chuqur qatlamlariga nisbatan CO_2 ko'proq, O_2 esa kamroq bo'ladi. Tuproq havosining atmosfera havosi bilan almashinib turishi natijasida aerobakteriyalar va o'simlik ildizlarining nafas olish uchun zarur havo kislorodi tuproqqa kiradi, tuproqdan esa karbonat angidrid atmosferaga chiqadi. Tuproq namligi shamol, tuproqdagi jonivorlar hosil qilgan kovaklar ham havo almashinishiga ta'sir ko'rsatadi. Tuproqda havo almashinish jarayoni yomonlashsa, tuproq havosida kislorod kamayib, zararli gazlar ko'payadi, natijada o'simliklar yaxshi o'sa olmaydi. Tuproq strukturasini, meliorativ holatini yaxshilash, ekin qator va tup oralarini yumshatish singari agrotehnika tadbirlari tuproqning havo rejimini yaxshilaydi.

Tuproq aerasiyasi- bu atmosfera havosining tuproqdagi havo bilan almashinib turishidir. Tuproq aerasiyasi - tuproq mahsuldorligini aniqlovchi asosiy jarayonlardan biridir. Bu jarayon davomida tuproqda kislorod miqdori oshadi. Aerasiya jarayoni tuproqning suvdan bo'sh qolgan g'ovaklarida kechadi. Shuning uchun aerasiya g'ovaklari quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_{air} = \varepsilon - \theta$$

bunda ε_{air} -aerasiya g'ovakliligi (% da), ε va θ -tuproqning g'ovakliligi va hajmiy namligi (% da).

Ushbu formuladan ko'rinadiki, aerasiya g'ovakligi qancha katta bo'lsa, tuproq aerasiyasi shuncha tez va to'laroq ro'y beradi. Aerasiya g'ovakliligi kichik bo'lganda tuproqda salbiy jarayonlar boshlanadi. O'simliklar tuproq havosi yetishmaganidan qiynaladi. Shuning uchun tuproq fizikasida aerasiya g'ovakliligining kritik qiymatlari qabul qilingan. $\varepsilon_{air}=10\%$ da ildizlar rivojlanishi sekinlashadi, tuproq biologiyasi faoliyati sharoitlari ancha o'zgaradi, $\varepsilon_{air}=5\%$ da o'simliklar nobud bo'ladi. Shuning uchun kritik kattalik sifatida 10% ni olish maqbuldir. Aerasiyaning optimal g'ovakliligini saqlab turish muhim masaladir. Buning uchun tuproq tuzilishi yaxshi holatda bo'lishi kerak. Aerasiya tushunchasi havo almashinishi tushunchasiga yaqindir. Farq shundaki, havo almashinishi jarayoniga uni yuzaga

chiqaruvchi kuchlar va jarayonlar ham kiradi (atmosfera bosimining, tuproq temperaturasi o'zgarishi). Aerasiya va havo almashinishi dinamik jarayonlardir. Ular tuproqning havo singdiruvchanligi degan parametr- K_a bilan aniqlanadi.

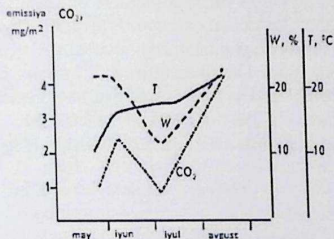
Havo singdiruvchanlik aerasiya g'ovakligi bilan quyidagi empirik formula orqali bog'langan:

$$K_a = m \varepsilon_{air}^n$$

bunda n va m -empirik parametrlar. n torfli, qumli tuproqlar uchun 0,5 dan 2 gacha, o'rta va og'ir gilsimon tuproqlar uchun 2 dan 10 gacha qiymatlarga ega.

Atmosfera va tuproq havosi tarkibida makro- va mikro tashkil etuvchilarni ajratishadi. Quruq atmosfera havosida odatda 78,08% azot, 20,95% kislorod, 0,93% argon va 0,03% CO_2 gazi bor. Mikrokomponentlar (metan, CO , oltingugurt, azot birikmalari, organik birikmalar bug'lari) 0,1ppm (promille-hajm yoki og'irlikning 0,001 qismi) ni tashkil etadi. Odam faoliyatining turli-tumanlilikiga qaramay, atmosfera havosi tarkibi nisbatan o'zgarmasdir. Biroq tuproq havosi tarkibi ancha o'zgaruvchidir. Makrokomponentlar o'zgarishi ancha yuqori: O_2 -20,9 dan 0,05% gacha, CO_2 -0,03 dan 20% gacha. Bunday katta o'zgarishlar CO_2 gazining biologik jarayonlar tufayli ko'payishi bilan tushuntiriladi. Muhimi shundaki, bu gazlar yig'indisi 21% ga yaqin bo'ladi. Shuning uchun O_2 miqdori aniqlansa, deyarli xatosiz CO_2 ning miqdorini topish mumkin.

CO_2 miqdorining o'zgarishi va uning atmosferaga chiqishining ma'lum davriy va fazoviy qonuniyatlari mavjud. Davriy-mavsumiy va sutkali qonuniyatlari biologik faollik bilan, ular esa tuproq temperaturasi va namligi bilan aniqlanadi. Shuning uchun ushbu fizik parametrlar bilan vegetasion mavsumda CO_2 ning tuproqdan ajralishi orasida bog'lanish kuzatiladi (Rasm-1.3).



1.3-rasm. Chimli bo'z tuproqdan CO_2 ning ajralib chiqishi, tuproq temperaturasi va namligining mavsumiy o'zgarishlari.

Dinamik jarayonlar tahlil qilinganda nafaqat fizik parametrlarni, balki mikroorganizmlar uchun ozuqa mavjudligini ham hisobga olish zarur.

CO₂ gazining tuproqda fazoviy tarqalishini quyidagi jarayonlar belgilaydi:

1. mikroorganizmlar faolligi (manba);
2. atmosfera havosi bilan gaz almashinishi (chiqish);

3. CO₂ gazining kattaroq molekulyar og'irligi uchun pastki qatlamlarga tushishi (chiqish).

Ushbu jarayonlar tufayli CO₂ ning konsentratsiyasi 30 cm chuqurlikda katta bo'ladi. Bu joyda gaz almashinishi yuqori qatlamlardagiga nisbatan pasayadi. Bu qatlamda CO₂ gazining mikroorganizmlar tomonidan ishlab chiqilishi bilan birga, yuqori qatlamlardan CO₂ ning oqib tushishi ham ro'y beradi.

Shunday qilib, tuproq havosi tarkibidagi gazlar dinamikasini (tuproqning havo rejimini) atmosfera havosi bilan gaz almashinishi, tuproqdagi biomoddalar tomonidan hosil qilinishi va tuproqda gaz ko'chishi jarayonlari aniqlaydi. CO₂ bilan atmosfera orasida gaz almashinishi jarayoniga tuproqning nafas olishi deyiladi. Bunda tuproq kislorodni yutadi, CO₂ ni ajratib chiqaradi. Tuproqning nafas olish intensivligi qiymati $n \cdot 10^{-10} \text{ mg/m}^2 \text{ soat}$ ga teng bo'ladi. Tuproq nafas olishini miqdoriy jihatdan respirasion koeffisient n aniqlaydi. Bu koeffisient ma'lum vaqt ichida tuproqdan ajralgan CO₂ gazi miqdorining tuproqqa tushgan O₂ gazi miqdoriga nisbatiga teng. Ushbu koeffisient yaxshi aerasiyali tuproqlarda birga yaqin bo'ladi. CO₂ ning tuproqdan ajralib chiqishi "parnik effekti" hodisasi sabablaridan biridir. Bu effekt shundan iboratki,

CO₂, CO, CH₄, N₂O gazlari atmosferada parnikning shishasi yoki pardasiga o'xshab qisqa to'liqli radiasiyani o'tkazadi, uzun to'liqli issiqlik nurlanishini o'tkazmaydi. Shuning uchun bunday gazlar atmosferada oshganida atmosferaning yerga yaqin qatlamlari isiydi.

Tuproqda gazlar ko'chishi asosan konveksiya va diffuziya bilan bog'liq. Konveksiya tuproqdagi gazlarning havo va suv massalari oqimi bilan ko'chishidir. Konveksiyaning harakatlantiruvchi kuch bosimlar farqidir. Gazlarning bunday ko'chishi Darsi tenglamasiga bo'ysunadi.

Gazlarning havo bilan konvektiv ko'chishi tuproqning havo o'tkazuvchanligi hodisasi bilan aniqlanadi va quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi:

$$q_a^k = \frac{K_a C_a}{\eta} \frac{dP_a}{dz}$$

bunda q_g^k -gazning konvektiv oqimi, $\frac{dp_g}{dz}$ -bosim gradienti, K_g - tuproqning havo o'tkazuvchanligi, C_g -harakatlanayotgan havodagi gazning konsentrasiyasi, η -havoning dinamik yopishqoqligi.

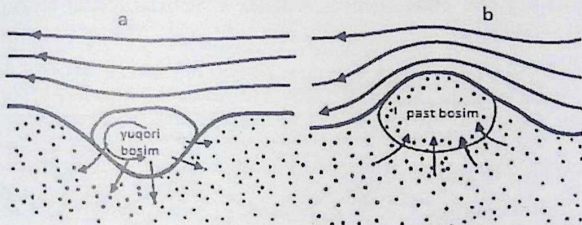
Tuproqda bosim o'zgarishlarining sabablari quyidagilardir:

- 1) atmosfera bosimining o'zgarishlari;
- 2) shamol, yer sirti notekisliklari hisobiga vaqtinchalik o'zgarishlar;
- 3) yog'ingarchilik, sug'orish tufayli tuproq g'ovaklarida havoning siqib chiqarilishi;
- 4) tuproq temperaturasi o'zgarishi natijasida tuproqdagi havoning kengayishi yoki siqilishi.

Ushbu jarayonlarning gazlarning tuproqda almashinishiga, ularning atmosferaga ajralib chiqishlariga ta'sirlarini ko'rib chiqaylik.

Atmosfera bosimi 760 mm dan 750 mm sim. ust.gacha o'zgarsa, Boyl-Mariott qonuniga asosan tuproqdagi gazlar hajmi atigi 1/76 qismga o'zgaradi. Bu, albatta, kam. Shuning uchun bu jarayon tuproqda gazlar almashinishiga muhim ta'sir eta olmaydi.

Bosimning vaqtinchalik o'zgarishlari shamol va havoning Yer sirti notekisliklari ustida harakatlanishi paytida yuzaga keladi. Rasm-1.3.da havoning Yer sirti ustida harakatlanishi tufayli bosimning oshishi (a) yoki kamayishi (b) ko'rsatilgan. Bosimning bunday o'zgarishlarini Bernulli qonuni tushuntiradi. Biroq bu jarayonlar vaqtinchalik va cheklangan sohada ro'y bergani uchun gaz almashinishiga yetarlicha xissa qo'sha olmaydi.



Rasm-1.4. Tuproq ustida bosim oshishi (a) va kamayishi (b) ni hosil qiluvchi havo harakati.

Yog'ingarchilik, sug'orishning ta'siri Yerga tushayotgan suvning g'ovaklardagi havoni siqib chiqarishi orqali namoyon bo'ladi. Agar Yer sirtiga 10 mm suv qatlami tushgan bo'lsa, hajmiy namlikning o'zgarishi atigi 10% bo'ladi. Mos holda tuproqda havo miqdori ham 10% ga o'zgaradi. Gaz almashinishida bu jarayonning ham ta'siri kichik ekan.

Konvektiv gaz ko'chishining to'rtinchi faktori-temperatura, sutka davomida Yerning qizishi va sovishi tufayli o'zgarib turadi. Gaz holat

a) eshitish organining sezgisi ta'sir etayotgan tovush to'liqlari intensivliklari nisbatiga proporsionaldir;

b) eshitish organining sezgisi tovush intensivligini kvadratiga proporsionaldir;

c) eshitish organining sezgisi ta'sir etayotgan tovush to'liqlari intensivliklari nisbatining logarifmiga to'g'ri proporsional;

d) tovush intensivligi eshitish organining sezgisiga proporsionaldir.

8. Odam va hayvon ichki organlarining tovushini kuchaytirib beruvchi asbob nima?

a) tanometr; b) termometr; c) barometr; d) fonendoskop.

9. Ichki organlar kasalligini aniqlashda keng qo'llaniladigan klassik usullar?

a) eshitish; b) urish; c) auskultasiya va perkussiya; d) eshitish va o'lchash.

10. Ultratovush deb nimaga aytiladi?

a) odam qulog'i eshitadigan elektromagnit to'liqlar;

b) chastotasi 20 kHz dan katta elastik to'liqlar;

c) chastotasi 20 kHz dan katta elektromagnit to'liqlar;

d) chastotasi 20 kHz dan kichik bo'lgan elastik to'liqlar.

11. Ultratovushning asosiy qo'llanilish sohalari?

a) ichki va tashqi organlar kasalliklarini davolash; b) ichki kasalliklarni kuzatish, davolash, xirurgik ishlar, suyaklarni payvandlash;

c) ichki kasalliklarni davolash;

d) teri orqali organizmga dori moddalar kiritish.

12. Shovqin organizmga qanday ta'sir qiladi?

a) ijobiy; b) salbiy; c) ta'sir qilmaydi; d) foydali.

13. Tovush qattiqligi o'lchov birligi nima?

a) lyuks; b) veber; c) tesla; d) desibell;

14. Infratovush nima?

a) chastotasi 20 Hz dan yuqori elastik to'liqlar;

b) chastotasi 20 Hz dan past elastik to'liqlar;

c) chastotasi 20 Hz dan yuqori elektromagnit to'liqlar;

d) chastotasi 20 Hz dan past elektromagnit to'liqlar;

15. Quloq pardasida nechta tola bor?

a) 100 ta; b) 1000 ta; c) 2000 ta; d) 20000 ta.

16. Tovush spektri nima?

a) tovushda ishtirok qiluvchi chastotalar to'plami;

b) toshvuning intensivligining o'zgarishi;

c) tovush bosimining qiymati;

d) tovush yuksakligi.

17. Ultratovush yordamida bir soatda qancha qo'yning homiladorligini aniqlash mumkin?

- a) 10 ta; b) 20 ta; c) 100 ta; d) 200 ta.

Sinov savollari

1. Tovushni xarakterlovchi asosiy kattaliklar nimalar?
2. Tovushning fiziologik xossalari nimalar?
3. Veber - Fexnerning psixofizik qonuni nimani ifodalaydi?
4. Bell va desibellar nimaning o'lchov birligi hisoblanadi?
5. Eshitish sohasi nimani ifodalaydi?
6. Qishloq xo'jaligida tovushdan foydalanish haqida nimalarni bilasiz?
7. Ultratovush va uning amalda qo'llanilishi?
8. Infratovush va uning ahamiyati?
9. Ultra- va infratovushlarning tirik organizmga ta'siri va ahamiyati?
10. Shovqin va undan himoyalanish?

BOB II. Hidrodinamika. Ko'chish hodisalari. Biologik tizimlarda termodinamika asoslari.

§ 2.1. Hidrodinamikaning fizik asoslari. Suyuqliklarning naylarda oqimi. Uzlaksizlik tenglamasi. Bernulli tenglamasi.

Suyuqliklar harakati va suyuqliklar bilan qattiq jismlar ta'sirini o'rganadigan fizika bo'limiga *gidrodinamika* deb ataladi. Hidrodinamikaning asosiy vazifasi berilgan tashqi kuch ta'sirida harakatlanayotgan suyuqlik tezligi, bosimi va zichligini aniqlashdan iboratdir. Suyuqlik harakatini tavsiflash uchun uning har bir zarrasi holatini vaqt funktsiyasi sifatida qarash kerakligi haqidagi nazariyani dastlab Lagranj va asosiy gidrodinamik usulni Eyler ishlab chiqqan.

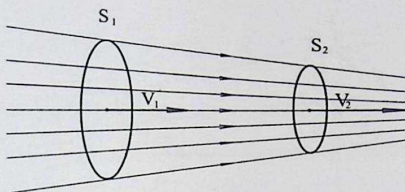
Suyuqlik zichligini bosimga bog'liqligini e'tiborga olmasa bo'ladigan suyuqlik *siqilmaydigan suyuqlik* deb ataladi. Suyuqlik zichligi faqat bosimga bog'liq bo'lgan suyuqlik barotrop deb ataladi.

Suyuqliklar qattiq jismlardan farq qilib, suyuqlikni tashkil qilgan zarrachalar bir-biriga nisbatan siljishi mumkin. Agar suyuqlikning tezligi qaralayotgan hajmning har bir nuqtasida vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, bu suyuqlik harakati *barqaror harakat* deyiladi.

Yopishqoqligi mutlaqo bo'lmagan suyuqlikka ideal suyuqlik deyiladi.

Suyuqlik harakatini grafik usulda namoyon qilish uchun oqim chiziqlari degan tushuncha kiritiladi.

Oqim chiziqlari deb, bu chiziqlarning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma zarrachalar tezligi vektori bilan ustma-ust tushadigan xayoliy chiziqlarga aytiladi. Barqaror harakatda suyuqlik zarrachalarining harakat trayektoriyasi oqim chiziqlari bilan mos keladi. Agar suyuqlik zarrachalari harakati (oqim chiziqlari) bir-biriga parallel bo'lsa, bunday oqimga (*laminar*) qatlamli oqim deyiladi. Agar zarrachalar harakati bir-biriga aralashib yuz bersa (*turbulent*) uyurmali oqim deyiladi. Real suyuqlikni siqish mumkin: bosim ortishi bilan uning hajmi kamayib, zichligi ortadi. Masalan: bosim birdan 100 atmosferaga ortganda uning zichligi atiga 0,5 foiz o'zgaradi. Demak, suyuqlikni siqish juda qiyin. Harakatdagi suyuqlik bosimi odatda o'zgarmas bo'ladi. Real suyuqlik yopishqoq. Harakatlanuvchi suyuqlikda hamma vaqt ichki ishqalanish kuchlari bo'ladi. Ideal suyuqlik oqimi uchun uzluksizlik tenglamasini chiqaramiz. Oqim nayida ikkita ko'ndalang kesim olaylik, S_1 va S_2 . Bularda suyuqlik tezliklari v_1 va v_2 ga teng deb olaylik. Δt - vaqt oralig'ida bu kesimlardan bir xil Δm - massali suyuqlik o'tadi (rasm-1.6). Keng kesimdan o'tgan suyuqlik hajmi asosi



Rasm-2.1. *Suyuqlik oqimi. S_1 va S_2 - oqim nayi kundalang kesim yuzi g_1, g_2 oqim tezligi*

S_1 va balandligi $g_1 \Delta t$ - bo'lgan silindr shaklida bo'ladi ya'ni u $S_1 g_1 \Delta t$ ga teng. Ikkinchi kesimdan $S_2 g_2 \Delta t$ hajmli suyuqlik o'tadi. U holda

$$S_1 g_1 \Delta t = S_2 g_2 \Delta t \text{ yoki } S_1 g_1 = S_2 g_2 \quad (2.1)$$

(2.1) da kesimlar ixtiyoriy tanlangan va vaqt bir xil bo'lgani uchun

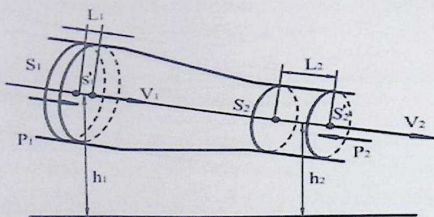
$$Sv = \text{const} \quad (2.2)$$

Demak, berilgan oqim nayi uchun nay kundalang kesim yuzining suyuqlikning oqim tezligiga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir. (2.1) va (2.2) munosabatlarga oqimning uzluksizlik tenglamasi deyiladi. Nayning tor qismlarida tezlik katta bo'ladi, keng qismlarida esa tezlik kichik bo'ladi. Uzluksizlik tenglamasi gidrodinamikada massaning saqlanish qonunining matematik ifodasidir.

Birlik vaqt ichida oqim nayi ko'ndalang kesim yuzasidan oqib chiquvchi suyuqlik miqdori suyuqlik sarfi ham deb ataladi.

Bu tenglama faqat oqim nayi uchungina emas, har qanday real quvur, daryo va ariqlar o'zani uchun ham o'rinalidir. Ushbu tenglamaga asosan daryo o'zaning tor qismlarida oqim tezligi keng va chuqur qismlaridagidan katta bo'ladi.

Faraz qilaylik, kesimlari S_1 va S_2 bo'lgan quvurdan suyuqlik oqayotgan bo'lsin (Rasm-2.2). S_1 kesimda tezlik g_1 , bosim P_1 , balandlik h_1 bo'lsin. S_2 kesimda esa bosim P_2 , tezlik g_2 , balandlik h_2 bo'lsin. Kichik Δt vaqt ichida suyuqlik S_1 va S_2 kesimdan S_1^I va S_2^I kesimga o'tadi.



Rasm-2.2. Stasionar ideal suyuqlik oqimi nayi

Energiyaning saqlanish qonuniga binoan to'la energiya o'zgarishi $E_2 - E_1$, m massali suyuqlikni ko'chirishda bajarilgan ish A ga teng bo'ladi.

$$E_2 - E_1 = A \quad (2.3)$$

Bu ish S_1 va S_2 orasidagi suyuqlikni Δt vaqt ichida ko'chirishda bajarilgan ishga teng. m massali suyuqlikni S_1 dan S_1' gacha ko'chirishda $\lambda_1 = g_1 \Delta t$ masofa o'tsa, S_2 dan S_2' gacha esa $\lambda_2 = g_2 \Delta t$ masofa o'tadi. λ_1 va λ_2 lar juda kichik bo'lgani uchun

$$A = F_1 \lambda_1 + F_2 \lambda_2 \quad (2.4)$$

Bunda $F_1 = P_1 S_1$ va $F_2 = -P_2 S_2$ (oqimga qarshi yo'nalgan). To'la energiya esa potensial va kinetik energiyalar yig'indisidan iborat bo'ladi

$$E_1 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1, \quad E_2 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 \quad (2.5)$$

(2.4) va (2.5) ga asosan

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 + P_1 S_1 g_1 \Delta t = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 + P_2 S_2 g_2 \Delta t$$

ikkala kesimdan bir xil miqdordagi suyuqlik o'tadi, shuning uchun

$$\Delta V = S_1 g_1 \Delta t = S_2 g_2 \Delta t$$

Natijada oxirgi ifodani ΔV ga bo'lsak

$$\frac{\rho g_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho g_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2 \quad (2.6)$$

Bu tenglamani 1738 yilda shveysariyalik fizik-matematik Daniyel Bernulli hisoblab chiqqan. Bunda $\frac{\rho g^2}{2}$ - suyuqlikning solishtirma kinetik energiyasi, ya'ni hajm birligiga to'g'ri keluvchi energiya yoki *dinamik bosim*, u harakatlanish tufayli hosil bo'ladi, $\rho g h$ - suyuqlikning og'irlik kuchi maydonidagi solishtirma *potensial energiya*, gidravlik bosim, suyuqlik harakatiga bog'liq bo'lmagan bosim kuchlaridan hosil bo'ladigan solishtirma energiya - *P statik bosim* deyiladi.

Bernulli tenglamasini qonun sifatida quyidagicha ta'riflash mumkin: Siqilmaydigan ideal suyuqlikning barqaror oqimida *dinamik*, *gidravlik* va *statik* bosimlarning yig'indisidan iborat to'liq bosim oqimning har qanday kesimida ham o'zgarmasdir.

Kesim ixtiyoriy tanlanganligi uchun

$$\frac{\rho g^2}{2} + \rho g h + P = \text{const} \quad (2.7)$$

Bernulli qonuni harakatdagi suyuqlik va gazlar dinamikasining asosiy qonuni hisoblanadi.

Bernulli tenglamasining birinchi hadi suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri keladigan energiyasi yoki suyuqlikning *solishtirma kinetik energiyasi*, ikkinchi hadi suyuqlikning og'irlik kuchi maydonidagi *solishtirma potensial energiyasi*, uchinchi hadi suyuqlikning bosim kuchlaridan hosil bo'lgan solishtirma energiyasidan iborat bo'lgani uchun bu tenglama ***energiya saqlanish qonunini*** ifodalaydi.

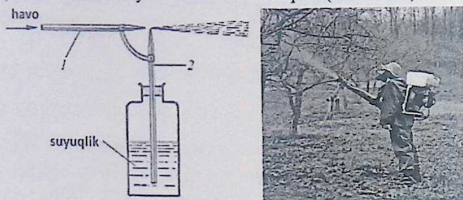
Gorizontaal oqim nayi uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\frac{\rho g^2}{2} + P = \text{const}$$

Oqim nayining tor joylarida suyuqlik oqish tezligi ortadi, statik bosimi esa kamayadi.

Shunday holatlar mavjudki, quvur tor joylarida suyuqlik statik bosimi atmosfera bosimidan kichik bo'ladi, oqimning shu joyida so'rish kuchi paydo bo'ladi. Ushbu hodisaga asoslanib ishlaydigan asboblarning jumlasiga: Masalan - suv nasoslari, purkagichlar, injektorlar va karbyuratorlar kiradi. Bo'yoqlarni yoki o'simliklarga dori purkagichlar nayining tor qismida so'rish effekti

paydo bo'lgani uchun idishdagi suyuqlik tashqi bosim tufayli nay ichiga so'rilib, katta tezlikda nay uchidan o'tilib chiqadi (Rasm-2.3)



Rasm-2.3. Bog' dori purkagichi

Yer sirtining notekisliklari, masalan haydalgan Yer jo'yaklari pushta (do'ngliklar) navbatlashib turishi tufayli Yer yaqinidagi havo qatlamlari kesim yuzasi o'zgarib qoladi. Natijada tuproqning sirt qatlamida tuproq havosining jo'yaklar tubidan do'ngliklar qirrasiga qarab yo'nalgan harakati vujudga keladi. Bu harakat tuproq bilan atmosfera orasida gaz almashinuviga sabab bo'ladi. Bu hodisaga tuproq *aeratsiyasi* deyiladi. Aeratsiya tuproq havosini kislorod bilan, Yer sirti yaqinidagi havoni esa karbonat angidrid bilan boyitadi, natijada o'simliklar o'sishi uchun qulay sharoit yaratiladi.

Yopishqoqlik deb real suyuqliklar bir qatlamining boshqa qatlam harakatiga to'sqinlik qilish qobiliyatiga aytiladi. Bir qatlamning ikkinchi qatlamga nisbatan harakatida sirtga urinma yo'nalgan ichki kuchlar yuzaga keladi. Bu kuchlar qatlamlar tegib turgan yuzaga va tezlik gradiyentiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni

$$F \sim S \left| \frac{\Delta \mathcal{G}}{\Delta X} \right| \quad (2.8)$$

yoki

$$F = \eta \left| \frac{\Delta \mathcal{G}}{\Delta X} \right| \quad (2.9)$$

Bu yerda η - suyuqlik tabiatiga bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, dinamik yopishqoqlik yoki yopishqoqlik koeffitsiyenti deyiladi. Yopishqoqlik koeffitsiyentining o'lchov *birliği Paskal ko'paytirilgan sekund (Pa.s) bo'lib, bu laminar oqim uchun tezlik gradiyenti 1 m² yuzada 1 m/s ga o'zgaradigan va 1 m² yuzasida 1N kuch hosil bo'ladigan modda dinamik yopishqoqligiga teng*. Yopishqoqlik qanchalik katta bo'lsa, unda shuncha katta ichki ishqalanish kuchlar yuzaga keladi.

Yopishqoqlik haroratga bog'liq bo'lib, suyuqlik va gazlar uchun turlichadir. Suyuqliklar uchun harorat oshganda η kamayadi, gazlarda esa teskari holat yuz beradi. Suyuqlik yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash katta

ahamiyatga ega bo'lib bir qancha usullar mavjud. Biz Puazeyl usulini qarang chikamiz. Bu usulda suyuqlik kichik kapillyarda oqib o'tish vaqti aniqlanadi va formula yordamida yopishqoqlik koeffitsiyenti aniqlanadi. Suyuqlik yoki gazning nay orqali o'tishi uchun ma'lum bosimlar farqi bo'lishi zarur. Suyuqlik hajmi V , nay uzunligi λ , uchlaridagi bosimlar farqi ΔP va τ suyuqlikning oqib o'tish vaqti orasidagi bog'lanish Puazeyl formulasi bilan ifodalanadi.

$$V = \frac{\pi r^4 \cdot \Delta P \cdot \tau}{8\eta\lambda} \quad (2.10)$$

Bunda r - nay radiusi.

(2.10) ifoda yordamida yopishqoqlikni aniqlash uchun oqim laminar bo'lishi zarur. Turbulent oqim uchun Puazeyl formulasi o'rinli emas. Odatdagi hollarda oqim laminar bo'lishi uchun nay diametri kichik bo'lishi zarur. Yopishqoq suyuqlikni to'la harakterlaydigan kattalik kinematik yopishqoqlikdir

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2.11)$$

Bunda ρ - suyuqlik zichligi.

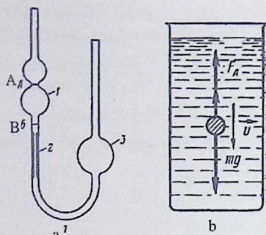
$\tau, \lambda, \Delta P$ kattaliklarni aniqlash qiyin, shuning uchun taqqoslash usulidan foydalaniladi. Yopishqoqlikni aniqlovchi qurilmaga *viskozimetr* deyiladi. Bu usulda bir xil hajmdagi yopishqoqligi ma'lum va yopishqoqligi noma'lum suyuqliklar oqib o'tish vaqti taqqoslanadi.

U holda kinematik yopishqoqlik

$$\nu = \nu_o \frac{\tau}{\tau_o} \quad (2.12)$$

ifoda orqali hisoblanadi. Bunda ν va ν_o mos ravishda noma'lum va etalon suyuqliklar kinematik yopishqoqligi, τ va τ_o lar esa bu suyuqliklar uchun oqib o'tish vaqti.

(2.12) ifoda yordamida dinamik yopishqoqlik aniqlanadi. Ko'pchilik viskozimetrlarda etalon suyuqlik sifatida suv olinadi va uning oqib o'tish vaqti va kinematik yopishqoqligi viskozimetr doimiysi sifatida beriladi. Shu sababli faqat noma'lum suyuqlik oqib o'tish vaqtini aniqlash bilan yopishqoqlikni o'lchash mumkin.



Rasm-2.4. Yopishqoqlik koeffisiyentini aniqlashning vizkozimetriya (a) va Stoks (b) usullari. 1,3-o'lchov hajmlari, 2-kapillyar, F_A -Arximed kuchi, mg -ogirlik kuchi, v -tezlik

Suyuqliklar yopishqoqligi unda boshqa moddalar eritilganda yoki dispersiyalangan holda bo'lganda o'zgaradi. Bundan tashqari, toza erituvchilardan farq qilgan holda, suspenziyalar va eritmalar yopishqoqligi oqimdagi tezlik gradiyentlariga bog'liq bo'ladi. Bu holda Nyuton suyuqliklari haqida gap boradi. Nonyutoncha holatiga siljish kuchlanishi tufayli vujudga keladigan zarrachalar vaziyatining o'zgarishi, agregatsiyasi va deformatsiyasi jarayonlar olib keladi.

Molekular harakati haroratga bog'liq ekan, u holda yopishqoqlik ham haroratga bog'liqdir. Suyuqliklar uchun yopishqoqlik harorat oshsa kamayadi. Qonning yopishqoqligi 37°C da $4 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ga teng bo'ladi.

Real suyuqliklarning yopishqoqligi tufayli ichki ishqalanish hosil bo'ladi. Ichki ishqalanish kuchi Nyuton qonuni bilan ifodalanadi:

$$F = -\eta \frac{\Delta \theta}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t \quad (2.13)$$

Bu yerda $\frac{\Delta \theta}{\Delta x}$ suyuqlik oqimining tezlik gradiyenti, ΔS -suyuqlik qatlaminin bir-biriga tegish yuzasi, η -suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsienti.

Suyuqlikning yopishqoqligi gazning yopishqoqligidan ancha katta. Suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsienti qiymati $10^{-3} - 1 \text{ kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$ chegarada bo'ladi.

Yopishqoqlik tufayli suyuqliklarning quvurdan (yoki boshqa o'zandan) oqishi qiyinlashadi, uning tezligi kamayadi.

Fransuz fizigi va fiziologi Puazeyl 1841 yilda quyidagini aniqladi.

Suyuqlikning naylar bo'ylab laminar oqimining o'rtacha tezligi suyuqlikning bosimi gradiyenti $\frac{\Delta p}{\Delta x}$ ga, nayning radiusi r ga to'g'ri

proportional, suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsienti η ga teskari proportionaldir.

$$\vartheta = -\frac{\Delta p}{\Delta x} \frac{r^2}{4\eta} \quad (2.14)$$

Bu formula *Puazeyl qonuni* deyiladi. Undagi minus ishora oqim tezligining bosim gradientiga teskari yo'nalganini ko'rsatadi. (2.14) ifoda yordamida nayning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida oqib chiqqan suyuqlik hajmini, ya'ni suyuqlik oqimini hisoblab topish mumkin.

Yopishqoqlik tufayli suyuqlikda harakatlanayotgan jism suyuqlikka tegib turgan qatlamlarni o'ziga ergashtiradi va shuning uchun suyuqlik tomonidan qarshilikka (ishqalanishga) duch keladi. Ingliz fizigi va matematigi Stoksning aniqlashicha, uncha katta bo'lmagan tezlik bilan harakatlanayotgan shar shaklidagi jismlar uchun suyuqlikning F qarshilik kuchi harakatning v tezligiga, shar radiusi r ga va suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsienti η ga proporsional ekan:

$$F = 6\pi\eta r v \quad (2.15)$$

Bu formula *Stoks qonuni* deb ataladi. Stoks qonuni jismdan nay devorlarigacha bo'lgan masofa jismning o'lchamlaridan ancha katta bo'lgan hollar uchun to'g'ridir. Stoks qonunini yomg'ir tomchilarining atmosferada tushishiga ham qo'llash mumkin.

Tezlik uncha katta bo'lmagan hollardagina suyuqlik (yoki gaz) ning oqimi *laminar* xarakterda bo'ladi. Katta tezliklarda oqimda suyuqlikning hamma qatlamlarini aralashtirib yuboradigan uyurmalar paydo bo'ladi, bunday harakat *turbulent* oqim deyiladi. Turbulent oqimda har bir nuqtadagi tezlik doimo o'zgarib turgani uchun tezlikning o'rtacha qiymati haqida gapirish mumkin. Laminar oqimda tezlik nay o'qidan devorlarigacha bo'lgan masofaga qarab parabolik qonun (2.15) ga ko'ra o'zgarsa, turbulent oqimda tezlik deyarli bir xil bo'lib, devor yaqinidagina o'zgaradi (Rasm-2.5).



a

b

Rasm-2.5. *Laminar (a) va turbulent (b) oqimlarda quvurda suyuqlik tezligining o'zgarishi*

Reynolds aniqlashicha oqimning harakteri quyidagi o'lchovsiz kattalik bilan aniqlanadi:

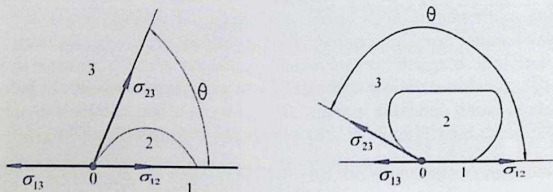
$$Re = \frac{\rho v l}{\eta} \quad (2.16)$$

Bunda ρ suyuqlik (gaz) zichligi, v oqimning o'rtacha tezligi, η suyuqlikning yopishqoqligi, l nayning diametri.

Reynolds sonining kichik qiymatlarida ($Re < 1000$) oqim laminar bo'ladi, $Re > 2000$ da oqim turbulent bo'lib qoladi.

§ 2.2. Kopelyar hodisalar.

Ho'llash ta'sirlashuvchi muhitlarning yuzalaridagi molekularlar o'zaro ta'sir etuvchi kuchlar xarakteriga bog'liq bo'ladi. Ho'llovchi suyuqliklarda suyuqlik molekulari va qattiq jism molekulari orasidagi o'zaro tortishish kuchlari katta va suyuqlik qattiq jism bilan ta'sirlashuvchi yuzasini kengaytirishga intiladi. Ho'llamaydigan suyuqliklar molekulari bilan qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchi suyuqlik molekulari orasidagi tortishish kuchidan kichik va suyuqlik qattiq jism bilan o'zaro ta'sirlashuvchi yuzasini qisqartirishga intiladi. 2.6 -rasmdagi 0 nuqtaga uchta muhitning sirt taranglik kuchlari qo'yilgan va ularning yo'nalishi o'zaro ta'sirlashuvchi ikki muhit sirtiga urinma ravishda tasvirlangan. Ta'sirlashuvchi sirtlarni ifodalovchi chiziqlar σ_{12} , σ_{13} , σ_{23} mos ravishda sirt taranglik kuchlarining vektor ifodasidir.



Rasm-2.6. Ho'llash va ho'llamaslik.

Suyuqlik sirti bilan qattiq jism sirti orasiga o'tkazilgan urinma orasidagi burchak (θ) chegaraviy burchak deyiladi. Tomchining muvozanat sharti (Rasm-2.6. a) qattiq jism sirtiga urinma yo'nalgan sirt taranglik kuchlarining yig'indisini nolga tengligi bilan ifodalanadi.

$$-\sigma_{13} + \sigma_{12} + \sigma_{23} \cos \theta = 0$$

$$\text{Bunda } \cos \theta = (\sigma_{13} - \sigma_{12}) / \sigma_{23}$$

Ushbu formuladan chegaraviy burchak o'tkir yoki o'tmas bo'lishligi σ_{12} va σ_{13} ning qiymatiga bog'liq bo'ladi. Agarda $\sigma_{13} > \sigma_{12}$ bo'lsa, $\cos\theta > 0$ va θ - burchak o'tkir, ya'ni suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llaydi. Agarda $\sigma_{13} < \sigma_{12}$ bo'lsa, $\cos\theta < 0$ bo'ladi va θ - burchak o'tmas, ya'ni suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llamaydi. Agarda $\sigma_{13} > \sigma_{12} + \sigma_{23}$ bo'lsa, suyuqlik qattiq jism sirtiga to'liq yopishib ketadi. Bu holat to'liq ho'llash deb yuritiladi (masalan: kerosin shisha ustida). Agarda $\sigma_{12} > \sigma_{13} + \sigma_{23}$ bo'lsa, suyuqlik tomchisi ta'sirlashish nuqtasida sirtini shar shaklida qisqartirishga intiladi va bu hodisa to'liq ho'llamaslik deb yuritiladi (masalan: parafin sirtidagi suv tomchisi). Ho'llash va ho'llamaslik ajoyib xususiyatga ega, ya'ni suyuqliklar biror jism sirtini ho'llasa boshqasini ho'llamaydi. Masalan: suv shishani ho'llaydi, ammo parafinni ho'llamaydi. Simob shishani ho'llamaydi, ammo metallning toza sirtini ho'llaydi.

Agarda suyuqlik yuzasi yassi bo'lmasa, ya'ni egrilangan bo'lsa, u suyuqlikga qo'shimcha bosim beradi. Bu bosim sirt taranglik kuchiga bog'liq bo'ladi. Qo'shimcha bosimni aniqlash uchun suyuqlik erkin sirti radiusi R bo'lgan sferadan iborat deb hisoblaymiz. Egrilangan sirt uchun sirt taranglik kuchi hosil qiladigan qo'shimcha bosim

$$\Delta P = \frac{F}{S} = \frac{2\sigma\pi^2}{R\pi^2} = \frac{2\sigma}{R} \quad (2.16)$$

Agarda suyuqlik sirti botiq bo'lsa, qo'shimcha bosim quyidagicha ifodalanadi.

$$\Delta P = -2\sigma/R \quad (2.17)$$

Binobarin, suyuqlik sirti botiq bo'lgandagi bosim gaz bosimidan ΔP ga kichik bo'ladi.

Yuqoridagi ifodalar Laplas formulalarining xususiy hollaridir.

Agarda ingichka nay (kapillyar) bir uchuni keng idishga solingan suyuqlikga botirilsa, ho'llash yoki ho'llamaslik natijasida kapillyarda suyuqlik sirti egriligi sezilarli o'zgaradi. Agarda suyuqlik kapillyar nayni ho'llasa, botiq menisk hosil bo'ladi, agarda ho'llamasa, qovariq menisk hosil bo'ladi.

Suyuqlik erkin sirti botiq bo'lganda (2.17) formula bilan ifodalanuvchi teskari qo'shimcha bosim hosil bo'ladi. Bunday qo'shimcha bosim mavjudligi kapillyarda suyuqlik ko'tarilishini ifodalaydi, vaholanki, yuzasi keng idish erkin yassi sirtida qo'shimcha bosim bo'lmaydi. Agarda suyuqlik kapillyar devorini ho'llamasa, qo'shimcha musbat bosim kapillyarda suyuqlik pasayishiga olib keladi.

Kapillyarlarda suyuqlik ustunining balandligini o'zgarishi kapillyarlik hodisasi deyiladi.

Suyuqlik ustuni bosimi (gidrostatik bosim) ρgh - bo'lganda kapillyarda suyuqlik ustuni balandligi h ga o'zgarishi qo'shimcha bosim bilan tenglashadi, ya'ni

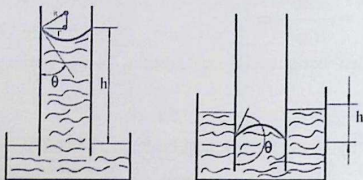
$$2\sigma / R = \rho gh$$

Bunda ρ - suyuqlik zichligi, g - erkin tushish tezlanishi.

Agarda r kapillyar radiusi, θ chegaraviy burchak bo'lsa 2.6 -rasmdan ko'rinadiki $2\sigma \cos\theta / r = \rho gh$ bo'ladi. Bundan

$$h = (2\sigma \cos\theta) / (\rho gr)$$

Ushbu formuladan ho'llovchi suyuqliklar kapillyardan ko'tariladi, ho'llamaydigan suyuqliklar pasayadi. $\theta < \frac{\pi}{2}$ ($\cos\theta > 0$) bo'lganda h - musbat qiymat, $\theta > \frac{\pi}{2}$ ($\cos\theta < 0$) da h - manfiy qiymat oladi. Formuladan yana shu narsa ko'rinadiki, suyuqlik ko'tarilishi yoki pasayishi balandligi kapillyar radiusiga teskari proporsionaldir. Ingichka kapillyarlarda suyuqlik yetarlicha balandlikka ko'tarilishi mumkin. Masalan: tuproq va o'simliklarda namlik almashinishi ingichka kapillyarlarda suyuqlik ko'tarilishiga asoslangan.



Rasm-2.7. Kapillyarlik hodisasini ifodalovchi chizma

Ho'llanuvchi naylarda nisbatan kichik namliklarda ham kapillyar kondensasiya yuz beradi. Shu tufayli g'ovak moddalar bug' tarkibidagi deyarli ko'p miqdordagi suvni ushlab qoladi, bu esa zax uylarda ich kiyimlarning, paxtaning namlanishiga olib keladi, gigroskopik jismlarning esa quritilishini qiyinlashtiradi, tuproqda namlikni saqlashga imkoniyat yaratadi va hokazo. Ho'llamaydigan suyuqliklarda esa aksincha, g'ovak jismlarga suyuqlik o'ta olmaydi.

Suyuqlikli kapillyar nayda havo pufakchalarining holatini ko'rib chiqaylik. Agar havo pufakchasining turli tomonida suyuqlik bir xilda ta'sir ko'rsatayotgan bo'lsa, havo pufakchasi ikkala tomoni ham bir xil egrilik radiusiga ega bo'ladi. Agar pufakchaga tomonlardan biri ortiqroq bosim bilan ta'sir etsa, masalan, suyuqlik harakatida menisklar deformatsiyalanadi va

ularning egrilik radiuslari o'zgaradi, havo pufakchasining turli tomonidagi qo'shimcha Δp bosim esa bir-biridan farq qiladi. Bu hol havo pufakchalari tomonidan suyuqlikka shunday kuch ta'sir etishi natijasida suyuqlikni kapillyar naydagi harakat tezligi kamayadi yoki butunlay to'xtab qoladi.

Bunday hodisalar odamning qon aylanish tizimida ham yuz berishi mumkin.

Qonga kirib qolgan havo pufakchalari kichik qon tomirlarini to'sib qolishi va birorta organing qon bilan ta'minlanishidan mahrum etishi mumkin. Gaz emboliyasi deb ataladigan bu hodisa natijada jiddiy funksional shikastlanishga yoki hatto letall (o'lim) ga olib kelishi mumkin. Gaz emboliyasi yirik venalar jarohatlanganda hosil bo'lishi mumkin; bunda qon oqimiga kirib qolgan havo pufakchasi qonning harakatlanishiga to'sqinlik qiladi. Vena tomirlari ichiga turli xil dorivorlar quyishda havo pufakchalari kirib qolmasligi lozim.

G'avvoslar juda katta chuqurlikdagi suv ostidan tezlik bilan suv sathiga chiqarilganda ularning qonidan gaz ajralib chiqib, pufakchalar paydo bo'lishi, uchuvchilarda va kosmonavtlarda juda yuqori balandliklarda kabinalari va skafandrlarining germetikligi ishdan chiqishida gaz emboliyasi yuz berishi mumkin. Bu hol qon tarkibidagi suyultirilgan gazlarning, atrofdagi atmosfera bosimining keskin kamayishi tufayli erkin holga, ya'ni gaz holatiga o'tishidir. Qon tarkibidagi gazlar bosimining asosiy qismini azot tashkil etganligi tufayli bosimning keskin kamayishida gaz pufakchalarining qonda paydo bo'lishida ham azot yetakchi rolni o'ynaydi, chunki u organizm va uni o'rab olgan havo bilan gaz almashinuvi jarayonida ishtirok etmaydi.

Osmos. Suyuqlikda qattiq modda eritilganda, uning molekullari suyuqlikning butun hajmida bir tekis tarqalib, eritma deb ataluvchi muhitni hosil qiladi; suyuqlik erituvchi deb, qattiq jism esa erigan modda deb ataladi. Eritmaning V hajm birligiga to'g'ri keladigan erigan modda massasi m eritmaning konsentrasiyasi C deyiladi; binobarin,

$$C = \frac{m}{V} \quad (2.18)$$

Kam konsentrsiyali eritmalar zaif (kuchsiz) yoki suyultirilgan eritmalar deyiladi. Ergan modda parsial bosimga ega va bu bosim gazlar kinetik nazariyasining asosiy qonuni va Mendeleyev-Klaapeyron qonuniga ko'ra

$$p = \frac{2}{3} n_0 \overline{W} \quad (2.19)$$

va

$$p = \frac{m RT}{\mu V} \quad (2.20)$$

yuqoridagi formulalar bilan ifodalanadi, bu yerda n_0 – erigan modda molekulalarining konsentrasiyasi (eritmaning hajm birligidagi erigan modda molekulalari soni), $\bar{M}$ – erigan modda molekulasining o'rtacha kinetik energiyasi, m va μ – erigan modda massasi va uning molyar massasi, V va T – eritmaning hajmi va harorati, R – universal gaz doimiysi.

Bu bosimni payqash uchun eritmani sof erituvchidan yarim o'tkazuvchan to'siq bilan ajratish zarur, bu to'siq erituvchi molekulalarini o'tkazib erigan modda molekulalarini o'tkazmasligi kerak. Shakarning suvdagi eritmasi uchun, masalan, ho'kiz pufagi, ichak to'qimasi va ba'zi sun'iy plastmassa plyonkalar yarim o'tkazuvchan to'siq bo'la olar ekan. Bu to'siqlarda teshiklar shu darajada kichikki, ulardan suv molekulalari erkin o'tar ekan, lekin shakarning kattaroq molekulalari o'ta olmaydi. Agarda og'zi ho'kiz pufagi bilan tortilgan voronkaga shakarning suvdagi kuchsiz eritmasini solinsa va uni toza suvli idishga shunday o'rnatilsaki, voronkadagi va idishdagi suyuqliklarning sathlari bir xil bo'ladi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, voronkadagi eritma sathi asta-sekin ko'tarila boshlaydi va idishdagi suvning sathidan biror h balandlikda to'xtaydi. Buning sababi idishdagi suv molekulalarining konsentrasiyasi voronkadagi suv molekulalarining konsentrasiyasidan shakar molekulalari konsentrasiyasi kattaligicha katta bo'ladi. Shuning uchun yarim o'tkazuvchan to'siq orqali idishdan voronkaga ko'proq suv molekulalari diffuziyanadi, qarama-qarshi yo'nalishda esa kamroq, buning natijasida voronkada suyuqlik sathi ko'tariladi. Shakar molekulalari yarim o'tkazuvchan to'siq orqali voronkadan idishga o'ta olmaydi. Natijada voronka va idishda suv molekulalarining konsentrasiyasi esa har xil bo'lib qolaveradi. Shakar molekulalarining ortiqcha konsentrasiyasi eritmaning h balandlikdagi ustunchasining gidrostatik bosimi bilan muvozanatlashuvchi erigan moddaning parsial bosimni hosil qiladi. Eritmani sof erituvchidan ajratib turuvchi yarim o'tkazuvchan to'siq orqali erituvchining diffuziyanish hodisasi *osmos* deb ataladi, bunda eritmada hosil bo'lgan (erigan moddaning parsial bosimi p ga teng bo'lgan) ortiqcha bosim *osmotik bosim* deb ataladi.

Eritmaning h ustunchasining bosimi ρgh bo'lgani uchun bu tajribadan osmotik bosimni quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$p = \rho gh \quad (2.21)$$

bu yerda ρ – eritmaning zichligi, g – erkin tushish tezlanishi. Ikkinchi tomondan, osmotik bosimni (2.17) yoki (2.18) formuladan hisoblash mumkin. Har ikkala hisob ham osmotik bosimning mos keladigan qiymatlarini beradi, bundan ideal gaz bilan kuchsiz eritmada erigan modda orasidagi o'xshatish o'rinli ekanligi haqidagi fikrga kelish mumkin.

Osmotik bosimning kattaligi to'g'risida tasavvur hosil qilish uchun shakar $C_{12}H_{22}O_{11}$ ning $27^{\circ}C$ haroratda suvdagi eritmasining osmotik bosimini

(2.18) formula bo'yicha hisoblaymiz, bunda eritmaning konsentrasiyasi 1 l suvda 0,034 kg shakar bor deb olaylik. Shakarning kimyoviy formulasiga ko'ra, bir kilomol shakarning massasi 342 kg/mol, u holda,

$$p = \frac{m RT}{\mu V} = \frac{0,034 \cdot 82 \cdot 300}{342 \cdot 1} = 2,46 (\text{amu}) \quad (2.22)$$

Osmotik bosim hammaga ma'lum bo'lgan quyidagi hodisada ravshan ko'rinadi. Agar quritilgan mevalar qobig'ini (pardasini) yormagan holda suvga solinsa, tez orada meva sferik shaklni olgan holda bo'kadi, bu mevaning ichida ortiqcha bosim borligining alomatidir. Bu ortiqcha bosim osmotik bosim bo'ladi. Mevaning qobig'idan suv molekulalari o'tishi mumkin, biroq mevaning ichidagi shakar molekulalari o'ta olmaydi. Suv meva ichiga diffuziyalanib, u yerda shakarning suvdagi eritmasini hosil qiladi. Bu eritmada, yuqorida aytib o'tilgan shakarning suvdagi eritmasidagi singari, osmotik bosim hosil bo'lib, meva qobig'ini shishirib yuboradi. Yuqoridagi formulalardan eritmaning konsentrasiyasi C ni kiritilganda quyidagi ifoda hosil bo'ladi.

$$p = \frac{CRT}{\mu} \quad (2.23)$$

Bundan shunday xulosa kelib chiqadi: osmotik bosim eritmaning konsentrasiyasi va haroratiga to'g'ri proporsional va erigan moddaning molekulyar og'irligiga teskari proporsionaldir.

Bu qonun Vant – Goff tomonidan aniqlangan. Shuni qayd qilib o'tish kerakki, Vant – Goff qonuniga ko'ra osmotik bosim erituvchining xossalriga bog'liq bo'lmaydi. Vant-Goff qonuni faqat erigan moddaning dissosiasiyalanishi sodir bo'lmaydigan kuchsiz eritmalar uchun o'rinalidir. Dissosiasiyalangan eritmalar (ya'ni elektrolitlar) uchun osmotik bosim Vant-Goff qonunida nazarda tutilganidan ko'ra ancha katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, dissosiasiyada erigan moddaning zarralari soni ko'payib ketadi (bir molekuladan ikkita ion hosil bo'lishi mumkin), va demak, osmotik bosim ortadi.

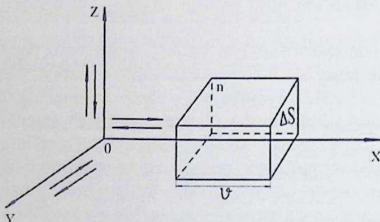
Osmos hodisasi o'simliklar va jonli organizmlar hayotida muhim rol o'ynaydi. Tirik hujayralarning pardalari yarim o'tkazuvchan to'siqlar bo'lib, ular suv molekulalarini o'tkazadi, biroq hujayraning hayot faoliyati jarayonida uning ichida hosil bo'ladigan murakkab organik birikmalarning molekulalarini o'tkazmaydi. Buning natijasida hujayra ichida eritma hosil bo'ladi va hujayrani puflangan rezina koptokdek shishirib elastiklashtiruvchi osmotik bosim paydo bo'ladi. Bunday hujayralardan tuzilgan o'simlik va hayvon to'qimalarining elastikligi katta bo'lib, o'z shaklini saqlash qobiliyati ortadi. Biologiyada osmos bilan bog'liq bo'lgan bu hodisa *hujayralar turgori* deyiladi.

Suv bilan o'ralib turgan o'simlik hujayralarida osmotik bosim juda katta bo'lishi mumkin. Masalan, sabzida osmotik bosim bir necha atmosferaga yetadi.

Organizmning hujayrasi shu hujayra pardasidan o'ta olmaydigan yuqori moddaning suvdagi konsentrasiya eritmasi bilan chegaradosh bo'lsa, u holda suv hujayradan o'sha eritmaga o'tadi. Bunda hujayradan suvning "osmotik surilishi" deb ataluvchi hodisa ro'y beradi. Ana shu hodisa tufayli shirin ovqat yeyilgandan keyin chanqash hissi paydo bo'ladi. Oziqlanish, ajratib chiqarish, nafas olish va shunga o'xshash boshqa fiziologik jarayonlar vositasida tirik organizmlarning hujayralarida doimiy osmotik bosim saqlanib turadi.

§ 2.3. Ko'chish va uning turlari. Biologik tizimlarda ko'chish.

Bir jinsli bo'lmagan termodinamik tizimlarda o'ziga xos qaytmas jarayonlar, ya'ni energiya, massa va impulsning ko'chishi yuz beradi. Ko'chish turlariga issiqlik o'tkazuvchanlik (bunda energiya ko'chadi), diffuziya (massa ko'chadi) va ichki ishqalanish (impuls ko'chadi) kiradi. Bir jinsli muhitda ko'chish hodisasi yuz bermaydi. Ko'chish yuz berish uchun ma'lum shart-sharoitlar bajarilishi kerak. Masalan, issiqlik o'tkazuvchanlikda energiyaning ko'chishi uchun zaruriy shart bo'lib, harorat gradiyenti hosil bo'lishi hisoblanadi. Xuddi shunday diffuziya paytida massaning ko'chishi uchun zichlik gradiyenti, ichki ishqalanish paytida impulsning ko'chishi uchun tezlik gradiyenti bo'lishi zaruriy shart hisoblanadi. Ushbu masala bilan chuqurroq tanishamiz. Molekulyar-kinetik nazariyaga asoslanib ko'chish tenglamasini chiqaramiz. Bir o'q yo'nalishi bo'ylab umumiy molekulalarning $1/3$ ta qismi, shundan o'ngga umumiy molekulaning $1/6$ qismi, chapga $1/6$ qismi harakatlanishini hisobga olib, ΔS yuzadan Δt vaqt birligi ichida o'tgan molekulalar sonini aniqlab olamiz.



Rasm-2.8. Ko'chish hodisasini ifodalovchi chizma. ΔS -ko'ndalang kesim yuzi, n -molekulalar konsentratsiyasi.

Vaqt birligi ichida asosi ΔS bo'lgan yuzadan bir tomonga harakatlanayotgan molekulalarning o'rtacha harakat tezligi $\bar{g}$ ga teng bo'lgan to'g'ri burchakli parallelepiped hajmidagi barcha molekulalarning $\frac{1}{6}$

qismi, ya'ni $\frac{1}{6}n_0\Delta S \cdot \bar{g}$ ta molekula o'tadi. Bu yerda n_0 - hajm birligidagi molekulalar soni. U holda bir yo'nalishda ΔS yuza orqali Δt vaqtda o'tgan molekulalar soni

$$n = \frac{1}{6}n_0\Delta S \cdot \bar{g} \cdot \Delta t \quad (2.24)$$

Vaqt birligida bu molekulalar o'zlarining fizik xarakteristika (massa, energiya yoki harakat miqdori) olib o'tadi. Agar, biz fizik xarakteristikani ξ deb belgilasak, u holda bir yo'nalishda o'tuvchi fizik xarakteristika miqdori quyidagicha bo'ladi.

$$n\xi = \frac{1}{6}(n_0\xi)\Delta S \cdot \bar{g} \cdot \Delta t \quad (2.25)$$

Faraz qilaylik, n_0 - konsentrasiyali gaz hajm bo'yicha turlicha va ξ ham turlicha bo'lsin. U holda $n_0\xi$ ham turlicha bo'ladi. $(n_0\xi)_1 > (n_0\xi)_2$ bo'lsa, u holda

$$\Delta(n\xi) = (n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2 = \frac{1}{6}\{(n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2\}\Delta S \cdot \Delta t \bar{g}$$

Buning o'ng tomonini 2λ ga ham ko'paytirib, ham bo'lamiz. U holda

$$\Delta(n\xi) = \frac{1}{6}\{(n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2\}\Delta S \cdot \Delta t \frac{2\Delta}{2\Delta} = -\frac{1}{3} \frac{(n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2}{2\Delta} \cdot \Delta \cdot \bar{g} \Delta S \cdot \Delta t$$

yoki

$$\frac{(n_0\xi)_1 - (n_0\xi)_2}{2\Delta} = \frac{\Delta(n_0\xi)}{\Delta x} \quad (2.26)$$

Bu nisbat $n_0\xi$ kattalikning gradiyenti.

gradient – lotinchadan – qadamlovchi, odimlovchi ma'noni anglatadi.

U holda

$$\Delta(n\xi) = -\frac{1}{3}\Delta \cdot \bar{g} \frac{\Delta(n_0\xi)}{\Delta x} \Delta S \cdot \Delta t \quad (2.27)$$

ko'chish tenglamasini hosil qilamiz. ξ - fizik kattalik ko'chish gradiyentiga teskari yo'nalishda bo'lgani uchun «minus» ishora qo'yiladi.

Ko'chish turlari. Ko'chish tenglamasini alohida fizik hodisalarga qo'llaymiz.

Diffuziya. Biror gaz ichiga ikkinchi gazni joylashtiraylik. Ikkinchi gaz konsentrasiyasi va zichligi biror o'q bo'ylab o'zgarsin. U holda

$$\frac{d\rho}{dx} \neq 0 \quad (2.28)$$

Shu o'qqa perpendikulyar S yuza orqali o'tuvchi gaz massasini aniqlash uchun ko'chish tenglamasidagi $n\xi$ o'rniga diffuziyanuvchi gaz massasini

qo'ysak, u holda
$$M = -\frac{1}{3} g \Delta \cdot \frac{d\rho}{dx} S \cdot \Delta t \quad (2.29)$$

Diffuziyada S yuza orqali Δt vaqt ichida ko'chiriluvchi massa Fik tenglamasi orqali aniqlanadi.

$$M = -D \frac{d\rho}{dx} \cdot S \cdot \Delta t \quad (2.30)$$

$$\text{Bunda } D = \frac{1}{3} g \cdot \Delta \quad (2.31)$$

D -diffuziya koeffitsiyenti deyiladi. $S = 1 \text{ m}^2$, $\Delta t = 1 \text{ s}$. $\frac{d\rho}{dx} = -1 \text{ kg/m}^4$ desak, $M=D$ bo'ladi, ya'ni diffuziya koeffitsiyenti son jihatidan zichlik gradiyenti 1 kg/m^4 bo'lganda 1 m^2 yuzadan 1 s . da ko'chib o'tgan massaga teng ekan. D (m^2/s) da o'lchanadi $\Delta \sim \frac{1}{\rho}$, $g \sim \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ bo'lgani uchun diffuziya koeffitsiyenti gazning turi (μ) va uning holatlariga (P va T) bog'liq bo'ladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Ko'chishning asosiy tenglamasidan foydalanib $n\xi$ - o'rniga uzatilgan issiqlik miqdori Q . $n_0\xi$ - o'rniga hajm birligidagi molekullarning kinetik energiyasi $E_k = \frac{i}{2} k T n$ ni qo'yamiz. $n\xi$ - molekullarning konsentrasiyasi. U holda

$$Q = \frac{1}{3} g \cdot \Delta \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2} n k T \right) S \Delta t \text{ yoki } Q = \frac{1}{3} g \cdot \Delta \cdot \frac{i}{2} n K \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (2.32)$$

$$\text{Bunda } k = \frac{R}{N_A} - \text{Bolsman doimiysi: } n = \frac{\rho}{m_0}, \mu = m_0 N_A$$

$$\frac{i}{2} n K = \frac{i}{2} \frac{R}{N_A} \cdot \frac{\rho}{m_0} = \frac{i}{2 \mu} R \rho = C_B \rho \text{ ekanini e'tiborga olsak, issiqlik}$$

o'tkazuvchanlik tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$Q = -\frac{1}{3} g \cdot \Delta C_B \rho \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (2.33)$$

$$\chi = \frac{1}{3} g \cdot \Delta C_B \rho - \text{issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. U holda}$$

$$Q = -\chi \frac{dT}{dx} \cdot S \Delta t \quad (2.34)$$

Bu formula issiqlik o'tkazuvchanlik formulasi yoki *Furye qonuni* deyiladi. Demak, uzatilgan issiqlik miqdori issiqlikning o'tgan vaqtiga, yuzaga, harorat gradiyentiga va issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyentiga proporsional ekan. Furye tenglamasi nafaqat gazlar, balki suyuqlik va qattiq jismlar uchun ham o'rinlidir. Furye tenglamasida $S=1\text{m}^2$, $\Delta t=1\text{c}$; $\frac{dT}{dx}=1 \frac{\text{Cpa}0}{\text{M}}$ desak $Q=\chi$ ya'ni, issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti son jihatidan harorat gradiyenti 1 grad/m bo'lganda 1 m² yuzadan 1 s da ko'chib o'tgan issiqlik midoriga tengdir. χ j/m.s.grad. larda o'lchanadi.

Ichki ishqalanish. Ko'chish formulasida $n\xi = F\Delta t$ va $n_0\xi = \rho u$ hajm birligidagi molekullarning harakati tufayli paydo bo'lgan impuls. U holda ko'chish tenglamasi

$$F \cdot \Delta t = \frac{1}{3} g \cdot \Delta \frac{d(\rho v)}{dx} S \cdot dt \text{ yoki } F = \frac{1}{3} g \Delta \rho \frac{du}{dx} \cdot S \quad (2.35)$$

Ichki ishqalanish kuchi Nyuton formulasiga binoan aniqlanadi. ya'ni

$$F = -\eta \frac{du}{dx} \cdot S \quad (2.36)$$

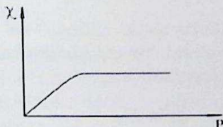
(2.35) va (2.36) ni solishtirsak

$$\eta = \frac{1}{3} g \cdot \Delta \cdot \rho \quad (2.37)$$

η - yopishqoqlik ko'effitsiyenti. (2.36)da $S=1\text{m}^2$, $\frac{du}{dx}=1\text{c}^{-1}$ deb olsak, $F=\eta$ bo'ladi, ya'ni yopishqoqlik ko'effitsenti son jihatidan tezlik gradiyenti 1s⁻¹ bo'lganda parallel harakatlanuvchi qatlamlarning 1 m² urinish yuzasiga ta'sir qiluvchi ichki ishqalanish kuchiga tengdir. $\eta(\text{kg/m.s})$ larda o'lchanadi. η d. χ orasida quyidagicha bog'lanish bor.

$$\frac{\eta}{d} = \rho \frac{\chi}{\eta} = C_v \quad (2.38)$$

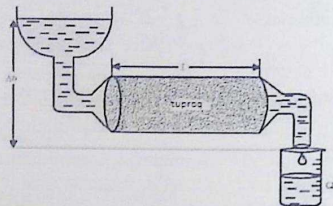
Bosim kamayishi bilan o'rtacha erkin chopish λ masofa idish o'Ichamiga tenglashguncha davom etadi.



Rasm-2.9. Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyentining (χ) bosimga (p) bog'liqlik grafigi.

Bosimning keyingi kamayishida Δ o'zgarmaydi, gaz zichligi kamayadi. Kichik bosimlardagi gazning issiqlik o'tkazuvchanligini bosim bilan bog'liqligidan sovuq yoki isitilgan jismlarni saqlash uchun foydalaniladi. 1898 yil ingliz olimi Dyuar termosni yaratadi. Termos qo'sh devorli idish bo'lib, devorlar orasida juda siyraklashgan Δ issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti kichik bo'lgan gaz yoki vakuum bo'ladi. Og'zi po'kak bilan yopiladi. Natijada termosga solib qo'yilgan suyuqlikning harorati uzoq vaqt o'zgarmaydi.

Tuproqda suv va erigan moddalarning ko'chishi. Tuproqda suyuqlikning ko'chishi g'ovaklar suyuqlik bilan to'lganligiga qarab turlicha bo'ladi. Agar g'ovaklarning hammasi suv bilan to'lgan bo'lsa bunday muhitda suyuqlik harakati *filtrasiya* deb ataladi. Bu jarayonni tavsiflashda suv barcha g'ovaklarda bir xil tezlik bilan harakatlanadi deb olinadi. Suv bilan to'yingan tuproqda suvning harakati Darsi qonuniga bo'ysinadi. Bu qonun massa va energiya ko'chishining umumiy qonunidan kelib chiqadi. Darsi qonunini tushunish uchun suvning tuproqning gorizontall ustuni orqali stasionar harakatini ko'rib chiqamiz. Ushbu rasmdan ko'rinadiki, uzunligi l va ko'ndalang kesimi yuzasi S bo'lgan tuproq ustunidan suv suyuqlik oqimi (q_w) deb ataladigan tezlik bilan harakatlanadi.



Rasm-2.10. Suvning suyuqlikka to'yingan tuproq ustuni orqali harakatlanishi sxemasi.

Ushbu oqim ko'ndalang kesim yuzi S dan vaqt birligida oqib o'tgan suv miqdoriga teng:

$$q_w = \frac{Q}{S t} \quad (2.39)$$

Darsi suyuqlikning tuproqda filtrasiyasini o'rganib, oqim kattaligi suvni beruvchi va suvni qabul etuvchi idishlar balandliklari farqi va tuproq ustuni uzunligiga bog'liqligini topgan:

$$q_w = K_f \frac{\Delta h}{l} \quad (2.40)$$

bunda K_f -filtrasiya koeffitsiyenti, $\frac{\Delta h}{l}$ nisbat gidravlik gradient deb ataladi.

Gidravlik gradient-suv balandliklari farqi Δh ning tuproq ustuni uzunligi l ga nisbatiga teng.

Filtrasiya koeffitsienti tuproqning gidravlik gradienti birga teng bo'lgandagi suyuqlik oqimiga teng bo'ladi. Filtrasiya koeffitsienti tuproq xossalari ko'rsatuvchi asosiy kattaliklardan biridir. Quyida turli tuproqlar uchun filtrasiya koeffitsientining o'rtacha qiymatlari keltirilgan

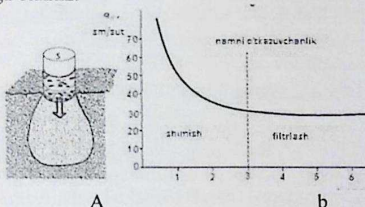
Turli tuproqlar uchun filtrasiya koeffitsientining o'rtacha qiymatlari

Tuproq turlari	K_f , cm/sut
Qumloq	300-800
Gilsimon	20-100
Loy	1-50

Darsi qonuni laminar oqimlar va kichik bosimlar uchun to'g'ri. Oqim turbulent bo'lib qolsa Darsi qonunidan chetlashishlar ro'y beradi.

Ko'pchilik hollarda suv quruq tuproq sirtiga tushadi. Bunda suv oldin suyuqlikka to'yinmagan tuproqqa singishi, tuproqni suyuqlikka to'yintirishi lozim. Shundan so'ng tuproq filtrasiyasi kuzatiladi. Suvning tuproqqa boshlang'ich singishi jarayoni suv singdiruvchanligi deb ataladi.

Tuproq sirtiga tabiiy sharoitlarda baland bo'lmagan tsilindrni o'rnatib, uni suv bilan to'ldiramiz. Aniq vaqt oraliqlarida tuproqqa qancha suv singishini hisobga olamiz.



Rasm-2.11. Suv singishini aniqlovchi tsilindr (a) va suv singishi tezligining vaqtga bog'lanish grafigi (b)

Oldin suv tuproqqa tez singadi, so'ngra suv oqimi turg'unlashadi. Suvning suyuqlikka to'yinmagan tuproqqa tez singishi davriga *infiltrasiya davri* deyiladi. Shunday qilib suv singishi ikki jarayondan iborat: suvning suyuqlikka to'yinmagan tuproqqa singishi (*infiltrasiya*) va g'ovaklar suvga to'lgandagi singishi (*filtrasiya*).

Darsi qonuni filtrasiya jarayoni uchun qo'llaniladi. Agar tuproq quruq bo'lsa, tuproqdagi eng yirik g'ovaklar, kapillyarlarga havo kiradi va ular suv harakatida ishtirok yetishmaydi. Tuproqning suv oqimini o'tkazishligi

filtrasiya paytidagidan ancha kamayadi. Agar tuproq yanada ko'proq qurisa, suv faqat ingichka kapillyarlarda qoladi va suv otkazuvchanligi juda kamayadi. Filtrasiya jarayoni uchun Darsi qonunida gidravlik bosim gradientidan foydalangan edi. Suyuqlikka to'yinmagan tuproqda suv harakati tuproqdagi suyuqlik bosimi ta'sirida ro'y beradi. Ikkinchidan, suyuqlikka to'yinmagan tuproq uchun suvni singdirish koefisientidan foydalanish zarur.

Suyuqlik bilan to'yinmagan tuproqda suv harakati Darsining modifikasialangan qonuni bilan aniqlanadi. Ushbu qonunga ko'ra to'yinmagan tuproqda suv oqimi suyuqlik bosimi gradientiga va suvni singdirish koefisientiga proporsionaldir:

$$q_w = K_s (P_{k-s}) \cdot \left(\frac{dp_{k-s}}{dz} - 1 \right) \quad (2.41)$$

Bunda K_s -suvni singdirish koefisienti, P_{k-s} -kapillyar-sorbsion bosim, $\frac{dp_{k-s}}{dz}$ -ushbu bosimning z -masofadagi gradienti.

Endi tuproqda erigan moddalar ko'chishi bilan tanishib chiqaylik. Ergan moddalar ionlari tuproqdagi suv oqimi bilan ko'chsa, bunday ko'chish-konveksion ko'chish deb ataladi. Ergan modda oqimi q_c uning eritmadagi konsentrasiyasiga va suv oqimiga proporsionaldir:

$$q_c = q_w \cdot c \quad (2.42)$$

Konveksion ko'chish uchun uzluksizlik tenglamasi to'g'ridir:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = v \frac{\partial c}{\partial z} \quad (2.43)$$

Bunda $v = \frac{q_w}{\varepsilon}$ -suv oqimining g' ovaklilik koefisienti ε ga nisbati.

Ionlarning tuproqda harakatini ta'minlovchi ikkinchi jarayon-diffuziyadir. *Diffuziya* - ionlarning konsentrasiya gradienti bo'ylab harakatlanish jarayonidir. Ionlar konsentrasiya katta nuqtadan kichik konsentrasiyalari nuqtaga qarab harakatlanishadi. Diffuziya jarayoni Fik qonuniga bo'ysunadi. Bu qonunga ko'ra modda oqimi uning konsentrasiyasining masofaga qarab o'zgarishining ikkinchi hosilasiga va diffuziya koefisientiga proporsionaldir:

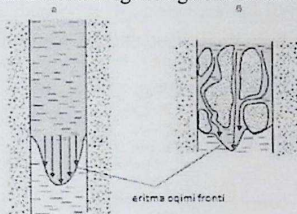
$$q_c^d = -D \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \quad (2.44)$$

Shuning uchun erigan moddalarning ko'chishi ikki jarayonni taqozo etadi: diffuziya va konveksiyani. Ko'chishning natijaviy tenglamasi quyidagi

$$\text{ko'rinishda bo'lad} \quad q_c = -D \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + v \frac{\partial c}{\partial z} \quad (2.45)$$

Ushbu tenglama moddalarning filtrlovchi kapillyarda ko'chishini to'laroq ifodalaydi. Biroq erigan moddalarning tuproq g'ovaklarida harakatida yana qator xususiyatlar paydo bo'ladi.

Kapillyar devorlari yaqinida suv kuchliroq bog'langani uchun tezligi kamayadi. Oqim markazida tezlik kattaroq bo'ladi. Ingichka kapillyarda harakatlanayotgan eritmaning fronti egrilanadi, bu esa tuproq ustunida harakatlanayotgan eritma fronti o'zgarishiga olib keladi.



Rasm-2.12. Ingichka tuproq kapillyarda (a) va diametri har xil g'ovakda (b) harakatlanayotgan eritma frontining egrilanishi sxemasi.

G'ovaklar diametri har xil bo'lgani uchun harakatlanayotgan eritmaning alohida oqimlari tezligi turlicha bo'lishi mumkin. Natijada harakatlanayotgan eritmaning fronti o'zgarib turadi. Bu hodisa *gidrodinamik dispersiya* deb ataladi.

Shuning uchun eritmaning tuproqda harakatlanishida molekulyar diffuziya koeffitsienti o'rniga "*effektiv diffuziya koeffitsienti*" tushunchasidan foydalanishadi. Effektiv diffuziya koeffitsienti D_{ef} da tuproq g'ovaklari egriligi va tuproq namligi hisobga olinadi. Natijada diffuziya va gidrodinamik dispersiyani ko'rsatuvchi bu ikkala koeffitsient yig'indisi olinadi (konvektiv diffuziya koeffitsienti- D^*):

$$D^* = D_{ef} + D \quad (2.46)$$

Erigan moddalarning ko'chishi tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$q_c = -D^* \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + v \frac{\partial c}{\partial z} \quad (2.47)$$

Erigan moddalar ko'chishi suv bilan to'lgan g'ovaklarda ro'y berayotganini hisobga olsak, tenglamaga tuproqning hajmiy namligi (θ) ni ham kiritish kerak:

$$\theta \frac{\partial c}{\partial t} = -D^* \cdot \theta \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + v \frac{\partial c}{\partial z} \quad (2.48)$$

Bundan tashqari, moddalar harakatlanishi davomida ularning cho'kmaga tushishi, o'simliklar tomonidan iste'mol qilinishi yoki aksincha yog'inlar natijasida cho'kmalar erishining oshishi jarayonlari ro'y berishi mumkin. Shuning uchun ko'chish tenglamasiga erigan moddalar oshishi yoki kamayishini hisobga oluvchi hadni qo'shishga to'g'ri keladi. Bu had konsentrasiyaning vaqt bo'yicha o'zgarishini ko'rsatadi. Agarda moddaning sorbsiyasi ro'y berayotgan bo'lsa, ko'chish tenglamasiga moddaning adsorbsiyalangan fazadagi konsentrasiyasi C ni kiritish zarur. Bu jarayonlar tuproqning hajmida ro'y berishini hisobga olsak, uni tuproq zichligi ρ ga ko'paytirib olamiz: $S \cdot \rho$. Natijada erigan moddalarning tuproqda harakatlanishi uchun quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\theta \frac{\partial(\rho S + C)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[D^* \cdot \theta \frac{\partial C}{\partial z} - vC \right] \pm J \quad (2.49)$$

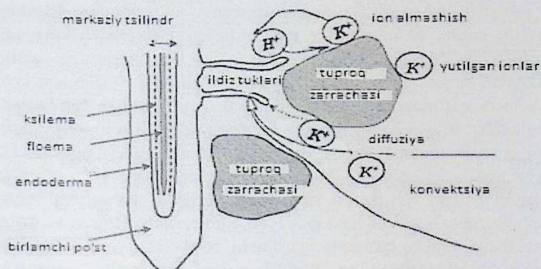
Ushbu tenglama konvektiv-diffuzion ko'chish tenglamasi deb ataladi. Bu tenglama modda konsentrasiyasining tuproqning aniq bir joyida vaqt davomida o'zgarishini aniqlaydi. Yuqorida keltirilgan ionlarning tuproqda ko'chish mexanizmlaridan ularning ildizda va o'simlikda harakatlanishini tushuntirishda ham foydalanishadi.

Moddalarning o'simliklarda ko'chishi. Ko'pchilik o'simliklar uchun asosan jadvalda ko'rsatilgan 16 element kerak bo'ladi. Ular macro, mikroamchi va mikroelementlar guruhini tashkil etadi. Osimliklar 95% ga uglerod/vodorod va kisloroddan tashkil topgan. Ular havodagi karbonat angidrid va tuproqdagi suvdan tushadi. Qolgan 13 elementni o'simliklar tomonidan tuproqdan olishadi.

O'simliklar yashashini ta'minlovchi asosiy kimyoviy elementlar

Wakroelementlar	Ikkilamchi zarur mikroelementlar	Mikroelementlar
Uglerod (CO_2)	Kalsiy (Ca^{2+})	Bor (H_2BO_3^-)
Kislorod (O_2)	Magniy (Mg^{2+})	Xlor (Cl^-)
Vodorod (H_2)	Oltinugurt (SO_4^{2-})	Kobalt (Co^{2+})
Azim ($\text{NH}_4^+ \text{NO}_3^- \text{va } \text{N}_2$)		Mis (Cu^{2+})
Fosfor ($\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{HPO}_4^{2-}$)		Temir (Fe^{2+})
Kaliy (K^+)		Mangan (Mn^{2+})
		Molibden (MoO_4^{2-})
		Rux (Zn^{2+})

Tuproqda gidrodinamik diffuziya jarayoni asosiy vazufani bajargani holda, o'simliklarda bu jarayonning ahamiyati kam. O'simliklarda moddalar ko'chishining asosiy ikki fizik jarayoni-konveksiya va diffuziyadir. Transpirasiya hisobiga o'simlikda suyuqlik oqimi mavjud. Shu oqimda konveksiya tufayli moddalar kochishi ro'y beradi. Bundan tashqari, ildizda va ildiz atrofida o'simlikga kerakli elementlar konsentrasiyasida farq bo'lganida diffuziya ro'y beradi. Biroq o'simliklarning oziqlanishini faqat bu ikki jarayon bilan tushuntirish bir tomonlama bo'lib qoladi. Chunki bunda ildizning faol o'sishi faktorini ham hisobga olish zarur



Rasm-2.13. O'simlik ildiziga moddalar kelishi jarayonlari.

§2.4. Tuproqda issiqlik ko'chishi va asosiy mexanizmlari. Issiqlik fizikaviy parametrlar: issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanlik.

Tuproqning issiqlik xossalari. Tuproqning issiqlik xossalari: tuproqning issiqlik singdirishi, issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanligi kiradi. Tuproqning issiqlik singdirisli tuproqning quyosh energiyasini qabul qilib, singdirish xossasidan iboratdir. Tuproq yuzasiga tushayotgan quyosh nuri energiyasiga nisbatan qaytarilayotgan energiyaning foiz miqdori Albedo deyiladi. Albedo qanchalik kam bo'lsa, tuproq quyosh energiyasini shuncha ko'p singdira oladi. Albedo tuproqning rangiga, namligiga, strukturasi, tuproq yuzasining tekisligiga va o'simlik qoplamiga bog'liq bo'ladi. To'q tusli, gumusga boy tuproqlar och tusli tuproqqa qaraganda quyosh energiyasini ko'proq singdiradi va Albedo ko'rsatkich. kichik bo'ladi. Tuproqning issiqlik sig'imi - tuproqning issiqlikni singdirib turish qobiliyati bo'lib, 1 gramm yoki 1cm³ hajmdagi tuproqning 1°C ga qizdirish uchun ketgan ya kaloriyalarda o'lchanadigan issiqlik miqdori bilan aniqlanadi. Shuning uchun tuproqning solishtirma issiqlik sig'imi va hajmiy issiqlik sig'imi farqlanadi. Issiqlik sig'imi

tuproqning minerologik ya mexanik tarkibiga, organik moddalar miqdoriga, uning g'ovakligi ya tuproqdagi havo miqdoriga bog'liq bo'ladi. Suvning issiqlik sig'imi tuproqdagi mineral ya organik moddalardagiga qaraganda ancha yuqori bo'lgani uchun, ba'zi tuproqlarning haroratini oshirish uchun quruq tuproqqa nisbatan ko'proq issiqlik zarur bo'ladi. Nam tuproqlar sekinroq qiziydi ya sekin soviydi, quruq tuproq tezroq qizib, tez soviydi.. Tuproqqa ishlov berish bilan, Yerni sug'orish yo'li bilan tuproq g'ovakligini ya namligini o'zgartirish hamda ma'lum darajada tuproqning haroratini boshqarish mumkin. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi - tuproqning o'zi orqali issiqlikni o'tkazish qobiliyatidan iborat. Issiqlik o'tkazuvchanlik 1 cm qalinlikdagi tuproqning 1 cm^2 yuzasidan 1 sekunda o'tadigan kaloriya hisobidagi issiqlik miqdori bilan o'lchanadi. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi, uning minerologik, mexanikaviy tarkibiga ya organik moddalar miqdoriga, hamda tuproq yopishqoqligi ya tuproqning qattiq, suyuq, gaz fazalari orasidagi o'zaro nisbatiga bog'liq bo'ladi. Shunga ko'ra tuproqning tarkibiy qismlari turlicha issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Buni quyidagilardan bilib olish mumkin: Tuproq mineral qismining issiqlik o'tkazuvchanligi havoga nisbatan o'rtacha 100 barobarga, suvga nisbatan esa 28 barobarga yuqori bo'ladi. Yozda tuproqning yuqori qatlamlari quriganda, uning issiqlik o'tkazishi kamayadi, natijada tuproqning yuqori qismlaridan pastga qarab issiqlik o'tkazishi ham kamayadi. Tuproq yuzasiga issiqlikning tushishi, tuproq qatlamlariga o'tishi, to'planishi ya qaytishi kabi hodisalar yig'indisiga *tuproqning issiqlik rejimi* deyiladi. Tuproqning issiqlik rejimi iqlim (quyosh radiyasiyasining oqimi, atmosferaning namlanishi ya quruqlashuvi ya boshqalar) shuningdek, joyning relyef sharoitlari, o'simlik ya qor qoplami singarilar ta'sirida vujudga keladi. Tuproqning issiqlik holatini xarakterlovchi issiqlik rejimining asosiy ko'rsatkichi tuproq temperaturasi hisoblanadi. Tuproq temperaturasi, kelayotgan quyosh radiyasiyasi oqimi ya tuproqning issiqlik xossalari bilan belgilanadi. Haroratning tez o'zgarib turadigan tuproq qatlami 0-1 cm da bo'lib, 3-5 cm dan boshlab, keskin pasayadi. Tuproqning 35-100 cm chuqurligida sutkalik o'zgarishi deyarli kuzatilmaydi. Tuproq haroratining sutkalik o'zgarishiga havoning ochiq yoki bulutli bo'lishi, yog'in-sochin, shamollar ta'siri hamda tuproqning tarkibi, o'simlik va qor qoplami ta'sir etadi.. Tuproq haroratining o'zgarib turishiga sabab bo'luvchi tabiiy faktorlardan asosiylari joyning relyefi, tuproq xossalari, o'simlik ya qor qoplamilar hisoblanadi. Tuproqning harorati, uning mexanik tarkibi, namligi ya rangiga bog'liq. Namlikni yaxshi ushlab turadigan soz tuproqlar yuqori issiqlik sig'imiga ega bo'lganidan, bug'lanishga ketadigan issiqlikni shuncha ko'p sarflaydi. Qumli tuproqlar kam issiqlik sig'imiga ega bo'lganidan, soz tuproqqa nisbatan tezroq isiydi. Demak, yengil mexanik

tarkibli quruq ya zahi yaxshi qochirilgan tuproqlar bahor-yozda issiqroq bo'lib, kuzda esa soz tuproqlarga nisbatan sovuqroqdir. Tuproqning temperatura rejimini xarakterlashda tuproqning 20 cm chuqurlikdagi aktiv harorat ($> 10^{\circ}\text{C}$) ning davomiylik davri muhim ahamiyatga egadir. Ana shu chuqurlikda ekinlar va tabiiy o'tlamning ildiz sistemasining asosiy qismi tarqalgan bo'ladi.

§2.5. Termodinamika qonunlari va ularning qishloq xo'jaligida ahamiyati. Termodinamik jarayonlar. Ichki energiya. Issiqlik muvozanati.

Termodinamika jismlarning mikroskopik tuzilishini hisobga olmagan holda ular orasida energiya almashinuvi mumkin bo'lgan sistemalarni qarab chiquvchi fizika bo'limidir. Termodinamik sistemaning holati asosan bosim, hajm, temperatura kabi parametrlar bilan aniqlanadi. Shu sababli umumiy holda $f(P, V, T) = 0$ sistemaning holat tenglamasi deyiladi. Sistemaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishiga *termodinamik jarayon* deyiladi. Energiya bir jismdan ikkinchi jismga 2 xil usulda o'tadi: ish bajargan va issiqlik almashganda. Ish jarayonida uzatilgan energiya o'lchami ish bo'lsa, issiqlik almashishi jarayonida uzatilgan energiya o'lchami issiqlik miqdori bo'ladi.

T.Agar termodinamik sistema tashqi muhit bilan modda almashinuviga ega bo'lsa, bunday sistemaga **ochiq** termodinamik sistema deyiladi.

T.Agar termodinamik sistema tashqi muhit bilan modda almashmasa, bunday sistemaga yopiq termodinamik sistema deyiladi.

T.Agar sistemaga kelgan energiya va sarf bo'lgan energiyalar o'zaro teng bo'lsa, bu holatga **issiqlik muvozanati** holati deyiladi. Har bir oziq ovqatning kalloriyaligi mavjud: Masalan: oqsil 24,3 *Mj/kg*, uglevodlar 17,6 *Mj/kg*, yog'lar 38,9 *Mj/kg*. Anashular hisobida organizmda issiqlik muvozanati saqlanadi.

Biologik sistemalar ochiq sistema hisoblanadi, chunki tashqi muhitdan qabul qilingan mahsulot hisobiga organizm rivojlanadi va yashaydi, ya'ni modda almashinuvi doimo yuz berib turadi. Umuman tirik organizm stasionar holatda bo'lmaydigan rivojlanuvchi sistemadan iboratdir. Ammo odatda kichik vaqt oralig'ida biologik sistemalar holatini stasionar holat deb olish mumkin. Stasionar holatda bo'lganda sistemaning turli qismlaridagi parametrlarning qiymatlari odatda bir biridan farq qiladi: odam tanasining turli qismlari temperaturasi, biologik membrananing turli qismlaridagi diffuziyalanuvchi molekular konsentratsiyasi va boshqalar. Shunday qilib, sistema ayrim parametrlarining gradiyentini doimiy tutib turiladi shu sababli kimyaviy reaksiyalar o'zgarmas tezlik bilan o'tishi mumkin. Har qanday real termodinamik sistema ochiq sistemadir, lekin ma'lum vaqt oralig'ida

ideal model yopiq sistemani deb olish mumkin. Yopiq sistemaning atrofidagi jismlar bilan o'zaro ta'sirini batafsilroq qarab chiqamiz. Issiqlik jarayonlari uchun energiyaning saqlanish qonuni **termodinamikaning birinchi qonuni** kabi ta'riflanadi. T.Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgarishiga va sistema bajaradigan ishga ketadi.

$$Q = \Delta U + A$$

Biz sistemaning ichki energiyasi deganda uni tashkil etuvchi zarrachalarning kinetik va potensial energiyalari yig'indisini tushunamiz.
 $C_p = C_v + R$

Bu ifodaga *Mayer tenglamasi* deyiladi.

Energiyaning saqlanish qonuni hisoblangan termodinamikaning birinchi qonuni jarayonlarning borishi mumkin bo'lgan yo'nalishlarni ko'rsatmaydi. Masalan: termodinamikaning birinchi qonuniga binoan issiqlik almashinishda issiqlikning issiqroq jismdan sovuqroq jismga o'z - o'zidan o'tishi mumkin bo'lganidek, buning teskarisi, ya'ni issiqlikning sovuqroq jismdan issiqroq jismga o'tishi mumkin. Lekin kundalik hayotda ikkinchi jarayon o'z - o'zidan yuz bermaydi. Masalan: xona ichidagi havoni sovutish hisobiga choynakdagi suv o'z - o'zidan ismaydi. Termodinamikaning ikkinchi qonuni shu savollarga javob beradi. Termodinamika ikkinchi qonunning bir qancha ta'riflari mavjud.

1. *Klauzius ta'rifi*: issiqlik o'z - o'zidan harorati past jismdan harorati yuqori bo'lgan jismga o'ta olmaydi.

2. *Tomson ta'rifi*: ikkinchi tur abadiy dvigatel bo'lishi mumkin emas, ya'ni bir jismning sovushi hisobiga issiqlikning to'liq ishga aylanishi mumkin bo'lgan yagona davriy jarayon bo'lishi mumkin emas.

Issiqlik mashinasida berilgan issiqlik miqdori hisobiga ish bajariladi, lekin bunda issiqlikning bir qismi albatta sovutgichga uzatiladi.

$$\text{Foydali ish koeffitsienti } \eta = \frac{A}{Q_1}$$

T.Ishchi modda tomonidan olingan yoki berilgan issiqlik miqdorining issiqlik almashinish jarayonidagi haroratiga nisbatiga *keltirilgan issiqlik miqdori* deyiladi, ya'ni $\frac{Q}{T}$. Demak kichik tsikllar uchun $\int d\frac{Q}{T} = 0$ ifodani yozish mumkin.

Jarayon yoki ko'chishga bog'liq bo'lmagan fizik xarakteristikalar odatda sistemaning vaziyatiga yoki boshlang'ich va oxirgi holatiga mos keluvchi biror funksiyaning ikki qiymatining ayirmasi kabi ifodalanadi. Qaytuvchi jarayon uchun keltirilgan issiqlik miqdorining yig'indisini

sistema holatining *entropiyasi* deb ataluvchi biror funksiya ikki qiymatining ayirmasi kabi ifodalash mumkin:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} \quad (2.50)$$

Bu yerda S_2 va S_1 sistemaning oxirgi va boshlang'ich holatlariga mos keluvchi entropiyasi. Shunday qilib, entropiya sistemaning holat funksiyasi bo'lib, ikki holat uchun entropiya qiymatlarining ayirmasi sistemaning bir holatidan boshqa holatiga qaytuvchi o'tishlaridagi keltirilgan issiqlik miqdorlarining yig'indisiga teng. Molekulyar – kinetik nazariya bo'yicha entropiya sistema zarralari tartibsizligining o'lchovi deb olish mumkin. Sistemadagi tartibsizlik miqdoran termodinamikaviy extimollik W_{map} bilan xarakterlanadi.

Bolsman entropiyaning termodinamikaviy extimollikning logorifmiga proparsional ekanini aniqlanadi:

$$S = K \ln W_{map}$$

K – Bolsman doimiysi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni birinchi qonuni to'ldirgani kabi, entropiya ham energiya tushunchasini to'ldiradi. Ochiq sistemaning holati termodinamik muvozanatda tekshiriladi. Agarda termodinamik sistemaning holati muvozanat holatidan ozga farq qilsa, uni xuddi muvozanat holatidagiday parametrlar bilan xarakterlash mumkin. Bunday sistemaning tartibsizlik darajasi entropiya bilan aniqlanadi. Ochiq sistemaning entropiyasi muvozanat bo'lmagan holatda sistemaga energiya va modda kelishi munosabati bilan entropiyasi oshadi. Termodinamikaning ikkinchi asosiga binoan yopiq izolyasiyalangan sistema entropiyasi oshib boradi va o'zining maksimumiga intiladi. Ochiq sistemada esa doimiy entropiyali statsionar holat bo'lishi mumkin..

Prigojin stasionar holat uchun entropiyaning minimum hosil bo'lish prinsipini ta'riflab ayrim funksiyalarning ekstremal qiymatlarini ko'rsatdi. Organizm atrof muhit entropiyasi izolyasiyalangan sistemadagi kabi ortib boradi, ammo bunda organizmning entropiyasi o'zgarmas saqlanib qoladi. Entropiya sistema tartibsizligining o'lchovidir. Shu sababli organizmning tartiblili atrof – muhit tartiblili gining kamayishi hisobiga saqlanadi.

Tibbiyot va veterinariyada termodinamik davolash usullari keng qo'lla-nilmoqda. Organizmga issiqlik berish bilan bir qancha kasalliklarni davolash mumkin. Buning uchun o'ziga energiyani (issiqlikni) to'plab so'ng asta – sekin beradigan materiallardan foydalaniladi. Masalan: jadvalda shunday moddalar keltirilgan.

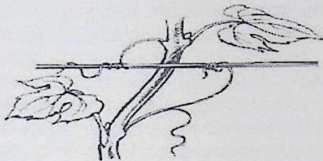
Modda	C_1 kJ/kg.k	λ , W/mk
Suv	4,19	0,58
Loyqa	2,09	0,70
Torf	3,85	0,42
Parafin	3,23	0,23
Ozekirit	3,35	0,15

Bu usuldan qishloq xo'jalik hayvonlarini davolashda keng qo'llanilmoqda. Masalan: muskullar shamollashida, revmatizmida va hakoza. Parafin va ozekirit 85°C gacha issitilishi mumkin va u kuydirmaydi, chunki tanaga tekkan qismi tezda 45°C gacha sovuydi va issiqlik o'tkazuvchanligi yomonligi sababli ichki qismlar harorati saqlanib asta – sekin tanaga beriladi. Parafin ozekirit yordamida hayvonlarda mastit, genekologik kasalliklari davolanadi.

Agar organizm tashqi muhit sharoitlarining o'zgarishida stasionar holatini saqlash imkoniyatiga ega bo'lmasa, bu holatdan chetlashsa, bu uning o'limiga olib keladi, chunki organizm bu vaziyatga moslasha olmaydi, ya'ni sharoitning o'zgarishiga mos holda nisbatan tezlik bilan stasionar holatga kelolmaydi. Harorat har qanday fizik hodisaning asosini tishkil qiladi. Haroratni to'g'ridan – to'g'ri o'lchab bo'lmaydi. Ikki xil shkala mavjud. Selsiy – boshlang'ich nuqtasi muzning eirish nuqtasi 0°C va suvning qaynash nuqtasi 100°C. Xuddi shunday absolyut harorat shkalasi boshlang'ich nuqta 0°K, ya'ni -273,15°C bitta reper nuqtaga ega. Harorat termometrlar yordamida o'lchanadi. Past harorat meditsinada konservasiya (kriogen) uchun ishlatiladi. Anistaziya xossasiga ega bo'lgan sovuq yordamida asab kasalliklariga tegishli bo'lgan odam bosh miyasidagi ayrim hujayralar yadrosini yo'q qilishda ishlatiladi. Masalan: parkinsonizm, mikroxiirurgiyada nam to'qimalarning sovuq metallga asboblarga yopishib qolishidan bu to'qimalarning boshqa joyga ko'chirishda foydalaniladi. Kirioterasiya, kirioxirurgiya va shu kabi yangi terminlar yuzaga kelmoqda

§2.6. Tirik organizmlarda issiqlik almashinishining biofizik asoslari. Biologik tizimlarda energiya saqlanish qonuni.

O'simliklarda harakat nisbatan sekin ro'y beradi. Poya va ildiz uchlari aylanma yoki tebranma harakat (nutatsiya) qilishadi, ko'chatlar va barglar yorug'likka qarab buriladi (tropizm), kun bilan tun almashganda gullar ochiladi va yopiladi (nastiyalar) va h. Aylanma nutatsiyalar ayniqsa lianalarda yaqqol ko'rinadi. Ularda bitta aylanish uchun 2-12 soat vaqt ketadi. O'rmonlovchi o'simliklarda mo'ylovchalar ham doimiy aylanma harakatlarni bajaradi. Ularda bitta aylanishga 40 min dan bir necha soatgacha vaqt ketadi. Lianalar va o'rmonlovchi o'simliklar uchun aylanma harakatlar yorug'likka qarab harakatlanishi uchun tayanch izlashdan iborat.



Rasm-2.14. Tok mo'ylovchalari rivojlanishining turli bosqichlari.

Hujayra ichidagi tsitoplazma va organoidlar ham doimo harakatda bo'lishadi. Tsitoplazmaning tebranma, aylanma, ilgarilanma harakatlari mavjud. Tsitoplazma harakat tezligi turli hujayralarda 2 mkm/s dan 1300 mkm/s gacha bo'lishi mumkin.

O'simlik hujayrasida xloroplastlar tsitoplazma bilan birgalikda ko'chishdan tashqari, 1 ayl/s burchak tezligi bilan aylanadi ham.

§2.7. Tuproqning suv rejimi, suv o'tkazuvchanlik xususiyati, namligi. Tuproqning issiqlik fizikaviy xossalari. Entropiya haqida tushunchalar.

Atmosfera namligi. Bug'lanish Yerda suv aylanishining, shu bilan birga, o'simlik va hayvon organizmlarida issiqlik almashinishining asosiy jarayonlaridan biridir.

Bug'lanishga bir yilda $12,6 \cdot 10^{23} J$ issiqlik yoki Yerda yutilayotgan quyosh energiyasining 30% sarf bo'ladi. Bir yilda Yerdagi okeanlar sirtidan 45010^3 km^3 , quruqlik sirtidan $70 \cdot 10^3 \text{ km}^3$ suv bug'lanadi. Bug'lanish miqdoriy jihatdan bug'lanish tezligi bilan aniqlanadi. *Bug'lanish tezligi deb* birlik sirtidan vaqt birligida bug'langan suv massasiga aytiladi. Amaliyotda bug'lanish tezligi vaqt birligida bug'langan suv qatlamining balandligi (mm) bilan ifodalanadi. 1 m^2 yuzadan bug'langan balandligi 1 mm bo'lgan suv qatlamining massasi 1 kg ga teng bo'ladi:

$$1 \text{ mm suv qatlami} = 10 \text{ m}^3 = 10 \text{ t ga teng}$$

Bug'lanish tezligi ko'pchilik omillarga, shu jumladan meteorologik sharoitlarga bog'liq. Ulardan asosiylari-bug'lantiruvchi sirt temperaturasi, havo namligi va shamol tezligi. Dalton qonuniga ko'ra, bug'lanish tezligi v to'yingan bug' bosimi P_0 va havodagi suv bug'larining parsial bosimi P ning ayirmasiga to'g'ri proporsional va atmosfera bosimi p_a ga teskari proporsionaldir:

$$W = \frac{A(p_0 - p)}{p_a} \quad (2.51)$$

bunda A - shamol tezligiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsienti.

Dalton qonunidan, bug‘lanish tezligi $p_0 - p$ ayirmasi, ya‘ni havo namligining defisiti oshishi bilan kattalashishi kelib chiqadi. Atmosfera bosimining ta‘siri shundan iboratki, uning oshishi suv molekularining bug‘lantiruvchi sirtan uzilishini qiyinlashtiradi. Balandlik oshgani sari atmosfera bosimi kamayganligi uchun bug‘lanish tezligi kattalashadi. Bug‘lanish tezligining shamol tezligiga bog‘liqligi bug‘larning turbulent diffuziyasi bilan tushuntiriladi. Ushbu diffuziya esa shamol kuchayishi bilan faollashadi. *Bug‘langanlik deb* ushbu obi-havo sharoitlarida suv sirtidan vaqt birligida bug‘langan suv qatlamining balandligiga (mm) aytiladi. Yer atmosferasidagi suv bug‘larining tirik tabiat uchun ahamiyati judda katta. Suv bug‘lari atmosferaga suv havzalari, tuproq, qor qatlamlari, o‘simliklardan suvning bug‘lanishi orqali hosil bo‘ladi. Bug‘langan namlikning bir qismi bulutlar hosil qiladi. Bulutlar havo oqimlari natijasida ko‘chishi va Yer sirtiga yomg‘ir yoki qor shaklida tushishi mumkin. Yog‘inning bir qismi tuproqqa sizib kirishi, natijada Yer osti suvlariga qo‘shilishi, bir qismi buloqlar, daryolar va ular orqali dengiz va okeanlarga qo‘shilishi mumkin. Atmosfera va Yer sirtidagi suv insoniyat hayoti uchun zarur bo‘lgan asosiy tabiiy zahiralarni tarkibiga kiradi.

Atmosferadagi suv bug‘larining mavjudligini havo namligi deb atashadi. Havo namligi absolyut va nisbiy kattaliklarda bo‘linadi.

Absolyut namlik deb – $1m^3$ havo tarkibida mavjud bo‘lgan suv bug‘larining miqdori bilan xarakterlanuvchi kattalikka aytiladi. Absolyut namlik suv bug‘larining parsial bosimi yoki zichligi bilan o‘lchanadi. Havoning $1 m^3$ dagi suv bug‘larining massasini (absolyut namlik) quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin (g/m^3):

$$\alpha = \frac{1,81e}{1 + \alpha t} \quad (2.52)$$

bunda e-suv bug‘larining parsial bosimi (gPa), α -havoning hajmiy kengayish koeffisienti ($\alpha = 0,000366$), t -havo temperaturasi ($^{\circ}C$)

Nisbiy namlik deb absolyut namlik (parsial bosim yoki zichlik) kattaligining shu temperaturadagi to‘yingan suv bug‘i bosimi yoki zichligiga nisbatiga aytiladi:

$$r = \frac{p}{p_0} 100\% \text{ yoki } r = \frac{\rho}{\rho_0} 100\% \quad (2.53)$$

To‘yingan suv bug‘i bosimi yoki zichligi bilan ushbu temperaturadagi absolyut namlik orasidagi farq suv bug‘larining defisiti deb ataladi:

$$d = p_0 - p \quad (2.54)$$

Havodagi suv bug‘lari to‘yingan holatda bo‘ladigan temperatura *shudring nuqtasi* deb ataladi. Turli temperatura uchun to‘yingan suv bug‘i bosimi yoki zichligi jadvali yordamida shudring nuqtasi va havo

temperaturasini bilib, nisbiy namlikni hisoblash mumkin. Nisbiy namlikni gigrometrlar va psixrometrlar bilan o'lchashadi. Psixrometrlar ikkita termometrdan iborat: bittasi (quruq) havo temperaturasini, ikkinchisi (ho'l) bug'lanish tufayli pastroq temperaturani ko'rsatadi. Temperaturalar farqi *psixrometrik farq* deb ataladi. Ushbu farq qancha katta bo'lsa, havo shuncha quruqdir. Maxsus psixrometrik jadval yordamida psixrometrik farq, havo temperaturasi, bosimi orqali havo namligi topiladi.

Dala meteo'o'lchovlarida ko'pincha Assman psixrometridan foydalaniladi. Bu psixrometr quruq va xo'l termometrlar joylashgan ikki naydan iborat. Bu naylar orqali havo oqimini o'tkazib turish uchun soat mexanizimli parraklar qo'yilgan.

Gigrometrlar ishi yog'sizlangan odam sochining uzunligi havo namligiga qarab o'zgarishiga asoslanadi. Hozirgi paytda infraqizil nurlarda ishlaydigan termometrlri psixrometrlar ham mavjud.

O'simliklar bilan qoplangan maydonlarda suv bug'larining miqdori, o'simliklarning suvni ko'p bug'lantirishi, hamda o'simliklar qoplagan joylarda shamol tezligi kamayishi va bug'ning turbulent diffuziyasi kamayishi tufayli, quruq tuproqning ustiga nisbatan ko'payadi. Natijada nisbiy namlik oshadi. Masalan, baland bo'yli makkajuxori ekinlari orasida nisbiy namlik, quruq tuproq sirtidagiga nisbatan 20-30% ko'proq bo'ladi.

Havo namligi o'simlik va hayvonlarga katta ta'sir ko'rsatadi. Nisbiy namlik kichik bo'lsa tuproq sirtidan bug'lanish oshadi va o'simliklar transpirasiyasi kuchayadi. O'simliklar nisbiy namlik 30% dan kam bo'lgan sharoitda ko'p vaqt saqlansa barglar qurib qoladi, don puchchak bo'ladi. Katta nisbiy namlik qator qishloq xo'jalik o'simliklari kassaliklarining rivojlanishiga sababchi bo'ladi.

Odam hayoti uchun normal nisbiy namlik 50-60% bo'lishi maqsadga muvofiq. Bundan kichik nisbiy namlikda havo quruq bo'ladi. Bunda suv bug'lanish tezligi katta bo'lgani uchun odam tanasi soviydi. Agar nisbiy namlik yuqori bo'lsa havo nam, nafas olish qiyin bo'ladi. Tanadan ter kam bug'langani uchun biz noqulaylik sezamiz. Nisbiy namlik 100% bo'lganda bug'lanish umuman ro'y bermaydi.

Yer sirtining 70,8% ni suv qoplaydi, uni gidrosfera deb atashadi. Yer sirtidagi suv miqdorining eng ko'pi okeanlarda to'plangan (barcha suvning 94%). Jahon okeanining hajmi $1,3710^{18}m^3$ ga teng. Uning sirtidan har yili $4,5 \cdot 10^{14}m^3$ suv bug'lanib, qariyb shuncha suvni daryolar, okeanlarga qaytaradi. Okeanlarning suvi to'la bug'lanishi uchun 3000 yil kerak bo'ladi, ya'ni okean suvlari 3000 yilda bir marta yangilanadi. Xuddi shuningdek, daryolarning suvi ham 10-12 sutkada bir marta yangilanib turadi. Suv bug'larining eng ko'p miqdori Yer sirtiga yaqin qatlamlarda to'plangan. Yuqori qatlamlarga suv bug'lari turbulent diffuziya natijasida chiqadi. Suv bug'lari balandlik bo'yicha taqsimoti kondensasiya va bulut hosil bo'lish jarayonlariga, bosim va haroratning balandlikka qarab o'zgarishlariga

bog'liq. Nisbiy namlik balandlik oshishi bilan kamayadi. Atmosferaning Yer oldi qismlarida namlikning katta bo'lishi Yerdagi bug'lanish tufaylidir.

Atmosferaning Yer oldi qatlamida temperaturaning davriy o'zgarishlari natijasida namlikning sutka va yil davomida o'zgarishlari kuzatiladi.

Suv bug'ining partial bosimi yozda tush paytida Yerga yaqin joylarda kamayadi. Buning sababi, namroq havoning yuqoriga turbulent oqimlari paydo bo'lishidir. Sutka davomida suv bug'i bosimi oqshom va tushlik paytida minimumga, ertalab va kechasi maksimumga erishadi. Qishda maksimum soat 14-15 da, minimum tongda bo'ladi. Suv bug'lari partial bosimining yillik o'zgarishlari havo temperaturasining yillik o'zgarishlari bilan mos keladi.

Havo nisbiy namligining sutka davomida o'garishlari temperatura o'zgarishiga teskaridir. Chunki to'yingan bug' bosimi temperatura o'zgarishi bilan tezroq o'zgaradi, absolyut namlik esa orqada qoladi. Shuning uchun nisbiy namlik kamayadi va tushdan keyin minimumga yetadi. Oqshom yoki erta tongda nisbiy namlikning maksimumi kuzatiladi.

Havo nisbiy namligining yillik o'zgarishi: yozda-minimum, qishda – maksimum. Suv bug'larining partial bosimi balandlik oshishi bilan atmosfera bosimiga nisbatan 4-5 marotaba tezroq kamayadi. Buning sababi atmosferaning yuqori qatlamlarida temperatura pasayishi bilan bug' kondensatsiyalanadi. Nisbiy namlik balandlik bo'yicha notekis taqsimlanadi. Yozda atmosferaning pastgi qatlamlarida havo temperaturasi oshgani uchun nisbiy namlik ortadi, balandroqda esa absolyut namlik kamaygani uchun kamaya boshlaydi. Ammo bulutlar hosil bo'ladigan qatlamda oshib 100% gacha yetadi. Havo namligi o'simliklar va hayvonlar hayotiga katta ta'sir etadi. Suv bug'lari kam bo'lsa tuproq sirtidan bug'lanish va o'simliklar transpiratsiyasi oshadi. Natijada tuproq quruq bo'lib qoladi. Havoning nisbiy namligi 30% dan kam bo'lgan sharoitda o'simlik barglari quriydi. Nisbiy namlik katta bo'lganda o'simlilarda turli kasalliklar rivojlana boshlaydi. Havodagi suv bug'lari temperaturasi shudring nuqtasiga tushganida to'yinadi, temperatura yanada tushsa to'yinish darajasidan ortiqroq bo'lgan suv bug'lari kondensatsiyalanadi. Kondensatsiyalanish boshlanishi uchun atmosferada turli zarrachalar (aerozollar) mavjud bo'lishi kerak. Bunday zarrachalar kondensatsiyalanish markazlari deb ataladi. Ular jumlasiga tuzlarning kichik zarrachalari, yonish mahsulotlari kiradi. Atmosferaning pastgi qatlamlarida 1cm^3 havoda 10^3 - 10^6 ta shunday zarracha mavjud. Atmosferada suv bug'larining kondensatsiyasi va sublimatsiyasi tufayli bulutlar, Yer sirtiga yaqin joylarda tumanlar, Yer sirtida esa qirov, shudrung va muz hosil qiladi. Shudring Yer sirtining nurlanishi tufayli sovinishi natijasida ochiq kechalarda, erta tongda tuproqda, toshlarda, o'simlik barglarida paydo bo'ladigan suv tomchilaridir. Shudring qirg'oqchilik paytida o'simliklar uchun katta ahamiyatga ega.

Qirov- tuproq sirtini va Yerdagi buyumlarni qoplovchi muzning kichik bo'laklaridir. Qirov Yer sirtiga harorat $^{\circ}\text{C}$ dan pastgacha soviganida tushadi. Qirov suv bug'larining sublimatsiyasi tufayli muzga bevosita aylanishidir.

Tuman Yer sirtiga yaqin joylarda havoda suv bug'larining kondensatsiyasi yoki sublimatsiyasi tufayli paydo bo'ladi. Tuman Yer sirtining nurlanish natijasida sovishi va issiq havo massalarining sovigan sirt bo'ylab harakatlari tufayli hosil bo'ladi.

Testlar

1. Tuproqdagi suvning to'la bosimi qaysi kuchlarga bog'liq?

- a) gravitatsion; b) kapillyar; c) gravitatsion va kapillyar;
d) gravitatsion, kapillyar va osmotik.

2. Tuproqdagi suvning o'simliklarga ta'sirini qaysi xarakteristikalar bilan aniqlashadi?

a) tuproq namligi; b) tuproqdagi namlik potentsiali; c) tuproq namligi va namlik potentsiali; d) transpiratsiya koeffitsienti.

3. Egrilangan suyuqlik sirti ostidagi qo'shimcha bosim ifodasini toping?

a) $\Delta p = \sigma R$; b) $\Delta p = \frac{\sigma}{R}$; c) $\Delta p = \frac{\sigma^2}{R}$; d) $\Delta p = \frac{2\sigma}{R}$.

4. Ideal suyuqlik uchun uzluksizlik tenglamasini toping?

a) $St = \text{const}$; b) $Sm = \text{const}$; c) $Sv = \text{const}$; d) $Sa = \text{const}$.

5. Bosimi bir xil bo'lgan joylarni ko'rsatuvchi chiziqlar nima deb ataladi?

izotermalar;

a) izobaralar; b) izoxoralar; c) adiabatlar .d) izotermalar

6. Atmosferaning asosiy qatlamlari qaysi javobda to'liq ko'rsatilgan?
troposfera va mezosfera;

a) troposfera, stratosfera, mezosfera; b) troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera; c) troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, ekzosfera.

d) stratosfera, mezosfera, termosfera, ekzosfera.

7. Agrometeorologiyada havo bosimini hisoblash formulasini ko'rsating

a) $p = \rho_g h$; b) $p = \frac{RT}{M}$; c) $p = \frac{80}{h} (1 + 0,004 \cdot t)$; d) $p = \frac{80}{h} (1 + 0,4t)$;

8. Bernulli tenglamasiga kiruvchi kattaliklardan qaysi biri dinamik bosim deb ataladi?

a) $\frac{\rho v^2}{2}$; b) $\rho_g h$; c) p ; d) $2p$.

9. Puazeyl formulasi qaysi javobda to'g'ri berilgan?

$$a) V = \frac{\pi^3 \Delta p \tau}{8\eta l}; b) V = \frac{\pi^4 \Delta p \tau}{8\eta l}; c) V = \frac{\pi^3 \Delta p \tau}{4\eta l}; d) V = \frac{\pi^4 \Delta p \tau}{4\eta l}.$$

10. Keltirilgan formulalarning qay biri diffuziya (Fik) qonunini ifodalaydi?

$$a) F = ma; b) M = D \frac{ds}{dx} \cdot S \cdot \Delta t; c) Q = \kappa \frac{dT}{dx} \cdot S \cdot \Delta t; d) F = \eta \frac{d\theta}{dx} \cdot S$$

11. Diffuziyada qaysi fizik kattalik ko'chadi?

a) energiya; b) harorat; c) impuls; d) massa.

12. Quyidagi formulalarning qaysi biri issiqlik o'tkazuvchanlik (Furye) qonunini ifodalaydi?

$$a) D = \frac{1}{3} \cdot \bar{g} \cdot \bar{\lambda}; b) M = D \frac{dq}{dx} \cdot S \cdot \Delta t; c) Q = K \frac{dT}{dx} \cdot S \cdot \Delta t; d) F = \eta \cdot \frac{d\theta}{dx} \cdot S$$

13. Issiqlik o'tkazuvchanlikda qaysi fizik kattalik ko'chadi?

a) tezlik; b) zichlik; c) energiya; d) massa.

14. Issiqlik o'tkazuvchanlik hodisasi sodir bo'lishi uchun qaysi fizik kattalikning gradiyenti mavjud bo'lishi kerak?

a) zichlik; b) harorat; c) to'liq; d) energiya.

15. Hayvonlardagi jun qatlamining asosiy vazifasi nimadan iborat?

a) issiq va sovuqdan himoya qilish; b) sovuqdan himoya qilish;

c) issiqdan himof qilish; d) tabiat in'omi.

16. Ichki ishqalanish (Nyuton) formulasini ko'rsating?

$$a) M = D \frac{dq}{dx} \cdot S \cdot \Delta t; b) Q = K \frac{dT}{dx} \cdot S \cdot \Delta t; c) F = \eta \frac{d\theta}{dt} \cdot S; d) D = \frac{1}{3} \cdot \bar{g} \cdot \bar{\lambda}$$

17. Yopishqoqlik koeffitsiyenti SI tizimda qanday birliklarda o'lchanadi?

a) Puaz; b) Pa s.; c) $kg/m \cdot s$; d) m/s^2

18. Ko'chishning qanday turlarini bilasiz?

a) issiqlik o'tkazuvchanlik; b) diffuziya; c) ichki ishqalanish; d) hammasi to'g'ri.

19. Sirt taranglik koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?

a) yuza birligiga ta'sir etuvchi kuchga; b) kontur uzunligiga ta'sir etuvchi kuchga;

c) yerning tortish kuchiga; d) og'irlik kuchiga.

20. Yog' to'qimasi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti qiymatini ko'rsating?

$$a) 0.024 \frac{Bm}{M \cdot K}; b) 0.025 \cdot \frac{Bm}{M \cdot K}; c) 40 \frac{Bm}{M \cdot K}; d) 10 \frac{Bm}{M \cdot K}$$

21. Qish vaqtlarida molxonalarda 100 kg massali mollar uchun necha metr kub havo almashtirish zarur?

a) $7 m^3/soat$; b) $17 m^3/soat$; c) $27 m^3/soat$; d) $3 m^3/soat$

22. Issiqlik muvozanati nima?

a) tizimga berilgan issiqlik miqdori;

b) tizimga kelgan va sarf bo'lgan energiyalarning tengligi;

- c) tizim va tashqi muhit haroratlarining tengligi;
d) tizimning sarf qilgan energiyasi.

23. Jyuren formulasini ko'rsating?

$$a) h = \frac{2\delta \cos \alpha}{\rho g r}; b) \Delta p = \frac{2\delta}{r}; c) p = \rho g h; d) p = \frac{CRT}{M}$$

24. Vant-Goff qonuni ifodasi qaysi javabda to'g'ri berilgan?

$$a) p = \frac{cRT}{M}; b) p = \frac{cR}{M}; c) p = \frac{cT}{M}; d) p = \frac{cMT}{R}.$$

25. Kapillyar naylar uchun Jyuren formulasini ko'rsating?

$$a) h = \frac{\sigma}{\rho g r}; b) h = \frac{2\sigma}{\rho g r}; c) h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g r}; d) h = \frac{2\sigma \sin \theta}{\rho g r}.$$

Sinov savollari

1. Ko'chish hodisasini ta'riflang?
2. Ko'chish hodisasining qanaqa turlarini bilasiz?
3. Fik, Fyure va Nyuton qonunlarini tushuntiring?
4. Biologik tizimlar: o'pka, qon tomirlari, oshqozon, ichak va teri qatlamlarida ko'chish hodisasi qanday ro'y beradi?
5. Tirik organizmda issiqlik almashish jarayoni qanday ro'y beradi?
6. Konveksiya. Konveksion oqim nima?
7. Ko'chish hodisasi tirik organizm uchun qanday ahamiyatga ega?
8. Molxona va parrandaxonalarda namlik va harorat qanday bo'lishi kerak?
9. Hujayra membranasi mexanikasini tushuntiring?
10. Tirik organizmda issiqlik muvozanati qanday saqlanadi?
11. Suyuqliklar yopishqoqligi va uni o'lchash usullari.
12. Suyuqlik va gazlar o'zaro aylanishlari.
13. Havo namligi va uni o'lchash usullari. Havo namligining qishloq xo'jaligida ahamiyati.
14. Osmos va osmotik bosim. Osmosning o'simliklar hayotidagi roli.
15. Ho'llash. Kapillyarlik hodisalar. Tuproqda va o'simliklarda kapillyar hodisalar.
16. Tuproqning namligi va suv xossalari.
17. Gidromexanika. Usluksizlik va Bernulli tenglamalari. Bernulli tenglamasining ishlatilishiga misollar keltiring (tuproq aeratsiyasi, karbyurator, gidroturbina, suv qochirma nasosi).

BOB III. ELEKTROSTATIKA VA ELEKTROMAGNETIZM.

§3.1. Elektr zaryadi, Kulon qonuni, moddaning elektr tuzilishi, o'tkazgichlar va dielektriklar, Elektr toki

Elektr maydoni materiyaning ko'rinishlaridan biri bo'lib, uning yordamida shu maydonda turgan elektr zaryadlariga kuch ta'siri vujudga keladi. Biologik tuzimlarda hosil bo'ladigan elektr maydonning xossalari organizm holatini aniqlashda axborot beradi. Tajribalardan jismlar orasida gravitasion ta'sirdan boshqa ta'sir-elektromagnit ta'sir ham mavjudligi ma'lum. Gravitasion ta'sir faqat tortishish kuchlaridan iborat bo'lsa, elektromagnit ta'sir ham tortishish, ham itarishish kuchlaridan tashkil topadi. Qadim zamondan shoyiga ishqalangan yantar o'ziga mayda buyumlarni tortishi aniqlangan. Hozirgi vaqtda hamma moddalar tarkibida ikki xil zaryad bo'lishi mumkinligi aniqlangan. Teriga ishqalangan shishada paydo bo'lgan zaryad musbat, movutga ishqalangan ebonitda paydo bo'lgan zaryad manfiy. Bir xil ishorali zaryadlar o'zaro itarishadi, turli xillari esa tortishadi.

Elektromagnit kuchlar manbai bo'lib elementar zarrachalarning ayrimlariga xos bo'lgan elektr zaryadlari hisoblanadi. Bu zaryadlar ikki turli bo'ladi: musbat va manfiy. Elementar zarrachalar ochilgandan keyin protonlar zaryadi musbat, elektronlar zaryadi manfiy deb olish kelishilgan. Ushbu zarrachalar zaryadi son jihatidan bir xil va elementar zaryad deb ataladi, uning qiymati

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Odatda jismda musbat va manfiy zaryadli zarrachalar soni bir xil va uning umumiy zaryadi nolga teng bo'ladi. Bunday jismlar orasida elektromagnit kuchlar ta'sir etmaydi. Biroq, qandaydir sababga ko'ra jismda biron ishorali zaryadlangan zarrachalar ko'proq bo'lib qolsa, jism zaryadlanadi. Kulon qo'zg'almas zaryadlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchini aniqlovchi qonunni ochdi: ikkita zaryad orasidagi o'zaro ta'sir kuchi zaryadlar ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsionaldir.

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}, \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Tabiatda zaryad saqlanish qonuni mavjud:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const} \quad (3.1)$$

Yopiq sistemalarda elektr zaryadlarining algebraik yig'indisi o'zgarmaydi.

Elektr zaryadining saqlanish qonuni elementar zarrachalarning bir-biriga aylanish jarayonida alohida ahamiyatga ega. Zaryadlarning saqlanish qonunini: har qanday yopiq sistemada elektr zaryadlar algebraik yig'indisi o'zgarmas qoladi.

$$\Sigma Q = \text{const}$$

Elektromagnit ta'sir zaryadlangan jismlar va elektr toklari atrofida paydo bo'ladigan elektromagnit maydon orqali amalga oshadi. **T.KUCHLANGANLIK** - maydonning berilgan nuqtasiga qo'yilgan nuqtaviy zaryadga ta'sir etuvchi kuchning shu zaryadga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Elektromagnit maydon ikkita kattalik bilan xarakterlanadi: elektr maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ va magnit maydon induksiyasi $\vec{B}$.

Elektromagnit maydonda q zaryadga ta'sir etuvchi kuch Lorens kuchi deb ataladi va quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\vec{F} = q \left\{ \vec{E} + \left[\vec{v} \cdot \vec{B} \right] \right\} \quad (3.2)$$

bunda v -zaryadning tezligi.

E va B vektorlari bir-biriga bog'liq. Elektromagnit maydonni elektr va magnit maydonlariga ajratish nisbiydir va sanoq sistemasining tanlanishiga bog'liq.

q zaryad tinch turgan sanoq sistemasida, unga ta'sir etuvchi kuch elektr maydon kuchlanganligi bilan aniqlanadi:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Bu holda elektromagnit maydon magnit induksiyasi B ning ta'siri nolga teng. Shunday qilib, elektr zaryadi tinch turgan sanoq sistemasini tanlab, biz faqat elektr maydon xossalari o'rganishimiz mumkin. Zaryad tinch turgan holdagi elektr maydoni elektrostatik maydon deb ataladi.

Elektr maydonining kuchlanganligi deb maydonda joylashgan q zaryadga ta'sir etuvchi kuchning zaryadga nisbatiga aytiladi:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (3.3)$$

Elektr maydoni kuchlanganligi birligi $\frac{N}{C}$ yoki $\frac{V}{m}$.

Nuqtaviy zaryad maydon kuchlanganligi:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \quad (3.4)$$

bunda $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m$ -elektr doimiysi deb ataladi.

Bir necha zaryad maydon kuchlanganligini aniqlash uchun superpozitsiya prinsipidan foydalaniladi. Unga ko'ra, zaryadlar sistemasi hosil

qiladigan maydon kuchlanganligi E shu nuqtada har bir zaryad alohida hosil qiladigan maydonlar kuchlanganliklarining yig'indisiga teng:

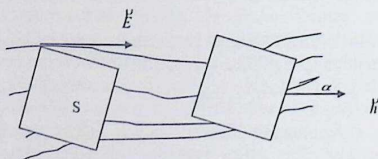
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n \quad (3.5)$$

Superpozitsiya prinsipi yordamida tinch turgan zaryadlar ixtiyoriy sistemasining maydon kuchlanganligini aniqlash mumkin. Bu vazifani Gauss teoremasi yordamida osonroq hal etish mumkin. Bu teoremani o'rganish uchun kuchlanganlik vektori oqimi tushunchasini bilish kerak.

Kuchlanganlik vektori oqimi deb kuchlanganlik chiziqlariga perpendikulyar yuza orqali o'tuvchi kuch chiziqlari soniga aytiladi. Kuchlanganlik vektori oqimi maydon kuchlanganligi bilan kuch chiziqlariga perpendikulyar yuza ko'paytmasiga teng.

$$dN = E_n ds = E ds \cos \alpha \quad (3.6)$$

bunda α kuchlanganlik vektori E bilan ds yuzaga o'tkazilgan normal orasidagi burchak (Rasm-3.1).



Rasm-3.1. Kuchlanganlik vektori oqimini hisoblash chizmasi

Gauss teoremasiga binoan zaryadlar sistemasini o'rab olgan yopiq sirt orqali o'tuvchi elektr maydon kuchlanganlik oqimi sistema zaryadlarining algebraik yig'indisiga proporsionaldir:

$$N = \int_s E_n ds = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{\epsilon_0} \quad (3.7)$$

Gauss teoremasining boshqacha ko'rinishi zaryad zichligi ρ bilan bog'liq. A nuqta atrofida kichik hajm ΔV ni ko'rib chiqamiz. Bu hajm ichida zaryad zichligi ρ doimiy deb olamiz. Unda ΔV hajmdagi zaryad $dq = \rho \Delta V$ bo'ladi.

T. MAYDON POTENSIALI deb potensial energiyaning birlik

zaryadga nisbatiga aytiladi.

$$\varphi = \frac{W}{q} \quad (3.8)$$

Potensial ko'chish trayektoriyasidan bog'liq bo'lmasdan balki zaryadga, ko'chishining boshlang'ich va oxirgi nuqtalariga va maydonning o'ziga bog'liqdir.

T.Son jihatidan kuchlarining birlik musbat zaryadni maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ishga teng bo'lgan kattalik maydon ikki nuqta orasidagi potensiallar ayirmasi deyiladi.

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} = q \int_1^2 \frac{Ede}{q} = \int_1^2 E_e de \quad (3.9)$$

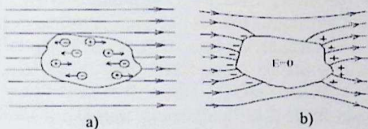
bu yerda φ_1 va φ_2 - elektr maydonning 1 va 2 nuqtalariga mos potentsiallari. Demak (3.10)dan ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasi maydonga va tanlangan nuqtalar vaziyatiga bog'liq bo'lar ekan.

Potensial o'lchov birligi Volt - bu shunday maydon nuqtasining potentsialliki, u yerda 1 C li zaryad 1 j potentsial energiyaga ega bo'ladi ($1 \text{ V} = 1 \text{ j/C}$). Agar potentsial bir qancha zaryadlar tomonidan hosil qilinayotgan bo'lsa, u holda maydon potentsiali hama zaryadlar tomonidan hosil qilinayotgan bo'lsa, potentsiallari algebrak yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\varphi = \sum \varphi_i$$

Moddalar o'zlarining elektr o'tkazuvchanligiga qarab 3ga bo'linadi. Elektr tokini yaxshi o'tkazuvchi-o'ikazgichlar, umuman o'tkazmaydigan moddalar - izolyatorlar (dielektriklar) va qisman o'tkazuvchilar (yarim o'tkazgichlar).

Agarda o'tkazgich tashqi elektrostatik maydonga joylashtirilsa uning zaryadlariga maydon ta'sir qiladi va ular harakatga keladi. Zaryadlarning ko'chishi toki zaryadlar taqsimotida muvozonat yuzaga kulguncha davom etadi. Bu holda o'tkazgich ichidagi eletrostatik maydon nolga teng bo'ladi. Agar shunday bo'lmaganda edi, tashqi maydon ta'sir qilmasa ham zaryadlar ko'chishi va tok oqishi mumkin bo'lar edi. Demak kuchlanganlik o'tkazgich ichidagi hamma nuqtalarda $E = 0$. O'tkazgich ichida maydonning nolliigi uning hamma nuqtalarida potentsial bir xil bo'lishini ko'rsatadi ($\varphi = \text{const}$), ya'ni elektrostatik maydonda o'tkazgich sirti ekvipotentsial hisoblanadi.



Rasm 3.2. Elektrostatik maydonda o'tkazgich.a-induksiyalangan zaryadlar hosil bo'lishi, b-kuchlanganlik chiziqlarning uzulishi

Bu esa maydon kuchlanganligi vektorning o'tkazgich sirtiga normal bo'lishini ko'rsatadi. Agar shunday bo'lmasa zaryadlar maydon ta'sirida harakatga kelar edi. O'tkazgich ikki qismi ikki ishorali, zaryadlanib qoladi, demak neytral o'tkazgich elektrostatik maydonga kiritilsa, kuchlanganlik chiziqlari uziladi. Ular musbatda boshlanib manfiy zaryadda tugaydi. Indusirlangan zaryadlar tashqi sirtida taqsimlanadi. T.Sirt zaryadlarining tashqi elektrostatik maydonda qayta taqsimlanish hodisasi **elektrostatik induksiya** hodisasi deyiladi. σ zaryadlar sirt zichligi desak, u holda o'tkazgich sirt yaqinda maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon_0} \quad (3.10)$$

ϵ - o'tkazgichni o'rab turuvchi muhit dielektrik kirituvchanligi. O'tkazgich ichida maydon nol bo'lishiga asoslangan elektrostatik himoya mavjud. Yakkalangan o'tkazgichga berilgan zaryad potensialga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni $q \sim \varphi$. Agar proporsionallik tenglikka o'tsak, u holda $q = C\varphi$. Bunda C - yakkalangan o'tkazgich elektr sig'imi deyiladi.

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (3.11)$$

(1C/1V) = farada (f)

Ta'rif. 1 farada - deb unga 1 C zaryad berilganda potensial 1 V ga o'zgaradigan o'tkazgich sig'imiga aytiladi. Yer shari sig'imi $C = 4 \pi \epsilon \epsilon_0 R = 700 \text{ mkf}$. Sig'imni oshirish uchun kondensatorlar ishlatiladi.

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \quad (3.12)$$

Endi izolyatorlar (dielektriklar)ni ko'rib chiqamiz. Dielektrik ham boshqa moddalar kabi atom va malekulalardan tashkil topgan. Musbat va manfiy zaryadlar teng bo'lgani uchun malekula neytraldir.

T.Agar musbat va manfiy zaryadlar og'irlik markazlari tashqi maydon bo'lmaganda ustma-ust tushsa bunday malekulalardan tashkil topgan dielektrikka **qutbsiz** dielektriklar deyiladi. Masalan: N_2 , H_2 , O_2 , CO_2 , CH_4 . Tashqi maydon ta'sirida manfiy va musbat zaryadlar turli tomonlarga siljishi natijasida dielektrik dipol momentiga ega bo'ladi va qutblanadi. T.Agar tashqi maydon bo'lmagan holda ham dipol momentiga ega bo'lsa, bunday dielektrikka **qutbli** dielektriklar deyiladi. Masalan: H_2O , NH_3 , CO_2 , CO_3 . Tashqi maydon ta'sirida dipol momentlari bir yo'nalishda joylashishga harakat qiladi.

T.Tashqi maydon ta'sirida dipollarning maydon yo'nalishi bo'yicha joylashuvi yoki yo'nalgan dipol momentlarining hosil bo'lish hodisasiga dielektrikning **qutblanishi** deyiladi.

Qutblanuvchanlik

$$P = \chi \varepsilon_0 E \quad (3.13)$$

kabi aniqlanadi.

χ - dielektrik qabul kiluvchanlik deyiladi va har doim musbat $\chi > 0$ masalan: spirt uchun 25, suv uchun 80.

Tashqi maydon ta'sirida dielektrik qutblanadi va bog'langan zaryadlar sirt zichligi paydo bo'ladi. $\varepsilon = 1 + \chi$ ε - o'lchamsiz kattalik bo'lib tashqi maydonning moddada qanchagacha kamayishini ko'rsatadi.

O'tkazgichlar solishtirma qarshiligi 10^{-7} om.m, dielektrlarlarda 10^8 om.m va undan ortiq. Ana shu ikki oraliqda mavjud bo'lgan moddalarga yarim o'tkazgichlar deyiladi. Hozirgi vaqtda yarim o'tkazgichlar juda ko'p sohalarida ishlatiladi. Ularning juda ko'p afzalliklari mavjud. Jumladan, harorat oshsa qarshiligi kamayadi, ularda elektr tokini elektronlardan tashqari tirgishlar ham tashiydi, ozgina aralashma uning o'tkazuvchanlagini juda oshirib yuboradi.

Elektr maydon kuchlanganligining x yo'nalishga proeksiyasi potentsialning shu yo'nalish bo'ylab hosilasiga teng.

Elektr maydon kuchlanganligi potentsial kamayishi tomoniga yo'naladi.

Agar maydon zaryadlar sistemasi tomonidan hosil qilinsa, umumiy maydon potentsiali alohida zaryadlar maydoni potentsiallarining algebrak

$$\text{yig'indisiga teng bo'ladi: } \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \Lambda + \varphi_n \quad (3.14)$$

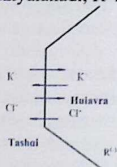
§.3.2.Biopotentsiallar va ularning hosil bo'lish mexanizmi. Ionlarning harakatchanligi. O'zgaruvchan va o'zgarimas tok qonunlari.

Tirik organizm turli qismlari orasida mavjud bo'lgan potentsiallar farqi **BIOPATENSIALLAR** deyiladi. Biopotentsiallar hayvon va o'simliklarning hujayralarida, to'qimalarida va organizmlarida paydo bo'ladi. Ularning ba'zilari doimiy mavjud, ayrimlari tashqi ta'sirlar tufayli paydo bo'ladi.

Elektr impulsarlari nerv, muskul to'qimalarning faoliyati vaqtida paydo bo'ladi va tirik organizmlarda kechadigan fiziologik va patologik jarayonlarni aks ettirishi mumkin. Bioelektrik hodisalarni o'rganish 1771 yilda L.Galvani tajribalaridan boshlandi. 1838 yilda Matteuchi muskulning tashqi sirti musbat, ichki sirti manfiy zaryadga ega ekanligini aniqladi. Tinch holatdagi muskulning tashqi va ichki sirtlari orasidagi potentsiallari esa muskulning qisqarishi, bezlar sekresiyasi, hujayralarning ta'sirlanishi paytida hosil bo'ladi. 1875 yilda rus fiziologi V.E.Danilevskiy birinchi bo'lib bosh miyaning biopotentsialarni aniqladi. Biopotentsialarning hosil bo'lishi ancha murakkab masala bo'lib, hozirgacha uning aniq va to'liq nazariyasi yaratilmagan. Hozirgi vaqtda 1952 yil Xodjiken, Xakslı, Kachilar nazariyasi ko'p qo'llaniladi.

Biror to'qimaning potentsiali uning tarkibidagi hujayralar potentsiallari yig'indisi deb qarash mumkin. U holda xujayra tirik organizmning asosiy struktura elementiga emas, asosiy elektrik elementi hamdir. Hujayra va uni o'rab olgan hujayradan tashqaridagi biologik muhitni, tashqi muhitdan yarim o'tkazgichli hujayra membranasi bilan ajralgan murakkab sistema deb qarash mumkin. Hujayra ochiq termodinamik sistema bo'lib tashqi muhit bilan uzluksiz energiya, modda va informasiya almashinadi. Bu almashinuv membranalar orqali amalga oshiriladi. Membrana oddiy holda lipid qatlamidan iboratdir. Lipidlar qatoriga neytral yog'lar efirlar kiradi. Hujayrada lipidlar, oqsil qatlamlari bilan o'rab olingan. Membrana lipid qatlamida diametri 0,7-0,8 nm.li teshiklar mavjud bo'lib, ular orqali suv va boshqa mayda malekulalar o'tadi, katta malekulalar esa o'ta olmaydi. Teshiklar, elektr zaryadiga ega bo'lganligi uchun, hujayraga ma'lum ishorali ionlar o'tishiga imkon beradi va teskari ishorali ionlarning o'tishiga halaqit beradi. Ayniqsa ko'p valentli ionlar o'tishi qiyin bo'ladi, chunki ularning zaryadi katta bo'lgani uchun gidrat qatlami bilan qoplanadi va effektiv diametri oshadi. Turli ionlar o'tkazuvchanligi har xil bo'lgani uchun membrananing turli tomonida ba'zi bir ionlarning nosimmetrik tarqalishini biopotensiallar paydo bo'lishining asosiy sababi deb qarash kerak.

Hujayra sitoplazmasida va tashqi muhitda eng ko'p miqdorda bo'lgan asosiy ionlar, bu K^+ , Na^+ , Cl^- , va katta diametrli ionlar. Mg^{2+} , aminakislota ionlari R^- dir. Hujayra ichida K^+ , Cl^- va R^- ionlari, tashqarisida esa faqat K^+ va Cl^- ionlari bo'lsin. Kaliy va xlor ionlari membrana orqali ikkala yo'nalishda ham diffuziyalanadi, R^- ionlari esa hujayra ichida qoladi.



Rasm-3.3. Hujayra membranasidan ionlarning o'tishi.

Kaliy va xlor ionlarining diffuziyasi har xil ishoralarda o'tadi, chunki xlor ionlarining tashqi muhitdan hujayra ichiga o'tishiga R^- ionlari hosil qilayotgan manfiy zaryad to'sqinlik qiladi. Natijada kaliy va xlor ionlarining hujayra ichida va tashqarisidagi konsentrasiyalari bir xil bo'lmaydi. Bunda Danon tenglamasi deb ataladigan munosabat bajariladi.

$$[K^+]_o * [Cl^-]_i = [K^+]_i * [Cl^-]_o$$

Membrana orqali o'ta olmaydigan R^- ionlari membrana ichki sirti yonida to'planib manfiy zaryad hosil qilishadi. Bu zaryad hujayra tashqarisidagi ionlarning tortishib, membrana tashqi sirtida musbat qatlam hosil qiladi.

Bunda hosil bo'ladigan potentsiallar farqi $\varepsilon_i = \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_1}{C_2}$. kaliy ionlari konsentratsiyasining nisbati

$$\frac{[K^+]_u}{[K^+]_t} = \frac{[Cl^-]_t}{[Cl^-]_u}$$

Shunday qilib, kaliy va xlor ionlari konsentratsiyasining gradiyenti mavjudligi tinchlikdagi biopotentsiyallar paydo bo'lishiga asosiy sabab ekan.

Hujayraga tashqi faktorlar ta'sir etsa unda hujayra membranasi o'tkazuvchanligi o'zgarishi tufayli tinch biopotensial ham o'zgaradi. Bunda hosil bo'ladigan biopotensialga *qo'zg'alish potentsiali* deyiladi. Bu potensial paydo bo'lishining sababi biror fizik faktor (mexanik, issiqlik, elektr) ta'sirida hujayra membranasi o'tkazuvchanligi yuz martalab oshadi. Natijada hujayra ichiga musbat zaryadlangan natriy ionlari oqimi yo'qoladi, ular membrana ikki tomonidan potentsiallar farqini kamaytiradi, bu o'z navbatida, natriy ionlarining hujayra ichiga kirishini osonlashtiradi. Shu sababli membrana ichki sirti musbat zaryadlanadi va kaliy ionlari membrana tashqi sirtidan ajraladi. Membrana tashqi sirti qo'zg'atilmagan qismlariga nisbatan musbat zaryadli bo'lib qoladi. Masalan: Kalmer gigant aksonining tinchlik potentsiali – 45 mV, qo'zg'alish tufayli hujayra ichining potentsiali +40 mV, bo'ladi. Potensialning to'liq o'zgarishi yoki harakat potentsiali 85 mV, Membrananing natriy ionlari o'tkazuvchanligining oshishi qisqa vaqt davom etadi, so'ngra u kamayadi, shu vaqtda kaliy ionlarining o'tkazuvchanligi oshadi, bu esa tinchlik potentsiali tiklanishiga olib keladi.

Harakat potentsiali bir joyda yo'q bo'lsada hujayraning qo'shni uchastkasini qo'zg'atadi. Natijada potentsial impulsi tola bo'ylab tarqaladi. Harakat potentsialining davom etish vaqti 2 ms, tarqalish tezligi esa 100 m/s

Baqaning muskul tolasi harakat potentsiali 110 mV, it yurak muskul tolasi uchun 120 mV. Elektr baliqlarda ancha katta qo'zg'alish potentsiali paydo bo'ladi. Kichik bo'lsada qo'zg'alish potentsiali hamma hayvonlar va o'simliklar hujayralarida paydo bo'ladi. Biopotentsiallar mavjudligi hujayra hayotiy faoliyatining xarakterli belgisidir. Shuning uchun tashqi elektr maydoni hujayrada ro'y beradigan jarayonlarga ta'sir etadi.

Masalan; kalamushning kesilgan oyog'iga mikroelektrodlar qo'yilib, kichik tok o'tkazilishi natijasida suyak va muskul tolalarining 5-7 mm ga o'sishi kuzatiladi. Hozirgi vaqtda tibbiyot va veterinariya klinikasida yurak potentsiallarini qayd qilish usullari (EKG) va muskul to'qimalarining potentsalini qayd qilish usuli (elektromiografiya yoki EMG) keng ishlatilmoqda. Yuqori chastotali elektr toklari va elektromagnit maydonlardan foydalanilmoqda.

Elektr toki deb, elektr zaryadlarining tartibli harakatiga aytiladi. Elektr tokiga berilgan bu ta'rif bir tomonlama bo'lib elektr tokining umumiyiligini

hisobga olmaydi. Elektr tokini hosil qilishning turli xil usullar bo'lishi mumkin. *Elektr toki deb*, moddadaagi musbat va manfiy zaryadlarning, elektronlar va teshiklarning, spinlarning tashqi ta'sir natijasidagi harakatiga aytiladi. Elektr tokini o'tkazadigan moddalarga o'tkazgichlar deyiladi. O'tkazgichning asosiy belgisi unda zaryadlangan zarrachalar, ya'ni tok tashuvchilarning bo'lishi va tashqi maydon ta'sirida o'tkazgich bo'ylab ularning harakatini hosil qilishidan iboratdir. O'tkazgichlar: metallar, yarim o'tkazgichlar, ba'zi-bir suyuqliklar (elektrolitlar), ma'lum sharoitda gazlar

ham bo'lishi mumkin. Tok kuchi $I = \frac{dq}{dt}$ ya'ni, tok kuchi son jihatdan qaralayotgan sirtidan vaqt birligi ichida o'tgan zaryad soniga teng bo'ladi.

Doimiy tok uchun $I = \frac{q}{t}$. Tok kuchi algebraik kattalikdir. Ko'pgina hollarda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan o'tgan to'la tok kuchini bilish yetarli bo'lmaydi, shuning uchun o'tkazgich kesimi bo'ylab tokning taqsimlanishini bilish kerak bo'ladi. Shu maqsadda tok zichligi vektori tushunchasai kiritiladi. *Tok zichligi deb*, , uning kattaligi tok chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzadan o'tgan tok kuchiga teng bo'lib, yo'nalishi musbat tok tashuvchilarining tartibli harakat yo'nalishi bilan mos keladigan vektorga aytiladiki $j = \frac{\Delta I}{\Delta S_{\perp}}$. Tok zichligini tok tashuvchilar konsentratsiyasi n_0 va

harakat tezligi $\vec{v}$ orqali ifoda qilish mumkin $j = qn_0\vec{v}$. O'tkazgichda elektr toki hosil qilish uchun unda elektr maydoni hosil qilish kerak. Bu maydon tok tashuvchilarga ta'sir qilib, ularning tartibli harakatini hosil qiladi. Ravshanki, doimiy tok hosil qilish uchun faqat elektrostatik kuchlarning bo'lishi yetarli emas, chunki biz bilamizki, ularning ta'sirida zaryad o'tkazgich sirti bo'yicha tekis taqsimlanadi, chunki o'tkazgich ichida maydon bo'lmaydi. Ikkinchi tomondan, energiyaning saqlanish qonuniga asosan, doimiy tok zanjiridan uzluksiz ravishda issiqlik ajralib turadi. O'tkazgichlarning ichki energiyasi undan tok o'tganda o'zgarmaydi, issiqlik ajralib chiqishi zaryadni qandaydir boshqa kuchlar tomonidan ko'chirilgan ish hisobiga amalga oshiriladi. Bu elektrostatik kuch bo'lmasligi kerak, chunki elektrostatikadan ma'lumki, ularning yopiq kontur bo'yicha bajargan ishi nolga teng.

Shunday qilib, doimiy tok bo'lishi uchun zanjirda qandaydir noelektrik kuchlar bo'lishi kerak - bu kuchlarni tashqi kuchlar deb atashadi. Agar Kulon kuchlari turli xil ishorali zaryadlarni qo'shib, ularning potensialini tenglashtirishga va elektr tokini o'tkazishda yo'qotishga olib kelsa, tashqi kuchlar esa turli xil ishorali zaryadlarni ajratadi va o'tkazgich uchlarida potensiallar ayirmasini doimiy saqlab turadi. Zanjirda tashqi kuchlarning qo'shimcha maydoni elektr energiyasi manbalari (galvanik elementlar,

akkumulyatorlar, termogeneratorlar, elektrogeneratorlari va hakoza.) orqali amalga oshiriladi. Doimiy tok zanjirida tashqi kuchlar manbaining bo'lishi har qanday yopiq gidravlik sistemada suyuqlikning doimiy oqimini hosil qiluvchi nasos kabi zarurdir. Endi doimiy tokning miqdoriy qonunlariga o'tamiz. Nemis fizigi Georg Om tajribada doimiy tok zanjirining bir qismi uchun, bu sohada EYuK bo'lmagan holda, tok kuchi kattaligi kuchlanishga proporsional ekanligini ko'rsatib berdi:

$$I = \frac{U}{R} \quad (3.15)$$

Bu yerda R - o'tkazgichning fizik xossasiga va geometrik shakliga bog'liq bo'ladi va unga o'tkazgichning qarshiligi deyiladi. Elektr qarshilik tushunchasini G. Om kiritgan, shunga ko'ra qarshilik o'lchov birligi uchun Om qabul qilingan.

Silindrik shakldagi bir jinsli o'tkazgich qarshiligi, uning uzunligi l ga to'g'ri proporsional bo'lib, o'tkazgich ko'ndalang kesim yuzasi S ga teskari proporsionaldir:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (3.16)$$

Bu yerda ρ koeffisient bo'lib, son jihatidan uzunlik birligidagi silindrik o'tkazgich qarshiligi hisoblanadi ($l=1m$, $S=1m^2$). Unga o'tkazgichning solishtirma qarshiligi deyiladi. Unga teskari kattalikka moddaning solishtirma

elektr o'tkazuvchanligi deyiladi: $\sigma = \frac{1}{\rho}$

Joul-Lens qonuniga binoan doimiy tok zanjirining tok o'tganda uzluksiz ravishda issiqlik ajralib chiqib turadi, bu issiqlik miqdori soha qarshiligiga, tok kuchining kvadratiga va vaqtga bog'liq bo'ladi. Demak, t vaqt ichida o'tkazgichdan ajralib chiqqan issiqlik miqdori Q quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q = I^2 R t \quad (3.17)$$

Joul-Lens qonuni EYuK ga va qarshilikka ega bo'lgan zanjir uchun Om qonunini chiqarishga imkon beradi. Haqiqatdan ham (3.17) ni hisobga olsak va uni q ga bo'lsak, birlik zaryad o'tgan vaqtda ajralib chiqqan issiqlik miqdori son jihatidan IR ga teng bo'ladi. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, bu issiqlik birlik zaryadni ko'chirishdagi barcha kuchlarning bajargan ishiga tengdir:

$$I \cdot R = \varphi(B) - \varphi(C) + \varepsilon \quad (3.18)$$

EYuKga ega bo'lgan zanjir qismi uchun chiqadigan Om qonunidan bevosita tarmoqlanmagan yopiq zanjir uchun Om qonuni kelib chiqadi. To'la qarshilikni R va ichki qarshilikni r bilan belgilasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

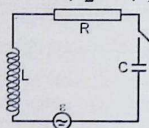
$$I \cdot (R + r) = \varepsilon$$

O'zgaruvchan tok zanjiri qonunlarini o'rganishda ma'lum bir o'ziga xos qiyinchiliklarga duch kelamiz. Birinchidan, o'zgaruvchan tok doimiy tokdan farqli ravishda yopiq bo'lmagan zanjirda ham hosil bo'ladi, bunga kondensatorli zanjir misol bo'la oladi. Ikkinchidan, o'zgaruvchan tok zanjirida o'zinduksiya EYuK hosil bo'ladi, bu holat doimiy tokda yo'q edi. O'zinduksiya EYuK katta bo'lishi uchun zanjirga yana g'altak ulash kerak.

O'zgaruvchan tokka yaqqol misol kondensatorning zaryadlanish va zaryadsizlanish jarayonini olish mumkin.

Shunday qilib, ketma-ket ulagan o'zgaruvchan tok manbai $\varepsilon(t)$, qarshilik R , kondensator C va induktiv g'altagi L dan iborat tarmoqlanmagan eng sodda zanjirni qaraymiz. Qaralayotgan zanjir ochiq bo'lgani uchun (kondensator qoplamalari) zanjirning bir qismi uchun Om qonunini quyidagicha yozish mumkin:

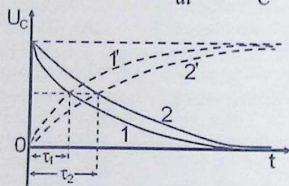
$$IR = \varphi_2 - \varphi_1 + \varepsilon \quad (3.19)$$



Rasm 3.4. O'zgaruvchan tok zanjiri

bu yerda $\varphi_2 - \varphi_1 = U_C$ kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar ayirmasi. $U_R + U_L + U_C = \varepsilon(t)$

$$U_R = RI, U_L = -\varepsilon_{o'z} = -L \frac{dI}{dt}, U_C = \frac{q}{C}$$



Rasm.3.5. Kuchlanishning vaqtdan bog'liqlik grafiqi.

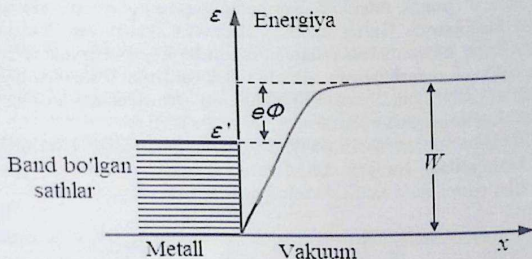
§3.3. Turli muhitlarda elektr toki. Tuproq unumdorligi va elektr razryad orasidagi o'zaro bog'liqlik. Qishloq xo'jaligida elektroenergetika va elektr asboblari.

Erkin elektronlar metall ichida uzluksiz issiqlik harakatida bo'lgani bilan uning sirtidan chiqib keta olmaydi. Kinetik energiyasi katta bo'lgan ayrim elektronlarga metall sirtidan chiqib keta oladi, undan bir necha atomlararo masofaga uzoqlashadi, so'ngra yana metall sirtiga qaytib tushadi. Natijada metall sirti yupqa elektron buluti bilan qoplangan bo'ladi. Bunday qatlamda metall sirtidan x masofada yotuvchi elektronga $F = -\frac{e^2}{4x^2}$ ga teng kuch ta'sir qiladi. Bu kuch elektron va panjaraning musbat ionlari orasidagi tortishishi tufayli paydo bo'ladi. Ana shu kuch potensial o'rani vujudga keltiradi. Elektron metall sirt qatlamidan chiqib ketishi uchun $e\varphi$ ga teng potensial to'siqni engib, ma'lum ish bajarish kerak. Bu ishga *elektronning chiqish ishi* deyiladi.

Metalldagi erkin elektronlar Fermi-Dirak taqsimotiga bo'ysinadi. Shu tufayli elektronning chiqish ishi potensial o'ra chuqurligi bilan Fermi sathi energiyasi ayirmasi ko'rinishida aniqlanadi:

$$A = e\varphi = W_0 - W_F \quad (3.20)$$

Bu erda e - elektron zaryadi, φ - sirt potensial sakrashi, W_0 - potensial o'ra chuqurligi, W_F - Fermi sath energiyasi.



Rasm-3.6. Metallarda Fermi sathlari

Ba'zibir metallar uchun elektron chiqish ishinings elektron – volt (eV) larda ifodalangan qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Metall	Pt	Ni	W	Cu	Fe	Na	
Termoelektron emissiya bo'yicha	6.3	4.61	4.25	4.26	4.04	2.28	1.93
Fotoeffekt bo'yicha	6.27	4.06	4.35	4.18	3.91	2.3	1.8

Agar elektronning kinetik energiyasi uning chiqish ishidan katta bo'lsa, elektron metall sirtidan chiqib keta oladi:

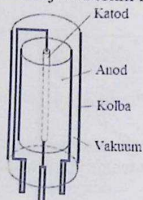
$$\frac{1}{2} m g_n^2 \geq e\varphi$$

bu erda m – elektron massasi, g_n – elektron tezligining sirt normaliga proektsiyasi.

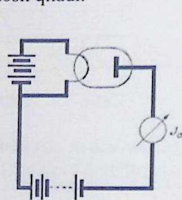
Uy temperaturasi erkin elektronlarning ozgina qismi metall sirtidan chiqib ketish uchun etarli kinetik energiyaga ega bo'ladi. Metallni qizdirsak yetarli kinetik energiya zahirasiga ega bo'lgan elektron soni orta boradi va shu tufayli metall sirtidan ajralib chiquvchi elektronlar soni ham oshib boradi. Bu jarayon isitilayotgan suyuqlikdan suyuqlik molekulallarning bug'lanish jarayoniga o'xshaydi. Temperaturaning ortishi bilan metall sirtidan ajralib chiquvchi elektronlar soni ham ortib boradi va yetarli temperaturalarda bunday elektronlarning soni ham keskin ortib ketadi. Bu hodisaga termoelektron emissiya deyiladi.

Termoelektron emissiya hodisasini Rasm-3.7 da tasvirlangan sxema yordamida o'rganish mumkin. Sxemaning asosiy elementi vakuumli diod lampasi hisoblanadi. Uning tuzilishi Rasm-3.8. keltirilgan. Vakuumli diod lampasi A anod K katod elektrodlardan iborat bo'lib, ular havosi so'rib olingan shisha balonga joylashtirilgan. Amalda elektrodlar turli shaklda tayyorlanish mumkin. Oddiy holda, katod ingichka to'g'ri toladan, anodga nisbatan koaksial silindr shaklida bo'ladi.

Batareya yordamida katod qizdiriladi va uning temperaturasi R_1 reostat orqali boshqariladi. Natijada katod va anod orasida vakuum orqali o'tuvchi elektronlar oqimi anod zanjirida tokni hosil qiladi.

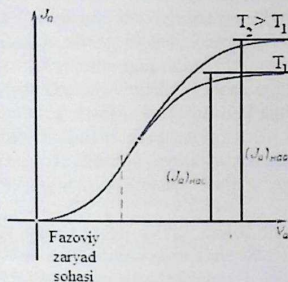


Rasm-3.7. Vaakumli diod



Rasm-3.8. Vaakumli diodning ulanishi

Vakuimli diod orqali o'tayotgan bu tokni anod toki yoki emissiya toki deyiladi.



Rasm-3.9. Anod tokining anod kuchlanishiga bog'liq grafiklarini

Anod toki katod temperaturasi, katod va anod orasiga boriladigan anod kuchlanishiga bog'liq bo'ladi. Katod temperaturasi doimiy saqlab, anod tokining anod kuchlanishiga bog'liq grafiklarini hosil qilish mumkin. Bunga diodning volt – amper xarakteristikasi deyiladi. I_a anod tokining U_a anod kuchlanishiga bog'liq o'zgarishi Lengmyur – Bogulovskiy qonuni bo'yicha sodir bo'ladi:

$$I_a = BU_a^{3/2} \quad (3.21)$$

Bu erda B – elektrodning shakliga va ularning o'zaro joylashishiga bog'liq bo'lgan koeffitsient.

Anod kuchlanishining ma'lum qiymatidan boshlab anod toki to'yinadi. To'yinish tok zichligining temperaturaga bog'liqligi kvant nazariyasi asosida keltirib chiqarilgan Richardson – Deshman formulasiga ko'ra aniqlanadi:

$$j_{to'yinish} = AT^2 e^{-\frac{e\phi}{kT}}$$

Bu erda $e\phi$ - elektronning chiqish ishi, T - termodinamik temperatura, A - emissiya doimiysi, uning nazariy qiymati $120 Acm^{-2}grad^{-2}$ $j_{to'yinish}$ - to'yinish tokning temperaturaga bog'liq o'zgarishini Richardson formulasi to'la qanoatlantiradi.

Metallarda elektr tokning tabiati. Metallarda zaryad tashuvchilarning tabiatini aniqlash uchun qator klassik tajribalar amalga oshirilgan. 1901 yilda Rikke tomonidan amalga oshirilgan tajribani bunga misol bo'ladi. Shuni aytish joizki, ionlar yoki atomlar harakati tufayli elektr toki hosil bo'lganda metall moddasida o'zgarishi bo'lish kerak edi. Buni

aniqlash uchun Rikke quyidagicha tajriba o'tkazdi. U ustma-ust qo'yilgan uchta tsilindrlar mis-alyuminiy-mis orqali tok o'tkazib qo'ydi. Tsilindrlar orqali oqib o'tgan umumiy zaryad miqdori $3,5 \cdot 10^6 \text{C}$ ga teng bo'lgan. Bir yil davomida elektr toki o'tishiga qaramasdan tsilindrlarning og'irligi o'zgarmagan, mikroskop ostida tekshirganda metall atomlari bir – biriga o'tmaganligi aniqlangan. Metallardagi elektr tokining tabiati elektronning inertsiasiga doir tajribalarda o'z aksini topdi. Tezlashtirilgan o'tkazgichlarda elektr tokining vujudga kelishini L. I. Mandelshtam va Papaleksi tomonidan birinchi marta 1913 yilda tajribada aniqlandi. Uzun sim o'ralgan g'altakni simmetrik o'q atrofida tez aylantirish bilan harakatlantirgan. Hosil bo'lgan tok impulsi hisobiga g'altak uchlariga ulangan telefonda tovush paydo bo'lgan.

Metallarda elektr tokini erkin elektronning tartibli harakati vujudga keltirishini Tolmen va Styuart tomonidan 1916 yilda o'tkazgan tajribalarda ham isbotlashgan. Ular o'z tajribalarida miqdoriy natijalar olishga erishgan. Ular o'tkazgan tajriba quyidagicha. 500 m sim o'ralgan g'altakning chiziqli tezligi 300 m/s ga erishilganda keskin tormozlangan. Bunda o'tkazgich tarkidagi erkin elektronlar o'tkazgich bilan birgalikda harakat qiladi va g'altak keskin to'xtatilganda elektronlar inertsia qonuniga asosida biroz vaqt o'z harakatini davom ettiradi va o'tkazgichda qisqa muddatli elektr tokini vujudga keltiradi. Ballistik galvanometr yordamida g'altak tormozlangan vaqtdagi zanjir orqali oqib o'tgan zaryad miqdori o'lchanadi:

$$q = \frac{m}{e} \cdot \frac{\vartheta_0 \cdot l}{R} \quad (3.22)$$

Bu yerda ϑ_0 - simning boshlang'ich chiziqli tezligi, l – uning uzunligi, R – zanjir qarshiligi. ϑ_0 , l va R – kattaliklar aniqlangan holda $\frac{m}{e}$ nisbatni topish mumkin:

$$\frac{m}{e} = 4.8 \cdot 10^{-17} \cdot SGS(q)/g \quad (3.23)$$

Milliken tajribalarida elektron zaryad $e = 4.8 \cdot 10^{-17} \text{C}$ ekanini hamda uning massasi $m = 9.1 \cdot 10^{-27} \text{g}$ ekanini topamiz. Shuning uchun hozirgi vaqtda elektron zaryadining uning massasiga nisbati uchun quyidagi qiymat qabul qilingan:

$$\frac{e}{m} = 5.273 \cdot 10^{17} \cdot SGS(q)/g \quad (3.24)$$

Shunday qilib, metallarda zaryad tashuvchilar elektronlar ekanligi klassik tajribalarda tasdiqlangan.

Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasi. Metallardagi erkin elektronlar haqidagi tasavvur Drude va Lorentslar

tomonidan yaratilgan metallar elektr o'tkazuvchanligi klassik elektron nazariyasiga asos qilib olindi. Ular metallardagi erkin elektronlar to'plamini "Elektron gaz" deb qaraydi. Erkin elektronlar harakatini ideal gaz molekulari harakatiga o'xshash bo'ladi. Gaz molekulari o'zaro to'qnashsa, erkin elektronlar kristall panjaradagi ionlar bilan to'qnashadi. Bu to'qnashishlar kristall panjarada issiqlik muvozanatiga olib keladi. Ikki to'qnashish orasida elektronlarning bosib o'tgan yo'liga λ erkin yugurish yo'li deyiladi. Elektronlarning konsentratsiyasi birlik hajmdagi atomlar soniga teng bo'ladi va 10^{28} va 10^{29} m^{-3} ni tashkil etadi. Elektronlar issiqlik harakatining o'rtacha tezligi 300 K temperaturada:

$$\bar{g} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} \approx 10^5 \text{ m/s}$$

Tok zichligi $j = en\bar{u}$, mis o'tkazgich uchun $j = 10^7 \text{ A/m}^2$, $n = 10^{29} \text{ m}^{-3}$, $e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, elektron tartibli harakatining tezligi: $\bar{u} = \frac{j}{en} = \frac{10^7}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{29}} \approx 10^{-3} \text{ m/s}$
 $\frac{\bar{g}}{\bar{u}} = \frac{10^5}{10^{-3}} = 10^8$ elektron tartibli harakatining tezligi issiqlik harakat tezligidan 10^8 marta kichik bo'ladi.

Metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasi asosida Om qonunini keltirib chiqaramiz. Kuchlanganligi E ga teng bo'lgan elektr maydoni har bir elektronga F ga teng kuch bilan ta'sir etadi:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Bu kuch ta'sirida elektron Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan quyidagicha tezlanish oladi: $a = \frac{F}{m} = \frac{e}{m} E$ (3.25)

Elektron erkin yugurish yo'lida tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Elektr maydoni ta'sirida uning tezligi 0 dan $U_{\max}$ gacha o'zgaradi. Elektronning erkin yugurish yo'lining oxiridagi tezligi:

$$U_{\max} = a\tau = \frac{eE}{m}\tau \quad (3.26)$$

Bu yerda τ - elektronning erkin yugurish vaqti. Uning o'rtacha qiymati quyidagiga teng: $\bar{\tau} = \frac{\bar{\lambda}}{\bar{u}}$ (3.27)

$\bar{u}$ - elektronlar tartibli harakat tezligining o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi: $\bar{u} = \frac{0 + U_{\max}}{2} = \frac{eE}{2m}\tau = \frac{e\bar{\lambda}}{2m\bar{u}}E$ (3.28)

Tok zichligini topamiz:

$$j = en\bar{u} = \frac{e^2 n \lambda}{2m\bar{U}} E \quad (3.29)$$

Bu ifodani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$j = \sigma E \quad (3.30)$$

Bu yerda $\sigma = \frac{e^2 n \lambda}{2m\bar{U}}$ elektr o'tkazuvchanlik koeffitsienti bo'lib, muayyan temperaturada barcha o'tkazgichlar uchun o'zgarmas bo'ladi. (3.30) formula Om qonunining differentsial ko'rinishini ifodalaydi. Uni metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasi asosida keltirib chiqardik.

Endi metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasi asosida Joule-Lentz qonunini keltirib chiqaramiz. Ma'lumki, elektronlar maydon ta'sirida olgan energiyalarini to'qnashishlar tufayli kristall panjaraga beradi. O'tkazgichning hajm birligida vaqt birligi ichida ajralgan issiqlik miqdori hisoblaymiz. Erkin elektronning kristall panjaraga berishi mumkin

$$\text{bo'lgan kinetik energiyasi: } \mathcal{E}_K = \frac{mU_{\max}^2}{2} \quad (3.31)$$

Elektronning erkin yugurish yo'li oxiridagi tezligi

$$U_{\max} = \frac{eE}{m} \cdot \frac{\bar{\lambda}}{\bar{u}} \quad (3.32)$$

$U_{\max}$ qiymatini (41.8) ifodaga qo'yib, elektron uning kristall panjaraga berishi mumkin bo'lgan energiyani topamiz:

$$\mathcal{E}_K = \frac{1}{2} \frac{e^2 E^2}{m\bar{u}^2} \bar{\lambda}^2 \quad (3.33)$$

Vaqt birligi ichida har bir elektron $\bar{Z}$ marta to'qnashadi:

$$\bar{Z} = \frac{\bar{u}}{\bar{\lambda}} \quad (3.34)$$

Metallning birlik hajmida birlik vaqt ichida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori:

$$\omega = \mathcal{E}_K \cdot \bar{Z} \cdot n = \frac{1}{2} \frac{ne^2 \bar{\lambda}}{m\bar{u}} E^2 \quad (3.35)$$

$$\text{Bu erda } \sigma = \frac{1}{2} \frac{ne^2 \bar{\lambda}}{m\bar{u}}$$

$$\omega = \sigma E^2 \quad (3.36)$$

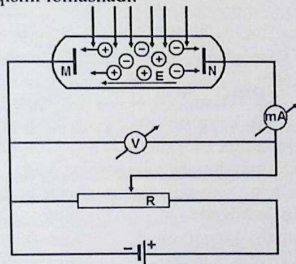
Bu formula Joule – Lents qonunining differensial ko‘rinishini ifodalaydi.

Gazlarda elektr toki. Barcha gazlar elektr jihatdan neytral bo‘lib, ular oddiy holda dielektrik hisoblanadi. Chunki ular neytral atom va molekulalardan iborat bo‘lib, zaryad tashuvchi (elektron, ion) larga ega bo‘lmaydi. Ma’lum sharoitda gaz molekulalarini ionlashtirish yo‘li bilan gazlarda elektr tokini vujudga keltirish mumkin. Tashqi ionizator (ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlanish va h.k.) lar ta’sirida neytral molekulalar ionlashadi, ya’ni erkin elektronlarga va ionlarga ajraladi. Ionlashgan gazda erkin elektronlar, musbat va manfiy ionlar mavjud bo‘ladi. Ionlanish jarayoni bilan bir qatorda unga teskari bo‘lgan rekombinatsiyalanish jarayoni ham kuzatiladi. Bunda musbat ionlar erkin elektronlar bilan qo‘shilib neytral gaz molekulasi (atomi) ni hosil qiladi. Gaz orqali elektr tokining o‘tishiga *gaz razryadi* deyiladi. Tashqi ionizator ta’siri to‘xtagandan so‘ng to‘xtaydigan gaz razryadiga *nomustaqil gaz razryadi* deyiladi. Bunda gazning nomustaqil o‘tkazuvchanligi namoyon bo‘ladi. Tashqi ionizator ta’siri to‘xtagandan so‘ng ham bo‘ladigan gaz razryadiga *mustaqil gaz razryadi* deyiladi. Mustaqil gaz razryadi paytida gazning mustaqil o‘tkazuvchanligi kuzatiladi.

Gaz razryadining volt – amper xarakteristikasi.

1. Nomustaqil gaz razryadi.

Gaz qatlamiga ega bo‘lgan elektr zanjirini qaraymiz. Agar ionizator ta’sir etmasa, milliampermetr zanjirida tokning mavjud emasligini ko‘rsatadi. Tashqi ionizator ta’sir etsa, gazning ionlanishi tufayli vujudga kelgan musbat ionlar *M* plastinka tomonga, elektron va manfiy ionlar *N* plastinka tomonga tartibli harakat qiladi. Natijada zanjirda tok hosil bo‘ladi. Ionizator ta’sirida gaz molekulalarining bir qismi ionlashadi.



Rasm-3.10. *Nomustaqil gaz razryadini kuzatish qurilmasi.*

Aytaylik, rekombinatsiya natijasida kamayayotgan musbat va manfiy zaryadlar soni $\Delta n'$ bo'lsin. Musbat ionlar M plastinkaga urilib, zaryadlarini beradi va neytrallashadi. Natijada ularning soni $\Delta n''$ ga kamayadi. Hajmda birligida ma'lum vaqt ichida kamayayotgan ionlarning umumiy son quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta n = \Delta n' + \Delta n'' \quad (3.37)$$

$\Delta n'$ va $\Delta n''$ kattaliklarning son qiymati MN plastinkalar orasiga beriladigan E elektr maydon kuchlanganligiga bog'liq bo'ladi. Dastlab, nisbatan kuchsiz maydon ta'siri ostidagi gaz razryadi va gaz orqali elektr tokini qarab chiqamiz. Kuchsiz elektr maydoni ta'siri ostida musbat ionlar va elektronlarning harakat tezliklari quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} g_+ &= U_+ E \\ g_- &= U_- E \end{aligned} \quad (3.38)$$

Bu erda U_+ va U_- – mos holda musbat va manfiy ionlarning harakatchanliklari.

Zaryad tashuvchilarning Δt vaqt ichida elektrodning S yuzasiga beriladigan zaryad miqdorlari quyidagicha aniqlanadi.

$$\begin{aligned} Q_+ &= qn g_+ S \Delta t = qn U_+ S \Delta t E \\ Q_- &= qn g_- S \Delta t = qn U_- S \Delta t E \end{aligned} \quad (3.39)$$

Gaz qatlami orqali ko'chayotgan umumiy zaryad miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q = Q_+ + Q_- = qn(U_+ + U_-) S \Delta t E \quad (3.40)$$

Gaz orqali o'tadigan tok zichligi:

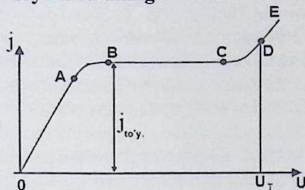
$$j = \frac{Q}{S \Delta t} = qn(U_+ + U_-) E = \sigma E \quad (3.41)$$

$$j = \sigma E \quad (3.42)$$

bu yerda $\sigma = qn(U_+ + U_-)$

Demak, unchalik katta bo'lmagan elektr maydoni ta'sirida gaz orqali razryad toki Om qonuniga bo'ysinadi (rasm-3.11, OA -qism) MN plastinkalar orasiga beriladigan maydon (kuchlanish)ni yana oshira borsak, ionizator ta'sirida hosil bo'lgan zaryadlar rekombinatsiyalanishiga ulgurmaydi va elektrodga yetib kelaboshlaydi. Natijada tok zichligi ortadi, lekin Om qonunidan chetlanish kuzatilmaydi (AB -qism). Kuchlanishning ma'lum qiymatidan boshlab tok zichligining to'yinishi kuzatiladi (BC -qism).

2. Mustaqil gaz razryadi va uning turlari



Rasm-3.11. Mustaqil gaz razryadida tok kuchi va kuchlanish orasidagi bog'lanish

Mustaqil gaz razryadi vujudga kelish shartlarini qarab chiqamiz. Katta kuchlanish ostida elektronlar zarbi ta'siridan ionlanish boshlanadi va gaz orqali tok zichligi ya'na orta boshlaydi (CD – qism). Kuchlanishning qiymatini yanada o'rttirilib, U_T teshish kuchlanishi qiymatiga tenglashganda mustaqil gaz razryadi vujudga keladi (DE - qism). Elektron zarbi ta'siridan ionlanish termoelektron va ikkilamchi elektron emissiya jarayonlari tufayli gaz qatlamida elektronlar va ionlar ko'chkisi hosil bo'ladi. Bu holat mustaqil gaz razryadini ta'minlaydi. Natijada tashqi ionizator ta'siri to'xtagandan so'ng ham gaz orqali tok o'tishi va gaz razryadi davom etadi. Gazlar elektr o'tkazuvechanligining to'liq volt-amper xarakteristikasi Rasm-3.11.da keltirilgan. So'nmas gaz razryadining amalda to'rtta turi farqlanadi: yoy razryadi, multillama razryad, uchqun razryad, toj razryad.

1. *Voy razryadi* (elektr yoyi). Torli gazlarda bosimi atmosfera bosimining o'nli ulushlaridan tortib to bir necha ming atmosferagacha bo'lgan bosimda ro'y beradi. Gaz razryadlari ichida amaliy jihatdan juda muhim ahamiyatga ega bo'lgani elektr yoyidir. Elektr yoyini hosil qilish uchun ikkita ko'mir sterjen olib, ularga 40- 50 V kuchlanish beriladi va avval ularning uchlari bir-biriga tekiziladi. Bunda ikkala sterjenning uchlari orasida birdaniga ko'zni qamashtirarli darajada ravshan nurlanish ro'y beradi. So'ngra elektrodnlarni bir-biridan biroz uzoqlashtirilsa, ular orasida yoy shaklida kuchli yorug'lik beruvchi elektr yoyi deb ataluvchi mustaqil gaz razryadi hosil bo'ladi.

2. *Miltillama razryad*. Siyraklangan gazlarda, ya'ni past bosim simob ustunlari millimetrlarining o'ndan bir, yuzdan bir ulushlarida hosil bo'ladi. Miltillama razryadni hosil qilish uchun ikki tomonga elektrodlar kavsharlangan va havosi so'rib olish uchun nasosga ulangan shisha naycha olib, elektrodnlarni kuchlanishi bir necha yuz voltli manbaga ulanadi. Naydagi havoniug nurlanish xarakteri uning siyraklashish darajasiga bog'liq boiadi. Dastlab, elektrodlar orasida binafsha rangli sharsimon gaz razryadi

hosil bo'ladi, so'ngra nay ichidagi barcha havo qizg'ish rangda yorug'lik chiqaradi.

Shunday millatlama razryad musbat ionlar katoddan urib chiqargan elektronlarning gaz molekularini zarb bilan ionlashishi tufayli hosil bo'ladi. Naydagi gaz o'zgartirilganda nurlanishning rangi ham o'zgarar ekan. Masalan, argon ko'k rang, neon qizil rang, geliy esàsariq rangli nurlanishni beradi.

3. *Uchqun razryad.* Atmosfera bosimida, elektrodlar orasidagi elektr maydonning kuchlanganligi juda katta ($E=3000 \text{ kV/m}$) bo'lganda zarbdan ionlashishi natijasida qisqa vaqtli razryad - uchqun vujudga keladi. Uchqunli razryad ravshan nurlanuvchi egri-bugri tarmoqlangan kanal ko'rinishida bo'lib, u orqali kuchi katta bo'lgan qisqa muddatli tok impulsi o'tadi. Chaqmoq (yashin) bunga misol bo'ladi: chaqmoq (yashin) ning uzunligi 10 km gacha, kattaligi diametri 40 cm gacha borishi, tok kuchi esa 10 kA gacha yetishi mumkin, impulsning davomiyligi 10^{-4} s. ga teng. Har qaysi chaqmoq bitta kanalidan ketma-ket keladigan bir necha impulsdan iborat bo'ladi. Uchqim kanalidagi gazning temperaturasi juda yuqori 10000K gacha yetadi. Gazning tezda kuchli qizishi bosimning keskin ortishiga va tovush to'liqlarini paydo bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun ham, chaqmoq chaqqandan keyin momoqalldiroqning gumbirlashi eshitiladi.

4. *Toj razryad* atmosfera bosimida bir jinsli bo'lmagan kuchli elektr maydoni mavjud bo'lgan hollarda havoda kuzatiladi. Masalan, toj razryad qorong'i tunda yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyasi atrofida yoki qorong'i qilingan auditoriyada yuqori kuchlanishli tok manbaiga ulangan simlar atrofida xuddi quyosh tojiga o'xshash nurlanish kuzatiladi. Toj razryad simlar atrofida emas, balki uchli o'tkazgich atrofida, kema machtalarinida, daraxtlarning uchlarida ham kuzatiladi. Toj razryadning hosil bo'lish mexanizmini quyidagicha tasavvur qilish mumkin. Yuqori kuchlanishli sim atrofida tasodifan hosil bo'lgan musbat ionlar manfiy sim tomonga harakatlanadi va undan elektronlarni urib chiqaradi, ular o'z navbatida gaz molekularini ionlashtiradi. Bu jarayonda nurlanish kuzatiladi.

Plazma haqida tushuncha. Plazmaning elektr o'tkazuvchanligi. Ancha yuqori temperaturalarda atom va molekularlarning to'qnashishi hisobiga gazning ionlashishi boshlanadi. Modda plazma holatiga o'tadi. Musbat va manfiy zaryadlar konsentratsiyasi amalda bir xil bo'lgan yuqori darajada ionlashgan gaz holatiga *plazma* deyiladi.

Plazma moddani alohida holatidir, ya'ni uning shunday o'ziga xos xossalari borki, uni moddani to'rtinchi agregat holati ham deyishadi.

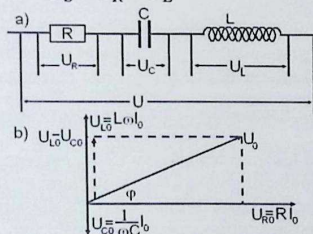
Plazmadagi zaryadli zarrachalar harakatchanliklari tufayli elektr va magnit maydonlari ta'sirida oson ko'chadi. Shuning uchun plazma ayrim sohalarining elektr jihatdan neytralligining bir xil ishorali zaryadlar to'planishi hisobiga buzilishi bartaraf qilinib turiladi. Plazmaning zaryadli

zarrachalari orasida Kulon kuchi ta'sir qiladi. Har bir zarra o'z atrofidagi juda ko'p zarralar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Shu tufayli plazning har bir zarrasi xaotik issiqlik harakatida qatnashish bilan birga turli xil tartibli harakatda ham qatnashadi. Plazmada turli xil tebranishlar va to'lqinlar hosil bo'ladi. Plazma zaryadli zarrachalardan tashkil topgani uchun bu zarrachalar magnit maydoni kuch chiziqlari ko'ndalang yo'nalishda erkin ko'cha olmaydi va kuch chiziqlariga o'ralgan traektoriya bo'ylab harakat qiladi.

Plazma past temperaturali va yuqori temperaturali plazmaga bo'linadi. Past temperaturali plazmaga gaz razryadi natijasida hosil bo'lgan gaz razryadli plazmalar kiradi. Ularning temperaturasi $T < 10^5 \text{ K}$ bo'ladi. Yuqori temperaturali plazmada gaz to'la ionlashgan (100%) holatda bo'ladi. Bu plazma juda ko'p miqdordagi tez harakatlanayotgan elektronlar va musbat ionlardan iborat bo'ladi. Yuqori temperaturali yoki izotermik plazmaning temperaturasi million gradusdan yuqori bo'ladi. Koinotdagi moddalar asosan (99%) plazma holatida bo'ladi. Quyosh va yulduzlar to'liq ionlashgan plazmadan, ya'ni yuqori temperaturali plazma deyiladi. Bundan tashqari yuqori temperaturali plazma termoyadro sintezi jarayonda ham yuzaga keladi.

Butun zanjir uchun Om qonuni. Aktiv R , sig'im C va induktivlik L dan iborat bo'lgan ketma-ket ulangan zanjirni qaraymiz (Rasm-3.12.) a)-rasm va undan $I = I_0 \sin \omega t$ tok o'tayotgan bo'lsin. Zanjir qisqichlaridagi kuchlanish U , U_C , U_R va U_L kuchlanilari yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$U = U_S + U_R + U_L \quad (3.43)$$



Rasm-3.12. O'zgaruvchan tok zanjiri

Barcha qo'shiladigan kattaliklar bir xil chastotadagi garmonik tebranishlar bo'lgani uchun, yig'indi tebranish ham shunday chastotadagi garmonik tebranishdan iborat bo'ladi. U ni U_C , U_R va U_L - larning vektor-diagrammasidan topish mumkin (Rasm-3.12. b-rasm). Avval U_L va U_C vektorlar qo'shiladi. Natijada qo'shiladigan vektorlarning kattasi tomon

yoʻnalgan va absolyut qiymati $I_0 \left| L\omega - \frac{1}{\omega C} \right|$ ga teng boʻlgan vektorga ega boʻlamiz (uziq chiziq). Soʻngra bu vektorni U_{R0} vektor bilan qoʻshib, yigʻindi kuchlanish vektor-amplituda U_0 ni topamiz. Rasm-3.12 dan koʻrinadiki, yigʻindi kuchlanish $U = U_0 \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ faza jihatidan tok kuchiga nisbatan φ ga siljigan va uning tangens burchagi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (3.44)$$

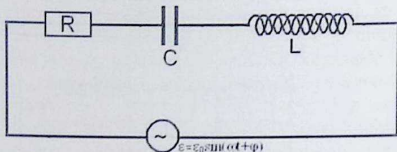
Kuchlanish amplitudasi esa, quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$U_0 = I_0 \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C} \right)^2} \quad (3.45)$$

Bu ifodadan quyidagini topamiz:

$$R = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C} \right)^2} \quad (3.46)$$

Buga *toʻla qarshilik* deyiladi. Shuni qayd etamizki, bu qarshiliklar: R , R_L va R_C qarshiliklarning arifmetik yigʻindisiga teng emasdir. Bundan tashqari R_L yoki R_C reaktiv qarshiliklardan biri oshganda, toʻla qarshilik kamayishi mumkin.



Rasm-3.13. Oʻzgaruvchan tok zanjiri (toʻla zanjir)

Oʻzgaruvchan tok zanjirda (Rasm-3.13) energiyaning bir turdan boshqa turga aylanishini qarab chiqaylik. Tashqi kuchlarning dt vaqt ichida bajargan ishi dA_{tashqi} aktiv qarshilikdan issiqlik energiya dQ ajralib chiqishga ketadi, shuningdek kondensatorning energiyasi dW_c va gʻaltakning magnit energiyasini dW_{mag} oʻzgartirishga ketadi.

§3.4. Magnit maydoni. Moddalarning magnit xossalari. Magnetiklar. Qishloq xoʻjaligida magnit hodisalardan foydalanish. Magnitobiologiya.

Magnit kuchlarining elektr kuchlaridan oldin kashf qilinishiga tabiatda Yer magnit maydonini oson payqashga imkon beradigan moddalar— «tabiiy

magnitlar»ning mavjudligi sabab bo'ldi. Magnit xossalariga ega bo'lgan ruda—*magnetit* (boshqacha «magnit temirtak») qadim zamonlardayoq topilgan edi. Bu ruda asosan temir kuporosi-oksid $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ dan iborat.

Magnetitning xossalari—bu ruda bo'laklarining bir-birini tortishi, ularning temirni, po'latni tortishi va magnetitlar tekkan po'lat buyumlarda magnit xossalarining saqlanishi (po'latning magnitlanishi) kishilar tomonidan sezilmay qolmadi. Magnetit sterjencha yoki magnitlangan po'lat og'irlik markazidan o'tuvchi o'qdan osilganida har doim deyarli Yer meridian bilan mos keladigan yo'nalishda burilib qolishi ham kuzatildi. Dengizda suzishning rivoj topgan davrida bunday strelka—magnit kompaslar umumiy ravishda qo'llanilgan edi. Magnit strelka bundan 3000 yil muqaddam ko'hna Xitoyda yo'nalishni aniqlash uchun qo'llanilgan (atoqli kishilar sayil qiladigan aravachalarga yo'l qanday burilishidan qat'i nazar, har doim janubga qaragan magnit ko'rsatkichlar o'rnatilardi).

Magnitlar o'zaro ta'sirining aniq qonunlarini 1785 yilda Kulon elektr zaryadlarining o'zaro ta'siri qonunlari bilan deyarli bir vaqtda kashf qilgan. Tokning magnit maydoni mavjudligini birinchi marta 1820 yilda daniyalik fizik Ersted payqagan. Shu vaqtdayoq fransuz fizigi Amper magnetizm tabiati elektr zaryadlarining harakatidan iborat deb uning tabiatini aniqlagan edi. 1820 yil oxiriga kelib Bio va Savar tokning magnit maydonini aniq belgilaydigan qonun kashf qildilar. 1883 yilda Faradey va rus olimi Lens elektr va magnit energiyalarining o'zaro bir-biriga aylanish qonunlarini aniqladilar. Moddalar magnit xossalarining mohiyati elektrdan ekani haqidagi Amper aytgan fikr faqat XX asrda eksperimental to'liq isbotlandi va qat'iy nazariya sifatida rivojlantirildi.

Ilgarigi vaqtlarda fiziklar elektr maydoni bilan bog'liq bo'lgan elektr zaryadlaridek, magnit maydoni bilan bog'liq bo'lgan «magnit zaryadlar» yoki «magnit massalar» mavjud deb faraz qilardilar. Bu analogiya elektr zaryadlar orasidagi o'zaro ta'sir qonunlari bilan magnit qutblari orasidagi o'zaro ta'sir qonunlarining o'xshashligi bilan tasdiqlangandek ko'rinar edi. Buning ustiga Kulonning ikkala qonuni ma'lum jihatdan Nyutonning butun olam tortishish qonuni bilan o'xshashdir. Biroq, bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda mavjud bo'lgan musbat va manfiy zaryadlardan farqli ravishda musbat va manfiy «magnit massalari» ning har qanday sharoitda ham bir-biridan ajratib bo'lmashligi dalili qadimdan ma'lum edi. Sindirilgan magnit bo'laklari qancha bo'lakka sindirilgan bo'lsa ham magnitligicha qola beradi. Shuning uchun magnit massalari mavjudligi haqidagi faraziya haqiqatga yaqin bo'lib chiqmadi va Amporning magnit xossalarini molekulyar toklar vujudga keltiradi degan farazi qiziqish tug'dira boshladi. Biroq o'sha yillari «magnitostatika»ning barcha masalalarini elektrostatiikaning shunga o'xshash masalalarini yechishga keltiruvchi matematik metodlar ishlab chiqilgani tufayli fiziklar bu metodlarning rivojlanishi, ayniqsa, sodda bayon qilinishi

uchun «magnit massalari», haqidagi gipotezadan kelib chiquvchi terminologiyani qo'llash qulay deb tushunar edilar. Qat'iy aytganda, bu terminologiyaga zaruriyat yo'q edi, chunki bunday matematik usullardan foydalanish uchun magnit qutblari–magnit maydoni intensivligi (konsentrasiyasi) eng ko'p bo'lgan joylardir, degan yetarlicha to'liq asoslangan tushunchaning o'zi yetarli edi.

Davrga xos odat kuchi tufayli magnit qutblari tushunchasi magnit maydoni manbai bo'lgan magnit massa haqidagi metofizik tasavvur bilan soxtalashtirib yuborildi. Magnetizmni bunday tushuntirish barcha o'quv qo'llanmalarida, qisman ilmiy adabiyotda ham uzoq vaqt hukm surdi. Magnit maydoni va moddalar magnit xossalari haqiqiy «manbai» hyech qanday mavjud bo'lmagan soxta magnit massalar emas, balki molekulyar toklar ekanligi aniqlanganidan so'ng eskicha tavsiflashni saqlagan holda, tegishli izohlar bera boshladilar.

Shuning uchun oxirgi paytlarda magnetizm haqidagi ta'limotni butunlay boshqa asoslarda qayta qurishga oid intilishlarga ajablanmasa bo'ladi. Shunga o'xshash barcha hollarda bo'lgani kabi, ayrim avtorlar endi, boshqa kuyga tushdilar: magnetizm haqidagi ta'limotni magnit massalari haqidagi metafizik tasavvurdan ozod qilish bilan bir yo'lakay fizikadan magnit qutblari haqidagi tushunchani ham uloqtirib tashlashga ahd qildilar. Magnetizmni eksperiment va kuzatishlarga asoslangan magnit qutblari tushunchasidan foydalanmay izohlaydigan bir necha o't-kir, biroq sun'iy, unchalik ishonch hosil qilmaydigan usullari taklif qilindi.

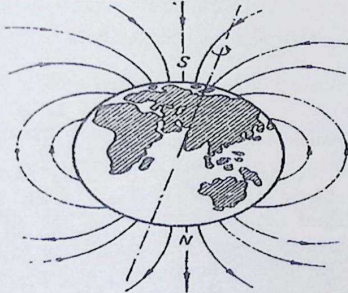
Magnit qutblari. Magnetizmni eksperimental tekshirishning butun tarixiy taraqqiyoti magnit qutblari haqidagi -tasavvurga tayanishi bejiz emas. Shubhasiz, har qanday fizik nazariyani bayon qilishning ko'p usullarini o'ylab topish mumkin. Biroq bayon qilish usuli to'g'ri bo'lishi uchun, u birinchidan, fizikaning haqiqiy rivojlanish yo'lini to'la yoritishi va, ikkinchidan, oddiy kuzatishlar va eksperimentlar asosida yaratilgan tushunchalarga tayangan bo'lishi kerak. Masalan, kuch tushunchasidan foydalanmagan holda mexanikani tuzib chiqish mumkin. Yaqinda Nyuton dinamikasini nyutoncha inersiya tushunchasidan foydalanmagan holda bayon qilish taklif qilingandi. Termodinamikani entropiya tushunchasini qo'llamasdan bayon qilish mumkin. Issiqlik hodisalari haqidagi ta'limotni issiqlik tushunchasidan foydalanmagan holda bayon qilishga doir ba'zi urinishlar ham bo'lgan va h.k. Fizikaning ayrim bo'limlarini bunday bayon qilish usullari fizikaning haqiqiy rivojlanishidan ajralib qolishi tufayli odatda o'zining samarasizligini yaqqol oshkor qilib qo'yadi, O'quv qo'llanmalarga esa foydadan ko'ra ko'proq zarar keltiradi.

Magnit qutblari haqidagi tasavvur o'zining to'liqligi va aniqligi bilan nazariyani eksperimental dalillar bilan bog'laydi. Bunga sabab, magnit qutblari haqidagi tasavvurlarda magnit maydonining obyektiv, real

xususiyatlari o'z aksini topgan. Biz tabiiy magnit bilan, sun'iy magnitlangan jism bilan, elektromagnit bilan katta yoki juda kichik magnit bilan ish ko'rishimizdan qat'i nazar, ular maydonini o'rganish hamma vaqt maydon eng ko'p to'plangan, maydon intensivligi maksimal bo'lgan joylar borligini va bunday joy har doim albatta ikkita bo'lishini ko'rsatadi. Bu joylar ko'p jihatdan o'xshash, lekin ularning ba'zi xossalari ishora jihatdan qarama-qarshi bo'ladi. Maydon ko'proq yig'ilgan bu joylarda va unga yaqinroq yotgan sohalarda magnit maydoni energiyasining ko'proq qismi yig'ilgan bo'ladi.

Magnit qutblari-«nuqtalar» emas, ozmi - ko'pmi cho'zilgan sohalardir, lekin ba'zan taxminan ularni «nuqtalar» deb qarash mumkin. Bu yerda ham mexanikada ma'lum hollarda real jism moddiy nuqta deb qaralgani kabi, qutblar ham «nuqtalar» deb qoraladi. Karton varaq ustiga sepilgan temir kukunlariga magnitni yaqinlashtirib ohista chertilgandagi barchaga ma'lum manzara magnit maydoni strukturasi haqida birinchi tasavvur beradi. Bu oddiy tajribada magnitlangan kukunning magnit kuch chiziqlari bo'ylab joylashishi magnit maydonini hosil qilgan materiyaning yashirin harakati mavjud ekanligidan dalolat beradi. Maydonga mitti magnit strelkalari joylashtirganimizda maydonning yanada to'laroq manzarasini hosil qilamiz, magnit strelkalarining ma'lum oriyentatsiyalanishi maydon kuch chiziqlarining qutbliligini aniq ko'rsatadi, ya'ni maydon chizig'ida manfiy va musbat yo'nalish bor ekanligini oydinlashtiradi.

Magnit strelkaning Yer magnit maydonida shimolga qaragan uchi shimoliy yoki musbat qutb, qarama-qarshi uchi janubiy yoki manfiy qutb deb qabul qilingan. Bir ismli magnit qutblari itarishishi, har xil ismli qutblari tortishishi hammaga ma'lum. Demak, Yerning shimoliy geografik qutbida uning janubiy magnit qutbi joylashgan.

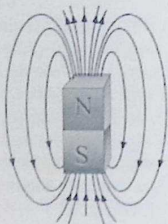


Rasm.3.14. Yer magnit maydonining kuch chiziqlari yo'nalishi.

Magnit tashqarisidagi maydon kuch chiziqlari shimoliy (musbat) qutbdan uning janubiy (manfiy) qutbiga yo'nalgan deb hisoblanadi, magnit ichida esa ular tutashadi.

To'g'ri chiziqli magnit maydonini batafsil o'rganish magnit maydoni kuch chiziqlari yig'ilishi uning uchlarida bo'lmagan, uchlaridan biror masofada ekanini ko'rsatdi. Elektr zaryadlari kattaligi zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchida namoyon bo'lganidek, magnit qutblari ham qutblarning o'zaro ta'sirida namoyon bo'luvchi qutb kattaligi bilan xarakterlanishi Kulon tajribalarida aniqlangan. Magnit qutbi kattaligi birligi teng qutblarning uzunlik birligiga teng masofadan 1 birlik kuch bilan o'zaro ta'sirining dinamik effekti bilan aniqlanadi.

«Absolyut» magnit birligi Gauss sistemasida magnit qutbi kattaligi birligi qilib, vakuumda 1 cm masofadagi o'ziga teng qutbga 1 dina kuch bilan ta'sir qiladigan magnit qutbi kattaligi olinadi, bunda, boshqa qutblar ta'siri uzoqlashtirib butunlay yo'qotiladi. Magnit induksiya chiziqlarining ko'rsatilgan soni, o'z mohiyati jihatidan, maydonning eng ko'p to'plangan joyi—qutb kattaligining o'lchovi bo'ladi.



Rasm-3.15. Magnit sterjening magnit induksiya chiziqlari.

Agar magnit qutbining ko'ndalang kesimi yuzi S bo'lsa, u holda

maydon bir jinsli bo'lganida, magnit induksiya $B = \frac{4\pi \cdot m}{S}$ bu yerda μ ning qiymati birdan kichik bo'lgan moddalar diamagnit moddalar deyiladi; diamagnit muhitda magnit qutblarining o'zaro ta'siri bo'shliqdagidan kuchliroq bo'ladi. Magnit kirituvchanlik μ ning son qiymati dielektrik doimiy ϵ ning son qiymati singari moddaning atom tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Ko'pchilik jismlar uchun μ birdan kam farq qiladi, birning bir necha milliondan yoki bir necha mingdan bir ulushicha ko'p yoki oz bo'ladi. Faqat uch element, temir, nikel va kobalt boshqa muhitlardan keskin farq qiladi.

Ular uchun μ yuz va minglar bilan ifodalanadi. Bu elementlarning magnit xossalari boshqa jihatdan ham beshqalardan farq qiladi. Bu uchta modda gruppasi ferromagnit jismlar deb nom olgan. Tarkibida bu uch elementdan birortasi bo'lmagan ba'zi metall qotishmalari ham ferromagnitlardir. Ferromagnit moddalarda μ doimiy kattalik bo'lmagan, magnit kuchlari kattaligiga bog'liq bo'ladi.

Magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishinigina emas, shu bilan birga maydonda ta'sir qilayotgan kuchlar kattaligini o'rganish uchun ham ba'zan qutblari kattaligi avvaldan o'lgangan uzun ingichka «sinash» magnitidan foydalaniladi. Bunday magnitning bir uchi maydonning o'rganiladigan sohasiga kiritiladi va «sinash» magnitining ikkinchi qutbi maydon intensiv bo'lmagan sohaga oriyentirlangan holda, magnitning o'rganilayotgan maydon sohasiga kiritilgan qutbiga ta'sir qilayotgan kuch o'lganadi. Magnitning 1 magnit birlik kattalikdagi shimoliy qutbiga ta'sir qiluvchi kuch magnit maydoni kuchlanganligi deyiladi va H bilan belgilanadi. Kattaligi 1 absolyut magnit birligiga teng magnit qutbiga 1 dina kuch bilan ta'sir qiluvchi maydon kuchlanganligi magnit maydonining absolyut birligi bo'ladi. Magnit maydoni kuchlanganligining bu birligi ersted deb nom olgan.

Elektr maydonidagi singari magnit maydonini induksiya chiziqlari bilan ifodalash ancha qulay bo'ladi. Magnit induksiyasi B vektori elektr induksiyasi D vektoriga o'xshash

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$$

Magnit maydonining asosiy xarakteristikasi hisoblangan magnit maydon induksiya vektori ham elektrostatik maydonning asosiy xarakteristikasi hisoblangan kuchlanganlik vektori kabi aniqlanadi. Doimiy tok o'tuvchi ixtiyoriy qo'zg'almas o'tkazgichlar sistemasining hosil qilgan magnit maydonini qaraymiz va "sinash tok elementi" $I_0 dl$ ga ta'sir qiluvchi kuch F ni topamiz. Sinash tok elementi uchun qisqa va yupqa ko'zg'almas o'tazgich olinadi, unga ta'sir etuvchi kulni o'lgash uchun silliq tutashtiruvchi sim olish kerak. Bundan tashqari undan juda kichik tok o'tkazish kerak.

$$dF = I_0 dl_0 B \sin \alpha \quad (3.47)$$

Bu formula elektrostatikadagi $F=qE$ ga o'xshashdir.

Vektor B sinash tok elementi kattaligiga va yo'nalishiga bog'liq bo'lmaydi, demak maydonning xarakteristikasi bo'la oladi. Unga **magnit maydon induksiya vektori** deb aytiladi.

Tashqi maydonga kiritilgan paramagnitdagi magnit momentlar magnit maydon bo'ylab joylashadi. Ular uchun $\mu > 1$. Paramagnit moddalarga misol; alyuminiy, O_2 , molebden va boshqalar kiradi.

Diamagnitlar uchun $\mu < 1$. Misol, azot, vodorod, mis, suv va boshqalar.

Bir jismlimas maydonda diamagnit maydondan itariladi. Masalan alanga itariladi. Ferromagnitlarda $\mu \gg 1$.

Ferromagnit tabiati kvant nazariyasi asosida tushuntiriladi. Masalan, Fe, Ni, kobalt, qotishmalar. Ularda gisterezis hodisasi kuzatiladi. Ya'ni magnitlanish darajasi maydon induksiyasiga bog'liq. Ferromagnitlarda domenlar mavjud. Ularda shunday bir temperatura mavjudki, undan past temperaturada ferromagnit, yuqori temperaturada esa paramagnit. Bu nuqtaga Kyuri nuqtasi deyiladi.

Magnit maydonidan amalda ko'p maqsadlarda foydalanadilar. Medisinada kuchli magnit maydoni yordamida ko'zdagi temir buyumlarni operatsiyasiz olishda ishlatiladi. Organizmning ko'p qismi diamagnitdir. Organizmdagi ion va molekularlar paramagnitdir. Organizmda ferromagnit zarrachalar yo'q. Organizmdagi biotoklar kuchsiz magnit maydoni hosil qiladi, magnitokardiografiya.

Magnitobiologiya magnit maydonning organizmga ta'sirini o'rganadi. Qonning xarakteristikasi magnit maydonda o'zgarishi mumkin, o'simliklarning rivojlanishi va hakoza ta'sirlar. Bunga sabab molekularlarning magnit maydonda orentirlanishi. Ionlarning Xoll effekti tufayli siljishidir.

Yaxlit metallarda yurmali toklar hosil bo'ladi. Bunday toklar biologik organlarda ham hosil bo'lishi mumkin. Fizioterapiyada uyurmali toklar yordamida terining ba'zi qismlarini isitishda foydalanadilar (induktoterapiya). Magnit maydoni yordamida qoramollar yutgan temir buyumlarni oshqozondan olish mumkin.

Baland kengliklarda qutb yog'dusining ko'plab hosil bo'lishi, Yer magnit maydonining ta'siri bilan tushuntiriladi. Kosmosdan Yerga uchib kelayotgan zaryadli zarrachalar Yerning magnit maydoniga tushadi va maydonning kuch chi-ziqlari bo'ylab, ularga «o'ralgan» holda harakatlanadi. Yer magnit maydonining konfiguratsiyasi shundayki zarralar Yerga asosan qutb sohalarida yaqinlashadi va erkin atmosferada yolqin razryad hosil qiladi. Rus olimi Chinovskiy ko'plab biologik jarayonlarning davriy takrorlanishini aniqladi. Bu esa quyoshda aktivlikning o'zgarishi bilan bog'liqdir. Hayvonlar va hashoratlar populyatsiyasi epidiyalarning takrorlanishi, sezondan boshqa davrda hayvonlarning migratsiyasi, inson va hayvon qon to'qimasi tarkibining o'zgarishi, tug'ilish va o'lish, hattoki avtomobil halokatlari va travmatizmning o'zgarishi ham magnit bo'ronlariga bog'liq ekan. Magnitobiologik effektlar asosan quyidagilardan iborat: 1. Doimiy magnit asosan tomirlarga, jigarga, o'pkaga ta'sir qiladi. 2. Leykosit va eritromisetlar ko'payadi. 3. Miyaning elektr aktivligi oshadi. 4. Hayvonlar harakatchanligi oshadi. Baliq va qushlarda $4000 \cdot 10^{-4}$ Tl. maydonda to'la harakat to'xtaydi. Yerning o'rtacha magnit maydoni $0,7 \cdot 10^{-4}$ Tl.

Erkin radikalalar – bu molekula yoki molekulaning bir qismi bo'lib, u kompensatsiyalanmagan elektron spinga ega.

Erkin radikalning magnit momenti mavjud, shu sababli to'g'ridan-to'g'ri magnit kirituvchanlikni o'lchash yo'li bilan erkin radikalni aniqlash mumkin. 1944 y Zavayskiy elektron paramagnit rezonans usulini aniqladi. Bunda elektromagnit energiya yutilishiga asoslangan. Rezonans yutilish moddaning magnit xossasi bilan bog'liqdir, ya'ni elektron va atom yadrosi magnit xossalari asoslangan. *EPR* yordamida biologik sistemalarda erkin radikallarni aniqlash mumkin.

Silliqlik sirtli urug'larni (beda, zig'ir, yo'ngichka) yovvoyi o'tlarning g'adur-budur sirtli urug'lardan tozalaydigan urug' tozalash magnit mashinasini ishlashi ham ferromagnit xossalari asoslangan. Bu urug'lar aralashmasiga ferromagnit kukunlar aralashtiriladi. Ular yovvoyi o't urug'lari g'adurbuduriga kirib qoladi va elektromagnit barabaniga tortiladi.

Test savollari

1. Javoblarning qaysi birida elektr maydon kuchlanganligi formulasi keltirilgan?

a) $E = \frac{F}{q}$; b) $\varphi = \frac{A}{q}$; c) $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$; d) $F = qE$.

2. SI tizimida potentsial qanday birliklarda o'lchanadi?

a) $\frac{N}{C}$; b) $\frac{J}{C}$; c) $\frac{N}{m}$; d) $\frac{W}{m^2}$.

3. Quyidagi tenglamalardan qaysi biri Amper qonunini ifodalaydi?

a) $F = ma$; b) $F = qvB \sin \alpha$; c) $F = IB \sin \alpha$; d) $\sigma = E\varepsilon$.

4. Hujayra membranasida qanday kuchlanganlikda teshiladi?

a) 15000 V/m ; b) 250 V/m ; c) 2500 V/m ; d) 30000 V/m.

5. Elektr maydon kuchlanganligi va potentsiallar ayirmasi orasidagi bog'lanish qaysi javobda to'g'ri berilgan?

a) $E = \Delta\varphi$; b) $E = \Delta\varphi \Delta x$; c) $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta x}$; d) $E = \Delta x$.

6. Magnit maydonida harakatlanuvchi zaryadli zarrachaga ta'sir etuvchi kuch qanday nom bilan ataladi?

a) Lorens kuchi ; b) Amper kuchi ; c) Kulon kuchi ; d) Nyuton kuchi.

7. Elektromagnit induksiya asosiy qonuni qaysi javobda ko'rsatilgan?

a) $\varepsilon = -\Delta\Phi$; b) $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; c) $\varepsilon = \Delta\Phi \Delta t$; d) $\varepsilon = \Delta t$.

8. Biologik ob'ektlarga berilishi mumkin bo'lgan elektromagnit energiya nimaga proportsional?

- a) geomagnit maydon induktsiyasi B ga;
- b) geomagnit maydon induktsiyasining o'zgarish tezligiga $\Delta B / \Delta t$;
- c) geomagnit maydon induktsiyasining o'zgarish tezligining kvadratiga $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)^2$;
- d) geomagnit maydon induktsiyasi o'zgarishi ΔB ga.

Sinov savollari:

1. Elektr maydon nima? Maydon kuchlanganligi haqida tushunchalar bering.
2. Potensial va potentsiallar farqi, ularning o'lchov birligi.
3. Moddalarning elektr xossalari.
4. Yarim o'tkazgich va ularning xossalari.
5. Dielektrik kirituvchanlik nimani ko'rsatadi?
6. Tirik organizm dielektrik kirituvchanligining organizm holatiga qarab qanday bog'liq bo'ladi?
7. Termistorlar va ularning qo'llanilish sohalari.
8. Elektrolitlar deb nimalarga aytiladi?
9. Elektroliz va uning qonunlari.
10. Tirik organizmga o'zgarish tokning ta'siri.
11. Uyg'onish tokining ta'sir etish vaqti nimaga bog'liq?
12. Biopotentsiallar qanday aniqlanadi?
13. Tinchlik va qo'zg'alish biopotentsiallari haqida tushuncha bering.
14. Biopotentsialarni o'lchash (*EKG*) usullari.
15. Hujayra biopotensialini nimani ifodalatdi?
16. Magnit maydoni nimani ifodalaydi?
18. Amper qonunini tushuntiring.
19. Tesla nimani ifodalaydi?
20. Magnit kirituvchanlik nima?
21. Moddalar magnit xususiyatiga ko'ra nechta xil bo'ladi?
22. Magnit maydonining tirik organizmga ta'siri?

BOB IV. OPTIK HODISALAR

§4.1. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari. To'la ichki qaytish. Endoskoplar. Refraktomeyrlar.

Optika – grekchada optikos – ko'rish degan ma'noni bildiradi. Bu bo'lim yorug'likning tabiati, uning boshqa moddalar bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi. XVII asrda yorug'likning to'liq va korpuskulyar nazariyalari paydo bo'ldi. XVIII asrda korpuskulyar nazariya tarafdorlari g'alaba qilgan bo'lsa, XIX asrda to'liq nazariyasi oldinda bo'ldi. To'liq «Dunyo efirida» tarqaladi degan fikr noto'g'ri deb hisoblandi. Maksvell elektromagnit to'liqlar nazariyasini yaratgandan so'ng «Dunyo efi»ga hojat qolmadi. Maksvell nazariyasini Fizo, Fiko va Maykelson tajribalari tasdiqladi. P.N.Lebedev esa yorug'likning bosimini o'ldi. Shu davrda yana fotoeffekt, kompton effekti va boshqa hodisalarni elektromagnit to'liqlar nazariyasi bilan tushuntirib bo'lmadi. Faqatgina 1900 yildan Plank kvant nazariyasini yaratgandan so'ng va Eynshteynning yorug'lik kvant nazariyasi e'lon qilingandan so'ng bu qarama-qarshilik barham topadi. Eynshteyn nazariyasiga binoan yorug'lik fotonlar oqimidan iborat deb faraz qilindi. Bu nazariyani N.Bor, Shredinger va Fok, Feynmanlar yoqlab chiqdi. Hozirgi davrda yorug'lik to'g'risidagi ikkala ta'limot ham o'rinli ekani va korpuskulyar-to'liq dualizmi deb yuritiladi.

Geometrik optikaning to'rtta qonuni mavjud.

1. Yorug'lik bir jinsli optik muhitda to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqaladi. Bunga yorug'likning to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqalish qonuni deyiladi.

2. Yorug'likning mustaqillik qonuni. Yorug'lik to'liqlari bir-biri bilan kesishganda ular bir-biriga halaqit bermaydi.

3. Yorug'likning qaytish qonuni. Qaytgan nur, tushuvchi nur va ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi qaytish burchagiga tengdir.

Ikki muhit ajralish chegarasining xossalari bog'liq ravishda qaytishning xarakteri ham turlicha bo'lishi mumkin. Agar chegara notekisliklari o'ldi yorug'lik to'liqlarining uzunligidan kichik bolgan sirt bo'lsa, ko'zgusimon sirt deb ataladi. Bunday sirtga parallel nurlar tushsa yorug'lik qaytgandan so'ng ham parallel holda tarqaladi. Agar notekisliklarning o'ldi yorug'lik to'liqlarining uzunligidan katta bo'lsa, ingichka dasta chegarada yoyilib ketadi. Qaytgandan so'ng yorug'lik nurlari har qanday yo'nalishlar bo'yicha tarqaladi.

Endi qaytgan yorug'lik energiyasi masalasini ko'rib chiqaylik. Biz bilamizki, ko'zguda tasvirimiz, suvdagi tasvirimizdan yorqinroq bo'ladi. Bu ikki muhit chegarasidan hamma yorug'lik qaytmasligi bilan bog'liqdir. Yorug'likning bir qismi ikkinchi muhitga kirib tarqaladi yoki qisman unda

yutiladi. Qaytgan yorug'lik energiyasi ikki muhitning xossalari bilan tushish burchagiga bog'liq bo'ladi. Agar yorug'lik shisha plastinkaga perpendikulyar tushayotgan bo'lsa, undan faqat 5% yorug'lik energiyasi qaytadi, 95% esa ikki muhit chegarasidan o'tadi. Tushish burchagi oshishi bilan qaytgan yorug'lik energiyasi oshadi.

4. Yorug'likning sinish qonuni. Tushuvchi nur, singan nur va ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan moddalar uchun doimiy bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} \quad (4.1)$$

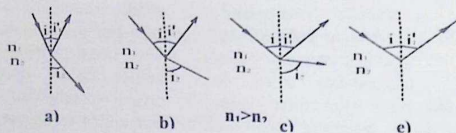
Barcha nuqtalarida yorug'likning tarqalish tezligi bir xil bo'lgan muhitga optik bir jinsli muhit deyiladi. Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi deb, yorug'likning vakuumdagi C tezligining moddada V tezligiga nisbatiga aytiladi.

$$n = \frac{C}{V} \quad (4.2)$$

U holda (4.1) ga asosan, $n_1 = \frac{C}{V_1}$ ya'ni,

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{g_1}{g_2} \quad (4.3)$$

Sindirish ko'rsatkichi yorug'likning muhitga tushganda tezligining qanchaga kamayishini ko'rsatir ekan. $i_1 = 0$ bo'lsa, $i_2 = 0$ bo'ladi, demak ikki muhitning ajralish chegarasiga normal tushuvchi nur sinmaydi. Sindirish ko'rsatkichining kattaligi optik zichlikni ko'rsatadi. Yer atmosferasi bir jinsli emas, shu sababli uning sindirish ko'rsatkichi Yer sirtidan ko'tarilgan sari kamayib boradi. Shuning uchun yorug'lik Yerga kelguncha parallel qatlamlarda sinib qabariqlanadi. Bu hodisaga refraksiya deyiladi.



Rasm-4.1. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasini ifodalovchi chizma. n_1, n_2 - muhit sindirish ko'rsatkichlari, i_1 - tushish burchagi, i_1' - qaytish burchagi, i_2 - sinish burchagi

Agarda yorug'lik optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga tushsa, u holda $i_2 > i_1$ sinish burchagi tushish burchagidan katta bo'ladi.

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} \quad (4.4)$$

$i_2 = 90^\circ$ va $\sin i_2 = 1$ va bu holda singan nur ikki muhit chegarasi bo'ylab tarqaladi, bunda tushish burchagi to'la qaytishning limit burchagi deb ataladi:

$$\sin i_{1,2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (4.5)$$

$$\text{Agar ikkinchi muhit havo bo'lsa } \sin i_{1,2} = \frac{1}{n} \quad (4.6)$$

Bu hodisa yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Shisha havo chegarasi uchun limit burchagi 42° . Shu burchakdan katta bo'lsa to'la ichki qaytish yuz beradi. To'la ichki qaytish hodisasidan ko'plab optik asboblarda foydalaniladi.

Masalan, nurni 90° ga burish, tasvirni teskari burish, hozirgi vaqtda to'la ichki qaytishdan tola optikasida keng qo'llanilmoqda. Shisha tola optik zichligi kamroq modda bilan qoplanadi. Tolaning bir uchiga tushgan nur ikkinchi uchidan bemaol chiqib ketadi. To'la ichki qaytish yordamida bir muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi ma'lum bo'lsa, boshqa muhitning sindirish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan asbobga *refraktometr* deyiladi.

Pulfrix refraktometri suyuq va qattiq shaffof jismlarning sindirish ko'rsatkichini aniqlaydi. Bunda prizmadan o'tgan nurlarning sinish burchagini o'lehab, modda sindirish ko'rsatkichi topiladi.

Abbe refraktometrining ishlash prinsipi yorug'likning sindirish ko'rsatkichlari turlicha bo'lgan ikki muhitning ajralish chegarasidan o'tganda sodir bo'ladigan optik hodisalarga asoslangan.

Refraktometrlar yordamida moddalar tarkibi, turli mahsulotlar sifatini nazorat qilishda, dorishunoslikda, oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladi. Qattiq va suyuq moddalar gidrodinamik tadqiqotlari yordamida ularning bir jinsliliigi tekshiriladi.

Endoskoplar ishlash prinsipi to'la ichki qaytish hodisasiga asoslangan bo'lib yorug'lik tolali ingichka naydan iborat. Uning ichida lampochka va linza qo'yilgan. Undan asosan odam va hayvonlar ichki organlarni, asosan oshqozonni tekshirishda ishlatiladi

§4.2. Fotometriya asoslari va uning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi. Yorug'likning tirik organizmga ta'siri. Fotosintez. Quyosh nurining biologik ta'sirlari.

Fotometriya optikaning yorug'lik intensivligini o'lchash bilan shug'ullanadigan bo'limidan iboratdir. Fotometriyada ikki xil kattaliklar qaraladi:

1. Energetik, ya'ni optik nurlanishni quvvat tomondan xarakterlaydigan xossalari.

2. Yorug'likning fiziologik ta'siri o'rganiladi.

Nurlanish oqimi Φ_e deb, biror sirtidan o'tayotgan yorug'lik nurlanishi elektromagnit to'lqinlarining shu sirtidan 1sekundda olib o'tgan energiya

miqdoriga aytiladi.

$$\Phi_e = \frac{W}{t} \quad (4.7)$$

Nurlanish oqimi vatlarda o'lchanadi.

Birlik yuzadan vaqt birligida o'tuvchi yorug'lik energiyasiga *yorug'lik oqimi zichligi* deyiladi.

$$M = \frac{\Phi}{S} \quad (4.8)$$

Nurlanish oqimini ko'rish xususiyatini hisobga olgan holda quyidagicha

ifodalash mumkin.

$$\Phi_m = W_\lambda \cdot V_\lambda \quad (4.9)$$

Bunda V_λ – ko'rinuvchanlik koeffitsiyenti deyiladi.

$$V_\lambda = \frac{W_m}{W_\lambda} \quad (4.10)$$

$\lambda = 0.555 \text{ mkm}$ dagi nurlanish quvvati W_m odam ko'zi shu to'lqin uzunlikdagi nurlanishga (spektrning yashil qismi) eng sezgirdir.

Nuqtaviy yorug'lik manbai deb, o'lchamlari yorug'lik yetib borgan masofaga nisbatan juda kichik bo'lgan manbaga aytiladi. *Yorug'lik kuchi deb*, nuqtaviy yorug'lik manbaining birlik fazoviy burchak hosil qiluvchi yorug'lik oqimiga aytiladi.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (4.11)$$

Bunda Ω - fazoviy burchak. Yorug'lik kuchining birligi $W/\text{sterradian}$ bo'lib,

fazoning konus sirti bilan chegaralangan qismi fazoviy burchak deyiladi

$$\Omega = \frac{S}{R^2} \quad (4.12)$$

fazoviy burchak o'lchov birligi sterradian.

$$\text{Butun fazoviy burcha} \quad \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi = \Omega \quad (4.13)$$

Yorug'likning turli to'lqin uzunliklarda ko'zga ta'siri har xil bo'lgani uchun faqat yorug'lik uchun maxsus birliklar kiritiladi. SI birliklar sistemasida yorug'lik kuchining birligi – kandela asosiy birlikdir.

$$\Phi = I \cdot \Omega \quad (4.14)$$

Bundan yorug'lik oqimi ta'rifi kelib chiqadi.

Yorug'lik oqimi fazoviy burchak bir sterradian bo'lganda 1 Cd yorug'lik nurlayotgan nuqtaviy manbaning hosil qilgan oqimi deb qarash mumkin. U holda uning o'lchov birligi 1 lyumen bo'ladi, ya'ni 1 lm = 1 kandala. Ister

Sirlarni yoritishni miqdoriy baholash uchun yoritilganlik tushunchasi kiritilgan. *Yoritilganlik deb*, shu sirtga tushayotgan yorug'lik oqimining shu sirt yuziga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (4.15)$$

Agar sirtning o'lchamlari manbagacha bo'lgan masofaga nisbatan kichik bo'lsa, yoritilganlik manbaning yorug'lik kuchiga to'g'ri proporsional va manbagacha masofa kvadratiga teskari proporsionaldir.

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2} \quad (4.16)$$

Yoritilganlik o'lchov birligi lyuks, ya'ni 1 lk = 1 lm / m²

Yoritilganlik haqida yaxshiroq tasavvurga ega bo'lish uchun quyidagi kattaliklarga e'tibor beramiz. Quyosh yorug'ligi tikka tushsa $E \sim 10^5$ lk, o'qish uchun zarur bo'lgan yoritilganlik 40 lk, to'lin Oy hosil qilgan yoritilganlik 0,2 lk, o'qish uchun minimal yoritilganlik 10 lk, auditoriya, laboratoriya uchun 150 lk, buzoqxona, cho'chqaxona uchun 10 lk, tovuqxona uchun 20 lk.

Manba nuqtaviy bo'lmasa, u holda yorug'lik kuchi tushunchasi yetarli xarakteristika bo'la olmaydi. Chunki, kuchi bir xil bo'lgan manbalardan sirti kichigi ravshanroq ko'rinadi. Shuning uchun yoyilgan yorug'lik manbalari uchun qo'shimcha xarakteristika ravshanlik tushunchasi kiritiladi. *Ravshanlik* yoyilgan manbaning birlik sirtidan chiqayotgan yorug'lik kuchiga teng kattalikdir.

$$B = \frac{I}{S} \quad (4.17)$$

Ravshanlik o'lchov birligi nit (nt) dir, ya'ni 1 nt = 1 kandala / m²

Tush vaqtda quyosh sirtining ravshanligi 10⁹ nt, cho'g'lanish elektr lampa tolasi 10⁶ nt, kerosin lampa alangasi 10⁴ nt, oydingsiz tungi osmon ravshanligi 10⁻⁴ nt. Ko'zning farq qiladigan eng kichik ravshanligi 10⁻⁶ nt.

Geliy-neon lazeri energetik ravshanligi $4 \cdot 10^{15} \text{ nt}$, ya'ni quyosh ravshanligidan taxminan 2,5 million marta katta.

Bir manba yorug'lik kuchini bilgan holda noma'lum kuchli manba yorug'lik kuchini aniqlovchi asboblarga *fotometrlar* deyiladi.

Fotokimyoviy reaksiya deb, yorug'lik ta'sirida bo'ladigan reaksiyalarga aytiladi. Bu holda foton ta'sirida molekula uyg'onadi yoki ionlashadi. Har qanday reaksiyadagi kabi fotokimyoviy reaksiya vaqtida ham fotonlar tashqi elektron qobiqlardagi elektronlar bilan ta'sirlashadi. Yutilgan energiya miqdori nurlanish tezligiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Bu fotokimyoviy reaksiyaning asosini tashkil qiladi va Bunzen – Rasko qonuni deyiladi:

$$h\nu \Delta t_1 = h\nu_2 \Delta t_2$$

Fotokimyoviy reaksiya darajasini ko'rsatuvchi kattalik reaksiyaning kvant chiqishi deyiladi, ya'ni $\varphi = \frac{N}{N_p}$ N_p - yutilgan fotonlar soni, N - barcha

tushayotgan fotonlar soni. Agarda har bir yutilgan foton reaksiyaga kirishsa u holda kvant chiqish 100% bo'ladi. Odatda, bu bir necha foizdan oshmaydi. Masalan, fermentlarni aktivasiya qilish reaksiyasi uchun 0,1 – 0,01% ga teng.

Birlamchi va ikkilamchi fotokimyoviy reaksiyalarni farqlash muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Eynshteynning aniqlashicha har bir molekula bitta fotonni yutadi va, demak, birlamchi reaksiyadagi molekularlar soni fotonlar soniga proporsionaldir bo'ladi. Aminokislota, oqsil, nuklein kislotalarni katta dozadagi Ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirsa fotoyemirilish yuz beradi. Natijada, kimyoviy bog'lanishlar uzilib radikallar, ionlar va neytral atomlar hosil bo'ladi. Bu tur reaksiyaga Yerda bo'ladigan kislorod – ozon reaksiyasi kiradi. Quyoshdan kelayotgan Ultrabinafsha nurlar ta'sirida stratosferada kislorod molekularining dissosiatsiyasi kuzatiladi $O_2 + h\nu \rightarrow 2O$. Hosil bo'lgan aktiv kislorod atomlari kislorod molekulari bilan birlashib ozon hosil qiladi: $O + O_2 \rightarrow O_3$. Ozonning parchalanishi ham fotokimyoviy reaksiya tufayli ro'y bo'ladi: $O_3 + h\nu \rightarrow O_2 + O$. Bu ikki reaksiya natijasida 25 km yuqorida qalinligi 2 – 3 km li ozon qatlami hosil bo'ladi. Undan yuqori qatlamlarda kislorodning kamligi natijasida kam miqdorda ozon hosil bo'ladi. Undan past qatlamlarda Ultrabinafsha nurlarning kam kelishi tufayli reaksiyalar amalga oshmay qoladi. Quyoshdan kelayotgan Ultrabinafsha nurlarning to'lqin uzunligi 290 nm.dan kamini stratosfera ozon qatlami to'raligicha yutib oladi. Agar bu to'lqin uzunlikli nurlar Yerga yetib kelganda edi, barcha tirik jonzorot halok bo'lgan bo'lar edi. Ozon infraqizil sohadagi 10 mkm to'lqin uzunlikli nurlarni yutuvchi qatlamga ham egadir. Aynan shu to'lqin uzunlik Yerdagi issiqlik nurlanishga mos keladi. Demak, ozon 20% issiqlik nurlanishni ushlab turadi va issiqlik ekrani bo'lib xizmat qiladi. Natijada Yerdan issiqlikning koinotga tarqalishiga to'sqinlik qiladi. Afsuski, keyingi yillarda aviatsiyadan foydalanish va sanoat chiqindilari ta'sirida ozon

qatlami qisman yemirilib bormoqda. Arktika ustida kengligi 5 mln. km² li "Ozon tirqishi" hosil bo'lgan. Bu "tirqish" ning keyingi oshuvi Yerdagi turli kasalliklarning kelib chiqishiga sabab bo'ladi va uning ekologik ta'sirini baholash qiyindir.

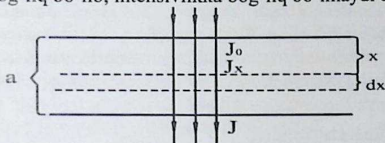
§4.3. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri. Yorug'likning yutilishi va uning qonuniyatlari. Polyarimetr va saxarometrlar yordamida biologik suyuqliklar konsentratsiyasini aniqlash.

Yorug'likning yutilishi deb uning biror muhitga tushganda energiyaning bir qismini issiqlik yoki boshqa tur energiyalarga aylanishiga aytiladi. Yutilish natijasida intensivlik kamayadi.

Yorug'lik intensivligi deb nurga perpendikulyar 1m² yuzaga 1s vaqtda olib o'tilgan energiya miqdoriga aytiladi. Biror shaffof moddadan x-qalinlikdagi qatlam ajratamiz. Yorug'likning bu qatlamdan o'tishi tufayli intensivligining o'zgarishi

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (4.18)$$

Bu formula Buger qonunining ifodasidir. Bunda I_0 va I - tushayotgan va qalinligi x bo'lgan moddadan chiqayotgan yorug'lik intensivligi α - yutilish koeffitsienti bo'lib, yorug'lik to'lqin uzunligi, modda kimyoviy tarkibiga va modda holatiga bog'liq bo'lib, intensivlikka bog'liq bo'lmaydi doimiy.



Rasm-4.2. Yorug'likning yutilish qonunini chiqarish uchun foydalaniladigan chizma.

$x = \frac{1}{\alpha}$ qatlamda intensivlik e-marta kamayadi, normal sharoitda havo uchun $\alpha \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$, shisha uchun 1 m^{-1} , metallar uchun 10^6 m^{-1} .

Har qanday modda yorug'likni tanlab yutish xususiyatiga egadir. Masalan, suv va suv bug'lari infraqizil nurlarni kuchli yutadi. Odatdagi shisha ko'rinadigan nurlarni yaxshi o'tkazadi, infraqizil nurlarni ancha zaiflashtiradi, Ultrabinafsha nurlarni deyarli butunlay yutadi. Tirik o'simliklarning barglari ko'rinuvchi spektrning yashil ($0,52 < \lambda < 0,6 \text{ mkm}$) va to'q qizil ($\lambda > 0,7 \text{ mm}$) sohalaridan tashqari butun sohani kuchli yutadi. Bunday yutishga barglardagi pigment, xlorofill sabab bo'ladi. Yorug'likning yutilishi, uning molekular bilan o'zaro ta'siri tufayli sodir bo'lgani uchun yorug'likning yutilish qonunini molekulaning ba'zi bir xarakteristikalari bilan bog'lash mumkin. n - molekula konsentratsiyasi, σ - molekula yutilishining effektiv kesimi bo'lsa, u holda

$$I = I_0 e^{-\sigma_{IX}} \quad (4.19)$$

yoki
$$I = I_0 e^{-\chi x} \quad (4.20)$$

bu formulalar Buger – Lambert – Beer qonunini ifodalaydi. $C = \frac{n}{Na}$ – molyar konsentratsiya, $\chi = \alpha C$ – yutilishining tabiiy molyar ko'rsatkichi, u

holda
$$I = I_0 e^{-\alpha \chi x} \quad (4.21)$$

χ – yutilishning molyar ko'rsatkichi

$$\tau = \frac{I}{I_0} \quad (4.22)$$

Shaffof moddalari yorug'likni o'tkazish koeffitsiyenti (4.22) formula bilan ifodalanadi.

$$D = \lg \frac{I_0}{I} = \frac{1}{2,3} \alpha C x \quad (4.23)$$

O'tkazish koeffitsiyentining teskari qiymatining o'nli logarifmiga *eritmaning optik zichligi* deyiladi. Buger – Lambert – Beer qonuniga asosanib buyalgan eritmalar da modda konsentratsiyasini aniqlashning bir qator fotometrik usullari mavjud.

Modda orqali yorug'lik oqimi o'tganda bir qismi modda atomlari tomonidan ushlanib qolinadi va yorug'lik oqimi intensivligi kamayadi. Fotonni ushlab qolish fotoeffekt vaqtida yoki elektronlarning atomdagi yuqoriroq energetik holatlarga o'tishida yuz berishi mumkin.

Yorug'likning sochilishi ham ko'rsatkichli qonunga bo'ysunadi:

$$I = I_0 e^{-m l} \quad (4.24)$$

m – sochilish ko'rsatkichi.

Reley qonuniga binoan sochilgan nur intensivligi to'liq uzunligi to'rtinchi darajasiga teskari proporsionaldir:

$$I \sim \frac{1}{\lambda^4} \quad (4.25)$$

Osmonning ko'k rangi ham yorug'likning atmosfera zarrachalaridan sochilishi sabab bo'ladi. Quyoshning botishidagi qizil rangi, ko'k va binafsha nurlarning qiya tushganda biosfera qatlamlari ichida ancha chuqurroq masofaga sochilishi natijasida oq yorug'lik spektrining o'zgarishidir. Infraqizil nurlar yanada kamroq sochiladi.

§4.4. Fotobiologik jarayonlar. Yorug'likning qutblanishi.

Quyosh nuridan fotosintezda foydalanilishi ma'lum, lekin tushayotgan quyosh nurining atiga 5% ni bevosita fotosintezga sarflanadi (bahorgi bug'doy uchun 3,26%, kartoshka uchun 3,02%, makkajo'xori uchun 2,35 va h.k.). O'simliklarning organik massasi fotosintez jarayonida to'planadi, shuning uchun qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirish uchun Quyosh energiyasidan foydalanish koeffitsientini oshirish zarur. Buning uchun

sun'iy yorug'lik berishga to'g'ri kerak. Bunda o'simliklar karbonat angidrid bilan boyib ildizdan suyuq ozuqa berilganida sun'iy ravishda qo'shimcha yoritiladi. Yorug'lik teri qatlamiga ham ta'sir qiladi. Ko'rinadigan va infroqizil nurlar asosan terining sirtini qizdiradi. Ultrabinafsha nurlar tashqi qatlamda fotokimiyaviy reaksiyani vujudga keltiradi, buning natijasida qo'ng'ir pingment(kuyish) hosil bo'ladi, bu pingment *melanin* deyiladi va ultrabinafsha nurlarni kuchli yutib, organizmni ularning haddan tashqari ta'siridan saqlaydi. Ultrabinafsha nurlarning kuchsiz (normal) ta'siri organizmga foydali ta'sir ko'rsatadi, u yuqumli kasalliklarga qarshilik ko'rsatadi va modda almashinuvini yaxshilaydi.

Odam, hayvon va o'simliklar uchun yorug'lik zarurdir, uning yetmasligi organizmning normal faoliyatini buzadi. 0,28 *mkm* dan qisqa to'liqli ultrabinafsha nurlar kuchli baktrid ta'sirga ega. Bundan binolarning havosini tozalash, sutni stirlizasiya qilish va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Bu nur kvars lampalar yordamida hosil qilinadi. Yerga etib keladigan quyosh nurlarida 0,29 *mkm* dan qisqa to'liqli nurlar bo'lmaydi, chunki bu nurlarni atmosferaning yuqori qatlamlari (12-50 km) ozan batamom yutib qoladi.

Infroqizil nurlar ilonlar hayotida muhim ahamiyatga ega. Ilonlarda ko'rish, eshitish, hid bilishi zaif, lekin infraqizil nurlarni o'tkir qabul qiladi. Ilonning boshida ko'zlari bilan burun orasida ikkita chuqurcha bo'lib, ularda o'ziga xos «termolakatorlar» - infroqizil nurlarga sezgir organlar bo'ladi. Bular yordamida turli mayda qushlar va hayvonlardan kelayotgan zaif issiqlik nurlanishlarni ham tutib oladi va ularning turgan joylarini aniqlaydi. Shuning uchun qorong'ida ham ilon o'z o'lasiga aniq tashalanadi. 1 yilda quyosh nuri ta'sirida 450 milliard tonna organik modda hosil bo'ladi.

Elektronmagnit nurlanish elektr zaryadlarining xususan moddaning atomlari va molekulari tarkibiga kiruvchi zaryadlarning tebranishi sababi bo'ladi. Masalan, molekularlar va atomlarning tebranma va aylanma harakati infroqizil nurlanishni, atomda elektronlarning muayyan ko'chishlari - ko'rinadigan va infroqizil nurlanishni, erkin elektronlarning tormozlanishi esa rentgen nurlanishni va h.k larni vujudga keltiradi.

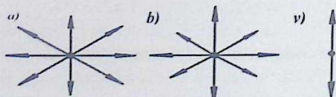
Maksvell nazariyasiga binoan elektromagnit to'liqlar ko'ndalang, ya'ni elektr va magnit maydon kuchlanganliklari E va H tebranishlari to'liqli tarqalish yo'nalishiga perpendikulyardir. Qutblanish qonunlarini tushuntirish uchun bulardan bittasini, odatda elektr maydon kuchlanganlik $\vec{E}$ vektorining o'zini tutishini bilish yetarli. Yorug'lik ko'plab atomlar nurlanishi to'plamidan iboratdir. Atomlar esa bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda nurlaydi.

Hamma yo'nalish bo'yicha $\vec{E}$ ($\vec{H}$) elektr va magnit maydon kuchlanganlik vektorlariga ega bo'lgan yorug'likka tabiiy yorug'lik deyiladi. Ma'lum yo'nalish bo'yicha $\vec{E}$ ($\vec{H}$) vektori tebranishi ajratilgan yorug'likka

qutblangan yorug'lik deyiladi. Qutblanish darajasi quyidagi kattalik bilan aniqlanadi :

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (4.26)$$

$I_{\max}$ va $I_{\min}$ lar E elektr maydon kuchlanganlik vektorining o'zaro perpendikulyar tekisliklardagi intensivligi. Tabiiy nurni qutblantiruvchi asboblarga polarizatorlar (qutblantirgichlar) deyiladi. Tabiiy kristallardan turmalin kristali shunday xususiyatga ega.

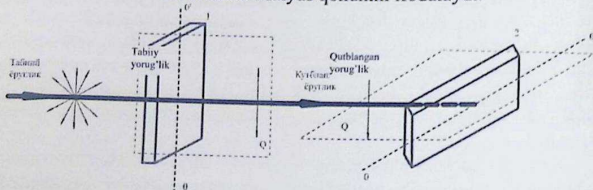


Rasm-4.3. Tabiiy (a), qisman qutblangan (b) va to'la qutblangan (v) nurlar.

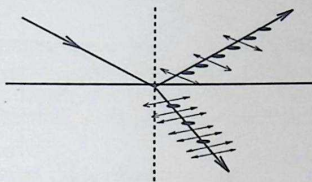
Kristallning 00° optik o'qiga parallel kesilgan 1 turmalin plastinkasi orqali o'tgan tabiiy nur qutblanadi. Unga perpendikulyar qo'yilgan ikkinchi turmalin plastinkasi bu nurni o'tkazmaydi, har bir kristallda shunday bir yo'nalish bo'ladiki, bu yo'nalishga nisbatan kristall panjaraning atomlari (yoki ionlari) simmetrik joylashadi, bu yo'nalish kristallning optik o'qi deyiladi. Polarizator buralsa, qutblanish tekisligi buraladi, lekin intensivlik o'zgarmaydi. Agar tekis qutblangan E_0 amplitudali nur analizatorga tushsa, undan $E = E_0 \cos \varphi$ qismi o'tadi. φ - bu polarizator asosiy o'qi bilan analizator orasidagi burchak. Intensivlik kuchlanganlik amplitudasi kvadratiga proporsional $I \sim E^2$ bo'lgani uchun quyidagi munosabat o'rinli bo'ladi.

$$I = I_0 \cos^2 \varphi \quad (4.27)$$

Bu formula Malyus qonunini ifodalaydi.



Rasm-4.4. Yorug'likning qutblanishi.



Rasm-4.5. Yorug'likning qaytish va sinishida qutblanishi: nuqtalar chizma perpendikulyar tebranishlar, chiziqlar chizma tekisligidagi tebranishlar

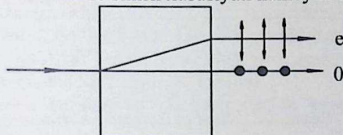
Ikki dielektrik chegarasidan qaytuvchi tabiiy nur qisman qutblanadi. Qaytgan nurga tushish tekisligiga perpendikulyar tebranishlar ko'p bo'lsa, singan nurga tushish tekisligiga parallel nurlar ko'p bo'ladi.

Agar tushish burchagi i quyidagi shartni qanoatlantirsa, u holda qaytgan nur to'la qutblanadi: $\text{tg } i_B = n$ (4.28)

Bu formula Bryuster qonunini ifodalaydi. Bu yerda; i_B – Bryuster burchagi,

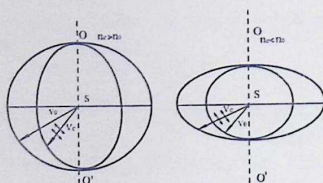
n – muhitning nisbiy sindirish ko'rsatkichi.

Ba'zi kristalllarda ikkilanib sinish xususiyati namoyon bo'ladi.



Rasm-4.6. Yorug'likning ikkilanib sinish hodisasi. e – odatdagimas nurlar, o – odatdagi nurlar, o – uchun sinish qonuni o'rinli e – uchun sinish qonuni bajarilmaydi.

Bunda o va e nurlarning tarqalishi bir xil bo'lgan o'qlarga kristalning optik o'qi deyiladi. Bunday o'q bitta bo'lsa, bir o'qli kristall deyiladi. Ularga CaCO_3 , kvars, turmalin va boshqalar kiradi. Optik o'q va tushuvchi nur orqali o'tuvchi tekislikka asosiy tekislik deyiladi. O nurning tebranishi asosiy o'qqa perpendikulyar bo'lsa, e nurning tebranishi shu tekislikda yotadi. Odatdagi va odatdagimas nurlar tezligi $v_o = \frac{c}{n_o}$ – kristall optik o'qi bo'ylab ikkalasi ham bir xil bo'ladi.



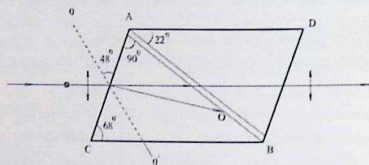
Musbat kristall manfiy kristall

Rasm-4.7. Musbat va manfiy kristallar. n_o – oddiy nur uchun sindirish ko'rsatkichi.

Island shpati uchun $n_o = 1,6504$ $n_e = 1,4864$.

Ikkilanib sindiruvchi kristallarda e va o nurlar bir-biridan juda kam masofaga uzoqlashadi, shu sababli ulardan qutblagichlar sifatida foydalanilmaydi. Bulardan maxsus polarizatsion prizmalar tayyorlanadi. Eng ko'p tarqalgani Nikol prizmasidir. Ikkita Island shpatini kesib Kanada balzami bilan yelimlanadi.

Unda O nur yutiladi, e nur esa pastki qirruga parallel holda chiqadi.

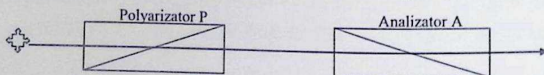


Rasm-4.8. Nikol prizmasida nurlarning yo'li.

O'ziga tushgan tekis qutblangan nurni qutblanish tekisligida buradigan moddalarga *optik aktiv moddalar* deyiladi (M ; kvars).

Agar optik o'qlar perpendikulyar bo'lgan polarizator va analizator orasiga kvars plastinkasini qo'ysak, kvars yorug'lik nuri qutblanish tekisligini burgani uchun yorug'lik analizatordan o'tadi.

A ni ma'lum burchakka burib yana qorong'ulik hosil qilish mumkin. Bu burchakka qutblanish tekisligining buralish burchagi deyiladi.



Rasm-4.9. Polarizator va analizatorda nurlarning yo'li.

Aniq to'liqin uzunlik uchun $\alpha = \alpha_o \cdot l$, bunda λ - optik aktiv moddadagi nurning yo'li.

α_o - aylanish doimiysi (*grad/mm*). Ikki xil o'ngga (soat strelkasi bo'yicha) va chapga (soat strelkasiga teskari) buruvchi kvars mavjud, ikkala holda ham α bir xildir. Optik aktiv moddalarga toza suyuqliklar (masalan, skipidar), eritmalar (shakarning suvdagi eritmasi), bug'lar (kamfora bug'lar) kiradi. Bular uchun

$$\alpha = [\alpha_o] C \cdot \lambda \quad (4.29)$$

Bunda C – modda konsentratsiyasi.

Bu formula yordamida modda konsentratsiyani aniq o'lchash mumkin. Qishloq xo'jaligida polyarimetrlar va saxarometrlar keng ishlatiladi. Eritmalarda shakar miqdorini, oziq-ovqat sanoatida lavlagi, uzum, olma sharbatlarida shakar miqdorini aniqlashda qo'llaniladi. Biologik obyektlarni mikroskopda qarab ularning tuzilishini aniqlash qiyin, shuning uchun ular polarizasion mikroskop yordamida o'rganiladi. Bu mikroskop oddiy mikroskopdan kondensor oldiga polarizator, obyektiv va okulyar orasiga analizator qo'yilishi bilan farq qiladi. Bu holda obyekt qutblangan nur bilan yoritiladi. Agar P va A o'qlari o'zaro perpendikulyar bo'lsa, predmet stolchaga izotrop modda qo'yib kuzatilsa ham qorong'i bo'ladi. Ammo anizotrop modda qo'yilsa yorug'lik yuzaga kelib to'qimalar, bakteriyalarni ko'rish mumkin. Polarizatsion mikroskop yordamida suyak to'qimalarida hosil bo'ladigan mexanik kuchlanishlarni kuzatish mumkin.

Optik anizotropiya ikkilanib sinishi tabiiy moddalarda o'rinli. Ammo optik anizotropiyani sun'iy yo'l bilan ham hosil qilish mumkin. Optik izotrop moddalarni anizotrop qilishning 3 xil usuli mavjud.

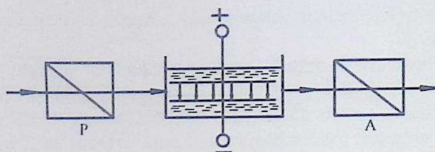
1. Bir tomonlama siqilish va cho'zish (kubik kristallar, shisha va boshqa moddalar.)

2. Elektr maydon yordamida [(Kerr effekti) (amorf jismlar, suyuqliklar, gazlar.)]

3. Magnit maydoni yordamida (suyuqliklar, shisha, kolloidlar).

Optik o'qiga perpendikulyar yo'nalishdagi odatdagi va odatdagimas nurlar sindirish ko'rsatkichlar farqi hosil bo'ladigan optik anizotropiya o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Bu ta'sirlar deformatsiyasi natijasida $n_o - n_e = K_1 \sigma$ optik yo'llar farqi hosil bo'ladi. $n_o - n_e = K_2 E^2$ (elektrostatik maydon bo'lganda), $n_o - n_e = K_3 H^2$ (magnit maydon).

Elektr maydoni holini qaraymiz.



Rasm-4.10. Kerr effektini suyuqlikda ko'rsatuvchi qurilma. *P* - qutblantirgich, *A* - analizator

δ - normal kuchlanish. K_1 K_2 K_3 - moddani xarakterlovchi doimiylar, E va H - elektr va magnit maydon kuchlanganliklari

Kerr yacheykasiga suyuqlik (masalan, nitrobenzol) solingan va kondensator plastinkalari o'rnatilgan. Elektr maydon bo'lmasa, nur (A va P perpendikulyar bo'lganda) o'tmaydi. Agarda shu holda elektr maydoni ulansa nur o'tadi, ya'ni $\Delta = L(n_o - n_e) = K_2 L E^2$ yo'llar farqi yuzaga keladi. L - masofa. U holda fazalar farqi

$$\varphi = \frac{2\pi\Delta}{\lambda} = 2 \pi \cdot VLE^2 \quad (4.30)$$

Bunda $V = K_2/\lambda$ - Kerr doimiysi.

Kerr effekti elektr maydon ta'sirida moddalar optik anizotropiyasi- har xil yo'nalishlar bo'yicha suyuqlik molekularining har xil qutblanishini tushuntiradi. Bu jarayon inersiyasiz 10^{-10} c. da modda izotrop holatdan anizotrop holatga elektr maydon ta'sirida o'tadi. Shuning uchun u Kerr yacheykasi zatvor bo'lib xizmat qilishi mumkin (ovoz yozishda, ovoz eshittirishda, tez fotografiyada va kinoda yorug'lik tarqalishini o'rganishda va hokazolarda). Bundan tashqari optik lokasiyada, optik telefonda, mashinalar faralariga qutblagich qo'yib, qarama-qarshi yo'nalishda kelayotgan avtomobil chiroqlarini o'zaro perpendikulyar tekislikda qutblash mumkin. Natijada haydovchilar ko'zi qamashmaydi.

Magnit maydoni ta'sirida qutblanish tekisligining burilishini Faradey aniqladi va unga Faradey effekti deyiladi. Bu esa optik va magnit hodisalar bog'liq ekanini ko'rsatuvchi dalildir.

Keyingi yillarda yorug'likni qutblash uchun qutblagichlar keng ishlatilmoqda. Qutblagich qalinligi 0,1 mm ga yaqin bo'lgan shaffof polimer plyonka bo'lib, unda ko'plab mayda sun'iy kristalchalar - qutblovcilar, masalan, gerappatit kristalchalari (yod- xinin sulfati) bo'ladi. Gerappatit barcha kristalchalarining optik o'qlari qutblagich (polyaroid)ni tayyorlashda bir yo'nalishda oriyentirlanadi. Qutblagich plyonkasi unchalik qimmat emas, juda elastik, yuzi katta, ko'rinuvchi yorug'likning barcha to'liq uzunliklarini deyarli birday (juda oz) yutadi.

§4.5. Radiatsiya turlari va radiatsion balans. Fotosintetik aktiv radiatsiya.

To'liq uzunligi 400nm dan 100 nm gacha bo'lgan elektromagnit to'liqlar ultrabinafsha nurlanish deyiladi. Uning to'liq uzunligi ko'rinadigan nurlar va yumshoq rentgen nurlar o'rtasida joylashgan. To'liq uzunligi 100 nm dan kichik bo'lgan to'liqlar yupqa havo qatlamida ham kuchli yutiladi. Shu sababli amaliyotda Ultrabinafsha nurlarning qolgan qismi qo'llaniladi. Quyosh spektrining 9 foizi Ultrabinafsha nurlanishdan iborat, lekin Yer sirtida 280 nm dan past to'liq uzunlikli nurlanishlar yo'q va Yerga atigi 0,1% yetib keladi. Bunga sabab atmosferadagi azot va ozon qatlami ularni kuchli yutishidir.

Sun'iy yorug'lik manbalaridan keng spektrdagi nurlanish olish mumkin. 3000 K dan yuqori darajada isitilgan qattiq jismlar ko'p miqdorda Ultrabinafsha nurlar chiqarishi mumkin. Lekin ulardan intensivligi katta bo'lgan qisqa to'liqlar chiqishi amalda mumkin emas. Chunki nurlanishning maksimumi 100 nm ga to'g'ri kelishi uchun jismni 29000 K . gacha isitish zarur bo'ladi. Bunday harorat faqat yadro portlaganda uning markazida bo'lishi mumkin. Shu sababli qisqa to'liqli nurlar spektrini Ultrabinafsha nurlar chiqaruvchi metall bug'larining elektr razryadlari vaqtida hosil qilinadi. Veterinariya amaliyotida $280 - 380\text{ nm}$. to'liq beruvchi va bakterisid ($253 - 265\text{nm}$) lampalardan foydalaniladi. Ularni qayd qilish uchun sezgir fotoelementlar, fotoplastinkalar, lyuminessent moddalardan foydalaniladi.

Ultrabinafsha nurlar energiyasi ko'rinadigan nurlarnikidan katta bo'lgani uchun modda bilan kuchli ta'sirlashadi. Shu sababli ular ko'rinadigan nurlarga qaraganda ko'proq fotoeffekt, fotokimyoviy reaksiyalar va lyuminessensiyani hosil qilishi mumkin. Ultrabinafsha nurlarning biologik ta'siri kuchli bo'lgani uchun veterinariyada keng qo'llaniladi. Ultrabinafsha nurlarning biologik ta'siri mexanizmi juda murakkab bo'lib, hozirgacha aniqlanmagan. Bu holda yutilish mexanizmi issiqlik effekti emas, balki fotokimyoviy reaksiyalardir. Ushbu holda foton ta'sirida molekullardan elektron chiqib ketadi va oqsil molekulasida zaryadi o'zgaradi. Nurlanish fotolizga olib keladi, ya'ni katta molekullar bo'laklari hosil bo'ladi va ular yuqori biologik aktivlikka egadir. Fotolizni to'liq uzunligi eritem sohada bo'lgan to'liqlar hosil qiladi. Denaturasiya esa bakterisid to'liq sohasida kuzatiladi. DNK molekullaridagi nuklein kislotalarida bo'ladigan o'zgarishlar hujayralar hayotiy holatiga ta'sir qiladi va ularning o'sishiga va keyin hujayra va bir hujayrali organizm – bakteriyalarning halokatiga olib keladi. Turli bakteriyalar turli to'liq uzunliklarda halok bo'lishi mumkin. Masalan, stafilokok to'liq uzunligi 265 nm , *E. coli* - 251nm nurlanish ta'sirida halok bo'ladi. Hujayraning halok

bo'lishi uchun katta miqdorda nurlanish dozasi talab qilinadi. Masalan, *E-coli* – hujayrasini o'ldirish uchun $2 \cdot 10^6$ ta foton kerak bo'ladi.

Ultrabinafsha nurlarning bakterisid ta'siridan yopiq binolarni sterilizasiya qilishda foydalaniladi.

Sanoat parrandachiligida bu keng qo'llaniladi, chunki ko'p miqdordagi tovuqxonalarda havo orqali turli xil mikroblar tarqalishi mumkin. Jo'ja boqiladigan xonalarni sutkasiga 3 mahal 5 – 25 minutdan nurlantirish jo'jalarning yaxshi o'sishi va kam halok bo'lishiga olib keladi. Dezinfeksiya maqsadlarida chorva binolariga beriladigan havolar ham Ultrabinafsha nurlar bilan nurlantiriladi. Ultrabinafsha nurlar dezinfeksiyadan tashqari havoni ionlashtiradi ham. Bu holda ozon hosil bo'ladi va molxonadagi yoqimsiz hidlarni kamaytiradi. Hayvonlarga Ultrabinafsha nurlanishning ta'siri uning terisiga tushganda yutilishi bilan bog'liqdir. Nurlanish biologik effekt berishi uchun u teri ostida joylashgan qon va nerv tomirlarigacha yetib borishi kerak. Odam terisi uchun to'lqin uzunligi 300 nm dan kichik bo'lgan to'lqinlar 0,5 mm kiradi xolos. Hayvonlar terisi qalin va jumi bo'lganligi uchun ham kam masofaga o'tadi. Yorug'lik ta'sirida biokimyoviy reaksiyalar va fiziologik jarayonlar tufayli teri ostida gistamin hosil bo'ladi. Gistamin boshqa molekula «bo'laklari» bilan qon tomirlari orqali tarqaladi. Gistamin qon tomirlarini kengaytiruvchi modda bo'lib, natijada giperamin hosil bo'ladi. Organizmning nurlanishiga aks ta'siri terida pigmentasiya, ya'ni kuyish hosil bo'lishidir. Teri pigmenti melanin epidermisning tubida joylashgandir.

Ultrabinafsha nurlanish ta'siridan teri va so'ng qolgan qismlarda modda almashinuvi yaxshilanadi va natijada organizm immunobiologik holati yaxshilanadi. Shu sababli Ultrabinafsha nurlar veterinariyada shamollash kasalliklarini davolashda ishlatiladi.

Ultrabinafsha nurlar ta'sirida D vitamini hosil bo'ladi. Bu esa kalsiy elementining o'zlashtirishiga imkon beradi. Agarda organizmda D vitamin yetishmasa organizm kalsiyni suyakdan oladi va bu raxit kasalligiga olib keladi. D vitaminning yetishmasligi skeletning o'sishini sekinlashtiradi. Vitamin D go'sht, yog'lar tarkibida bo'ladi, lekin uni organizmning o'zida Ultrabinafsha nurlar ta'sirida hosil qilishi mumkin. Buning uchun organizmni 280 – 315 nm li Ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirilishi kerak. Bu narsa buzoqlar va jo'jalarni nurlantirishda ishlatiladi. Oxirgi yillar hayvonlar qonining Ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirish yo'li bilan hayvonlarning turli kasalliklarga chalinmasligini oldini olishda foydalanilmoqda. Buning uchun hayvon venasidan 1 kg massaga 1 – 2 ml qon olib, Ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirilib yana organizmga yuboriladi. Shuni qayd qilish kerakki, Ultrabinafsha nurlarning salbiy ta'sirlari ham ko'p va undan himoyalaniish ham zarur.

Quyosh nuridan fotosintezda foydalanilishi ma'lum, lekin tushayotgan quyosh nurining atigi 5 foizi bevosita fotosintezga sarflanadi (bahorgi

bug'doy uchun 3,26 foiz, kartoshka uchun 3,02 foiz, makkajo'xori uchun 2,35 foiz va h.k). O'simliklarning organik massasi fotosintez jarayonida to'planadi, shuning uchun qishloq xo'jaligi ekinlarining hosildorligini oshirish uchun quyosh energiyasidan foydalanish ko'effitsiyentini oshirish zarur. Buning uchun sun'iy yorug'lik berish kerak. Bunda o'simliklar karbonat angidrid bilan boyib ildizdan suyuq ozuqa berilgani holda sun'iy ravishda qo'shimcha yoritiladi. Yorug'lik teri qatlamiga ham ta'sir qiladi. Ko'rinadigan va infraqizil nurlar asosan terining sirtini qizdiradi. Ultrabinafsha nurlarning kuchsiz (normal) ta'siri organizmga foydali ta'sir ko'rsatadi, uning yuqumli kasalliklarga qarshiligini ko'taradi va modda almashinuvini yaxshilaydi.

Odami, hayvon va o'simliklar yashashi uchun yorug'lik zarurdir, uning yetmasligi organizmning normal faoliyatini buzadi. 0,28 mkm dan qisqa to'liqli Ultrabinafsha nurlar kuchli bakterisid ta'sirga ega. Bundan binolarning havosini tozalash, sutni sterilizatsiya qilishlarda ishlatiladi. Bu nur kvars lampalar yordamida hosil qilinadi. Yerga yetib keladigan quyosh nurlarida 0,29 mkm dan qisqa to'liqli nurlar bo'lmaydi, chunki bu nurlarni atmosferaning yuqori qatlamlari (12-50 km) ozon (O₃) batamom yutib qoladi.

Bir yilda quyosh nuri ta'sirida 450 milliard tonna organik modda hosil bo'ladi.

§4.6. O'simliklarning nafas olishi. Yorug'likning spektral tarkibi.

Fizik faktorlarning fotosintez intensivligiga ta'siri.

Fotosintez – quyosh energiyasining o'simliklarda to'planadigan organik moddalar kimyoviy energiyasiga aylanish jarayonidir. Fotosintez tenglamasi quyidagichadir: $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{h\nu} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

bunda $h\nu$ - quyosh nuri kvantining energiyasi.

Yorug'lik kvanti xlorofill tomonidan yutiladi. Bunda xlorofill molekulasida uyg'ongan holatga o'tadi, uning orbitasidan uzilgan elektron reaksiyalar zanjirida qatnasha boshlaydi. Eng avval suvning fotosintetik fotolizi reaksiyasi ro'y beradi. Fermentlar ishtirokidagi bu reaksiya natijasida proton (H⁺), erkin kislorod va OH⁻ guruhidan suv hosil bo'ladi. Demak, fotosintezning birinchi yakuni-kislorod hosil bo'lishi va ajralishidan iboratdir. Hosil bo'lgan proton kofermentga birikib, kimyoviy energiyaning birinchi akkumulyatori-HADF·H molekulasini shakllantiradi. Biroq, asosiy energiya akkumulyatori bolib ATF molekulasida xizmat qiladi. Bu molekula fosforlash reaksiyasi: anorganik fosfatning ADF ga birikishidan hosil bo'ladi. Natijada, ikkita energetik "zahira" li molekularlar-ATF va HADF·H paydo bo'ladi, ular havodagi CO₂ dan organik moddalar shakllantirish uchun energiya beradi. Bu fotosintezning ikkinchi muhim yakuni. Fotosintezning bu

ikki asosiy natijasi fotosintezning yorug' fazasida, ya'ni xlorofillga yorug'lik kvantlari tushganida ro'y beradi.

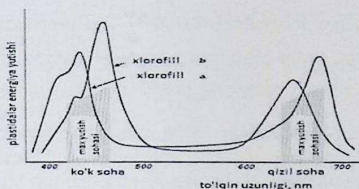
Fotosintezning ikkinchi bosqichida- qorong'ilik fazasida-fosforqlitserin kislotasi, tuproqdan tushuvchi mineral moddalar va atmosferadagi CO_2 dan murakkab organik moddalar sintezi ro'y beradi. Oqsillarning sintezi uchun energiyani ATF va HADF $\cdot$ H molekulari beradi, ular CO_2 ni uglevodgacha qaytarilishiga yordam ko'rsatadi. Bunday qaytarilish uchun 3 ta molekula ATF va 2 ta molekula HADF $\cdot$ H kerak bo'ladi. Kelvin tsiklida uchkarbonli mahsulotlar hosil qiluvchi o'simliklar C3-guruhiga mansubdir. Bu guruhga ko'pchilik qishloq xo'jalik o'simliklari (bug'doy, kungaboqar, kartoshka, va h.) kiradi. Ammo, ayrim o'tsimon o'simliklarda (makkajuxori, sorgo, shakar poyasi, tariq) to'rtkarbonli birikmalar (malat, asparat) hosil bo'ladi. Bu o'simliklar C4-guruhga kiradi. Yana bir guruh o'simliklarda CO_2 qorong'ilikda ham yutilishi natijasida olma kislotasi paydo bo'ladi va shundan so'ng, yorug'lik fazasida, uglevodlar shakllanadi. Bu o'simliklar CAM-guruhiga kiradi. Bu uchala guruh mahsuldorligi va transpiratsiya koeffitsienti ham turlichadir. C3, C4 va CAM-o'simliklari uchun sutkali mahsuldorlik mos ravishda 70-100, 150-200 va 30-50 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2$ sutka, transpiratsiya koeffitsienti esa 400-500, 200-400 va 100g $\text{H}_2\text{O/g}$ quruq biomassani tashkil etadi. Ko'rinadiki C4-o'simliklar guruhi fotosintezning eng yaxshi ko'rsatgichlariga va suv tejamliligiga ega.

Fotosintez qorong'ilik fazasining asosiy natijasi atmosferadan CO_2 ni yutishi va nafas olishda, biomassaning oshishida, generativ va boshqa organlar shakllanishida ishtirok etadigan murakkab organik moddalar hosil bo'lishidir. Fotosintezning bu bosqichi o'simlikning atmosfera temperaturasi, suv bilan ta'minlangani, barglar hujayralarida CO_2 ning kontsentratsiyasiga bog'liq.

Fotosintez yorug'lik intensivligiga bog'liqdir. Laboratoriya sharoitida, quyosh yorug'lik intensivligidan kattaroq quvvatlar bilan yoritilganda g'o'za o'simligi quruq massasining yorug'lik oqimi quvvatiga bog'liq holda o'sadi. Osimliklar quyosh radiatsiyasi quvvatining yarmiga teng bo'lgan sharoitda maksimal biomassaga erishgan, ushbu quvvat 800W/m^2 dan oshganida esa o'simlik biomassasi kamaygan.

Yorug'lik oqimi quvvatining har bir o'simlik turlari uchun optimal qiymatlari bor.

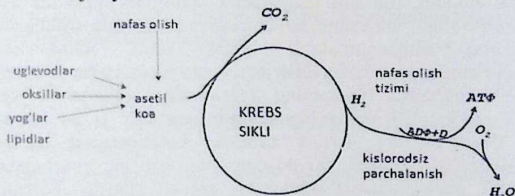
Yorug'lik spectral tarkibining o'simliklarga ta'siri mavjuddir. Fotosintez yorug'lik spektrining qizil va ko'k-yashil qismida eng faol bo'ladi. Buni fotosintez spektral chizig'i ko'rsatadi. Ushbu rasmdan ko'rinadiki, fotosintetik faol radiatsiya 400-700 nm li sohada bo'ladi, unda yutilishning ikkita maksimumi mavjud: to'lqin uzunligi 620 nm va 440 nm li nurlar uchun.



Rasm-4.11. *Fotosintez spectral chizig'i (plastidalar pigmentlari yutilish spektrlari ko'rsatilgan).*

Buning sababi, birinchidan, ko'k soha energetik jihatdan spetrmning eng maqbul qismi. Ikkinchidan, qizil-zarg'aldoq qismi quyosh botayotganida kechki spektrda eng ko'p bo'ladi. Bu vaqtda havo temperaturasi kattaroq bo'lgani uchun fotosintetik apparat ishlashining eng unumli vaqtidir. Osimlik barglari ham shunday joylashganki, kechki nurlar ular sirtiga eng samarali holda, ya'ni normal tushadi. Shunday qilib, fotosintez intensivligiga yana ikki faktor: havo harorati va quyosh oqimi yo'nalishi ta'sir etadi. Fotosintezga tuproq namligi va Yer sirtidagi havo temperaturasi ham ta'sir ko'rsatadi. Endi fotosintez bilan bevosita bog'liq bo'lgan o'simliklar nafas olishi jarayoni bilan tanishamiz.

Nafas olish fotosintez natijasida hosil bo'lgan organik moddalarning kislorodni yutish va CO_2 gazini ajratib chiqarishda energiya chiqishi bilan boradigan oksidlanish jarayonidir



Rasm-4.12. *O'simliklar nafas olish sxemasi (Krebs tsikli)*

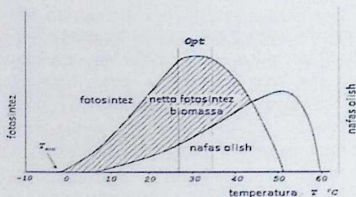
Nafas olish jarayoni sxemasi 4.12-rasmda tasvirlangan. Unda nafas olishning ikki asosiy sohasi: Krebs tsikli va nafas olish zanjiri ko'rsatilgan.

Shuni ta'qidlash joizki, fotosintezda assimilyatsiyalangan uglerodning faqat bir qismigina nafas olishga sarf bo'ladi. Uning qolgan qismi esa moddalar va energiya zahiralari hosil qiladi. Agrofizikada nafas olishni ikki qismga ajratishadi: o'simlik quruq massasi M ga proporsional bo'lgan saqlab turuvchi nafas olish

(R_m) va quruq biomassa ortishi ($\frac{dM}{dt}$) ga proporsional bo'lgan o'sish uchun nafas olishi. Nafas olish uchun quyidagi ifoda to'g'ri:

$$R_1 M = R_m M + (1 - G) \frac{dM}{dt}$$

bunda R_1 -umumiy nafas olish, R_m -saqlab turuvchi nafas olish, M -quruq o'simlik biomassasi, G -o'sishning nafas olish koeffitsienti. O'sishning nafas olish koeffitsienti G uglevodlarning quruq biomassaga aylanishi samaradorligini ko'rsatadi.



Rasm-4.13. Fotosintez va nafas olishning temperaturaga bog'liqligi

Nafas olishning temperaturaga bog'liqligi fotosintezning temperaturaga bog'liqligiga o'xshashdir. Biroq ular grafigi bir-biriga nisbatan siljigan bo'ladi. Ma'lum temperatura oralig'ida fotosintez nafas olishdan ustunroq bo'ladi, bu energetik zahiralari va biomassa shakllanishi sohasidir. Yuqoriroq temperaturalarda nafas olish fotosintezdan yuqori bo'ladi. Fotosintez va nafas olish jarayonlari bir-biri bilan juda bog'liq. O'sish uchun nafas olishi ekinlarning fotosinteziga proporsional bo'lsa, saqlab turuvchi nafas olish ekinlar biomassasiga bog'liq.

Yorug'likning kvant tabiati. Elektromagnit nurlanish elektr zaryadlarining xususan, moddaning atomlari va molekularlari tarkibiga kiruvchi zaryadlarning tebranishi sababli paydo bo'ladi. Masalan, molekularlar va atomlarning tebranma va aylanma harakati-infragizil nurlanishni, atomda elektronlarning muayyan ko'chishlari-ko'rindigan va infragizil nurlanishni, erkin elektronlarning tormozlanishi esa rentgen nurlanishni vujudga keltiradi.

Tabiatta elektromagnit nurlanishning eng keng tarqalgan turi issiqlik nurlanishidir. Bu nurlanish moddaning atomlari va molekularlarining issiqlik harakati energiyasi hisobiga, ya'ni modda ichki energiyasi hisobiga bajariladi va shuning uchun nurlanayotgan jismining sovushiga olib keladi. Issiqlikdan nurlanish absolyut noldan boshqa har qanday haroratda bo'ladi va tutash

spektrga ega. Har qanday jism nur chiqarish bilan birga nur ham yutadi. Shu sababli issiqlik muvozanati o'rinalidir.

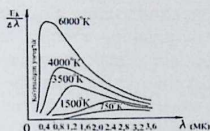
Jismning nur chiqarish qobiliyati Re deb (uni ba'zan energetik yorqinlik ham deb ataladi), jism birlik sirtining 1 sekda chiqaradigan energiya kattaligiga aytiladi. O'lchov birligi $J/(m^2 \cdot s)$

Har qanday haroratda o'ziga tushgan nurni to'la yutuvchi jismlarga absolyut qora jism deyiladi.

Stefan-Bolsman qonuniga binoan absolyut qora jismning energetik yorqinligi absolyut qora jism haroratining to'rtinchi darajasiga proporsionaldir.

$$Re = \sigma T^4 \quad (4.31)$$

Bunda $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Bm}{M^2 K^4}$ - Stefan - Bolsman doimiysi.



Rasm-4.14. Issiqlik nurlanishining to'liqin uzunligiga bog'lanish grafigi. λ - to'liqin uzunligi $\frac{E_\lambda}{\Delta \lambda}$ - yorituvchanlikning spektral zichligi

Vinning siljish qonuniga binoan to'liqin uzunligining haroratga bog'liqligi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$\lambda_{max} = \frac{c}{T} \quad (4.32)$$

ya'ni harorat oshsa, to'liqin uzunlik λ kamayadi. Bu yerda c - Vin doimiysi. $c = 0,28979 \cdot 10^{-12} M \cdot K$

Vin qonuniga asosan birinchi marta quyosh harorati aniqlangan. Quyosh nurlanishi maksimum energiyasi $\lambda = 0,47$ mkm to'liqin uzunligi mos keladi, u holda quyosh harorati

$$T = \frac{0,2898 \cdot 10^{-2}}{0,47 \cdot 10^{-6}} = 6160K$$

Yer yuzasida asosiy issiqlik nurlanishi va ko'rinadigan nurlar manbai quyosh hisoblanadi. Yer sirtida quyosh nurlanishi intensivligi $1382 W/m^2$, bunga quyosh doimiysi deyiladi. Yer shari quyoshdan bir yilda $3,84 \cdot 10^{24} J$ energiya oladi. Bu esa insoniyatning boshqa manbalaridan oladigan energiyasidan ancha ko'pdir. Quyosh nurlanishi maksimumi $470 nm$ ga to'g'ri

keladi, ammo yerda quyosh nurini tanlab yutilishi, bu maksimumni 555 nmga siljitudi. Ko'z ham shu to'liq uzunlikni yaxshi sezadi. Yer atmosferasi yuqori chegarasida quyosh nurlanishining intensivligi $8,4 \cdot 10^4 \frac{\text{JK}}{\text{m}^2}$ ga yaqin, Yer sirtiga atig 25 foizi yetib keladi.

Klassik elektrodinamika asosida olingan ifodalar nurlanishning tajriba natijalari bilan to'la mos kelmasligi aniqlandi. 1900 yili nemis olimi Plank tajriba natijalarini to'la tushuntiruvchi nazariyani yaratdi. Plank gipotezasiga binoan atom ossilyatorlari uzluksiz emas, balki porsiya-kvant shaklida nur chiqaradi va yutadi, uning energiyasi

$$E = h\nu \quad h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} - \text{Plank doimiysi.} \quad (4.33)$$

Demak, energiya diskret qiymatlarni qabul qiladi. $E = nh\nu$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)

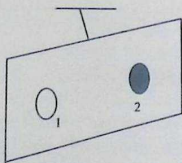
1900 yil 14 dekabrda shu masala nemis fiziklar jamiyatida e'lon qilindi va bu kun kvant mexanikasining tug'ilish kuni hisoblanadi. Katta to'liq uzunliklar uchun energiyaning uzunligi sezilmaydi, kichik to'liqlar uchun yaxshi namoyon bo'ladi. Plank nazariyasiga asoslangan holda 1905 yilda Eynshteyn yorug'likning kvant nazariyasini, Bor esa 1913 yilda atom tuzilishining kvant nazariyasini ishlab chiqdi. Eynshteyn nazariyasiga binoan yorug'lik kvant shaklida chiqariladi va yutiladi. Ularni fotonlar deb atadi. Uning energiyasi $E = h\nu$, massasi

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

impulsi $P = \frac{h\nu}{c}$. Foton kvazizarracha tezligi c , uning tinchlikda massasi yo'q. Agar foton impulsiga ega bo'lsa, yorug'lik yuzaga bosim berishi kerak. Bu bosim

$$P = \frac{h\nu}{c} N(1 + \rho) \quad (4.34)$$

ifoda orqali aniqlanishi kerak. bunda ρ – qaytarish koeffitsiyenti. $N - 1$ sekunda tushuvchi fotonlar soni.

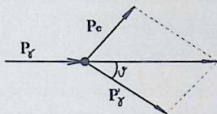


Rasm.-4.15. Yorug'lik bosimini o'lchashdagi Lebedev tajribasi qurilmasi:

1- ko'zgusimon sirt, 2- qoraytirilgan sirt

Bu bosimni tajribada 1899 yilda rus olimi Lebedev aniqladi. Ko'zgusimon sirtida bosim, qoraytirilgan sirtga qaraganda ikki marta katta bo'ladi.

Yorug'lik kvant xossalarini A.Kompton effekti yaqqol ko'rsatadi. Amerika fizigi A.Kompton 1923 yilda monoxromatik rentgen nurlarning yengil atomlardan sochilishini kuzata turib, sochilgan nur tarkibida boshlang'ich to'liq uzunlik bilan bir qatorda kattaroq to'liq uzunlik borligini payqadi.



Rasm-4.16. Kompton effektini ifodalovchi chizma. P_γ -rentgen fotoni impulsi, P_e -elektron impulsi, $P_{\gamma'}$ -sochilgan rentgen fotoni impulsi

Tajribalarni ko'rsatishicha $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ ayirma tushuvchi λ to'liq uzunlikka va moddaga bog'liq bo'lmasdan faqat θ sochilish burchagiga bog'liq ekan.

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_c \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (4.35)$$

λ_c - kompton to'liq uzunligi, λ' - sochilgan nur to'liq uzunligi.

Fotoelektrik effekt deb – yorug'lik ta'sirida elektronlarning metallardan chiqish hodisasiga aytiladi.

1. Agarda yorug'lik ta'sirida elektronlar metall sirtidan tashqariga chiqsa, tashqi fotoeffekt deyiladi.

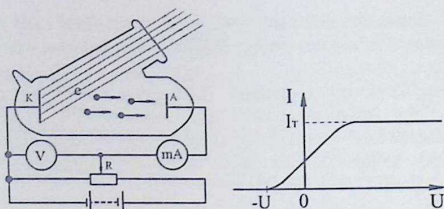
2. Agarda elektronlar metaldan chiqmasdan erkin holatiga o'tsa ichki fotoeffekt deyiladi.

Fotoeffekt hodisasini 1887 yilda Gers kuzatgan. Bu hodisa qonuniyatlarini rus olimi Stoletov o'rgangan. Katodni turli xil to'liq uzunlikli nurlar bilan yoritib, Stoletov quyidagi xulosaga keldi:

1) Eng effektiv fotoeffekt Ultrabinafsha nurlar ta'sirida hosil bo'ladi.

2) Yorug'lik ta'sirida modda faqat manfiy elektronlarni yo'qotadi.

Yorug'lik ta'sirida hosil bo'ladigan tok kuchi yorug'lik intensivligiga proporsionaldir. 1898 yilda Dj.Tomson chiqayotgan zarrachalar solishtirma zaryadini o'Ichab, bu zarrachalar elektron ekanini aniqladi. Ichki fotoeffektga o'xshash yana ventill fotoeffekt ham mavjud.



Rasm-4.17. Fotoeffektning kuzatuvchi qurilma chizmasi va uning volt-ampere xarakteristikasi: Bunda K-katod A-anod, e-elektron, U-kuchlanish, I-tok kuchi

Bu holda ikki yarim o'tkazgich tutashgan joyni yorug'lik bilan yoritganda EYuK hosil bo'ladi. Bu hodisa yorug'likni to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirishda qo'llaniladi.

Metallarda tashqi fotoeffekt uchta jarayondan iborat:

1. O'tkazuvchan elektronning fotonni yutishi natijasida elektronning kinetik energiyasi oshadi.

2. Elektronning metall sirti tomon harakati yuzaga keladi.

3. Elektronning metalldan chiqishi yuz beradi.

Bu jarayonlarni Eynshteyn o'rgangan va quyidagi tenglamani taklif qilgan:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2} \quad (4.36)$$

Bunda $E = h\nu$ – foton energiyasi, A – elektronning chiqish ishi, $\frac{mv^2}{2}$ metalldan chiqqan elektronning kinetik energiyasi.

Agar metalni monoxromatik nur bilan yoritsak va uning chastotasini kamaytira borsak, biror chastotadan boshlab fotoeffekt kuzatilmaydi. Bunga fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi. Bu holda $E_k = 0$, ya'ni $h\nu_{\text{cheg}} = A$ yoki $\nu = \frac{c}{\lambda}$ bo'lganidan, qizil chegara to'liq uzunligi uchun

$$\lambda_{\text{qez}} = \frac{hc}{A} \quad (4.37)$$

Ichki fotoeffekt yarim o'tkazgich va dielektriklarni yoritishda kuzatiladi. Foton elektronni valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga o'tkazadi va fotoo'tkazuvchanlik yuzaga keladi. Fotoeffektning quyidagi qonunlari mavjud:

1. To'yinish fototoki kuchi yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional

$$I = k\Phi \quad (4.38)$$

k – yoritiladigan sirt fotosezgirligi $\left(\frac{\text{mA}}{\text{люмен}} \right)$

2. Tushayotgan yorug'lik chastotasi ortishi bilan fotoelektronlarning tezligi orta boradi va u yorug'likning intensivligiga bog'liq emas.

3. Har bir metall uchun «fotoeffektning qizil» chegarasi mavjuddir, ya'ni eng kichik chastota, undan past chastotalarda fotoeffekt kuzatilmaydi.

Fotoqarshiliklar (fotorezistorlar) juda yuqori integral sezgirlikka ega asboblardir. Ularni yasash uchun P, S, CdS, PSe va boshqa elementlardan foydalaniladi.

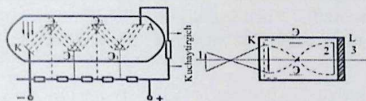
Fotoqarshiliklar spektrning infraqizil sohalarida ham (3 - 4 mkm) o'lchash olib borishga imkon beradi. Ularning o'lchami kichik, lekin kamchiligi – inersiyali bo'lganligi uchun tez o'tuvchi jarayonlarda qo'llab bo'lmaydi.

Ventil fotoelementlar integral sezgirligi 2 - 30 mA/lm bo'lgan selenli, kuproksidli oltingugurt– kumushli va h.k turlari mavjud.

Ayniqsa kremniyli fotoelementlar quyosh batareyalarida ishlatiladi, ularning FIK ~ 10 % atrofida bo'lib, uni 22 % gacha oshirish mumkin. Ular turli jarayonlarni nazorat qilishda, avtomatlashtirishda, harbiy texnikada, ovozli kinoda, lokasiyada, aloqa tizimida, boshqaruv tizimida ishlatiladi.

Fotoeffekt hodisasi asosida ishlaydigan asboblarda fotoelementlar deb ataladi. Fotoelementlar anod va katoddan iborat bo'lib asosiy xarakteristikasi sezgirligi, ya'ni tushgan yorug'lik oqimi ta'sirida paydo bo'ladigan fototok kuchining (I) oqimga (Φ) nisbatidir: $\frac{I}{\Phi}$. Uning birligi esa $\frac{\text{mA}}{\text{лм}}$ o'lchanadi.

Vakuum fotoelement sezgirligi ~ 100 mA/lm atrofida bo'ladi.



Rasm-4.18. Fotokuchaytirgichning sxematik tasviri

Fototokning kuchini oshirish uchun gaz bilan to'ldirilgan fotoelementlar qo'llaniladi. Ularda mustaqil bo'lmagan razryad mavjud bo'lib, ya'ni metall yuzi birlamchi elektronlar bilan bombardimon qilinadi va bunda ikkilamchi elektronlar chiqadi. Fototok miqdorini oshirish uchun fotoelektron kuchaytirgichlardan (FEK) foydalaniladi. Ularda ikkilamchi elektronlar emissiyasidan foydalaniladi. Kuchaytirish koeffitsiyenti ~ 10^7 , kuchlanish 1 -

1,5 kV, sezgirligi ~ 10 A/lm. Ushbu asboblarni kichik nurlanishlarni o'lchash uchun ishlatiladi.

Yer yuzida hayotni ta'minlovchi eng kuchli issiqlik nurlanishi manbai-Quyoshdir. Quyosh nurlanishi odatda quyosh radiatsiyasi deb ataladi. Quyosh radiatsiyasi to'liq uzunliklari 0,2 dan 24 mkm gacha bo'lgan nurlardan va elektr zaryadlangan zarrachalar oqimidan iborat. Quyosh nurlanishining to'liq uzunliklariga qarab qismlarga bo'linishi va ularning xarakteristiklari jadvallarda keltirilgan.

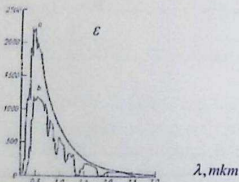
Spektrning ko'rinadigan qismi yoritilganlikni hosil qiladi. Infraqizil nurlar ko'rinmaydi. Ular issiqlik ta'sirini ko'rsatadi.

Yer atmosferasi chegarasidagi 1 m^2 yuzaga to'g'ri keluvchi quyosh radiatsiyasining oqimi 1350 W ni tashkil etadi. Bu kattalik Quyosh doimiysi deb ataladi.

Gorizontga nisbatan Quyosh turgan balandlikka ko'ra atmosferada Quyosh nurlarining yurgan yo'li ancha katta chegarada o'zgaradi. Maksimal farqlanish 30 martaga teng. Hatto eng qulay sharoitda ham Yer sirtining 1 m^2 yuziga 1120 W ga teng bo'lgan Quyosh radiatsiyasi yetib keladi.

Atmosferada quyosh nurlanishi atmosferadagi gazlar va aerosollarda yutilishi va sochilishi tufayli kamayadi. Radiatsiyaning zaiflanishi uning spectral tarkibining o'zgarishi bilan birga ro'y beradi. 4.19-rasmda Quyosh turishi eng yuqori bo'lgan holda, nurlanishning Yer atmosferasi chegarasidagi va Yer yuzidagi spektri ko'rsatilgan.

To'g'ri Quyoshdan keluvchi radiatsiya intensivligi aktinometr yordamida o'lchanadi. Uning ishlash printsipli Quyosh radiatsiyasi ta'sirida qora jism sirtining qizishiga asoslangan. Aktinometrlar ikkita metal (odatda manganin va konstantan) dan iborat termojuftliklardan yasaladi. Radiatsiya oqimiga qarab termojuftlik uchlarida temperatura farqlari hosil bo'ladi va buning natijasida termoelektr toki paydo bo'ladi. Bu tok galvanometr yordamida o'lchanadi. Yoritilganlikni o'lchash uchun yarim o'tkazgichli fotoelementlardan iborat lyuksmetrlardan foydalanishadi.



Rasm-4.19. Quyosh nurlanishining spektri: a-Yer atmosferasi chegarasida; b-Yer sirtida. λ -to'liq uzunligi, ε -energetik yorituvchanlikning spectral zichligi.

O'simliklar hayot faoliyatini tashkil etuvchi fiziologik jarayonlar uchun to'liq uzunligi 4 mkm dan kichik bo'lgan qisqa to'liqlik radiatsiya eng katta ahamiyatga ega. Qisqa to'liqlik radiatsiyaning o'simliklarga biologik ta'siri bo'yicha ultrabinafsha, fotosintetik aktiv va yaqin infragizil qismlarga bo'linadi.

Quyosh spektri turli qismlarining biologik ahamiyati

Radiatsiya turi	Spektr sohasi, mkm	Quyosh radiatsiyasi foizi	Radiatsiyaning o'simlikka ta'siri		
			Issiqlik	Fotosintez	o'sishi
Ultrabinafsha	0,29-0,38	0-4	Ahamiyatsiz	Ahamiyatsiz	Ahamiyatli
Fotosintetik aktiv	0,38-0,71	21-46	Ahamiyatli	Ahamiyatli	Ahamiyatli
Yaqin infragizil	0,71-4,00	50-79	Ahamiyatli	Ahamiyatsiz	Ahamiyatli
Uzoq infragizil	>4,00	-	Ahamiyatli	Ahamiyatsiz	Ahamiyatsiz

Ultrabinafsha radiatsiya asosan o'simliklar o'sishini sekinlashtiradi. Yaqin infragizil radiatsiya o'simlik barglari va poyasidagi suv tomonidan faol yutiladi va o'simliklarning o'sishi hamda rivojlanishiga kuchli ta'sir etadi. To'liq uzunligi 4mkm dan katta infragizil radiatsiya o'simliklarga faqat issiqlik ta'sirini ko'rsatadi. Tog'li mintaqalarda infragizil nurlar energiyasi oshadi. Quyoshning gorizont balandligi kamayishi bilan infragizil radiatsiyaning ulushi oshadi. Havo namligi ko'payishi bilan infragizil nurlar intensivligi kamayadi.

Test savollari

- Yorug'lik kuchi qanday birliklarda o'lchanadi?
a) amper; b) kandela; c) lyuks; d) lyumen.
- Yoritilganlik qanday asbob yordamida o'lchanadi?
a) voltmeter; b) ampermetr; c) lyuksmetr; d) vattmetr.
- Qaysi ifoda yoritilganlikni ko'rsatadi?
a) $E = \frac{\Phi}{S}$; b) $I = \frac{\Phi}{\omega}$; c) $\Phi = \frac{W}{St}$; d) $B = \frac{I}{S}$.
- Qizil nurning to'liq uzunligi qancha?
a) 620 nm; b) 300 nm; c) 450 nm; d) 120 nm.
- Saxarimetr qaysi optik jarayon asosida ishlaydi?
a) qaynash; b) yutilish; c) sinish; d) qutblanish.

6. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini ko'rsating?

- a) $E = h\nu$; b) $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$; c) $E = mc^2$; d) $E = mgh$.

7. Spektral analiz nima?

- a) modda spektrini o'rganish;
b) spektr yordamida modda tarkibini aniqlash;
c) spektr turini aniqlash;
d) spektr yordamida to'liq uzunligini aniqlash.

8. Fotoeffektning qizil chegarasi nima?

- a) moddaga tushayotgan qizil nur chastotasi;
b) fotoeffekt kuzatiladigan eng kichik chastota;
c) eng kichik to'liq uzunligi;
d) fotoeffekt kuzatiladigan eng katta chastota.

9. Quyosh to'la radiatsiyasi nimaga teng?

- a) yeerga kelayotgan to'g'ri Quyosh radiatsiyasi;
b) sochilgan radiatsiya;
c) to'g'ri va sochilgan radiatsiya yig'indisi;
d) to'g'ri va sochilgan radiatsiya ayirmasi.

10. Albedo deb nimaga aytiladi?

- a) Yeer sirtidan qaytgan radiatsiyaning to'la radiatsiyasiga nisbati;
b) Yer sirtidan qaytgan radiatsiyasi;
c) Yer sirtining nurlanishi;
d) atmosfera nurlanishi.

11. Fotoaktiv radiatsiya to'la radiatsiyaning qanday ulushini tashkil etadi?

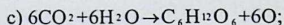
- a) 0,48; b) 0,52; c) 0,55; d) 0,70.

12. O'simliklar nafas olishi qanday ifoda bilan aniqlanadi?

- a) $RM = R_m M + (1 - G) \frac{dM}{dt}$;
b) $RM = R_m (m - 1)$;
c) $RM = (1 - G) \frac{dM}{dt}$;
d) $R = R_m (1 - M)$.

13. Fotosintez tenglamasi qaysi javobda to'g'ri berilgan?

- a) $CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6$;
b) $CO_2 + H_2O \rightarrow O_2$



d) To'g'ri javob yo'q.

14. O'simlik hosildorligiga qanday yorug'lik eng samarali ta'sir etadi?

a) ertalabki yorug'lik;

b) kundugi yorug'lik;

c) kechki yorug'lik;

d) hammasi bir xil.

15. O'simliklarda Quyosh oqimi intensivligining kamayishi qaysi qonuniyat orqali aniqlanadi?

a) $I = I_0 e^{-t}$; b) $I = \frac{I_0}{e^{-L}}$; c) $I = I_0 e^{-\mu}$; d) $I = \frac{I_0}{e^{-\mu L}}$

Sinov savollari

1. Yorug'lik tabiati. Yorug'likning qaytishi va sinishi. Yorug'likning to'la ichki qaytishi va undan optik asboblarda foydalanish.

2. Yorug'lik oqimi, yorug'lik kuchi, yoritilganlik. Yoritilganlik qonunlari. Yorug'lik yutilishi. Buger qonuni.

3. O'simlik barglarida yorug'lik yutilishi, qaytishi va o'tishi.

4. Ultrabinafsha va infraqizil nurlanishning biologik ta'siri.

5. Yorug'lik interferentsiyasi. Kogerentlik. Interferentsiyani kuzatish usullari.

6. Yorug'lik difraktsiyasi. Difraktsion panjara. Optik asboblarda ajratish qobiliyati.

7. Tabiiy va qutblangan yorug'lik. Yorug'lik qutblanishi. Bryuster va Malyus qonunlari. Qutblanish tekisligining burilishi. Moddalar optik aktivligi.

8. Spektrlar va ularning turlari. Quyosh spektri. Quyosh yorug'ligining o'simliklarga ta'siri.

9. Fotosintez. Quyosh spektrining turli qismlarida fotosintez. Barglar yutilish spektrlari.

10. Issiqlik nurlanishi. Kirxgof qonuni. Absolyut qora jism spektrida energiya taqsimoti. Stefan-Bolsman va Vin qonunlari.

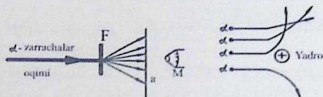
11. fotoeffekt va uning qoidalari. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi. Fotoelementlar va ularning ishlatilishi.

12. O'zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish istiqbollari.

§5.1. Atom tuzilishi. Atomning nur chiqarishi, uning qonuniyatlari.

Atom bo'linmas zarracha ekanligini eramizdan oldingi olimlar aytib o'tgan edi. O'rta asrda fan rivoji deyarli bo'lmadi, shu sababli faqat XVIII asrdagina atom haqidagi ta'limot yana qaytadan rivojlandi. Bu vaqtda atomning ichki tuzilishi haqida hali gap bormas edi. Atom tuzilishi haqidagi ta'limot 1869 yil D.J.Mendeleyevning davriy tizimi e'lon qilingandan so'ng yangi bosqichga kirdi. XIX asrda elektron atom tarkibidagi zarrachalardan biri ekanligi tajribada tasdiqlandi, faqatgina XX asr boshida atomning ichki tuzilishini o'rganish haqidagi masala o'rta qo'yildi. Birinchi bor bu masalani 1903-yilda Dj.Tomson amalga oshirishga urindi. Uning modeli bo'yicha, atom uzluksiz musbat zaryadlangan shardan iborat bo'lib uning ichida o'zining muvozanati atrofida tebranib turuvchi elektronlar joylashgan musbat va manfiy zaryadlar yig'indilari nolga teng bo'lib, shu sababli atom normal holda neytraldir. Atom o'lchami radiusi 10^{-10} m bo'lgan shar shaklidagi zarrachadir.

Atom tuzilishi haqidagi ta'limotda Rezerford α -zarrachalarning moddada sochilish bo'yicha olib borgan tajribasi muhim rol o'ynaydi. α -zarrachalar radioaktiv yemirilish paytida hosil bo'ladi. Ular musbat zaryadlangan bo'lib zaryadi $+2e$ va masasi $7350m_e$ ga teng, tezligi 10^7 m/s



Rasm-5.1. Rezerford tajribalari. Bunda F – oltin folga, a – lyuminescent ekran, M – mikroskop.

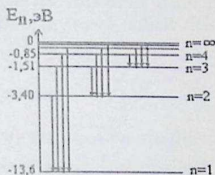
Rezerfordning tajribasida qalinligi 1 mkm bo'lgan oltin folgadan α -zarrachalarning o'tishi kuzatildi. Natijada asosiy α -zarrachalar yo'nalishidan ozroq og'gan holda o'tib ketadi, lekin ba'zi (20000 dan 1 tasi) α -zarrachalar o'z yo'nalishidan keskin buralib ketadi (hattoki 180° ga). Elektronlar massasi juda kichik bo'lgani uchun bunday og'dirishga qodir emas va demak, qandaydir og'ir musbat zaryad ta'sirida shunday hol bo'lishi kerak. Ana shu tajriba natijalariga asoslangan holda 1911-yilda Rezerford atomning planetar modelini taklif qildi. Bu modelga binoan zaryadi Ze bo'lgan musbat yadro (o'lchami $10^{-14} - 10^{-15}$ m) atrofida yopiq orbita bo'ylab elektronlar aylanadi. Atom neytral zarracha bo'lgani uchun yadro zaryadi, elektronlar zaryadlari yig'indisiga tengdir. Atomning butun massasining 99.94 foizi yadroda mujassamlangandir. Bu yerda Z – kimyoviy element tartib nomeri.

Bu ta'limot klassik fizika qonunlariga mos kelmaydi. Klassik elektrodinamikaga binoan elektron yadro atrofida 10^6 m/s tezlik bilan aylanib (tezlanishi 10^{22} m/s²) aylanish chastotasiga mos elektromagnit to'lqinlar chiqarishi kerak. Bu esa energiyaning kamayishiga olib keladi va elektron yadroga qulab tushishi kerak. Elektron yadroga yaqinlashgan sari uning aylanish chastotasi oshib boradi. Bu esa atom tutash spektrli nurlanish chiqarishi kerakligini ko'rsatadi. Demak, klassik fizika atomning planetar modelini tushuntirib bera olmaydi, chunki atom turg'un tizim bo'lganligi uchun atom tutash emas, chiziqli spektr nurlaydi.

Turli xil gazlarning spektrini o'rganish shuni ko'rsatdiki, har qanday gaz ma'lum chiziqli spektrni berar ekan. Spektral chiziqlarni gruppalar (seriya)larga taqsimlash mumkin. Biror seriyaga tegishli spektr o'zaro ma'lum qonuniyatlar bilan joylashadi. Shveysariyalik matematik-fizik Balmer vodorod atomini o'rgandi va ularning nurlanish chastotasi quyidagi empirik formula bilan aniqlanishini ko'rsatdi.

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (5.1)$$

Bunda R Ridberg doimiysi bo'lib, qiymati $R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ c}^{-1}$. $n = 3, 4, 5 \dots$



Rasm-5.2. Vodorod atomining nurlanish seriyalari.

Bu nurlanish chastotalariga Balmer seriyalari deyiladi. Bundan tashqari Ultrabinafsha sohada Layman, infraqizil sohada Pashen, Brekett, Pfund, Xemfri seriyalari ham mavjud. Balmerning umumlashgan formulasini yozib hamma seriyalarga tadbiq qilish mumkin.

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (5.2)$$

Bunda $n = m + 1$ va $m = 1, 2, 3, \dots$

Demak, atomlarning chiziqli spektridan ko'rinadiki atomlar nurlanishi va yutish jarayonlarida istalgan miqdorda emas, balki aniq parsial kvantlarni yutar va chiqarar ekan. Atom ma'lum energetik xolatlarida bo'lib, u bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda nur chiqaradi yoki yutadi.

Atomlarning energetik xolatlarining diskretligi haqidagi ta'limotga binoan 1913 yilda daniyalik fizik N.Bor atom tuzilishining kvant nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaning asosini quyidagi uchta postulat tashkil qiladi.

1. Elektronlar atomda ixtiyoriy orbitalar bo'ylab emas, balki aniq radiusli orbitalarda harakatlanadi. Bu stasionar orbitalar radiuslari quyidagi

$$r = \frac{n}{m\vartheta} \cdot \frac{h}{2\pi} \quad (5.3)$$

formula orqali aniqlanadi. Bu formulaga orbitalarning kvantlanish sharti deyiladi. Bunda h – Plank doimiysi, m – elektron massasi, ϑ – elektron tezligi.

2. Elektronlarning stasionar orbitalarda harakatlanishida energiya chiqarish (yoki yutish) ro'y bermaydi.

3. Elektronning bir stasionar orbitadan boshqasiga o'tishida aniq kvant energiyasini chiqarish (yoki yutish) sodir bo'ladi

$$h\nu = E_1 - E_2 \quad (5.4)$$

Bu formulaga chastotalar sharti deyiladi.

Masalan: vodorod atomida bitta elektron yadro (bitta proton) atrofida aylanadi. Yadroning massasi elektron massasidan 1840 marta katta bo'lgani uchun yadroni qo'zg'almas deb olish mumkin. Elektron markazga intilma tezlanish bilan yadroning tortishish Kulon kuchi ta'sirida r radiusli orbitada harakat qiladi.

$$\frac{m\vartheta^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (5.5)$$

Bunda ϵ_0 elektr doimiysi bo'lib qiymati $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ } \phi/\text{M}$

Bu holda (5.3) va (5.4) tenglamalarda turg'un orbita radiusi uchun

$$\text{quyidagi ifodani hosil qilamiz: } r = n^2 \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2} \quad (5.6)$$

Bunda $n = 1, 2, 3, \dots$ qiymatlarni qabul qiladi va bosh kvant soni deyiladi.

(5.5) da $n=1$ bo'lsa, u holda birinchi orbita radiusi $r = 0,53 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 0,53 \text{ } \text{\AA}$. Turg'un orbitalar radiuslari o'zaro nisbati, natural sonlar qatori kvadratlari kabi bo'ladi, ya'ni $1:4:9:16 \dots$ u holda $r_2 = 2,12 \text{ } \text{\AA}$, $r_3 = 4,77 \text{ } \text{\AA}$, $r_4 = 8,48 \text{ } \text{\AA}$, $r_5 = 13,25 \text{ } \text{\AA}$, $r_6 = 19,08 \text{ } \text{\AA}$ bo'ladi.

Elektronning to'la energiyasi kinetik va yadroga tortilish potensial energiyalari yig'indisidan iboratdir:

$$E_K = \frac{mv^2}{2} = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r} \text{ va } E_P = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (5.7)$$

$$\text{Bulardan to'la energiya } E = E_K + E_p = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r} \quad (5.8)$$

$n=1$ da vodorod uchun $E = -21,68 \cdot 10^{-19} \text{ Ж} = -13,55 \text{ эВ}$;

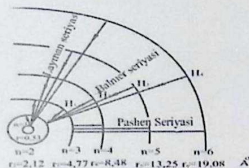
$E_2 = -3,38 \text{ эВ}$; $E_3 = -1,5 \text{ эВ}$; $E_4 = 0,84 \text{ эВ}$, $E_5 = -0,54 \text{ эВ}$.

U holda elektron ikkinchi orbitadan birinchisiga o'tsa

$h\nu_{2-1} = -3,38 - (-13,55) = 10,17 \text{ эВ}$ energiya nurlanadi va h.k.

Elektron quyi energetik holatdan yuqori energetik holatga o'tsa, energiya yutadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, ko'p elektronli atomlarda ham diskret energetik sathlar mavjud. Sathlarning diskretligi atomda aniq radiusli elektron qatlamlar borligi bilan bog'liq. Har bir qatlam stasionar elliptik orbitalar to'plamidan iboratdir. Bu orbitalar fazoda oriyentatsiyasi bilan farq qiladi. Shuning uchun bitta elektron qatlamdagi elektronlar ham turli turg'un orbitalarda harakat qiladi. Kimyoviy element atomidagi elektronlarning umumiy soni elementning Mendeleyev davriy tizimidagi tartib (atom) nomeriga teng. Elektron qatlamlar soni element tegishli bo'lgan davr nomeriga teng, tashqi qatlamdagi elektronlar soni esa gruppa nomeriga teng bo'ladi.



Rasm-5.3. Atomda elektron qatlamlarning joylashuvi

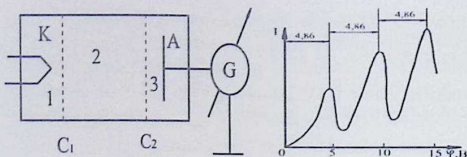
Hozirgi zamon kvant mexanikasida atomda elektronlarning harakati holatini 4 ta kvant soni xarakterlaydi.

1 Bosh kvant soni $n=1 \dots \infty$

2. Orbital kvant soni $\lambda=0 \dots n-1$

3. Magnit kvant soni $m_{ye} = -\lambda \dots 0 \dots +\lambda = 2\lambda+1$

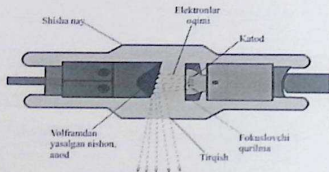
4. Spin kvant son $m_s = \pm \frac{1}{2}$



5.4-rasm. Frank – Gers tajribalari. Bunda K-katod, A-anod, s_1 va s_2 – to'rlar G-galvanometr, I-tok kuchi, U-kuchlanish
Atomlarda stasionar orbitalarning mavjudligini tajribada Frank va Gerslar aniqladi. Ularning qurilmasi rasmda keltirilgan.
Energetik holatlar diskretligini tajribada 1913 yilda nemis fiziklari Frank –Gers aniqladi

§5.2. Rentgen nurlari, ularning olinish, xossalari.

Rentgen nurlari deb to'liq uzunligi 80 nm dan 10^{-6} nm gacha bo'lgan elektromagnit to'liqlariga aytiladi. Rentgen nurlar 2 xil bo'ladi, tormozli va qattiq (xarakteristik). Rentgen nurlari rentgen trubkalarida hosil qilinadi.



5.5-rasm. Rentgen trubkasi tuzilishi.

Havosi so'rilgan (10^{-7} mm, sm. ust.gacha) idishdagi anod va katod orasida 10^5 V kuchlanish beriladi. Bunda katoddan chiqayotgan elektronlar 100000 km/c ga yaqin tezlikka erishadi. Bu elektronlar anodda tormozlanganda undan qisqa to'liqli elektromagnit to'liqlar (rentgen nurlar) chiqadi. Bunda turli elektronlar turlicha tezlikka ega bo'lgani uchun hosil bo'layotgan rentgen nurlarning to'liq uzunligi ham turlicha bo'ladi va u tutash spektrga egadir. Shu sababli ularga **oq rentgen nurlari** deyiladi. Kuchlanish katta bo'lganda esa xarakteristik rentgen nurlari chiqa boshlaydi va u chiziqli spektni beradi. Elektronlar anodda tormozlanganda energiyaning faqat bir qismi rentgen nuri hosil qiladi. Qolgan qismi esa

anodni qizdirishga sarf bo'ladi. λ_{min} – bu elektron energiyasi foton energiyasiga teng bo'lganda hosil bo'ladi.

$$eU = h\nu_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} \quad (5.9)$$

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eU} \quad (5.10)$$

Qisqa to'lqin uzunlikka ega rentgen nurlari uzun to'lqin uzunlikli rentgen nurlariga qaraganda modda ichiga kuchli kirish xususiyatiga ega bo'lgani uchun, ularga *qattiq rentgen nurlar*, uzun to'lqin uzunlikli rentgen nurlarga esa *yumshoq rentgen nuri* deyiladi. Rentgen nurlar oqimi

$$\Phi = k \cdot I \cdot U^2 \cdot Z \quad (5.11)$$

formuladan aniqlanadi. Bu yerda U va I lar rentgen trubkasidagi kuchlanish va tok kuchi, $k = 10^{-6} B^{-1}$ proporsionallik koeffitsiyenti, Z – anod moddasi atomining tartib nomeri. Xarakteristik rentgen nurlar spektri chiziqlidir. Katta tezlikka ega elektronlar atomning ichki elektron qobiqlariga kiradi va undan elektronni urib chiqaradi. Bo'sh o'rinlarga yuqori energetik holatlardan elektron o'tadi va rentgen fotoni chiqadi.

Optik spektrlardan farqli holda rentgen spektrlari turli atomlarda o'xshash bo'ladi. Buning sababi turli atomlarning ichki qatlamlari o'xshash bo'lib, faqat energetik jihatdan farq qiladi, ya'ni yadroning ta'siri tartib nomeri ortishi bilan ortib boradi. Bu esa xarakteristik rentgen nurlar spektrining yadro zaryadi ortishi bilan katta chastota tomonga siljishiga olib keladi. Buni Mozli qonuni bilan ifodalash mumkin.

$$\sqrt{\nu} = A(Z - B) \quad (5.12)$$

ν - spektral chiziq chastotasi

Z - nur chiqarayotgan elementning atom nomeri

A va B lar doimiylar.

Xarakteristik rentgen nurlarining optik nurlardan yana bir farqi shundaki, u atomning qanaqa kimyoviy bog'lanishda bo'lishiga bog'liq emas. Masalan: kislorod atomining xarakteristik rentgen nuri O_1 , O_2 , NO_2 larda bir xildir, Bularning optik spektrlari farq qiladi, shuning uchun ham xarakteristik rentgen nuri deyiladi. Xarakteristik rentgen nurlanish ichki qatlamlarda bo'sh joy bo'lganda paydo bo'ladi. Rentgen nurlari atomda yutilganda undan elektron chiqishi mumkin va atom ionlashadi. Agar rentgen fotoni energiyasi unchalik katta bo'lmasa, atomning uyg'onishi elektron chiqmasdan ham bo'lishi mumkin. Bu birlamchi effektlar. Bundan tashqari, ikkilamchi, uchlamchi va hokazo hodisalar bo'lishi mumkin. Masalan: ionlashgan atom xarakteristik rentgen nuri chiqarishi mumkin va uyg'ongan atomlar ko'rinadigan nur chiqaradi. Bunga rentgenolyuminessensiya deyiladi. Bundan maxsus yorug'lik ekranlar qurishda va unda rentgen nurlanishni

vizual ko'rishda qo'llaniladi. Rentgen nurlarining kimyoviy ta'siri ham mavjud Masalan: vodorod peroksid hosil bo'lishi, ionizasion ta'siri, rentgen nurlari ta'sirida o'tkazuvchanlikning oshishi.

Birlamchi rentgen nurlari moddadan o'tganda quyidagi qonun bo'yicha kamayadi.

$$\Phi = \Phi_0 e^{-mx} \quad (5.13)$$

m - so'nishning chiziqli koeffitsiyenti, ko'pchilik hollarda m -ning o'rniga so'nishning massa koeffitsiyenti μ_m ishlatiladi.

$$\mu_M = \frac{\mu}{\rho} \quad (5.14)$$

Bunda ρ - zichlik

Tibbiyotda rentgen nurlari asosan tashxis qo'yish maqsadlarida ishlatiladi. Buning uchun energiya 60-120 keV bo'lgan fotonlar to'plamidan foydalaniladi. Bu holda $\mu_m = k \lambda^3 Z^3$ (5.15)

Bunda K - proporsionallik koeffitsiyenti, Z - atom nomeri, λ - to'lqin uzunligi

Rentgen nurlarining yutilishi modda atomining qaysi birikmada bo'lishiga bog'liq emas. Shuning uchun so'nishning massa koeffitsiyentini taqqoslash mumkin. Masalan, suyak uchun $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ - μ_a va H_2O suv uchun μ_{Ov}

va ular nisbati $\frac{\mu_0}{\mu_{\text{Ov}}} = 68$ ga teng bo'ladi.

Demak, organizm turli qismlarida yutilishi turlicha bo'lgani uchun ichki organlarning ham soyasini suratda ko'rishimiz mumkin. Bu rentgenotashxis bo'lib yoki suratini olish mumkin yoki lyuminissent ekranda tasvirini ko'rish mumkin. Agarda tekshiruvchi organ va atrofdagi to'qimalar bir xil yutish qobiliyatiga ega bo'lsa, maxsus kontrast modda yutilib suratga olinadi. Flyurografiya ham rentgen nurlar yordamida suratga olishdir. Davolash maksadida rentgen nurlaridan o'simtalarni kuydirishda ishlatiladi.

Rentgenli tomografiya va uning mashina varianti - kompyuterli tomografiya metodlari rentgenografiyaning qiziqarli va istiqbolli variantlari hisoblanadi. Oddiy rentgenogramma tananing katta qismini egallaydi va har xil organ va to'qimalar bir-biriga soya tushiradi, tomografiyada esa qatlamma-qatlam rentgen tasvirini olish mumkin. Mana shundan tomografiya nomi kelib chiqqan. Bundan foydalanib hattoki miyaning kulrang va oq moddalarini farqlay olish, hamda kichik o'simtalarni ko'rish mumkin.

Birinchi Nobel mukofoti 1901 yilda Rentgenga berilgan bo'lsa, kompyuterli rentgen tomografiyasi ishlab chiqqanlari uchun 1979 yilda Xaunsild va Mak Kormak Nobel mukofotiga sazovor bo'ldilar.

§5.3. Lyuminessensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari. Lyuminessen siyadan amalda foydalanish

Lyuminessensiya deb modda atom va molekulalarning yuqori energetik sathdan quyi sathga o'tishida moddaning shu'lananishiga, ya'ni ko'rinadigan yorug'lik chiqarishga aytiladi. Modda atom va molekulari avvaldan uyg'otiladiva shu uyg'otuvchi ta'siri olingandan so'ng lyuminessensiya modda tabiatiga qarab bir necha sekunddan bir necha kungacha davom etishi mumkin. Lyuminessensiyaning davom etish muddatiga qarab lyuminissensiya 2 turga bo'linadi.

1. Fluoressensiya- shu'lananish vaqti kichik.

2. Fosforessensiya shu'lananish vaqti katta .

Lyuminissensiyaning issiqlik nurlanishi va boshqa tur nurlanishlardan farqlash uchun unga yana quyidagicha ta'rifni beriladi.

Lyuminessensiya – bu moddaning berilgan haroratda issiqlik nurlanishidan ortiqcha bo'lgan va chekli davom etadigan shu'lananishidir.

Lyuminessensiyalanish qobiliyatiga ega bo'lgan moddalar lyuminoforlar deyiladi.

Lyuminessensiyaning uyg'otish usullariga qarab bir necha turlarga bo'linadi:

1. Fotolyuminessensiya – ko'rinadigan va Ultrabinafsha nurlar bilan uyg'otiladi. Masalan, soat raqamlari va strelkalari yozuvi .

2. Rentgenolyuminessensiya – rentgen nurlari bilan uyg'otiladi. Masalan, rentgen apparati ekranidagi tasvirlar.

3. Radiolyuminessensiya – radioaktiv nurlanish uyg'otadi. Masalan: ssintillyasion schyotchik ekranida kuzatish mumkin.

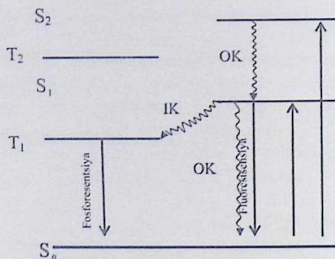
4. Katodolyuminessensiya – elektron oqimi uyg'otadi. Masalan: ossilograflar, televizor, radiolokator ekranlarida kuzatiladi.

5. Elektrolyuminessensiya – elektr maydon uyg'otadi. Masalan, gaz razryadi quvurlarida kuzatiladi.

6. Kimyoviy lyuminessensiya – kimyoviy jarayonlar uyg'otadi, Masalan, oq fosforning, chiriyotgan yog'ochning, hashoratlar, dengiz hayvonlari va bakteriyalarining shu'lananishi.

Uyg'otilmagan molekular eng past energiyali holatda bo'lishadi, ya'ni asosiy holatda. Organik molekularlarda bu holat singlet holat bo'lib, undagi to'lgan orbitaldagi elektronlar spinini antiparalleldir (S_0 -holat, 9.6-rasm).

Asosiy S_0 holatdan molekula turli elektron holatlari S_1, S_2 va h.k.ga energiya yutishi natijasida o'ta oladi.



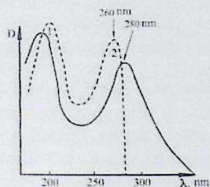
Rasm-5.6. Biomolekulalarda elektron o'tishlar: S_0 - asosiy (uyg'otilmagan) holat, S_1, S_2 va T_1, T_2 - uyg'otilgan mos holda singlet va triplet holatlar, $S_0 \rightarrow S_1$ va $S_0 \rightarrow S_2$ o'tishlar energiya yutilishi; OK-ichki konversiya (elektron spinlari o'zgarimasdan o'tishi); IK – interkombinatsion konversiya (elektron spinini o'zgarishi bilan bo'ladigan o'tish), S_1-S_0 o'tish flyuoressensiya, T_1-S_0 o'tish fosforessensiya.

Lyuminessensiyalovchi molekulalarda uyg'ongan singlet holatlarda elektron $10^{-9} - 10^{-8}$ c yashay oladi. Boshqa molekulalarga energiya o'tishi ro'y bermasa va fotokimyoviy reaksiyalar bo'lmasa uyg'ongan molekulaning asosiy holatga o'tishi quyidagi uchta yo'l bilan bo'lishi mumkin (5.6-rasm).

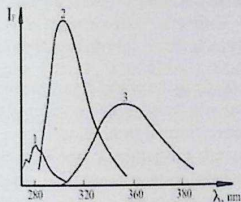
1. Elektron uyg'ongan holat S_1 dan asosiy holat S_0 ga o'tsa, fluoressensiya yorug'lik kvanti chiqadi.
2. Uyg'ongan holat energiyasi asta-sekin molekulaning issiqlik harakatiga sarf bo'ladi. Elektron uyg'ongan S_1 holatdan asosiy S_0 holatga o'tishda yorug'lik kvanti chiqmaydi. (5.6-rasmdagi OK o'tish). Bunday elektron o'tish nurlanishsiz deb ataladi.
3. S_1 holatda elektron spinini teskari buriladi va molekula triplet holat T_1 ga o'tadi, bu holat energiyasi singlet holatnikidan bir qadar kam. Triplet holatdan asosiy singlet holatga to'g'ridan-to'g'ri o'tish ehtimoliyati kam bo'lgani uchun molekula triplet holatda 10^{-4} c dan bir necha sekundgacha bo'lishi mumkin. Oddiy haroratlarda suyuqliklarda bu vaqt ichida triplet holatdan asosiy holatga nurlanishsiz o'tishi sodir bo'ladi $T_1 \rightarrow S_0$. Suyuq azot bilan muzlatilgan eritmalarda va qattiq jismlar uchun xona haroratida $T_1 \rightarrow S_0$ o'tishda fosforessensiya kvanti nurlanishi mumkin.

Biologik moddalarning yutilish va fluoressensiya spektrlarini o'rganish orqali ularning tuzilishi, konformasion o'zgarishlari va boshqa xossalari haqida ma'lumot olish mumkin.

Biologik obyekt yoki eritma optik zichligi D ning yutilayotgan yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligi uning yutilish spektri deb ataladi. Ushbu spektrni konsentrsiya va kyuveta uzunligining birligiga nisbatan olinsa, yutilish spektri deb yutilish molyar koeffitsiyenti ε ning to'lqin uzunligi λ ga bog'lanishiga aytiladi.



Rasm-5.7. Oqsil (1) va nuklein kislotalar (2) yutilish spektri. λ -to'lqin uzunligi, D -optik zichlik.



Rasm-5.8. Aromatik aminokislotalarning xona haroratida pH 7,0 suvdagi lyuminesentsiya spektrlari: 1-fenilalanin, 2-tirozin, 3-triptofan, I -intensivlik λ -to'lqin uzunligi

Biologik muhim moddalar yutilish spektri (Rasm-5.6) bitta yoki bir necha maksimumi bor egri chiziqlardan iborat. Atomlar va sodda molekullarning gaz holatida yutilish spektri chiziqli bo'ladi.

Oqsillarda uchraydigan aminokislotalardan uchasi yaqin Ultrabinafsha sohada yutilish va fluoressensiya spektrlariga ega: triptofan, tirozin va fenilalanin. Ulardan triptofan uyg'ongan holatdagi reaksiyalarga va oqsildagi molekulyar dinamikasiga nisbatan eng katta qiziqish o'yg'otadi. Buning bir necha sababi bor:

- triptofan fluoressensiya spektrlari muhit xossalriga kuchli bog'liq;
- triptofan turli fotofizik va fotokimyoviy reaksiyalarda ishtirok etadi;
- triptofan fosforessensiya spektri strukturaliligi;
- triptofanning oqsillar fluoressensiya spektrlaridagi ulushi yuqori bo'lgani.

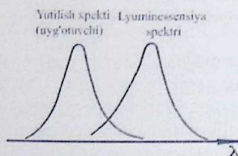
Biologiya va tibbiyotda oqsillarni o'rganishda ular tarkibiga kiruvchi aminokislotalar spektrini o'rganishdan tashqari molekulyar nishonlar va

zondlardan keng foydalanilmoqda. Spektral nishonlar va zondlarni oqsillar yoki nukleotidlar bilan bog'lash orqali ularning xossalari, tuzilishi normal va patologik holatlarini o'rganish imkoni paydo bo'ladi. "Fluorescent zond"lar biomolekulalar bilan kimyoviy bog'lanmaydigan, "Nishon"lar biomolekulalar bilan kovalent bog'lanadigan aromatik molekulalardir. Fluorescent zondlarga naftalin sulfanatlar, stiril, sianin buyoqlar, nishonlarga rodamin, flyuoressein kabi sintetik buyoqlar misol bo'la oladi.

Demak, lyuminessensiya turli uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlar energiyasini ko'rinadigan yorug'lik energiyasiga aylantiradigan kvant generatori ekan. Yutilayotgan (W_0) energiyaning lyuminessensiya energiyasi (W)ga aylantirish darajasiga lyuminessensiyani energetik chiqishi deyiladi.

$$\eta = \frac{W}{W_0} \quad (5.16)$$

Lyuminessensiya spektri lyuminessensiyalanuvchi moddani tabiatiga va lyuminessensiya turiga bog'liq. Yuqorida ko'rib o'tilgan lyuminessensiyalardan fotolyuminessensiya amalda ko'proq ahamiyatga ega, shu sababli uni mufassalroq qarab chiqamiz. Lyuminessensiya spektri va uning maksimumi uyg'otishda foydalanilgan spektrga nisbatan uzunroq to'lqinlar tomonga birmuncha siljigan bo'ladi. Bunga Stoks qoidasi deyiladi. Buni kvant nazariyasiga asosan tushuntirish mumkin. Yutilayotgan $h\nu_0$ kvant energiyasining bir qismi boshqa energiyaga aylanadi. Masalan, issiqlik energiyasiga. Shuning uchun lyuminessensiya energiyasi $h\nu < h\nu_0$ bo'ladi. Bunda $\nu_0 > \nu$ yoki $\lambda_0 < \lambda$



Rasm-5.9. Stoks qonunini ifodalovchi chizma.

Ba'zida antistoks lyuminessensiya ham bo'ladi. $\lambda_0 > \lambda$ Avval uyg'ongan molekula yorug'lik kvantini yutgan holda ro'y beradi. Bu holda lyuminessensiya kvantiga yutilgan foton energiyasining bir qismidan tashqari yana molekulaning uyg'onish energiyasi kiradi. Demak, $h\nu > h\nu_0$ va $\lambda_0 > \lambda$

Suyuq va qattiq lyuminoforlarning muhim xususiyati, ularning lyuminessensiya spektrining yorug'lik to'lqinlarining uzunligiga bog'liq bo'lmashligidan iborat. Shu tufayli fotolyuminessensiya spektriga qarab suyuq va qattiq lyuminoforlarning tabiati to'g'risida fikr yuritish mumkin.

Atom yoki molekula ketma-ket oraliq nurlanishlardan asosiy holga o'tadi. Lyuminessent analiz – bunda Ultrabinafsha nurlar bilan uyg'otilgan fotolyuminessensiya spektriga qarab modda tarkibi aniqlanadi. Bu juda sezgir usul bo'lib 10^{-10} gramm moddani aniqlash mumkin. Lyuminessensiya usuli bilan qishloq xo'jalik mahsulotlarining buzila boshlanishini aniqlanadi. Farmakologik mahsulotlarni saralashda va kasalliklarga tashxis qilishda qo'llaniladi. Maxsus mikroskoplar yordamida obyektlarning lyuminessent tahlili olib boriladi. Bu mikroskoplarda yorug'lik manbai sifatida yuqori bosimli simob lampalari va 2 ta svetofiltrlar ishlatiladi. Bulardan bittasi kondensor oldida joylashtiriladi va u lyuminessensiya uyg'otuvchi nurni ajratadi.

Fotolyuminessensiya yordamida mashinalar detallari va boshqa buyumlar sirtidagi yoriqlarni ham payqash mumkin. Buning uchun detal sirti lyuminofor modda bilan moylanib 15-20 minutdan so'ng yuviladi. Yoriqlarda qolgan lyuminofor shula'lanishi tasvirga olinadi.. Fotolyuminessensiya yashirin yoritish va dekorativ maqsadlarda (buyoq ranglar) foydalanilmoqda.

Lyuminessent analiz deb, Ultrabinafsha nurlar ta'sirida moddalarning shulalanishiga qarab, ularning tarkibini aniqlash usuliga aytiladi. Bu holda tekshirilayotgan moddaning xususiy lyuminissensiyasi yoki unga kiritilgan lyuminoforning nurlanishi kuzatiladi. Bu usulda moddaning buzilishsiz tahlil o'tkazishga imkon beradi. Lyuminessent analiz fan va amaliyotning turli sohalarida ishlatiladi. Masalan, kriminalistikada Ultrabinafsha nur bilan nurlantirish yordamida qonning ko'rinnaydigan izlarini aniqlash mumkin. Odamlar, hayvonlar va qushlar qonining nurlashi bir-biridan farq qiladi. Xuddi shunday haqiqiy va qalbaki pullar ham turlicha nurlaydi. Lyuminessent analiz yordamida suratlarning haqiqiy yoki nusxa ekanligini aniqlash mumkin.

Veterinariya-sanitariya ekspertizasida ham bu usuldan keng qo'llaniladi. Masalan go'sht-sut stansiyalarida, bozorlardagi veterinariya laboratoriyalarda mahsulot sifatini nazorat qilishda ekspres analiz uchun mahsulotlar Ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirilganda uning buzilish darajasining ko'payishiga qarab qizil binafsha rangdan, zangori-ko'k rang ko'rinishida, baliqlar – sariq rangdan sarg'ish-zangori rang ko'rinishida, sut – zangor sarg'ish rangdan ko'k rang ko'rinishiga qarab o'zgaradi. Lyuminessent analiz bir necha minut ichida mahsulotlarning boshlang'ich buzilishini aniqlab berishi mumkin. Bundan tashqari, lyuminessent mikroskoplar yordamida ham mahsulotlar sifatini, mikropreparatlar nurlanishiga qarab infeksiyon kasalliklarni uyg'otuvchilarni, immunofluoressent usul yordamida hayvonlarda infeksiyon kasalliklarning boshlanishini aniqlash mumkin.

Biokimyoviy lyuminessensiya deb tirik to'qimalarning kuchsiz shu'lalanishiga aytiladi.

Biolyuminessensiyada ba'zi tirik organizmlarning nurlanishning ko'rinadigan sohasida lyuminessent nurlanishiga aytiladi. Bu holda kimyoviy energiyaning yorug'lik energiyasiga o'tish darajasi ancha yuqori bo'ladi. Buning mexanizmi ancha murakkab va to'la o'rganilgani yo'q. Ko'p tirik organizmlarda vodorod bilan boy organik birikmalarda fermentativ oksidlanish, ya'ni lyusiferin yuz beradi. Oksidlanishni tezlatuvchi fermentlarga lyusiferedlar deyiladi.

Alohida olingan lyusiferin oksidlanishi va nurlashi uncha katta emas, lekin lyusiferin ta'sirida lyuminessensiya intensivligi 10000 marta oshishi mumkin. Biolyuminessensiya bo'lishi uchun, lyusiferin molekulari bo'lishi zarurdir. Uning tarkibida atigi 10^{-9} gramm bo'lsa lyuminessensiya yuz beradi. Ba'zi hollarda fermentlar bo'lmasa ham nurlanish bo'lishi mumkin.

Biolyuminessensiya ko'plab har xil jonivorlar uchun xos bo'lgan xususiyatdir. Masalan, bakteriyalar, hashoratlar baliqlar, malyuskalar va hokazo. Taxminan 250 turga yaqin jonzodlarda bu hol kuzatiladi. Ko'plari bu xususiyatdan o'lgasini ushlashda, ba'zilar dushmanini qo'rqitishda qo'llaydi. Bunday hollarda nurlanish energiyasi 0,02 kJ bo'lishi mumkin. Ko'plab o'simlik va jonzodlarda nurlanish intensivligi kuchsiz bo'lib, ularni fotokuchaytirgichlar yordamida qayd qilish mumkin. Bu lyuminessensiya hujayradagi bo'linishlar bilan bog'liq bo'lganligi sababli tirik organizmdagi o'zgarishlar haqida qo'shimcha axborotlar berishi mumkin.

§5.4. Kvant optik generatorlar. Lazer nurlari, ularning xossalari, lazer nurlarining biologik ta'siri. Tibbiyot va veterinariyada lazer nurlaridan foydalanish. Yadroning bog'lanish energiyasi. Radioaktivlik. Qishloq xo'jaligida nishonlangan atom usulidan foydalanish

Fotolyuminessensiyada lyuminessensiyalanuvchi moddaning atomlari mutlaqo tartibsiz nurlaydi. Ular har xil vaqtda nurlanadi, chastotalari va fazalar ayirmasi turlicha bo'ladi, yo'nalishlar ham har xil. Ammo keyingi vaqtlarda bir xil yo'nalishli yorug'likning ingichka dastasini hosil qiluvchi monoxromatik nur hosil qiluvchi qurilmalar paydo bo'ldi. Bularga optik kvant generatorlar (OKG) deyiladi.

«Lazer» degan nom quyidagi inglizcha so'zlarning birinchi harflaridan tuzilgan Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. (Majburiy nurlantirish yuli bilan yorug'likni kuchaytirish). Ishlatiladigan modda turiga qarab qattiq, suyuq va gaz lazerlari mavjud. Lazerlarni N.G. Basov, A.M. Proxorov, Ch. Tauns yaratgan. Lazer ishlay boshlashi uchun uning ishchi moddasidagi ko'p atomlar metastabil holatlarga o'tishi kerak. Unda atom nisbatan uzoq vaqt yashaydi, ya'ni 10^{-3} sekund. Buning uchun ishchi moddaga maxsus manbadan yetarlicha katta elektromagnit energiya

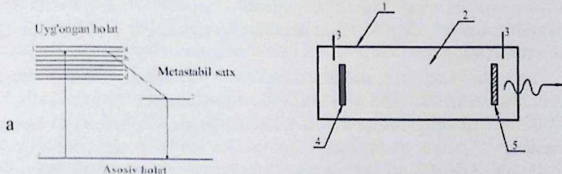
beriladi, metastabil holdan barcha atomlar deyarli bir vaqtda normal holatga o'tadi. Shu masalani to'laroq qarab chiqaylik.

Kvant o'tishlar 2 ga bo'linadi. Agar bu o'tish ichki bo'lib, atom o'z-o'zidan quyi holatga o'tsa, bunday o'tishga spontan o'tish deyiladi. Bu vaqt bo'yicha tasodifiy va xotikdir. Oddiy yorug'lik manbalari spontan nur chiqaradi.

Agar o'tish majburiy bo'lib foton bilan uyg'ongan zarracha ta'sirlanishi natijasida hosil bo'lsa majburiy (indusirlangan) o'tish deyiladi. Majburiy o'tish paytida 2 ta foton tarqaladi: birlamchi va ikkilamchi fotonlar. Majburiy o'tishlar soni birlamchi fotonlar intensivligi va energetik sohalarning to'laligiga bog'liq.

Zarrachalarning energetik sathlar bo'yicha taqsimlanishi Bolsman konuniga bo'ysunadi. Elektromagnit to'lqinlarning kuchayishini kuzatish uchun hyech bo'lmaganda ikki energetik holat uchun Bolsman taqsimotiga teskari holatni yuzaga keltirish zarur. Bu holat Bolsman taqsimotida formal $T < 0K$ uchun hosil qilinishi mumkin. Shuning uchun bu holatga manfiy haroratli holat yoki inversi holat deyiladi.

Bunday moddada yorug'lik tarqalsa uning intensivligi oshadi, ya'ni yutilish kam bo'ladi. Bu degani Buger qonunida ($J = J_0 e^{-\chi l}$) $\chi < 0$ ya'ni yutish koeffisiyenti manfiy. Inversiya to'ldirilganlik holati maxsus uyg'otiladi. (elektr yoki yorug'lik bilan). O'z-o'zidan manfiy haroratli holat ko'p vaqt tura olmaydi. Bu OKGlar ishlash prinsipidir. Birinchi o'ta yuqori chastotali radioto'lqinlar diapazonda lazer 1955 yilda yaratilgan. 1960 yilda rubin kristalida lazer yaratildi. Shu yili geliy - neon lazeri yaratildi, unda nurlovchi bo'lib neon atomi hizmat qiladi. Geliy atomi esa yordamchi vazifasini bajaradi. Elektr razryadi vaqtida neon atomlarining bir qismi asosiy 1 holatdan 3 holatga o'tadi, neon uchun 3 holatda yashash davri kam va tezda u 1 yoki 2 holatga o'tadi. (5.10a-rasm) Inversiya to'ldirilganlik hosil qilish uchun 3 holatda yashash davrini oshirish zarur.



Rasm-5.10. Geliy-neon gaz lazeri. a- elektron satxlar, b-lazer tuzilishi:
1-kvars trubkasi. 2-Ne- Nye gaz aralashmasi 1 GPa bosimda
joylashtiriladi. 3- gaz razryadini amalga oshiruvchi elektrodlar, 4,5-
ko'zgular

Geliy atomi esa xuddi shu vazifani bajaradi. Geliyning birinchi uygʻongan holati neonning 3 holatiga toʻgʻri keladi. Agar uygʻongan geliy uygʻonmagan neon bilan toʻqnashsa, energiya berish jarayoni yuz beradi. Geliy-neon lazerining asosiy qismi 1-gazorazryad nayi (odatda qoʻshimcha kvarsli nay) dan iborat. 2-nayda 1GPa bosimda geliy va neon aralashmasi solinadi (geliy 90%, neon 10% atrofida). Nayda gaz razryadini hosil qilish uchun 3 elektrodlar kavsharlangan. Nay uchlarida 4 va 5 koʻzgular joylashgan boʻlib, ulardan biri (5) yarim shaffofdir. Majburiy nurlanishda chiqadigan fotonlar koʻzgulardan koʻp marotaba qaytib, oʻzlari majburiy oʻtishlarni yuzaga chiqaradi va natijada 5 koʻzgu orqali chiqib ketadi.

Lazerlar monoxromatik nur manbaidir, ularning sochilishi kam. Masalan: Oyga yoʻnaltirilgan lazer nuri 3 km li dogʻ hosil qiladi. Oddiy projektorlarniki 40000 km.li dogʻ hosil qiladi. Energiya zichligi juda katta millionlargacha J/cm^2 s Linzalar yordamida fokuslab energiya zichligini yanada oshirib, oʻta qattiq moddalarni teshish, payvandlash mumkin. Ular tibbiyotda 2 xil maqsadda ishlatiladi.

1. Lazerlar biologik toʻqimalarni buzishi mumkin, bundan jarroxlik amaliyotida foydalaniladi. Saraton toʻqimalarini kuydirishda, organizmda maxsus teshiklar hosil qilishda, tishlarni davolashda ham qoʻllaniladi.

2. Geliy-neon lazer asosida gastroskop yaratilgan boʻlib, u oshqozonning hajmiy tasvirini koʻrishda ishlatiladi. Hozirgi vaqtda koʻz jarroxligida – oftalmokagulyator - glaukomaning davolashda keng foydalanilmoqda

Birinchi rubin lazerlarining energiyasi 0,1 Joulga teng boʻlgan. Hozirgi vaqtda energiyasi bir necha ming joulga teng boʻlgan lazerlar mavjud. Impuls qisqa vaqt taʼsir qilganligi sababli quvvat ancha katta boʻladi. Masalan: neodim lazer impulsi energiyasi 75 Joul davomiyligi $3 \cdot 10^{-12}$ sekund boʻlganda quvvati $2,5 \cdot 10^{13}$ W ga yetadi. Gaz lazerlar quvvati 50 kW gacha boʻladi. Impulsli lazerlar intensivligi 10^{14} W/m² ga teng boʻladi. Taqqoslash uchun quyosh nurining Yer sirtidagi intensivligi 10^3 W/m² ga teng ekanini koʻrsatish mumkin. Eng kuchsiz lazerlar yorqinligi quyosh yorqinligidan million marta kattadir.

Lazer nuri kogerent, monoxromatik va qutblangan, sochilish burchagi juda kichik, yaʼni 10^{-3} rad elektr maydon kuchlanganligi juda katta, yaʼni $3 \cdot 10^{10}$ W/m². Odatdagi nurlar maydon kuchlanganligi 10^4 W/m dan oshmaydi. Elektromagnit maydon moddaga tushganda unga bosim beradi. Oddiy yorugʻlik nuri bosimi $4 \cdot 10^{-6}$ Pa ga teng, atmosfera bosimi 10^5 Pa lazerniki esa 10^{12} Pa ga yetadi. Bunday bosim eng qattiq materiallarni qayta ishlashda ishlatiladi. Masalan, olmos va oʻta qattiq qotishmalarda teshiklar hosil qilish mumkin.

Lazer nuri biologik obyektlarga tushganda u bilan taʼsirlashadi.

Lazer nuri modda bilan ta'sirlashganda uning asosiy energiyasi issiqlikka aylanadi. Biologik to'qimada yutilish tanlab yuz beradi, chunki to'qima tarkibiga kiruvchi hujayra, fermentlar, gormonlar, pigmentlar turli xil yutish va qaytarish xususiyatiga ega. Masalan, gavhar ko'rinadigan nurni deyarli yutmaydi, melanin yutish maksimumi spektrning qizil qismiga ($0,65 - 0,75 \text{ mkm}$) to'g'ri keladi. Odam tanasi qaytarish koeffisienti $35-40\%$ qora tanlilar uchun bundan ham kichik bo'ladi.

Kuchli lazer ta'sirida to'qimalarning jarohatlanishi xuddi yuqori chastotali toklar ta'siridagi kuyishga o'xshash bo'ladi, faqat kuyish chegarasi aniq ifodalangan bo'ladi. Bu nurning yo'nalganligi bilan tushuntiriladi. Termik ta'sirga sezgir bo'lgan hujayralar birinchi bo'lib buziladi. Ular biokimyoviy reksiyalarni tezlatuvchilari bo'lib fermentlarning buzilishi reaksiyasini susaytiradi va natijada xo'jayralar halok bo'lishi mumkin. Lazer nurining termik effekti natijasida venalarda tromb hosil bo'lishi natijasida to'qimalarning buzilishi yuz beradi.

To'qimaning lazer tushgan joyida issiqlikdan hajmiy kengayish yuz beradi va natijada mexanik kuchlanish hosil bo'ladi. Nurlanayotgan sohada to'qima molekularining bug'lanishi natijasida impulsning saqlanish qonuni bo'yicha impuls paydo bo'ladi. Bu impuls bog'lanuvchi zarrachalar tezligi yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi. Natijada bosim yuzaga keladi. To'qima va hujayraning suyuq komponentalarida bosimning oshishi tufayli tovush tezligidan katta tezlikda bo'lgan to'liqlar hosil bo'ladi. Lazer nuri teriga tushganda uni buzmasada hosil bo'lgan to'liqlar ichki to'qimalarni jarohatlashi mumkin. Xuddi shu usulda tajriba tariqasida dengiz cho'chqalari miyasi energiyasi 100 J lazer bilan nurlantirganda miyaning 1 mm^3 hajmi 500°C gacha isigan va suyak ostida 20 atm bosim hosil bo'lgan.

Elektrostriksiya hodisasi tufayli elektromagnit to'liqlar ta'sirida moddada deformasiya yuzaga kelishi mumkin. Masalan, dengiz cho'chqalari jigari energiyasi 250 J bo'lgan lazer nurlari bilan nurlantirilganda uning solishtirma qarshiligi 4 marta kamaygan, dielektrik kirituvchanlik esa 8 marta oshgan. Bunga sabab atomlarning ionlashishidir. Ionizasiya molekullardagi kimyoviy bog'lanishlarni ham buzadi va ion radikallar hosil bo'ladi.

Biologik to'qimalarda mavjud bo'lgan suv eritmalarida lazer nurlari tufayli OH va HO_2 radikallar hosil bo'ladi. Erkin radikallar nafaqat lazerlar ta'sirida, balki tabiiy modda almashinuvida ham hosil bo'ladi. U bilan hayvon organizmida bo'ladigan bir qancha patologik o'zgarishlar bog'langandir. Buning natijasida biologik keksayish va ba'zi rak kasalligi formalarining kelib chiqishi mumkin ekan. Shu sababli lazer nuri ta'sirida qo'shimcha erkin radikallarning hosil bo'lishi maqsadga muvofiq emas.

Bir necha mikron qalinlikka ega bo'lgan lazer nurlari yordamida hujayra va to'qimalarda bo'ladigan jarayonlarga ta'sir ko'rsatish imkoni tug'ildi. Tuxum hujayrasini nurlantirish yo'li bilan uning rivojlanish yo'nalishini o'zgartirish, xromosomani nurlantirish bilan naslni o'zgartirish ham mumkin. Lazer gen-injenerligida, ya'ni yangi xususiyatlarga ega bo'lgan organizmlar hosil qilishda qo'llaniladi.

Lazer yordamida hujayrani ajratib, uning hayotini kuzatish mumkin. U hujayra ichidagi biokimyoviy bog'lanishlarni, hujayra yutgan moddalar taqsimotini, turli holatlarda bo'lgan hujayralarni taqqoslashda va hujayradagi patologik o'zgarishlarni aniqlashda qo'llaniladi.

Tibbiyot va veterinariyada CO₂ lazer yordamida jarrohlik operatsiyalari bajarilmoqda. Kesish chuqurligi to'qima turiga bog'liq bo'lib, odatda

2–3 mm bo'ladi. Oddiy mexanik kesishga qaraganda ko'p qulayliklar mavjud. Energiya intensivligi katta bo'lgani uchun lazer qon tomirchalarini payvandlab, operatsiyani qonsiz bajarishga imkon beradi. Bundan tashqari, terini sterilizatsiya qiladi, ya'ni begona mikroorganizmlar halok bo'ladi. Lazer mexanik ta'sir ko'rsatmaydi, shu sababli jarrohlik og'riqsiz o'tadi. Lazer yordamida kesilgan joylar tikilib ketiladi. Yorug'lik tolasi yordamida lazer nuri organizmni kesmasdan ovqat yo'llari orqali ichki organlarni ham operatsiya qilish imkoni beradi. Ayniqsa, oshqozon ichak, yurak, neyroxirurgik operatsiyalarda keng qo'llaniladi. Teri o'simtlarini 97% holatda lazer nuri yordamida davolash mumkin ekan.

Lazerlar oftalmologiyada keng qo'llanilmoqda. Ko'z gavhari va shishasimon suyuqligi qizil nur uchun shaffof bo'lsa, to'r parda uni kuchli yutadi. Ayniqsa, to'r pardani ko'z tubidan ajralishida lazerlar yaxshi natija beradi. Oddiy xirurgik yo'l bilan bu jarrohlikni bajarish murakkab, og'riq bilan bo'ladi va 2 – 3 oy bemor stasionarda davolashi kerak bo'ladi. Lazer nuri yordamida bu ish ancha oson va kam vaqtda bajariladi. Glaukomaning davolashda ham yaxshi natijalarga erishilmoqda. Glaukomada ko'z ichidagi suyuqlik tashqariga chiqmay qoladi va ko'z ichida bosim oshadi, ko'rish qobiliyati kamayadi va ko'r bo'lib qolish mumkin. Shu sababli lazer yordamida ko'zda kichik teshik hosil qilinadi. Buning uchun lazerning ta'sir vaqti 10^{-7} s va quvvat yetarlicha katta bo'lishi kerak.

Test savollari

1. Rentgen nurlari nima?

a) to'lqin uzunligi 400 nm dan 760 nm gacha bo'lgan elektromagnit to'lqinlar;

b) elektronlar oqimi;

c) to'lqin uzunligi 80 nm dan 10^{-6} nm gacha bo'lgan elektromagnit to'lqinlar;

d) chastotasi 20 kHz dan yuqori elektromagnit to'lqinlar.

2. Rentgenografiya qaysi fizik jarayonga asoslangan?
a) odam va hayvon organizmidagi yutilish hodisasiga;
b) odam organizmidagi yutilish hodisasiga;
c) hayvon organizmidagi yutilish hodisasiga;
d) odam va hayvon organizmidan o'tayotgan rentgen nurlari ta'sirida ekranda hosil bo'ladigan lyuminessensiya hodisasiga.

3. Rentgen nurlari qanday maqsadlarda ishlatiladi?

- a) odam va hayvonlar organizmini kuzatishda;
- b) odam va hayvonlar organizmini davolashda;
- c) tirik organizmni tashxis qilishda;
- d) barcha javoblar to'g'ri.

4. Rentgen nurlarining qanday turlarini bilasiz?

- a) xarakteristik, qattiq; b) xarakteristik, oq; c) oq va yumshoq; d) qattiq.

5. Rentgen nurlari ta'sirida tirik organizmda sodir bo'ladigan o'zgarishlarni qanday bosqichlarga bo'lish mumkin?

- a) uch bosqichga: 1) molekullalarda o'zgarish sodir bo'ladi; 2) hujayra ;
- 3) butun organizmda mikroskopik o'zgarishlar;
- b) ikki bosqichga: 1) hujayra ; 2) butun organizmda mikroskopik o'zgarishlar;
- c) bir bosqichga: 1) hujayra;
- d) to'rt bosqichga: 1) molekullalarda o'zgarish sodir bo'ladi; 2) hujayra ; 3) butun organizmda mikroskopik o'zgarishlar. 4) organizm halokati.

6. Lazer nima?

- a) rentgen nurlari hosil qilish;
- b) yorug'lik nurlarining o'zaro qo'shilishi natijasida kuchayishi;
- c) yorug'likni majburiy nurlantirish bilan kuchaytirish;
- d) ikki nurning qo'shilishi.

7. Lazerlar qanday maqsadlarda ishlatiladi?

- a) jarroxlikda;
- b) oftalmologiyada;
- c) o'simalarni kuydirishda;
- d) barchasi to'g'ri.

8. Necha xil lyuminessensiya turi mavjud?

- a) fluoressensiya, elektrolyuminessensiya;
- b) fosforessensiya, fluoressensiya;
- c) fotolyuminessensiya, himilyuminessensiya;

d) katodolyuminessensiya, rentgenlyuminessensiya.

9. Yakkalangan atom qanaqa spektr chiqariladi?

a) yo'l-yo'l; b) tutash; c) chiziqli; d) chiqarmaydi.

10. Lazer ixtirochisi kim?

a) N.G.Basov; b) A.M.Proxorov; c) Ch.Tauns; d) Barchasi.

11. Suyak va suvning rentgen nurlarini yutish koeffitsiyenti qanchaga farq qiladi?

a) 38; b) 48; c) 58; d) 68.

12. Rentgen tomografiya nima?

a) rentgen nuri yordamida aniq organi tekshirish;

b) rentgen nuri yordamida to'liq organizmni tekshirish;

c) rentgen nurlarining yutilishi;

d) rentgen nurlarining qaytishi.

13. Pauli prinsipi nima?

a) bitta qatlamda kvant soni bir xil bo'lgan ikkita elektron bo'lishi mumkin emas;

b) bitta elektron qatlamda to'rtala kvant soni bir xil bo'lgan ikkita elektron bo'lishi mumkin;

c) har bir elektron qatlamda istalgan elektron bo'lishi mumkin;

d) bitta elektron qatlamda uchtdan ortiq elektron bo'lishi mumkin emas.

14. Rezerford atomining planetar modelini qachon e'lon qilgan?

a) 1900; b) 1905; c) 1911; d) 1913.

15. Rentgenostruktur analiz nima?

a) rentgen nurlar yordamida modda tarkibini aniqlash;

b) rentgen nurlari yordamida moddaga ta'sir ko'rsatishi;

c) rentgen nuri yordamida o'simalarni kuydirish;

d) rentgen nuri yordamida moddada tirqish hosil qilish.

16. Quyidagi ifodalardan qay biri Balmer formulasi?

a) qatlamda $\lambda = \lambda \cdot \nu$; b) $\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$; c) $\nu = \frac{1}{T}$; d) $\nu = \frac{E}{h}$

Sinov savollari

1. Atom tuzilishi haqidagi dastlabki tasavvurlar qanday bo'lgan?

2. Rezerford tajribasining mohiyati nimadan iborat?
3. Atom elektron qobiqlari qanday tuzilgan?
4. Balmer formulasi va seriyalarini tushuntiring.
5. Ko'rinadigan sohada qanday seriyalar mavjud?
6. Bor postulatleri nimalardan iborat?
7. Frans-Gers tajribasining mohiyati nimadan iborat?
8. Rentgen nurlari qanday hosil qilinadi?
9. Rentgen nurlarining qanday turlarini bilasiz?
10. Rentgen nuri deb nimaga aytiladi?
11. Lyuminessensiya deb nimaga aytiladi?
12. Lyuminessensiya turlarini tushuntiring.
13. Lyuminessensiyadan amalda qanday maqsadlarda foydalaniladi?
14. Optik kvant generatorlari (OKG) nimadan iborat.
15. Lazerlar turlari, tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring?
16. Lazerlardan amalda qanday maqsadlarda foydalaniladi.

BOB VI. AGROMETEOROLOGIYA FANINING PREDMETI. TADQIQOT USLUBLARI. ATMOSFERA HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR.

§6.1. Agrometrologiya predmeti va vazifalari. Agrometrologiya fani, tadqiqot obektlari va usullari.

Yer yuzidagi barcha qishloq xo'jaligida ekinlari va o'simliklardan olinadigan oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish ma'lum bir joyning tabiiy iqlim sharoiti bilan bevosita bog'liqdir. Shuning uchun ham qishloq xo'jalik ishlab chiqarishini «**ochiq osmon ostidagi sex**» deb atalishi bejiz emas. O'simlik urug'ining unib chiqishi, o'sishi, rivojlanishi va hosildorligi doimo tuproq va havoning harorati, atmosfera va tuproq namligiga, shu joyga tushadigan yorug'lik miqdori va energiyasiga, ya'ni quyosh radiatsiyasi kabi meteorologik omillarga bog'miq.

O'simliklarning o'sishi, rivojlamshi va hosildorligi, ularga tushuvchi quyosh radiatsiyasi issiqligiga, quyosh radiatsiyasi vujudga keltiradigan tabiiy yoritilgankka, havo va tuproq harorati va namligiga, ob-havo sharoitining o'zgarishlariga va hudud iqlimining xususiyatlariga kuchli darajada bog'liq. Tadqiqotlarining ko'rsatishicha ekinlar hosiliga juda ko'plab tabiiy va agrotexnik omillar ta'sir ko'rsatadi, biroq bu omillar ichida meteorologik omillar eng faol va o'zgaruvchandir. Masalan, bug'doyning hosildorligi Hindistonda 75%, AQSH da 36-80% yog'ingarchilikka bog'liq bo'ladi.

O'zbekiston Respublikasi joylashgan mintaqa iqlimi o'ziga xos bo'lib, agrometeorologiya va gidrometeorologiya sohasida qator qonunlar bilan chora tadbirlar ko'rsatilgan. G'o'za o'simligi issiqsevar, yorug'likka talabchan o'simlikdir. Bizning mamlakatimizda serquyosh va issiq kunlar ko'p bo'lganligi uchun qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida paxtachilik asosiy o'rinni egallagan.

G'o'zaning normal o'sishi va rivojlanishi uchun (chigitniig unib chiqishini ham e'tiborga olganda) eng qulay havo harorati 25-30°C hisoblanadi. Havoning harorati 25 °C dan pasayib ketsa, g'o'zaning rivojlanishi sustlashadi, ayniqsa harorat 17 °C dan pasayganda o'simlikning o'sishi g'oyat sekinlashib ketadi, havo harorati 0 °C dan pasayganda esa o'simlikni sovuq uradi. Bundan shuni ko'rish mumkinki, ekinlar hosildorligi, mamlakatning iqtisodiyotining barqarorligi ko'p jihatdan agrometeorologik omillarga bog'miqdir.

O'zbekiston Respublikasining Qonuni **Gidrometeorologiya faoliyati to'g'risida** qonunchilik palatasi tomonidan 2021 yil 12 oktyabrda qabul qilingan Senat tomonidan 2021 yil 19 noyabrda ma'qullangan.

Ushbu Qonunda quyidagi asosiy tushunchalardan iboratdir:

atrof tabiiy muhit ifloslanishining monitoringi — atrof tabiiy muhitning hamda atmosfera havosi, Yer usti suvlari va tuproq ifloslanishining doimiy kompleks kuzatuvlari, shuningdek atrof tabiiy muhit holatini baholash va prognozlash;

gidrometeorologik axborot — gidrometeorologik hodisalar va atrof tabiiy muhit holatining kuzatuvlari natijalari, shuningdek ishlov berish hamda tahlil qilish yo'li bilan olingan, foydalanish, tarqatish va saqlash uchun mo'ljallangan axborot;

gidrometeorologik jarayonlar — atmosferaning va gidrosferaning holatini tavsiflovchi gidrometeorologik hodisalarning vaqt va makonda izchil rivojlanishi;

gidrometeorologik jarayonlarga faol ta'sir ko'rsatish — aholiga, iqtisodiyot tarmoqlariga va ijtimoiy sohaga ehtimolda tutilgan zararni kamaytirish uchun gidrometeorologik jarayonlarni atrof tabiiy muhitga ta'sir ko'rsatish orqali boshqarish (ko'chkilarni majburan tushirish, do'l yog'ishining, yog'ingarchiliklarning, sel kelishining oldini olish);

gidrometeorologik hodisalar — atmosferada, Yer yuzasida va undagi ob'ektlarda, Yer usti suvlari ro'y beradigan, gidrometeorologik sharoitlarni tavsiflaydigan jarayonlarning namoyon bo'lish shakllari (atmosfera bosimi, shamol, namlik, havo va suv harorati, suv sathi va sarfi, toshqinlar, sellar, ayozlar);

gidrometeorologiya faoliyati — meteorologiya, gidrologiya, glyasiologiya, iqlimshunoslik, agrometeorologiya, aerologiya, aviatsiya meteorologiyasi, atrof tabiiy muhit ifloslanishining monitoringi va gidrometeorologik jarayonlarga faol ta'sir ko'rsatish sohasidagi gidrometeorologik axborotni tayyorlash (kuzatish, yig'ish, unga ishlov berish, uni tahlil qilish, saqlash va undan foydalanish), shuningdek uni tarqatish jarayoni;

ixtisoslashtirilgan gidrometeorologik axborot — foydalanuvchining talablariga muvofiq tayyorlangan hamda ishlov berish, tahlil qilish, saqlash va taqdim etish uchun qo'shimcha ishlar hamda xarajatlar talab qilinadigan gidrometeorologik axborot;

muhofaza zonasi — gidrometeorologik stansiyalar va postlar atrofida ularning hududi chegarasidan ikki yuz metr masofada joylashgan, yopiq chiziq bilan chegaralangan Yer uchastkasi yoki suv akvatoriyasi;

tezkor gidrometeorologik axborot — aholining hayotiga va sog'lig'iga tahdid solishi, shuningdek atrof tabiiy muhitga, iqtisodiyot tarmoqlariga va ijtimoiy sohaga zarar yetkazishi mumkin bo'lgan xavfli gidrometeorologik hodisalar to'g'risidagi zudlik bilan taqdim etiladigan gidrometeorologik axborot;

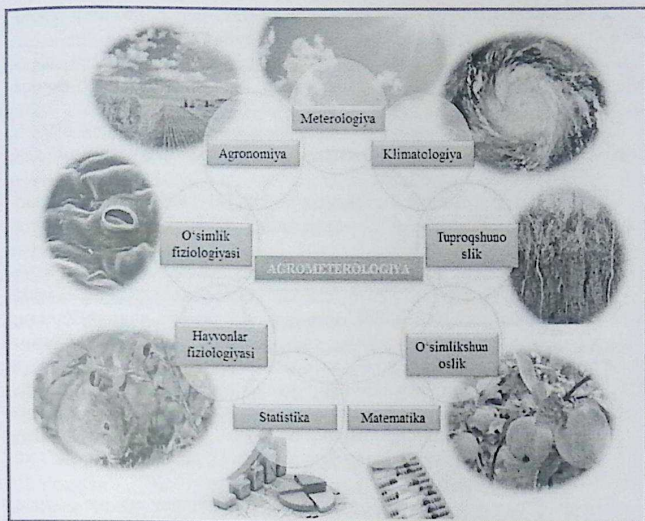
umumiy gidrometeorologik axborot — jamoatchilik foydalanishi uchun davlat va xo'jalik boshqaruvi organlariga, mahalliy davlat hokimiyati

organlariga, yuridik va jismoniy shaxslarga taqdim etiladigan gidrometeorologik axborot kabi ma'lumotlar bazasi yaratilishi va soha mutaxassislariga taqdim etish masalalarini amalga oshiradi..

Qishloq xo'jaligi xodimlari ekinlarni xududlashtirish (rayonlashtirish)da, dalalarni ekishga tayyorlashda, ekinlardan mo'l va sifatli hosil olish uchun turli agroteknik tadbirlarni belgilashda, hosilni yig'ishtirib olish muddatlarini rejalashtirishda dehqonchilik va o'simlikshunoslikka oid bilimlardan tashqari, quyosh radiatsiyasi va uning turlari, tabiiy yoritilganlik, tuproq va havo haroratining o'zgarishi, havo va tuproq namligi, turli xil yog'inlar, shamollar, qishloq xo'jaligi uchun xavfli bo'lgan meteorologik hodisalar va ularning oldini olish haqidagi ma'lumotlarni ham bilishlari kerak. Atmosferada sodir bo'ladigan va ekinlarga faol ta'sir ko'rsatadigan bunday hodisalarni *agrometeorologiya* fani o'rganadi.

Agrometeorologiya yoki qishloq xo'jalik meteorologiyasi fani XIX asrning oxirida meteorologiya fanining amaliy tarmog'i sifatida, meteorologiyadan ajralib chiqqan alohida fan bo'lib meteorologik, iqlim va gidrogeologik sharoitlarni va ularning qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi obektlariga va jarayonlariga ta'sirini o'rganadi. *Meteorologiya - yunoncha «meteor» - osmon hodisasi, logos fan* degan so'zlardan kelib chiqqan bo'lib, Yer atmosferasi (havo qobig'i) va unda ro'y beradigan fizikaviy jarayonlar haqidagi fandir. Meteorologiya geofizika fanlari qatoriga kiradi. Chunki bu fan fizika qonunlariga asoslanib Yer shariga xos bo'lgan ma'lum kategoriyadagi fizik jarayonlarni, havoning tarkibi, zichligi, harorati va namligini, Yerga tushayotgan quyoshning nuriy energiyasini, atmosferada ro'y beradigan havo massalarining harakati va o'zgarishini, bulutlar va yog'inlarning vujudga kelishini, dovullar, ayoz (sovuq urish)lar hamda qurg'oqchiliklarning paydo bo'lishi va boshqa juda ko'plab Yer sharining havo qobig'ida ro'y beradigan hodisalarni, bu hodisalarning quruqlik va okean sirti bilan o'zaro bog'liqligini birgalikda o'rganadi. Atmosferada ro'y beradigan bu hodisalarga *meteoropogik hodisalar* deb yuritiladi.

Agrometeorologiya fani bir qancha fanlar bilan bog'liq holda rivojlanadi (6.1-rasm). Alohida olingan xududning ma'lum bir vaqtdagi meteorologik kattaliklar to'plami bilan ifodalanuvchi atmosfera holatiga $o b - h a v o$ deyiladi. Atmosfera bosimi, havoning temperaturasi va namligi bomutlilik, atmosfera yog'inlari, shamollar kabi havo holatini tavsiflovchi meteorologik elementlar va ba'zi meteorologik xodisalar *meteorologik kattaliklar* deyiladi. Bundan tashqari quyosh radiatsiyasi, quyosh yog'dusining davomiyligi, yer va atmosferaning nurlanishi kabi nur energiyalari ham meteorologik kattaliklar jumlasiga kiradi. Meteorologik kattaliklarning ma'lum vaqt ichidagi qiymati ob-havo sharoitini (meteorologik sharoitni) anglatadi.



Rasm-6.1. Agrometeorologiyaning boshqa fanlar bilan bogliqligi.

Joyning geografik o'rniga bog'liq bo'lgan va shu joy uchun xos bo'lgan ko'p yillik ob-havo rejimiga *iqlim* deyiladi. Atmosfera sharoitlari yil davomida o'zgarib turadi, ya'ni turli fasllarda turlicha bo'ladi. Masalan: Samarqandda qishda hech qachon $+35$ $+40$ °C issiq, yozda esa -20 -25 °C sovuq bo'lmaydi, balki qishda sovuq, yozda issiq bo'ladi. **Atmosferada ro'y beradigan hodisalarning har yili deyarli bir tarzda takrorlanib turishiga ob - havo rejimi** deyiladi. Ma'lum geografik hududning ob-havo rejimi, ya'ni iqlimi ko'p yil ichida o'zgarmaydi yoki kam o'zgaradi. Demak iqlim barqarorligi bilan o'ziga xosdir. Qishloq xo'jalik ob'ektlarining holatiga va mahsuldorligiga ta'sir etadigan meteorologik va gidrologik kattaliklar **agrometeorologik omillar** deyiladi. Ma'lum bir vaqt oralig'ida qishloq xo'jalik ob'ektlarining mavjud bo'lishini ta'minlovchi agrometeorologik sharoitlar majmuasi **agrometeorologik sharoit** deyiladi. Joyning ko'p yillik agrometeorologik sharoitlari tavsifi **agroiqlimiy sharoitlar** deyiladi.

Shunday qilib, agrometeorologiya fani ob-havo va iqlim sharoitlarining qishloq xo'jaligiga mosligini o'rganadi.

2. Agrometeorologiyani asosiy vazifalari qishloq xo'jalik ishlab chiqarish talablaridan kelib chiqadi va ular quyidagilardan iborat:

1) mamlakatimizning turli geografik joylarida qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining meteorologik va iqlim sharoitlari shakllanishi qonuniyatlarini o'rganish;

2) meteorologik omillarning o'simlik va hayvonlarning holati, o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligiga ta'sirini miqdor jihatdan baholash usullarini ishlab chiqish va takomillashtirish;

3) meteorologik omillarning qishloq xo'jalik ekinlari zararkunandalari va kasalliklarining rivojlanishi va tarqalishiga ta'sirini miqdor jihatdan baholash usullarini ishlab chiqish;

4) qishloq xo'jalik ekinlarining rivojlanishi, o'sish, hosil miqdori va sifati bashoratlari, usullarini ishlab chiqish. O'zbekiston Respublikasida paxtachilik rivojlanganligi uchun g'o'zaning turli navlari, duragaylarining o'sish, rivojlanish va paxta hosilining miqdori hamda sifati bashoratlari ishlab chiqish va takomillashtirish;

5) qishloq xo'jalik ekinlarining yangi navlari va duragaylarini geografik joylashtirishni asoslash;

6) ob-havo va iqlimning qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun xavfli hodisalariga qarshi kurash usullarini ishlab chiqish va agrometeorologik asoslash;

7) ekinlarni parvarishlashda agroteknika ob-havoning mavjud bo'lgan va kutilayotgan sharoitlariga moslab tanlash (tabaqalash)ni asoslash;

8) yerlar meliorasiyasi va o'simlikshunoslikdagi jadal texnologiyalarni agroiklimiy jihatdan asoslash;

9) Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini agrometeorologik axborotlar bilan ta'minlash usullarini takomillashtirish.

10) Agrometeorologik prognozlar uslublarini ishlab chiqish.

11) Qishloq xo'jalik ekinlarining yangi navlari va duragaylarini joylashtirishni asoslash hamda dehqonchilik mahsuldorligini oshirish uchun iqlim resurslaridan yanada faolroq foydalanishga qaratilgan tadbirlarni asoslash.

12). Dalalarning meliorativ va mikroiklim sharoitlarini o'zgartirish orqali ob-havo va iqlimning noqulay hodisalarga qarshi kurashish uslublarini ishlab chiqishdir.

13. Agrometeorologiya meteorologiyani bir tarmog'i bo'lganligi uchun ularning rivojlanish tarixi umumiylikka ega.

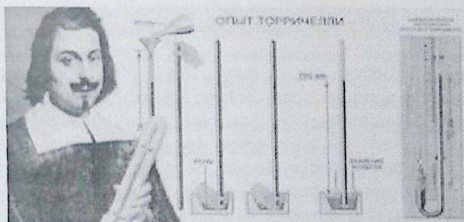
Meteorologiyani rivojlanish tarixi yunon mutafakkiri Aristotelning (miloddan avvalgi 384-382 y.) bu fan bo'yicha yozgan birinchi kitobidan boshlanadi u dunyoda birinchi bo'lib ob-havoning o'zgarishi shamolning yo'nalishi o'zgarishiga bog'liqligini isbotlagan. XVI asrda meteorologiya rivojlanishining o'ziga xos etapi boshlandi - G.Galiley (1593 y.) termometr,

Evandjelista Torrichelli (1643 y) barometrni kashf kildi. XVII asrning o'rtalarida rus olimi Lomonosov meteorologiyani mustaqil fan deb e'lon qildi. U juda ko'plab meteorologik asbob uskunalar ixtiro qildi va ob-havoni oldindan aytib berish nazariyasini ilgari surdi.

1849 yilda Peterburgda Bosh meteorologik observatoriya tashkil etildi. Bu observatoriya olimlari 1872 yilda, birinchi bo'lib ob-havoni oldindan e'lon qildi.

XIX asrning ikkinchi yarmida dinamik meteorologiya vujudga keldi. Meteorologiyaning bu bo'limini rivojlanishida buyuk olimlar V. Ferrel (Amerika), Gelmqols (Germaniya) larning xizmati katta bo'ldi.

XIX asrning oxirlarida rus olimlari A.I.Voeykov va P.I. Braunovlar agrometeorologiya fanini mustaqil fan sifatida ajralib chiqishiga asos soldi. Agrometeorologiya fanining rivojlanishida A.V.Klossovskiy (Ukraina), Gasparen (Fransiya), Dj. Atssi (Italiya), B.Livingston (AQSH) va boshka olimlarning ajoyib tadqiqotlari va ilmiy xizmatlari katta rol o'ynadi. 1913 yilda Xalqaro meteorologik tashkilot (Rimda) tuzildi.



O'rta Osiyoda qadimdan meteorologiyaga oid bilimlar to'planib kelgan. Biroq ilmiy agrometeorologiyaning rivojlanishida professor L.N.Babushkinning xizmatlari katta. Samarqandda 1880 yilda birinchi

meteorologik kuzatish ishlari boshlangan. Bu gidrometeorologik stansiya bukungacha faoliyat ko'rsatib kelmoqda.

Bugungi kunda dunyoning turli mamlakatlaridagi ilmiy markazlarda meteorologik va gidrometeorologik izlanishlar olib borilmoqda. Ko'plab oliy o'quv yurtlarida bu fan o'qitiladi va tadqiqot ishlari olib boriladi. MDH davlatlarida 2300 dan ziyod stansiyalarda agrometeorologik kuzatuvlar olib boriladi va ular bir-biri bilan uzluksiz ilmiy aloqada bo'ladi.

Hozirgi vaqtda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzurida Gidrometeorologiya bosh boshqarmasi tuzilgan va gidrometeorologiya markazi, viloyatlardagi gidrometeorologiya stansiyalaridan ma'lumotlar olib tahlil qiladi va ob-havo ma'lumotlari prognozini tuzadi hamda e'lon qiladi.

Agrometeorologiyaning tadqiqot uslublari quyidagi muhim qonunlarga asoslanadi:

1) Asosiy hayot omillarining o'zaro tenglik (yoki almashtirib bo'lmazlik) qonuni, o'simlikning o'sishi va rivojlanishi uchun issiqlik, namlik, yorug'lik, oziqa moddalar va havo kabi hayot omillari kerak. Bu omillarning o'simliklar uchun ahamiyati teng, ularning birini ikkinchisi bilan almashtirib bo'lmaydi.

2) O'simliklar uchun muhit omillarining teng emaslik qonuni. Bu qonunga asosan o'simliklarga ta'sir ko'rsatuvchi muhit omillari ikkiga bo'linadi. Birinchi darajali omillar va ikkinchi darajali omillar. Birinchi darajali omillar (issiqlik, yorug'lik, namlik, havo va oziqa elementlari) asosiy omillar bo'lib ular o'simliklarga bevosita kuchli ta'sir ko'rsatadi. Ikkinchi darajali omillar (shamollar, yon bag'irlarning ekspazitsiyasi, bulutlilik) birinchi darajali omillarning ta'sirini kuchaytiradi yoki kamaytiradi. Masalan: shimoliy yon bag'irga nisbatan janubiy yon bag'irda issiqlik miqdori ko'proq bo'ladi.

3) Minimumlik qonuni. Bu qonunga asosan biror vaqtdagi o'simlikning holati, pirovard natijada o'simlikning hosildorligi eng oz (minimum) bo'lgan omil bilan aniqlanadi.

4) Optimumlik qonuni. Bu qonunga asosan ekinlardan yuqori hosil olish uchun ekinlar agrotexnikasini uzluksiz yaxshilash bilan birgalikda ularga ta'sir etuvchi omillarning barchasi optimal me'yorda bo'lishi kerak. Optimal me'yor deganda o'simlik uchun eng qulay me'yor tushuniladi. O'simliklarga ta'sir etuvchi omillar ana shu me'yordan ko'p bo'laganda ham, oz bo'lganda ham yaxshi rivojlanmaydi yoki ko'zlangan hosilni bermaydi.

5) O'simliklar o'sish davridagi kritik davrlar qonuni. Bu qonunning mohiyati shundaki, o'simliklar o'z vegetatsiyasining turli davrlarida ma'lum bir muhit omillariga o'ta talabchan bo'ladi. Masalan: kartoshkani gullash davrida suvga talabchanligi oshib ketadi. Ana shu davrda o'simlik suv bilan

yetarlicha ta'minlanmasa yoki sug'orish muddati kechiktirilsa hosil salmog'i keskin kamayib ketadi.

Yuqoridagi qonunlarga tayangan holda agrometeorologiyaning bir necha asosiy tadqiqot uslublari ishlab chiqilgan. Bu uslublarning maqsadi o'simliklar hayotida asosiy va qo'shimcha omillar ta'sirining miqdorini aniqlash, o'simliklarning kritik davrlarini hisobga olgan holda ularning minimum va optimum qiymatlarini ko'rsatishdir.

Agrometeorologiyaning tadqiqot usullari.
Agrometeorologiyada ham boshqa tabiiy fanlar, jumladan fizika fanidagi kabi tadqiqotlarning uchta kuzatish, tajriba va nazariy tahlil qilish kabi umumiy usullaridan foydalaniladi:

1.Kuzatish usuli. Bu usulda Yer sharining turli joylaridagi meteorologik observatoriyalar, meteorologik stansiyalar va postlar, turli maqsadlarda uyushtirilgan ekspedisiyalardagi asboblardan yordamida aniq dasturlarga amal qilib kuzatish ishlari olib boriladi va kuzatish natijalari tahlil qilinadi.

2.Tajriba usuli. Bu usulning mohiyati shundaki, unda qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyatga ega bo'lgan jarayon (yoki hodisa) ni sun'iy ravishda amalga oshirish uchun tajribalar o'tkaziladi. Hozirgi vaqtda bu usul juda kam rivojlanganligini ta'kidlab o'tamiz.

3.Nazariy tahlil qilish usuli. Bu usul agrometeorologik jarayonlarning (hodisa) nazariy ravishda aniqlangan umumiy qonuniyatlarini fizika, biologiya, o'simliklar fiziologiyasi, termodinamika va boshqa fanlar qonunlaridan foydalanib, matematikani jalb qilgan holda miqdoriy shaklda ifodalashga asoslangan. Yuqorida biz tadqiqotlarning umumiy usullarini ko'rsatib o'tdik. Agrometeorologiyada bu usullarga asoslanib ishlab chiqilgan quyidagi xususiy tadqiqot usullari ham keng rivojlangan:

1.Agrometeorologiyada tadqiqot usuli eng asosiysi usul hisoblanib o'simliklarning holati, o'sishi-rivojlanishi va meteorologik sharoitlarni ayni bir vaqtda parallel ravishda kuzatib boriladi. Bu usul yordamida dala kuzatishlari davrida olingan materiallarga asoslanib, kuzatishlar o'tkazilayotgan joydagi ob-havo sharoitlari bilan o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va hosilining shakllanishi orasida sifat va miqdoriy bog'lanishlar o'rnatiladi, o'simliklarning asosiy hayot omillari - yorug'lik, issiqlik, namlik va oziq moddalar miqdorlariga talabi, turli xil o'simliklar uchun bu omillarning eng oz va ko'p miqdorlari, qora sovuq (sovuq urish), qurg'oqchilik va boshqa hodisalarning o'simlikka ta'siri aniqlanadi. Shuningdek, kuzatish materiallari asosida turli xil o'simliklarda rivojlanish fazalarining boshlanishi uchun kerak bo'lgan havoning samarali haroratlari yig'indisi hisoblanadi.

2.Ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish usuli.
O'simliklarning turlicha ob-havo sharoitlarida o'sish va rivojlanish

qonuniyatlarini aniqlash uchun ko'p yillik agrometeorologik kuzatishlar olib borish kerak. Tadqiqotlar o'tkazish muddatini tezlashtirish uchun ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish usuli qo'llaniladi. Bu usulda ekinlarni daladagi o'zaro teng maydonlarga har xil muddatlarda ekiladi, ularning o'sish va rivojlanishi hamda olingan joyning ob-havo sharoitlariga doir parallel kuzatishlar olib boriladi. Bu usul qo'llanganda o'rgamlayotgan ekin navini bahordan boshlab vegetasiya davrining oxirigacha har 5-10 kun o'tgandan keyin ekib boriladi. Bunda turli muddatlarda ekilgan ekinlarning rivojlanishi har xil meteorologik sharoitlarda o'tadi. Masalan, erta bahor paytida ekilgan urug'lardan unib chiqqan o'simliklarning dastlabki rivojlanish fazalari tuproq va havo haroratining pastroq bo'lgan davrida o'tsa, yozda ekilgan ekinlarning dastlabki rivojlanish fazalari issiq va quruq ob-havo sharoitida o'tadi. Ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish bo'yicha tajribalar natijasida olingan joyda hattoki bir yilning o'zidayoq u yoki bu meteorologik sharoitning o'simlikka qanday ta'sir ko'rsatishi haqida ma'lumotlar olish mumkin.

3.Ekinlarni turli geografik o'rinli joylarga ekish usuli. Bu usulda tekshirilayotgan o'simlik navi urug'larini turli qit'alardagi mamlakatlarda yoki biror mamlakatning turli geografik joylari (har xil tuproq va iqlim sharoitlari) da bir vaqtda ekiladi. Bu usulda ham oldinma-keyingi ekish usuldagi vazifalarni hal qilinadi, chunki har xil tuproq-iqlim sharoitiga ekilgan navlar turlicha namlik, harorat, kun uzunligida o'sadi va rivojlanadi. Bu usul tanlangan joylarga aynan bir xil navlarni bir vaqtda ekish, bir xil agroteknik tadbirlarni qo'llash va bir xil dasturdagi agrometeorologik kuzatishlar o'tkazishni talab qiladi.

O'z-o'zidan ayonki, turlicha tuproq-iqlim sharoitidagi farqlar tekshirilayotgan o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va hosildorligiga har xil ta'sir qiladi. Bu usul nisbatan kam qo'llaniladi, chunki bir mamlakatning turlicha tuproq-iqlim sharoitlarida yoki turli mamlakatlarda olingan ekinni bir vaqtda ekish tashkiliy jihatdan juda qiyin.

4.Dala-tajriba usuli. Bu usulda dala tajribalarida maxsus qurilmalar va tadbirlar yordamida o'simliklarni parvarish qilishning agrometeorologik sharoitlarini sun'iy ravishda o'zgartiriladi (tajriba dasturiga muvofiq tuproq harorati va namligi, yoritilganlik jadalligi va davomiyligi va boshqalar boshqariladi).

5.Fitotron usuli. Fitotron sun'iy iqlim hosil qiladigan qurilma bo'lib, o'simliklar uning ichida sun'iy iqlim sharoitida parvarish qilinadi

Ularda o'simliklarni yorug'lik, issiqlik, namlik, gaz tarkibi va oziq moddalarning har xil qiymatlarida parvarish qilinadi va turlicha agrometeorologik sharoitlarning o'simlik o'sishi, rivojlanishi va hosildorligiga ta'siri o'rganiladi.

6. Masofadan turib o'lchash usuli. Bu usulda vertolyotlar, samolyotlar va Yer sun'iy yomdoshlarida o'rnatilgan asboblarni yordamida katta maydonlardagi ekinlarning holati, harorat rejimi, namligi va boshqalar o'rganiladi

7. Matematik modellash usuli. Keyingi yillarda agrometeorologiyada bu usul tez rivojlanmoqda va u agrometeorologik sharoitlarning o'simlik o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligiga ta'sirini matematik qonun va qoidalar yordamida matematik modellarini tuzish imkoniyatini beradi.

Masalan, «**tuproq-o'simlik-atmosfera**» tizimidagi issiqlik, namlik, energiya almashinishi jarayonlarining matematik qonun va qoidalar yordamida matematik modelini tuziladi va echiladi.

8. Matematik statistika usuli. Bu usulda o'simliklar o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligining shakllanishiga ob-havo sharoitlarining ta'sirini aniqlash uchun juda ko'p kuzatishlar o'tkaziladi. So'ngra bunday kuzatishlar natijalarini ishlab chiqish asosida o'simliklar o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligining ob-havo sharoitlariga bogliqligi xususiyati o'rganiladi.

Bu tadqiqot usullari dehqonchilik va o'simlikshunoslikning quyidagi asosiy qonunlariga asoslangan:

1. O'simlik uchun asosiy hayot omillarining teng ahamiyatligi va almashtirib bo'lmazlik qonuni. O'simlikning o'sishi va rivojlanishi uchun yorug'lik, issiqlik, havo, suv va oziq elementlar zarur. O'simlik uchun asosiy hayot omillarining har biri o'zaro teng ahamiyatga ega. Ularning birini ikkinchisi bilan almashtirib bo'lmaydi. Masalan, o'simlik vegetasiyasi davrida suv ko'p bo'lgani bilan yorug'lik yetishmasa, o'simlikda generativ organlar shakllanmaydi, azot miqdori yetarli bo'lsada, fosfor yetishmasa. o'simlik yaxshi rivojlanmaydi.

O'simlik barcha asosiy hayot omillari bilan birgalikda yetarlicha ta'minlanganidagina normal o'sadi va rivojlanadi.

2. O'simlik uchun muhit omillarining teng ahamiyatga ega emaslik qonuni. O'simliklarning butun hayot faoliyati muhit ta'sirida o'tadi. O'simlikka ta'siri bo'yicha muhit omillari asosiy-birinchi darajali va asosiy bo'lmagan ikkinchi darajali omillarga ajratiladi. Asosiy hayot omillari - yorug'lik, issiqlik, namlik, havo va oziq moddalar o'simlikka bevosita kuchli ta'sir ko'rsatadi. O'simlikka asosiy omillar birgalikda ta'sir qiladi va har biri yetarli bo'lgandagina o'simlik normal rivojlanadi. Asosiy omillar o'simlikning butun hayoti davrida va o'simlik o'sayotgan barcha yerlarda ta'sir etadi. Asosiy bo'lmagan omillarga - shamol, bulutlik, tuman va boshqalarni qo'shish mumkin. Asosiy bo'lmagan muhit omillari o'simlik hayotining ayrim davrlarida va kichik hududlarda ta'sir qiladi. Asosiy bo'lmagan muhit omillari asosiy omillarning ta'sirini kuchaytiradi yoki zaiflashtiradi.

Masalan, osmonni to'la qoplagan bulutlik tuproqning kechasi sovishini kamaytiradi, qora sovuqlar paytida esgan shamol sovuq havo massalarini ekinlar ustidan haydab, qora sovuqlarning o'simlikka zararli ta'sirini kamaytiradi. Bahor oxiri yoki kuz boshlarida tuman tushgan bo'lsa, suv bug'ining kondensasiyasida ajralgan issiqlik, tuproqning nur chiqarib sovishidan vujudga keladigan qora sovuq hodisasini butunlay yo'qotadi yoki bir muncha zaiflashtiradi. Natijada qora sovuqning ekinlarga zararli ta'siri qisman kamayadi yoki butunlay ro'y bermaydi.

3.Minimumlik qonuni. Bu qonunga muvofiq ekinlardan olinadigan hosil miqdori minimumdagi omilga bog'liq. Masalan, tuproqda oziq moddalar yetarli bo'lsada, namlik yetishmasa hosil namlik miqdori bilan cheklanadi. Bunday sharoitda minimumdagi omilning zararli ta'sirini kamaytirish uchun ekinni sug'orish yoki suv kamchil bo'lsa tuproqda nam to'plash yoki nam saqlashga qaratilgan agrotexnik tadbirlarni qo'llash zarur.

Dehqonchilik bilan shug'ullanadigan fermerlar ekinlarning vegetasiya davrida birinchi, ikkinchi yoki keyinchalik minimum bo'lib qoladigan omillarni bilishlari va ularni cheklovchi ta'sirini agrotexnik, hamda boshqa tadbirlar qo'llab, bartaraf qilib borishlari lozim.

4.Optimumlik qonuni. Bu qonunga muvofiq o'simliklar barcha hayot omillari bilan yetarli miqdorda ta'minlanganidagina eng yuqori hosil beradi. O'simliklar hayoti uchun zarur bo'lgan barcha sharoitlar bir vaqtda optimal darajada yaratilgan va o'simlikning barcha rivojlanish fazalarida hayot omillarining hammasiga talabi yetarli darajada qondirilib borilganda ulardan har doim yuqori hosil olinadi.

5.Maksimumlik qonuni. Dehqonchilikda yuqorida bayon qilingan qonunlardan tashqari maksimumlik qonuni ham mavjud. Asosiy hayot omillaridan birortasi maksimal bo'lib ketsa, u o'simlikning o'sishi va rivojlanishiga salbiy ta'sir etib hosilning kamayishiga va sifatining pasayishiga olib keladi. Masalan, g'o'zaga o'g'itni optimal miqdordan ko'p solinsa g'ovlab ketadi, ko'saklari kech ochiladi, paxta tolasi kalta va sifatsiz bo'lib qoladi. Ortiqcha o'g'itlashning salbiy ta'siri hosil beradigan boshqa ekinlarda ham ro'y beradi. Qishda issiqxonalarda havo haroratini har doim 25°C dan yuqori qilib saqlash, u yerda yetishtirilayotgan pomidor yoki bodring ekinlari hosilining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun issiqxonalarda maksimal omil havoning ortiqcha isishiga yo'l qo'ymaslik (kechasi isitishni pasaytirish) kerak.

6.O'simlik hayotida kritik davrlar qonuni. Bu qonunning mohiyati shundaki, har qanday o'simlik turi hayotining turli davrida u yoki bu asosiy hayot omiliga o'ta talabchan bo'ladi. Masalan, kuzgi bug'doy nay o'rash davridan boshloqanishgacha jadal o'sganligi uchun suvga juda talabchan bo'ladi. Gullash davridan pishishgacha esa issiqlikka talabi

kuchayadi. Ammo gullash davridagi 40°C dan oshiq havo harorati hosilning kamayishiga olib keladi. O'simlik hayotidagi kritik davrlarda o'simlikning eng ko'p talab qiladigan u yoki bu asosiy hayot omilining miqdori aniqlanib, ekinlarni parvarishlashda unga rioya qilish kerak

7.Ekinlarni navbatlab ekish qonuni. Bu qonunning mohiyati shundaki, bir maydonga har yili bir ekinni takrorlab ekavermasdan, balki 1-2 yil ekilgandan keyin boshqa turdagi ekin bilan almashtirib (navbatlab) ekiladi. Masalan, bu qonunga amal qilinganda, donli ekinlardan biri maydonga surunkasiga 1-2 yildan ortiq ekilmay, qator oralari ishlanadigan yoki yem-xashak ekinlari, ya'ni makkajo'xori, kartoshka, beda va boshqalar bilan almashtiriladi.

Ekin turlarini tog'ri navbatlab ekilganda ularning hosildorligi, bir ekinni har yili takrorlab ekishdagi hosildorligiga qaraganda (boshqa shartlar hammasi bir xil bo'lganda) yuqori bo'ladi.

Agrometeorologiya fani meteorologiyaning quyidagi ko'pgina tarmoqlar bilan chambarchas bog'liqdir:

1) Atmosfera fizikasi - atmosferadagi jarayonlarning umum fizik qonuniyatlarini o'rganuvchi fandır.

2) Sinoptik meteorologiya - ob-havoni oldindan aytib berish va ularning uslublarini yaratish bilan shug'ullanuvchi fandır.

3) Iqlimshunoslik-iqlim resurslari, iqlim hosil bo'lish jarayonlarini o'rganuvchi fan.

4) Kosmik meteorologiya-koinot meteorologiyasini o'rganuvchi fandır.

Bundan tashqari agrometeorologiya fizika, geografiya, tuproqshunoslik, o'simliklar fiziologiyasi, o'simlikshunoslik, melioratsiya, dehqonchilik kabi fundamental va qishloq xo'jalik fanlari bilan ham uzviy aloqada bo'ladi.

§ 6.2.Agrometeorologiyaning asosiy vazifalari. Atmosferaning yerga yaqin qatlami va tuproq havosining gaz tarkibi.

1.Yer sharini o'rab turgan havo qobig'iga *atmosfera* deyiladi. U anaerob bakteriyalardan boshqa Yer sharida yashovchi barcha tirik organizmlarning yashash muhitidir. Atmosfera Yer evolyusiyasidagi turli jarayonlar, xususan o'simliklarda ro'y beradigan fotosintez jarayoni tufayli bundan bir necha milliard yillar ilgari atmosfera havosining hozirgi tarkibi shakllangan va u doimiy o'zgarmasdir. Shuning uchun ham insonlar va qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi ob'ektlari, mikroorganizmlar, xullas barcha tirik mavjudodlar havoning ana shunday tarkibidan nafas olishga moslashgan. Havoning hozirgi tarkibi tirik organizmlarning mavjudligini ta'minlaydi.

Atmosfera Yerdagi barcha tirik organizmlarning yashash muhitidir (bunga kislorodsiz anaerob yashaydigan bakteriyalar kirmaydi). Atmosferaning hozirgi vaqtdagiday tarkibi million yillar ilgari vujudga kelgan. Atmosfera bilan biosfera orasida tabiiy ravishda ta'minlangan dinamik muvozanat mavjud Insonlar va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi ob'ektlari havoning hozirgi vaqtdagi mavjud tarkibiga moslashgan.

Atmosferaning yer yuzidan 50-100 m balandlikkacha bo'lgan qatlamini yerga tutash qatlami deb yuritiladi. Bu qatlamning, ayniqsa uning yer yuziga juda yaqin qismining qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyati katta. Chunki bu qatlamda o'tuvchi atmosfera hodisalari o'simliklar va hayvonot dunyosiga har doim ta'sir qiladi, yanada aniqroq qilib aytganda o'simliklar (hayvonlar) shu qatlamdagi havoning turli fizik xossalari ta'sirida o'sadi va rivojlanadi.

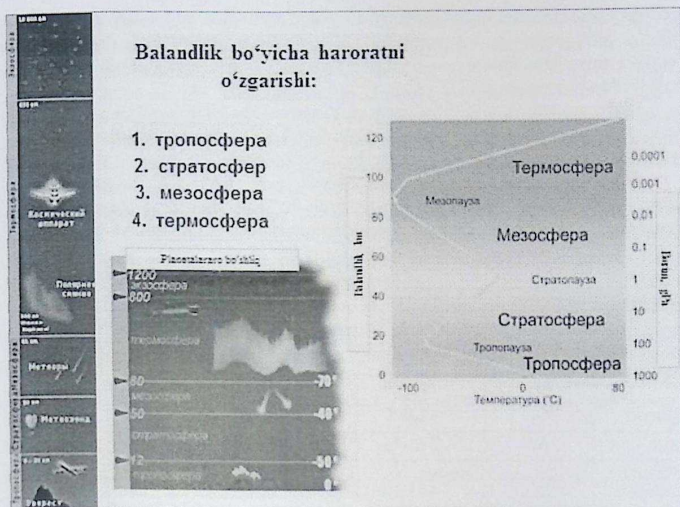
Atmosfera bir qancha qatlamlardan iborat:

Atmosferaning quyi qismidan yuqori chegarasigacha termodinamik xususiyati bir xil emas. Shunga ko'ra (havo temperaturasining o'zgarishiga ko'ra) atmosfera 5 ta asosiy qatlamga ajratilgan: Troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, ekzosfera.

Kosmosdan kelayotgan jismlar (meteoritlar) termosferada yonib ketadi. Atmosfera havosi tarikbidagi suv bugmari hisobga olinmaganda *quruq havo* deyiladi. Atmosferaning quyi qismidagi quruq havoning tarkibi har doim bir xil va o'zgarmas bo'lganligi bilan xarakterlanadi. Atmosferaning pastki qatlamida havo tarkibining doimiy bo'lib turishiga sabab havo doim vertikal va gorizontal yo'nalishda harakatlanib turishidir. Bunday harakat tufayli havo uzluksiz ravishda aralashib turadi. Biroq karbonat ангидрид, azon va boshqa ba'zi gazlarning atmosferadagi miqdori kam bo'lib balandlikka ko'tarilgan sari vaqt o'tishi bilan o'zgaradi.

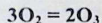
Tadqiqotlarning ko'rsatishicha atmosfera havosi tarkibidagi CO₂ ning miqdori doimiy tarkibga nisbatan 10-12% oshgan va katta shaharlar atrofida 0,1-0,2% ni tashkil etadi. Buning sababi transport va sanoatning jadal rivojlanganligidir.

Yuqorida aytilganidek atmosferaning tarkibi quruq havoga nisbatan olinadi. Aslida esa tabiatda quruq havoning bo'lishi mumkin emas. Havo tarkibida har doim ma'lum miqdorda gaz holatdagi suv bo'lib, foizning mingdan bir ulushidan 4% gacha bo'ladi. Qutbda 0,02%, tropik o'lkalarda 2,5%. Suv bug'ining miqdori balandlikka ko'tarilgan sari kamayib boradi, 10-15 km balandlikda deyarli suv bug'i bo'lmaydi. Atmosferadagi ozon juda kam miqdorda bo'lishiga qaramasdan insoniyat va qishloq xo'jaligi ob'ektlarining mavjud bo'lishida muhim ahamiyatga ega.



Rasm-6.2. Havo qatlamlarining tuzilishi

Atmosferaning 18-60 km balandligida quyoshdan kelayotgan ultrabinafsha nurlar ta'sirida kislorod atomar holatga o'tadi va qo'shni molekula bilan birikib ozonga aylanadi. Bu reaksiyani quyidagi sxema asosida ifodalash mumkin:



Ozon quyoshdan kelayotgan tirik organizmlarga juda xavfli ta'sir ko'rsatuvchi ultrabinafsha nurlarni tutib qoladi. 60 km dan yuqorida ozon deyarli bo'lmaydi. 15 km dan pastda esa juda kam miqdorda bo'ladi.

Tuproqning suvdan bo'shagan kovaklarini to'ldirib turuvchi turli gazlar va uchuvchi organik birikmalar aralashmasi tuproq havosi deyiladi. Tuproq havosining tarkibi haqidagi dastlabki ma'lumot fransuz olimi J.Bussengo tomonidan berilgan. 1853 yilda Bussengo va Levi tuproq havosi tarkibida: O_2 -10,35-20,03, N_2 -78,8-80,24, CO_2 -0,74-9,74, foiz oralig'ida bo'lishini aniqlagan. Tuproqdagi erkin havo atmosfera havosi bilan doim aloqada bo'lishiga, tuproq havosining tarkibi esa o'zgaruvchan bo'ladi. Tuproq havosidagi O_2 va CO_2 ayniqsa dinamik holda bo'lib, kislorodning sarflanishi va karbonat angidridning hosil bo'lish jarayonlari hamda atmosfera orasidagi gaz almashinuv tezligiga ko'ra, uning miqdori keskin o'zgaradi. Tuproq

havosida atmosferadagiga nisbatan CO₂ miqdori o'nlab va yuzlab marta ko'p bo'lishi, kislorodning konsentratsiyasi esa 20,9 dan 15-10 foiz gacha pasayishi mumkin. Bussengo va Levining yuqorida keltirilgan ma'lumotlari ham bundan dalolat beradi

Fizik xossalari qulay bo'lgan va havo yaxshi kirib turadigan sharoitda tuproq havosidagi CO₂ miqdori o'simliklarning vegetatsiya davrida 1-2 foizdan oshmaydi, O₂ esa 18 foizdan kam bo'lmaydi.

Og'ir mexanik tarkibli tuproqlarda nam ko'payib ketganda CO₂ miqdori 4-6 foizgacha va undan yuqori bo'lishi mumkin. Botqoqlangan tuproqlarda CO₂ konsentratsiyasi yanada yuqori bo'lib, O₂ kamayadi.

Quruq havo tarkibi

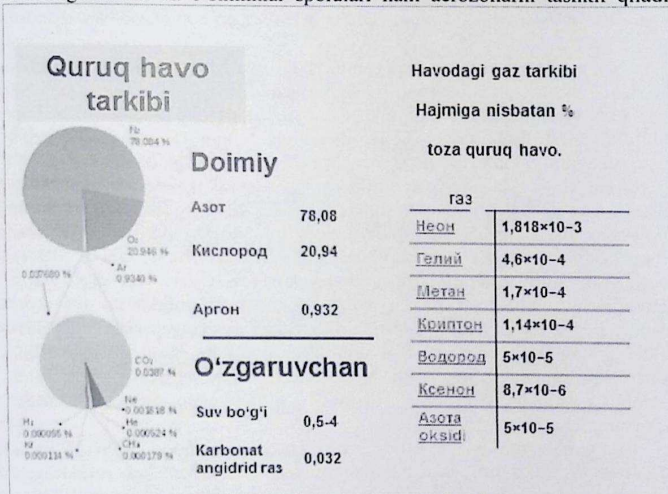
Gazlar	Formu- lasi	Molekulyar massasi	Hajmiv Ulushi (%)	Quruq havoga nisbatan zihihligi
Azot	N ₂	28,106	78,0	0,967
Kislorod	O ₂	32,000	20,946	1,105
Argon	Ar	39,944	0,934	1,379
Karbonat angidrid	CO ₂	44,010	0,033	1,529
Neon	N	20,183	18,18*10 ⁻⁴	0,695
Geliy	Ne	4,003	5,24 *10 ⁻⁴	0,138
Kripton	Kr	83,700	1,14*10 ⁻⁴	2,868
Vodorod	H ₂	2,016	0,5*10 ⁻⁴	0,070
Ksenon	Xe	131,300	0,087*10 ⁻⁴	4,524
Ozon	O ₃	48,000	o'zgaruvchan 0- 0,07 -10 ⁻⁴	
Quruq gaz		28,966	100	1,000

Tuproqning gazsimon qismi bilan atmosfera havosining to'xtovsiz va ma'lum tezlikda almashinib turishiga *gaz almashinishi yoki aeratsiya jarayoni* deyiladi. Gaz almashinuvi yoki aeratsiya bir-biri bilan va atmosfera bilan bog'liq bo'lgan alohida havo saqllovchi tuproq kovakliklari orqali yuzaga keladi. Gaz almashinuv omillariga: diffuziya, yog'inlar yoki sug'orish hisobiga namning tuproqqa kirishi, tuproq harorati va atmosfera bosimining o'zgarishi, shamolning ta'siri, sizot suvlari sathining o'zgarishi kabilar kiradi.

Diffuziya - tuproq qatlamlaridagi o'ziga xos parsial bosim ta'sirida gazlarning almashib turishidir. Atmosfera havosiga nisbatan tuproq

havosida O_2 kam va CO_2 ko'p bo'lganidan, diffuziya ta'sirida tuproqqa O_2 ning uzluksiz kirib, CO_2 ning esa atmosferaga ajralib chiqishi uchun sharoit yaratiladi. Yog'inlar va sug'orish natijasida tuproq kovakliklariga kiradigan suv tufayli havo siqilib, yuqoriga qarab chiqadi, keyinchalik uning o'rniga atmosfera havosi so'rib olinadi. Tuproq haroratining va atmosfera bosimining o'zgarishi, shamol ta'siri, sizot suvlari sathining o'zgarishi ham tuproqdagi havo xajmini, jumladan tuproqqa kiradigan va chiqadigan havo oqimini o'zgartiradi.

Tuproqqa qo'llaniladigan barcha agrotexnik ishlovlar tuproqda havo almashinishini tuproq aeratsiyasini yaxshilashga qaratilgan bo'ladi. Atmosferada havoning doimiy tarkibini tashkil etuvchi N_2 , O_2 , va H_2O dan tashqari juda ko'plab havoda muallaq osilib turuvchi gaz, suyuq va qattiq holatdagi zarrachalar bo'ladi. Bu zarrachalar **aerozollar** deyiladi. Aerozollar tuproqdan ko'tarilgan chang, vulqonlar, zavodlar, fabrikalar va transport faoliyatidan ajralayotgan changlardan va gazlardan, yog'inlardan, dengiz tuzlaridan va kosmik changlardan paydo bo'ladi. Bundan tashqari mikroorganizmlar va o'simliklar sporalari ham aerozollarni tashkil qiladi.



Rasm-6.3. Havo tarkibidagi moddalar miqdori

Agrometeorologiya fanining asosiy vazifalaridan biri, havoning ifloslanishini oldini olish va unga qarshi kurashish, murakkab ekologik

sharoitda ham to'g'ri agrotexnik usullar qo'llashni, yorug'lik, harorat, namlik kabi omillarni yaxshi boshqarib hosildorlikni oshirish choralarini ko'rishdir.

Ko'rsatilgan qatlamlar chegarasida ikki qatlamni bir biridan ajratib turuvchi 1-2 km qalinlikdagi «pauza» deb ataluvchi qatlamchalar: (tropopauza, stratopauza, mezopauza, termo-pauza) mavjud.

Barcha tirik organizmlarni rivojlanishida biosferaning ahamiyati kattadir.

Biosfera tushunchasi fanga avstraliyalik zoolog E.Zyuss tomonidan 1875 yilda kiritilgan. Ammo biosfera haqidagi ta'limot akad. V.I. Vernadskiy tomonidan yaratilgan. Biosfera atmosferaning 10-25 km, gedrosferaning 11 km gacha va litosferaning 3,5 km gacha bo'lgan qatlamini, ya'ni hayot mavjud bo'lgan qatlamini o'z ichiga oladi. Boshqacha qilib aytganda, biosfera atmosferaning pastki qismi (troposfera)ni, Yer yuzasining okean, dengiz, ko'l va daryo suvlari bilan qoplangan qismi (gidrosfera)ni, hamda Yer qobig'ining ustki qismi (litosfera)ni o'z ichiga oladi. Biosfera – hayot, yashash sohasi, yerning hayotga makon bo'lgan, tirik organizmlar tarqalgan joyidir. Gidrosfera va litosfera esa, go'yo moddalar va energiyalar aylanib turganidek, murakkab biokimëviy sikllar bilan o'zaro bogmangandir.

§ 6.3.Havoni tashkil qilgan gazlarning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati. Aerozollar

Atmosfera havosi tarkibiga kiruvchi barcha gazlardan qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun azot, kislorod, karbonat anhidrid gazi va suv bug'i eng katta ahamiyatga ega.

Azot (N_2). Ma'lumki, o'simliklarning normal o'sishi va rivojlanishi uchun yorug'lik, issiqlik, suv va havo qanchalik zarur bo'lsa, oziq moddalar ham o'shancha zarurdir. O'simliklarning oziq moddalarning har biriga talabi qondirilsa va boshqa hayot omillari ham yetarli bo'lsa, yaxshi o'sadi va rivojlanadi. Azot o'simliklarning tuproqdan o'zlashtiradigan eng asosiy elementlaridan biri. O'simliklar va hayvonlar oqsili tarkibida azot bor. O'simliklar rivojlanishning dastlabki fazalarida azotga juda talabchan bo'ladi. Agar azot yetishmasa o'simlik sekin o'sadi, barglari och yashil, ba'zan sariq rangda bo'lib qoladi. Agar yerlarga azotni me'yoridan ko'p solib o'simlikka ortiqcha azot berilsa, o'simlik g'ovlab ketadi, pirovardida hosili kamayadi.

Ma'lumki, atmosfera havosi tarkibida azot miqdori ko'p bo'lsada yuksak o'simliklar uni atmosferadan bevosita o'zlashtirishga moslashgan emas. Biroq, atmosfera azotini ba'zi turdagi o'simliklar, o'zlarining ildizida va ildiz rizoferasida erkin yoki bog'liq holatda yashaydigan bakteriyalar yordamida to'play oladilar. Masalan, dukkakli o'simliklar ildizida, ildiz rizoferasida simbiotik usulda oziqlanib, erkin yashaydigan azotobakter va

klostridium bakteriyalar yordamida atmosfera molekulyar azotini yaxshi to'playdi. Bundan tashqari dukkakli o'simliklarning ildizida yashaydigan tugunak bakteriyalar ham atmosfera azotini yaxshi o'zlashtiradi.

Atmosfera azoti ham o'simlik bargiga CO_2 gazi bilan aralashib diffuziyalanadi. Ammo bu azotni o'simlikning o'zi o'zlashtirmaydi, balki yuqorida ko'rsatganimizdek ildizdagi turli bakteriyalar o'zlashtiradi va ular azotni o'simlik o'zlashtira oladigan holatga o'tkazib to'playdi.

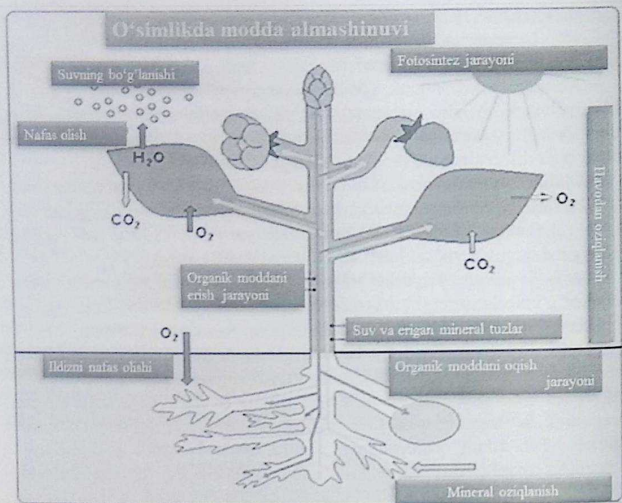
Ma'lumotlarga qaraganda, dukkakli o'simliklardan biri bo'lgan uch yillik bedaning har gektar maydoni tuproqda bir yilda 300-400 kg gacha azot to'playdi. Bu azot miqdori bedadan bo'shagan yerga ekilgan ekinlarni bir necha yil davomida yuqori hosil olish uchun yetarli bo'ladi.

Azot tuproqqa yog'inlar bilan oz bo'lsada tushadi. Azot har gektar yerga yog'in bilan bir yilda 3-4 kg nitrat va ammiak ko'rinishida tushadi. Shunday qilib, azot tuproq unumdorligini oshirishda katta ahamiyatga ega.

Kislorod (O_2). O'simlik hayotidagi eng muhim jarayonlardan biri - fotosintez jarayonidir. O'simliklarning yashil bargida karbonat angidrid gazi va suvdan Quyosh yorug'ligi ta'sirida organik moddalarning hosil bo'lishi jarayoniga fotosintez deyiladi. Bu jarayonda havoga erkin kislorod ajralib chiqadi. Tabiatdagi kislorodning yagona manbai yashil o'simliklardir. Demak, qaerda yashil o'simliklar qalin bo'lsa, o'sha yerning havosida kislorod shunchalik ko'p bo'ladi. Tabiatdagi kislorod o'simliklar va hayvonlarning nafas olishiga, tuproqdagi organik moddalarning chirishiga va yonishiga sarflanadi. O'simliklar uzluksiz nafas oladi va u jarayon to'xtasa o'simlik nobud bo'ladi. O'simliklarda nafas olish jarayoni fotosintez jarayoniga teskari bo'lib, bu jarayonda organik moddalar anaerob sharoitda oksidlanib, karbonat angidrid gazini va suvni hosil qiladi va energiya ajralib chiqadi. Ajralgan bu energiya o'simlikning o'sish, rivojlanish, harakatlanish jarayonlari va boshqalarga sarflanadi.

Ekinlarning yaxshi o'sishi va rivojlanishi uchun tuproqqa kislorodning kirish sharoitini yaxshilash kerak. Bunga tuproqning aerasiyasini kuchaytirish orqali erishiladi. Tuproqda kislorod qanchalik ko'p va oziq moddalar yetarli bo'lsa, tuproqdagi bakteriyalarning faoliyati uchun qulay sharoit yaratiladi.

Karbonat angidrid gazi (CO_2). Karbonat angidrid gazi yashil o'simliklardagi fotosintez jarayoni uchun zarur. Bu jarayonda o'simlik havodagi CO_2 gazini iste'mol qiladi, havoga esa erkin kislorod ajralib chiqadi. Ma'lumotlarga qaraganda, Yer sharidagi barcha o'simliklar yil davomida fotosintez natijasida 450 milliard tonna organik modda hosil qiladi. Bu jarayonda o'simliklar 174 milliard tonna CO_2 ni o'zlashtirib, havoga 500 milliard tonnaga yaqin erkin kislorod ajratadi.



Rasm-6.4. O'simliklar modda almashinuvida atmosfera havosining ta'siri.

Karbonat angidrid gazi qishloq xo'jalik ekinlari hosilining shakllanishida muhim omil hisoblanadi. O'simliklar, hayvonlarning nafas olishida, tuproqdagi organik moddalarning chirishida, yoqilg'ilar yonishida havoga karbonat angidrid gazi ajraladi.

Masalan: V.N.Makarov ma'lumotiga binoan 1 gektar yerdan sutkasiga 400-600 kg karbonat angidrid gazi ajralib chiqadi.

Tuproq yuzasidagi havoda CO_2 miqdori, o'simliklar qoplamida ustidagi havodagi CO_2 miqdoridan 2-3 marta ko'p bo'ladi. Karbonat angidridning bunday taqsimlanishi fotosintez jarayonining faol o'tishiga yordam beradi.

Suv bug'i. Suv bug'i tabiatdagi suv aylanishning muhim qismi. Suv bug'ining atmosferadagi kondensatsiyasi va sublimatsiyasi natijasida bulutlar paydo bo'ladi, muayyan sharoitlarda esa bulutlardan u yoki bu turdagi yog'inlar yog'adi.

O'simliklar yozda ko'proq bug'lanib o'zining haroratini boshqaradi. Bundan tashqari suv bug'i atmosferada «issiqxona effekti» ni yaratishda ham ishtirok etadi. Havodagi suv bug'ining miqdori havo namligi deb ataladi.

Havoning ortiqcha yoki kam namligi o'simliklarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Masalan, g'alla ekinlaridan bug'doy pishib etilayotgan davrda uzoq vaqt havoning harorati yuqori va nisbiy namligi 30% dan kam bo'lib tursa yetishtirilgan donning ancha qismi puch bo'lib qoladi. Ortiqcha nisbiy namlik esa o'simliklarning turlicha kasallanishiga sabab bo'ladi.

Aerозollar. Atmosfera tarkibiga aerозollar deb ataluvchi havoda muallaq holatda bo'lgan ko'p sonli qattiq va suyuq moddalarning aralashmalari ham kiradi. Qattiq aerозol zarralarining radiusi 10^{-8} - 10^{-2} cm, tomchilarning radiusi esa 10^{-5} - 10^{-1} cm ni tashkil etadi. Atmosfera aerозoli murakkab kimyoviy va fizikaviy jarayonlarning mahsulotidir. Bu jarayonlarning murakkabligi va aerозol qisqa vaqt mavjud bo'lganligi tufayli, uning kimyoviy tarkibi va fizikaviy xarakteristikalari nihoyatda o'zgaruvchan. Atmosfera aerозollarining tarkibi va hosil bo'lish manbalariga ko'ra ularni quyidagi sinflarga bo'lish mumkin. Kelib chiqishi tabiiy bo'lgan aerозollarga quyidagilar kiradi: - tuproq zarrachalari va tog' jinslarining shamol natijasida yemirilishi hisobiga hosil bo'lgan mahsulotlar (chang), atmosferaga yil mobaynida qo'shiladigan bu zarralarning miqdori keng chegaralarda o'zgaradi va 130 dan 8000 mln. t gachani tashkil qiladi; - vulqon aerозoli (kul), atmosferaga yiliga 200 dan 1000 mln. tonnagacha qo'shiladi; - dengiz mavjlari tomchilaridan bug'lanish mahsulotlari (asosan NaCl), atmosferaga yiliga 300 dan 1300 mln. tonnagacha qo'shiladi; - o'rmon yong'inlarining qurum zarrachalari, atmosferaga yiliga 3 dan 360 mln. tonnagacha qo'shiladi; - koinot changi, meteoritlar yonishidan paydo bo'ladi, ularning miqdori yiliga 0,25 dan 14 mln. tonnagacha; - atmosferaga bevosita chiqariladigan (o'simliklarning changi, mikroorganizmlar va x.k.) va uchuvchan organik birikmalar kondensatsiyasi yoki bu birikmalar orasidagi kimyoviy reaksiyalar natijasida shakllanadigan biogen kelib chiqishga ega bo'lgan zarrachalar, shuningdek tabiiy gazsimon reaksiyalar mahsulotlari (masalan, oltingugurtning okean sirtidan ajralib, uning qayta tiklanishi hisobiga hosil bo'luvchi sulfatlar). Turli baholashlarga ko'ra atmosferaga bu zarrachalar 345 dan 1460 mln. tonnagacha qo'shiladi. Kelib chiqishi tabiiy bo'lgan aerозollarning umumiy miqdori yiliga 978 dan 12100 mln. tonnagacha o'zgarishi mumkin. Antropogen kelib chiqishga ega bo'lgan aerозollar ikkinchi sinfni tashkil etadi. Bunday aerозol manbalariga quyidagilar kiradi: - sanoat korxonalari, transport va yoqlg'i yoquvchi surilmalardan bevosita chiqindilar (qurum, tutun, yul changi zarrachalari va x.k.), shuningdek, qishloq xo'jaligi yerlaridan shamol natijasida ko'tariluvchi mahsulotlar- jami bu manbalardan atmosferaga bir yilda 18 dan 240 mln. tonnagacha zarralar chiqariladi; - gaz fazali reaksiyalar mahsulotlari (ikkilamchi aerозollar), ular yonish jarayonlari va kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo'ladi (sulfatlar, nitratlar, organik birikmalar); bu aerозollarning yillik miqdori 100 dan 360 mln. tonnagacha o'zgarishi

mumkin. Antropogen manbalar bir yilda jami 118 dan 601 mln. tonnagacha chiqindilarni atmosferaga tashlaydi. Turli aerozollarning atmosferaga kelib qo'shilishining yuqorida keltirilgan miqdoriy ko'rsatkichlari sezilarli xatoliklarga ega. Bu ayniqsa, tabiiy manbalardan chiqayotgan chiqindilarni baholashga taalluqlidi. Masalan, atmosferaga qo'shilayotgan tuproq changi miqdori ikki tartib aniqdigidagina baholanadi. Baholashning ayrim manbalariga muvofiq, o'rmon yonginlari natijasida hosil bo'lgan aerozollar miqdori yiliga 36-360 mln. tonnani tashkil etsa, boshqalari bo'yicha esa - yiliga 3 mln. t atrofida. Barcha manbalardan chiqayotgan changning yillik yigindi miqdori 2,3 mlrd. t bo'lib, mumkin bo'lgan chetlanish $\pm 1,4$ mlrd. t ni tashkil etadi. Atmosfera aralashmalari orasida sun'iy radioaktiv parchalanish mahsulotlari alohdda o'rinni egallaydi. Ular atom va termoyadro sinov portlatishlari, shuningdek atom elektrostansiyalaridagi texnogen falokatlar natijasida atmosferaga chiqariladi. Atmosferada ro'y beruvchi fizikaviy jarayonlarda atmosfera aerozollari muhim ro'l o'ynaydi. Dengiz suvi mavjlenganda atmosferaga qo'shiluvchi gigroskopik dengiz tuzi zarrachalari, shuningdek gigroskopik chang zarralari atmosferada kondensatsiya yadrolari vazifasini bajaradi, ya'ni ularga suv bug'i molekullari yopishib suv tomchilarini hosil qiladi. Kondensatsiya yadrolarining roli shundaki, ular gigroskopik xususiyati tufayli hosil bo'lgan tomchining turg'unligini oshirishadi. Agar havoda kondensatsiya yadrolari bo'lmaganida edi, o'ta to'yinish holatlarida ham kondensatsiya yuz bermasdi. Yuqorida ta'kidlanganidek, eruvchan gigroskopik tuzlar, ayniqsa dengiz tuzlari, muhim kondensatsiya yadrolari hisoblanadi. Dengiz to'q'inlanganida va dengiz suvining sachrashida hamda tomchilarning keyinchalik havoda bug'lanishida ular atmosferaga katta miqdorda qo'shiladi. Tulqin o'rkachlarida havo pufakchalari paydo bo'lib, ular keyinchalik yoriladi. Natijada dengiz suvining sachrashi sodir bo'ladi. Diametri 6 mm bo'lgan birgina havo pufagining yorilishi taxminan 1000 ta tomchini hosil qiladi. Shamol tezligi 15 m/s bo'lganda bir santimetr kvadrat dengiz sirtidan havoga har sekunda massasi 10^{-5} g tartibida bo'lgan bir necha o'nlab kondensatsiya yadrolari qo'shiladi. Umuman, tuz va gigroskopik yadrolar atmosferaga shuningdek tuproqning changishida ham qo'shiladi. Bunday yo'l bilan paydo bo'lgan kondensatsiya yadrolari mikrometrlarning o'ndan va yuzdan bir ulushlari tartibidagi o'lchamlarga ega. O'lchamlarining kichikligi tufayli kondensatsiya yadrolari cho'kmaydi va havo oqimlari bilan katta masofalarga ko'chadi. Shu bilan birga ular o'zlarining gigroskopikligi sababli to'yingan tuz eritmasining mayda tomchilari ko'rinishida atmosferada suzadilar. Nisbiy namlikning ortishida tomchilar kattaya boshlaydi, 100% ga yaqin namlikda esa bulit va tumanlarning ko'rinuvchan tomchilariga aylanadi. Biroq bulut tomchilari barcha yadrolarda emas, balki radiusi 1 μm dan katta bo'lgan eng yirik

yadrolarda shaqllanadi. Xuddi shunday jarayonlar yonish yoki organik parchalanish mahsulotlari hisoblanadigan gigroskopik qattiq zarrachalar va tomchilarda kuzatiladi. Bular azot kislotasi, oltingugurt kislotasi, ammoniy sulfat va boshqalar. Bunday yadrolar ayniqsa sanoat markazlari atmosferasida ko'p miqdorda bo'ladi. Shuning uchun, shaharlarda tumanlar shahardan tashqari joylardagiga nisbatan ko'proq shakllanadi va intensivligi kattaroq bo'ladi. Atmosferadagi gazlar molekullari va atmosfera aerozoli zarralarining ma'lum qismi elektr zaryadiga ega. Bunday zaryadlangan zarrachalar ionlar deb yuritiladi. Agar atmosfera quyi qatlamlaridagi ionlar molekulyar o'lchamlarga ega bo'lsa, suyuq yoki qattiq zarrachalar bo'lsa, og'ir ionlar deb ataladi. Atmosferada musbat elektr zaryadlarining ustunligi natijasida atmosferaning yig'indi zaryadi musbat. Yer sirti esa yig'indida manfiy bo'lgan elektr zaryadiga ega. Atmosfera va Yer sirti o'rtasida ma'lum potensial farqi paydo bo'ladi. Ushbu potensialning gradienti son jihatidan atmosfera elektr maydonining kuchlanganligiga teng. Atmosferadagi elektr maydoni odatda musbat zaryadlangan atmosferadan manfiy zaryadlangan Yer sirti tomonga yo'nalgan o'tkazuvchanlik toklarining hosil bo'lishiga olib keladi. Atmosfera aerozollari atmosferaning elektr xarakteristikallari - elektr o'tkazuvchanlik, elektr maydonining kuchlanganligi, elektr tokining zichligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Aerozol zarralar musbat va manfiy yengil ionlar konsentratsiyasining o'zgarishiga olib keladi. Atmosfera elektrini kuzatish stansiyalari tarmog'ida elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash ma'lumotlarining tahlili aerozol miqdori ortgan xududlarda elektr o'tkazuvchanlikning kamayishini ko'rsatadi. Havosi kuchli ifloslangan sanoat hududlarida elektr maydonining kuchlanganligi ortadi. Atmosferadagi aerozollar atmosferaning optik xususiyatlariga, xususan, gorizontallik ko'rinishiga ta'sir ko'rsatadi. Aerozol zarralar optik nurlanish spektrining ko'rinishiga qismida sochilish va yutilish sharoitlarini o'zgartiradi. Agar havoda chang va tutun zarralarining katta miqdorda yig'ilishi oqibatida kuchli xiralanish yuz bersa, bu hodisa *smog deb ataladi*. Smog ko'pincha cho'l va dasht hududlarida, o'rmon yong'inlarida va sanoat markazlari ustida havoning chang yoki tutunga to'lishi natijasida kuzatiladi. Kuchli smog vaqtida gorizontallik o'tkazuvchanlik uzoqligi 1 km va undan kam masofagacha kamayishi mumkin. Smog O'rta Osiyoda, ayniqsa yilning iliq davrida tez-tez uchraydigan hodisa hisoblanadi. Tabiiy, va ayniqsa antropogen manbalardan atmosferaga qo'shiluvchi aerozollarning ayrim turlari zaxarli hisoblanadi. Mishyak, kadmiy, simob, qo'rgoshin, rux, temir kabi metallar ular qatoriga kiradi. Kurum, sanoat changi, radionuklidlar, shuningdek yaxshi eruvchan ba'zi noorganik floridlar nafaqat zaxarli, balki kanserogen moddalar guruhini tashkil etadi. Bu moddalarning barchasi havo sifatini sezilarli o'zgartirishi mumkin. Havo sifati deganda uning fizikaviy-kimyoviy va

biologik xarakteristikalarining inson talablariga va ma'lum ma'noda texnologik talablarga mos kelishi tushiniladi.

§ 6.4. Atmosferaning ifloslanishi va unga qarshi kurash chora-tadbirlari

Atmosferaning ifloslanishi va unga qarshi kurash chora – tadbirlarini ishlab chiqish hozirgi davr talabi hisoblanadi. Chunki, Yer yuzida va aynan mintaqamizda atmosfera havosining ifloslanish darajasi kundan-kunga ortib bormoqda. Shuning uchun O'zbekiston Respublikasi Konstitusiyasi, «Tabiatni muhofaza qilish to'g'risida» gi hamda 1996 yil 27 dekabrda qabul qilingan «Atmosfera havosini muhofaza qilish to'g'risida» gi qonunlari va O'zbekiston Respublikasining Qonuni «Atmosfera havosini muhofaza qilish to'g'risida»gi O'zbekiston Respublikasi Qonuniga o'zgartish va qo'shimchalar kiritish haqida Qonunchilik palatasi tomonidan 2018 yil 30 noyabrda qabul qilingan Senat tomonidan 2019 yil 28 fevralda ma'qullangan qonunning «4-moddasida. Fuqarolarning atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi huquq va majburiyatlari keltirilgan bo'lib,

Fuqarolar quyidagi huquqlarga ega:

- o'z hayoti va sog'mig'i uchun qulay atmosfera havosidan foydalanish;
- atmosfera havosining holati hamda uni muhofaza qilish bo'yicha ko'rilayotgan chora-tadbirlar to'g'risida tegishli davlat organlaridan o'z vaqtida va ishonchli axborot olish;

- atmosfera havosiga ifloslantiruvchi moddalar va biologik organizmlar chiqarilishi hamda unga fizikaviy omillarning zararli ta'sir ko'rsatishi tufayli o'z sog'lig'iga va mol-mulkiga ziyon etkazilgan hollarda zararling o'rni qoplanishi;

- atmosfera havosini muhofaza qilish masalalari bo'yicha jamoatchilik fikrini o'rganishni va jamoatchilik ekologik ekspertizasini amalga oshirishda ishtirok etish.

Fuqarolar:

- atmosfera havosini muhofaza qilish to'g'risidagi qonun hujjatlari talablariga rioya etishi;

- atmosfera havosining ifloslanishiga, kamayishiga va unga fizikaviy omillarning zararli ta'sir ko'rsatishiga olib keluvchi harakatlarni sodir etmasligi shart);

3) quyidagi mazmundagi 5¹ — 5⁴-moddalar bilan tomdirilsin:

«5¹-modda. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi vakolatlari
O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi:

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasida yagona davlat siyosati amalga oshirilishini ta'minlaydi;

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi davlat dasturlarining ishlab chiqilishini hamda amalga oshirilishini ta'minlaydi;

-atmosfera havosiga ifloslantiruvchi moddalar chiqarilishi va unga fizikaviy omillarning zararli ta'sir ko'rsatishini tartibga soluvchi texnik reglamentlarni tasdiqlaydi;

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasida nazoratni amalga oshirish tartibini belgilaydi.

5²-modda. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish davlat qo'mitasining atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi vakolatlari

O'zbekiston Respublikasi Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish davlat qo'mitasi:

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasida yagona davlat siyosatini ishlab chiqish hamda amalga oshirishda idoralararo hamkorlikni ta'minlaydi;

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi davlat dasturlarini va boshqa dasturlarni ishlab chiqish hamda amalga oshirishda ishtirok etadi;

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi normativ-huquqiy hujjatlarni ishlab chiqishda ishtirok etadi;

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi normativ-huquqiy hujjatlarni o'z vakolatlari doirasida ishlab chiqadi va tasdiqlaydi;

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasida davlat ekologik nazoratini amalga oshiradi.

5³-modda. Mahalliy davlat hokimiyati organlarining atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi vakolatlari

Mahalliy davlat hokimiyati organlari:

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi davlat dasturlarini va boshqa dasturlarni ishlab chiqishda hamda amalga oshirishda ishtirok etadi;

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi hududiy dasturlarni ishlab chiqadi va tasdiqlaydi hamda ularning amalga oshirilishini ta'minlaydi;

-tegishli hududda atmosfera havosini muhofaza qilish sohasida davlat ekologik nazoratini amalga oshiradi.

5⁴-modda. Fuqarolar o'zini o'zi boshqarish organlarining, nodavlat notijorat tashkilotlarining atmosfera havosini muhofaza qilishni ta'minlashda ishtirok etishi

Fuqarolarning o'zini o'zi boshqarish organlari, nodavlat notijorat tashkilotlari:

-atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi davlat dasturlarini, hududiy va boshqa dasturlarni amalga oshirishda ishtirok etadi;

-atmosfera havosini muhofaza qilish to'g'risidagi qonun hujjatlarining ijrosi ustidan jamoatchilik ekologik nazoratini amalga oshiradi;

-aholi o'rtasida fuqarolarning atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi huquqiy savodxonligini va ekologik madaniyatini yuksaltirishga qaratilgan tushuntirish ishlarini amalga oshirishda ishtirok etadi»;

Inson salomatligiga hamda o'simlik va hayvonot olamiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan atmosferaning xavfli darajadagi ifloslanishi shakllanmoqda. Bunday aerozollar salbiy ta'sirining oldini olish maqsadida atmosfera havosi sifatining mezonlari ishlab chiqilgan bo'lib, ularning asosiylaridan biri aholi yashaydigan joylar uchun chegaraviy mumkin bo'lgan konsentratsiya (PDK) hisoblanadi. Atmosfera aerozollarining tabiiy va antropogen manbalari Yer shari bo'ylab notekis taqsimlangan, ularning intensivligi esa vaqt davomida o'zgarib turadi. Shunga muvofik aerozol miqdori yaqqol sutkalik va mavsumiy o'zgarishga ega. Tabiiy landshaftlar ustida aerozol miqdorining maksimumi kunduzi, minimumi esa kechasi kuzatiladi. Sanoat shaharlarida sutkalik o'zgarish odatda buning aksi bo'ladi. Tabiiy landshaftlarda yillik o'zgarishi aerozollar miqdorining maksimumi yozda, minimumi kishda, sanoat markazlarida esa maksimum odatda qishda kuzatiladi. Geografik nuqtai nazardan aerozol miqdorining maksimumi qit'alar, cho'llar va shaharlar ustida kuzatiladi. Suv havzalari, qishloq joylari va o'rmon massivlari ustida aerozol miqdori odatda kamayadi. Atmosfera aerozollarining asosiy qismi atmosferaning 300-500 metrli quyi qatlamida joylashgan. Atmosfera ifloslanishi va unga qarshi kurash choralarini kelib chiqishiga qarab aerozollar quyidagi turlarda uchraydi:

Tabiiy aerozollar. Ularga:

a) Suv bug'ining atmosferada kondensasiyasi va sublimasiyasi natijasida hosil bo'lgan suv tomchilari va muz kristallchalari;

b) O'rmonlarning yonishidan atmosferaga ko'tarilgan tutun, qurum va kul zarralari;

v) Chomlar va tuproqlardan atmosferaga ko'tarilgan qum va chang zarralari;

g) Kosmik fazodan kelgan va vulqonlarning portlashidan hosil bo'lgan qum va chang zarralari;

d) Okean va dengiz suvlari to'liqlinlanganda yuqo'riga sachragan suv tomchilarining bug'lanishidan keyin qolgan tuz zarralari;

j) Atmosferadagi turli-tuman bakteriyalar, o'simliklar guli changlari, sporalari va boshqalar kiradi.

Insonlarning xo'jalik faoliyati natijasida (antropogen) hosil bo'lgan aerozollarga:

a) Ko'mir bilan ishlaydigan elektr stansiyalar, ko'mir, metallurgiya, kimyo sanoati korxonalari, sement, ohak, neftni qayta ishlash

va boshqa zavodlar, isitish tizimlari qozonlaridan atmosferaga ko'plab miqdorda turli xildagi aerozollar ko'tariladi. Ularning asosiylariga quyidagilarni ko'rsatsak bo'ladi. Azot oksidlari, ammiak, uglerod oksidi, fluor, floridlar, oltingugurt dioksidi, oltingugurt uglerodi, oltingugurt vodorodi, sulfat kislotasi, vodorod floridi (freon), oltingugurt oksidi, rux, mis, xlor, xrom, kadmiy, qo'rg'oshin, simob, kremniy va boshqalar;

b) Avtotransport vositalaridan chiqadigan is gazi, azot oksidi, sulfat angidrid va qo'rg'oshin zarralari kiradi.

Atmosferaning ifloslanishi odamlarning sog'ligiga, ekinlarning o'sishi va rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tabiiy yo'sinda vujudga kelgan aerozollarning zararli ta'sirini tushunish uchun quyidagi misollarni keltiramiz.

Hozirgi vaqtda Orol dengizining sathi 17 m dan ko'proq pasaygan, uning sohillari 60-80 km ga chekinan.

Orol dengizining qurib qolgan tubidan har yili atmosferaga 70 mln. tonnaga qadar tuz changi ko'tarilmoqda. Bu to'zonlar shamol bilan katta masofalarga tarqaladi. Ular Buxoro, Qashqadaryo viloyatlaridagi ekin maydonlariga ham tushib yerlarni sho'rlantirmoqda, natijada o'simliklar ildiz tizimining rivojlanishini susaytirmoqda.

Surxondaryo viloyatining Termiz, Angor, Jarqo'rg'on va Muzrabod tumanlarida deyarli har oyda takrorlanib turadigan chang bo'ronlari qishloq xo'jalik ekinlariga katta zarar etkazmoqda. Qum va chang bo'ronlari o'simliklarga salbiy ta'sir qilib, fotosintez va nafas olish jarayonlarining buzilishiga sabab bommoqda.

Hozirgi vaqtda atmosferani ifloslantirishda asosiy o'rinni sanoat korxonalaridan atmosferaga chiqariladigan aerozollar tashkil qiladi.

Insonlarning sanoat va transport sohasidagi faoliyati natijasida atmosferada aerozol zarralari miqdori ko'payishini quyidagi misollarda ko'rsatamiz.

1000 t tomat pastasi tayyorlashda havoga 40 t chang, 30 t oltingugurt (IV) oksid va 50 t uglerod oksidi chiqariladi, yoki AQSh da bir yilda sanoat korxonalari tomonidan atmosferaga 142,2 mln. t uglerod oksidi, 33,9 mln. t oltingugurt oksidi, 22,7 mln. t azot oksidi va 25,4 mln. t chang zarralari chiqarib tashlangan.

Agar butun dunyo mamlakatlarining sanoatdagi faoliyatini e'tiborga olsak, atmosferaga har yili juda ko'p million tonnalab turli moddalar chiqarilishini tasavvur qilaolamiz. Ularning ko'pchiligi zaharli bo'lib odamlar, hayvonlar va o'simliklarga zararli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, Tojikiston alyuminiy zavodidan atmosferaga chiqadigan zaharli chiqindilar ta'siridan Sariosiyo, Uzun, Denov, Oltinsoy tumanlarida yashovchi odamlar orasida havoning ifloslanishidan hosil bo'lgan kasallar bor, hayvonlardan ham kasallanganlari uchraydi. Ayniqsa, qishloq xo'jalik ekinlariga

alyuminiy zavodidan chiqib havoda tarqaladigan ftorli birikmalar yuqoridagi tumanlar ayrim xo'jaliklarining ekinzorlariga zarar etkazmoqda.

Atmosferani radioaktiv moddalar ham ifloslantiradi. Atmosferaga yadro va termoyadro portlashlardan, shuningdek uran konlaridan ko'plab miqdorda radioaktiv zarralar ko'tariladi va shamol ta'sirida katta hududlarga tarqaladi va uzoq vaqt saqlanadi.

Hozirgi kunda respublikamizga atmosferaning radioaktiv ifloslanish xavfini tahdid solayotgan manbalardan biri Qirg'iziston Respublikasidagi «Moylisuv» radioaktiv moddalar qoldiqlari qabrstonidir. Umuman olganda yer yuzasidagi har bir 1 cm^2 yuzaga to'g'ri kelgan atmosfera ustunida 10^5 - 10^9 dona aerazol zarralar bor. Atmosferadagi aerazol zarralarning umumiy massasi 10^{11} kg ga yaqin bo'lsada, biroq atmosferaning umumiy massasidan juda ham kichik.

Aerazolardan ko'pchilik turlarining havodagi konsentrasiyasi ma'lum qiymatidan oshib ketsa insonlar, hayvonlar va o'simliklarga zararli ta'sir ko'rsatadi.

O'simliklar uchun havoni ifloslantiruvchi oltingugurt, ftor birikmalari, uglerod oksidi, xlor, uglevodorod va boshqalar eng ko'p zarar etkazadi. Ular fotosintez jarayonining normal o'tishini buzib, o'simliklarning o'sish va rivojlanish jarayonini sekinlashtiradi. Tekshirishlar sabzavot ekinlaridan-shpinat, karam, salat, rediskalarning oltingugurt uglerodga juda ham sezgirligini ko'rsatadi.

Atmosfera gaz bilan ifloslanganda kartoshka, qand lavlagi, pomidor, tok va bedalarning hosildorligining kamayishini ko'rsatadi. Azot oksidining havodagi konsentrasiyasi $0,08 \text{ mg/m}^3$ va undan oshiq bo'lsa, sabzavot ekinlarining o'sishi va rivojlanishi sekinlashadi va hosildorligi pasayadi. Bunday misollarni ko'plab keltirish mumkin. Umumlashtirib aytganda, havoni ifloslantiruvchi aerazolarning o'simlikka zararli ta'sir etmasligi uchun uning qiymati ruxsat etilgan miqdori (REM) dan oshiq bo'lmasligi kerak. Odamlar bilan o'simliklar uchun REM miqdori o'zaro bir xil emas.

Atmosfera havosining har bir metr kubi tarkibidagi zaharli moddalar miqdoriga ko'ra 4 ta klassga bo'linadi.

Xavfli moddalar miqdorini ortishi bo'yicha REM. REM ammiak-Ammiak kam xavfli 4 klassa. REM xloro-Xlorid vodorod yuqori xavfli, 2 klass. REM oksidi ugleroda-Oksid ugleroda – yong'in gazi 4 klassa, kam xavfli. REM azot oksidi-xavfli, 3 klass. Rangsiz, hidsiz gaz. REM formaldegi-Formaldegid – yuqori xavfli, 2 klass. Rangsiz, kuchli hidli gaz. REM oltingugurt 2-oksidi xavfli 3 klass. REM benzapiren. Benzapiren –o'ta xavfli, 1 klass. REM ozon. Ozon o'ta xavfli 1 klass. REM dioksid azot-Dioksid azot – xavfli 3 klass. REM oltingugurt uglerodi yuqori xavfli 1 klass asosida farqlanadi. Atmosfera havosi tarkibidagi $1 \text{ m}^3/\text{mg}$ hisobida

belgilanadi va REM m.r.- maksimal bir martali, REM s.s- o'rtacha sutkalik kriterisi bilan baholanadi.

Havoni ifloslantiruvchi moddaning ruxsat etilgan konsentratsiyasi

Aralashma	Daraja REM, mg/m ³		
	maksimal bir martali (REM _{m.r.})	o'rtacha sutkalik (REM _{s.s.})	o'rtacha yillik (REM _{s.g.})
Asosiy ifloslantiruvchi moddalar			
Oltingugurt 2-oksidi (SO ₂)	0,5	0,05	0,05
Uglerod oksidi (CO)	5	3	3
Azot 2-oksidi (NO ₂)	0,085	0,04	0,04
Azot oksidi (NO)	0,4	0,06	0,06
Miqdori oshgan moddalar	0,5	0,15	0,15
Maxsus ifloslantiruvchi moddalar			
Ammiak (NH ₃)	0,2	0,04	0,04
Ozon (O ₃)	0,16	0,03	0,03
Fenol (C ₆ H ₅ OH)	0,01	0,006	0,006
Formaldegid (HCOH)	0,05	0,01	0,01
Ksilol (C ₈ H ₁₀)			
Benzol (C ₆ H ₆)			

Har bir sanoat korxonasi, har bir avtomobil ishlayotganda atmosferaga chiqadigan zaharli gazlarni kamaytirish hozirgi davrning eng asosiy talabidir



Rasm-6.5. Shaharning atmosfera ifloslanganda ko'rinishi

Atmosfera havosini tabiiy yo'l bilan tozalashda o'simliklarning xizmati juda katta. Chunki o'simliklarning ko'pchiligi atmosfera gazlarini, shu jumladan zaharli gazlarni yutib ularning havodagi miqdorini kamaytiradi. Yashil o'simliklar atmosfera havosidagi chang miqdorini 2-3 marta kamaytiradi.

Atmosfera havosining tozalanishida yog'inlar ham muhim rol o'ynaydi. Qor va yomg'ir atmosferadagi zaharli moddalarning ma'lum qismini yer yuziga olib tushadi.

Yog'ingarchilik qancha ko'p bo'lsa, havo tarkibi shuncha tozalanadi. Ammo atmosferaning tabiiy yo'l bilan tozalanishi sekinlik bilan o'tadi. Shuning uchun insonlar tabiiy tozalanish bilan cheklanmasdan, atmosferani zaharli aerozollardan tozalash yo'llarini ishlab chiqishi kerak.

Hozirgi vaqtda barcha davlatlarda, shu jumladan O'zbekiston Respublikasida ham atmosferaga chiqariladigan zararli aerozollarning miqdorini kamaytirish yoki butunlay yo'qotish choralari amalga oshirilmoqda. Buning uchun sanoat korxonalaridagi texnologik jarayonlarni takomillashtirish hisobiga kam chiqindili yoki chiqindisiz korxonalar qurilmoqda. Chiqindili zavodlarga maxsus moslamalar ishlatilib, ajralib chiqayotgan gazlar, shuningdek yarim mahsulotlar zararli moddalardan tozalanib, ushlab qolinmoqda va mahsulot ishlab chiqarishga qaytadan ishlatilmoqda.

Atmosferani tozalashda ahamiyatga ega bo'lgan texnologik jarayonlardan yana biriga ishlab chiqarishda zaharli moddalarni zahari kam moddalar bilan almashtirishni ko'rsatish mumkin. Masalan, sanoat korxonalaridagi qozonlarni ko'mir yoki mazut yoqib emas, balki gaz yoqib ishlatilsa, atmosferaga chiqarib tashlanadigan zararli moddalar 70-90% ga kamayadi.

Avtomobillarga benzin o'rniga siqilgan gaz ishlatilsa, atmosferaga chiqariladigan zararli chiqindilar kamayib, atrof muhit ancha kam ifloslanadi, yoki karbyuratorli dvigatellar o'rniga injektorli dvigatellar ishlatilsa, atmosferaning ifloslanishi kamayadi.

Atmosfer havosida ruxsat etilgan konsentratsiyasi (PDK)

Modda	O'rtacha sutkalik	Bir martali
1. Formaldegid	0,003 mg/m ³	0,035 mg/m ³
2. Metan	-	50 mg/m ³
3. Vodorod sulfid	-	0,008 mg/m ³
4. Benzapiren	0,1 mg/m ³	
5. Atseton	3 mg/m ³	
6. Simob bug'lari		0,0003 mg/m ³

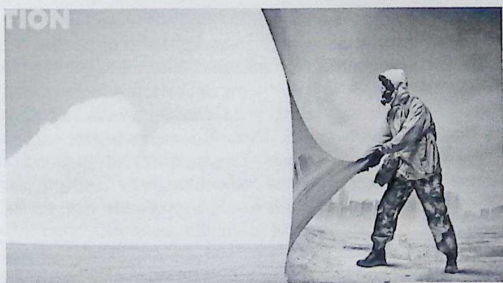
7.Uglerod gazi	3 mg/m ³	5 mg/m ³
8.Mineral va shisha tola changlari		4 mg/m ³
9.Kvars shisha changi		1 mg/m ³
10.Uglevodorodlar	-	-
11.Karbonat angidrid gazi	0,01%	0,05%
12.Ammiak	0,2 mg/m ³	0,04 mg/m ³
13.Xlor	0,03 mg/m ³	0,1 mg/m ³

Suv tarkibida ruxsat etilgan moddalar konsentratsiyasi (REM)

Modda	Ko'rsatgich	Modda	Ko'rsatgich
Dixlor fenol	2 mg/l	Trixlorfenol	4 mg/l
Gidroxinon	200 mg/l	Xloroform	60 mg/l
Penta xlor fenol	10 mg/l	Fenol	1 mg/l
Krezol	4 mg/l	To'rt xlorli uglerod	6 mg/l
Uch xlor etilen	70 mg/l		

Tuproq tarkibida ruxsat etilgan moddalar konsentratsiyasi (REM)

Modda	Ko'rsatgich	Modda	Ko'rsatgich
Mis	3 mg/kg	Svinets	20 mg/kg
Kobalt	5 mg/kg	Sink	20 mg/kg
Simob	2 mg/kg	Ftor	3 mg/kg
Мышыак	2 mg/kg	Nitratlar	76,8 mg/kg
Surma	5 mg/kg		



Rasm-6.6. Atmosferani ifloslanishi va uni tozalash

Shunday qilib, atmosferani ifloslantiruvchi zaharli aerozollardan butunlay tozalash (yoki keskin kamaytirish) davlat ahamiyatiga ega bo'lgan ishdir.

§ 6.5. Atmosfera bosimi va uni o'lchash usullari. Atmosfera bosimi va tarkibining balandlik bo'yicha o'zgarishi. Barik pog'ona.

1643 yilda Evandjelista Torrichelli tomonidan tajriba yordamida atmosfera havosining massasi bor ekanligi aniqlangandan so'ng atmosfera bosimi haqidagi tadqiqotlar ko'payib bordi. Atmosfera holatini tafsivlovchi asosiy kattaliklardan biri atmosfera bosimi hisoblanadi. *Atmosfera bosimi* - deb yerning ma'lum yuzasidan atmosferaning yuqori chegarasigacha bo'lgan havo ustunining shu yuzaga ko'rsatadigan ta'sir kuchiga aytiladi. Atmosfera bosimi havoning asosiy xossalariidan biri bo'lib havoning zichligi va bosimiga bog'liq bo'ladi. Zichlikning ta'rifi bizga fizika kursidan ma'lum. Ya'ni har qanday moddaning zichligi massasining hajmiga nisbatiga aytiladi.



$$\rho = m/V$$

Bu erda: ρ - zichlik, g/cm^3 yoki kg/cm^3

m - moddaning shu hajmdagi massasi, g yoki kg V - hajmi, cm^3 yoki m^3 $40^\circ C$ da suvning zichligi $1g/cm^3$ yoki $1000 kg/m^3$, havoning zichligi esa normal sharoitda $0,001293 g/cm^3$ yoki $1,293 kg/m^3$, demak havoning zichligi suvning zichligidan 800 marta kichikdir.

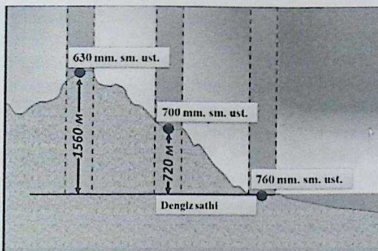
Atmosferadagi havoning zichligi yuqoriga ko'tarilgan sari juda tez kamayib boradi. Yer yuzidan 300 km balandlikda havoning zichligi dengiz sathiga nisbatan $4 \cdot 10^{10}$ marta kichik. 300 km dan balandda havo molekullari siyraklashish evaziga havoning zichligi yanada kamayib boradi va asta sekin planetalararo bo'shliqqa o'tib ketadi. Butun atmosfera havosi massasining 50% i Yerga yaqin 5,5 km li qatlamda joylashgan.

Atmosfera bosimi uzoq vaqt mm.simob.ustunida o'lchangan. 1930 yilga kelib atmosfera bosimining o'lchov birligi sifatida xalqaro o'lchov birligi *bar* (grekcha so'z *baros* og'irlik) qabul qilingan.

$1 bar = 750,1 mm.simob.ustuni.$

1980 yildan boshlab atmosfera bosimining xalqaro yangi o'lchov birligi Paskal (Pa) qabom qilindi. $1 Pa = 1n/m^2$ yoki $1Pa \cdot 10^{-5} bar.$

Atmosfera bosimini o'lchash asbobining shkalalari gPa yoki $m.bar$ larga bo'lingan bo'lib, shu o'lchov birliklari ishlatiladi. $1gPa = 1m.bar = 0,75 mm.simob$ ustuni. Bizga geografiya va fizikadan ma'lumki jismlarning havoda erkin tushish tezlanishi ekvatoridan qutubga tomon



oshadi, balandlikka ko'tarilgan sari kamayadi. Bu omillar havo bosimini o'lchaydigan simob ustuniga ham proporsional ravishda ta'sir ko'rsatadi. Ana shu omillar ta'sirini yo'qotish, (tenglashtirish) maqsadida me'yoriy (normal) atmosfera bosimi qabul qilingan. 45 kenglik, $0^{\circ}C$, dengiz sathi havosining bosimi *me'yoriy (normal) atmosfera bosimi* deyiladi. U 760 mm. simob ustuni yoki 1013,25 gPa ga teng. Tajribalar va nazariya balandlik oshgan sari havo zichligi va bosimining kamaya borishini ko'rsatadi. Agar dengiz sathida havo bosimi taxminan 1013 gPa ga teng bomsa, 5,5 km balandlikda esa atmosfera bosimi 500 gPa , 20 km balandlikda esa 50 gPa ga teng.

Atmosfera bosimi har 10,5 metr balandga ko'tarilganida bosim o'rtacha 1 mm.sb.us kamayadi. Bosimning balandlik bo'yicha o'zgarishini barik pog'ona xarakterlaydi.

Shunday qilib, barik pog'ona shunday H-balandlikni bildiradiki, unda bosimni $1gPa$ ga o'zgarishi uchun shu balandlikka ko'tarilish yoki pastga tushish kerak.

Barik pog'onani quyidagi formula bilan aniqlanadi: $N=8000/R(1+0,004 * t)$ m/ gPa

Bu erda: P -atmosfera bosimi T - havo harorati

Masalan: $P=1000gPa$, $T=+40^{\circ}C$ bo'lsa, H-ning qiymati: $N=8000m/1000gPa(1+0,004 * 40)=8(1+0,16)=9,7m/gPa$

Demak, berilgan boshlang'ich sharoitlarda bosim 9,3m balandlikka ko'tarilganda $1gPa$ ga kamayadi. Bir vaqtning o'zida yer sharining turli xil nuqtalarida atmosfera bosimi bir xil bo'lmaydi. Chunki atmosfera havosining bosimi havoning temperaturasiga, joyning absolyut balandligiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Atmosfera bosimining gorizontallik bo'yicha turli xil bo'lishi havoning gorizontallik yo'nalishida harakatlanishiga sabab bo'ladi. Chunki, har qanday gaz molekullari ko'p tomondan (bosim yuqori tomondan) molekullar kam tomonga (bosim past tomonga) harakatlanadi. Gazlarning bu qonuniyati Yer yuzasida atmosfera bosimining gorizontallik yo'nalishida har yuz kilometrda o'zgarishi atmosfera bosimining *gorizontallik*

gradienti deyiladi. Bu kattalik odatda 1-2 gPa/100km ga teng. Atmosfera bosimining gorizontal gradientiga qarab shamolning paydo bo'lishini, uning yo'nalish va tezligini bilish yoki oldindan aytish (prognoz qilish) mumkin.

Atmosfera bosimi barometr asboblari o'lganadi. Barometr asboblarning bir necha turlari va konstruksiyalari mavjud. Yer yuzidagi meteorologik stansiyalarda kosali stansion barometrlar, dalada, ekspeditsiyalarda, samolyotda va boshqa joylarda atmosfera bosimini o'lchash uchun aneroid-barometrlardan (aneroid-suyuqliksiz) foydalaniladi. Atmosfera havosi bosimini uzluksiz qayd qilish uchun barograf asbobi ishlatiladi.

Atmosfera bosimi deganda, atmosferadagi havo massasining atmosferada mavjud bo'lgan barcha predmetlarga va Yer yuzasiga ko'rsatadigan bosimi tushuniladi. Aniqroq aytganda, Yer yuzasidan to atmosferaning eng yuqori qatlamigacha bo'lgan ma'lum hajmdagi havo ustunining shu ustun tagidagi maydonga bosib turadigan kuchga aytiladi va $mm.sim.ust/cm^2$ yoki mb/cm^2 da o'lganadi. Shuni ta'kidlash lozimki, dastlab atmosfera bosimi simob ustunining balandligi millimeter (mm) da o'lganib kelingan. Ma'lumki, mm uzunlik o'lchov birligi bo'lganligi uchun bosimni o'lchashda birmuncha noqulayliklar paydo bo'ladi. Shuning uchun 1930 yildan boshlab yangi xalqaro o'lchov birligi qilib "bar" qabul qilingan. Lekin amalda bosimni o'lchash uchun millibar (mbar) ishlatiladi. 1980 yildan boshlab xalqaro birlik qilib Paskal (Pa) qabul qilingan, lekin, amalda Gektopaskal (gPa) ishlatiladi.

Atmosfera bosimi asosiy meteorologik kattaliklardan biri bo'lganligi uchun ham u barcha meteorologik stansiyalarda o'lganadi. Atmosfera bosimi qiymatlaridan barometrik nivelirlashda, ya'ni bir joyning ikkinchi joyga nisbatan baland pastligini aniqlashda, joyning relef kartasini tuzishda, ob-havoning mahalliy alomatlariga qarab, uning yaqin kunlarda qanday bo'lishini oldindan aytib berish kabi maqsadlarda foydalaniladi.

Millimetr simob ustuni (mm sim. ust.) - kosachali barometrda simob ustunining 1 mm ga o'zgarishiga mos bo'lgan atmosfera bosimining ko'rsatkichidir. Atmosfera bosimi SGS (santimetr-gramm sekund) o'lchov birliklar sistemasida mb birlikda o'lganib, u 1 cm^2 sirtga tik ravishda 1000 dina kuch bilan ta'sir qiladigan bosimga teng; Bosimning o'lchov birliklari orasidagi tenglik quyidagicha:

$1\text{ mm sim.ust.} = 1,33\text{ mb}$ yoki $1\text{ mb} = 0,75\text{ mm sim.ust.}$

Xalqaro birliklar (SI) sistemasida atmosfera bosimi Paskal (Pa) da o'lganadi. Paskal bilan mm sim.ust va mb lar o'rtasidagi tenglik quyidagi ko'rinishga ega:

$1\text{ mm sim.ust.} = 133\text{ Pa} = 1,33\text{ gPa}$ (gektopaskal) yoki $1\text{ mb} = 10^2\text{ Pa} = 1\text{ gPa}$.

Atmosfera bosimi sutka davomida havo haroratiga bog'liq holda o'zgarib boradi. Havo haroratining ko'tarilishi bilan havo hajmi ortadi, seyraklashadi, namlik kamayadi va o'z navbatida massasi kamayadi - atmosfera bosimi esa kamayishi kuzatiladi. Sovuq havo aksincha, havo hajmi kamayadi, zichlashadi, massasi ortadi va atmosfera bosimi ortadi.

Havo haroratini ortishi bilan atmosfera bosimi pasayadi, harorat pasayishi bilan bosim ortadi. Havo harorati 1°C ga pasayganda atmosfera bosimi $0,28 \text{ mm}$. sim.ustuniga ortadi. Sutkaning eng yuqori atmosfera bosimi tunda, eng past atmosfera bosimi kunduzi yarim kunda sodir bo'ladi.

Yil davomida quruqlikda eng maksimal atmosfera bosimi qishda, eng minimal atmosfera bosimi esa yozda kuzatiladi. Okean ustida havo haroratining sekin isib-sovushi hisobiga minimum atmosfera bosimi qishda maksimal esa yozda kuzatiladi. Barometrning o'lchov ko'rsatgichiga ko'ra turgan joyning dengiz sathidan balandligini aniqlash mumkin.

Barik maydon (pog'ona) - havo bosimining atmosferada taqsimlanishi. Asosiy kattaligi barik gradiyenti. Bu gradiyent atmosfera bosimining fazoda o'zgarish darajasini ifodalovchi vektor. Fizik ma'nosi jihatdan u hajm birligidagi havo massasiga ta'sir etuvchi kuchlar yig'indisiga teng.

Atmosfera bosimi yer yuziga nisbatan faqat vertikal yo'nalishdagina o'zgarmasdan, balki gorizontal yo'nalishda ham o'zgaradi, yoki yer yuzining turli nuqtalarida ayni bir vaqtda o'lchangan atmosfera bosimining qiymatlari bir-biriga teng bo'lmaydi. Yer yuzida gorizontal yo'nalishda atmosfera bosimining masofa bo'ylab o'zgarishiga turli yerlardagi havoning isishi va sovishi jarayonlarining turlichaligi, u yerlar ustidagi havo oqimlarining xususiyati va boshqalar sabab bo'ladi. Masalan; bir-biriga yondosh joylashgan ikki xil joyni olaylik. Ularning birinchisi haydalgan yer (shudgor) va ikkinchisi suv havzasidan iborat bo'lsin (har birining yuzasi etarlicha katta deb qaraymiz). Havo ochiq kunlari tushki paytgacha shudgor ustidagi havo ancha ko'proq isiydi, suv ustidagi havo esa kamroq isiydi. Natijada, shudgorlik yer ustida atmosfera bosimining qiymati kamroq, suv havzasi ustida esa ko'proq bo'lib qoladi va suv havzasi tomondan shudgorga shamol esishi ro'y beradi.

Atmosfera bosimining qiymatlari haqidagi ma'lumotlarni turli joylardagi meteorologik stansiyalar beradi. Biroq bu ma'lumotlarni bevosita bir-biri bilan taqqoslab bo'lmaydi. Chunki avval aytganimizdek turli meteorologik stansiyalar dengiz sathidan har xil balandda joylashgan. Shuning uchun ulardagi atmosfera bosimining qiymatlarini dastavval dengiz sathidagi qiymatlariga o'tkaziladi va shundan keyingina o'zaro taqqoslanadi.

Atmosfera bosimining katta hududlardagi taqsimotini bilish uchun sinoptik xaritalarga turli joylarda ayni bir vaqtda o'lchangan va dengiz sathidagi qiymatlariga keltirilgan qiymatlarini yozilishini yana bir ta'kidlab

o'tamiz. Shundan so'ng teng bosimli nuqtalarni egri chiziqlar bilan tutashiramiz, hosil bo'lgan egri chiziqlarni bosim o'zgarmaydigan -teng bosimli yoki izobaralar deb yuritiladi. Izobaralarni odatda bosim o'zgarishi 5 gPa dan qilib chiziladi. Izobaralar zich chizilgan joylarda bosim katta, siyrak chizilgan joylarda esa kam bo'ladi. Katta hududlar uchun chizilgan sinoptik xaritalarni tahlil qilib, katta va kam bosimli joylarning joylashishini, havo massalarining harakati yo'nalishlarini aniqlab boriladi. Bu kabi ma'lumotlar ob-havoning kelgusida qanday bo'lishini oldindan aytish (bashorat qilish)da muhim ahamiyatga ega.

Atmosfera bosimining gorizontaal yo'nalishda o'zgarishini tavsiflash uchun gorizontaal barik gradient tushunchasi kiritiladi.

Gorizontaal barik gradient deb, katta bosimli tomondan kichik bosimli tomonga izobaraga tik ravishda gorizontaal yo'nalish bo'ylab 100 km musofaga to'g'ri kelgan atmosfera bosimining o'zgarishiga aytiladi.

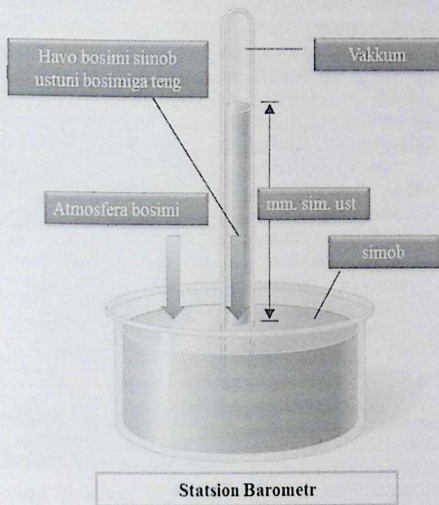
Odatda gorizontaal barik gradientning qiymatlari 1-3 gPa/100 km ga teng.

Atmosfera bosimi va uni o'lchash usullari va o'lchov asboblari.

Atmosfera bosimini o'lchash uchun meteorologik stansiyalarda simobli stansion barometr ishlatiladi. Bu barometrlar ko'rsatkichi eng aniq bo'lib, boshqa asboblarda ko'rsatkichi simobli barometr ko'rsatkichiga ko'ra solishtiriladi. Aerologik, ekspeditsion kemalar va dala sharoitida bosimni o'lchash uchun metall barometr-aneroidlar ishlatiladi. Kosachali barometr meteorologik stansiyalarda xonaning ichiga maxsus yog'ochdan yasalgan oynali g'ilofga o'rnatiladi va devorga mahkamlanadi. Shuning uchun u stansion barometr deb ham ataladi. Simobli barometrlarning aniqligi boshqa barometrlarga nisbatan yuqori bo'ladi. Asbobning quyi qismi simob to'ldirilgan shisha naycha kosacha ichiga botirib qo'yiladi. Naychaning yuqori qismi havo kirmaydigan qilib mahkamlangan bo'ladi. Naychaning ustki qismida atmosfera havosi kirib turishi uchun teshikcha mavjud bo'lib, u vint 3 bilan yopilgan. Shisha naychaning yuqori qismida havo yo'q, shuning uchun kosachaning ichidagi simob yuzasiga atmosfera bosimi ta'siri ostida naycha ichidagi simob ustuni ma'lum balandlikkacha ko'tariladi.

Simob ustunining og'irligi atmosfera bosimiga teng. Bu gardishning yuqori qismida naychaning ikki tomonida uzunasiga joylashgan teshiklar ochilgan. Bu teshiklar orqali naychadagi simob ustunining balandligi kuzatiladi. Bu bo'ylama teshikning bir tomoniga mm.sim.ust. yoki gPa dagi shkala chizilgan. O'ndan bir bo'laklar hisobini olish uchun gardishning ichiga vint 4 yordamida shkala bo'yicha harakatlanadigan noniusli b halqa o'rnatilgan. Gardishning o'rta qismiga termometr joylashtirilgan, bu termometr yordamida simob ustuni balandligi hisobini olishdan oldin asbobning harorati o'lchanadi.

Shisha naychaning pastki qismiga termometr T o'rnatilgan. Teshikning chap tomoniga shkala yozilgan, shkalaning ustidan shisha naycha bo'ylab balandga-pastga harakatlanadigan noniusli halqa o'rnatilgan. Bu halqa maxsus vintga o'xshash qurilma bilan harakatga keltiriladi va simobning eng yuqori darajasiga to'g'rilab hisob olinadi.



Rasm-6.7. Kosachali barometrnin tuzilishi

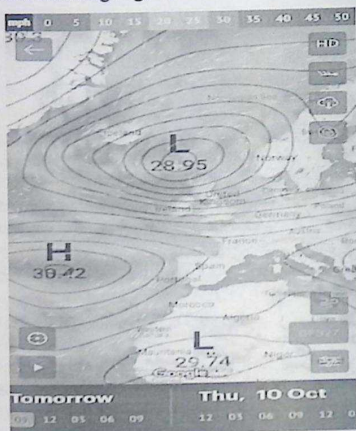
G'ilofning eng yuqori qismiga asbobni osib qo'yish uchun maxsus halqa o'rnatilgan. Barometr isitgich asboblardan, eshik va derazalardan uzoqda o'rnatilishi lozim. Kosachali barometrda atmosfera bosimini o'lchash uchun xonada yoritish chiroqlari yoqilib, shkaf ochiladi. Eng avvalo 0,1 bo'laklar hisobga olinadi va keyinchalik simobning yuqori darajasi tekis chiziqli bo'lishi uchun barometr g'ilofiga barmoq bilan to'qillatib urib qo'yiladi. Simobning sathi bir tekis bo'lgach, pastga tushiriladi va pastki kesma sathigacha tushirilib simob yuqori sathiga tekkandan so'ng o'ng va chap tomondan qaraganda raqamlar yaxshi ko'rinishi uchun orqa tomondan yorug'lik tushib turadi. Hisob aniqligi 0,1 mbar bo'lishi kerak.

Simobli barometr ko'rsatkichlariga tuzatmalar kiritiladi. Bu tuzatmalar asosan uch xil bo'ladi:

1. Barometr haroratiga; 2. Erkin tushish tezlanishiga; 3. Asbobning noaniqliklariga tuzatma kiritiladi.

Harorat 0°C ga teng bo'lganda, simob ustunining balandligi odatdagi (normal) bosim deb qabul qilingan va bosim ko'rsatishiga tuzatma kiritilmaydi. Harorat 0°C dan yuqori bo'lganda kiritiladigan tuzatma manfiy, 0°C dan past bo'lganda esa musbat ko'rsatkichga ega bo'ladi.

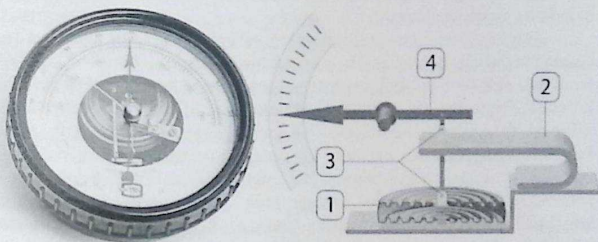
Dengiz sathidan balandga ko'tarilgan sari bu ko'rsatkich kamayib boradi. Og'irlik kuchining tezlanishi Yer sharining shimoliy va janubiy qutblarida yuqori. Dengiz sathidan turlicha balandliklarda va Yer sharining turli kengliklarida olingan bosim ko'rsatkichlarini bir-biriga taqqoslash mumkin bo'lishi uchun bir xil o'lchovga (standartga) keltirish kerak. Bunday bir xil og'irlik kuchi tezlanishning o'lchov birligi qilib 45 kenglikdagi, dengiz sathidagi bosim ko'rsatkichi qabul qilingan. Yer sharining 0-45 gacha bo'lgan kengliklarida barometr ko'rsatkichlari oshib borsa, 45-90 gacha bo'lgan kengliklarda, aksincha, kamayib boradi.



Asbobning noaniqligiga tuzatma zavod tomonidan kiritiladi va u har bir asbobning pasportiga yoziladi. Atmosfera bosimining erkin tushish tezlanishiga bog'liq o'zgarishi juda kam. Shu sababli unga har bir joy uchun, o'rtacha yillik bosim ko'rsatkichiga ko'ra, asbob noaniqligiga kiritiladigan tuzatma qo'shilib, "doimiy" tuzatma hisoblab chiqiladi. Demak, simobli barometr ko'rsatkichiga "doimiy" tuzatma va harorat bilan bog'liq bo'lgan tuzatmalar kiritiladi.

Barometr-aneroidning tuzilishi. Aneroidning qabul qiluvchi qismi-popqog'i va tagi to'lqinsimon (gofrlangan) sirtli metall quticha 1 dan iborat. Bu qutichadan havo so'rib olingan (qutichaning ichidagi havo bosimi 10 mm.sim.ust. dan ham kam). Atmosfera bosimi ta'sirida quticha-prujina bir-biriga yopishib qolmasligi uchun qutichaning popqog'ini kuchli metall 2 prujina yuqoriga tortib, muvozanatni saqlab turadi.

Bosim oshsa, qopqoq prujina pastga bukiladi va tortib turuvchi prujinani pastga tortadi. Prujinaning ustki qismiga uzatkich qurilma orqali strelka mahkamlangan. Quticha (prujinaning) pastki qismi asbobning asosiga mahkamlangan. Shuning uchun bosim ortganda, prujina siqilsa, bosim kamayganda, prujina yuqoriga ko'tariladi. Qutichaning bosim o'zgarish deformatsiyasi miqdori juda kichik. Atmosfera bosimi 80 mm.sim.ust. ga o'zgarsa, quticha deformatsiyasi 0,3 mm ga teng bo'ladi. Bu kichik o'zgarish shkalaning ko'rsatkich strelkasi orqali shunday moslashtirilganki, bosimni ko'rsatish shkalasiga 200 dan 800 martaga kattalashtirib beradi. Aneroid quticha qopqog'ining kuchsiz tebranishlari richaglar orqali kuchaytirilib, strelka 2 ga uzatiladi, bosim o'zgarganda strelka shkala bo'ylab o'ng yoki chap tomonga harakat qiladi. Strelkaning ko'rsatkichi simobli barometrnning ko'rsatkichlariga moslangan bo'lib, shkalasi mm.sim.ust. va bevosita Pa birliklarda ifodalangan.



Rasm-6.8. Barometr-aneroidning tuzilish sxemasi:

1-metall quticha; 2-prujina; 3-uzatkich qurilma; 4-ko'rsatkich strelkasi.

Asbob haroratini o'lchash uchun barometr aneroidga yoysimon simobli termometr o'rnatilgan. Termometr shkalasining har bir bo'lagi 1°C ga teng. Barometr-aneroidning bir qancha turlari mavjud bo'lib, ularning konstruksiyalari ham turlichadir.

Barometr-aneroidni ishlatishdan oldin maxsus gorizontol asosga yoki gorizontol holatdagi stol ustiga o'rnatiladi va asbobning g'ilofi faqat o'lchash ishlari olib borilayotgan vaqtda ochiladi. Bosimni o'lchashdan oldin asbobga o'rnatilgan simobli termometrning ko'rsatkichi $0,1^{\circ}\text{C}$ aniqlikda yozib olinadi va so'ngra asbobning oynasiga sekingina barmoq bilan chertib (strelka ishqalanishining oldini olish uchun) asbobning ko'rsatkichi $0,1\text{ gPa}$ yoki $0,1\text{ mm.sim.ust.}$ teng bo'lgan aniqlikda yozib olinadi. O'lchash ishlari bajarilgandan so'ng bosimning haqiqiy qiymatini aniqlash uchun unga shkaladagi va xatoliklar bo'yicha tuzatma hamda qo'shimcha tuzatmalar kiritiladi. Tuzatmalar har-bir asbobning tekshirish guvohnomasiga asosan yoziladi. Bundan tashqari, hozirgi vaqtda zamonaviy elektron barometrlardan ham keng foydalaniladi.

Barcha barometr-aneroidlarning shkalasi bir xil standart asosida ishlangan bo'lsa ham, har bir aneroid boshqa aneroiddan uzatish qurilmasi, strelkasi, shkalasi bo'yicha qisman farq qiladi. Shuning uchun turli aneroid ko'rsatkichlari bir xil qiymatga ega bo'lmaydi. Ularning ko'rsatishlari bir xilligini ta'minlash uchun har bir asbobga yuqorida aytilgan tuzatmalar kiritiladi. Shundagina biz har bir aneroid yordamida haqiqiy atmosfera bosimini aniqlashga erishamiz. Barometr-aneroid orqali aniqlangan bosim ko'rsatkichi stansion yoki boshqa aniq simobli barometr ko'rsatkichiga solishtiriladi va shunga asosan barometr-aneroid shkalasiga tuzatmalar kiritiladi. Barometr-aneroid shkalasiga kiritiladigan tuzatmalar har 10 mm.sim.ust. uchun berilgan. Har 10 mm.sim.ust. oralig'idagi miqdorlar uchun zarur bo'lgan tuzatmalar interpolyasiya usuli yordamida topiladi.

Ma'lumki, jismlar issiqda kengayib, sovuqda torayadi. Shunga ko'ra, barometr-aneroidning bosim ko'rsatkichlari atrof-muhit haroratiga bog'liq holda o'zgaradi. Ya'ni muhit harorati aneroid quticha va prujinaga ta'sir etib, harorat oshganda aneroid qutichasining elastikligini kamaytirsak, harorat pasayganda, aksincha holat ro'y beradi. Demak, harorat ta'sirida bosim o'zgarmasa ham, asbob ko'rsatkichi o'zgaradi. Shuning uchun ham aneroid xatoligini to'g'rilash uchun asbob ko'rsatkichiga harorat bilan bog'liq bo'lgan tuzatma kiritiladi. Barometr-aneroid bilan bosimni aniqlashda bosimga asbob haroratining ta'sirini aniqlash uchun aneroid haroratini 0°C ga keltirish kerak. Shuning uchun aneroid haroratining 1°C o'zgarishi uchun harorat tuzatma koeffitsienti aniqlanadi va u har bir asbobning tekshirish guvohnomasida yozilgan bo'ladi. Asbobning haroratiga kiritiladigan tuzatma koeffitsientini K deb belgilasak, asbob ko'rsatadigan (0°C ga tenglashtirish

uchun) tuzatma qiymatni X deb belgilasak, asbob haroratini t deb belgilasak, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$X = Kt$$

Prujina va qutichaning qoldiq deformatsiyasini hisobga olish uchun qo'shimcha tuzatma kiritiladi. Vaqt o'tishi bilan qo'shimcha tuzatma ham o'zgarib turadi. Shuning uchun asbobni tekshirish guvohnomasida qo'shimcha tuzatma kiritilgan sana yozib qo'yiladi va sanaga qarab tuzatmani aniqlab turish talab etiladi. Tuzatmalar (+) va (-) ishoralarida beriladi, (+) ishorada qo'shiladi, (-) ishorada esa ayiriladi. Shuni ta'kidlash kerakki, kosachali (stansion) barometr va barometr- aneroidda havo bosimi bir vaqtda o'lchanishi kerak. O'lchashlar kamida 3-5 marta takrorlanadi va natija jadvalga yozib boriladi.

Barometr-aneroidning hajmi kichik, oddiy, olib yurish uchun qulay bo'lganligi sababli, undan barometrik nivelirlashda, ya'ni joyning baland-pastligini aniqlashda foydalaniladi. Nivelirlashni belgilashdan oldin va nivelirlash tugagandan keyin albatta, asbobga qo'shimcha tuzatma kiritilishi lozim. Barometrik nivelirlash Yer sharining istalgan nuqtasidan boshqa bir nuqtaning baland yoki pastligini havo bosimi va harorati qiymatlariga tayanib aniqlash imkonini beradi. U quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$H = 16000r_{t_1} \left(1 + 0,0036 \cdot \frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) \cdot \frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot \frac{2P_1 + P_2}{3}$$

bunda, P_1 - pastki punkttdagi atmosfera bosimi, gPa ; P_2 - yuqori punkttdagi atmosfera bosimi, gPa ; t_1 - pastki punkttdagi havo harorati, $^{\circ}C$; t_2 - yuqori punkttdagi havo harorati, $^{\circ}C$; 0,0036-havoning hajmiy kengayishi koeffitsienti, $grad^{-1}$.

Misol: A punkttdagi meteostansiyada harorat $t=10^{\circ}C$, atmosfera bosimi $p=1000 gPa$, shu vaqtda B punkttdagi meteostansiyada havo harorati $t=8^{\circ}C$, atmosfera bosimi $p=960 gPa$ bo'lsa, B meteostansiyaning A meteostansiyaga nisbatan balandligini aniqlash lozim.

Yechish: ikkita nuqtaning balandlik farqlari (balandlik 1000 metrgacha bo'lsa) nuqtalarning atmosfera bosimi farqiga ko'ra topiladi. Bunda Babine ifodasidan foydalaniladi:

$$H = 16000 \left(1 + 8 \cdot 10^{-5} \right) \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{8} \right) \cdot \frac{1000 - 960}{1000} \cdot \frac{2 \cdot 1000 + 960}{3} = 336,9 \cdot 337 m$$

Barometr-aneroid yordamida barometrik nivelirlashni amalga oshirish uchun quyidagi tavsiya va topshiriqlarni bajaring:

1. Aneroidning tuzilishini va barometrik nivelirlashni o'rganing;
2. Binoning birinchi va oxirgi qavatidagi havo bosimini aneroid yordamida aniqlang;
3. Dastavval aneroidni oxirgi (eng yuqori) qavatdagi stol ustiga gorizontol holatda o'rnatish va aneroid g'ilofini oching;
4. Aneroid termometridan asbob haroratini ($0,1^{\circ}C$ aniqlikda) aniqlang;
5. Barometr-aneroid oynasiga barmoq bilan sekin chertib qo'ying. (uzatish mexanizmidagi ishqalanishni engish uchun);

6.Aneroidning ko'rsatishini (0,1 mm.sim. ust. aniqlikda) yozib oling (strelkaning vaziyatini nazorat qilish uchun kuzatuvchining nigohi asbob strelkasining ustida bo'lishi kerak);

7.Binoning birinchi qavatiga tushing va 3-5 minut o'tgach, aneroid yordamida yuqori qavatdagidek o'lchash o'tkazing;

8.Tashqaridagi havo haroratini uch marta o'lchang va o'rtacha qiymatini oling;

9.Barcha kuzatishlar natijalarini va asbob guvohnomasidagi tuzatmani Aneroid yordamida atmosfera bosimini aniqlash va nivelirlash;

10.Birinchi va oxirgi qavatlardagi bosimlarni hamda tashqaridagi havo haroratining o'rtacha qiymatini hisoblab toping;

11.Ifoda yordamida jadval ma'lumotiga asosan oxirgi qavatdagi bosimning birinchi qavatga nisbatan qiymatini hisoblang.

Joyning bosimiga qarab balandlikni aniqlash
(Sh.T.Xoliqulov ma'lumoti)

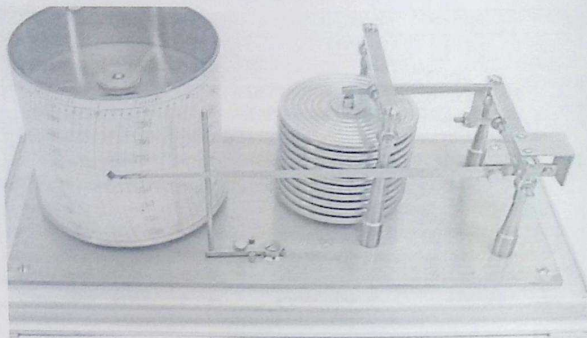
№	Havo bosimi (mm)		Havo harorati (°C)		Balandlik farqi (m) $H - 16000^{f1} + 0,0036 \cdot +^{12}1^{PI} \sim P I$ $2 J Pi + P2$
	Birinchi qavat	oxirgi qavat	birinchi qavat	oxirgi qavat	
	(P)	(P ₂)		2	
1	2	3	4	5	6
1	714	711	22	21	
2	712	709	20	18	
3	707	703	28	27	
4	708	705	16	15	
5	709	704	25	24	
6	706	703	20	19	
7	705	702	18	15	
8	704	701	19	17	
9	715	712	17	16	
10	713	710	19	18	
11	703	700	20	17	
12	700	697	19	18	
13	699	696	23	22	
14	701	798	25	24	
15	702	699	15	14	
16	716	713	18	15	

№	Havo bosimi (mm)		Havo harorati (°C)		Balandlik farqi (m) $H = 16000'1 + 0,0036 \cdot \mu + 121^{Pl} \sim P$ $I 2 J Pi + P2$
	Birinci qavat	oxirgi qavat	birinchi qavat	oxirgi qavat	
	(P)	(P ₂)			
1	2	3	4	5	6
17	718	715	22	21	
18	719	716	27	26	
19	725	722	28	27	
20	720	717	25	24	
21	722	719	20	19	
22	723	720	21	20	
23	724	721	25	24	
24	728	725	18	17	
25	730	727	15	14	
26	733	730	13	12	
27	735	732	19	18	
28	734	731	24	23	
29	732	729	21	20	
30	731	728	20	19	

Barograf yordamida atmosfera bosimini aniqlash. “Barograf” so’zining ma’nosi grekcha “baros” -og’irlik, “graf”.-yozish ma’nosini beradi. Barograf atmosfera bosimining ma’lum vaqt oralig’idagi o’zgarishini to’xtovsiz yozib boruvchi asboddur. Barograf bosim o’zgarishini sezuvchi, lentaga uzatuvchi va yozib boruvchi qismlardan tashkil topgan. Bosim o’zgarishini sezuvchi qism bir-biriga ustma-ust berkitilgan, ichidan havosi so’rib olingan, aylana shakldagi aneroid qutichalardan iborat . Bu qutichalar atmosfera bosimi ta’sirida bir-biriga yopishib qolmasligi uchun har birining ichiga prujina resorlar o’rnatilgan. Aneroid qutichalarning pastki qismi po’lat va misdan tayyorlangan metall plastinka asosga mahkamlangan, uski qismi esa maxsus richag orqali strelkaga bog’lanadi.

Bosim oshganda, aneroid qutichalar siqiladi va richagni tortadi, richagning strelkaga ulangan qismi richagni pastga tortadi va natijada strelkaning chizuvchi qismi balandga ko’tariladi. Bosim pasayganda, aksincha holat bo’ladi. Ayrim barograflar prujina reszorlarsiz bo’lib, ressor vazifasini aneroid qutichalar bajaradi. Aneroid qutichalar shunday moslanganki, ularning devorlari prujina ressor vazifasini o’taydi. Atmosfera bosimi tufayli aneroid qutichasi deformatsiyasining qiymati juda kichik bo’lsa, uzatuvchi richag deformatsiya qiymatini 80-100 barobar oshirib beradi. Barografning aneroid qutichalarida harorat o’zgarishlari tufayli sodir

bo'ladigan deformatsiyani barografga o'rnatilgan termokompensator kompensatsiya qiladi. Ba'zi barograflarda bimetall kompensator o'rniga uning vazifasini bajarish uchun aneroid qutichaning ichida juda kam miqdorda gaz qoldiriladi.



Meteorologik Barograf-aneroid M-22 AS

Rasm-6.9.Barograf

Barografning ko'rsatishlarini yozib oluvchi silindr ichiga soat mexanizmi o'rnatilgan. Maxsus kalit yordamida soat mexanizmi ishga

tushirilgandan so'ng silindr soat strelkasi bo'ylab aylanadi. Silindrning barografdagi sutkalik to'liq bir marta aylanish vaqti 24 soatga, haftalik barografda esa bir haftaga teng. Barografni ishlatishdan oldin silindrga maxsus qog'oz lenta o'rnatiladi. Lentaning gorizontall yoyisimon chiziqlari *mm.sim.ust* yoki *mb* dagi atmosfera bosimini bildiradi. Vertikal chiziqlar esa vaqtni bildiradi (<https://www.bpp.by/product/barograf-meteorologicheskij-aneroidnyj-m-22a/>).



Rasm-6.10. Barograf (haftalik) lentasining ko'rinishi

Sutkalik barografning har bir vertikal chizig'i oralig'i 15 minutga, haftalik barograf lentasidagi har bir vertikal chiziq 2 soatga teng. Gorizontall chiziqlarda bosim ko'rsatkichlari 950 *mb* dan 1050 *mb* gacha o'zgarishga momjallangan. Gorizontall chiziqlar orasi 5 *mb* ga teng.

Barografni ishlatishdan oldin gorizontall holatda simobli barometr yaqiniga o'rnatiladi. Haroratning salbiy ta'sirining oldini olish uchun asbob isitish qurilmalari va to'g'ri tushadigan quyosh radiatsiyasidan himoyalangan bo'lishi kerak.

Silindrga qog'oz lentani joylashtirish uchun silindr joyidan olinib, unga lenta o'raladi va lenta maxsus qistirg'ich bilan mahkamlanadi. Silindrni joyidan olishdan oldin strelka uchiga o'rnatilgan peroni silindrdan maxsus ajratgich qurilma yordamida ajratish lozim. Silindrni harakatga keltirishdan oldin pero maxsus (glitsirenli) siyoh bilan to'ldirilib, lentaga o'rnatilgan kuni va soati yozib qo'yiladi. Silindr asosga mahkamlangan o'qqa kiygiziladi. So'ngra pero ajratkichdan bo'shatiladi. Peroning uchi silindrdagi lentaning atmosfera bosimi barometr bo'yicha va vaqt ko'rsatkichlariga mos keladigan chiziqlarga to'g'rilab qo'yiladi. Barometrdan hisob olishda peroni bir ko'tarib, lentaga belgi qo'yiladi. Belgi qo'yilgan vaqtdagi barograf

ko'rsatishi bilan barometr ko'rsatishi taqqoslanadi. O'lchash muddati tugagandan keyin asbobning lentasi olinib, tahlil qilinadi.

Barograf yordamida atmosfera bosimini aniqlash bo'yicha quyidagi mashqlarni bajaring:

1.Barograf korpusining qopqog'ini oching va richag bilan peroni barabandan uzoqlashtiring hamda barabanni o'qidan ehtiyotlik bilan chiqarishni o'rganing;

2.Barabanga toza lentani o'rang va soat mexanizmini burab, barabanni yana o'qqa kiritib o'rnatib, peroning lentaga tegib turishi tekshirilgach, peroni siyoh bilan to'ldiring;

3.Silindr (baraban) ni aylantirish orqali perodagi atmosfera bosimining lentadagi *mb* birlikda ifodalangan qiymatiga moslab o'rnatib, atmosfera bosimi qiymatini simobli barometrning tuzatilgan ko'rsatishlaridan oling;

4. 30-40 minut o'tgach, lentani barometrdan oling, lentadagi atmosfera bosimi o'zgarishlariga mos yozuvlarni tahlil qiling;

5.Barografda atmosfera bosimining o'zgarishlari yozilgan lenta va ularni xuddi shu vaqtlarda simobli barometrdan olingan o'lchashlardan foydalanib solishtiring;

6.Atmosfera bosimining sutka davomidagi maksimal, minimal va o'rtacha qiymatlarini aniqlang.

§6.6. Atmosfera tuzilishi. Atmosferani tadqiq qilishning hozirgi zamon usullari

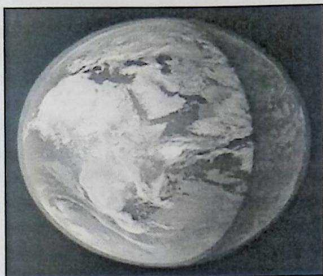
Odamlar, hayvonlar, o'simliklarning va barcha tirik organizmlar yashashi uchun eng zaruriy shartlardan biri - Yerni o'rab olgan havo qatlami mavjudligidir. Odamlar ovqatsiz bir oydan ko'proq, suvsiz bir necha kun yashasa, havosiz esa bir necha daqiqa davomidagina yashay oladi.

Atmosfera Quyoshdan Yerga tushayotgan, ya'ni quyosh radiyasiyasining Yerdagi hayot uchun zarur qismini o'tkazib, uning tirik organizmlar uchun zararli qismini to'sib qoladi. Yerni o'rab olgan havo qatlami - atmosfera bo'lmaganida yer yuzi quyosh radiyasiyasining ta'sirida kunduzi $+100^{\circ}\text{C}$ gacha isigan, kechasi esa -100°C gacha sovigan bo'lar edi. Atmosfera borligi sababli yer yuzi kunduzi ortiqcha isib, kechasi esa keskin sovib ketmaydi. Atmosfera borligidan Yer yuzining o'rtacha yillik harorati 15°C ga teng.

Atmosfera Yerning o'z o'qi va Quyosh atrofidagi harakatida ishtirok etadi. Bundan tashqari havo yer yuziga nisbatan gorizontal va vertikal yo'nalishlarda uzluksiz harakat qiladi. **Yer sharini o'rab turgan havo qobig'i atmosfera deyiladi.** Atmosferaning butun massasi $5,157 \cdot 10^8 \text{ kg}$ ga teng bo'lib, Yer massasi ($5,9787 \cdot 10^{24} \text{ kg}$) ning milliarddan bir qismini tashkil qiladi.

Atmosfera butun massasining 50 foizga yaqin qismi yer yuzasidan 5 km gacha, 75 foizi esa 10 km gacha, 90 foizi esa 16 km gacha, 99 foizi yer

yuzidan 30-35 km gacha balandliklardagi qatlamlarda to'plangan. Bu hisobdan ko'rinadiki, yer yuzidan 30-35 km balandlikdan yuqoridagi havo qatlamlarining massasi nihoyatda oz bo'lib, atmosfera butun massasining 1% inigina tashkil qiladi. Atmosferaning yuqoridan aniq chegarasi yo'q, yuqoriga chiqqan sari atmosfera siyraklasha borib, qalinligi bir necha ming km ga cho'ziladi. Ba'zi ma'lumotlarda atmosferaning vertikal cho'zilganligi 60-70 ming km gacha etadi va oxiri kosmik muhitga o'tadi deb ko'rsatilgan.



Rasm-6.11. Yer sayyorasini fazoviy ko'rinishi

Atmosfera Yerdagi barcha tirik organizmlarning yashash muhitidir (bunga kislorodsiz anaerob yashaydigan bakteriyalar kirmaydi). Atmosferaning hozirgi vaqtdagiday tarkibi million yillar ilgari vujudga kelgan. Atmosfera bilan biosfera orasida tabiiy ravishda ta'minlangan dinamik muvozanat mavjud Insonlar va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi ob'ektlari havoning hozirgi vaqtdagi mavjud tarkibiga moslashgan. Atmosfera bir qancha qatlamlardan iborat: (6.3-rasm).

Atmosferaning quyi qismidan yuqori chegarasigacha termodinamik xususiyati bir xil emas. Shunga ko'ra (havo temperaturasining o'zgarishiga ko'ra) atmosfera 5 ta asosiy qatlamga ajratilgan: Troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, ekzosfera.

Stratosfera- troposferaning ustida joylashgan havo qatlami bo'lib, uning yuqori chegarasi 50-55 km ga etadi. Bu qatlamning pastki qismida temperatura deyarli o'zgarmaydi. Biroq 35 km dan yuqorida ozon gazining quyosh radiatsiyasini intensiv o'zgarishi hisobiga qiziydi va qatlamning yuqori chegarasida 0°C ga etadi.

Mezosfera-stratosferaning ustidagi havo qatlami. Mezosferaning yuqori chegarasi 50-90 km bo'lib bu qatlamda ham havoning harorati pasayib boradi va yuqori chegaraga etganda -70-90°C ga tushadi.

Troposfera- atmosferaning quyi qatlami. Uning balandligi qutubda 8-10 km, ekvatorida 0-12 km ga cho'zilgan. Ekvatorida yer yuzasida troposfera havosining o'rtacha temperaturasi +26°C, shimoliy qutubda -23 °C ni tashkil etadi. Biroq troposferada havoning harorati har 100 metrdan 0,5-0,6 °C ga kamayib boradi, shuning uchun uning yuqori chegarasida havoning harorati -70 °C gacha soviydi.

Butun atmosfera massasining 4/5 qismi ya'ni 80% troposferada joylashgan. Shuning uchun atmosferada ro'y beradigan asosiy jarayonlar troposferada yuz beradi. Troposferada ro'y beradigan atmosfera va yer yuzasi o'rtasidagi issiqlik, namlik va havo almashinishi, bulutlar paydo bo'lishi, yog'inlar yog'ishi, do'l, jala, bo'ron, kurg'oqchilik kabi noqulay meteorologik hodisalarning yuz berishi kabi jarayonlar yer yuzasining ob-havosi va iqlimini shakllantiradi. Joyning iqlimi va ob-havosi insonlar hayotiy faoliyatida va qishloq xo'jalik ishlab chiqarishida muhim ahamiyat kasb etadi.

Termosfera- mezosfera ustidagi havo qatlami bo'lib, yuqori chegarasi 800 km. Termosfera havosidagi gazlar ionlashgan holatda bo'ladi. Shuning uchun qatlam ionosfera deb ham yuritiladi. Ionosferada havoning harorati +1200-2500 °C ga tashkil etadi.

Biroq, shuni ta'kidlab o'tish kerakki bunday yuqori harorat faqat molekularlar ilgarilanma harakatining kinetik energiyasinigina xarakterlaydi. Shuning uchun termosferadagi boshqa jismlar kosmik raketalar, yerning sun'iy yomdoshlari havoning juda siyrakligi uchun bunday yuqori haroratni qabom qilmaydi.

Ekzosfera- yoki siyrak havo qatlami atmosferaning tashqi qatlami, termosferaning ustida joylashgan. Uning yuqori chegarasi 1200-2500 km. Ekzosferada gazlar siyraklashib boradi va asta sekin planetalararo bo'shliqqa o'tib ketadi. Ekzosfera havosi asosan engil gazlardan vodorod (N_2) va geliy (Ne)dan iborat.

Atmosfera qatlami, harorati va klassifikatsiyasi



Rasm-6.12. Atmosfera qatlami va klassifikatsiyasi

Atmosferani o'rganish usullari. Biz avvalgi mavzularda balandlik oshgan sari havoning zichligi, bosimi, namligi, harorati va boshqalarning o'zgara borishini, boshqacha aytganda atmosferaning balandlik bo'ylab bir jinsli emasligini o'rgandik. Bundan tashqari atmosfera gorizonttal yo'nalishda ham bir jinsli emas. Atmosferada havo haroratimng o'zgarishi ham turli balandliklarda har xil taqsimotga ega. Suv bug'ining asosiy qismi ham atmosferaning pastki qismlarida joylashgan. Yer yuzidan 25-30 km balandliklarda suv bug'i juda oz. Hozirgi vaqtda atmosfera quyidagi 4 ta belgiga ko'ra turli qatlamlarga ajratiladi:

1. Havo haroratining balandlik bo'ylab taqsimlanishi.

2. Atmosfera havosining tarkibi va zaryadlangan zarrachalarning borligi.

3. Atmosferaning Yer yuzi bilan o'zaro ta'sirining xususiyati.

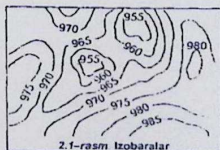
4. Atmosferaning uchuvchi apparatlarga ta'siri.

Bu belgilarning orasida eng oshkor namoyon bo'ladigani havo haroratining balandlik bo'ylab taqsimlanishidir.

Atmosferada elektr o'tkazuvchanligi juda yuqori bo'lgan qatlamni ionosfera deb yuritiladi. Bu qatlam havoning kosmik nurlar, quyoshning ultrabinafsha va korpuskulyar radiyasiyasi ta'sirida jadal ionlashishi natijasida paydo bo'lgan. Ionosferaning pastki chegarasi Yer sirtidan 60-80 km balandlikda joylashgan bo'lsa, yuqori chegarasi bir necha yuz km gacha etadi. Endi atmosferaning yuqori qatlamlaridagi havo tarkibini qaraylik. Keyingi yillarda raketalar, Yer sun'iy yo'ldoshlari va kosmik kemalar yordamida olib borilgan tekshirishlar, yer yuzidan 95 km gacha balandliklarda atmosferani tashkil qilgan asosiy gazlarning foizlardagi miqdorlari vertikal va gorizonttal yo'nalishlarda o'zgarib qolishini ko'rsatadi. Bunga bu balandliklarda havoning tik va gorizonttal yo'nalishlarda yaxshi aralashib turishi sabab bo'ladi. Bu balandlikka gravitatsiya maydonining ta'sirida havodagi turli gazlar molekulalarining zichliklari bo'yicha qatlamlarga ajralishi ro'y bermaydi. Yer sirtidan 100 km balandlikdan yuqorida gazlarning zichligi bo'yicha qatlamlarga ajralishi boshlanadi va bu jarayon balandlik oshgan sari kuchayadi.

Yer yuzidan 95 km dan yuqorida havo tarkibida molekulyar azot N_2 va kislorod O_2 lardan tashqari atom holatidagi N_2 va O_2 ham vujudga keladi.

Tekshirishlar 200 km balandlikka atmosfera havosida azot miqdorining boshqa asosiy gazlarga nisbatan ko'proq bo'lishini ko'rsatadi. 200 km dan yuqorida esa molekulyar kislorod, ayniqsa atom holatidagi kislorod afzal ravishda tarqalgan. 1000 km dan 3000 km gacha atmosferada geliy va undan yuqorida esa vodorod atomlari afzal tarqalgan. Bu ma'lumotlardan atmosferada balandlik oshgan sari



engil gazlar ulushi ko'proq bo'ladi degan xulosaga kelimiz. Hozirgi vaqtda atmosferaning tuzilishi va xossalarini o'rganish uchun turli usullardan foydalaniladi. Keyingi yillarda atmosferani radiozondlar, uchar sharlar, samolyotlar, raketalar, Yerning sun'iy yo'ldoshlari va kosmik kemalar yordamida tekshirishlar olib borilmoqda. Atmosferaning 20-25 km (ba'zi hollarda 25-30 km gacha) balandliklardagi xossalarini o'rganish uchun **radiozondlash usuli** keng yoyilgan. Radiozondlar ko'tarilgan qatlamlardagi havo harorati, bosimi va namligi haqida kichik radio uzatgich orqali signallar uzatadi. Bu signallarni meteorologik stansi yalardagi radiopriyomniklar orqali qabul qilinadi. Radiozondlar shunday afzallikka egaki, ular qanday balandlikka ko'tarilsa, xuddi shu vaqtning o'zidayoq shu balandliklardagi havo harorati, bosimi, namligi va shamol tezligi haqidagi ma'lumotlarni radiosignallar yordamida meteorologik stansiyalarga uzatadi.

Atmosferadagi chegaraviy qatlam, bulutlar, tumanlar, atmosferadagi turli aralashmalar, nuriy energiya oqimlari va boshqalarni mufassal tadqiq qilish uchun samolyotlar yordamida atmosferani zondlash usuli qo'llaniladi. Keyingi yillarda atmosferaning yuqori qatlamlarini **raketalar yordamida zondlash usuli** keng qo'llanilmoqda. Raketalariga o'rnatilgan o'zi yozar asboblari yordamida atmosfera yuqori qatlamlarining harorati, bosimi, turli balandliklardagi havo tarkibi haqidagi ma'lumot olinadi.

Atmosferani tadqiq qilish uchun meteorologik, geofizik va kosmik raketalaridan foydalaniladi. Yer yuzidan 60-80 km balandliklargacha havo harorati, bosimi va zichligi haqidagi to'liq ma'lumotlarni meteorologik raketalar yordamida olinadi. Geofizik raketalar 400-500 km balandliklargacha havo tarkibini aniqlashda foydalaniladi. Shuningdek, ular yordamida quyosh nurlamshi. Yerning elektr va magnit maydonlarini o'rganiladi. Keyingi yillarda atmosfera jarayonlarini kuzatishga **Yer sun'iy yo'ldoshlari va boshqariladigan kosmik kemalar yordam bermoqda**. Ular yordamida bulutlik, Yer sirti va atmosferaning optik xossalari, Yerning harorat maydoni haqida ko'plab ma'lumotlar olingan.

Testlar

1. Atmosferada ro'y beradigan meteorologik hodisalarga nimalar kiradi?

a) Havo tarkibi, zichligi, harorati va namligining o'zgarishi, quyosh nuriy energiyasi, havo massalarining harakati, bulutlar va yog'inlarning vujudga kelishi va h.k.z.

b) Tuproq tarkibi, zichligi, harorati va namligining o'zgarishi, acrasiya darajasi, issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligining o'zgarishi va h.k.z.

c) Suvning tarkibi, zichligi, harorati, issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligining o'zgarishi va h.k.z.

d) Yer osti va sizot suvlari sathining harorati, bosimi va minerallashganlik darajasining o'zgarishi.

2. Atmosferaning kimyoviy tarkibini aniqlang?

a) Azot 78,08 %, kislorod 20,94 %, Argon 0,93 %, karbonat anhidrid 0,03 % va suv bug'lari hamda boshqa gazlar.

b) Azot 75,05 %, kislorod 19,90 %, Argon 2,23 %, karbonat anhidrid 0,3 % va boshqa gazlar

c) Kislorod 78,08 %, azot 21,0 %, Argon 1,1 %, karbonat anhidrid 0,03 % va boshqa gazlar

d) Kislorod 95,5 %, suv bug'lari 4 %, Argon 0,93 % va boshqa gazlar

3. Atmosferaning tuzilishi qaysi javobda to'g'ri berilgan?

a) Troposfera, strotosfera, mezosfera, termosfera, ekzosfera

b) Termosfera, tropposfera, strotosfera, mezosfera, gidrosfera

c) Troposfera, strotosfera, mezosfera

d) Termosfera, troposfera, gidrotosfera, ionosfera

4. Atmosfera bosimini o'lchaydigan asboblarni aniqlang

a) Barometr, barograf

b) Termometr, termograf

c) Gigrometr, gigrograf

d) Anemometr, anemumbogra

6. Atmosfera bosimi vertikal yo'nalishda qanday o'zgaradi?

a) Kamayib boradi

b) Ortib boradi

c) O'zgarib boradi

d) Pastki qatlamlarda o'zgarmaydi.

7. Jahon meteorologik markazlari qanday markaz va qaysi shaharlar?

a) Vashington, Moskva, Melburn shaharlari jahon ob-havo xizmatining uchta asosiy markazidir.

b) Bonn, Marsel, Melburn shaharlari jahon ob-havo xizmatining uchta asosiy markazidir.

c) Ostana, Sankt-Peterburg, Melburn shaharlari jahon ob-havo xizmatining uchta asosiy markazidir.

d) Vashington, Germaniya, Italiya shaharlari jahon ob-havo xizmatining uchta asosiy markazidir.

8. Atmosfera yog'inlari o'zining faza tarkibiga ko'ra necha xil bo'ladi?

a) Qattiq, suyuq, aralash yog'inlar ; b) Nam, qor, yomg'ir aralash qor

c) Qor, jala, do'l ; d) Yomg'ir, do'l

9. Havoning me'yoriy nisbiy namligini aniqlang.

a) 70 % , b) 50 % , c) 30 % , d) 100 %

10. Havoning nisbiy namligi yuqori bo'lganda o'simliklarda qanday kasalliklar rivojlanadi?

a) Soxta un-shudring, un-shudring, fitoftora, oq chirish, turli xil zang kasalliklari

b) Kseromorfizm, galosukkulentlik alomatlari

c) Barg plastinkalarini qovjirashi va to'kilishi

d) Ildiz tizimining zararlanishi, rivojlanmasdan qolishi

11. Havo temperaturasining o'zgarishi havo nisbiy namligiga qanday ta'sir etadi?

a) Havo temperaturasi oshganda nisbiy namlik kamayadi va aksincha

b) Havo temperaturasi oshganda nisbiy namlik ham oshadi va aksincha

c) Ta'sir etmaydi

d) Havo temperaturasi o'zgarishi nisbiy namlik miqdoriga ta'sir etmaydi

12. Quruq havo nima?

a) Nisbiy namligi 30 % va undan ham kam bo'lgan havo hajmlari

b) Nisbiy namligi 70 % va undan ham kam bo'lgan havo hajmlari

c) Nisbiy namligi 70 % va undan ortiq bo'lgan havo hajmlari

d) Nisbiy namligi 30 % va undan ortiq bo'lgan havo hajmlari

13. Shudring no'qtasi nima?

a) Havodagi mavjud suv bug'i bilan uni to'yingan holatga o'tkazadigan temperatura

b) Havodagi suv bug'larini tomchi holatga o'tishi

c) Havodagi suv bug'larini qattiq holatga o'tishi

d) Tomchi holatdagi suvni bug' holatiga o'tkazadigan temperatura

14. Havo namligini o'lchaydigan asboblarni aniqlang?

a) Psixrometrlar, gigrometrlar, gigrograflar

b) Barometrlar, barograflar

c) Termometrlar, termograflar

d) Albedometrlar, aktinometrlar, termometrlar

15. Suv bug'ining kondensasiyasi nima?

a) Bug' holatidagi suvni qaytadan tomchi holatiga o'tishi

b) Bug' holatidagi suvni qattiq holatga o'tishi

c) Havodagi mavjud suv bug'i bilan uni to'yingan holatga o'tkazadigan temperatura

d) Havoni suv bug'lari bilan to'yingan holati.

16. Hidrotermik koeffitsient ifodasini ko'rsating

$$a) k = \frac{\sum p}{0,1 \sum T}; \quad b) k = \frac{\sum p}{\sum T}; \quad c) k = \frac{\sum T}{0,1 \sum p}; \quad d) k = \frac{\sum T}{\sum p}.$$

17. Iqlim boniteti nima bilan aniqlanadi?

- a) o'simliklar hosildorligi orqali;
- b) o'simliklar hosildorligining effektiv temperaturalar yig'indisiga nisbati orqali;
- c) effektiv temperaturalar yig'indisi orqali;
- d) effektiv temperaturalar yig'indisining o'simlik hosildorligiga nisbati orqali.

18. O'simliklarning suvni bug'lantirishi nima deb ataladi?

- a) namlanish; b) transpiratsiya; c) bug'lanish; d) qurish.

19. Transpiratsiya koeffitsienti deb nimaga aytiladi?

- a) o'simlik bug'latgan suv massasi;
- b) quruq modda massasi;
- c) o'simlik bug'latgan suv massasining vegetatsiya davridagi quruq modda massasiga nisbati;
- d) o'simlik vegetatsiya davridagi quruq massasining bug'latilgan suv massasiga nisbati.

20. Evapotranspiratsiya deb nimaga aytiladi?

- a) fizikaviy bug'lanish;
- b) fizikaviy bug'lanish va transpiratsiya ayirmasi;
- c) fizikaviy bug'lanish va transpiratsiya yig'indisi;
- d) fizikaviy bug'lanish va transpiratsiya nisbati.

21. Tuproqda suv bug'lanishi necha fazaga bo'linadi?

- a) 2; b) 3; c) 4; d) 5.

22. Bug'langanlikni topishning Pelman formulasini ko'rsating

- a) $I - Q - H - LE = 0$;

b) $LE = -k \lambda \rho \frac{\partial q}{\partial z}$;

c) $E = \Delta W + m + \mu q + B$;

d) $LE = k \sum d$.

23. Atmosfera qurg'oqchiligining kuchli darajasi kunduzgi havo namligining qanday darajasi bilan aniqlanadi?

- a) 50-60 gPa; b) 60-70 gPa; c) 70-80 gPa; d) 80 gPa dan katta.

24. Standart yog'inlar indeksi qaysi formula bilan aniqlanadi?

a) $SPI = \frac{p - \bar{p}}{\bar{p}} 100\%$; b) $K = \sum Td$; c) $SPI = \frac{\bar{p}}{p - \bar{p}} 100\%$; d) $K = \frac{\sum T}{d}$.

Sinov savollari

1. Agrometeorologiya predmeti. Agrometeorologik tekshirish usullari asoslanadigan biologik qonunlar. Ob-havo va iqlim. Iqlim tiplari.

2. Asosiy agrometeorologik parametrlar (temperatura, namlik, shamol tezligi, yog'ingarchilik, quyosh yorug'ligi).

3. O'simliklarning issiqlik va suv bilan ta'minlanisini oldindan aytish. O'zbekistonda iqlim o'zgarishlari.
4. O'simliklar o'sishiga noqulay iqlimiy sharoitlarning ta'siri.
5. Atmosfera bosimining qanday o'lchov birliklarini bilasiz?
6. Atmosfera bosimi qanday asboblarda yordamida o'lchanadi?
7. Barometr-aneroidning tuzilishini izohlang.
8. Nima uchun barometr-aneroid ko'rsatishiga tuzatmalar kiritiladi?
9. Barometrik nivelirlash qanday bajariladi?
10. Nima uchun barometrik nivelirlashda tashqaridagi havo harorati o'lchanadi?
11. Barograf qanday qismlardan tashkil topgan?
12. Harorat o'zgarishi barograf ko'rsatishiga ta'sir qiladimi?
13. Barograf lentasiga qanday tartibda ishlov beriladi?
14. Meteorologiya so'zining ma'nosi nima, bu fan nimani o'rganadi?
15. Meteorologik kattaliklar deganda nimani tushunasiz?
16. Ob-havo va iqlim deb nimaga aytiladi? Agrometeorologik tadqiqotlardan maqsad nima?
17. Atmosfera deb nimaga aytiladi? Atmosferada qanday gazlar bor?
18. Tuproq havosining tarkibi qanday? Atmosfera bosimi deb nimaga aytiladi?
19. Atmosfera bosimining qanday o'lchov birliklari bor? Atmosfera necha qatlamlardan iborat?

BOB VII. QUYOSH RADIASIYASI.

7.1. Quyosh radiasiyasi haqida tushuncha. Atmosferadagi quyosh radiasiyasi oqimlarini tashkil etuvchilari.

Quyosh bizning galaktikamizdagi eng katta yulduz bo'lib, cho'g'langan gazlar (N_2 va He) aralashmasidan iborat. Shakli shar shaklida, hajmi Yer shari hajmidan 1,3 million marta katta, massasi esa quyosh sistemasidagi barcha osmon jismlari massasining 99,87% ni tashkil qiladi. Quyoshda uzluksiz ravishda yadro kimyoviy reaksiyalar bo'lib turadi. Ana shu reaksiyalar tufayli butun olamga yorug'lik taratib turadi. Quyoshdan kelayotgan nurlarning mikdori taxminan $3,71 \cdot 10^{26} \text{ W}$ bo'lib, bu energiyaning Yer shariga atigi 2 mlndan bir qismi etib keladi va Yer yuzasining har bir km^2 ga taxminan $3,310 \text{ W}$ to'g'ri keladi. Shunday ekan yer yuzasida va atmosferada sodir bo'ladigan barcha fizikaviy jarayonlarning energiya manbai quyosh energiyasi, quyosh radiatsiyasidir. *Radiatsiya* - lotincha so'z bo'lib shu'la, yog'du, nur, yarqirash degan ma'nolarni anglatadi. Radiatsiya deganda yorug'likni tushunish juda qo'pol xato hisoblanadi. Chunki radiatsiya tarkibida yorug'likdan tashqari infraqizil va ultrabinafsha nurlar ham mavjud.

Quyosh radiatsiyasi - Quyoshning elektromagnit va korpuskulyar (zarra) nurlanishi. Quyosh radiatsiyasi Yerdagi deyarli barcha jarayonlarning energiya manbai hisoblanadi. Korpuskulyar Quyosh radiatsiyasi asosan protonlardan iborat bo'lib, Yer yaqinidagi tezligi 300–1500 km/sek , o'rtacha konsentratsiyasi 5–80 ion/cm^2 . Quyosh faolligi maksimum, bo'lganda va katta chaqnashlardan keyin Yer yaqinidagi protonlar konsentratsiyasi $10^3 \text{ ion}/\text{cm}^2$ gacha yetadi. Quyosh chaqnashlari paytida katta energiyali ($7 \cdot 10^3 \text{ eV}$) zarrachalar (asosan, protonlar) paydo bo'ladi. Yerga tushayotgan umumiy kosmik nurlar chaqnashini Quyosh radiatsiyasi ko'rinishida ifodalaydi. Quyosh elektromagnit nurlanishining asosiy qismi spektrning ko'zga ko'rinadigan nurlari qismiga to'g'ri keladi. Quyosh to'la nur energiyasining Yer atmosferasidan tashqarida (Quyoshdan 1 astronomik birlik uzoqlikda)gi Quyosh nurlariga tik bo'lgan 1 cm^2 yuzada 1 *min*.da tushadigan miqdoriga quyosh doimiysi deyiladi. Quyosh doimiysi Quyoshning umumiy energiyasini hisoblash, tadqiq etish, uning Yerga ta'sirini o'rganish maqsadida maxsus aktinometrik stansiyalarda o'lchab boriladi. Quyosh doimiysining hozirgi paytdagi qiymati 1,95 $\text{kcal}/(\text{cm}^2 \text{ min})$ yoki $136 \cdot 10^6 \text{ erg}/(\text{cm}^2 \text{ sek.})$. Quyosh faolligi maksimumga yetganda Quyosh nurlanishi biroz ortadi, lekin bu miqdor umumiy nurlanishning 1% dan ortmaydi. Quyoshning radionurlanishlari Yer atmosferasidan to'liq o'tmaydi, chunki atmosfera radiodiapazonning bir necha *mm* dan bir necha *m* gacha qismi uchungina shaffofdir.

Radionurlanishlar Quyoshning faolligi bilan bog'liq. Quyosh radionurlanishlari juda ham kuchsiz bo'lib, $F=10^{-22} W/(m^2 sekTs)$ birlikda o'lchanadi. Quyoshning qisqa to'liqli nurlanishlari Yer atmosferasida to'la yutilib qoladi. Bu nurlanishlarga oid ma'lumotlar asosan, geofizik raketalar, Yer sun'iy yo'ldoshlari va kosmik zondlar yordamida olinadi. Quyoshning rentgen nurlanishlari (to'liqli uzunligi $1A^0$ dan $100 A^0$ gacha) tutash va ayrim chiziqlarning nurlanishidir. Bu nurlanishlarning intensivligi quyosh faolligiga mos ravishda kuchli o'zgaradi (Yer orbitasida $0,13-1 erg/cm^2-sek$) va faollik maksimumga yetganda rentgen nurlanishlari spektrning qisqa to'liqlarida kuchayadi. Quyoshning rentgen va ultrabinafsha nurlari juda oz ($15 erg/sm^2 sek$) energiya olib kelsada, bu nurlanishlar Yer atmosferasining yuqori qatlamlariga kuchli ta'sir qiladi. Quyoshda gamma nurlanishlari ham topilgan, lekin u yetarlicha o'rganilmagan.

Quyoshdan kelayotgan nurlar o'z navbatida 3 turga bolinadi;

To'g'ri radiatsiya, tarqoq radiatsiya va yalpi radiatsiya

Quyoshdan kelayotgan nurlar Yer yuziga to'g'ridan to'g'ri yetib kelmaydi undagi ultrabinafsha nurlari ozon qatlamida ushlab qolishini, yani atmosfera qatlamlarida ushlab qolinishi va ko'plab misollar keltirsa bo'ladi. Quyosh radiatsiyasi, yani nur sochib turish davomiyligini respublikamizning har bir viloyatlarida mavjud bo'lgan meteorologik stansiyalarda qayd qilib boruvchi GELEOGRAF dan foydalaniladi.

Bundan tashqari:

Tog'ri radiatsiya - AKKTINOMETR

Qaytgan radiatsiya - ALBIDOMETR

Yalpi radiatsiya - PIRONOMETR kabi asboblari yordamida o'lchab qayd etib boriladi.

1980 yilga qadar meteorologiyada quyosh nurining yorug'lik energiyasi radiatsiya oqimi deb atalgan va 1 minut ichida $1 cm^2$ yuzaga to'g'ri keladigan energiyani kalloriyada ifodalagan ($kal/cm^2 min$). 1980 yildan boshlab quyosh nurining yorug'lik energiyasi xalqaro birliklar sistematikasida (SI) $1m^2$ yuzaga tushayotgan energiya vaqtlarda (W/m^2) ifodalana boshlandi. Bu ikkala o'lchov birligi o'rtasida quyidagicha munosabat mavjud: $1 kal/cm^2 min=698 W/m^2$

Quyosh va Yer shari orasidagi masofa yil davomida o'zgarib turadi. Yerning quyoshga eng yaqinlashuvi esa 2 yanvarga to'g'ri keladi (oraliq masofa $147000000 km$), eng uzoqlashuvi 5 iyulga (oraliq masofa $152000000 km$) to'g'ri keladi. Shunday ekan atmosferaning yuqori chegarasidagi quyoshdan kelayotgan radiatsiyaning miqdori oraliq masofaga bog'liq holda o'zgarib turadi. Quyosh va Yer shari orasidagi o'rtacha masofa $149500000 km$ ga teng, ana shunday masofada atmosferaning yuqori chegarasiga tushayotgan quyosh radiatsiyasining

miqdori **quyosh doimiysi** deyiladi. Quyosh doimiysining son qiymati $1377W/m^2$ yoki $1377/698=1,97\text{ kal/cm}^2\text{min}$ ga teng.

Harorat -273^0C dan yuqori bo'lgan har qanday jism o'zidan nur chiqaradi. Bu qonuniyatga Yer shari ham, atmosfera ham bo'ysinadi va o'zidan nur chiqaradi. Yerning nur chiqarishi issiqlikdan nurlanish deyiladi. Yerdan chiqayotgan barcha nur-atmosferaga yo'nalgan va bu nur to'laligicha atmosferada yutiladi. Atmosferadan chiqayotgan nurning bir qismi esa yer yuzasiga yo'nalgan. Atmosfera nurlanishidan paydo bo'lgan nurning Yer yuzasiga etib kelgan qismiga qarshi yoki ro'paraviy radiatsiya deyiladi. Atmosferadagi quyosh radiatsiyasi 3 ga bo'linadi: to'g'ri radiatsiya, sochilma radiatsiya va qaytgan radiatsiya. Radiatsiya zarra emas u turli uzunlikdagi elektromagnit to'qlinlardir.

Quyosh radiatsiyasi, yer va atmosferadan chiqayotgan nurlar to'qlin uzunligiga ko'ra ikki guruhga bo'linadi:

a) **Qisqa to'qlinli nurlar**. Bu nurlarning to'qlin uzunligi $\lambda < 4mkm$. To'g'ri, sochilma va qaytgan radiatsiyalar qisqa to'qlinli nurlar jumlasiga kiradi.

b) **Uzun to'qlinli nurlar**. Bu nurlarning to'qlin uzunligi $\lambda > 4mkm$ bo'lib ularga Yerning issiqlikdan nurlanishidan hosil bo'lgan nurlar kiradi.

Nur energiyasining to'qlin uzunligiga ko'ra taqsimlanishiga **spektr** deyiladi. Quyosh nurining spektri 3 xil bo'ladi:

1. **Ultrabinafsha nurlar** $\lambda < 0,4\text{ mkn}$.

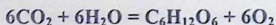
2. **Ko'rinadigan nurlar** $- 0,40mkn \leq \lambda \leq 0,76\text{ mkn}$.

3. **Infraqizil nurlar** $\lambda \geq 0,76\text{ mkm}$. Atmosferaning yuqori chegarasida quyoshdan kelayotgan jami nurlarning 46%i ko'rinadigan nurga, 47% infraqizil nurlarga va 7% ultrabinafsha nurlarga to'g'ri keladi.

Yer yuzasigacha ko'rinadigan va infraqizil nurlar yetib ke ladi. Ko'rinadigan nurlar tabiiy yorug'likni hosil qiladi. Infraqizil nurlar ko'zga ko'rinmaydi, yorug'lik hosil bo'lishida qatnashmaydi, biroq issiqlik effektini beradi. Ultrabinafsha nurlarlarning qisqa to'qlinli qismi yergacha yetib kelmaydi, balki atmosferaning ozon qobig'ida butunlay yutiladi. Quyoshdan kelayotgan nurlarning to'qlin uzunligi 0,2 mkm dan 24,0 mkm gacha bo'ladi. Bu nurlarning tafsiloti jadvalda berilgan.

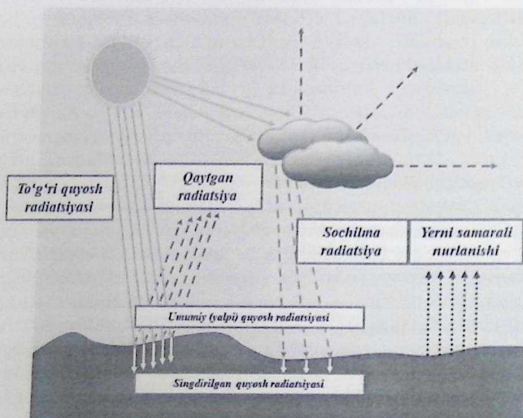
O'simliklardagi fiziologik jarayonlarida nurlarning to'qlin uzunligi 0,29 mkm dan 4 mkm gacha bo'lgan qismi qatnashadi. Ultrabinafsha nurlar o'simliklarning o'sishini sekinlashtirib, reproduktiv organlarini shakllanishini tezlashtiradi. Qisqa to'qlinli infraqizil nurlar o'simliklarning bargi va poyasidagi suvga yutilib ularni issiqlik bilan ta'minlaydi va o'simliklarning o'sishi va rivojlanishida qatnashadi. Uzun to'qlinli infraqizil nurlar o'simliklarning o'sish va rivojlanish jarayonida qatnashmasada issiqlik manbai hisoblanadi.

To'liq uzunligi 0,35-0,75 *mkm* bo'lgan nurlarni o'simliklarning yashil barglari qabul qiladi. Shuning uchun bu nurlarga *fiziologik radiatsiya* deyiladi. Biroq spektrning bu qismidan to'liq uzunligi 0,38-0,71 *mkm* bo'lgan nurlar fotosintez jarayonida faol ishtiroq etadi. Shuning uchun bu nurlar *fotosintetik faol radiatsiya* (FFR) deyiladi. FFR ekinlarning hosildorligiga ta'sir etuvchi muhim omillardan biridir. Fotosintez murakkab jarayon bo'lib, fotofizik, fotoximik, fotofiziologik jarayonlardan iboratdir. Quyosh radiatsiyasini bargdagi xlorofill pigmentlari yutib olganda bu muhim jarayonlar quyidagi reaksiya asosida amalga oshadi.



Tekshirishlarning ko'rsatishicha, o'simliklarda organik moddalar to'planishi uchun yorug'lik miqdori ma'lum bir me'yordan oshishi kerak. Ana shu me'yor yorug'lik miqdorining kompensatsion nuqtasi deyiladi. Issiqsevar qishloq xo'jalik ekinlari uchun FFRning intensivligi 20-25 W/m^2 .

Agar FFR miqdori bu qiymatdan past bo'lsa o'simliklarda organik moddalar to'planmaydi, lekin nafas olish jarayonida organik modda sarflanaveradi. O'simliklarda fotosintez jarayonining intensivligi quyosh radiatsiyasiga bog'liqlikdir.



Rasm-7.1. Radiatsiyalar turlari

FFR intensivligi kompensatsion nuqtadan $210-280 W/m^2$ gacha oshganda organik moddalar sintezi ko'payadi. Quyoshdan kelayotgan radiatsiya Yer yuzasiga yetib kelgach, uning bir qismi faol yuzadan qaytadi, bir qismi esa shu yuzaga yutiladi, shuningdek Yer yuzadan o'zi ham nur chiqaradi. Yer faol qismiga yutilayotgan va undan chiqib ketayotgan nur energiyasi oqimining farqiga radiatsiya balansi deyiladi. To'g'ri radiatsiya, sochilma radiatsiya, qaytgan radiatsiya, Yer yuzasining nurlanishidan hosil bo'lgan nurlarning yerga etib kelgan qismi (qarshi radiatsiya) kabi radiatsiya elementlariga radiatsiya balansining tashkil etuvchilari deyiladi.

To'g'ri radiatsiya. Quyosh gardishidan chiqayotgan nur oqimining Yergacha (to'siqlarga uchramasdan) yetib kelgan qismiga to'g'ri radiatsiya deyiladi va S harfi bilan belgilanadi. To'g'ri radiatsiyaning miqdori joyning dengiz sathidan balandligiga, havoning tiniqligiga va quyosh nurining tushish burchagiga bogliq bo'ladi. Havo ochiq (bulutsiz) bo'lsa, quyosh nurining tushish burchagi 90° ga yaqinlashsa va joyning absolyut balandligi oshsa to'g'ri radiatsiyaning miqdori oshib boradi. Havo bulut bo'lganda to'g'ri radiatsiya Yer yuzasiga deyarli tushmaydi. Yoz oylarida to'g'ri radiatsiya miqdori $700-900 W/m^2$ oralig'ida bo'ladi. $H=1000m$, balandlikda $770-1040 W/m^2$, $H=4000m$ balandlik da $1180 W/m^2$ dan ziyot bo'ladi. To'g'ri radiatsiyaning miqdori quyosh nurining tushish burchagiga boglikligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$S^1 = S \sin h$$

Bu erda S^1 -to'g'ri radiatsiya (W/m^2 yoki $kal/cm^2 \cdot min$)

S -to'g'ri radiatsiyaning quyosh nuriga perpendikulyar ($h=90^\circ$) yuzaga tushayotgan miqdori (W/m^2 yoki $kal/cm^2 \cdot min$). Bu qiymat ma'lumotlardan yoki ko'p yillik kuzatish natijalaridan olinadi. h-quyosh nuri va gorizontal yuza orasidagi burchak (gradus). Ko'pincha bu kattalik quyoshning balndligi deb yuritiladi.

Sochilma radiatsiya. Quyosh gardishidan chiqayotgan nurlarning bir qismi atmosferadan o'tayotganda havodagi gaz molekulariga va aerozollarga tegib sochilib ketadi, bunday nurlarga sochilma radiatsiya deyiladi va D harfi bilan belgilanadi. Sochilgan radiatsiyaning maksimum miqdori odatda to'g'ri radiatsiya maksimumidan ancha kam, ammo $150-200 W/m$ ga etishi mumkin. Quyosh balandligi qancha yuqori va atmosferaning ifloslanishi katta bo'lsa, sochilgan radiatsiya oqimi shunchalik kuchli bo'ladi.

Quyosh radiatsiyasi spektrining ayrim qismlaridagi energiya oqimi energiyasi va to'liq uzunliklari.

Spektr qismi	To'liq uzunliklar chegarasi,	Quyosh nurining energiyasi		Izohlar
		W/m ²	%	
Ultrabinafsha nurlar	0,20-0,39	97,7	7	Ozon katlamida butunlay yutilib yor yuzasiga etib
S	0,20-0,28	5,6	0,4	
V	0,29-0,32	17,4	1,2	
A	0,32-0,39	74,7	5,4	Yer yuziga yetib keladi
Ko'rinadigan nurlar	0,40-0,75	635,2	46	
A	0,40-0,52	364,3	18	Binafsha, ko'k, havorang nurlar
V	0,52-0,62	209,4	15	Yashil, sariq, to'q sariq nurlar.
S	0,62-0,75	181,5	13	Qizil nurlar Qisqa to'liqlik infragizil nurlar
Infrakizil nurlar	0,76-24,00	649,1	47	
A	0,75-1,40	446,7	32	
V	1,40-3,00	174,5	13	
S	3,00-24,00	27,9	2	
Jami:	0,20-24,00	1382	100	

Agar Yer qor bilan qoplangan bo'lsa, to'g'ri radiatsiyani 70-90% qaytaradi, natijada sochilgan radiatsiya ham oshadi. Sochilgan radiatsiya quyosh chiqmasdan va botgandan keyin ham mavjud bo'ladi, sochilgan radiatsiya yozda maksimal qiymatga erishadi.

Umumiy (yalpi) radiatsiya. To'g'ri va sochilma radiatsiya miqdorining yig'indisi umumiy (yalpi) radiatsiya deyiladi va Q harfi bilan belgilanadi.

$$Q=S + D$$

Qaytgan radiatsiya. Quyosh nurlarining Yerga etib kelgan mikdorining bir qismi Yer yuzasining faol qobig'iga yutiladi, bir qismi esa qaytadi. Ana shu qaytgan qismi qaytgan radiatsiya deyiladi va R_k harfi bilan belgilanadi. Ma'lum Yer yuzasidan qaytgan radiatsiyaning shu yer yuzasiga tushayotgan umumiy radiatsiyaga nisbatining foizlarda ifodalanishi faol yuzaning nur qaytarish qobiliyatiga *al'bedosi* deyiladi. Albedo A harfi bilan belgilanadi va quyidagi formula bilan aniklanadi:

$$A = R_k / Q \text{ 100\%}.$$

Albedo Yer yuzasining rangiga, namligiga va g'adir budirligiga bog'liq bo'ladi. jadvalda turli yuzalarning albedo qiymati keltirilgan

Uzun to'liqinli radiatsiya. Yuqorida qayd etilganidek Yer yuzasi ham doimo nurlanishda bo'ladi. Nurlanayotgan Yer yuzasining harorati qanchalik yuqori bo'lsa, nurlanish intensivligi shunchalik yuqori bo'ladi. Yer yuzasining nurlanishidan hosil bo'lgan radiatsiya *issiqlik radiatsiyasi* deyiladi va Y xarfi bilan belgilanadi. Yer va atmosferaning nurlanishdan hosil bo'lgan nurlarning to'liqin uzunligi λ 4 km bo'lib uzun to'liqinli radiatsiyadagi radiatsiyaning intenesivligi oshadi. Havo ochiq bo'lganda bu radiatsiya miqdori 280-350 W/m^2 atrofida bo'ladi, havo bulut bo'lganda esa bundan 20-30% ko'p bo'ladi. Bu ikki radiatsiya miqdorining farqi effektiv radiatsiya deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$E_{ef} = E_{er} - E_{atm}$$

Radiatsiya balansi Yerga tushayotganda va Yerdan chiqib ketayotgan radiatsiya ayirmasi bilan aniqlanadi va quyidagi iformulva asosida topiladi.

$$V = S' + D - R_q - E_{yer} + E_{atm}$$

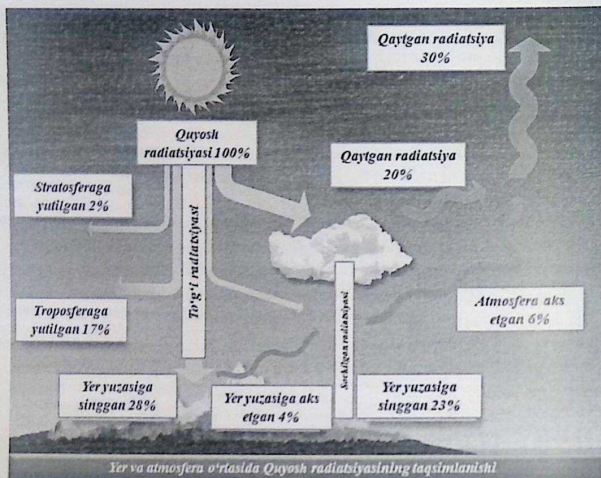
Bu erda: V - radiatsiya balansi, S - tug'ri radiatsiya, D - sochma radiatsiya, R_q - qaytgan radiatsiya, E_{yer} - yerning nurlanishi, E_{atm} qarshi radiatsiya yoki ro'paraviy radiatsiya

Agar, $Q = S' + D$ va $E_{ef} = E_{yer} - E_{atm}$ ekanligini hisobga olsak, uni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin: $V = Q - R_q - E_{ef}$

Turlicha tabiiy yuzalarn albedosi, % (V.L.Gaevskiy va M.I.Budilko)

Yuza	Albedo	Yuza	Albedo
Yangi quruq qor	80-95	<i>g'alla ekiladigan dala</i>	10-25
Ifloslangan qor	40-50	Kartoshka ekilgan dala	15-25
Dengiz muzi	30-40	G'uz a ekiladigan dala	20-25
Qora tuprok	5-15	O'tloksz or	15-25
Quruq oddiy soz tuproq	20-53	Quruq cho'l	20-30
Quruq qumli tuproq	25-45	Nina bargli o'rmon	10-15
		Keng bargli o'rmon	15-20

Kechasi to'g'ri va qaytgan radiatsiya bo'lmaydi, shuning uchun radiatsiya balansi $V = -E_{\text{ef}}$ bo'lib qoladi. Radiatsiya balansi tenglamasidan ko'rinadiki, agar Yer yuzasiga tushayotgan radiatsiya miqdori musbat bo'lsa Yerning faol yuzasi qiziydi. Agar manfiy bo'lsa soviydi. Meteorologiyaning radiatsiya kattaliklarini o'rganadigan bo'limiga *tinometriya* deyiladi. Aktinometriyada quyosh radiatsiyasi oqimini o'lchash uchun absolyut va nisbiy asboblardan foydalaniladi.



Rasm-7.2. Yer va atmosfera o'rtasida Quyosh radiatsiyasining taqsimlanishi

Nisbiy asboblardan jumlasiga quyidagilar kiradi: termoelektrik asboblardan: aktinometr, piranometr va albedometr. Bu asboblarda quyosh radiatsiyasini qabul qiluvchi termobatareya mavjud bo'lib, mananin va konstantanlardan tuzilgan.

a) Termoelektrik aktinometr to'g'ri quyosh radiatsiyasini o'lchaydi.

b) Piranometr(M-80M) quyoshning yig'individa sochilgan radiatsiyasini o'lchaydi.

s) Albedometr- bu qaytgan radiatsiyani o'lchashga moslashtirilgan piranometrdir. Buning uchun asbobning qabul qiluvchi qismi yuqoriga (S ni o'lchash uchun) va pastga (Rk ni o'lchash uchun) maxsus qurilma yordamida qaratilishi kerak.

d) Termoelektrik balansometr M-10 faol sirtning radiatsion balansini o'lchaydi.

e) Lyuksmetr - fotometrik asbob bo'lib yoritilganlikni o'lchaydi.

y) Geliograf - quyosh yog'dusi (shapag'i)ning davomiyligini o'lchash uchun qo'llaniladi.

j) Ko'pincha, dala sharoitida o'simliklarning olgan radiatsiyasini o'lchash uchun, albedometr, lyuksmetr, mikropiranometrlar ishlatiladi.

§7.2. Quyosh doimiysi. Quyosh radiasiyasining spektral tarkibi.

Quyosh radiatsiyasini, ya'ni quyoshdan kelayotgan nur energiyasi biosferaning mavjudligida, iqlimning shakllanishida asosiy omillardan biri hisoblanadi. Quyosh radiatsiyasi ta'sirida juda ko'p miqdorda suv, suv omborlaridan, dengizlardan, okeanlardan bug'lanib, yog'ingarchilik hosil qiladi. Quyosh radiatsiyasi yashil o'simliklarda fotosintez manbaidir. O'simliklar quyoshdan olayotgan nur energiyasi hisobiga mevalarida oqsil, shakar va boshqa organik moddalar sintez qiladi. Tiriklikni ta'minlovchi kislorodning hosil bo'lishi ham bevosita yorug'likka fotosintez jarayoniga bog'liqdir.

Juda ko'pgina serquyosh kunlari (1 yilda 180 kundan ko'p) ko'p bo'ladigan davlatlarda quyosh batareyalaridan foydalanilmoqda. Bu energiyadan foydalanib binolarni isitish, mevalarni va sabzavotlarni quritish mumkin.

Quyosh radiatsiyasi har xil to'lqin uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlardan iborat. Nurlanish oqimlari to'lqin uzunliklarini asosan *mikrontetr (mkm)*. *ba'zan esa juda kichik birlik - nanometr (nm)*larda ifodalanadi, ular o'zaro quyidagi munosabatda: $1 \text{ mkm} = 10^{-6} \text{ m}$; $1 \text{ mkm} = 10^3 \text{ nm}$ ga teng.

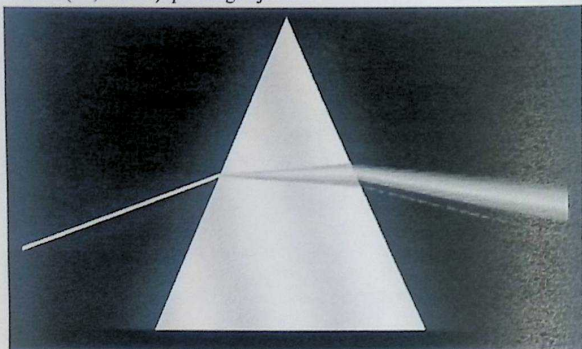
Nurlanish oqimining to'lqin uzunliklar bo'yicha taqsimotini spektr deb yuritilishini bilamiz. Quyosh nurlanish spektri uchta: ultrabinafsha ($\lambda < 0,40 \text{ mkm}$), ko'rinadigan ($0,40-0,76 \text{ mkm}$) va infraqizil ($0,76 \text{ mkm}$) qismlardan iborat. Atmosferaning yuqorigi chegarasiga tushadigan butun quyosh radiasiyasining 46 foizi spektrning ko'rinadigan qismiga, 47 foizi esa infraqizil radiatsiyaga va 7 foizi ultrabinafsha radiatsiyaga to'g'ri keladi.

To'g'ri va sochilgan radiatsiya birgalikda Yer yuzidagi tabiiy yoritilganlikni vujudga keltiradi, boshqacha aytganda to'lqin uzunliklari $0,40 \text{ mkm}$ dan $0,76 \text{ mkm}$ gacha bo'lgan elektromagnit to'lqinlar yorug'lik ta'sirini vujudga keltiradi. Quyosh yorug'lik nurini ingichka dastasini shishadan tayyorlangan uchburchakli prizmadan o'tkazilganda, undan sinib o'tishida qizil, to'q sariq, sariq, yashil, havorang, ko'k, binafsha kabi rangli nurlarga ajraladi.

Spektrdagi asosiy ranglarga mos to'lqin uzunliklar chegaralarini quyidagicha ko'rsatiladi:

Qizil nurlar chegarasida (620-700 nm)ni qizil deb, (700-760 nm) chegaradagisini esa katta to'liqlik qizil nurlar deb yuritiladi.

O'simliklar fiziologiyasi nuqtayi nazaridan ko'k deganda to'liqlik uzunligi 400-500 nm, sariq-yashilda 500-600 nm, to'q sariq-qizilda 600-700 nm ga va katta to'liqlik qizil deganda 700-760 nm to'liqlik uzunlikli nurlarni tushuniladi. Biologiya va o'simliklar fiziologiyasida infraqizil nurlarni ikki qismga: qisqa to'liqlik infraqizil nurlar (760-1100 nm) va katta to'liqlik uzunlikli (>1,1 mkm) qismlarga ajratiladi.



Rasm-7.3. *Prizmada nurlarning to'liqlik uzunliklar bo'yicha taqsimlanishi*

Kishi ko'ziga rangli nurlarining birgalikdagi ta'siri oq yorug'lik taassurotini vujudga keltiradi. Quyoshdan Yerga tomon nurlanish oqimlaridan tashqari zaryadli zarralardan iborat korpuskulyar nurlanish ham keladi.

Ammo korpuskulyar nurlanish Yer yuzidan 100 km dan oshiq balandliklardagi atmosfera qatlamlarida Quyosh nurlanish spektrida energiyaning asosiy qismi 0,20 mkm dan 24,0 mkm gacha to'liqlik uzunliklar chegarasiga to'g'ri keladi.

Atmosferaning yuqori chegarasida quyosh nurlanishi spektrida energiya maksimumi 0,48-0,49 mkm to'liqlik uzunliklarga, ya'ni spektarning ko'k – havorang qismiga mos keladi. Yer yuzidagi to'g'ri radiatsiya butunlay yutiladi.

Binafsha rangga 390-455 nm, 455-485 nm, 485-505 nm, 505-550 nm, 550-575 nm, 575-585 nm, 585-620 nm, 620-760 nm.

Ko'k rangga: Havorangga: Yashil rangga: Sariq-yashil rangga:
Sariq rangga: To'q sariq rangga: Qizil rangga ega.

Qizil	740 HM
Qizg'imtir	625 HM
Sariq	590 HM
Yashil	565 HM
Havo rang	500 HM
Ko'uk	
Binafsha	
Quyosh spektrining rangi va to'qin uzunligi	

Rasm-7.4. Quyosh spektrining rangi va to'qin uzunliklari

§7.3. Spektr asosiy qismlarining biologik ahamiyati, fotosintetik faol radiatsiya (FFR). Tuproq haroratining o'simliklarga ta'siri.

Biz oldingi mavzularda quyosh radiatsiyasi ikki: qisqa va uzun to'qinli radiatsiyalardan iborat ekanligini ko'rsatganmiz.

O'simliklarning hayot faoliyatini ta'minlaydigan jarayonlar uchun to'qin uzunligi 4 *mkm* dan kichik bo'lgan qisqa to'qinli radiatsiya eng muhim ahamiyatga ega. Qisqa to'qin uzunlikli radiatsiyaning o'simlikka biologik ta'siriga qarab ultrabinafsha (UB), ko'rinadigan va qisqa to'qin uzunlikli infraqizil (IQ) radiatsiyalarga ajratiladi.

Yer yuziga to'qin uzunligi $\lambda < 0,29$ *mkm* dan kichik UB radiatsiya tushmaydi, chunki $\lambda < 0,29$ *mkm* UB radiatsiyani atmosferadagi ozon (O_3) gazi butunlay yutadi. Shuning uchun Yer yuziga juda oz miqdorda to'qin uzunliklari 0,29-0,38 *mkm* chegarasidagi UB nurlar tushadi va uning miqdori ham kun davomida o'zgarib boradi.

Quyoshning gorizontdan balandligi oshgan sari Yerga tushadigan UB radiatsiya miqdori ortib, Quyosh gorizontga yaqinlashganda esa UB radiatsiya miqdori kamaya boradi. Yer yuzidan ko'tarilgan sari UB radiatsiya miqdori ortadi. Baland tog'larning tepasida UB radiatsiya miqdori dengiz sathidagi qiymatidan ikki yoki uch marta ko'p bo'ladi. Tog'larda UB

radiatsiya ortganligidan, o'sadigan o'simliklar barglarining bo'yalishi yanada kuchayadi.

UB radiatsiya asosan o'simliklarning bo'yiga o'sish jarayonlarini sekinlashtirib ta'sir qiladi, boshqacha aytganda UB radiatsiya ta'sirida o'simliklarning bo'yi juda ham cho'zilib ketmaydi. Ultrabinafsha nurlar yashil bargda o'tadigan fotosintez jarayoniga ta'sir etmaydi, ammo hosil tarkibida vitamin C ning sintezlanishiga yordam beradi. Tiniq polimer polietilen plyonkasi va oynali issiqxonalarda yetishtirilgan bodring hosilidan plyonka ostida yetishganlari shirinroq bo'ladi. Chunki tiniq polimer plyonka uzun to'lqin uzunlikli UB nurlarni oynaga nisbatan yaxshiroq o'tkazadi.

To'lqin uzunligi $\lambda > 1,1 \text{ mkm}$ infraqizil (IQ) radiatsiyani o'simlik barglari va poyalaridagi suv yaxshi yutadi va ularni yaxshiroq isitadi. Natijada, bargning harorati ortib fotosintez jarayonlarining intensivligi kuchayadi. Demak, IQ radiatsiya o'simlikka bevosita ta'sir ko'rsatib, fotosintez bo'lishi uchun harorat sharoitini yaxshilaydi va o'simlikning o'sishi va rivojlanish jarayonlariga ijobiy ta'sir qiladi.

To'lqin uzunligi 4 mkm dan katta IQ radiatsiya o'simlikka issiqlik ta'sirini ko'rsatsada, ammo o'simlikning o'sish va rivojlanishi jarayonlariga ta'siri ahamiyatga ega emas.

Quyoshning ufq (gorizont)dan balandligi kamayishi bilan quyosh radiatsiyasi oqimidagi IQ radiatsiya ulushi ortadi va aksincha suv bug'i infraqizil radiatsiyani yaxshi yutganligi uchun havoning namligi oshishi bilan Yer yuziga tushadigan infraqizil radiatsiya jadalligi kamayadi.

Dengiz sathidan balandlik oshgan sari IQ radiatsiya ulushi ortadi, chunki balandlik oshgan sari IQ radiatsiyani yaxshi yutadigan suv bug'i atmosferada kamayib ketadi. Shuning uchun tog'li yerlarda infraqizil nurlarning energiyasi ortadi. Bu o'z navbatida o'simlikning atrof muhitdan oladigan issiqligining kamayishini qoplaydi yoki baland yerlarda IQ radiatsiya ortib, o'simlik isishiga sabab bo'ladi va bu bilan fotosintezning jadalligi ortishiga yordamlashadi. To'lqin uzunliklari $0,35-0,75 \text{ mkm}$ oralig'idagi radiatsiyani odatda fiziologik radiatsiya deb yuritiladi. Spektarning shu qismidan alohida guruh qilib fotosintetik faol (aktiv) radiatsiya ajratiladi.

Fotosintetik faol radiatsiya, Quyosh yorug'ligi energiyasi hisobiga o'simliklarning yashil bargida fotosintez jarayoni o'tadi. Quyosh yorug'ligining o'simlikka ta'sirini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan ko'p sonli ilmiy- tadqiqot ishlari fotosintez jarayonida o'simliklar quyosh spektrining barcha qismini emas, balki to'lqin uzunliklari $0,38-0,71 \text{ mkm}$ orasidagi qisminigina foydalanishini ko'rsatdi.

Quyosh spektrining bu qismini fotosintetik faol radiatsiya (FFR) deb yuritiladi. O'simliklar fotosintez jarayonida turli xil organik moddalarni to'plash uchun FFR ning faqat 1-3 foizidangina foydalanadi.

Qishloq xo'jalik ekinlarining o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligiga ta'sir qiladigan asosiy omillardan biri FFR hisoblanadi. Shuning uchun FFR ning ayrim hududlar va vaqt bo'yicha taqsimotini bilish muhim ahamiyatga ega.

Tekshirishlar ko'rsatadiki, biror o'simlik turi bargida fotosintez jarayonida organik modda to'planishi uchun tushuvchi quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligi kompensatsion nuqta deb ataladigan qiymatidan katta bo'lishi kerak.

Yu.I.Chirkov ma'lumotiga ko'ra yorug'sevar o'simliklar qatoriga kiradigan ba'zi qishloq xo'jalik ekinlari uchun kompensatsion nuqta FFR ning energetik yoritilganligi $20-35 \text{ W/m}^2$ qiymatidan boshlanadi.

A.G.Amirjanov ma'lumotiga asosan esa ba'zi qishloq xo'jalik ekinlari uchun kompensatsion nuqta FFR ning energetik yoritilganligi 719 W/m^2 qiymatidan boshlanadi.

Ma'lumki, o'simliklar fotosintez jarayonida organik modda to'plasa, nafas olish jarayonida esa to'plagan organik moddani sarflaydi. O'simliklarning organik moddani to'plashi, demak hosil miqdori o'simlik uchun zarur, ammo qarama-qarshi yo'nalishda ta'sir qiladigan - fotosintez va nafas olish jarayonlariga bog'liq.

Kompensatsion nuqta o'simlikning shunday holatiki, unda fotosintez jarayoni, nafas olish jarayoni bilan muvozanatlashadi, ya'ni fotosintezda qancha organik modda to'plangan bo'lsa, nafas olish jarayonida o'shancha organik modda sarf bo'ladi. Demak, kompensatsion nuqtada organik modda ko'paymaydi yoki kamaymaydi. Boshqacha aytganda kompensatsion nuqtada fotosintez jadalligi bilan nafas olish jadalligi o'zaro tenglashadi (fotosintezda CO_2 ning yutilishi bilan nafas olishda ajralishi o'zaro tenglashadi).

Agar kompensatsion nuqtani K harfi bilan belgilasak, quyidagi hollarni ko'ramiz:

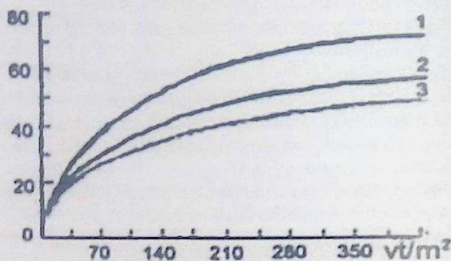
1. $K=1$ da yuqorida ko'rsatganimizdek o'simlik o'smaydi.

2. $K>1$ bo'lsa, fotosintez jarayonida organik moddalarning to'planishi, uning nafas olish jarayonida sarflanishidan ortiq bo'ladi, shu shartdagina o'simlik o'sadi va rivojlanadi.

3. $K<1$ bo'lsa, sintezlangan moddalarning ko'p qismi nafas olish jarayoniga sarflanadi. Bu shart uzoq davom etsa o'simlik nobud bo'ladi. Fotosintez jarayonining jadalligi dastavval o'simlikka tushayotgan FFR ning energetik yoritilganligiga bog'liq. Fotosintezning tushuvchi FFR ga bog'liqligi yorug'lik egri chiziqlari orqali ifodalanadi.

Quyidagi Rasm-7.3.da Yu.I. Chirkov ma'lumotiga asosanib bodring (1), makkajo'xori (2) va lavlagi (3) o'simliklari barglaridagi fotosintez uchun yorug'lik yegri chiziqlari keltirilgan. Ularning har biri bu o'simliklarda o'tadigan fotosintez jadalligining bargga tushuvchi FFR energetik yoritilganligiga bog'liqligini tavsiflaydi.

Rasm-7.3.dan ko'rinadiki, bodring barglarida FFR ning energetik yoritilganligi kompensatsion nuqtadan taxminan 70 W/m^2 gacha oshganida fotosintez mahsuldorligi chiziqli ortadi, so'ngra FFR ning energetik yoritilganligining yanada ortishida fotosintez jadalligi ortishi sekinlasha boshlaydi. FFR energetik yoritilganligi $400-420 \text{ W/m}^2$ largacha oshganida esa (CO_2 ning miqdori odatdagicha bo'lganida) fotosintez jadalligi deyarli ortmay qoladi yoki fotosintezning yorug'lik egri chizig'i qariyb yotiq davom etadi va CO_2 mg/dm^2 soatni tashkil etadi. Bu holatni fotosintezning yorug'likka to'yinishi deb yuritilib, u berilgan sharoitda fotosintez jadalligining maksimal qiymatiga mos FFR energetik yoritilganligi qiymntini bildiradi.



Rasm-7.3. Turli o'simliklarda fotosintez yorug'lik egri chiziqlari

Yorug'lik egri chizig'ining abissa o'qini hosil qilgan burchagi esa fotosintezda nuriy energiyadan foydalanish samaradorligini tavsiflaydi.

Birgina o'simlikning barglaridagi yorug'lik egri chiziqlarining o'zgarishi havo haroratiga vanisbiy namligiga bog'miq. Shuningdek rasmdan boshqa o'simliklarda ham fotosintez yorug'lik egri chiziqlari xususiyati yuqoridagiga o'xshashligini, ammo ulardagi fotosintezning yorug'likka to'yinishi FFR energetik yoritilganligining turlicha qiymatlariga mos kelishligini kuzatish mumkin. O'simlikka tushayotgan FFR ning energetik yoritilganligini o'lchashga qaraganda FFR dan vujudga kelgan yoritilganlikni o'lchash oson. Shuning uchun ko'pincha fotosintez jadalligining yoritilganlikka bog'liqlik grafiklari keltiriladi.

Shunday deb olganimizda ko'pchilik qishloq xo'jalik ekinlari uchun kompensatsion nuqtada yoritilganlik 2-5 ming lk (lyuks)ga, fotosintezning yorug'likka to'yinishi esa (50-70) ming lk yoritilganlikka to'g'ri keladi. Kunduzi o'simlik ustidagi FFR miqdori yuqorida keltirilgan qiymatlardan oshiq bo'ladi, ammo ekinlarning pastki qismlariga tushadigan FFR miqdori

bulutli kunlarda yetarli bo'lmashligi mumkin. Chunki ekinlarning bo'yi ortgan sari pastki yaruslarga o'tuvchi yorug'lik oqimi kamayadi. Bunda ekinlarning ustki qismida fotosintez uchun FFR etarli bo'lsada, ammo pastki yaruslarda FFR ning energetik yoritilganligi kompensatsion nuqtadan kam bo'lishi mumkin.

Hozirgi vaqtda biror joyga tushuvchi FFR ni, o'sha joyga tushuvchi to'g'ri va sochilgan radiatsiyalarning o'lhangan qiymatlari asosida hisoblanadi. B.L.Gulyaev, X.G.Tooming, N.A.Efimovalar FFR ni hisoblash uchun quyidagi tenglamani tavsiya etganlar: $FFR = 0,43 S' + 0,57 D$,

bu erda: FFR - fotosintetik faol radiatsiya, S' - gorizontal yuzaga tushuvchi to'g'ri radiatsiya, D - sochilgan radiatsiya. Odatda amaliy maqsadlar uchun FFR. S' . D n kunlik, oylik va vegetatsiya davri uchun yig'indi qiymatlari hisoblanadi.

Agar yig'indi quyosh radiatsiyasi haqida ma'lumotlarga ega bo'lsak, FFR uchun taxminan yig'indi radiatsiya qiymatining yarmisini olish mumkin, ya'ni:

$$e = 0,5 - e.$$

Hozirgi vaqtda MDH hududlariga vegetatsiya davrida tushadigan FFR xaritalari tuzilgan va ulardan qishloq xo'jaligi maqsadlari uchun tabiiy resurslarni baholashda

foydalaniladi.

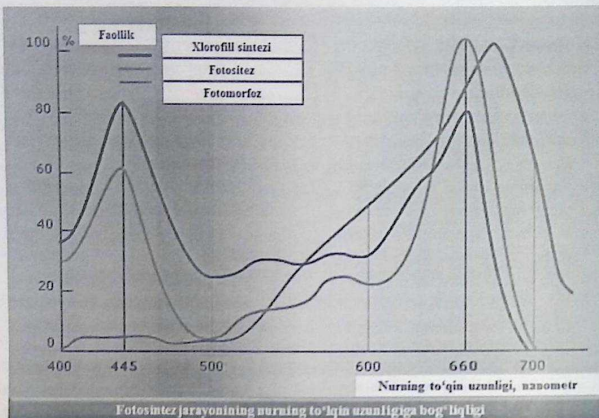
Quyosh yorug'ligi - o'simliklar dunyosi uchun asosiy hayot omillaridan biridir. O'simliklar quyosh radiatsiyasining energetik yoritilganligi, spektral tarkibi o'zgarishiga va yorug'lik kuni uzunligiga juda ta'sirchan bo'ladilar. Yoritilganlik jadalligining o'simliklar hayot faoliyatidagi rolga ba'zi misollar keltiramiz: Tajribalar yorug'lik ta'sirida turli ekinlar bargida fotosintez boshlanishining minimal qiymatlari turli o'simliklar uchun har xil bo'lishini ko'rsatadi. Masalan, o'ta sust o'sish, gullash va hosil to'plash davrida bodring o'simligi uchun minimal yoritilganlik 2400 lk, pomidor o'simligi uchun 4000 lk, no'xat uchun 1100 lk ga teng bo'lishi lozim.

Shuningdek, fotosintezning jadal borishi uchun yoritilganlik qiymatlari ham turli o'simliklar uchun har xil bo'ladi. Shunday qilib, qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirish uchun agrotexnika talablariga to'la javob berish bilan bir qatorda dalalardagi ekin to'plari qalinligini to'g'ri tanlab, o'simliklar orasida yorug'lik rejimini yaxshilash talablariga ham ahamiyat berish lozim.

To'g'ri quyosh radiatsiyasi. Yer sirtidagi biror yuzaga tushadigan quyosh nurlanish energiyasining oz yoki ko'pligini aniqlashda quyosh radiatsiyasining vujudga keltirgan energetik yoritilganligi tushunchasidan foydalaniladi.

Quyosh nurlariga tik joylashgan birlik yuzaga vaqt birligida tushuvchi to'g'ri

radiatsiya miqdoriga to'g'ri quyosh radiatsiyasining tik yuzadagi energetik yoritilganligi deb aytiladi. O'zbekiston Respublikasi hududida tekisliklarda havo ochiq kunlari tushki soatlarda S ning qiymatlari 0,80-0,94 kW/m^2 chegarada



Rasm-7.4. Fotosintez jarayonining nurning to'qin uzunligiga bog'liqligi

o'zgaradi. Yer yuzidan balandlik oshgan sari ham S ning qiymatlari orta boradi.

Masalan, baland tog'mik joydagi Qizilcha meteorologik stansiyasida S ning ko'p yillik o'rtacha qiymatlari 0,94-1,06 kW/m^2 chegarada o'zgargan, maksimal qiymati esa 1,21 kW/m^2 ga yetgan. Yer sirtidan 45km balandlikda esa S ning qiymatlari 1,18 kW/m^2 dan ortiq bo'ladi.

Balandlik oshgan sari S ning ortishiga sabab, yuqoriga ko'tarilgan sari quyosh nurlarining havodagi o'tadigan yo'li qisqarib, to'g'ri radiatsiyani yutuvchi va sochuvchi zarrachalar sonining kamayib borishligidir.

To'g'ri quyosh radiatsiyasi sutka va yil davomida o'zgaradi. Havo ochiq kuni ertalab quyosh chiqqandan boshlab, to'g'ri radiatsiya avval tez, keyin sekinroq orta boshlaydi, haqiqiy tush vaqtida esa eng katta- maksimal qiymatiga erishadi. Tushdan keyin quyosh botganicha avval sekinroq,

so'ngra tezroq kamayadi va quyosh botganda nolga teng bo'ladi. Ammo atmosfera tiniqligi kunduz davomida o'zgarib turadi. Shuning uchun to'g'ri radiatsiyaning kunduzgi o'zgarishi egri chizig'i hattoki bulutsiz kunlari ham tush vaqtiga nisbatan simmetrik bo'lmaydi, to'g'ri radiatsiyaning kunduzgi o'zgarishi ravon egri chiziqdan birmuncha chetlashadi. Ammo to'g'ri radiatsiyaning o'rtacha qiymatlari asosida chizilsa, u ancha ravon egri chiziqqa aylanadi.

O'zbekiston hududining eng janubiy nuqtasida (sh.k. $37^{\circ}10'$) quyoshning ufqdan eng katta balandligi yozda 76° ga, qishda esa 29° gacha kamayadi. Shuning uchun janubiy hududlarga tushuvchi to'g'ri radiatsiya miqdori, shimoliy hududlarga tushuvchi to'g'ri radiatsiya miqdoridan oshiq bo'ladi.

Endi ba'zi shaharlar uchun to'g'ri radiatsiyaning maksimal qiymatlariga oid ushbu misolni keltiramiz (kW/m^2): Irkutsk 1,03; Moskva 1,03; Tebilisi 1,05; Toshkent 1,06. Bu ma'lumotlar geografik kenglik kamayib borishidan garchi quyoshning ufqdan balandligi Toshkent shahrida quyosh nurlariga tik va gorizontall joylashtirilgan yuzaga tushyotgan to'g'ri radiatsiya energetik yoritilganligining sutkalik o'zgarishiga olib keladi.

Yer sirtining istalgan joydagi albedosi shu joyning tekis-tekismasligiga, rangiga, namligiga va o'simliklar bilan qoplanish darajasiga va boshqa xossalari bog'liq.

Quyidagi jadvalda V.L. Gaevskiy, M.I. Budiko ma'lumotiga asosan ba'zi tabiiy sirtlarning albedolari keltirilgan (foizlarda).

Turli tabiiy sirtlarning albedolari (% larda)

Sirt	Albedo	Sirt	Albedo
Yangi yoqqan qor	80-95	Bug'doy dalasi	10-25
Ifloslangan qor	40-50	Kartoshka dalasi	15-25
To'q tusli tuproq	5-15	G'o'za dalasi	20-25
Quruq loyli tuproq	20-35	Quruq dasht	20-30
		Ignabargli o'rmonlar	10-15
Quruq qumli tuproq	25-45	Bargli o'rmonlar	15-20
Dengiz muzi	30-40	O'tzor	15-25

Yuzasi g'adir-budur to'q tusli tuproq, yuzasi tekis va yorqin tuproqqa qaraganda yig'indi radiatsiyani kam qaytaradi.

Nam tuproq yig'indi radiatsiyani quruq tuproqqa nisbatan kam qaytaradi. Demak, tuproq namligi ortishi bilan yig'indi radiatsiyani yutishi kuchayadi. Bu esa sug'oriladigan yerlarning issiqlik rejimini o'zgartirishda katta ahamiyatga ega.

Albedosi o'rtacha 60 % ga teng, yangi yoqqan toza qorning albedosi esa 90 % gacha etadi.

Suv sirtining albedosi quyosh nurlarining suv sirtiga tushish burchagiga bog'liq. Masalan, Quyosh balandligi

$H = 90^\circ$ da $A = 2 \%$, $H_a 50^\circ$ da $A = 4 \%$, $H_0 = 10^\circ$ dan kichik bo'lganda $A = 50-70 \%$ bo'ladi.

Bu misoldan ko'rinadiki, suv sirtining eng kam albedosi tushki paytda, eng katta albedosi ertalab va kechqurun kuzatiladi. Buning sababi, Quyosh balandligi kichik bo'lganda yig'indi radiatsiya tarkibida sochilgan radiatsiya ulushi ko'p bo'ladi. Sochilgan radiatsiya esa notekis taglik yuzadan to'g'ri radiatsiyaga nisbatan ko'proq qaytadi.

Jadvaldan qor va muzning albedosi ancha katta ekanligini ko'ramiz. Shuning uchun qor yoki muz qatlami quyosh radiatsiyasidan juda kam issiqlik oladi. Natijada qutbiy hududlarda bahor kechikib boshlanadi va abadiy muzliklar saqlanadi.

Testlar

1. Quyosh radiyasi nima?

- a) Elektron magnit to'liqlar tarzida tarqaladigan quyosh nurlanishi
- b) Bulutlardan o'tib, sochilgan holatda yerga kelgan quyosh radiyasi
- c) Quyosh gardishidan bevosita Yerga tushadigan quyosh radiyasi
- d) 1 cm^2 perpendikulyar yuzaga 1 minutda tushgan quyosh energiyasi

2. Fotosintetik faol radiatsiyani to'liq uzunligini aniqlang

- a) 0,38-0,71 mkm; b) 0,71-4,00 mkm; c) 4,00 – 24,0 mkm
- d) 0,20-0,38 mkm

3. Quyosh radiyasi spektral tarkibi qanday?

- a) Ultrabinafsha, ko'rinadigan, infraqizil nurlar
- b) To'g'ri, tarqoq, yig'indi radiasiyalar
- c) Ultrabinafsha, ko'rinadigan nurlar
- d) Infraqizil, ko'rinadigan nurlar

4. Ultrabinafsha nurlarning to'liq uzunligi qaysi javobda to'g'ri berilgan?

- a) 0,20-0,39 mkm ; b) 0,40 – 0,76 mkm; c) 0,76 – 4,00 mkm
- d) 4,00-24,0 mkm

5. Atmosferada radiasiya oqimining qanday turlari mavjud?

- a) To'g'ri, sochilgan, qaytgan ; b) Ultrabinafsha, ko'rinadigan nurlar;

c) Infraqizil, ko'rinadigan nurlar; d) Ro'paraviy nurlar

6. Yuza albedosi nima?

a) Qaytgan radiasiyaning yig'indi radiasiyaga bo'lgan nisbatinni foizdagi ifodasi

b) Qaytgan radiasiyaning sochilgan radiasiyaga bo'lgan nisbatining foizdagi ifodasi

c) Qaytgan radiasiyaning to'g'ri radiasiyaga bo'lgan nisbatining foizdagi ifodasi

d) Fotosintetik faol radiasiyaning qaytgan radiasiyaga bo'lgan nisbatini foizdagi ifodasi.

7. Aktinometr – qanday asbob.

a) Quyosh radiatsiyasini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.

b) Quyosh issiqligini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.

c) Tuproq issiqligini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.

d) Havo bosimini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.

8. Chigitni unib chiqishi uchun minimal tuproq temperaturasini aniqlang?

a) 11-12 °C, b) 14- 15 °C, c) 5-6 °C, d) 8-10 °C

9. Havoni isishi qanday usullarda amalga oshadi?

a) Konveksiya, turbulentslik, kondensasiya, adveksiya

b) Siklon, antisiklon, kondensasiya

c) Konveksiya, siklon, antisiklon

d) Havo massalarini ko'chishi

10. Haroratining vertikal gradienti nima?

a) Haroratning balandlik bo'yicha vertikal yo'nalishda masofa birligida o'zgarish sur'atini ifodalaydigan kattalik.

b) O'rtacha sutkalik harorat 5 °C va undan yuqori bo'lgan kunlardagi haroratdir

c) Haroratning pastlik bo'yicha vertikal yo'nalishda masofa birligida o'zgarish sur'atini ifodalaydigan kattalik.

d) Biologik maksimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirma gradienti

11. Effektiv harorat nima?

a) O'rtacha sutkalik haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

b) Optimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

c) Maksimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

d) Kunduzgi haroratdan tungi haroratni ayirmasi

12. G'alla ekinlari uchun biologik minimal haroratni aniqlang?

a) 5-6 °C, b) 11-12 °C, c) 1-2 °C, d) 14-15 °C

13. Havo temperaturasini o'lchaydigan asboblarni aniqlang?

a) Psixrometrik, maksimal, minimal termometrlar

b) Stansion va aspirasion psixrometrlar

- c) Barometr va barograflar
- d) Albedometr, aktinometr, barometrlar

15. Kuzatish daftarchasi nima va unuga qanday ma'lumotlar qayd etiladi?

- a) Belgilangan muddatlarda olib borilgan meteorologik, aerologik va shu kabi kuzatish natijalarini qayd qilib boriladigan daftarcha.
- b) Meteorologik ma'lumotlarni qayd etadi.
- c) Haroratni yozib boradi.
- d) Atmosfera bosimini o'zgarishini yozib boradi.

Sinov savollari

1. Quyosh radiatsiyasi deb nimaga aytiladi?
2. Quyosh nuri energiyasini o'lchash birliklari qanday?
3. Quyosh doimiysi deb nimaga aytiladi?
4. Quyosh radiatsiyasini spektral tarkibini izohlang.
5. Fotosintetik faol radiatsiya deb nimaga aytiladi?
6. To'g'ri radiatsiya haqida tushuncha bering.
7. Radiatsion balansning mohiyati qanday?
8. Havo tarkibiga kirgan asosiy gazlarni tushuntiring.
9. Atmosfera tarkibidagi suv bug'i va karbonat angidrid gazining rolini bayon qiling.
10. Yer shari bo'ylab atmosfera tarkibidagi suv bug'i hajm bo'yicha qanday chegaralarda (foiz hisobida) o'zgaradi?
11. Atmosferada ozon gazi qanday hosil bo'ladi va u atmosfera yuqori qatlamlari haroratiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
12. Nima uchun atmosferadan o'tib yer yuziga tushgan quyosh radiatsiyasi tarkibida to'liq uzunligi 0,3 mkm dan kichik ultrabinafsha nurlar bo'lmaydi? Ultrabinafsha nurlar tirik organizmga qanday ta'sir ko'rsatadi?

BOB VIII. TUPROQ VA ATMOSFERA HARORATINING REJIMI.

§8.1. Tuproqning isishi va sovushi. Tuproqning issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanligi va harorat o'tkazuvchiligi.

Tuproqning isish va sovish jarayonlari muhim bo'lib, Yerning quruqlik sirtiga tushgan quyosh radiatsiyasining bir qismi undan qaytib atmosfera va kosmik fazoga tarqaladi, quruqlik yuzasida yutilgan qismi esa issiqlikka aylanadi, o'z navbatida bu issiqlikning bir qismi Yerga tutashgan havo qatlamini, o'simliklarni isitishga va tuproqning yuza qatlamidagi hamda o'simliklardagi suvni bug'lanishga sarflanadi. Yutilgan issiqlikning qolgan qismi esa tuproqning pastki qatlamlariga uzatiladi (tuproq yuzasining harorati pastki qatlamlarning haroratidan yuqori bo'ganda).

Biror joyga tushuvchi quyosh radiatsiyasining miqdori bir kecha - kunduz va yil davomida o'zgarib turadi. Shuning uchun ham o'sha joydagi tuproqning isish darajasi quyoshning ufqdan balandligiga, joyning geografik kengligiga va relefiga, o'simliklar bilan qoplanish darajasiga, yil fasllariga bog'liq ravishda o'zgarib boradi, ba'zan bu o'zgarish juda keng chegarada ro'y beradi.

Tuproq issiqlik rejimining asosiy ko'rsatkichi uning haroratidir. Tuproqning issiqlik rejimi deb, tuproqqa issiqlikning kelishi, qaytishi, to'planishi va uning tuproq qatlamlariga uzatilishi kabi hodisalar majmuasiga aytiladi.

Yer sirtining harorat rejimi asosan radiatsion balansga, ya'ni tushadigan quyosh radiatsiyasi miqdoriga, joyning albedosiga va samarali nurlanishiga bog'liqdir.

Musbat radiatsion balansda tuproqning ustki (eng yuqoridagi) qatlami isiydi, bunda yuqorida aytganimizdek yutilgan issiqlikning ma'lum qismi pastki qatlamlarga uzatiladi. Agar radiatsion balans manfiy bo'lsa, tuproqning yuza qatlami soviydi, bunda issiqlik tuproqning ichki qatlamlaridan tuproq yuzasiga uzatiladi. Natijada tuproqning ichki qatlamlari soviydi. Umuman, tuproq sirtida joylashgan yupqa qatlami bilan pastki qatlamlari orasida uzluksiz issiqlik almashinish davom etadi. Bu issiqlik almashinish asosan molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan amalga oshadi. Tuproqdagi issiqlikning uncha ko'p bo'lmagan qismi yerning ichki qismidan ko'tariladigan issiqlikdan va yerning qattiq qoplam (litosfera)ning yuqorigi qismlarida kechadigan kimyoviy reaksiyalar va biologik jarayonlar natijasida vujudga keladigan issiqlik hisobiga hosil bo'ladi. Organik moddalar (go'ng, o'simlik qoldiqlari, har xil chirindi kabilar)ning chirishidan ajraladigan issiqlik unchalik ko'p, emas. Tuproqning isishida faol qatlamdagi suv bug'ining kondensatsiyasida ajralgan issiqlik ham (juda oz bo'lsada)

ahamiyatga ega. Bundan tashqari Yer qobig'ining ustki qatlamlaridagi tabiiy radioaktiv moddalarning yemirilishida ajraladigan issiqlik ham tuproqni juda kam darajada isitadi.

Tuproq yuzasi Yerning uzun to'qinli nurlanishi, sovuq havo massalarining kirib kelishi natijasida soviydi.

§ 8.2. Tuproq haroratini o'lchash. Tuproq haroratining sutkalik va yillik o'zgarishi.

Ma'lumki, atmosfera ustuni bo'ylab temperatura o'zgarib borishiga qarab u 5 ta qatlamga ajratilgan. Qishloq xo'jalagi ishlab chiqarish uchun atmosferaning quyi qatlami hisoblangan troposfera va undagi jarayonlar ahamiyatlidir. Troposfera havosining asosiy issiqlik manbai, yuqorida aytganimizdek Yerning faol yuzasidir. Shunday ekan, issiqlik manbaidan uzoqlashgan sari issiqlik miqdori kamayib boradi. Tadqiqotlardan ma'lum bo'lishicha, troposferada vertikal yo'nalish bo'yicha har 100 m balandlikka ko'tarilganda, havo temperaturasi 0,5 - 0,6°C ga kamayadi. Havo temperaturasining vertikal yo'nalish bo'yicha har 100 m da o'zgarishiga temperaturaning vertikal gradienti deyiladi va qisqacha TVG deb yoziladi. TVG quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\gamma = \frac{T_p - T_{yu}}{H_{yu} - H_p} \times 100$$

Bu yerda: γ - haroratning vertikal gradienti, °C/100 metrda.

($T_p - T_{yu}$)- pastki va yuqori sathlardagi havo temperaturasining ayirmasi (°C larda)

($H_{yu} - H_p$) ~ yuqori va pastki sathlarning balandliklari ayirmasi (metrlarda)

Agar $T_{yu} < T_p$ bo'lsa, havoning temperaturasi balandlik oshgan sari kamayadi va γ ning qiymati musbat bo'ladi. Troposferada odatda havo temperaturasi xuddi shunday taqsimoti mavjud.

Agar $T_{yu} > T_p$ bo'lsa, balandlik oshgan sari temperatura ham orta boradi (harorat inversiyasi ro'y beradi).

Agar $T_p = T_{yu}$ bo'lsa, TVG = 0°C / 100m bo'lsa, balandlik bo'yicha harorat o'zgarmaydi. Troposferada γ ning o'rtacha qiymati 0,5-0,6 °C/100 m bo'ladi.

Agar pastki sathdagi temperatura va temperaturaning vertikal gradienti ma'lum bo'lsa, yuqoridagi istalgan sathdagi temperatura quyidagicha aniqlanadi:

$$T_{yu} = t_p - \gamma \cdot h$$

Haroratning vertikal gradienti haqidagi ma'lumotlardan ob-havo prognozlarini tuzishda, reaktiv samolyotlar uchirishda va sun'iy yo'ldoshlarni orbitaga chiqarishda, meteorologik xizmat ko'rsatishda foydalaniladi.

3. Havo haroratining balandlik bo'ylab ortishiga *i n v e r s i y a* deyiladi. Inversiya radiatsion va advektiv turlarda uchraydi. Havo temperaturasi sutkalik va yillik o'zgarishi, ya'ni sutkalik va yillik temperatura uzgarishi Yer yuzasidan 2 m balandlikda kuzatiladi. Havo temperaturasi o'zgarishi ham Yer yuzasining temperaturasi uzviy bog'liq bo'ladi. Havo temperaturasi sutkalik o'zgarishidagi minimal qiymat tong otarga, maksimal qiymati esa tushdan keyingi soat 2-3 larga to'g'ri keladi.

Havoning sutkalik temperatura o'zgarishining amplitudasi, tuproqning sutkalik temperatura o'zgarish amplitudasidan katta bo'ladi va joyning geografik o'rniga, dengiz sathidan balandligiga, relefiga, bulutlilikka, tuproq qoplamasiga va yil fasllariga bog'liq bo'ladi. Masalan: o'simlik bilan qoplangan tuproq yuzasidagi havoning sutkalik amplitudasi, cho'l zonasiga nisbatan kichik, yozda qishdagiga nisbatan katta bo'ladi.

Havo temperaturasi yillik o'zgarishi, sutkalik o'zgarishi kabi Yer yuziga tushuvchi va sarflanuvchi issiqlik sharoitlariga bog'liq. O'rta kengliklarda maksimal amplituda iyul-avgust, minimal amplituda esa yanvar-fevral oylariga to'g'ri keladi. Temperaturaning yillik o'zgarishi joyning geografik kengligiga, Yer sirtining fizikaviy xossalriga (quruqlik, okean), atmosfera holatiga (namlik, bulutlilik) va joyning dengiz sathidan balandligiga bog'liq bo'ladi.

Katta hududlarning yoki ayrim joylarning temperatura rejimini tavsiflaganda quyidagilarga: o'rtacha sutkalik, o'rtacha oylik va o'rtacha yillik temperaturalarga e'tibor beriladi. Meteorologik stansiyalarda havo temperaturasi bir sutkada 8 marta, har 3 soatda o'lchanadi, 8 marta o'lchashdan olingan sonlarni o'zaro qo'shib, 8 ga bo'linadi. Shu tarzda havoning o'rtacha sutkalik temperaturasi aniqlanadi. O'rtacha oylik harorat, oy davomidagi o'rtacha sutkalik temperaturalar yig'indisini, oydagi kunlar soniga bo'lish orqali topiladi. O'rtacha yillik temperaturani hisoblash uchun o'rtacha oylik temperaturalar yig'indisini 12 ga bo'lish kerak.

Havo harorati turlicha termometrlar bilan o'lchanadi. Meteorologik stansiyalarda quyidagi turdagi termometrlar qo'llaniladi.

1. *Psixrometrik termometr*

2. *Minimal termometr*

3. *Maksimal termometr*

Barcha termometrlar psixrometrik butkaga joylashtiriladi. Qishda -20°C dan past haroratlarda psixrometrik *termometr* yoniga spirtli termometr o'rnatiladi.

Simobli termometrlar harorat o'zgarganida simob hajmining o'zgarishi prinsipiga asoslanib ishlaydi. Bunday termometr yordamida -38°C dan past haroratni o'lchash mumkin emas. Chunki, bu haroratda simob qotadi va termometr ishdan chiqadi. Meteorologik stansiyalarda -36°C dan past

haroratlari faqat spirtli termometrlar bilan o'lchanadi. Havo haroratini uzluksiz yozib chizib olish uchun termograf asbobidan foydalaniladi.

O'rtacha oylik va o'rtacha dekadalik temperaturalardan alohida davrlardagi temperatura sharoitini tavsiflash uchun foydalaniladi. Ammo barcha o'rtacha qiymatlar temperaturaning sutkalik va yillik o'zgarishi haqida to'liq tasavvur bermaydi. Issiqlik sharoitini to'laroq tavsiflash uchun maksimal va minimal temperaturalarni ham bilish kerak. Masalan, alohida oylardagi minimal temperaturani bilish orqali kuzgi ekinlarning va mevali daraxtlarning qishlov sharoitlari haqida fikr yuritish mumkin.

Agrimeterologiyada temperatura yig'indisi tushunchasidan, biror joyda aniq davrdagi, issiqlik miqdorini shartli ravishda tavsiflaydigan ko'rsatkich sifatida keng foydalaniladi.

Issiqlik o'simliklarda o'tadigan fiziologik jarayonlarga ta'sir qiladi. Issiqlik yetarli miqdorda bo'lganda o'simlik barcha rivojlanish fazalaridan yaxshi o'tadi. O'simliklarning issiqlikka talabchanligi har xil bo'ladi. Ba'zilar issiqlikka juda talabchan bo'lsa, boshqalari kamroq talabchandir. Agrometerologiyada faol temperatura, effektiv temperatura degan terminlar ishlatiladi.

Havoning temperaturasi 10°C dan yuqori bo'lsa, deyarli barcha o'simliklarda fiziologik jarayonlar faollashadi. Shuning uchun 10°C dan yuqori temperaturaga *faol temperatura* deyiladi. Faol temperatura yig'indisini hisoblash uchun vegetatsiya davridagi 10°C dan yuqori bo'lgan kunlarning o'rtacha sutkalik temperaturasi qo'shib chiqiladi.

$$t_{\text{faol}} = (t_{\text{o's}} - 10^{\circ}\text{C}) + (t_{\text{o's}} - 10^{\circ}\text{C}) + \dots$$

O'simliklarning issiqlikka bo'lgan talabini aniqlash uchun effektiv (foydali) temperatura summasi aniqlanadi. Havo temperaturasining biologik minimum temperaturadan yuqori qismiga effektiv temperatura deyiladi. Effektiv temperatura summasini topish uchun sutkalik o'rtacha temperaturadan biologik temperatura ayrib tashlanadi va qolgan qismi jamlanadi.

$$T_{\text{ef}} = T_{\text{o's}} - T_{\text{b.M}}$$

O'simliklar o'zlarining faoliyatini boshlay olish imkoniyatiga ega bo'la oladigan temperaturaga biologik minimum temperatura deyiladi. Biologik minimum temperatura turli o'simliklar uchun har xil bo'ladi. Masalan: bahorgi bug'doy uchun $5-6^{\circ}\text{C}$, makkajo'xori uchun $8-10^{\circ}\text{C}$, g'o'za uchun $13-15^{\circ}\text{C}$ bo'ladi. Faol va effektiv temperaturalar ekologik ahamiyatga ega, chunki bu temperaturalar o'simlik va u yashayotgan muhit o'rtasidagi aloqani belgilaydi. Shuning uchun bu qiymatlarni bilish amaliy ahamiyatga ega. Masalan: o'rta talali g'o'za navlari uchun chigit unib chiqqandan to shonalashgacha bo'lgan davr uchun samarali temperaturalar yig'indisi, o'rtacha 400°C ga, chigit ekilgandan toki go'za shonalashigacha esa 500°C

effektiv temperaturalar yig'indisi kerak. Shu yig'indi temperaturalar qancha tezroq to'plansa, g'o'zaning shonalashi ham shuncha erta boshlanadi.

O'simliklar va hayvonlar hayoti faoliyatidagi minimal va maksimal temperaturalar oralig'i juda kichik bo'ladi, chunki juda ko'pchilik biologik reaksiyalar 0-50°C oralig'ida sodir bo'ladi, havoning temperaturasi ana shu miqdordan oshganda yoki kamayganda o'simliklar ham, hayvonlar ham qiyin sharoitga tushadi yoki butunlay halokatga uchraydi.

O'simliklar organizmida sodir bo'ladigan fotosintez, nafas olish, transpiratsiya (suv bug'latish), tuproqdagi oziqa moddalar miqdorining o'zgarishi kabi murakkab fiziologik jarayonlar faqat muayyan temperatura diapozonida (oralig'ida) sodir bo'ladi.

Ekinlarda assimilyasiya va nafas olish jarayonlari bir vaqtda, ammo assimilyasiya jarayoni faqat yorug'likda o'tsa, nafas olish esa yorug'da va kechasi ham o'taveradi. Bu ikkala jarayon ham pastroq temperaturada o'tadi. Barglarda organik moddalarning to'planishi kunduzgi va tungi temperaturalar farqiga bog'liq. Organik moddalarning intensiv to'planishi va ekin yaxshi o'sishi uchun havoning kunduzgi temperaturasi, tungi temperaturasidan yuqori bo'lishi kerak. Kunduz kuni organik moddalar to'planadi va nafas olish uchun qisman sarflanib turadi, kechasi fotosintez jarayoni to'xtaydi, ammo kunduz kuni to'plangan organik moddalarning nafas olish uchun sarflanishi davom etaveradi.

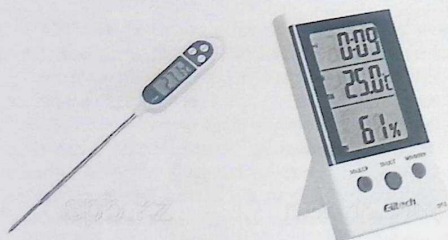
Tungi past temperaturada organik moddalar kamroq sarf bo'ladi, demak, ular ko'proq to'planib ekinlar yaxshi o'sa boshlaydi. O'simliklarning ko'pchiligida assimilyasiya jarayoni havo temperaturasi 5°C dan oshganida boshlanadi. 25-30°C larda maksimum qiymatga etadi, 45-50°C larga yetganda esa butunlay to'xtaydi.

O'simliklarning har bir turi uchun temperaturaning shunday intervali borki, unda o'simlik bir me'yorda o'sadi va rivojlanadi. Bu temperatura intervalinig o'zidan optimal, minimal va maksimal temperaturalar ajratiladi. Ekinning o'sishi va hosil to'plashi intensiv boradigan qulay temperatura intervaliga optimal harorat deb ataladi. Havo temperaturasining qisqa muddatga bo'lsada minimal temperaturadan pasayishi yoki maksimal temperaturadan oshishi, o'simlikning o'sishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Masalan: pomidor dalasida kechasi optimal temperaturani pastki chegarasigacha, ya'ni 15°C gacha pasayganda ko'pchilik navlarning gullashi to'xtaydi, temperatura kunduzi $T = 36^{\circ}\text{C}$ dan oshganda esa pomidor yana o'sishdan to'xtaydi. Yoki kartoshka uchun temperaturaning bu qiymatlari quyidagicha:

$$T_{\min} = 12^{\circ}\text{C} \quad T_{\text{opt}} = 23^{\circ}\text{C} \text{ (kunduzgi)}, \quad T_{\max} = 36^{\circ}\text{C}.$$

Shunday qilib, havo temperaturasi ko'pchilik fiziologik jarayonlar uchun muhim omil bo'lib, ekinlarning rivojlanish sur'atiga jiddiy ta'sir

ko'rsatadi. Shuning uchun qishloq xo'jalik ishlab chiqarishining barcha tarmoqlari uchun uni hisobga olish muhim ahamiyatga ega. Havo temperaturasi o'simliklar va hayvonlar hayoti faoqidagi eng asosiy omillardan biri hisoblanadi. Shuning uchun ham uning kattaliklarini hisobga olish qishloq xo'jaligi barcha tarmoqlarida muhim ahamiyatga ega. Temperatura rejimi haqidagi ma'lumotlar ekinlarni ekish va hosilni yig'ishtirib olish muddatini belgilashda, kuzgi ekinlarning va mevali daraxtlarning qishdagi holatini belgilashda va qishloq xo'jaligi ekinlarning hosilini prognoz qilishda ham muhim ahamiyatga ega.



Rasm-8.1. Raqamli termometrlar

Yuqorida aytilganidek Yerdagi gorizontaal sirtga to'g'ri radiatsiya S , sochilgan radiatsiya D va atmosferaning uzun to'lqin uzunlikli uchrashuvchi nurlanishi tushadi. Yer sirtidan esa atmosfera va kosmik fazoga qisqa to'lqin uzunlikli qaytgan radiatsiya R_q va Yering uzun to'lqin uzunlikli nurlanishi e_{yer} lar ketadi.

U holda Yer sirti uchun radiatsion balansning umumiy tenglamasi quyidagicha yoziladi: $B = S^* + D + E_a - R_q - E_{er}$, bu yerda: B - radiatsion balans (yutilgan yoki qolgan radiatsiya). Yutilgan (qolgan) radiatsiya B o'z navbatida issiqlikka aylanadi. Faol yuzaning radiatsion balansdan olgan issiqligini Q_r va radiatsion balansni musbat deb olaylik. U holda Q_r ning bir qismi faol yuzaning havoga turbulentlik usulida o'zatgan issiqligi Q_g ga, ikkinchi qismi tuproqning pastki qatlamlariga molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik usuli bilan uzatgan issiqligi Q_M ga va qolgan qismi faol yuzaning transpiratsiyasi Q_g ga sarflanadi.

Energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchisiga aylanish qonuniga muvofiq faol yuzaning har bir paytda olgan issiqlik miqdorlari bilan uning sarflagan (uzatgan) issiqlik miqdorlarining yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$Q_p - H3m - H2f - Q_{tr} = 0, \quad (8.1)$$

Yuqoridagi radiatsion balans tenglamasidan har bir hadni tashkil qilgan radiatsiyalarning issiqlikka qoʻlanishidan vujudga keladigan issiqlik miqdorlarini eʼtiborga olib (8.1) tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$Q_{yig} + Q_a + Q_q + Q_{er} + Q_t + Q_n + Q_{tr} = 0, \quad (8.2)$$

bu yerda: Q_{yig} - tuproqning yigʻindi quyosh radiatsiyasidan olgan issiqligi. Q_a - tuproqning atmosfera uchrashuvchi nurlanishidan olgan issiqligi. Q_q - qisqa toʻlqinli qaytgan radiatsiya issiqligi. Q_{er} - Yerning uzun toʻlqinli nurlanish issiqligi.

Faol yuzaga tushuvchi nurlanish oqimlariga musbat, faol yuzadan ketuvchi nurlanish oqimlariga manfiy ishora qoʻyib (8.2) ni turlicha xususiy hollarga tatbiq etishimiz mumkin. Masalan. sutkaning kunduzgi davri uchun (8.2)ni quyidagicha yozamiz

$$Q_{y,f} - Q_a - Q_{er} + Q_n - Q_t - Q_f = 0. \quad (8.3)$$

Kechasi faol yuzaga yigʻindi quyosh radiatsiyasi tushmaydi, shuning uchun qisqa toʻlqinli qaytgan radiatsiya ham boʻlmaydi.

U holda (8.3) tenglama yana ham soddalashadi:

$$Q_a - Q_{y,f} - Q_{er} + Q_n = 0. \quad (8.4)$$

Yuqoridagi (8.4) tenglamani Yerga yaqin havo qatlamining harorati, Yer sirtining haroratidan yuqori boʻlgan holga nisbatan yozildi.

Radiatsion balans va demak, issiqlik balansning har bir tashkil etuvchisiga ob-havo va iqlim sharoitlari, agrotexnik va meliorativ tadbirlar kuchli taʼsir koʻrsatadi.

Bunday omillar taʼsirida issiqlik balans va uning tashkil etuvchilarining borishidagi davriylik oʻzgaradi. Ayniqsa Yerning shimoliy hududlarida issiqlik balans tashkil etuvchilari ob-havo va iqlim sharoitlariga keskin bogʻlangan. Janubdagi ancha barqaror ob-havo sharoitlarida issiqlik balans tashkil etuvchilari ham ancha turgʻun boʻladi. Sugʻorish issiqlik balans tashkil etuvchilariga kuchli va qisqa muddatli taʼsir koʻrsatadi. Issiqlik balansining ayrim tashkil etuvchilar boʻyicha taqsimotining oʻzgarishiga tuproqni mulchalash, ekinlarni egatlar pushtasiga ekish, tuproqni gʻovaklashtirish va zichlashtirish kabi agrotexnik tadbirlar birmuncha taʼsir koʻrsatadi. Bu tadbirlarning mohiyatini tuproqning issiqlik rejimini boshqarishni qaralganda alohida muhokama qilamiz.

§ 8.3. Tuproqning pastki qatlamlariga issiqlikning uzatilish qonunlari. Tuproq haroratining oʻsimliklarga taʼsiri.

Tuproqning harorat holati, isishi va sovishi kabi jarayonlarga Yer yuzasining xossalari bilan bir qatorda tuproqning issiqlik-fizik xossalari ham

katta ta'sir ko'rsatadi. Tuproqning issiqlik-fizik xossalariga issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanligi, harorat o'tkazuvchanligi va issiqlikni o'zlashtiruvchanligi kabi kattaliklar kiradi. Ularning har birini alohida qaraymiz.

Tuproqning issiqlik sig'imi. Tuproqning issiqlik sig'imi uning issiqlikni yutish qobiliyatini bildiradi.

Tuproqning issiqlik sig'imi ikki xilda bo'ladi:

1. Tuproqning solishtirma issiqlik sig'imi C .

2. Tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi C_x .

1 kg quruq tuproqni 1°C ga isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga tuproqning solishtirma issiqlik sig'imi C deyiladi va uni $\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ birlikda o'lchanadi. Tuproqshunoslik fanida esa tuproq solishtirma issiqlik sig'imini $\text{kal}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ birlikda o'lchash keng tarqalgan.

1 m^3 quruq tuproqni 1°C ga isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi c_x deyiladi va uni $\text{J}/(\text{m}^3\cdot^{\circ}\text{C})$ birlikda o'lchanadi. Tuproqshunoslikda c_x ni ko'pincha $\text{kal}/(\text{cm}^3\cdot^{\circ}\text{C})$ birlikda o'lchanadi. Tuproqning solishtirma va hajmiy issiqlik sig'implari o'zaro quyidagicha munosabatda bog'langan:

$$c_x = e \cdot p$$

p - tuproq qattiq fazasining zichligi.

Demak, tuproq solishtirma issiqlik sig'imini tuproq qattiq fazasining zichligiga ko'paytirib, tuproqning hajmiy issiqlik sig'imini hisoblash mumkin. Tuproq solishtirma issiqlik sig'imini kalorimetr yordamida aniqlanadi.

Tuproqning issiqlik sig'imi uning mineralogik va mexanik tarkibiga, organik nioddalar miqdoriga, tuproqning kovakligi va tuproqdagi havo miqdoriga bog'liqdir.

Tuproq tarkibiy qismlarining issiqlik sig'implari

Modda	Issiqlik sig'imi	
	solishtirma $\text{kal}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$	hajmiy $\text{kal}/(\text{cm}^3\cdot^{\circ}\text{C})$
Kvarsli qum	0,196	0,517
Loy	0,233	0,577
Torf	0,477	0,611
Suv	1,000	1,000
Kvars	0,198	-

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinadiki, suvning issiqlik sig'imi tuproqdagi mineral va organik moddalarnikidan katta. Amaliyotda tuproqning hajmiy issiqlik sig'imini aniqlash keng qo'llaniladi. Hajmiy issiqlik sig'im esa tuproq g'ovaklarining suv yoki havo bilan to'lishi darajasiga bog'liqdir. Havoning hajmiy issiqlik sig'imi $0,0003 \text{ kal}/(\text{cm}^3\cdot^{\circ}\text{C})$ ga, suvning hajmiy

issiqlik sig'imi esa $1 \text{ kal}/(\text{cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$ ga teng. Demak, suvning hajmiy issiqlik sig'imi havonikidan 3000 marta katta.

Shuning uchun tuproqda suvning borligi uning hajmiy issiqlik sig'imini orttiradi yoki tuproq namligi ortishi bilan uning hajmiy issiqlik sig'imi ham kuchayadi.

Tuproqda havo qancha ko'p bo'lsa, uning hajmiy issiqlik sig'imi shuncha oz bo'ladi. Shuning uchun nam tuproq quruq tuproqqa qaraganda sekin qiziydi va sekin soviydi. Quruq tuproq tez isiydi va tez soviydi. Suv isishda ko'p issiqlik yutadi va sovishda esa ko'p issiqlik ajratadi. Shuning uchun ham qishda uylar va himoya qilingan tuproq inshootlarini issiq suv bilan isitiladi.

Bahor oxirlarida qora sovuqlar tushish xavfi bo'lganda dehqonlar ekinlarni sug'oradilar. Suv sovishida ajralgan issiqlik hisobiga ekinlar orasi va tepasidagi havo $1-2^\circ\text{C}$ ga isib, ekinlarni qisqa muddatli qora sovuqlardan himoya qilishi mumkin.

Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi L tuproqning ko'proq isigan qatlamlaridan kamroq isigan qatlamlariga issiqlik uzatish xossasiga uning issiqlik o'tkazuvchanligi deyiladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik o'lchovi bo'lib issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti Axizmat qiladi.

Qalinligi 1 m bo'lgan qatlam chekkalaridagi haroratlar 1°C ga farq qilganda, qatlamning 1 m yuzidan 1 soat davomida o'tadigan issiqlik miqdori, shu qatlamning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientiga teng bo'ladi. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi uning mineralogik tarkibiga, tuproqdagi organik moddalarning miqdoriga hamda suv va havoning hajmiy ulushlariga bog'liqdir. Tuproqda suv va havoning o'zaro munosabati uzluksiz o'zgarib turganligi uchun ham vaqtga nisbatan o'zgaradi. Tuproq namligining dala sharoitida uchrab turadigan chegaralarida namlik o'zgarishi bilan hajmiy issiqlik sig'im $3-4$ marta o'zgarsa, tuproq namligining xuddi shu chegaralarida aynan shu vaqtda esa 100 martadan ham ortiq o'zgarishi mumkin.

Issiqlik sig'imdan farqii ravishda issiqlik o'tkazuvchanlik tuproqni tashkil etuvchi fazalar va ko'p komponentlarning hajmiy ulushlarigagina bog'liq bo'lmagan, balki tuproq elementar zarrachalarining o'lchamlari, shakli va fazoviy joylashishiga, bunday holat tuproqda issiqlik o'zlashish qaysi usulda ro'y berayotgani bilan bog'liq. Tuproqda issiqlik almashish molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya, nurlanish usullari bilan amalga oshib, ular orasida hal qiluvchisi molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlikdir.

Issiqlik omkazuvchanlik koeffitsienti $J/(\text{ms}^\circ\text{C}) = W/(\text{m}^\circ\text{C})$ va $\text{kal}/(\text{sms}^\circ\text{C})$ birliklarda o'lchanadi.

Tuproq tarkibiy qismlarining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlarining qiymatlari quyidagi jadvalda ko'rsatilgan.

Tuproq tarkibiy qismlarining issiqlik o'tkazuvchanliklari

Modda	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, (W/m °C)
Qum va loy	0,84-1,26
Torf	0,84
Tuproq havosi	0,02
Tuproq suvi	0,50

Tuproq havosining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti suvnikidan qariyb 25 marta kam. Shuning uchun tuproq namligi ortgan sari issiqlik o'tkazuvchanligi ham orta boradi. G'ovakliklari havo bilan to'lgan quruq tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam bo'ladi. Shuning uchun g'ovak tuproq kunduzi zich tuproqqa qaraganda ko'proq isiydi. Zich tuproqdan (havosi kam bo'lgani uchun) issiqlik ichki qatlamlarga yaxshi uzatiladi, shuning uchun kam isiydi. Haydalgan yerning yuzasi kunduzi, haydalmagan yernikidan ko'proq isishining sababi ham shunda. Kechasi esa haydalgan (g'ovak) yerning yuzasi haydalmagan (zich) yer yuzasidan sovuqroq bo'ladi. Chunki g'ovak tuproq qatlami, ichki qatlamlardan kelgan issiqlikni tuproq yuzasiga juda yomon o'tkazadi, shu sababli kechasi g'ovak tuproq yuzasi sovuq bo'ladi. Zich tuproqda esa kechasi ichki qatlamlarning issiqligi tuproq yuzasi tomon yaxshi o'tadi. Shuning uchun zich tuproq kechasi g'ovak tuproqqa nisbatan iliqroq bo'ladi. Tuproq muzlaganida issiqlik o'tkazuvchanligi ortadi. Chunki muzning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti suvnikidan 4 marta oshiq.

Qor qoplaminig issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam. Qor qoplaminig o'rtacha zichligi $0,2-0,3 \text{ g/cm}^3$ bo'lganda qorning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti tuproqnikidan 10 marta kam bo'ladi. Qishloq xo'jaligi uchun qor qoplaminig ahamiyati katta. Qor qoplami kuzgi g'alla ekinlarini va ko'p yillik o'tlarni qishda muzlashdan saqlaydi. Tuproqning asosiy fizik xossalari (issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanligi)dan tashqari hosilaviy issiqlik-fizik hossalari ham mavjud bo'lib, ular tuproqning harorat o'tkazuvchanligi va issiqlikni o'zlashtiruvchanligidir.

Tuproqning harorat o'tkazuvchanligi tuproq issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti ning tuproq hajmiy issiqlik sig'inti C_x ga nisbatini harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti deyiladi va uni K harfi bilan belgilanadi,

$$ya'ni: k = \frac{\lambda}{C_x} = \frac{\lambda}{C \cdot \rho}$$

Harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti SI sistemasida m^2/s birlikda o'lchanadi. Harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti issiqlikning tuproqda tarqalish tezligini tavsiflaydi. Yoki K koeffitsient tuproqning ustki va pastki qatlamlarining harorati qanday tezlik bilan tenglashishini ko'rsatadi.

Tuproq namligi ortishi bilan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, hajmiy issiqlik sig'imiga qaraganda tezroq ortadi. Chunki tuproq zarrachalari o'rtasida namlik ko'pincha vositachilikni boshqaradi va harorat uzatish jarayonini tezlashtiradi. Shuning uchun suvning harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti juda kamligiga qaramasdan nam tuproq, quruq tuproqqa nisbatan bir muncha yuqori harorat o'tkazuvchanlik koeffitsientiga ega.

Tuproqning issiqlikni o'zlashtiruvchanligi. Tuproqning issiqlikni to'plash qobiliyatini uning issiqlikni o'zlashtiruvchanligi deyiladi.

Bu kattalikni issiqlik o'zlashtiruvchanlik koeffitsienti b bilan tavsiflanadi. Issiqlik o'zlashtiruvchanlik koeffitsienti b ning miqdori va C_x larning kattaligiga bog'liq ravishda o'zgaradi va quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$B = A - C_T = YJA - C - P. \quad (8.7)$$

Issiqlik o'zlashtiruvchanlik koeffitsienti $J/m^2 \cdot SI/2$ °C birlikda o'lchanadi.

Tuproq namligi kuchayishi bilan uning issiqlik o'zlashtiruvchanligi ortadi. Shuning uchun uni tuproqqa ishlov berish tadbirlarida foydalanish mumkin. Endi g'o'za vegetatsiyasi davrida tuproq qatlamidagi issiqlik-fizik xossalari tuproq namligiga bog'liq ravishda o'zgarishini qaraylik.

Ma'lumki, tuproq issiqlik-fizik xossalari tuproq turi, mineralogik va mexanik tarkibi, tuproq holati va harorati, namligi va zichligi ta'sir qiladi. Tabiiy tuproqda bu ta'sirlar birikib turlicha hollarda ro'yobga chiqadi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi amaliyotida tuproq issiqlik fizik xossalari tuproq namligi o'zgarishlariga bog'liqligining borishini bilish muhim ahamiyatga ega.

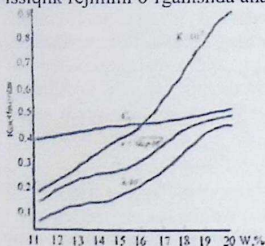
Professor I. Turopov O'zbekiston hududida tuproq issiqlik-fizik xossalari tuproq namligi o'zgarishlariga qanday bog'langanini aniqlash bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini 1963-64-yillarda Toshkent viloyatining Zangiota tumanidagi hozirgi «Tinchlik» jamoa xo'jaligi paxta dalalarida o'tkazgan. Bu tadqiqotda tuproq namligini tavsiflash uchun tuproqning 0-30 cm qatlamdagi o'rta namligini olingan.

1963-yilda olingan ma'lumotlar 0-30 cm qatlamda tuproq namligi ortishi bilan uning barcha issiqlik xususiyatlari ham ortganligini ko'rsatadi. Vegetatsiya davrida sug'orishlar vaqtida tuproq namligi ortadi, sug'orishlar orasidagi muddatda esa kamayadi. O'lchashlar va maxsus formulalar yordamida olib borilgan

hisobotlar natijasida S_p , K va B larning qiymatlari aniqlanib borilgan. Ularning g'o'za vegetatsiyasi davrida tuproq namligiga bog'liq ravishda o'zgarishini grafik holda tasvirlash quyidagi 8.2-rasmda ko'rsatilgan.

Mazkur 8.2-rasmdan ko'rinadiki, tuproq namligi 11 dan 19 foizgacha oshganida harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti avval sekin, keyin esa jadal

o'sgan, tuproq namligi 19 foizdan oshgach k ning ortishi so'na boshlagan. Namlikning olingan chegaralarida hajmiy issiqlik sig'im ham chiziqli ortgan. Ammo uning ortishi juda sekinlik bilan borgan. Tuproq namligining shu oralig'ida L va b lar ham orta borgan, ammo namlik 19 % dan oshgach L ning ortishi kamaya boshlagan. Tuproqning issiqlik-fizik xossalariining qiymatlarini bilish tuproq issiqlik rejimini o'rganishda ahamiyatga ega.



Rasm-8.2. Tuproq issiqlik-fizik xususiyatlarining namlikka bogmiqligi

Tuproq issiqlik xususiyatlari tuproq yuzasi rangiga, tuproq zichligiga va strukturasiiga ham bog'liqdir.

Qora tuproqlar quyosh radiatsiyasini ko'proq yutishi hisobiga yaxshi isiydi, yorqin tuproqlar esa quyosh radiatsiyasini kam yutgani uchun qora tuproqqa qaraganda kam isiydi. Tuproq zichligi ortishi bilan quruq tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi ham oshadi. Sug'orish va yog'inlar tuproq issiqlik sig'imini orttiradi, bunda tuproq issiqlikni bug'lanishga sarflab soviydi.

Turbulentlik. Issiqlik turbulentlik yordamida ham uzatilishi mumkin. Turbulentlik deb havo oqimining ichidagi kichkina havo massalarining tartibsiz harakatiga aytiladi. Turbulentlik ayrim hajmlari turlicha tezlikka ega bo'lgan havo massasining uzluksiz harakati natijasida hosil bo'ladi, havoning tezligi ortishi bilan turli o'lchamdagi uyurmalar hosil bo'lib, shamolning esish tezligini o'zgartirib turadi. Turbulentlik natijasida shamol oqimidagi issiq havoning tik va gorizontalar yo'nalishlarda aralashib ketishi ro'y beradi.

Molekulyar issiqlik almashinish. Termodinamikaning qonuniga ko'ra molekula o'zidagi issiqlikni sovuqroq molekulaga uzatadi. Bu qonunga asosan yer yuzasidan chiqayotgan issiqlik tinch turgan havo molekullari orqali ham uzatiladi. Biroq havoning (umuman gazlarning) issiqlik o'tkazuvchanligi juda kichik bo'lganligi uchun yer yuzasi va atmosfera o'rtasidagi issiqlik almashinishida molekulyar issiqlik almashinish muhim ahamiyatga ega emas.

Radiatsiya tufayli issiqlik almashinish. Yer yuzasi va atmosferaning o'zidan chiqayotgan uzun to'liq nurlar oqimi tufayli ham issiqlik almashinadi.

Kondensatsiya tufayli issiqlik almashinish. Yer yuzasidan chiqayotgan suv bug'i atmosferaning yuqori qatlamiga borgach kondensatsiyalanadi (bulut hosil bo'ladi). Kondensatsiya vaqtida issiqlik ajralib, havoni ilitadi. Yer yuzasining faol qatlami o'rtasidagi issiqlik almashinishiga sabab bo'ladigan bu jarayonlar ichida konveksiya va turbulet issiqlik almashinish jarayonlari asosiy o'rinni egallaydi.

Konveksiya va turbulentlik shunday havo oqimini vujudga keltiradiki, uning oqibatida issiqlik ko'proq isigan qatlamlardan kamroq isigan qatlamlarga ko'chadi. Havoning kunduzgi isishi asosan turbulentlik va konveksiya tufayli ro'y beradi. Gorizontaal yo'nalishdagi havo oqimlari issiqlikni bir joydan boshqa joyga olib o'tishi mumkin. Bu jarayonga **issiqlik adveksiyasi** deyiladi. Muayyan joydagi havoga, yuqori haroratli havo oqimi bostirib kirsam, unga issiqlik adveksiyasi deb yuritiladi, agar sovuq havo bostirib kirsam, sovuq adveksiya ro'y beradi. Kuzgi va bahorgi sovuq adveksiyalar qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi uchun ayniqsa xavflidir, chunki havo haroratining keskin pasayib ketishi o'simliklarga xalokatli ta'sir ko'rsatadi.

§8.4. Qishloq xo'jaligi maqsadlari uchun tuproqning harorat rejimiga ta'sir qilish usullari

Quruqlik sirtiga tushgan quyosh radiyasiyasining bir qismi undan qaytib atmosfera va kosmik fazoga tarqaladi, quruqlik yuzasida yutilgan qismi esa issiqlikka aylanadi, o'z navbatida bu issiqlikning bir qismi yerga tutashgan havo qatlamini, o'simliklarni isitishga va tuproqning yuza qatlamidagi hamda o'simliklardagi suvni bug'lamshga sarflanadi. Yutilgan issiqlikning qolgan qismi esa tuproqning pastki qatlamlariga uzatiladi (tuproq yuzasining harorati pastki qatlamlarning haroratidan yuqori bo'lganda).

Turli xil ekinlar urug'larining unib chiqishi va maysalarning paydo bo'lishi uchun minimal haroratlar (V.N. Stepanov bo'yicha).

Ekin turi	Urug'larining unib	Maysalarning
	chiqishi	ko'rinishi
Rijik, nasha, rang o't, sebarga, beda	0-1	2-3
Javdar, bug'doy, arpa, no'xat	1-2	2-3
Zig'ir, qrechixa, Ivupin, lavlagi	3-4	6-7
Kungaboqar, kartoshka	5-6	8-9
Makkajo'xori, tariq, moqar, soya	8-10	10-11
Loviya, jo'xori	10-12	12-13
G'o'za, araxis, kunjut, sholi	12-14	14-15

O'tkazilgan ba'zi tajribalar ko'rsatadiki, ochiq yerlarda tuproqni 20-24°C gacha qizdirilganda, sovuqqa chidamli ekinlar (kartoshka, arpa, karam) hosildorligi, isitilmagan yerdagi xuddi shu ekinlar hosildorligidan 2 marta, issiqsevar ekinlar hosildorligi esa isitilmagan tuproqdagi xuddi shu ekinlar hosildorligidan 2-3 marta ortgan. Sovuqqa chidamli ekinlarda tuproq haroratini 6-10°C gacha, issiq sevar o'simliklarda tuproq haroratini 10-14°C gacha pasaytirilganda hosildorlikning so- vitilmagan yerdagiga nisbatan 2-3 marta kamayishiga olib kelgan.

Tuproqning past haroratlari (10°C dan past) o'simlikning sekin o'sishiga, o'suv (vegetasiya) davrining cho'zilib ketishiga, pirovardida hosilning kamayishiga sabab bo'ladi. Masalan, tuproq harorati 15-20°C bo'lganda bug'doyning o'suv davri 78 kunga teng bo'lsa, tuproq harorati 6-7°C bo'lganda, o'suv davri 124 kunga cho'zilgan. Demak, tuproq harorati qanchalik past bo'lsa, ekinning o'suv davri shunchalik cho'zilgan bo'ladi. O'suv davrining bunday cho'zilib ketishi asosan o'simlik rivojlanishining dastlabki va oxirgi fazalarida ro'y beradi. Masalan, tuproq harorati 15-20°C da bug'doy ekinida ekish-maysalarning paydo bo'lishiga 5 kun ketsa, tuproq harorati 6-7°C da ekish-maysalarning paydo bo'lishiga 11 kun ketgan. Sut pishish-mum pishish davri esa tuproq harorati 15-20°C bo'lganda 13 kunga cho'zilgan, harorat 6-7°C esa 24 kunga cho'zilgan. Past haroratlarda ekinlar mahsuldorligi pasayishining asosiy sababi bo'lib, ildizning yutish qobiliyatining pasayishi va o'simlikning fosforni kam o'zlashtirishi natijasida o'sish jarayonining sekinlashishidir. Bunda butun o'simlikning modda almashinuvi, oziq moddalarning ildiz va yer ustki organlarga taqsimlanishi buziladi.

Tuproq harorati pasayishi bilan erga solinadigan o'g'itlarning samarasi kamayadi. Masalan, tuproq harorati 5°C bo'lganda azot va fosforning o'simlikka o'tishi, 20°C bo'lgandagidan 3 marta kamayadi. Tuproq haroratining ortishi (optimaldan yuqori) ham o'simlikka salbiy ta'sir ko'rsatadi. Masalan, tuproq haroratining yuqori bo'lishi avval ko'rsatganimizdek kartoshkaning aynishiga sabab bo'ladi.

Tuproq harorati, ularda yashaydigan mikroorganizmlarning hayot faoliyatiga va ular yordamida o'tadigan biokimyoviy jarayonlarga katta ta'sir ko'rsatadi. Tuproqdagi ko'pchilik mikroorganizmlar harorat 25-35°C bo'lganda yaxshi rivojlanadi.

Qishloq xo'jalik o'simliklariga zararkunandalar va kasalliklarning keltirgan zarari darajasi ham tuproqning harorat rejimi bilan bog'langan. Turli yillarda va yilning har xil vaqtlarida paydo bo'ladigan kasalliklar tuproq harorati o'zgarishning borishiga bog'liq. Masalan, g'o'za va makkajo'xori kabi issiqsevar o'simliklarda nihollarning kasallanishi past haroratlarda, yuqori haroratlarga qaraganda kuchli tarqaladi. Bug'doy, no'xat kabi

issiqlikni kuchli talab qilmaydigan o'simliklarda esa past haroratlarida kasallanish kamroq, yuqori haroratlarda kuchliroq bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan misollardan ko'rinadiki, qishloq xo'jalik o'simliklarining o'sish sharoitlarini to'g'ri baholash uchun tuproqning harorat rejimi to'g'risidagi ma'lumotlarni ham e'tiborga olish kerak.

Relief, o'simliklar va qor qoplamining tuproq haroratiga ta'siri kuchli. Biror joyning reliefi deganda o'sha joydagi er yuzasining turlicha shakllari (gorizontal tekisligi, qiyaligi, botiqligi, do'ngligi va h.k.) ni tushunamiz. Turlicha relbefli erlarga tushadigan quyosh radiyasiya-sining miqdori harxil bo'ladi. Natijada turlicha relefli joylardagi tuproq ham o'ziga tushuvchi quyosh radiyasiyasini oz yoki ko'p darajada yutadi va isiydi.

Demak, joyning reliefi tuproqning harorat rejimiga katta ta'sir ko'rsatadi. Relief shakliga, yonbag'irlarning dunyoning qaysi to-moniga qaraganligiga va ufqqa nisbatan qiyalik darajasiga bog'liq ravishda tuproqning isishi va sovishi har xil darajada bo'ladi.

Shimoliy yarim sharda janubga qarab nishab bo'lgan yon-bag'irlarga tushuvchi to'g'ri quyosh radiyasiyasi eng ko'p bo'lganidan, janubiy yonbag'irdagi tuproq eng ko'p isiydi, shimolga qaragan nishablardagi tuproqlar eng kam isiydi. Janubga qaragan yonbag'irlarning yotiq erga nisbatan qiyaligi qancha katta bo'lsa, u shuncha ko'p isiydi. Havo ochiq kuni kunduz davomida g'arbiy yonbag'irga quyosh radiyasiyasi qancha tushsa, xuddi shunday qiyalikdagi sharqiy yonbag'irga ham o'shancha quyosh radiyasiyasi tushadi. Ammo qiyalik darajalari bir xil bo'lgan g'arbiy yonbag'ir, sharqiy yonbag'irdan ko'proq isiydi. Chunki sharqiy yonbag'irda issiqlikning bir qismi ertalab tuproq va o'simlikdagi shudringni bug'lantirishga sarflanadi. G'arbiy yonbag'irga esa quyosh radiyasiyasi asosan tushdan keyin shudring yo'q vaqtda tushadi va shuning uchun yonbag'ir ko'proq isiydi.

Iqlimshunos olimlarning ma'lumotiga ko'ra janubga qaragan yonbag'irdagi 20 sm chuqurlikda 10°C li o'rtacha oylik tuproq harorati gorizontal erdagi o'shancha chuqurlikdagiga qaraganda 5-10 kun erta keladi, shimolga qaragan yonbag'irdagi o'shancha chuqurlikda esa 5-10 kun kechikib erishadi.

Yonbag'irdagi yalang tuproq esa o'simlik bilan qoplangan tuproqdan ko'proq isiydi. Masalan, Yu.I.Chirkov ma'lumotiga asosan hozirgi Sankt-Peterburg shahri yaqinidagi qiyalik darajasi 20-22°C bo'lgan janubiy va shimoliy qiyaliklardagi yalang va o'simlik bilan qoplangan yonbag'irlardagi tuproqlar haroratlari farqi, iyul oyida yalang erlarda 10 cm chuqurlikda o'rtacha 16°C ga, o't bilan qoplangan yerlarda esa janubiy va shimoliy yonbag'irlardagi 10 sm chuqurlikda tuproqlar harorati farqi o'rtacha 7°C ga teng bo'lgan.

O'simliklar qoplami tushuvchi quyosh radiyasiyasining ma'lum qismini to'sib qoladi. Shuning uchun o'simliklar tagidagi tuproq yuziga ochiq erdagi qaraganda quyosh radiyasiyasi oz tushadi va tuproq kam isiydi. Umuman olganda o'simliklar tagidagi tuproq xarorati yozda ochiq erdagidan pastroq, qishda esa issiqroq bo'ladi. O'rmondagi tuproq haroratiga o'rmon pardasi kuchli ta'sir ko'rsatadi. O'rmon pardasi kunduzi quyosh radiyasiyasining ancha qismini to'sib qoladi, kechasi esa samarali nurlanish sababli tuproqning ortiqcha sovishiga yo'l qo'ymaydi.

Bundan tashqari o'rmondagi tuproq haroratiga xazon to'shamasi ta'sir qiladi. Xazon to'shamasining issiqlik o'tkazuvchanligi tuproqniqidan kam. Shuning uchun xazon to'shamasi bahorda tuproqning isishini sekinlashtiradi, kuzda esa tuproqning sovishini kechiktiradi. O'rmondagi tuproq ustki qoplaminin harorati yozda ochiq daladagi tuproqniqidan pastroq bo'ladi. Tuproq yuzidan chuqurlik oshgan sari esa bu farq kamaya boradi.

Yilning sovuq vaqtida esa o'rmondagi tuproq ustki qatlamining harorati ochiq daladagidan issiqroq bo'ladi, chunki xazon to'shamasi va qor qoplami tuproqning issiqlik yo'qotishini kamaytiradi. O'rmondagi tuproq daladagiga nisbatan kamroq chuqurlikda muzlaydi.

Tuproq haroratiga qor qoplami ham ta'sir qiladi. Qish paytida yalang erdagi tuproq yuza qatlamining harorati, qor qatlami ostidagi o'shancha chuqurlikdagi tuproq haroratidan past bo'ladi. Qalinligi 30 sm dan oshmagan qor qoplami kuzgi ekinlarning qish paytida sovuq urmasligiga (yoki sovuq urishni kamaytirishga) olib keladi. Qorning, ayniqsa g'ovak qorning issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam. Shuning uchun tuproqning pastki qatlamlaridan yuqoriga yo'nalgan issiqlikni qor qoplami ushlab qoladi. Natijada ekin (bug'doy, arpa) laming ildizi joylashgan chuqurliklarda harorat keskin pasayib ketmaydi va o'simlik nobud bo'lmaydi. Daraxtlarning qishloviga faqatgina qor qatlamining qalinligi emas, balki uning zichligi hamda dalalardagi qor qatlamining yotish xususiyati ham ta'sir qiladi. Ochiq erlarda kuchli shamollar qorni ancha masofalarga uchirib ketadi, natijada dalalarda qor qoplami bir xil qalinlikda bo'lmaydi. Buning oqibatida qor qatlami yupqa bo'lgan erlarda ekinlarning zararlanishi ro'y beradi.

Tuproqning issiqlik rejimini maqbullashtirish

Qishloq xo'jalik ekinlarining unib chiqishi, ildiz tizimining rivojlanishi, o'simliklar rivojlanishi fazalari orasidagi muddatlar, fotosintez jadalligi kabilarga bevosita aloqador bo'lgan o'simlik hosildorligi tuproqning issiqlik sharoitlariga bog'liq. Tuproqda issiqlik etishmasa (yoki tuproq harorati me'yorida past bo'lsa) o'simlikning hosili kamayib ketadi, hattoki o'simliklar nobud bo'ladi. Shuning uchun tuproq issiqlik rejimining shakllanishi qonunlarini va uni maqbullashtirish tadbirlarini bilish muhim ahamiyatga ega.

Tuproqning 0,2 m chuqurlikdagi faol haroratlar yig'indisi tuproqning issiqlik bilan ta'minlanganligining asosiy ko'rsatkichidir. V.N.Dimo bo'yicha MDH hududlaridagi tuproqlarning issiqlik bilan ta'minlanishini 4.4-jadvaldagi kabi baholash mumkin. Tuproqning harorat holatini baholashda, shuningdek qishki davrdagi sharoitlari ham e'tiborga olinadi. Bunda tuproqning 0,2 m chuqurlikdagi manfiy haroratlarining yig'indisi va tuproq yuzasidagi mutlaq (absolyut) minimum haroratlardan o'tachasini olinadi. Ana shu parametrlarga ko'ra: iliq, mo'tadil iliq, mo'tadil, mo'tadil sovuq, muzlik va uzoq muddatda mavsumiy muzlaydigan tuproqlar ajratiladi.

Turli tipdagi tuproqlarning issiqlik bilan ta'minlanganligi

Tuproqning 0,2 m chuqurlikdagi faol haroratlari yig'indisi, °C larda	Tuproqning issiqlik bilan ta'minlanishi
0-400	past
400-800	juda kuchsiz
800-1200	kuchsiz
1200-1600	o'tachadan past
1600-2100	o'tacha
2100-2700	o'tachadan yuqori
2700-3400	yaxshi
3400-4400	juda yaxshi (eng yaxshi)
4400-5600	yuqori
5600-7200	juda yuqori (eng yuqori)

Tuproqning ana shunday ajratish qishloq xo'jalik ekinlarining issiqlikka bo'lgan talabiga ko'ra parvarish qilish imkonini beradi. Tuproqning issiqlik bilan ta'minlanish darajasini va qishki kuchli sovuqlardagi tuproq sharoitini bilish qishloq xo'jalik ekinlari navlarini rayonlashtirishda, agrotexnik va turli meliorasiya tadbirlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida tuproqning issiqlik rejimini talabga qarab maqbullashtirish uchun turli xil agrotadbirlar qo'llaniladi.

O'zbekiston Respublikasi iqlimi sharoitida ba'zi ekinlarni bahorda erta-roq muddatlarda ekishni boshlash uchun haydalma qatlam tuprog'ining (ayniqsa uning yuzasiga yaqin qismlari) haroratini oshirishga qaratilgan tadbirlar qo'llaniladi. Yozda esa kechki ekinlar urug'ini sepish (yoki ekishda) tuproqning haroratini pasaytiradigan tadbirlar qo'llaniladi. Harqaysi tadbirning aniq maqsadi bor. Tuproqning fizik xossalari va ularga ta'sir qilish tadbirlari o'zaro bog'liq. Shuning uchun biror tadbirning tuproq issiqlik omillariga ta'sirini tekshirishda, bu omillarga boshqa tadbirning ta'sirini ham

hisobga olish kerak. Dala sharoitida tuproqning issiqlik rejimini o'zgartiradigan agro- tadbirlardan biri mulchalash tadbiridir.

Tuproq issiqlik rejimini boshqarishning samarali vositasi bo'lib mulchalash, ya'ni tuproq yuzasini maxsus materiallar bilan yopish (yoki qoplash) tadbiri hisoblanadi. Mulchalash natijasida tuproq-havo tizimi chegarasida issiqlik va massa almashinish sharoitlari o'zgaradi, demak o'simlikning o'sishi va rivojlanishini aniqlaydigan omillarga ta'sir ro'y beradi. Mulcha materiallar sifatida maydalangan *torf, bo'r, somon, o'simlik barglari, shag'al, qog'oz, karton va keyingi yillarda tiniq polimer plyonkalar qo'llanilmoqda.*

A.F.Chudnovskiy ma'lumotiga ko'ra, yuqorida aytilgan mulchalar ishlatilgan joyda qish paytida tuproq harorati ochiq (mulcha- lanmagan) joydagidan yuqori, yoz faslida esa mulcha ostidagi tuproq harorati ochiq joydagidan past bo'lgan. Bunda somon mulchaning issiqlik effekti, karton mulchaning issiqlik effektidan yuqori bo'lgan. Bu yerda mulchalashning issiqlik effekti deganda mulcha tagidagi va ochiq joydagi bir xil chuqurlikdagi tuproq haroratining ayirmasini tushunamiz. Xoyzer tajribalariga ko'ra yanvar oyida karton mulcha ostidagi 5 cm chuqurlikdagi issiqlik effekti $AT = 0,1^{\circ}\text{C}$ bo'lgan, somon mulchaning ostida 5 cm chuqurlikdagi issiqlik effekti $AT = 0,8^{\circ}\text{C}$, may oyida esa karton mulchaning issiqlik effekti $AT = -0,8^{\circ}\text{C}$ ga teng. Samon mulchaning xuddi shunday chuqurlikdagi issiqlik effekti $AT = -3,7^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'lgan.

Bu ma'lumotlardagi «-» ishorasi yozda yuqoridagi mulchalar tagidagi tuproq harorati, ochiq joydagi xuddi shunday chuqurlikdagi tuproq haroratidan pastligini bildiradi.

Somon va o'simlik barglaridan bo'lgan mulchalar tuproq namini saqlashga yordam beradi, ammo bahorda tuproqning isishini kechik- tiradi, chunki tuproqqa tushadigan quyosh radiyasiyasini kamaytiradi.

Rossiya davlatining Sankt-Peterburg shahridagi Agrofizika in- stitutida o'tkazilgan tajribalar ko'rsatadiki, bitum bo'yog'i (qora rang- dagi) bilan tuproq yuzasini bo'yalganda tuproq harorati oshgan, tu proq yuzasini bo'r bilan oq rangga bo'yalganda esa tuproq harorati ochiq maydondagi (bo'yalmagan) tuproq haroratidan past bo'lgan. Bunday bo'lishiga sabab bo'yalgan yuzalammg aibbedosining o'zgarishidir.

Qoraytirilgan yuza albbedosi, ochiq erdagi bo'yalmagan tuproq albbedosidan kam. Shu sababli qora yuza tushuvchi quyosh yig'indi radiyasiyasini ochiq erdagi tuproqdan ko'proq yutadi va kuchliroq isiydi. Oq yuzaning albbedosi katta bo'lganidan, oqqa bo'yalgan tuproqda quyosh radiyasiyasi ochiq maydondan kam yutilgan va shuning uchun tuproq kam isiydi.

Keyingi yillarda O'zbekiston Respublikasi va xorij davlatlarida mulchalash uchun polietilendan tayyorlangan polimer plyonkalar yil sayin

ko'proq ishlatilmoqda. Yorug'likka tiniq va qora polietilen plyonkalarining issiqlik meliorativ ta'sirini ko'plagan ilmiy-tadqiqot ishlarida o'rganilgan. Ular orasidan eng ko'p qiziqishga N.G.Zaxarov va G.T.Semikinalarning 1964 yilda o'tkazgan tajribalari bo'lib, ular o'z tadqiqotlarini ikki xil iqlim zonalarida: Moskva va Toshkent viloyatlarida o'tkazganlar.

Ularning tuproq issiqlik rejimiga doir tadqiqotlari ko'rsatadiki, yorug'likka tiniq polimer plyonka ostidagi tuproqning ildiz o'sadigan qatlamdagi harorati kunduzi ochiq maydondagi tuproqning xuddi shunday chuqurlikdagi haroratidan ancha yuqori bo'lgan. Qora polimer plyonka bilan yopilgan yerdagi ildiz o'sadigan qatlamdagi harorat kunduzi nazorat (mulchalanmagan) yerdagi xuddi shunday chuqurlikdagi haroratdan past bo'lgan.

Ma'lumki, quyosh radiyasiyasining ancha qismi ko'rinadigan yorug'likdan tashkil topgan. Shuning uchun yorug'likka tiniq plyonkani qo'llanilganda, plyonkadan o'tgan yorug'lik energiyasi bevosita tuproq yuza qatlamida yutiladi, yupqa havo qatlami esa tuproqning sovishiga qarshilik ko'rsatadi.

Mulcha sifatida qora (tiniqmas) plyonkadan foydalanilganda quyosh energiyasi plyonka yuzasida yutiladi, plyonka ostidagi yupqa havo qatlami esa tuproqqa yo'nalgan issiqlik oqimim ancha kamaytiradi.

D.A.Kurtener, G.T. Semikina va T.I. Turmanidzeler (1966) Gruziyaning janubiy qismida dengiz sathidan 2200 m balandda tog'li sharoitda yorug'likka tiniq polietilen plyonkani mulchalashda qo'llashga doir tajriba ishlarini o'tkazganlar. Ularning tajribalarida

Demak, baland tog'li sharoitda tiniq polietilen plyonkaning ta'siri juda samarali bo'ladi. Sutka davomida mulchaning issiqlik effekti miqdori ancha o'zgarsada, baribir musbatligicha qolgan.

Yig'indi quyosh radiyasiyasining plyonka qatlamidan o'tgan qismi egatlarning ustki qismida ko'proq yutiladi. Isiyotgan tuproqning uzun to'lqin uzunlikli nurlanishining ancha qismini plyonka qatlami yutib qoladi. Natijada egatlarning pushtalaridagi tuproq qatlamining harorati, tekis yerdagi (egatlar orasidagi) xuddi shunday chuqurlikdagi tuproq haroratidan yuqori bo'ladi. Bu esa chigitlarning tezroq unib chiqish uchun maqbul harorat sharoitini yaratadi. Bundan tashqari plyonka qatlami tuproqdan ko'tarilgan suv bug'ini tashqariga o'tkazmaydi va ularning asosiy qismi yana tuproqqa qaytib tushib, tuproq namligini yaxshi darajada saqlaydi. Professor I. Turopov 1963-64 yillarda O'zbekistonda birinchilardan bo'lib, tiniq polimer polietilen plyonkani chigit ekilgan egatlarni mulchalashda qo'llagan. Kuzatishlar sutka davomida mulbchalangan maydondagi tuproq harorati nazorat maydonidagi xuddi shunday chuqurlikdagi haroratdan yuqori bo'lishini tasdiqladi.

Mulchalangan maydondagi chigit ochiq yerdagidan bir necha kun oldin unib chiqadi, o'suv davrida bo'yi ham uzunroq bo'ladi, ko'saklar erta ochiladi va nihoyat hosildorligi ham yuqori bo'ladi. Natijada paxta hosilini kuzgi yog'in-sochinlarga qoldirmasdan terib olinadi, hosil sifati yaxshi bo'ladi. Shunday qilib, mulchalash agrotadbiri tuproq issiqlik rejimiga ta'sir qilishning samarali usullaridan biridir.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida tuproq yuzasining reliefini o'zgartirishni nazarga tutadigan agrotexnik tadbirlar bor. Masalan, sabzavot ekinlarini egatlarning pushtalariga ekish.

Tuproq sirtining ufqqa (gorizontga) biror burchak ostiga joylashishi tuproq-yerga yaqin havo chegarasidagi issiqlik almashinishi sharoitlarining o'zgarishiga olib keladi. Ma'lumki, quyosh radiyasiyasi og'ma sirtga gorizontal sirtga qaraganda ko'proq tushadi va shuning uchun ko'proq utiladi.

Yuqoridagi mualliflarning ma'lumotlariga ko'ra, erta bahor davrida, aniqrog'i 15 mart kuni tekis gorizontal yerga qiyaligi 10, 20, 30° bo'lgan janubga qaragan egatlar yonbag'irlarida yig'indi quyosh radiyasiyasining yutilishi, tekis erda yutiladigan yig'indi quyosh radiyasiyasi miqdoridan mos ravishda 9, 15 va 23 foizga ko'p bo'ladi.

Xuddi shu og'ish burchaklarida egatlardagi haroratlarning ortishi mos ravishda 1,8, 3,3, 4°C ga teng bo'lgan. Bu ma'lumotlardan egatning tekis erga nisbatan og'ish burchagi qanchalik katta bo'lsa, bu egatlar yuzasi shunchalik ko'proq quyosh radiyasiyasini yutadi va ko'proq isiydi deb ayta olamiz.

Egatlar tepasi (pushtasi)dagi tuproqning o'rtacha yillik harorati, yuzasi yotiq (tekis) tuproq haroratidan 3-6°C ga, egatlarning o'rtacha sutkalik harorati esa 2,5-3°C ga oshiq bo'lgan.

Bu esa egatlardagi tuproq harorati bahorda chigit ekish uchun ertaroq etilishini ko'rsatadi.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida tuproqning issiqlik rejimini boshqarish uchun tuproqni yumshatish va zichlashtirish agrotadbirlari ham keng tarqalgan. Bu agrotadbirning maqsadi tuproq yuqori qatlamlarning zichligini o'zgartirishdir.

Tuproqni yumshatishda uning g'ovakligi ortadi, natijada tuproq g'ovaklarida havo ko'payadi, bu esa haydalma qatlam tuprog'ining issiqlik o'tkazuvchanligining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun g'ovak tuproq qatlami kunduzi haydalmagan (zich) tuproqdan ko'ra ko'proq isiydi. Tuproqni zichlashtirish esa tuproq g'ovakligini kamaytiradi va issiqlik o'tkazuvchanligini orttiradi. Shuning uchun kunduzi haydalgan er yuzasiga qaraganda, haydalmagan er yuzasi kamroq isiydi (chunki issiqlikning pastki qatlamlarga uzatilishi yaxshi). Tuproqni haydab yumshatishda undagi issiqlik almashinish jarayonlarini tezlashtiradi. Haydalgan va g'ovaklashtirilgan

dalaning isishi va sovishi, haydalmagan va g'ovaklashtirilmagan ernikidan kuchliroq bo'ladi. Haydalgan va g'ovaklashtirilgan tuproqning harorati, haydalmagan va g'ovaklashtirilmagan tuproq haroratidan 5°C va undan ko'proq farq qiladi.

Tuproq haroratini boshqarishning eng muhim omillaridan yana biri, qishloq xo'jalik ekinlarini sug'orishdir. Yerni sug'organda uning 30 sm dan oshiq chuqurligiga qadar tuproq harorati pasayadi.

A.M.Shulgin ma'lumoti bo'yicha, sug'orish tuproq yuza qatlamlarining haroratini 10°C atrofida pasaytiradi. Masalan, yuqoridagi muallifning ma'lumotiga ko'ra yozgi oylarda sug'oriladigan yerlardagi tuproq yuzasining o'rtacha oylik harorati sug'orilmaydigan tuproq yuzasidan $10-11^{\circ}$ ga past bo'lgan. Bu farq ba'zi kunlarda $20-22^{\circ}$ ga etgan, 5 cm chuqurlikda esa bu farq 10°C ga, 10 cm chuqurlikda esa $6-8^{\circ}\text{C}$ ga, nihoyat 20 cm va 30 cm chuqurliklarda esa bu farq $2-4^{\circ}\text{C}$ ga etgan. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida bahorda ekinlarni ertaroq muddatlarda ekish uchun haydalma qatlam tuprog'ining haroratini ko'tarish, yoz vaqtida esa ildiz o'sadigan tuproq qatlami haroratini pasaytirish talab qo'llaniladi.

Testlar

1. Tuproqning solishtirma issiqlik sig'imi nima?

- a) 1 kg tuproqni 1°C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- b) 1 m^3 tuproqni 1°C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- c) 10 kg 10°C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- d) 10 m^3 tuproqni 10°C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori

2. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi nima?

- a) Issiqroq qatlamdan sovuqroq qatlamga issiqlik uzatish qobiliyati
- b) Faol qatlamga issiqlikni kirishi va to'planishi
- c) Faol qatlamni havoga issiqlik uzatish qobiliyati
- d) Tuproq pastki qatlamlaridagi issiqlikni behuda sarflanishi

3. Tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi nima?

- a) 1 m^3 tuproqni 1°C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- b) 1 kg tuproqni 1°C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- c) 10 kg 10°C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- d) 10 m^3 tuproqni 10°C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori

4. Tuproq haroratining sutkalik amplitudasi nima?

- a) Maksimal tuproq temperaturasidan minimal temperatura ayirmasi
- b) Optimal tuproq temperaturasidan minimal temperatura ayirmasi
- c) O'rtacha sutkalik tuproq temperaturasidan minimal tuproq temperaturasini ayirmasi

d) Kunduzgi va tungi o'rtacha sutkalik temperalar ayirmasi

5. Tuproqni turli chuqurliklaridagi temperaturasi qaysi asboblari yordamida o'lchanadi?

- a) Savinov termometrlari va termometr shchuplar bilan
- b) Psixrometrik va maksimal termometrlar bilan
- c) Minimal termometrlar bilan
- d) Albedometr va aktinometrlar bilan

6. Chigitni unib chiqishi uchun minimal tuproq temperaturasini aniqlang?

- a) 11-12 °C, b) 14- 15 °C, c) 5-6 °C, d) 8-10 °C

7. Havoni isishi qanday usullarda amalga oshadi?

- a) Konveksiya, turbulentlik, kondensasiya, adveksiya
- b) Siklon, antisiklon, kondensasiya
- c) Konveksiya, siklon, antisiklon
- d) Havo massalarini ko'chishi

8. Faol harorat nima?

a) O'rtacha sutkalik harorat 10 °C va undan yuqori bo'lgan kunlardagi haroratdir

b) O'rtacha sutkalik harorat 5 °C va undan yuqori bo'lgan kunlardagi haroratdir

- c) O'rtacha sutkalik haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi
- d) Biologik maksimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

9. Effektiv harorat nima?

- a) O'rtacha sutkalik haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi
- b) Optimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi
- c) Maksimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi
- d) Kunduzgi haroratdan tungi haroratni ayirmasi

10. G'alla ekinlari uchun biologik minimal haroratni aniqlang?

- a) 5-6 °C, b) 11-12 °C, c) 1-2 °C, d) 14-15 °C

11. Havo temperaturasini o'lchaydigan asboblarni aniqlang?

- a) Psixrometrik, maksimal, minimal termometrlar
- b) Stansion va aspirasion psixrometrlar
- c) Barometr va barograflar
- d) Albedometr, aktinometr, barometrlar

12. Havo temperaturasining vertikal yo'nalishda o'zgarishini aniqlang?

- a) Har 100 metrda 0,5-0,6 °C ga pasayadi
- b) Har 100 metrda 0,8-0,9 °C ga pasayadi

c) Har 100 metrda 0,8-0,9 °C ga oshadi

d) Har 100 metrda 0,5-0,6 °C ga oshadi

13. Havoning absalyut namligi nima?

a) Ma'lum haroratda 1 m³ havoning tarkibidagi suv bug'larining grammlarda ifodalangan miqdori

b) Ma'lum haroratda 1 m³ havoning tarkibidagi suv bug'larining defitsiti

c) Troposferaning yuqori chegarasida suv bug'larini grammlarda ifodalangan miqdori

d) Troposferaning yuqori chegarasida mavjud suv bug'lari defitsiti.

14. Mahalliy siklon nima?

a) Joyning harorat sharoiti, ya'ni isigan sirtning bevosita ta'siri natijasida paydo bo'ladigan siklon.

b) Joyning harorat sharoiti, sovugan sirtning bevosita ta'siri natijasida paydo bo'ladigan siklon.

c) Troposferaning yuqori chegarasida suv bug'larini grammlarda ifodalangan miqdori.

d) Joyning harorati, sovushi yoki isishida sirtning ta'siri natijasida paydo bo'ladigan siklon.

15. Maksimal termometr qanday asbob?

a) Kuzatish muddatlari orasidagi eng yuqori haroratni qayd qilish uchun meteorologik stansiyalarda ishlatiladigan simobli termometr.

b) Tuproq haroratini o'lchaydigan simobli termometr.

c) Havo haroratini o'lchaydigan simobli termometr.

d) Tuproq chuqurligi haroratini o'lchaydigan simobli termometr asbobi.

Sinov savollari

1. Havo va tuproq o'rtasida temperatura almashinish qanday jarayonlar tufayli amalga oshadi?

2. Havo qanday soviydi yoki qanday isiydi?

3. Havo temperaturasining vertikal gradienti (TVG) deb nimaga aytiladi?

4. Effektiv temperatura deb nimaga aytiladi?

5. Temperatura o'zgarishining (sutkalik va yillik) maksimum va minimumi qaysi vaqtga to'g'ri keladi?

6. Xavo haroratining biologik minimumini ta'riflang.

7. Havo haroratining o'simlik o'sishi va rivojlanishidagi ahamiyati qanday?

8. Havo temperaturasining (sutkalik, dekadalik, oylik va yillik) o'rtacha qiymati qanday aniqlanadi?

9. Faol temperatura deb nimaga aytiladi?

10. Tuproqning isishi va sovishi qanday jarayonlarga bog'liq?
11. Tuproqning issiqlik balans tenglamasini yozing va uning tashkil etuvchilarini tushuntiring.
12. Tuproqning solishtirma va hajmiy issiqlik sig'imlarining ta'riflarini ayting va o'lchov 4.birliklarini izohlang. Tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi nimalarga bog'liq?
13. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi deb nimaga aytiladi? Issiqlik

BOB IX. SHAMOL, OB - HAVO VA UNI OLDINDAN AYTISH.

§9.1. Shamol. Shamol tezligining sutkalik va yillik o'zgarishi.

Havo har doim gorizontal, vertikal yoki boshqa yo'nalishlarda harakatlanadi. Sokin, harakatsiz havo kamdan kam uchraydi.

Ma'lumki, quyosh radiatsiyasi Yer sirtining turli joylarini bir xil isitmaydi. Ayni bir vaqtning o'zida ba'zi yerlar geografik kengligiga va taglik sirtning turiga bog'liq ravishda ko'proq isisa, boshqa joylar esa kamroq isiydi. Ko'proq isigan joy ustidagi havo ham kuchli isiydi, issiq havo yengillashib yuqoriga ko'tarila boshlaydi. Bunday joyda atmosfera bosimi kamayadi. Kam isigan joy ustidagi havo kam isiganidan bu joyda atmosfera bosimi katta bo'ladi. Natijada havo massalari atmosfera bosimi katta bo'lgan joylardan, atmosfera bosimi kam joylarga ko'chadi. Bunda ikki joydagi atmosfera bosimlarining farqi havo qarshiligini engi oladigan bo'lgandagina va havo massalarini harakatga tushira oladigan darajada katta bo'lgandagina shamol paydo bo'ladi.

Havo massalaritning katta bosimli joylardan kichik bosimli joylarga Yer sirtiga nisbatan gorizontal ravishda ko'chishiga shamol deb aytiladi.

Demak, ikki joy orasidagi atmosfera bosimlarining farqi, ya'ni bosim gradienti yoki barik gradient ta'sirida shamol vujudga keladi. Barik gradient bosimlar farqining o'lchovi va havo oqimi kuchining ko'rsatkichidir. Shamol tezligi barik gradientga to'g'ri mutanosib o'zgaradi, ya'ni ikki joy orasidagi bosimlar farqi qanchalik katta bo'lsa, shu oraliqda shamol tezligi ham shunchalik kuchli bo'ladi. Havoning Yer sirtiga tik yo'nalish bo'ylab harakati ham katta ahamiyatga ega.

Havo yuqoriga ko'tarilganda u bilan birga uning tarkibidagi suv bug'i ham ko'tarilib kondensatsiya balandligida shudring nuqtasigacha sovib suv tomchilarini hosil qiladi, boshqacha aytganda bulutlar vujudga keladi. Bulutlardan esa sharoit yetarli bo'lganda yog'inlar yog'adi. Demak, havoning vertikal yo'nalishdagi ko'tarilma harakati tabiatda nam aylanishiga sabab bo'ladi.

Shamol yo'nalishi va tezligi bilan tavsiflanadi. Shamol yo'nalishi ufqning shamol esayotgan tomonidan boshlab aniqlanadi. Masalan, shamol shimol yoki g'arbdan esganda shimoliy yoki g'arbiy shamol deyiladi. Shamol yo'nalishi rumblar yoki graduslar yordamida ko'rsatiladi. Shamol yo'nalishini rumblar bilan ko'rsatishda gorizont aylanasinini 16 ta rumb (yo'nalish)ga bo'lingan. Rumbni belgilash uchun dunyo tomonlarining bosh harflari qabul qilingan. Masalan, shimol Sh, janub J, g'arb G', sharq Shq.

Bu oraliqdagi rumblar esa asosiy rumblar yordami bilan belgilanadi. Masalan, shimoli-sharqiy, janubi-g'arbiy va h.k. Agar shamol janub bilan

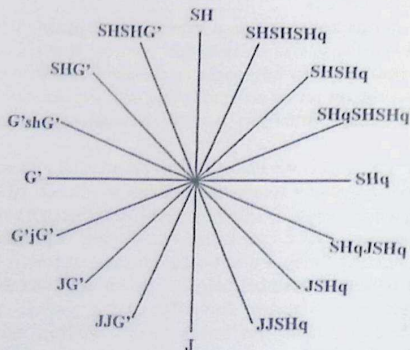
janubi-sharqiy rumblar orasida essa, shamolning yoʻnalishi, janub, janubi-sharqiy boʻladi va h.k. Rumbdagi yoʻnalishlar 9.1-rasmdagi kabi

Shamol yoʻnalishini oqilishi: SH-SHimoliy. SHSHSHq-shimol, shimoli-sharqiy SHSHq--shinioli-sharqiy Mu|SHSHq slmrq, shimoli-sharqiy SHq - sharqiy

MiqJSHq-sharq, janubi-sharqiy JSHq - janubi-sharqiy JJSHq - janub, janubi-sharqiy J - janubiy JJG' -janub, janubi-g'arbiy JG' - janubi-g'arbiy G'JG' - g'arb, janubi - g'arbiy G' - g'arbiy G'SHG' - g'arb, shimoli-g'arbiy SHG' - shimoli-g'arbiy SHSHG' - shimol, shimoli-g'arbiy.

Shamol odatda doimiy yoʻnalishga va tezlikka ega emas. Shamol notekis, kuchayib-pasayib esadi. Bunday kuchayib-pasayishlar shamol tezligi va yoʻnalishining juda tez oʻzgarishlari natijasida boʻlib, uni havoning turbulent oqimi vujudga keltiradi.

Meteorologik stansiyalarda shamolning oʻrtacha tezligi oʻlchanadi. Shamol yoʻnalishini graduslarda ifodalashda hisob shimoldan soat strelkasi yoʻnalishi boʻyicha olib boriladi. Bunda shimoliy shamolga $0^{\circ}(360^{\circ})$, shimoli-sharqiy shamolga 45° , janubiy shamolga 180° g'arbiy koʻrsatiladi. Shamolga 270° mos keladi. Atmosferaning yuqori qatlamlarida shamol yoʻnalishi graduslarda, Yer yuzasidagi meteorologik stansiyalarda shamol yoʻnalishi ufq rumblarida koʻrsatiladi va shamol tezligi m/s va ballarda ifodalanadi. Aviatsiyada shamol tezligi $km/soat$ larda oʻlchanadi. Yer yuzasi yaqinida shamolning tezligi koʻpincha $4-8 m/s$, baʼzan $12-15 m/s$ gacha etadi. Shiddatli shamollar, quyunlarning tezligi hattoki $100 m/s$ gacha etishi mumkin. Moʻtadil kengliklarda shamol tezligi ancha vaqt davomida $30 m/s$ atrofida boʻladi.



Rasm-9.1. Rumblarning joylashishi

Dengiz meteorologiyasida shamol tezligini aniqlashda ingliz admirali F.Bofort tomonidan kiritilgan. 12 balli shkaladan foydalaniladi va hozirgi kunda bu shkala juda kam qo'llanilib, faqat dengiz meteorologiyasida asboblarsiz kuzatishda shamol kuchini ballarda ifodalanadi.

Endi shamol harakatiga ta'sir etuvchi kuchlarni qaraylik. Ma'lumki, Yer o'z o'qi atrofida aylanganidan uning ustida harakatlanuvchi jismlar o'zining boshlang'ich yo'nalishidan shimoliy yarim sharda o'ng tomonga, janubiy yarimsharda esa chap tomonga og'adi. Havo harakati ham bosim gradienti yo'nalishi bo'yicha bo'lmaydi.

Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi ta'sirida shamollar shimoliy yarimsharda barik gradient yo'nalishidan o'ngga, janubiy yarimsharda esa barik gradient yo'nalishidan chapga og'adi.

Yerning o'z o'qi atrofida aylanishidan kelib chiqadigan va jismlar harakatini boshlang'ich yo'nalishidan og'diradigan bu kuchni **Koriolis** kuchi deb yuritiladi.

Havoning gorizontaal yo'nalishdagi harakatiga Koriolis kuchining gorizontaal tashkil etuvchisi ta'sir qiladi. Uning ta'sirida shamol tezlanishi A quyidagiga teng:

$$A = 2 \cdot V \cdot m \cdot \sin(p), \quad (9.1)$$

bu erda: V - shamol tezligi, ω - Yerning o'z o'qi atrofida aylanish burchak tezligi ($\omega = 7,29 \cdot 10^{-5}$ s⁻¹), -joyning geografik kengligi.

Ekvator ($p = 0$) Yer aylanishining og'diruvchi kuchi nolga teng. Demak, ekvator shamolning tezligi qanday bo'lsin, havo bosim gradienti yo'nalishida harakat qiladi.

Ushbu (9.1) formuladan ko'rinadiki, ω oshgan sari A ham ortadi, qutbda $p = 90^\circ$ da og'diruvchi Koriolis kuchi tezlanishi maksimal qiymat $A_{\max} = 2 \cdot V \cdot \omega$ ga erishadi. Tezliklari bir xil bo'lgan shamollar geografik kenglik oshgan sari bosim gradienti yo'nalishidan tobora ko'p og'adi. Agar shamol tezligi $V = 0$ bo'lsa, Koriolis kuchi nolga teng bo'ladi. Bundan Koriolis kuchi faqat harakatdagi jismlargagina ta'sir qiladi degan xulosaga kelamiz. Harakatlanayotgan havo massasiga Koriolis kuchidan tashqari, havo massalarining Yer bilan ishqalanish kuchi ham ta'sir qiladi.

Ishqalanish kuchi shamolning Yerga tegib harakatlanishidan va shamol turli qatlamlarining tezligi har xil bo'lganligidan kelib chiqadi. Ishqalanish sababli havoning pastki qatlami yuqoridagi qatlamlaridan sekin harakatlanadi.

Koriolis kuchi va ishqalanish kuchining birgalikdagi ta'siri natijasida atmosferaning quyi qatlamida quruqlik ustidagi shamol shimoliy yarimsharda barik gradient yo'nalishidan $50-60^\circ$ ga, dengiz ustidagi esa $60-70^\circ$ ga og'adi, $1000-1500$ m balandlikda og'ish burchagi 90° ga yaqinlashadi.

Biror joyda havo rejimini ko'rsatadigan diagrammani *shamollar gull* deb yuritiladi. Biror joyda turli yo'nalishdagi shamollar biror vaqtda bir necha martadan takrorlanib turadi. Olingan joyda shamolning eng ko'p takrorlanadigan yo'nalishini aniqlash uchun ma'lum bir davr (oy, mavsum yoki yil) davomida shamol rejimi kuzatiladi va uning qaysi tomondan qancha martadan takrorlanishi maxsus 9.1-jadvalga yoziladi.

Shamollar yo'nalishlari	Takrorlanishlar soni
SHimoliy	
SHimoli - sharqiy	
SHarqiy	
Janubi - sharqiy	
Janubiy	
Janubi - g'arbiy	
G'arbiy	
SHimoli - sharqiy	

Shamollar gulini yasash uchun markaziy nuqtadan 8 ta asosiy rumblar yo'nalishida nurlar o'tkazamiz. So'ngra olingan joyga yaqin joylashgan meteorologik stansiyadan olingan davr (oy, vegetatsiya davri yoki yil) uchun ma'lumotga asoslanib asosiy yo'nalishlar bo'yicha takrorlanishlar sonini ko'rsatuvchi jadval tuzamiz.

Shamollar guliga doir grafikni takrorlanishlar foiziga asoslanib chiziladi. Buning uchun barcha yo'nalishlardagi takrorlanishlar sonlari yig'indisini 100 % ga teng deb olinib, unga nisbatan har qaysi yo'nalishdagi takrorlanishlar sonini foizlarda ifodalaymiz va masshtabga rioya qilgan holda har qaysi yo'nalishga mos nurlarga takrorlanishlar sonining foizlarda ifodalangan qiymatlarini qo'yamiz.

Hosil bo'lgan nuqtalarni siniq chiziqlar bilan tutashtirib chiqsak, ko'pburchak shakl (diagramma) hosil bo'ladi. Bu diagramma shamollar gulini ko'rsatadi.

Ko'pburchakning cho'ziq tomoni olingan joydagi shamollarning eng ko'p takrorlanadigan yo'nalishini ko'rsatadi. Tekisliklarda yozda shamol shimol va shimoli-g'arbdan, qishda ko'pincha shimol va shimoli-sharqdan esadi. Uning o'rtacha tezligi 3-4 m/s dan oshmaydi, faqat Orol dengizi atrofida 5 m/s gacha etadi. Bahor oylarida yilning boshqa fasllariga nisbatan shamol kuchliroq bo'ladi. Agar shamol tezligi 15 m/s dan oshsa uni kuchli shamol, 20 m/s dan oshsa xavfli shamol, 30 m/s dan oshsa uni o'ta xavfli shamol deb ataladi.

Tekisliklarda kuchli shamol Qizilqumning markaziy qismida tez-tez takrorlanib turadi. Masalan, Tomdi meteostansiyasida kuchli shamollar esadigan kunlar soni yiliga 30 kundan oshadi, Qizilqumda esa kuchli shamollar esadigan kunlar soni 85 kunga etadi. Bu yerlarda shamolning maksimal tezligi 45-50 m/s gacha etishi mumkin.

Endi O'zbekiston Respublikasi hududlaridagi shamollarni qisqacha bayon qilamiz. O'zbekiston Respublikasi hududlarida esadigan shamollar yo'nalishi va xususiyatlari, atmosfera sirkulyatsiyasiga, atmosfera bosimining o'zgarishiga, haroratga hamda joy relefiga bog'liq.

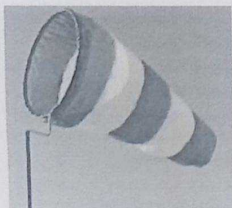
Shamol tezligining sutkalik va yillik o'zgarishi. Taglik sirtning shamol tezligiga ta'siri. Quruqlik ustida shamol tezligining sutkalik o'zgarishi bir muncha aniq ifodalangan. Tun oxirida shamolning tezligi eng kam, tushdan keyin esa maksimumga erishadi. Shamol tezligi sutkalik o'zgarishining amplitudasi 3-5 m/s dan oshmaydi. Amplituda yozda qishdagidan katta. Havo ochiq kunlari amplituda bulutli kundagi aniplitudan katta bo'ladi. Shamol tezligi sutkalik o'zgarishining sababi, havoning turbulent aralashishi jadalligining sutkalik o'zgarishidan iborat bo'ladi. Kechasi atmosferaning Yerga tutashgan qatlamida odatda harorat inversiyasi mavjud va turbulent aralashish juda kuchsiz bo'adi. Havoning pastki qatlami taglik sirt bilan ishqalangani uchun juda sekin harakatlanadi. Yuqori qatlamlarda shamol Yer sirtining tormozlovchi ta'siriga uchramaydi.

Shamol tezligining sutkalik o'zgarishi 200-300 m balandlikkacha kuzatiladi. Undan yuqori balandliklarda shamol taglik sirtning tormozlovchi ta'siriga uchramaydi va kechasi ham shamol tezligi kamaymaydi. Ba'zan kirib kelgan havo massalari shamol tezligining sutkalik o'zgarishining yuqorida bayon qilinganidek me'yoriy borishini buzadi. Shamol tezligining yillik o'zgarishi atmosferaning umumiy sirkulyatsiyasi qonuniyatlari bilan aniqlanadi. Shuning uchun u Yer sharining turli qismlarida bir xil emas.

Rossiyaning Evropa qismida yozda shamolning o'rtacha oylik tezligi eng kam, yanvar va fevral oylarida eng katta bo'ladi. Sharqiy Sibirda esa yanvar va fevralda shamolning o'rtacha oylik tezligi eng kam, yozda esa eng katta bo'ladi. O'zbekistonda bahor paytida shamolning o'rtacha tezligi eng katta, boshqa oylarda, xususan yozda kichik bo'ladi.

Yerda shamolning eng katta tezligi Antarktikaning ba'zi punktlarida kuzatiladi. Bu punktlarda shamolning o'rtacha sutkalik tezligi 45 m/s gacha, eng katta tezligi esa 90 m/s gacha etadi. Shamol tezligiga taglik sirt katta ta'sir ko'rsatadi. Okeanlar ustida shamol tezligi eng katta bo'ladi. Quruqlikning notekis sirtlarida ishqalanish kuchi ta'sirida shamol tezligi kamayadi. Tepaliklar ustidagi shamol tezligi, pastqamliklar ustidagi shamol tezligidan katta. Shamolning qishloq joydagi tezligi shahardagi tezligidan ortiq bo'ladi.

Meteorologik stansiyalarda Yer yuzasi ustidagi shamol tezligini aniqlash uchun flyuger qo'llaniladi. Flyuger yog'och yoki metall machtaga Yerdan 10-12 m balandlikka o'rnatiladi. Agar yaqinroqda bino bo'lsa, u holda flyugerni bu binoning balandligidan 10 marta oshiqroq masofada o'rnatish zarur. Agar boshqa binolar flyugerni shamoldan to'sib tursa, u holda uni bino tomidan 4 m balandroq qilib o'rnatish kerak. Bundan tashqari flyugerni shunday o'rnatish kerakki, unda N (yoki C) harfli chiviq geografik shimolga qaratilgan bo'lishi shall.



flyuger anemometr flyuger

Rasm-9.2. Shamol tezligini o'lchovchi asboblari

Shamol tezligini dalada, ihota o'rmonlarida, tajribaviy ekinlarda aniqlash uchun qo'l anerometri qo'llaniladi.

Flyuger yordamida 40 m/s gacha bo'lgan shamol tezligini o'lchanadi.

Anerometr bilan esa 20 m/s gacha shamol tezligini aniqlanadi.

§ 9.2. Mahalliy shamollar. Shamolning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati.

Mahalliy shamollar deb aniq chegaralangan hududlarga xos bo'lgan shamollarga aytiladi.

Mahalliy shamollar hosil bo'lishi sharoitiga qarab turlicha bo'ladi. Jumladan mahalliy sirkulyatsiya natijasida hosil bo'ladigan shamollarga briz va tog'-vodiylar shamollari kiradi. Atmosferaning umumiy sirkulyatsiyasi oqimining joy orografiyasi yoki topografiyasi ta'sirida hosil bo'ladigan mahalliy shamollarga fyoit va bora shamollari kiradi. Shuningdek, mahalliy shamollarga ba'zi hududlarda atmosferaning umumiy sirkulyatsiyasiga bog'liq bo'lgan alohida xossalarga ega kuchli shamollar ham kiradi. Bunday mahalliy shamollar ko'pincha shu joy nomi bilan aytiladi. Masalan, Bekobod shamoli, Afg'on shamoli shu guruh shamollariga kiradi.

Briz deb dengiz va katta ko'llar sohilida kuzatiladigan va sutka davomida o'z yo'nalishini ikki marta o'zgartiradigan mahalliy shamolga aytiladi. Kunduzi dengiz brizlari dengizdan qirg'oq tomonga, kechasi esa

qirg'oq brizlari qirg'oqdan dengiz tomonga esadi. Briz shamollarining tezligi 3-5 m/s, tropiklarda brizlar ancha kuchli bo'ladi. Brizlar havo ochiq paytida va havoning umumiy siljishi kuchsiz bo'lganda yaqqol ifodalangan bo'ladi. Bunday holatni antisiklonlarning ichki qismida kuzatish mumkin. Yaxshi rivojlangan brizlarni yilning iliq-issiq davrida, ya'ni apreldan sentabrgacha o'rta kengliklarda joylashgan Qora, Azov va Kaspiy dengizlari qirg'oqlarida kuzatiladi.

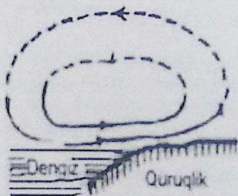
Kunduzi quruqlik dengizga qaraganda ko'proq isiydi, quruqlik sirtining harorati dengiz sirtining haroratidan yuqori bo'ladi. Suning uchun quruqlik ustida izobarik sirtlar dengiz ustidagi izobarik sirtlardan biroz ko'tarilgan bo'ladi. Quruqlik ustida qandaydir balandlikda dengizga tomon yo'nalgan gorizontal barik gradient vujudga keladi va isigan havo shu gradient bo'ylab dengizga qarab harakatlanadi. Dengiz yuzasida esa qirg'oqqa yo'nalgan gorizontal barik gradient paydo bo'lib dengiz brizi shu gradient ta'siri ostida qirg'oqqa harakatlanadi (9.3-rasm, a). Bu ikki havo oqimini qirg'oqda havoning ko'tarilma oqimi, dengiz ustida esa havoning pastga tik yo'nalgan oqimi birlashtiradi. Bu holda ham yopiq termik sirkulyatsiya amalga oshadi. Kechasi qirg'oq tez soviydi, shuning uchun uning ustidagi havo ham sovigan bo'ladi. Dengiz havosi iliqroq bo'ladi. Natijada qirg'oqdan dengiz tomon gorizontal barik gradient vujudga kelib, qirg'oq brizgi dengiz tomon esadi

Brizlarning tik yo'nalishdagi qalinligi bir necha yuz metr ga, ba'zan 1-2 km gacha etadi. Dengiz brizlarida qarama - qarshi oqim qalinligi 1-2 km chamasida bo'lsa, qirg'oq brizlarida uning qalinligi 600-800 m dan oshmaydi. Dengiz brizlari odatda qirg'oq brizlaridan kuchliroq bo'ladi. Dengiz brizlari 2-6 m/s tezlik bilan quruqlikka 40-50 km gacha, ba'zan 150-180 km gacha, qirg'oq brizlari 3-4 m/s tezlikka ega bo'lib, qirg'oqdan dengiz ustiga 8-10 km gacha kirib boradi.

Quruqlik. Dengiz brizlari quruqlikning qirg'oq qismi ob-havo sharoitlariga sezilarli ta'sir qiladi. Ular dengizdan qirg'oqqa nam havoni olib kelib, qirg'oq havosining haroratini pasaytiradi va nisbiy namligini orttiradi. Shuning uchun qirg'oq hududlarda yoz quruqlikning ichki qismiga nisbatan salqinroq bo'ladi.

Tog'-vodiylar shamollari tog' va vodiylar ustidagi havoning har xil isishi va sovishi natijasida paydo bo'ladi.

Tog'-vodiylar shamollarini yonbag'r shamollari va tog'-vodiylar shamollari deb ikki guruhga ajratiladi. Yonbag'r shamollari kunduzi yonbag'r bo'ylab yuqoriga, kechasi esa yonbag'r bo'ylab pastga tomon esadi. Buning sababini quyidagicha tushuntiriladi.



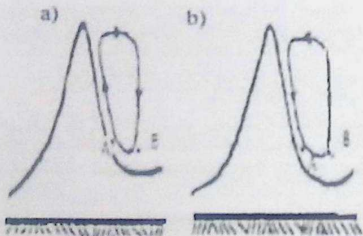
Kunduzi tog' yoki vodiylar yonbag'ri ustidagi, masalan A nuqtadagi havo, xuddi shunday balandlikdagi, biroq yonbag'rdan uzoqroq joylashgan B nuqtadagi havodan ko'proq isiydi. Natijada issiq havo yonbag'r bo'ylab yuqoriga ko'tariladi va vodiylar havoni o'ziga tortadi, uning o'rniga vodiylar ustidagi erkin atmosfera havosi pastga tushadi (9.4-rasm, a). Kechasi yonbag'rlar soviganida teskari yo'nalishdagi sirkulyatsiya ro'y beradi (9.4-rasm, b). Yonbag'r shamollarining tik yo'nalishdagi qalinligi unchalik katta emas va gorizontal yo'nalishda ham unchalik katta masofaga tarqalmaydi.

Tog'-vodiylar shamollarining o'zi – tog' yonbag'rlari bilan vodiylar orasida hosil bo'ladigan shamollardir. Kunduzi tog' yonbag'rlari havosi vodiylar havosidan kuchliroq isiydi, shuning uchun vodiylar tog' tomon yo'nalgan shamol vujudga keladi. Kechasi esa tog' yonbag'rlari havosi vodiylar havosidan ko'proq soviydi. Natijada tog'dan vodiylarga tomon esadigan shamollar vujudga keladi.

O'rta Osiyo hududida katta Tyan-shan va Pomir-Oloy tog' tizmalari bor bo'lgani uchun unda tog'-vodiylar shamollari keng tarqalgan.

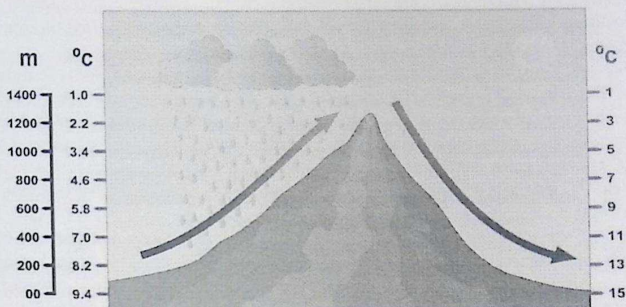
Masalan, Chirchiq va Ohangaron vodiylarida tog'-vodiylar shamollari yaqqol namoyon bo'ladi. Bu ikki vodiylarda ham kunduzi vodiylar tog' tomon esadigan janubi-g'arbiy shamol, kechasi esa tog'dan vodiylarga esadigan shimoli-sharqiy tog' shamoli kuzatiladi.

Bahorda tog'-vodiylar shamoli vodiylardagi havo haroratini gullayotgan bog'larga xavfli darajada pasaytirishi mumkin.



Rasm-9.4. Yonbag'r shamollari

Fyon deb tog'dan vodiylar tomon vaqti-vaqti bilan esadigan havo harorati yuqori va nisbiy namligi kam bo'lgan quruq shamolga aytiladi. Fyonning davomiyligi bir necha soatdan, bir necha kungacha (ko'pincha 5 kun yoki undan ham ko'p) cho'zilishi mumkin. Fyon shamoli havo oqimining, shu havo oqimiga ko'ndalang joylashgan tog' cho'qqisidan o'tishida hosil bo'ladi. Tog' cho'qqisining shamolga qaragan yonbag'rda havoning ko'tarilma harakati, shamolga teskari yonbag'rda esa havoning pastga harakati, ya'ni fyon shamoli paydo bo'ladi.



Rasm-9.5.Fyon shamolini hosil bo'lishi

Fyon shamoli tog' cho'qqisining bir tomonidagi vodiya katta bosim, teskari tomondagi vodiya past bosim o'rnatilgan hollardagina paydo bo'ladi va katta bosimli tomondan tog' cho'qqisi ustidan o'tib, kam bosimli tomonga ko'chadi.

Havo tog' cho'qqisining shamolga teskari yonbag'ridan pastga tushayotganida adiabatik ravishda isiydi, uning tarkibidagi suv bug'i to'yinish holatidan uzoqlashadi va vodiya uni avval egallab turgan havodan yuqori haroratda va kam nisbiy namlikda yetib keladi. Havo cho'qqidan pastga tushgan sari isib, uning tarkibidagi suv tomchilari bug'lanib ketib tushayotgan havo tobora quruq havoga aylana boradi.

Havo qanchalik katta balandlikdan pastga tushsa, fyonning harorati shunchalik yuqori bo'ladi. Fyonning hosil bo'lishini tushunish uchun Yu.I.Chirkovning «Agrometeorologiya» kitobida keltirilgan ushbu misolni tahlil qilamiz.

Harorati $t = 20^{\circ}\text{C}$ va nisbiy namligi 50 %, suv bug'ining parsial bosimi $e = 11,7 \text{ gPa}$, shudring nuqtasi $t = 9,3^{\circ}\text{C}$ bo'lgan havo o'z yo'lida balandligi 3000 m bo'lgan tog' cho'qqisi bilan to'qnashgan va uning yonbag'rlari bo'ylab yuqori ko'tarilayotgan bo'sin (9.5 rasm). $C-11,7\text{gP}^{\circ}\text{C}^{-1}=9,3^{\circ}\text{C}$, $C-8,1\text{gPa}^{\circ}\text{C}^{-1}=3,9^{\circ}\text{C}$, $P20,0^{\circ}\text{C}$, $1=29,50144$

Bu misolda $h = 122 (20-9,3) \approx 1300 \text{ m}$ balandlikda joylashgan kondensatsiya sathi (balandligi)gacha havo o'zining haroratini quruq adiabatik ravishda o'zgartiradi va $13,0^{\circ}\text{C}$ ga soviydi. Demak, 1300 m balandlikda uning harorati $t = 7^{\circ}\text{C}$ ga va nisbiy namligi= 100% ga teng bo'lib qoladi.

Bu balandlikdan yuqoriga havo nam adiabatik qonunga asosan taxminan $0,5^{\circ}/100 \text{ m}$ bo'yicha soviydi va tog' cho'qqisining tepasiga yetganida harorati $t = -1,5^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'lib qoladi. Kondensatsiya sathidan

boshlab yuqoriga ko'tarilayotgan havo tarkibidagi suv bug'i kondensatsiyalasha boshlaydi va bulutlar hosil bo'ladi. Bulutlardan esa yomg'ir yoki qor yog'adi.

Ko'tarilayotgan havoda suv bug'ining parsial bosimi kamaya boradi va 3000 m balandlikda $t=1,5^{\circ}\text{C}$ harorat va $e=100\%$ nisbiy namlikda $e=5,5\text{ gPa}$ ga teng bo'lib qoladi. Cho'qqining shamolga teskari tomoni bo'ylab pastga tushishida havo quruq adiabatik qonunga ko'ra isiydi va o'zining avvalgi balandligigacha pasayganida uning harorati $t=29,5^{\circ}\text{C}$ ga, shudring nuqtasi $t=3,9^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'ladi. Bunda havoning nisbiy namligi 14 %, suv bug'ining parsial bosimi 8,1 gPa ga teng bo'ladi.

Demak, cho'qqidan o'tib pastga tushgan havo harorati $9,5^{\circ}\text{C}$ ga oshgan, nisbiy namligi esa avvalgi qiymatiga nisbatan 36 % ga kamaygan. Fyonning tezligi 15-20 m/s gacha etadi, ba'zan 30 m/s tezlikli fyonlar ham ro'y bergan. Fyon yil davomida, ayniqsa qish va bahorda tez-tez kuzatiladi.

Bahorda davomli va jadal fyonlar tog' qoring erishini tezlashtirib, tog' daryolarini suv bilan to'lishi sathini ko'taradi. Qish paytidagi kuchli fyonlar tog'larda qor ko'chkisini keltirib chiqaradi. Yozda fyon o'zining yuqori harorati va kam nisbiy namligi bilan o'simlikka zararli ta'sir qiladi, uzoq davom etgan kuchli fyonlar qurg'oqchilikni keltirib chiqarishi mumkin. Qish va bahorda esadigan fyon shamoli O'zbekistonning hamma tog' oldi hududlarida uchraydi.

Bora shamoli deb tog' yonbag'ri bo'ylab pastga yo'nalgan kuchli o'qtin - o'qtin esadigan va qish kunlarida ancha sovuq ob-havoni olib keladigan mahalliy shamolga aytiladi. Bora shamolini dengiz bilan chegaradosh tumanlarda kuzatiladi. Masalan, Novorossiysk borasi. Bora shamoli yozda fyon shamoli xususiyatiga ega.

O'zbekiston hududida bora shamoli kuzatilmaydi. Shamolning zararli ta'sirlari ham ko'p. Masalan, kuchli shamollar tuproq yuzasidan bug'lanishni kuchaytirib yuboradi, buning oqibatida tuproq qatlamida o'simlikka zarur namlik yetishmay qoladi va o'simlikning o'sishi va rivojlanish jarayonlari sekinlashadi. Bundan tashqari kuchli shamollar tuproq eroziyasini, ya'ni tuproqning shamol bilan ko'chib uchib ketishini keltirib chiqaradi.

Shamolning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati. Shamol havoni aralashtirib atmosferaga tarkibining o'zgarmas bo'lishini ta'minlaydi. Shamol, havoning vertikal yo'nalishda yuqoriga va pastga troposferaning gaz tarkibi butun yer yuzi bo'ylab o'zgarishini ta'minlaydi. Shamol ko'p joylarda shamol energiyasidan qishloq xo'jaligida keng foydalaniladi. Shamol dvigatellari tegirmonlarni yurgizishda, quduqlardan suv tortishda va boshqa ko'p ishlarda qo'llaniladi.

Shamol dvigatellaridan foydalanish esa energiyaning qaytadan tiklanmaydigan zaxiralari (toshko'mir, neft, tabiiy gazlar)ni tejashga yordam beradi. Shamol dvigatellari ishlashi uchun shamol tezligi 6-8 m/s bo'lishi

kerak. Shamol natijasida tuproq ustidagi havo uzluksiz yangilanib turadi va tuproq yuzasidan samarasiz bug'lanish tezlashadi. Buning oqibatida tuproq tez quriydi. Tuproqning o'rtiqcha bug'lanishi tuproq namligining kamayib ketishiga, ya'ni tuproq qurg'oqchiligining yuzaga chiqishiga sabab bo'ladi. Tuproq qurg'oqchiligida o'simliklar uchun tuproq qatlamidagi nam etishmay qoladi, natijada o'simlikning o'sish va rivojlanish jarayonlari sekinlashadi. Agar tuproq qurg'oqchiligi kuchli va uzoq muddat davom qilsa o'simliklar nam etishmasligidan nobud bo'ladi.

Shamol o'simliklarning changlanishida muhim ahamiyatga ega. O'simliklar o'z-o'zidan va chetdan changlanadi. O'simliklar chetdan hasharotlar va shamol yordamida changlanadi. Shamol yordamida changlanadigan o'simliklar attemofil o'simliklar deb yuritiladi. Shamol yordamida changlanadigan o'simliklarga bug'doy, makkajo'xori, javdar, oq jo'xori, yong'oq, terak, lavlagi, tok va shu kabi o'simliklar kiradi.

Anemofil o'simliklarning gullashi davrida esadigan tezligi 5 m/s gacha shamollar gul changlarini ko'chirib olib o'tib, o'simliklarning urug'lanish jarayonini ta'minlaydi.

Shamol yovvoyi turdagi o'simliklarning urug'larini katta masofalarga olib o'tib, ularning katta hududlarda ko'payishiga sabab bo'ladi. Ammo ko'pincha urug'larning bunday usulda tarqalishi qishloq xo'jalik ekinlariga zarar keltiradi, chunki ekin maydonlarida begona o'tlar ko'payib ketadi va ulardan ekin maydonini tozalash uchun ko'p mehnat sarf qilish kerak bo'lib qoladi. Shamol hasharotlar uchishiga qarshilik ko'rsatib, bog'larning changlanish sharoitini yomonlashtiradi.

Dalalarga shamol va mineral o'g'itlar sepishda ham shamolning yo'nalishi va tezligi hisobga olinadi. Dasht va cho'l zonalarida ekinzorlarni shamoldan saqlash uchun ekinzor atrofida eni 10-60 m keladigan ihota daraxtlari polosalari bunyodga keltiriladi. Eng ko'p takrorlanadigan shamol yo'nalishiga ko'ndalang ravishda ekib o'stiriladi. Bunday ihota daraxtzorlar shamol kuchini susaytiradi, qorni to'plab qoladi, qor va yomg'ir suvlarining tuproq yuzasini yuvish kuchini kamaytiradi.

Kuchli shamollar tuproq eroziyasini, ya'ni tuproqning shamol bilan ko'chib, uchib ketishini keltirib chiqaradi. Kuchli shamollar bug'doy, arpa, g'o'za va makkajo'xori kabi ekinlarning yotib qolishiga sabab bo'ladi. Shuningdek, kuchli shamol (dovul)lar imoratlarni vayron qiladi, elektr uzatish simlarini uzadi, changto'zon ko'tarib havoni ifloslantiradi. Ob-havoning qanday bo'lishini oldindan aytib berishda ham shamol tezligi va yo'nalishini bilish zarur. Qishloq xo'jaligida mahalliy shamollar ham ahamiyatga ega.

Shamol dvigatellaridan foydalanish esa energiyaning qaytadan tiklanmaydigan zaxiralari (toshko'mir, neft, tabiiy gazlar)ni tejashga yordam

beradi. SHamol dvigatellari ishlashi uchun shamol tezligi 6-8 m/s bo'lishi kerak.

Shamol natijasida tuproq ustidagi havo uzluksiz yangilanib turadi va tuproq yuzasidan samarasiz bug'lanish tezlashadi. Buning oqibatida tuproq tez quriydi. Tuproqning ortiqcha bug'lanishi tuproq namligining kamayib ketishiga, ya'ni tuproq qurg'oqchiligidan yuzaga chiqishiga sabab bo'ladi. Tuproq qurg'oqchiligidagi o'simliklar uchun tuproq qatlamidagi nam yetishmay qoladi, natijada o'simlikning o'sish va rivojlanish jarayonlari sekinlashadi. Agar tuproq qurg'oqchiligi kuchli va uzoq muddat davom qilsa o'simliklar nam yetishmasligidan nobud bo'ladi.

Shamol o'simliklarning changlanishida muhim ahamiyatga ega. O'simliklar o'z-o'zidan va chetdan changlanadi. O'simliklar chetdan hasharotlar va shamol yordamida changlanadi.

Ob-havoning qanday bo'lishini oldindan aytib berishda ham shamol tezligi va yo'nalishini bilish zarur. Qishloq xo'jaligida mahalliy shamollar ham ahamiyatga ega.

§9.3.Ob-havoning davriy va davriy bo'lmagan o'zgarishlari.

Ob-havo-biror joy yoki hudud atmosferasidagi meteorologik elementlarning uzluksiz o'zgarishlari majmui, atmosferaning muayyan tabiiy jarayonlarga bog'liq holati. Bu jarayonlar atmosferada Quyosh energiyasi oqimi va Yer yuzasining o'zaro ta'siridagi fizik jarayonlar natijasida sodir bo'ladi. Odatda, Ob-havo deganda Yer yuzasidagi ob-havo tushuniladi. Biroq aviatsiya, xalq xo'jaligi faoliyati rivojlanishi bilan erkin atmosfera ob-havosi tushunchasi ham tobora kengayib bormoqda. Inson faoliyatining barcha jabhalari ob-havo bilan uzviy bog'liq. Ob-havo to'xtovsiz o'zgarib turadi. Ma'lum joyning aniq bir vaqtdagi ob-havosi meteorologik elementlar (temperatura, havo namligi, bulut, yog'in miqdori, shamol tezligi va yo'nalishi, qor bo'roni, momaqaldiroq, tuman va h.k.) bilan tavsiflanadi. Ob-havoda Yerning o'z o'qi atrofidagi harakatiga bog'liq bo'lgan davriy o'zgarish, shuningdek, asosan, havo oqimlarining almashinishiga bog'liq bo'lgan nodavriy keskin o'zgarishlar sodir bo'lib turadi. Atmosferadagi havoning gorizontalar harakati vertikal harakatidan bir necha marta katta bo'lishiga qaramay, ob-havoning o'zgarishida gorizontalar harakat bilan bir vaqtda vertikal harakat ham katta rol o'ynaydi: bulutlarning hosil bo'lishi va yog'in-sochin miqdori, do'l hosil bo'lishi, asosan, havoning vertikal harakatiga bog'liq. Xalq xo'jaligining qariyb hamma tarmoqlarini ob-havoning kelgusidagi holati qiziqtiradi.

O'rta Osiyo hududida yilning sovuq davrida mo'tadil kengliklardagi havo frontlarining G'arbiy tarmog'idagi siklonik faoliyati rivojlanadi, bu esa

ob-havoning iliq tipini vujudga keltiradi. Arktikadan chiqadigan (sovuq tipidagi ob-havo) sovuq havo massalarining bostirib kirishi tez-tez takrorlanib turadi. Arktikadan keladigan sovuq havo massalari ko'pincha haroratning ancha pasayib ketishiga sabab bo'ladi, janbiy rayonlarda qor qoplami bo'lmasada, sovuq -30, -35°C ga yetadi. Bu esa tuproqning muzlashiga va ekinlarni sovuq urib nobud bo'lishiga olib keladi, bahor oxirlarida sovuq havo oqimining bostirib kelishi natijasida harorat keskin pasayib, yerning ustki qatlami muzlaydi, bu esa unib chiqqan ekin nihollari va gullayotgan mevali daraxtlar uchun juda xavflidir. Yog'inlarning eng ko'p qismi bahor (mart-aprel) da yog'adi.

Yilning issiq davrida O'rta Osiyo hududi havo qattiq isib va qurib ketadigan, kontinental tropik havo shakllanuvchi markaz hisoblanadi. Chekka janubiy rayonlarda kunduzgi maksimal temperatura 45-50°C gacha yetadi, havoning nisbiy namligi 5% bo'ldi. Ob-havoning ochiq, quruq va issiq kelishi qumli tuproqlarning qurib ketishiga va shamolda ko'p miqdordagi qizigan changlar havoga ko'tirilib, haroratning yanada ortishiga sabab bo'ladi. Kopetdog' tog' oldi rayonlarida va G'arbiy Tyanshanda tez-tez janub tomondan ekinlarni nobud qiluvchi quruq issiq shamol garmsel esadi; Amudaryoning yuqori qismida sovuq havo massasining Turon pasttekisligi chegarasiga bostirib kirishidan oldin, janubi-g'arbiy tomondan mahalliy afg'on shamoli esadi. Havoning nisbiy namligi past bo'lganda yuqori haroratning bevosita ta'siri natijasida ekinlar so'liydi va qovjiraydi. Sug'oriladigan maydonlarda temperatura yuqori bo'lgan (38-40°C dan oshmagan) davrda ekinlarning rivojlanishi uchun qulay sharoit vujudga keladi. Atmosfera hodisalarini zamonaviy asbob-uskunalar (Yer sun'iy yo'ldoshlari, hisoblash mashinalari, raketalar, radiozondlar, samolyotlar va hokazo) yordamida o'rganish, uning kelajak rivojini aniqlaydigan usullarning takomillashishiga olib kelmoqda.

Biror joyda aniq vaqt paytidagi yoki olingan vaqt oralig'idagi meteorologik kattaliklar majmuasi bilan aniqlanadigan atmosfera holati o'zgarishlariga ob-havo deyiladi. *Bu ta'rifdan ko'rinadiki, biz biror joydagi aniq vaqt paytidagi ob-havo yoki muayyan vaqt oralig'idagi ob-havoni baholaymiz.*

Masalan, Toshkent shahridagi 2004 yil 16 noyabr soat 8⁰⁰ dagi ob-havo yoki Toshkent shahridagi 2004 yil 17-22 noyabr orasidagi ob-havo haqida fikr yuritishimiz mumkin. Avval aytganimizdek ob- havo, havo harorati, havo namligi, atmosfera bosimi, shamol tezligi va yo'nalishi, bulutlik, yog'in miqdori gorizonta ko'rinuvchanlik uzoqligi kabi meteorologik kattaliklarning birgalikda olingan qiymatlari bilan aniqlanadi. Biror vaqt oralig'idagi ob-havo esa shu vaqt davomida meteorologik kattaliklar o'zgarishlarining o'rtacha qiymatlari bilan belgilanadi. Biz ob-havo deyilganda odatda yer sirtiga juda yaqin joylashgan atmosfera qatlamidagi

atmosfera holatlarini tushunamiz. Ammo aviasiya maqsadlarida Yer sirtidan 1100-1500 m balandliklardan yuqoridagi atmosfera qatlamlaridagi ob-havo ham o'rganiladi.

Ob-havo kamdan-kam va qisqa vaqt davomidagina barqaror turadi, u odatda juda tez o'zgaradi, shuning uchun meteorologik kattaliklarni meteorologik stansiyalarda sutkasida 8 martadan o'lchab boriladi. Meteorologik kattaliklarning birortasi o'zgarsa, boshqalari ham o'zgarib ketadi, natijada ob-havo ham o'zgaradi. Shuning uchun **ob-havoning davriy va davriy bo'lmagan o'zgarishlari mavjud.**

Ob-havoning davriy o'zgarishlari dastavval Yerning o'z o'qi atrofida aylanishiga bog'liq holda meteorologik kattaliklarning sutka davomida o'zgarishidan iboratdir. Biz oldingi boblarda havo harorati, havo namligi, shamol tezligi, yog'inlar kabi meteorologik kattaliklarning sutkalik o'zgaradi. Ko'pchilik odamlar kunduzi issiq, kechasi esa kunduzgidan salqinroq, shamol kechasi kunduzgidan kuchsizroq, o'rta geografik kengliklarda yog'inlar tushdan keyin va ertalab kuchliroq, yarim tunda va tushki paytgacha kuchsizroq bo'lishini biladilar. Shuningdek, Yerning Quyosh atrofidagi aylanishidan kelib chiqadigan turli fasllarda ob-havoning yillik o'zgarishlari haqida ham tasavvurga egamiz. Ammo ob-havoning sutkalik o'zgarishi doimo muntazam ravishda bormaydi. Kundalik kuzatishlarimizdan ma'lumki, ba'zan kechasi kunduzgidan issiqroq, shamol esa sutkaning istalgan vaqtida kuchayishi yoki susayishi mumkin. Bunday hollarda ob-havoning sutkalik o'zgarishiga davriy bo'lmagan o'zgarishlari qo'shilgan bo'ladi.

Ob-havoning davriy bo'lmagan o'zgarishlari bu olingan hududga boshqa o'lkalardan boshqacha xossali havo massalarining kirib kelishi bilan bog'liq o'zgarishlardir. Ular meteorologik kattaliklarning sutkalik va yillik o'zgarishining bir me'yorda (normal) borishini buzadi. Masalan, bahorda kundan-kunga yer sirtiga quyosh radiyasiyasining tushishi asta-sekin orta boshlaydi, tuproq va havo kun sayin ko'proq qiziydi. Bu Yerning Quyosh atrofida aylanishidan kelib chiqadigan ob-havoning davriy o'zgarishidir. Shunday kunlarning birida olingan hududga Arktikaning sovuq havosi bostirib kirsa, bu hudud havosi sovib ketadi, hattoki kunduzi avvalgi tundan sovuqroq bo'lishi mumkin. Bunga sabab sovuq havo massalarining bostirib kirganligidan ob-havo davriy o'zgarishlarning normal borishining buzilishidir. Yoki ba'zi yillari erta bahorda yurtimizning ba'zi joylarida kunlar ortiqcha isib ketadi, natijada daraxtlar erta uyg'onadi va hattoki yertaroq gullaydi. Ammo keyinroq havo salqinlashib ketadi, natijada o'simliklarni sovuq uradi. Bunday holat janubdagi issiq havo massalarining bizning hududimizga erta bostirib kirishidan yuzaga chiqadi. Shunday qilib, ob-havo sutka va yil vaqtigagina bog'liq bo'lmay, balki olingan hudud ustida

turgan yoki o'tib ketayotgan havo massalarining xossalari ga ham bir muncha bog'liq bo'ladi.

Havo massalari. Ob-havoning davriy va davriy bo'lmagan o'zgarishlarida havo massasining ahamiyati katta. Troposfera har doim bir-biridan ob-havo rejimi bilan farq qiladigan g'oyat katta o'lchamli havo massalariga taqsimlangan. Havo massalarining gorizontali yo'nalishdagi o'lchami minglab km ga, tik yuqoriga yo'nalishdagi o'lchami esa bir necha km. gacha yetadi.

Havo massalari quyosh radiyasiyasining Yerning turli qismlarini bir xilda isitmasligi natijasida ularning ustidagi Yerga tutashgan havo qatlami turlicha isiganligidan vujudga keladi. Quyosh radiyasi atmosferadan o'tib (miqdori 20-25% ga kamayib) Yer sirtining turli qismlariga tushadi va ularda yutilgan qismi issiqlikka aylanadi. Ammo Yer sirtining turli qismlari-tog'lar, o'rmonlar, cho'llar, yay-lovlar, okean va dengizlar maydonlari va boshqalar bir xilda isimaydi. Shuning uchun ularning ustidagi havo qatlamlari ham turlicha darajada isiydi, demak ular haroratlari bilan bir-biridan farq qiladi.

Masalan, yozda Sahroi Kabirda joylashgan geografik parallel ustidagi havo massalarining harorati, Atlantika okeanining xuddi shu paralleldagi qismi ustidagi havo haroratidan yuqori bo'ladi. Atlantika okeani ustidagi havoning namligi, sahro ustidagi havoning namligidan ancha katta. Nihoyat Atlantika okeani ustidagi havoning changlanishi kam, sahro ustidagi havoning tarkibida chang ko'p bo'ladi.

Shunday qilib, yozda Sahroi Kabir ustida harorati yuqori, namligi kam va changlanishi kuchli havo massasi shakllanadi. *Bunday fizik xossalarga ega bo'lgan havo massasini kontinental havo massasi deb yuritiladi.* Okean ustida esa harorati nisbatan past, namligi yuqori, changi kam havo massasi vujudga keladi. Bunday fizik xossalarga ega bo'lgan havo massasini *dengiz havo massasi* deb yuritiladi.

Yozda kontinental havo massasining harorati, dengiz havo massasining haroratidan yuqori, qishda esa kontinental havo massasining harorati dengiz havo massasidan past bo'ladi. Har xil havo massalari bir-biridan dastavval harorati, namligi va changlanish darajasi, bulutlar turi bilan farq qiladi.

Havo massasi deb bir-biridan o'zining xossalari bilan farq qiladigan va bu xossalari uzoq vaqt saqlaydigan keng hajmli havoga aytiladi. Havo massalari Yer sirtining har qanday qismi ustida vujudga keladi. Lekin havo massalarining tez-tez tashkil topadigan Arktika (yoki janubiy yarim sharda Antarktika), Atlantika okeani, o'rta Yer dengizi kabi joylari - «o'choqlari» bor. Havo massalarini, ularning tashkil topgan joylarining geografik kengligiga qarab quyidagi asosiy turlarga ajratiladi; Arktik (yoki Antarktikalik) havo massalari. Ular Arktika (yoki Antarktika) da vujudga

keladi va quyi kengliklarga tomon ko'chadi. Mo'tadil kengliklar havo massalari. Ular o'rta kengliklarda shakllanib shimolga yoki janubga tomon harakatlanadi.

Tropik havo massalari. Ular subtropik va tropik kengliklarda shakllanib, mo'tadil kengliklarga tomon ko'chadi.

Ekvatorial havo massalari. Ular ekvator yaqinida shakllanadi. T.Muxtorovning ko'rsatishicha, hozirgi vaqtda «ekvatorial havo massasi» atamasi qo'llanilmaydi, chunki ko'pchilik meteorologlar bunday havo massasi yo'q deb qaraydi, ammo uning o'rniga tropik nam havo massasi mavjud deb hisoblaydilar. Yuqorida ko'rsatilgan asosiy havo massalari (ekvatorial havo massasidan tashqari) kontinental va dengiz havo massalariga ajratiladi.

Arktik havo massasi. O'rta Osiyoga Sibir yoki Taymir yarim oroli hududlaridan, shuningdek Kolima va Chukotka havzasidan keladi. Arktik havo massalari janubroqda joylashgan hududlarga kelib kirganda o'zi bilan qishda qattiq sovuqlarni, bahor va erta kuz davrida tong sovuqlarini, yozda esa salqin ob-havoni olib keladi. Arktik havo massalarining tarkibida boshqa havo massalariga nisbatan suv bug'i va chang oz bo'ladi. Ular haroratining pastligi bilangina emas, shuningdek osmon gumbazining juda tiniqligi natijasida uzoqdagi jismlarning yaxshi ko'rinishi bilan ham aniqlash mumkin. O'rta Osiyo hududida o'rta kenglik havo massalari ko'p uchraydi. O'rta kenglik kontinental havo massalari bevosita Rossiya hududida tashkil topadi. O'rta Osiyoga tropik dengiz havo massasi juda kamdan-kam vaqtlardagina yetib keladi. O'rta Osiyoga yetib keluvchi tropik kontinental havo massasi Mesopotamiya, Turkiya, Eron va Afg'oniston hududlari ustida vujudga keladi.

O'rta Osiyo hududiga bostirib kirgan bunday havo massasining harorati, bu yerdagi oldingi havo massasining haroratidan 6-12°C ga yuqori bo'ladi. Shuning uchun ham bunday havo massasi qishda O'rta Osiyoga kelib kirganda kunlar issiq bo'ladi. Agar qor qoplami bor bo'lsa tez erib ketadi, qor qoplami bo'lmagan vaqtlarda Yerning sirti tez quriydi. O'rta Osiyo hududi yozda kuchli isib ketganligidan, uning ustida o'z xossalari bilan tropik havodan kam farq qiladigan havo massasi tashkil topadi, ularni ham tropik kontinental havo massasiga qo'shish mumkin. Havo massasi har doim yer sirti bo'ylab, bir taglik sirtan boshqasiga o'tib harakatlanadi. Bunda taglik sirtning ta'siri natijasida uning dastlabki xossalari o'zgaradi. Bu ta'siming natijasi sirtning turiga, ya'ni uning quruqlik yoki suv sirti ekanligiga bog'liq.

Taglik sirtning o'zgarishi bilan havo massasi suv sirtidan o'ta boshlasa, o'z issiqligining bir qismini suvga berib soviydi, ya'ni harorati pasayadi, ayni shu vaqtda uning tarkibida suv bug'i ortadi. Kontinental havo massasi suv bilan ta'sirlashuvi oqibatida asta-sekin o'zining kontinental

havo massasi xossalarini yo'qotib, dengiz havo massasiga aylanadi. Agar dengiz havo massasi yozda dengizdan quruqlik ustiga o'tsa, namligi kamayib, harorati ortadi. Bunday havo massasi materik ichkarisiga o'tgan sari kontinental havo massasiga mos xossalari kuchaya boradi. Sovuq Arktik havo massalari odatda janubga, issiq tropik havo massalari shimolga tomon harakatlanadi.

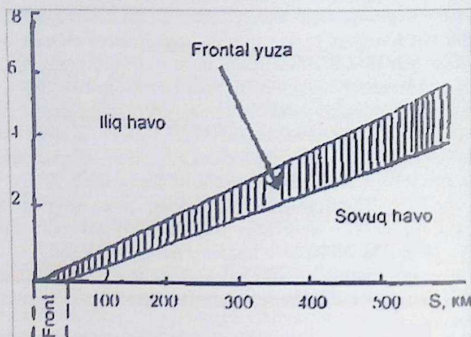
Agar havo massasining harorati, uning o'tgan yangi taglik sirt haroratidan qanchalik ko'p farq qilsa, taglik sirtning havo massasiga ta'siri shunchalik kuchli bo'ladi. Agar havo massasi o'zidan sovuqroq hududga, ya'ni ancha sovuq taglik sirt tomonga o'tsa, bunday havo massasini *iliq havo massasi* deyiladi. Agar havo massasi ancha issiq hududga, ya'ni ancha issiq taglik sirt tomonga o'tsa, u holda bunday havo massasini *sovuq havo massasi* deb yuritiladi. Biror havo massasining boshqa havo massasiga aylanishini tushuntirish uchun ushbu misolni ham keltiraylik.

Biror havo massasi yozda respublikamiz hududi ustida bir necha kun turib qolgan bo'lsa, bu havo massasi Yer sirtining ta'sirida isiydi, changi ko'payadi. Natijada bu havo massasi issiq, quruq va xira havo massasiga aylanadi. Endi bu havo massasi ketib, uning o'mini Arktik sovuq havo massasi egallasin. Bunday almashinuv issiq, quruq va xira havo o'mniga, sovuq va tiniq havoni keltiradi, natijada havo harorati pasayib ketadi, boshqacha aytganda ob-havo o'zgaradi. Bir necha kundan keyin bu havo massasi ham issiq, quruq va xira havo massasiga aylanadi. Demak, olingan hududdagi havo massalarining almashinishi bilan ob-havo har doim o'zgaradi.

§9.4. Havo fronti. Iliq va sovuq front. Siklonlar. Antisiklonlar

Atmosfera frontlari – meteorologik elementlari har xil bo'lgan ikki havo massasini ajratuvchi zonalar. Atmosfera frontlarida meteorologik elementlar gorizontal yo'nalishda keskin o'zgaradi. Yer yuzasiga yaqin qatlamda o'tish zonasining eni, odatda, 100 km dan oshmaydi. Atmosfera frontlari Yer sirtiga nisbatan qiya yo'nalib, salqin havo zichroq bo'lganligi uchun iliq havo ostiga pona shaklida kiradi, Yerga nisbatan juda yotiq, deyarli gorizontal joylashgan. Ajratuvchi zonaning gorizontal yo'nalishdagi kengligi bir necha yuz km bo'lsa, bunday *zona front zonasi* deb ataladi. Atmosfera frontlari qancha tez harakat qilsa, meteorologik elementlar shuncha keskin o'zgaradi. Shuning uchun Atmosfera frontlarida kuchli vertikal oqimlarni, turli bulutlar shaklini, yog'inlarni, xullas, ob-havoning keskin o'zgarishlarini kuzatish mumkin. Atmosferaning umumiy sirkulyatsiyasidagi ahamiyatiga qarab, Atmosfera frontlarini arktik, qutb havosi orasidagi arktik, qutbiy va tropik hamda ekvatorial havo orasidagi tropik xillarga ajratish mumkin. Ba'zi vaqtlarda keng gorizontal havo massalari ichida ikkinchi darajali front ham hosil bo'ladi. Front salqin

havo tomonga harakatlansa, *salqin front* deb yuritiladi. Odatda, salqin front iliq frontga qaraganda tezroq harakatlanadi. Shu sababli, ba'zan, salqin front iliq frontga yetib olib, qo'shilib ketadi. Bunday Atmosfera frontlari *okklyuziya fronti* deb yuritiladi. Iliq havo salqin front bo'ylab yuqoriga ko'tarilsa, anafront, pastga qarab yo'nalsa, katafront deyiladi. Odatda, O'rta Osiyoda salqin frontlarning o'tishi ob-havoning keskin o'zgarishlari (yomg'ir, qor, haroratning pasayishi, kuchli shamol)ga olib keladi, Jala, momaqaldiraq va boshqa tingach, salqin front chizig'idan keyin ob-havo ochilib ketadi. Iliq front o'tganda esa ob-havoda keskin o'zgarishlar yuz bermaydi, kamdan-kam hollarda yog'ingarchilik bo'ladi.



Rasm-9.5. Frontal yuza va front sxemasi

Bir-biriga yaqin joylashgan har xil havo massalarining haroratlari bir xil bo'lmaydi. Bunda harorati yuqori bo'lgan havo massasini *iliq havo*, harorati pastrog'ini *sovuq havo* deb yuritiladi.

Demak, bu yerda ko'rsatilgan «*iliq*» yoki «*sovuq*» tushunchalari olingan havo massasining harorati boshqasidan yuqori ekanligi, ikkinchisining harorati birinchi havo massasidan past ekanligini ko'rsatadi. Bunda havo massalarining haqiqiy haroratlari haqida so'z bormaydi. Masalan, iliq havo massasi harorati - 10°C , sovuq havo massasi - 20°C ga teng bo'lishi mumkin va h.k.

Oldingi mavzuda havo massalarining uzluksiz harakat qilib turishini, biror hududdagi havo massasi o'zgarsa shu hududning ob-havosi ham o'zgarib ketishini ko'rsatganmiz. Ob-havo har xil haroratdagi ikki havo massasi orasidagi chegarada ham keskin o'zgaradi. Bu ikki havo massasi bir-biri bilan to'qnash kelganda sovuq havo iliq havo ostiga ponasimon shaklda kira boshlaydi. Havo juda harakatchan bo'lgani uchun

bu ikki havo massasi orasidagi chegara aniq ravshan bo'lmaydi. Chegara qat- lamda iliq havo sovuq havo bilan aralashib ketgan bo'ladi va bu qatlamning chegarasi Yer sirtidagi gorizonttal yo'nalishda 10-15 km ga, ba'zan esa 60 km ga etadi.

Ikki havo massasi o'rtasidagi oraliq qatlamni *frontal yuza*, oraliq qatlamning yer sirti bilan kesishgan joyini *front chizig'i* yoki qisqacha *front* deb yuritiladi (**Rasm-9.5**).

Frontal yuza gorizonttal yer yuzasiga juda kichik α burchak ostida sovuq havo tomon qiya ravishda joylashadi, Ikki havo massasi bir tomonga harakatlan qiyalik burchagi $\alpha = 0,5^\circ\text{C}$ atrofida tebranadi. Demak, ko'chayotgan frontal yuza atmos- ferada yer yuzasiga sovuq havo massasi tomon qiya tarzda o'tadi. Qiyalik burchagining tangensi 0,01 dan 0,001 gacha o'zgarishi mumkin. .

Sovuq havo oqimi - atmosfera frontlaridan bo'lib, issiq havo tomon harakat qiladi va katta mintaqada havo temperaturasini ancha pasaytiradi. Sovuq havo oqimi siklon ortida, sovuq front orqasida ro'y beradi. Kirib kelayotgan Sovuq havo oqimida antitsiklon yuzaga keladi. O'rta Osiyoga arktika va mo'tadil kenglik sovuq havosi shimoldan yoki shimoliyg'arbdan Ural, G'arbiy Sibir, Qozog'iston, O'zbekiston va Ustyurt orqali keladi. Sovuq havo oqimi ta'sirida havo oqimlari meridional yo'nalishga mos kelgan vaqtda O'rta Osiyoda havoning pasayishi kuzatiladi, ya'ni kechki bahor va ertangi kuz sovuqlari tushishiga olib keladi.

Arktika havosi -Arktika ustida shakllanadigan havo massasi. Temperaturasi past ($+6^\circ\text{C}$ dan $- 60^\circ\text{C}$ gacha), namligi kam (yiliga 75-400 mm yog'in yog'adi), shaffofligi yuqori, chunki yozda quyosh pastda bo'lganidan Yerni unchalik isitmaydi, bug'lanish oz bo'lganidan mutlaq namlik kam. Siklon jarayoni ta'sirida ancha quyi kengliklarga ham yoyilib, u yerlarni sovitib yuborishga olib keladi. Arktika havosi harakatlanib, O'rta dengizga, O'rta Osiyo va Sibir tekisliklariga ham yetishi mumkin, lekin uni tog' tizmalari (Alp, Kavkaz tog'lari va boshqalar) tutib qoladi. Arktika havosi quyi kengliklarda harakatlanganda undan pastdagi sirtning qandayligiga qarab xossalari o'zgarib turadi.

O'rta Osiyo -Yevrosiyo materigining o'rta qismida, g'arbda Kaspiy dengizi qirg'oqlaridan sharqda Xitoy chegarasigacha, shimolida G'arbiy Sibir tekisligidan, janubida Nishopur, Safedko'h va Hindukush tog'larigacha cho'zilgan yirik tabiiy geografik o'lka. U materik ichkarisida, Atlantika okeanidan 4 ming km, Shimoliy Muz okeanidan 2,5 ming km, Tinch okeanidan 5,5 ming km va Hind okeanidan 1 ming km ga yaqin masofada joylashgan, suvlari okeanlarga chiqib keta olmaydigan berk havzadan iborat. O'rta Osiyo hududi o'rta asrlarda, Turon arab

manbalarida Movarounnahr, 19-asrning 2-yarmi va 20-asr boshlarida (1924-25 yillarda o'tkazilgan milliy davlat chegaralanishigacha) Turkiston deb atalgan, keyinchalik O'rta Osiyo deb ataladigan bo'ldi.

Sibir - Rossiya Federatsiyasi Osiyo hududining katta qismidagi tabiiy o'lka. G'arbda Ural tog'lari, sharqda Tinch okean suv ayirg'ichi tog' tizmalarigacha va shimolida Shimoliy Muz okeani qirg'oqlaridan, janubida Qozog'istonning sertepa dashtlari hamda Mongoliya va Xitoy chegarasigacha davom etadi. Shimolidan janubga 3500 km, g'arbdan sharqqa 7000 km dan ko'proq masofaga cho'zilgan. Maydoni 10 mln. km². Sibir hududida Saxa (Yakutiya), Tuva, Buryatiya Respublikalari, Oltoy va Krasnoyarsk o'lkalari, Tyumen, Kurgan, Omsk, Novosibirsk, Tomsk, Kemerovo, Irkutsk va Chita viloyatlari joylashgan.

Tabiati. Sibirning asosiy tabiiy oblastlari: G'arbiy Sibir tekisligi, O'rta Sibir yassi tog'ligi, Janubiy Sibir va Shimoliy Sharqiy Sibir tog'lari. Janubiy Sibir tog'lari tarkibiga Oltoy, G'arbiy Sayan, Sharqiy Sayan, Tuva Respublikasi tog'lari, Baykalbo'yi va Baykalorti (Zabaykalye) kiradi. Shimoliy Sharqiy Sibir tog'larini Yuqori Yamal tizmasi va Kolima tog'lari o'rab turadi. Sibirning iqlimi keskin kontinental. Eng sovuq oy (yanvar) va eng issik, oy (iyul)ning o'rtacha temperaturasi orasidagi farq 35°C dan 68°C gacha. Deyarli hamma yerda o'rtacha yillik temperatura 0°C dan past, shimoli-sharqda -15°C, -18°C gacha. Qishi davomli va sovuq. Yanvarning o'rtacha temperaturasi -16°C, -20°C dan (G'arbiy Sibir tekisligining janubida) -40°C, -48°C gacha (Saxaning sharqida). Verxoyansk va Oymyakonda ayrim kunlari -70°C gacha sovuq bo'ladi. Sibirning yozi birmuncha iliq, janubida esa hatto issiq. Iyulning o'rtacha temperaturasi -2°-5° dan (Sibirning shimoliy sohilida) -22°-23°C gacha (G'arbiy Sibir dashtlarida). Yillik yog'in 150-250 mm dan 1000-2000 mm gacha. Qor qatlami 170 kundan 300 kungacha saqlanib turadi. Sibirda to'lib yotgan tog' jinslari va tuproqlar keng tarqalgan. Asosiy daryolari: Ob (Irtish bilan birga), Yenisey va Lena. Muhim ko'llari: Baykal, Taymir, Telets, Chani.

Tuproq o'simlik qoplami, asosan, shimolidan janubga o'zgarib borib, arktika muz sahrosi, tundra, o'rmonli tundra, o'rmon (tayga), G'arbiy Sibirning janubida esa, o'rmonli dasht va dasht zonalarini hosil qiladi. Shimolida tundra va o'rmonli zonalarida har xil botqoq gleyli va gleylipodzol tuproqlarda yo'sin va lishayniklar, buta va ko'p yillik o'tlar o'sadi. Shimolida o'rmon (tayga) zonasi o'simliklari eng ko'p tarqalgan. Tayga zonasining eni ayrim joylarda 200 km ga yetadi.

Xulosa qilib aytgahda, hozirga vaqtda gidrometeorologiya stansiyalarini ma'lumotlari umumlashtirilib Yer yuzining barcha nuqtasidagi havo frontlari bo'yicha to'liq ma'lumotlar berib boriladi.



jettkinlar.com.ua/ua

Закажите трансфер в Индии

METEOTREND

Оформить

1 sayyit.com Videolar Soxunalar O'zbekcha

Italiya Calabrie Fronti

Fronti Italiya'dagi in-kirivo soatlariga

1 3 5 2

Dushanba	Seshanba	Chorshanba	Payshanba	Juma	Shanba	Yakshanba	Dushanba	Seshanba	Chorshanba	Payshanba
03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
1yun	1yun	1yun	1yun	1yun	2yun	2yun	2yun	2yun	2yun	2yun

Dushanba, 1yun 3, 2024

kunduzi
10:00 dan 18:00 gacha



+22...+24 °C↑

Bulutli



Quyosh: Kunchiqar 05:30, Quyosh botishi 20:16.
Oy: Oy chiqishi 03:08, Oy botishi 17:04, Oy fazasi: oyning oyi.
Yerning magnit maydoni: tinch
Ultraviyoleak indeks: 8,4 (Juda yuqori)

Shamol: nozik shabada, g'arbiy, tezligi 4-5 sekundiga metr
(1) Shamol shamollari: 12 sekundiga metr
Nisbiy namlik: 57-69%
Bulutlilik: 100%
Atmosfera bosimi: 715 mm sim. ust.
Ko'rinish: 100%

oqshom
18:01 dan 00:00 gacha



+16...+22 °C↓

Bulutli



Shamol: nozik shabada, shamol-g'arbiy, tezligi 2-4 sekundiga metr
Shamol shamollari: 10 sekundiga metr
Nisbiy namlik: 65-90%

Quyosh:
Oy:

Kunchiqar 05:30, Quyosh botishi 20:16.

Oy chiqishi 03:08, Oy botishi 17:04, Oy fazasi: oyning

oyi

Yerning magnit maydoni: tinch

Ultraviyoleak indeks: 8,4 (Juda yuqori)

Kunduzi 13:00
dan 18:00 gacha



+22...+24 °C↑



Bulutli



Havo fronti haqida 1 kunlik ma'lumot

Shamol: nozik shabada, g'arbiy, tezligi 4-5 sekundiga metr

Shamol shamollari: 12 sekundiga metr

Nisbiy namlik: 57-69%

Bulutlilik: 100%

Atmosfera bosimi: 715 mm sim. ust.

Ko'rinish: 100%

Oqshom

18:01 dan 00:00
gacha



+16...+22 °C↓

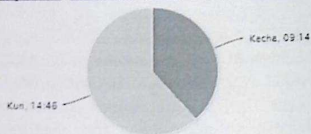
Bulutli



Shamol: nozik shabada, shimoli-g'arbiy, tezligi 2-4 *sekundiga metr*
 Shamol shamollari: 10 *sekundiga metr*
 Nisbiy namlik: 65-90%
 Bulutlilik: 100%
 Atmosfera bosimi: 714-715 *mm sim. ust.*
 Ko'rinish: 99-100%

Dushanba, Iyun 3, 2024 Frontida ob-havo tabiati shunday bo'ladi:
tushdan keyin havo 22...+24°C gacha qiziydi, shamol nuqtasi: +13,4°C; harorat, shamol tezligi va namlik darajasi: Juda qulay; yog'ingarchilik kutilmaydi, nozik shabada shamol 4-5 *sekundiga metr* tezlikda g'arbdan zarba beradi, bulutli osmon; tavsiya etilgan kiyim: ochiq-oydin andallar, payabzal, yopiq sandallar, kediy, sohil shippaklari, paypoqlar, choyshablar, taytalar, shimlar, etek, shim, shim, oson kiyim, futbolikasi, qisqa qisma ko'ylak, bluzka; astronomik mavsumi: bahor;

kechqurun havo
 +16...+22°C ga qadar sovutiladi, shamol nuqtasi: +12,83°C; harorat, shamol tezligi va namlik darajasi: Qulay; yog'ingarchilik kutilmaydi, nozik shabada shamol 2-4 *sekundiga metr* tezlikda shimoliy-g'arbdan zarba beradi, bulutli osmon; mavsum uchun kiyim: payabzal, yopiq sandallar, chizmalar, krossovkalar, kediy, paypoqlar, choyshablar, taytalar, etek, shim, shim, issiq shim, qisqa qisma ko'ylak, uzun ko'ylak, bluzka, uzun ko'ylaklar bilan bluzka, kozok, trikotaj kiyim; astronomik mavsumi: bahor; kun davomiyligi 14:46



Harorat yo'nalishi



Siklonlar. Antisiklonlar. Agar turlicha zichlikka ega bo'lgan iliq va sovuq havo massalari front bo'ylab qarama-qarshi tomonga siljisa, ularning o'zaro ta'siridan front chizig'i egiladi va atmosfera to'liqlari hosil bo'ladi. Sovuq havoga yorib kirgan iliq havo massasi sovuq havoni siqishtirib, iliq frontni vujudga keltiradi. Sovuq havo esa iliq frontni aylanib o'tib, iliq havoni hamma tomondan o'rab oladi va sovuq frontni hosil qiladi. Bunda iliq havoning egallagan maydoni kamayib bo'rad i. Boshqacha aytganda sovuq havo iliq havoni yuqoriga siqib chiqara boshlaydi. Natijada doiraviy havo harakati - uyurma hosil bo'ladi.

Shu asosda markazida yuqoriga ko'tariluvchi oqimi bor va past bosimga ega bo'lgan atmosfera jarayoni - siklon hosil bo'ladi. Havo bosimi markazida minimal bo'lgan va chekkasiga tomon ortib borgan hamda chekkasida maksimal qiymatga erishgan **uyurmaga siklon** deyiladi. Ko'p hollarda bosim 1013 millibar (mb) dan past bosim past bosim (siklon), 1013 millibardan (mb) yuqori bosim esa yuqori bosim (antisiklon) deb ataladi. Past bosimli hududlarda havo odatda bulutli bo'lib, yog'ingarchilik ehtimoli yuqori. Past bosimli hududlarda havo yuqoriga qarab harakatlanadi. Past bosimli hududlarda havo periferiyadan markazga o'tadi. Yuqori bosimli hududlarda vaziyat aksincha. Yerning kunlik harakatiga qarab, 60 shimoliy va janubiy kengliklarda dinamik past bosim zonalari paydo bo'ladi.

Kuchsiz siklonlar markazidagi bosim, havo bosimining o'rtacha (dengiz sathidagi 1010-1015 *gPa*) qiymatidan kam farq qiladi. Vaxshi rivojlangan, kuchli siklonlarda esa markazdagi bosim 950 *gPa* gacha, ba'zi hollarda esa 925 *gPa* gacha kamayishi mumkin. Siklonning markazidagi havo bosimi minimal bo'lgani uchun uning chekkasidagi havo markazga tomon yo'nalishda gorizontalk bank gradient bo'yicha harakat qilishi kerak edi.

Ammo Yer o'z o'qi atrofida aylanma harakat qilgani uchun, uning sirtida harakatlanuvchi jismga shi moliy yarim sharda o'ng tomonga og'diruvchi Koriolis kuchi ta'sir qiladi. Bosim gradienti va Koriolis kuchlarining birgalikda ta'sir etishi natijasida havo massalari siklonning markaziga to'g'ri chiziqlar bo'ylab emas, balki soat strelkasining aylanishiga teskari yo'nalishda spiralsimon egri chiziqlar bo'yicha harakat qiladi. Buning ustiga past bosimli soha harakatda bo'lgani uchun uy- urmalar markaz atrofida yuqorida aytganimizdek soat strelkasiga teskari yo'nalishda aylanadi. Siklonning markazida iliq havoning ko'tarilma harakati mavjud bo'lib, troposferaning yuqori qatlamlariga- cha ko'tarilgan iliq havoning shudring nuqtasi va undan ham past haroratga sovishi natijasida bulutlar hosil bo'ladi va sharoit etarli bo'lganda ulardan yog'inlar yog'adi. Yaxshi rivojlangan siklonlarning diametri 1000-1500 km gacha etadi. Siklon ba'zan diametri 4000-5000 km keladigan maydonni - butun bir materikni egallashi mumkin. Siklonda iliq va sovuq frontlar bor bo'lganidan uning hamma joyida bir xil bulutlar vujudga kelmaydi. Siklonlar taxminan issiq havo massasining harakati yo'nalishida siljiydi.

Shimoliy yarim shaming mo'tadil kengliklarida siklonlar sharqqa yoki shimoli-sharqqa siljiydi. Siklonlar yozda o'rtaacha 30 *km/soat*, qishda esa 40 *km/soat* tezlik bilan harakatlanadi. Siklon bilan birgalikda frontlar ham siljiydi. Ammo sovuq front iliq frontdan tezroq ko'chadi. Shuning uchun har ikkala front orasidagi siklonning iliq havo egallagan sektori asta-sekin kamaya boradi. Bir necha kundan keyin sovuq front iliq frontga etib olganda ikkala front qo'shilib ketadi. Natijada murakkab okklyuziya fronti vujudga keladi. Shu bilan siklonning rivojlanishi tugaydi. Siklonlar har xil fizik xossali havo massalari chegarasida qayta- qayta vujudga keladi. Bir siklon vujudga kela boshlaganda, ikkinchi siklon eng yaxshi rivojlangan, uchinchi siklon esa sonayotgan bo'ladi. Har qaysi siklon 5-6 kun yashaydi va shu vaqt ichida katta masofani o'tadi. Masalan, yozda siklonning o'rtaacha tezligi 25 *km/soat* ga teng va 6 kun yashaydi, shu vaqtda ko'rsatilgan tezlik bilan mazkur siklon 3600 *km* masofani bosib o'tadi.



Rasm. Siklonning ko'rinishi

Kuzatish joyidan iliq va sovuq frontlar o'tganda bulutlarning turlari o'zgaradi. Kuzatish joyiga siklonning iliq fronti yaqinlashganda bosim kamayadi, osmonda patsimon (Ci), qatlamli-patsimon (Gs) bulutlar paydo bo'ladi, so'ngra bulutlar yomg'irli qatlam (Ns) bulutlar hosil bo'lguncha zichlana boradi, bu bulutdan esa burkama yog'inlar yog'adi. Iliq front o'tgach (yoki iliq front o'tgandan bir oz vaqtdan keyin) yog'inlar to'xtaydi. Iliq frontdan keyin siklonning iliq sektori keladi, harorat ko'tariladi, havo bosimining pasayishi deyarli to'xtaydi.

So'ngra siklonning sovuq fronti o'tadi. Siklonning sovuq fronti o'tganda yomg'irli to'p-to'p (Sv) bulutlar vujudga kelib, ulardan jala yog'in yog'a boshlaydi, shamol kuchayadi. Sovuq front ortida harorat keskin

pasayib, bosim orta boradi. Siklonning turli sektorlarida ob-havo turlicha bo'ladi. Siklonlar bizga odatda yog'inli ob-havoni olib keladi.

O'zbekiston Respublikasi hududiga siklonlar ko'pincha janubig'arbdan, g'arbdan esa kamroq keladi.

Antisiklonlar. Antisiklon. Markazida havo bosimi maksimal qiymatga ega bo'lib, chekkasida bosim minimal bo'lgan holatga **antisiklon** deyiladi.

Demak, antisiklon yuqori bosimli soha bo'lib, uning markazida havo bosimi maksimal, chekkasiga qarab kamayib boradi. Antisiklonda havo massalari markazdan chekkaga qarab shimoliy yarim sharda soat strelkasi aylanish yo'nalishida harakatlanuvchi uyurmani vujudga keltiradi.

Antisiklonda havo massalari markazdan chekkaga qarab harakatlangani uchun markazda bosim kamayishi, markaz bilan chekkadagi bosimlar tenglashishi kerak edi. Ammo antisiklonda markazdagi yuqori bosim uzoq vaqt saqlanib qoladi. Buning sababi shuki, yer sirtida markazdan chekkaga tarqaluvchi havo oqimi o'mini markazga yuqoridan pastga tushuvchi havo bilan qoplanadi. Yuqori bosimli sohalar havoning pastga qarab yo'nalishdagi oqimi bilan sodir bo'ladi.

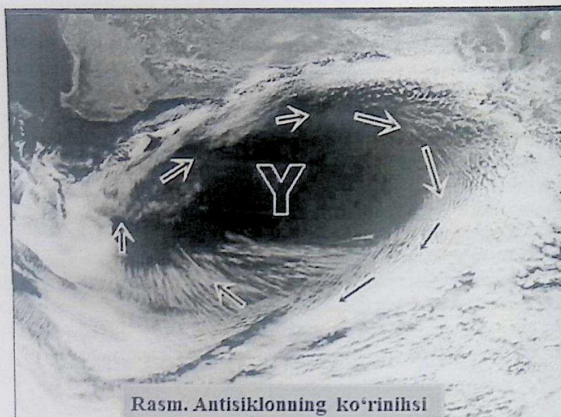
Antisiklonlar diametri 2-3 ming km va undan ham katta hududlarni qamrab oladi. Antisiklon markazida havoning yuqori qatlamlardan pastga oqimi mavjud bo'lgandan, pastga tushayotgan havo adiabatik isiydi va uning tarkibidagi suv bug'lari to'yinish holatidan uzoqlashadi (bulutlar asta-sekin tarqaladi). Shuning uchun bizning hududimizdan antisiklon o'tayotganda yozda havo ochiq va issiq qishda havo ochiq va sovuq bo'ladi. Antisiklonda yozda havo quruq va issiq bo'lgani uchun atmosfera qurg'oqchiligini vujudga keltirishi mumkin. Antisiklonlarda qishda erga yaqin havo qatlamida harorat inversiyalari tashkil topadi.

T.Muxtorovning ko'rsatishicha, O'rta Osiyo hududida kuzatiladigan antisiklonlarning 70 foizi shu hududdan o'tib ketadi, 22 foizi shu yerda tashkil topadi, 8 foizi esa shu hudud ustida yo'qolib ketadi.

Antisiklonlar O'zbekiston Respublikasi hududiga ko'pincha shimoli-g'arbdan keladi.

Antisiklonlar doimo harakat qiladi, lekin ularni bir xil maqsadga ega emas. Ular turli yo'llar bo'ylab past bosimli hududlarni yo'naltiradi. Ular ba'zan bir necha hafta davomida joylashadigan joylarda qat'iyatli bo'lib qoladilar.

Bunday turg'un antisiklonlar «yuqori to'siqlar» (omea, rex) deb nomlanadi. Qishda juda sovuq ob-havo ularning uzoq vaqt davom etishi va o'sishiga olib kelishi mumkin, ayniqsa havo oqimlari Rossiya va Sibirdan kelgan bo'lsa. Tegishli bosim pozitsiyalarida ular doimiy qor yog'ishiga olib kelishi mumkin. Yozgi mavsumda ular uzoq vaqt davomida issiq kunlar va ba'zan qurg'oqchilikka olib kelishi mumkin.



Rasm. Antisiklonning ko'rinishi

Testlar

1. Tuproqning solishtirma issiqlik sig'imi nima?

- a) 1 kg tuproqni 1 °C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- b) 1 m³ tuproqni 1 °C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- c) 10 kg 10 °C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- d) 10 m³ tuproqni 10 °C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori

2. Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi nima?

- a) Issiqroq qatlamdan sovuqroq qatlamga issiqlik uzatish qobiliyati
- b) Faol qatlamga issiqlikni kirishi va to'planishi
- c) Faol qatlamni havoga issiqlik uzatish qobiliyati
- d) Tuproq pastki qatlamlaridagi issiqlikni behuda sarflanishi

3. Tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi nima?

- a) 1 m³ tuproqni 1 °C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- b) 1 kg tuproqni 1 °C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- c) 10 kg 10 °C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori
- d) 10 m³ tuproqni 10 °C ga isitish uchun zarur bo'ladigan energiya miqdori

4. Tuproq haroratining sutkalik amplitudasi nima?

- a) Maksimal tuproq temperaturasidan minimal temperatura ayirmasi
- b) Optimal tuproq temperaturasidan minimal temperatura ayirmasi

c) O'rtacha sutkalik tuproq temperaturasidan minimal tuproq temperaturasini ayirmasi

d) Kunduzgi va tungi o'rtacha sutkalik temperaturalar ayirmasi

5. Tuproqni turli chuqurliklaridagi temperaturasi qaysi asboblari yordamida o'lchanadi?

a) Savinov termometrlari va termometr shchuplar bilan

b) Psixrometrik va maksimal termometrlar bilan

c) Minimal termometrlar bilan

d) Albedometr va aktinometrlar bilan

6. Chigitni unib chiqishi uchun minimal tuproq temperaturasini aniqlang?

a) 11-12 °C, b) 14- 15 °C, c) 5-6 °C, d) 8-10 °C

7. Havoni isishi qanday usullarda amalga oshadi?

a) Konveksiya, turbulentslik, kondensatsiya, adveksiya

b) Siklon, antisiklon, kondensatsiya

c) Konveksiya, siklon, antisiklon

d) Havo massalarini ko'chishi

8. Faol harorat nima?

a) O'rtacha sutkalik harorat 10 °C va undan yuqori bo'lgan kunlardagi haroratdir

b) O'rtacha sutkalik harorat 5 °C va undan yuqori bo'lgan kunlardagi haroratdir

c) O'rtacha sutkalik haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

d) Biologik maksimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

9. Effektiv harorat nima?

a) O'rtacha sutkalik haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

b) Optimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

c) Maksimal haroratdan biologik minimal haroratni ayirmasi

d) Kunduzgi haroratdan tungi haroratni ayirmasi

10. G'alla ekinlari uchun biologik minimal haroratni aniqlang?

a) 5-6 °C, b) 11-12 °C, c) 1-2 °C, d) 14-15 °C

11. Havo temperaturasini o'lchaydigan asboblarni aniqlang?

a) Psixrometrik, maksimal, minimal termometrlar

b) Stansion va aspirasion psixrometrlar

c) Barometr va barograflar

d) Albedometr, aktinometr, barometrlar

12. Havo temperaturasining vertikal yo'nalishda o'zgarishini aniqlang?

a) Har 100 metrda 0,5-0,6 °C ga pasayadi

b) Har 100 metrda 0,8-0,9 °C ga pasayadi

c) Har 100 metrda 0,8-0,9 °C ga oshadi

d) Har 100 metrda 0,5-0,6 °C ga oshadi

13. Havoning absolyut namligi nima?

- a) Ma'lum haroratda 1 m^3 havoning tarkibidagi suv bug'larining grammlarda ifodalangan miqdori
- b) Ma'lum haroratda 1 m^3 havoning tarkibidagi suv bug'larining defisiti
- c) Troposferaning yuqori chegarasida suv bug'larini grammlarda ifodalangan miqdori
- d) Troposferaning yuqori chegarasida mavjud suv bug'lari defisiti.

14. Mahalliy siklon nima?

- a) Joyning harorat sharoiti, ya'ni isigan sirtning bevosita ta'siri natijasida paydo bo'ladigan siklon.
- b) Joyning harorat sharoiti, sovugan sirtning bevosita ta'siri natijasida paydo bo'ladigan siklon.
- c) Troposferaning yuqori chegarasida suv bug'larini grammlarda ifodalangan miqdori.
- d) Joyning harorati, sovushi yoki isishida sirtning ta'siri natijasida paydo bo'ladigan siklon.

15. Maksimal termometr qanday asbob?

- a) Kuzatish muddatlari orasidagi eng yuqori haroratni qayd qilish uchun meteorologik stansiyalarda ishlatiladigan simobli termometr.
- b) Tuproq haroratini o'lchaydigan simobli termometr.
- c) Havo haroratini o'lchaydigan simobli termometr.
- d) Tuproq chuqurligi haroratini o'lchaydigan simobli termometr asbobi.

Sinov savollari

- 1. Tuproqning solishtirma issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
- 2. Havo temperaturasini o'lchaydigan asboblarning turlarini keltiring?
- 3. Mahalliy siklon nima?
- 4. Havoning absolyut namligi den nima aytiladi?
- 5. Chigitni unib chiqishi uchun minimal tuproq temperaturasi qancha?
- 6. Havo temperaturasining vertikal yo'nalishda o'zgarishini nimani anglatadi?
- 7. Havo temperaturasini o'lchaydigan asboblarni keltiring?
- 8. Effektiv harorat nima?
- 9. Aerozollar deb nimaga aytiladi va ular atmosferaga qanday usullarda o'tadi?
- 10. Tuproq havosining tarkibi atmosfera havosiniki bilan bir xilmi yoki farqi bormi? Agar farqi bo'lsa uni qanday tushuntirasiz?
- 11. Atmosfera bosimi deb qanday kattalikka aytiladi?
- 12. Atmosfera bosimi qanday birliklarda o'lchanadi?
- 13. Atmosfera bosimi balandlik bo'ylab qanday o'zgaradi?

BOB X. IQLIM VA UNING QISHLOQ XO'JALIK ISHLAB CHIQRISHI UCHUN AHAMIYATI.

§10.1. Iqlim haqida asosiy ma'lu motlar. Iqlimni vujudga keltiruvchi omillar.

Biror hududning iqlimi o'sha hududdagi ob-havo bilan uzviy bog'langanligini ko'pchilik biladi. Shu sababli, eng avval ob-havo va iqlim tushunchalarining farqini tushunib olish kerak. Ob-havo deganda, biror joy yoki hudud atmosferasidagi meteorologik kattaliklar uzluksiz o'zgarishlarining majmui tushuniladi. Ob-havo yildan-yilga ma'lum chegaralarda o'zgarib turadi.

Iqlim deganda Yer sharidagi har bir joyning geografik holatiga qarab aniqlanadigan atmosfera rejimi (ob-havo sharoitlari) ning statistik tartibi (o'rtacha ko'p yillik ma'lumoti) tushuniladi. Yoki biror joyga xos bo'lgan ko'p yillik ob-havo rejimiga **iqlim** deyiladi. Geografik holat deganda faqat joyning geografik kengligi, geografik uzunligi va dengiz sathidan balandliginigina tushunilmay, Yer sirtining xususiyatlari, orografiyasi, tuproq qatlami kabilar ham tushuniladi. Atmosfera rejimi yil davomida, ya'ni qishdan bahorga va yozga, yozdan kuz va qishga o'tish vaqtida mavsumiy iqlim sharoitida ma'lum darajada o'zgaradi. Iqlimning o'zgarishlari tebranish xususiyatiga ega bo'lib, u yoki bu tomonga iqlimiy me'yordan chetlashib turadi.

Iqlimshunoslik-yer sharining turli-tuman mintaqalaridagi iqlimni o'rganadigan fan sohasi. Iqlimshunoslik iqlimni hosil qiladigan jarayonlar natijasida va geografik omillar ta'sirida iqlimlar genezisini aniqlash, Yer sharining turli viloyatlari iqlimini tavsiflash, tasniflash va ularning taqsimlanishi, o'tgan tarixiy va geologik (paleoiqlimshunoslik) davrlar iqlimini o'rganish bilan shug'ullanadi. Hozirgi vaqtda iqlimning o'zgarishi bashoratini berish masalasi ham iqlimshunoslik fanining vazifasiga kiradi.

Iqlim elementlari. Iqlimni tavsiflovchi va iqlim ko'rsatkichlariga asos bo'ladigan meteorologik kattaliklar. Iqlimiy omillar deganda iqlimni hosil qiluvchi sharoitlar tushuniladi. Iqlimni hosil qiluvchi asosiy omillarga quyosh radiyasiyasi, atmosferaning umumiy sirkulyasiyasi va Yer sirti xususiyatlari kiradi. Iqlim barqarorligi. Ma'lum joy iqlimining uzoq vaqt saqlanish xususiyati. Iqlim barqarorligi quyosh radiyasiyasining kelishi, Yer sirtining tuzilishi, mahalliy geografik sharoitlarning uncha ko'p o'zgarishligi bilan tushuntiriladi. Iqlim barqarorligi tushunchasi nisbiy bo'lib, aslida iqlim o'n yillar mobaynida tebranish va g'alayonlarga duch kelganidek, geologik davrlarga teng ming yillar davomida ham progressiv o'zgarishlarga duch keladi.

Iqlim boniteti. Qishloq xo'jalik ekinlari mahsuldorligini iqlim orqali baholash.

Iqlim meliorasiyasi. Iqlimni vujudga keltiruvchi jarayonlarga faol aralashish yo'li bilan inson tomonidan iqlimning yaxshilanishi. Iqlim meliorasiyasining asosiy vazifasi qishloq xo'jalik o'simliklarining rivojlanish sharoitlarini yaxshilash hisoblanadi. Shu sababli iqlim meliorasiyasi botqoqliklarni quritish, ekin maydonlarini shamoldan to'suvchi daraxtzorlarni ko'paytirish, tuproq meliorasiyasi va sun'iy sug'orish, tog' va cho'l mintaqalarida sun'iy yo'l bilan yog'in yog'dirish usullari orqali amalga oshiriladi va qishloq xo'jalik meliorasiyasining tarkibiy qismiga kiradi.

Iqlim bashorati. Ko'p yillik davr uchun iqlim o'zgarishini oldindan aytish, o'ta uzoq muddatli bashorat. Bu holni iqlim ma'lumotlariga asoslangan uzoq muddatli ob-havo bashorati bilan aralashtirmaslik lozim.

Iqlim xaritasi. Biror iqlim ko'rsatkichi yoki ko'rsatkichlarining Yer yuzasidagi taqsimot xaritasi.

1. Ko'p yillik ma'lumotlar asosida meteorologik kattaliklarning o'rtacha, ustunlik qiladigan, chetki yoki bu qiymatlarning takrorlanish, boshlanish va tugallanish muddatlarining taqsimlanishini aks ettiradigan xaritalar.

2. Ko'p yillik ma'lumotlarga ko'ra biror atmosfera hodisasi (momaqaldiroq, tuman) taqsimlanishini ko'rsatadigan xarita.

Iqlim atlas. Iqlimiy xaritalar to'plami.

Iqlim yaratuvchi jarayonlar. Butun yer shari mintaqalarida iqlimni belgilaydigan atmosfera jarayonlari: issiqlik almashinuvi, namlik aylanishi, atmosferaning umumiy va mahalliy sirkulatsiyasi.

Iqlimiy gradiyent. Har 100 m balandlikka vertikal ko'tarilganda havo harorati o'zgarishlarining o'rtacha qiymati. Bu miqdor kuzatish ma'lumotlarini iqlimiy ishlovda tekislik stansiyalaridagi haroratni dengiz sathidagi qiymatiga keltirishda qo'llaniladi. MDH ga kiruvchi mamlakatlarda iqlimiy gradiyentni $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ga teng deb qabul qilingan.

Iqlimiy zona. Gyeografik kengliklar bo'yicha anchagina cho'zilgan va bir xil iqlimiy ko'rsatkichlari bilan ajralib turadigan iqlimiy hududlashtirishning eng yirik bo'lagi.

Iqlimiy kurort. O'zining iqlim sharoitlari bilan iqlimiy davolash uchun qulay bo'lgan joy. Iqlimiy kurortning har xil: qishki, yozgi, tog', dengiz va boshqa turlari mavjud.

Iqlimga moslashish. Tirik mavjudotlarning yangi tashqi muhit sharoitiga ko'nikishi.

Iqlim terapiyasi. Ma'lum iqlim sharoitlaridan foydalanib o'pka, yurak va boshqa xastaliklarni davolash.

Iqlimiy me'yor. Ko'p yillik kuzatishlardan olingan iqlimning asosiy statistik xususiyatlari, ko'pincha, bu ko'p yillik o'rtacha kattalikdir. Iqlimiy

me'yor bir necha yil davomida olib borilgan kuzatish ma'lumotlari asosida hisoblangan o'rtacha oylik, yillik yog'inlar miqdori yoki o'rtacha kunlik, oylik, yillik harorat. shuningdek, mete- orologik kuzatishlarning ko'p yillik qatoridagi eng chetki qiymatlari ham iqlimiy me'yor bo'la oladi. Bundan tashqari atmosfera hodisalarining boshlanish muddatlari, ularning takrorlanishi haqidagi ma'lumotlar ham iqlimiy me'yor bo'lishi mumkin.

Iqlimiy mintaq. Gyeografik joylashishi va sharoitlari ta'sirida ma'lum iqlim turiga ega bo'lgan mintaq. Odatda iqlimiy mintaq muayyan joyning geografik mavqeyiga qarab aniqlanadi.

Iqlimiy muddatlar. Meteorologik kuzatishlarning o'rtacha mahalliy vaqtdagi muddatlari MDH ga kiruvchi mamlakatlarda soat 0, 6, 12 va 18 lar meteorologik kuzatishlarning asosiy muddatlari hisoblanadi. Ana shu muddatlarda o'tkazilgan kuzatishlar iqlim xususiyatlarini aniqlashda foydalaniladi. 1963 yilgacha 1,7, 13 va 19 soatlar iqlimiy muddatlar deb hisoblangan. Keyin esa sutka davomida 8 marta, ya'ni har 3 soatda ob-havoni kuzatish boshlangan.

Iqlimiy stansiya. Kuzatishlar, iqlim xususiyatlarini aniqlash uchun foydalaniladigan va iqlim muddatlarida kuzatishlar o'tkazadigan meteorologik stansiya.

Iqlimiy bashorat. Iqlimshunoslik ma'lumotlari asosida berilgan uzoq muddatli ob-havo bashorati. Ko'rilyotgan davr (o'n kunlik, oy va boshqalar) uchun meteorologik elementlarning holati va taqsimlanishi haqidagi, shuningdek, oldingi yillardagi kuzatishlarni statistik ishlov natijasida olingan, ularning u yoki bu turining boshlanish ehtimoli haqidagi ma'lumotlar ob-havo bashorati sifatida qavul qilinishi mumkin.

Iqlimiy hududlashtirish. Viloyat, mamlakat, qit'a, okean yoki butun Yer sharini iqlim rejimlarining ma'lum darajada bir xilligiga qarab, zona va mintaqalarga bo'lish.

Iqlimning asriy tebranishi. Yer tarixi (ya'ni min. yillar) davomida ro'y beradigan iqlimning asta-sekin asriy o'zgarishlari.

Iqlimning geografik omillari. Iqlimni hosil qiladigan jarayonlarning kechishi, ya'ni berilgan joy iqlimini belgilaydigan geografik sharoitlar. Bunga joyning geografik kengligi, dengiz sathidan balandligi, taglik sirtlarning quruqlik yoki dengizdan iboratligi, quruqlikning okean va dengizdan uzoqligi, joylarning turli shaklli relyefi, okean oqimlari, tu- proq sirtlarining xususiyatlari, quruqlik ustida o'simlik, qor va muz qoplamlarining taqsimlanishlari kiradi.

Iqlimning kontinentalligi. Iqlimni hosil qiladigan jarayonlarga qit'alarining ta'siri bilan aniqlanadigan iqlimning o'ziga xos xususiyatlari majmui. Iqlimning kontinentallik xususiyati, havo haroratining yillik va kunlik amplitudasi kattalashganligi, yozda va kunduz kunlari nisbiy namlik va bulutlarning kamayganligi bilan ifodalanadi.

Iqlimning radiatsion omillari. Quyosh radiatsiyasining atmosferaga va yer sirtiga tushishi, uning yutilishi, sochilishi, qaytishi, yer sirti va atmosferaning xususiy nurlanishidan iborat bo'lgan omillar. Haqiqiy iqlimni hosil qilishda radiatsion omildan tashqari, atmosfera sirkulyatsiyasi va nam almashinish jarayonlari ham qatnashadi.

Iqlimning texnogen o'zgarishi. Xalq xo'jaligining rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan iqlim o'zgarishi, jumladan industrial qurilmalarda yoqilg'i yoqilishi tufayli atmosferada karbonat angidrid gazini miqdorining ortishi sababli havo haroratining ko'tarilishi.

§10.2. Iqlimning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati.

Iqlim-parvarish qilinayotgan qishloq xo'jalik ekinlari va chorvachilikning mahsuldorligini birmuncha darajada aniqlaydi. Shuning uchun hududlarning iqlimiy imkoniyatlaridan to'g'ri foydalanish maqsadida dastavval iqlimni o'rganish zarur, uning qishloq xo'jaligidagi ahamiyatini aniqlash va noqulay ob-havo sharoitlaridan zarar ko'rishini kamaytirish usullarini bilish kerak. O'zbekiston Respublikasining turli rayonlarida har yili qishloq xo'jaligiga noqulay bo'lgan ob-havo ham kuzatiladi. Ob-havo zararidan kafolatlanmagan hududlarda ham dehqonchilikdan mo'ljil hosil olish mumkin. Bu esa hududlar iqlimiy sharoitlarining shakllanishini bilishni talab etadi va undan foydalanib kafolatlangan hosil miqdorini olish mumkin bo'ladi.

Iqlim qishloq xo'jaligining tayanchi va uni shu nuqtai nazardan baholashda, birinchi navbatda, havoning ko'p yillik harorat rejimi va tuproqning namlanish darajasini ilmiy-amaliy tahlillari natijalariga asoslanadi. Eng muhimi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida iqlimga nisbatan quyidagilarga e'tibor qaratiladi:

1) o'simliklarning vegetatsiya davrida yoki uning alohida fazalararo davrida termik va qisman yorug'lik sharoiti;

2) bu davrlarda tuproqning namlanish sharoiti, shular qatorida yog'inlar rejimi va tuproq qalinligi;

3) ko'p yillik o'simliklar va kuzda ekilgan don ekinlarining qishki sharoiti - qor qoplamining balandligi, havo va tuproq haroratining ta'siri;

4) qishloq xo'jaligi uchun xatarli bo'lgan nomaqbul meteorologik hodisalar.

Iqlimni baholash tamoyillaridan biri qishloq xo'jalik ekinlari uchun iqlimga va yetishtirish muhitiga bo'lgan talabi, aniqrog'i maqbul tuproq va havo harorati, haroratning yig'indisi, namlik miqdori, yuqori hosil olishga yaratiladigan sharoitlar haqida agroiqlimiy mezon va ko'rsatkichlar bo'lish shart.

Ma'lumki o'tgan asrning 50-60 yillarida Yer shari bo'yicha ob-havo va iqlim sharoitlari ko'pchilik qishloq xo'jalik ekinlari uchun yuqori

mahsulot olishga maqquul keldi. Natijada turli mutaxassis olimlar tomonidan ob-havo va iqlimning qishloq xo'jaligi ekinlariga ta'sir etishi inkor etila boshlandi. Ammo undan keyingi yillar esa buning aksi bo'lib chiqdi. Yuqoridagi tezis noto'g'riligini qishloq xo'jaligining barcha sohasida va ilmiy ishlarda isbotlandi.

Iqlimshunoslik-meteorologiya fanining amaliy bo'limi. Undan xalq xo'jaligining turli sohalarda qurilish, transport, ayniqsa qishloq xo'jaligida keng foydalaniladi. Iqlim aslida grekcha klimatos - yuzaning quyosh nuriga nisbatan nishabligi degan ma'noni anglatadi va uni fanga eramizdan oldingi II asrda Gipparx kiritgan. Qadimgi greklar turli geografik kenglikdagi joylar iqlimi farqini quyosh nurlarining Yer yuziga tushish qiyaligi va kunning necha soat davom etishiga qarab aniqlashgan.

Iqlimning eng muhim kattaliklari qatoriga meteorologik stansiyalarda o'lchangan va qayd etilgan havo harorati, havo namligi, bulutlik, atmosfera yog'inlari, shamol rejimi, atmosfera hodisalari, changli bo'ron, tuman, momaqaldiraq, do'l, izg'irin kabilar kiradi.

§10.3. Iqlimning shakllanishiga Quyosh radiyasiyasi, atmosfera sirkulyasiyasi, taglik sirt va joy relyefining ta'siri. Iqlimlar tasnifi.

Iqlimlar tasnifi - bu Yer sharida kuzatiladigan iqlim turlarini, ularning biror belgilari yoki paydo bo'lish sharoitlari bo'yicha guruhlariga ajratishdir. Iqlimlarni tasniflashdan maqsad shu vaqtga qadar iqlim haqidagi to'plangan ma'lumotlarni tizimga solish va har xil turdagi iqlimlarning guruh belgilari hamda yer shari bo'yicha yoki dunyoning global iqlimiy belgisi va xususiyatlarini ishlab chiqishdan iborat. Shubhasiz ona-yer zaminining bir butun holatdagi iqlimini o'rganish va ularning o'xshashlik taraflarini guruhlariga ajratish zarur, lekin bu juda murakkab vazifadir. Iqlimlarni guruhlariga ajratishning amaliy ahamiyati shundan iboratki, faqatgina iqlim guruhlarning bir-biriga o'xshashligini emas, balki tafovutlarini aniqlash ham muhimdir.

Qadimdan insonlar ob-havo va iqlimni bilishga qiziqishgan. Gipparx yerning odamlar yashaydigan qismini 12 ta iqlimga ajratgan. Geografiyaning iqlimlar nazariyasiga to'la rioya etgan holda birinchi marta iqlimlar tasnifini Muso al-Xorazmiy bayon qilgan va Yerning insonlar yashaydigan obod qismini yetti iqlim turiga ajratgan. O'sha davrdagi olimlardan farqli o'laroq, u 1-iqlimdan to 7-iqlim turi joylashgan geografik joylarni tavsif etgan. Iqlimshunoslik fanining rivojlanishi va uni amaliyot uchun qo'llash talabgorlarining ortishi tufayli bir necha iqlimlar tasniflari tuzilgan. Hozirgi vaqtda eng ko'p tarqalgan iqlimlar tasniflarini V.P.Koppen, L.S. Berg, V.P.Alisovlar ishlab chiqqan. Iqlimshunos olimlar iqlimlarni tasniflashda quyidagi shartlarga e'tiborlarini qaratishgan iqlimni tasniflash meteorologik kuzatishlar natijasida to'plangan aniq ma'lumotlar asosida olib borilishi

lozim; turli guruhdagi iqlimlar o'rtasidagi chegara tabiiy chegaralarga to'g'ri kelishi yoki shunga yaqin bo'lishligi kerak; iqlimlarni tasniflashda iqlimning qanday vujudga kelishini hi- sobga olgan holda tuzish kerak.

V.P.Koppenning tasnifiga o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydigan ikkita iqlim kattaliklari eng issiq va sovuq oylardagi o'rtacha harorat va namlik, hamda o'rtacha yillik harorat, yog'inlarning oylik va yillik miqdori asos qilib olingan. U yer shari iqlimiy zonalarini 5 guruhga ajratgan: nam tropik, quruq, mo'tadil iliq, mo'tadil sovuq va qorli hududlarga bo'lgan. Buning zaminida iqlimni yana 12 ta guruhga va yana birmuncha toifalarga ham bo'lib chiqqan. Umuman olganda, V.P.Koppenning iqlimiy tasnifi botanika-geografik rayonlashtirish bilan uzviy bog'langan. Shu sababli uning tasnifini geobotaniklar e'tirof etishdi va amaliy ishlarida foydalanishdi. L.S.Berg iqlim tasnifining V.P.Koppen tasnifidan farqi shundaki, u o'zining tasnifida geografiya tamoyillaridan foydalangan holda kenglik va balandlik iqlim zonalarini bir-biridan ajratib landshaft zonalarini asos qilib oldi (tundra, tayga, keng bargli o'rmonlar va hokazolar). Uning tasnifiga muvofiq iqlim guruhlari avvalo ikkiga: tekisliklar va balandliklar iqlimiga bo'linadi. L.S.Berg tasnifi bo'yicha tekisliklarda **12 ta iqlimiy zona quyidagicha ajratilgan;**

1. Abadiy sovuqlar iqlimi. 2. Tundra iqlimi. 3. Tayga iqlimi. 4. O'rtacha zonalaridagi keng bargli o'rmonlar iqlimi. 5. Musson iqlimi. 6. Dasht iqlimi. 7. O'rta dengiz iqlimi. 8. Subtropik o'rmonlar zonasi iqlimi. 9. Materiklar ichkarisidagi cho'llar iqlimi. 10. Tropik cho'llar iqlimi. 11. Sabannalar yoki tropik o'rmon dashtlar iqlimi. 12. Nam tropik o'rmonlari iqlimi.

Akademik L.S.Bergning tasnifida iqlimlar o'rtasida farq emas, balki landshaft zonalarini yotadi. Iqlimlarni tasniflashda uzoq yillar davomidagi kuzatishlar natijasi bo'lgan meteorologik aniq ma'lumotlar olinadi degan shartga bu tasnif javob bera olmaydi. Sobiq Ittifoq davrida iqlimlarni tasniflashda V.P.Alisovning tasniflashi ommaga keng tarqalgan edi. Unda yer shari ustidagi havo massalarining harakati (atmosfera sirkulatsiyasi) asos qilib olingan.

Troposferadagi asosiy havo massalarining mavsumiy taqsimlanishiga va yetakchi havo frontlarining holatlariga bog'lab to'rtta asosiy iqlimiy zona hamda uchta o'tish zonalarini ajratilgan. Asosiy zonalariga ekvatorial, tropik, mo'tadil kengliklar va arktik hamda janubiy yarim sharda antarktik zonalar kiradi.

Iqlimshunos olimlar iqlimni ushbu ayrim turlarga ajratishgan. dunyo (global) iqlimi, mintaqaviy yoki mahalliy iqlim, mikroiqlim va fitoiqlim.

S.P.Xromov va M.A.Petrosyanslar bo'yicha: *a) dunyo (global) iqlimi* bu bir necha o'n yillik davrlarda «atmosfera-okean-quruqlik- kriosfera-biosfera» tizimidan o'tgan vaqtdagi majmuiy holat statisti- kasidir; *b) mahalliy iqlim*

muayyan hududning geografik joylanish sharoitiga bog'liq bo'lgan, u yoki bu joyning ko'p yillik davrdagi atmosfera majmuiy sharoitining ko'p yillik qiymatidir.

Demak, dunyo (global) iqlimi yerning geografik holatdagi har bir joyining atmosfera (ob-havo) sharoitlari statistik rejimi. Bunda iqlimning o'ziga xosligi, uning quyosh faoliyati, okeanlar va atmosferaning o'zaro harakati, sesmik faoliyat va inson faoliyati (antropogen faoliyat) tufayli qisqa davrda (mavsumiylik) hamda uzoq o'n, yuz va ming yillar davrlardagi o'zgarib (tebranib) turishi tushuniladi.



O'zbekiston iqlimi haqida qisqacha ma'lumot. Iqlim-joyning geografik kengligi, uning dengiz sathidan balandligi, okeandan qanday mpsofada joylashganligi, rel'yefi, taglik sirt turi va atmosfera sirkulatsiyasining o'zaro ta'sirida vujudga keluvchi ob-havoning ko'p yillik rejimidan iboratdir. Shu sababli O'zbekiston Respublikasini dunyo xaritasida geografik joylashishini umumiy maydoni 448 900 km², shundan 425 400 km² (95 %) -quruqlik SHvetsiyadan biroz katta. GMITI olimlari O'zbekiston hududini asosan uch iqlim zonasiga - cho'l va dasht zonasiga, tog' oldi zonasiga va tog'li zonalarga bo'lish mumkinligini va bir zonadan ikkinchi zonaga o'tish chegarasi keskin bo'lmay, ma'lum jihatda nisbiyligini qayd etishgan:

Cho'l va dasht zonasiga O'zbekistonning jami tekisliklarini - Ustyurt platosi, Qizilqum, Qarshi, Dalvarzin va Mirzacho'l cho'llarini o'z ichiga qamrab oladi.

Mazkur zonaning asosiy iqlimiy xususiyatlari quyidagicha: Yillik yog'ingarchilikning o'rtacha miqdori 200 mm dan oshmaydi. Bahor erta va qisqa muddatli bo'ladi, aprel oyida havo isiydi, may oyida yoz boshlanadi va yog'ingarchiliklar to'xtaydi. Issiq davr-iyul, ba'zan avgust oylariga to'g'ri keladi, respublikaning janubi-sharqiy hududlarida havo harorati +50°C ga yetadi.

Yog'ingarchiliklar kuzda boshlanib havo harorati pasayadi, oktabr oyi oxirida sovuq tushishi mumkin. Qish ko'pincha iliq, qisqa muddatli va uncha ko'p bo'lmagan qor qoplamida shakllanadi, qish sovuq kelgan yillarda

daryolar va Orol dengizi muzlaydi, havo harorati -35°C gacha pasayadi. Qor qoplamining o'rtacha qalinligi 4-8 *cm*, eng ko'pi - 30 *cm* ni tashkil etadi.

*Tog' oldl zonas*i Tyanshan va Hisor-Oloy tog' tizimlarining dengiz sathidan 300-400 *m* dan 600-1000 *m* gacha bo'lgan balandliklardagi hududlarni o'z ichiga qamrab oladi. Bu zonaning iqlimiy xususiyatlari quyidagicha: O'rtacha yillik yog'ingarchilik miqdori cho'l zonasiga o'xshash va eng ko'p yog'ingarchilik mart-aprel oylariga, eng kami-yoz oylariga to'g'ri keladi. Bahor fevral oyining oxiri mart oyining boshlarida boshlanadi, ammo tuproqda kech bahorgi sovuq tushishi aprel oyi oxirlarigacha, ba'zi tumanlarda esa may oyida bo'ladi. Yozda-tekisliklardagi hududlarga nisbatan jazirama kunlar kamroq, ammo ayrim joylarda eng yuqori harorat $45-46^{\circ}\text{C}$ ga yetadi.

Kuz fasli sentabr oxiri-oktabr boshlarida boshlanadi. Bulutli kunlar ko'payadi, ba'zan surunkali yomg'ir yog'adi. Oktabr oyi o'rtalarida sovuq tushadi. Qish bu zonada cho'ldagiga nisbatan iliq keladi, barqaror qor qoplami 10-20 va 40-60 *cm* ni tashkil etadi. Ammo qor qoplami har yili qishda hosil bo'lavermaydi.

Tog' zonasiga dengiz sathidan 600-1000 metrdan yuqori bo'lgan hududlar kiradi.

Bu zonaning iqlimiy xususiyatlari quyidagicha: O'rtacha yillik yog'ingarchilik miqdori 400 *mm* dan ortiq, tog'ning yuqori zonasida yog'ingarchilik ba'zan 2000 *mm* gacha yetadi. Bu zonada yog'ingarchiliklar yil bo'yi bo'lib turadi, ammo eng ko'p miqdori aprel-may oylariga to'g'ri keladi. Tog'da harorat tekislik va tog' oldi zonasidagiga nisbatan past, asosan joyning baland-pastligiga bog'liq bo'lib, har 100 *m* balandlikka ko'tarilgan sari o'rta hisobda $0,6^{\circ}\text{C}$ ga pasayadi. Yozning tun paytlarida qiyaliklarning quyi qismida inversiya - havo haroratining balandlik bilan oshish holi yuz beradi. Shu sababli vohalarning quyi qismlarida, ayniqsa botiqliklarda havo harorati tog' qiyaliklardagiga nisbatan past bo'ladi. Dengiz sathidan 800-1000 *m* balandlikdan yuqorida barqaror qor qoplami hosil bo'ladi. Qishda qor qalinligi 60 *cm* dan oshadi va ba'zan 1,5-2 *m* ni tashkil etishi mumkin. O'zbekiston iqlimining o'ziga xos yana bir xususiyatini qayd etamiz: Respublikaning sovuq havo oqimi kirib kelishidan himoyalangan rayonlarida radiatsion balans miqdori butun yil davomida musbat bo'ladi; shimoliy rayonlarning chekkasi va o'rta qismlarida qish davrida (dekabr-yanvar oylarida ayrim yillarda) radiatsion balans manfiy bo'ladi; tog'li rayonlarda radiatsion balans 4 oy (noyabr-fevral) mo- baynida manfiy balansni tashkil etadi va yillik radiatsion balansning 15 foiziga to'g'ri keladi; radiatsion balansning sutka davomida o'zgarishi; a) kunduz kunlari odatda musbat; b) kechasi to'g'ri va sochilgan radiatsiya kel- masligi sababli - manfiydir.

O'zgidromet meteorologik stansiyalarida o'lgangan havo harorati ob-havo va iqlim rejimini ifodalaydi va muhim meteorologik kattaliklar qatoriga

kiradi Bu o'rtacha, maksimal va minimal, bir kecha-kunduzlik (sutkalik), besh va o'n kunlik (sutkalik), oylik va yillik haroratdir.

O'zbekistonning iqlimiy xususiyatlaridan yana biri havo harorati bahorda o'simliklarga zarar keltirishi mumkin va shu sababli sovuq- salqin havo bo'lishining oxirgi sanalarini bilish muhim amaliy ahamiyatga ega.

Samarqand viloyati shahar oldi Zarafshon daryosi atrofi tumahlaridagi havo va

tuproq qatlami haroratini o'zgarishi o'rganildi.

O'simliklarni o'sish-rivojlanishida havo va tuproq haroratining ahamiyati kuchli ta'sir ko'rsatadi. Dala tajribalari iqlim o'zgarishlariga bog'liq bo'lganligi sababli aynan havo va tuproqning 16 cm qatlaminin harorati kartoshkaning ekilgan kundan boshlab o'suv davrida bo'yicha o'rganildi. Bunda havo harorati sutka davomida sakkiz marta, tuproq harorati uch marta o'lchanib o'zgarishi dinamikasi kuzatildi. Havo haroratining o'zgarishi va uning davomiyligi tuproq harorati o'zgarishiga bevosita bog'ligi aniqlandi. Havo harorati issiq yoki sovuq harorat bir necha sutka davomida saqlansa, shunda tuproq haroratining isishi yoki muzlash haroratigacha sovushi sodir

bo'ladi. Samarqand viloyati shahar oldi tumanlarida iqlim sharoitida eng sovuq kunlar noyabrning 3 o'n kunligida, dekabr, yanvar va fevral oylariga to'g'ri keladi.

Noyabr, dekabr oyida havo harorati nisbatan iliq bo'lsada, kechgi sovuqning darajasi va davomiyligiga bog'liq ravishda sovub borishi kuzatiladi. Havo harorati kunduzi min 0,32 °C bo'lsa, max 13,1 °C tashkil etdi. Kechasi bu ko'rsatgich min 0,16 °C bo'lsa, max 6,73 °C tashkil etdi. Tuproq 16 cm dagi harorati min 0,18 °C bo'lsa, max 6,73 °C bo'ldi. Bu holatda qisqa muddatli tuproqning sovushi ekilgan kartoshkaga salbiy ta'sir qilmaydi. Tajriba o'tkazilgan yillar mobaynida ob-havo yillar bo'yicha farq qilib, o'rtacha ko'p yillik ma'lumotlarga yaqin bo'ldi. Yanvar oyining o'rtacha ko'p yillik harorati - 1°C ga teng

1994-1995 yil kuzatish natijalariga qaraganda, harorat ancha tez o'zgaruvchan bo'lib, dekabrning 1-2 o'n kunligida to'liq sovuq harorat kuzatildi. Havo haroratning -8-10°C davomiyligi 7-8 kun bo'lganda dastlab tuproq -1,5 - 2°C, so'ngra 4 sutka davomida 16 cm tuproq qatlami - 2 - 2,5°C ga cha sovudi va tuproqning tuganak joylashgan qatlami muzladi. 15 sutka davomida tuproqning muz qatlami isimaydi. Shu davrda go'ng bilan mulchalangan variat -1,0-1,2°C haroratni kuzatildi. Dekabr oyining oxirida havo harorati ko'tarilib tuproq qatlami 2-3°C ga isiydi. Yanvar oyida havo harorati 12-13°C ga pasaygan bo'lsada, qisqa muddatli bo'lganligi uchun tuproq 1,5-3°C issiq va -2°C sovuq harorat bo'lganligi kuzatildi. Fevral oyda ham havo va tuproq haroratini o'zgarishi kuzatildi. Mart oyining 2-chi dekadasi boshlab havo harorati ko'tarilib issiq kunlar bo'ladi. Aprel oyida

havo haroratini pasayishi, buning natijasida tuproqni qatlamlarini sovushi kuzatildi. Bu haroratning o'zgarishi kartoshka tuganagiga emas balki, kartoshkani yer ustki qismiga ta'sir qildi.

2012-2013 yilida harorat ancha tez o'zgaruvchan bo'lib, noyabr-dekabr oyida tuproq harorati muzlash darajasigacha pasaymadi. Yanvar oyida havo haroratining pasayishi oshib bordi. 10 yanvarda -7°C bo'lsa, 11 yanvar kuni -16°C , 12 yanvar kuni -15°C va 26 yanvar kunigacha $-5-10^{\circ}\text{C}$ sovuq harorat davomiyligi kuzatildi. Bu kunlar davomida dastlab tuproq $-2,5 - 3^{\circ}\text{C}$, so'ngra 4 sutka davomida ya'ni, 17-18 yanvar kunlari $-4-4,5^{\circ}\text{C}$ ga cha sovudi va tuproqning tuganak joylashgan qatlami muzladi. 15 sutka davomida tuproqning muz qatlami erimadi. Go'ng bilan mulchalangan variant $-0,5-1,5^{\circ}\text{C}$ haroratni kuzatildi. Fevral oyining oxiri, mart oyining birinchi, ikkinchi un kunligida bir marta radiatsion ikki marta adiaktiv qorasovuq kuzatildi. Bunda sovuq havo 2 - 4 sutka davomida pasayib tuproq haroratini $0 - 1^{\circ}\text{C}$ gacha sovuganligini ko'rsatadi. Hatto bunday holat 10 aprel - 12 aprel kunlarida ham kuzatilib tuproq qatlami $-1,5^{\circ}\text{C}$ sovudi.

Diagramma natijalaridan shuni xulosa qilish mumkinki, noyabr oyidan aprel-may oylarigacha havo va tuproq harorati keskin o'zgaruvchan bo'lib, bir necha marta qor qoplamiga bog'liq ravishda harorati o'zgaradi.

2016 yil yanvar oyida 2015 yilga nisbatan pastroq harorat kuzatildi, havo harorati $0,14^{\circ}\text{C}$, tuproq harorati $0,03^{\circ}\text{C}$. Bu harorat nisbatan past hisoblanib, qishlovchi ekinlar uchun havflidir. Xuddi shunday past harorat noyabr, dekabr, fevral hatto mart-aprel oylarida ham kuzatildi. Ayniqsa, mart oyida 2016 yili o'rtacha sutkalik havo harorati kunduzi $0,32^{\circ}\text{C}$, kechasi $0,12^{\circ}\text{C}$ tuproq harorati $0,15^{\circ}\text{C}$ bo'lishi aniqlandi. Xuddi shu ko'rsatgich 2017-2018 yilda havo harorati kunduzi $11,5-17,6^{\circ}\text{C}$, kechasi $4,8-9,6^{\circ}\text{C}$ tuproq harorati $4,6-6,5^{\circ}\text{C}$ bo'lishi aniqlandi. 2016 yil davomida ob-havo o'zgaruvchan bo'lib, qish kunlarida o'rtacha $-1,7-2,1^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etdi. Yozning eng issiq oyi iyul hisoblanib, o'rtacha oylik harorat $26,4 - 26,5^{\circ}\text{C}$, o'rtacha ko'p yillik harorat esa $25,5^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etgan.

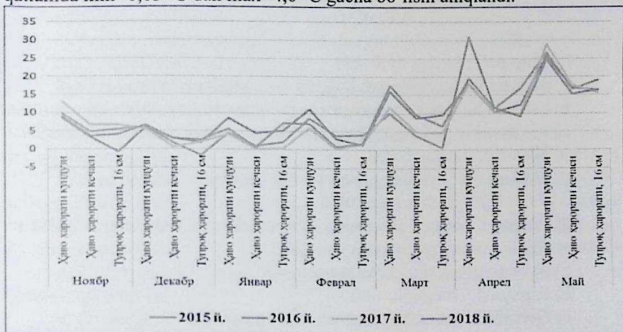
Tuproq qatlamining haroratini o'zgarishi va muzlashi quyidagilarga bog'liq; qish kunlari eng past harorat va uning davomiyligi, qor qalinligi, o'simlik qoplamiga, tuproqning mexanik tarkibi, chirindi miqdoriga, tuproq zichligiga va tuproqning namlik darajasiga bog'liq. Qorning fizik xususiyatiga ko'ra, issiqlik o'tkazuvchanligi past hisoblanadi. Tuproq va havo o'rtasida issiqlik almashinuvini keskin kamaytiradi. Natijada, havo harorati sovuq bo'lishiga qaramay tuproqning past qatlamlarigacha muzlashini sodir bo'lmaydi. Tuproqning rangi va g'ovakligi ham sovush, muzlash tezligini belgilaydigan omilning biri hisoblanadi.

Samarqand meteorologiya stansiyasidan tajriba yillarda havo harorati, $^{\circ}\text{C}$ (min); havo harorati, max $^{\circ}\text{C}$; tuproq qatlamiga 0°C haroratning kirib borishi, cm (max.); havoning nisbiy namligi (%); yog'ingarchilik miqdori, (mm);

fotosintez aktiv radiatsiya, MDj/m^2 va atmosfera bosimi, (mm.smb.ust.) haqidagi ma'lumotlari o'rganildi. Tajriba dalasidagi termometrik kuzatish natijalarini taqqoslasak, ayrim yillarda o'xshashlik, ayrim yillarda farqlarni ko'rishimiz mumkin. Kuzatish natijasiga ko'ra, fevral oyining 10-20 sanalarida eng yuqori takrorlangan past harorat kuzatildi.

Bu ma'lumotlardan ko'rinadiki, iqlim sharoitimizda may oyidan keyin haroratning ko'tarilib borishi kartoshka o'sishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Erta bahorda esa kartoshka o'sishi uchun foydali harorat mavjud. Aynan shu energiyadan foydalanish hisobiga ertangi kartoshka yetishtirish, maydonni ikkinchi ekinga bo'shatib resurstejamkor uslubni qo'llash imkoniyatini beradi. Yer yuziga tushadigan energiya balansidan qay darajada foydalanish o'zimizga bog'liq.

Tajribada kuzda ekilgan kartoshka tuganaklari noyabr-dekabr oyida ekilganda ma'lum darajada tinim va chiniqish davrini o'taydi. Qish davrida Samarqand viloyati Toyloq tumani sharoitida 16 cm tuproq qatlamda min $-0,03^{\circ}C$ dan max $-4,0^{\circ}C$ gacha bo'lishi aniqlandi.



Rasm-10.1. Dalada havo va tuproq haroratining o'zgarish dinamikasi, (2015-2018 yy.)

Xulosa qilib aytganda, Respublikamizning ko'pchilik xo'jaliklarning iqlim sharoiti o'ziga xos bo'lib, kartoshka etishtirishga mos hisoblanadi. Yuqorida bayon etilgan kuzatish va ko'p yillik tahlilga asosan quyidagilarni xulosa qilish mumkin:

1. Termometrik kuzatish natijalariga ko'ra har yili dekabr, yanvar, fevral, mart oylarida havo haroratining pasayishi kuzatildi va bu tuproq haroratini pasayishiga olib keladi.

2. Tuproq qatlamining sovushi va muzlashiga tuproqning mexanik tarkibi, chirindi miqdori, namlanganlik darajasi, mulcha bilan qoplanishi va

tuproq rangi, qor bilan qoplanganlik darajasi va harorat darajasining davomiyligiga bog'liq;

3. Erta bahorda haroratning pasayishi va qisqa muddatli sovuq harorat qishda ekilgan ekinlarga halokatli ta'sir ko'rsatadi;

4. Yanvar oyining 3 o'n kunligi va mart oyining oxirigacha issiq kunlar kuzatildi, bu kartoshka rivojlanishi uchun talab etiladigan FHY ni 11-15 % shu davrda tushishi aniqlandi;

5. Kartoshkani maqbul oziqlantirish va krioprotektor moddalar bilan sovuqqa chidamligini oshirish orqali kartoshkachilikda resurstejamkor texnologiyani qo'llash imkoniyati mavjud;

6. Agar kartoshka urug'lik tuganaklari krioprotektor va mulcha materiallari bilan past haroratdan himoyalansa fevral, mart oyidagi foydali harorat va namlikdan samarali foydalanishi, kartoshka rivojlanishini qulay muddatda o'tishi hisobiga ertangi yuqori va sifatli hosilini ta'minlash imkoniyatini beradi.

Testlar

1. Iqlim deb nimaga aytiladi?

- a) Ma'lum bir hududga xos bo'lgan ko'p yillik ob-havo rejimiga
- b) Ma'lum bir davlat hududiga xos bo'lgan ob-havo rejimiga
- c) Ma'lum bir hududning muayyan bir vaqtdagi gidrologik kattaliklar to'plami bilan ifodalangan holati
- d) Ma'lum bir hududning muayyan bir vaqtdagi gidrogeologik ko'rsatkichlari bilan ifodalangan holati

2. Hozirgi vaqtda iqlimning o'tgan davrlardagi o'zgarishlarini ifodalaydigan qanday gipotizalar mavjud?

- a) Astronomik, fizik, geologo-geografik
- b) Kimiyaviy, biologik, fizik
- c) Geografik, geometrik, botanik
- d) Matematik, statistik, mexanik

3. Mikroiqlim nima?

- a) Joyning relyefi xususiyatlari, quyosh radiatsiyasi, faol yuzalarning ta'sirida vujudga keladigan kichik bir hududning iqlimi
- b) O'simliklar ta'sirida ekinlarda vujudga keladigan iqlim
- c) Gidrologik va gidrogeologik omillar ta'sirida vujudga keladigan iqlim
- d) Tog' va o'rmonlar ta'sirida vujudga keladigan kichik bir hududning iqlimi

4. Fitoiqlim nima?

- a) Ekinlarda o'simliklar ta'sirida paydo bo'ladigan iqlim
- b) Lalmikor yerlarda faol yuza ta'sirida vujudga keladigan iqlim

- c) Sug'oriladigan yerlarda faol yuza ta'sirida vujudga keladigan iqlim
- d) Suv omborlari atrofida paydo bo'ladigan iqlim

5. Iqlim hosil qiluvchi omillarni anqlang?

- a) Quyosh radiyasiyasi, joyning geografik kengligi, atmosfera sirkulyasiyasi, joyning relyefi, yer yuzasining xarakteri va hossalari
- b) Tog'lar, o'rmonlar, yer yuzasining xarakteri va xossalari
- c) Hidrologik va gidrogeologik sharoitlar
- d) Tuproq tiplari, gidrogeologik sharoitlar va joyning relyefi.

6. Fenologik kuzatishlar nima?

- a) O'simliklar rivojlanishining bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishini kuzatish

- b) O'simliklar bo'yini o'lchash
- c) O'simliklar hosil elementlarini aniqlash
- d) O'simliklarning noqulay omillarga bardoshlilikini aniqlash

7. Tuproq namligi qanday usullarda aniqlanadi?

- a) Tuproq namunasini termostatda quritish usulida
- b) Tuproq namunasini xona sharoitida quritish usulida
- c) Tuproq namunasini ochiq havo sharoitida quritish usulida
- d) O'simliklarni holatiga qarab

8. Qachon o'simliklar bir rivojlanish fazasidan ikkinchi fazaga to'liq o'tgan deb hisoblanadi?

- a) Kuzatishlar jarayonida 50 % va undan ortiq o'simliklar ikkinchi fazaga o'tgan bo'lsa
- b) Kuzatishlar jarayonida 30 % va undan ortiq o'simliklar ikkinchi fazaga o'tgan bo'lsa
- c) Kuzatishlar jarayonida 10 % va undan ortiq o'simliklar ikkinchi fazaga o'tgan bo'lsa
- d) Kuzatishlar jarayonida 5 % va undan ortiq o'simliklar ikkinchi fazaga o'tgan bo'lsa

9. O'simliklar tup soni qanday aniqlanadi?

- a) O'simliklar tor qatorlab ekilganda 1 m^2 joydagi o'simliklarning o'rtacha soni aniqlash orqali
- b) O'simliklar tor qatorlab ekilganda 100 m^2 joydagi o'simliklarning o'rtacha soni aniqlash orqali
- c) O'simliklar tor qatorlab ekilganda 50 m^2 joydagi o'simliklarning o'rtacha soni aniqlash orqali
- d) Bir qatordagi o'simliklar o'rtacha sonini aniqlash orqali

10. O'simliklarni bo'yini o'lchash qanday o'tkaziladi?

- a) Ekin maydonining to'rt joyidan 10 donadan, jami 40 dona model o'simliklari bo'yini o'lchash orqali

b) Ekin maydonining to'rt joyidan 5 donadan, jami 20 dona model o'simliklari bo'yini o'lchash orqali

c) Ekin maydonining o'n joyidan 2 donadan, jami 20 dona model o'simliklari bo'yini o'lchash orqali

d) Ekin maydonining o'n besh joyidan 2 donadan, jami 30 dona model o'simliklari bo'yini o'lchash orqali

11. Kritik harorat nima?

a) O'simliklarni zararlanishiga yoki nobud bo'lishiga olib keladigan harorat

b) O'simliklarni sovuq uradigan juda past harorat

c) O'simliklarni qisman zararlaydigan yuqori harorat

d) O'simliklarni rivojlanishini to'xtatadigan yuqori harorat

12. O'simliklar qisqa muddatli ayozlardan qanday usullarda himoya qilinadi?

a) Tutun hosil qilish, ustuni pana qilish, sug'orish va biologik usullarda
b) Almashlab ekish, serhosil navlarni tanlab ekish, ixota o'rmonzorlari barpo etish

c) Ixota o'rmonzorlari barpo etish, kulislar yaratish va boshqalar

d) Mikroiklim va fitoiklim yaratish va boshqa usullarda

13. O'simliklarni manfiy haroratlarga chidamlilik guruhlarini aniqlang.

a) Eng chidamli, chidamli, o'rtacha chidamli, kam chidamli, chidamsiz

b) Yuqori, o'rtacha, past haroratlarga bardoshli

c) 0°C dan past va yuqori haroratlarga bardoshli

d) Shimoliy, mparkaziy, janubiy mintaqalarda o'suvchi o'simliklar

14. Qurg'oqchilik hodisasi nima?

a) Uzoq muddat atmosfera yog'inlarini yog'masligi va garmsel shamollari natijasida tuproq va havoni o'ta qurib ketishi

b) Sug'orish suvlari tanqisligi oqibatida tuproq qatlamini o'ta qurib ketishi

c) Sizot suvlari sathini juda pastligi va tez-tez garmsel shamollari esishi tufayli tuproq qatlamini o'ta qurib ketishi

d) Garmsel shamollari esishi tufayli tuproq qatlamini o'ta qurib ketishi

15. Ob – havo deb nimaga aytiladi?

a) Ma'lum bir hududning muayyan bir vaqtdagi meteorologik kattaliklar to'plami bilan ifodalanadigan atmosfera holati

b) Ma'lum bir hududga xos bo'lgan ko'p yillik meteorologik rejim

c) Ma'lum bir hududning muayyan bir vaqtdagi gidrologik kattaliklar to'plami bilan ifodalangan holati

d) Ma'lum bir hududning muayyan bir vaqtdagi gidrogeologik ko'rsatkichlari bilan ifodalangan holati.

16. O'rta tolali g'ozalar chigiti ekilgandan to birinchi ko'saklar ochilguncha qancha effektiv temperatura olishi zarur bo'ladi?

- a) 1750-1850 °C,
- b) 1500-1650 °C,
- c) 1200-1450 °C,
- d) 2000-2200 °C

Sinov savollari

1. Iqlim deb nimaga aytiladi?
2. Iqlimni hosil qiluvchi omillar nimalardan iborat ?
3. Iqlim qanday shakllanadi?
4. Quyish radiyasiyasi nimani bildiradi?
5. Atmosfera sirkulyasiyasi deganda nima tushuniladi?
6. Iqlimning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati nimalardan iborat?
7. O'zbekistonda qanday iqlim turlari mavjud? 12. Atmosfera bosimini dengiz sathidagi qiymatiga qanday o'tkaziladi?
13. Gorizontal barik gradient nima?
14. Atmosferaning yuqori qatlamlari tarkibining yerga yaqin havo qatlami tarkibidan qanday farqi bor?
15. Atmosfera vertikal yo'nalish bo'yicha qanday qatlamlarga taqsimlanadi va ularda havo harorati qanday o'zgaradi?

GLOSSARIY

Agrometeorologiya-qishloqxo'jaligi meteorologiyasining meteorologik sharoitlarni o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi, hosilning shakllanish jarayonlari, agrotexnik tadbirlar bilan birgalikda hamda ularning o'zaro ta'sirini o'rganiladigan sohasi.

Agrometeorologik stansiya-qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini agrometeorologik ma'lumotlar bilan ta'minlab turadigan ixtisoslashgan stansiya.

Adveksiya - havo massasining gorizontal yo'nalishidagi ko'chishi.

Aerolog - atmosferaning yuqori qatlamlarini tadqiqot qilish bo'yicha ish olib boruvchi mutaxassis.

Aerologiya - meteorologiyaning erkin atmosferani tadqiq qilish usullari haqidagi sohasi.

Afg'on shamoli - Amudaryoning yuqori qismida janubi-g'arb tomonidan esadigan chang to'zonga boy, issiq shamol.

Agrometeorologik kuzatishlar - ob-havo holati va meteorologik elementlar, o'simlik o'sishi, rivojlanish va hosilning shakllanishi hamda tuproq holati va uning asosiy hossalarni kuzatish kabi ishlar majmui.

Agrometeorologik prognoz - kutilayotgan ob-havoning qishloq xo'jaligi (o'simliklarning o'sishi, qishloq xo'jaligi ishlarining bajarilishi, agrotexnik va boshqa tadbirlar) uchun qulayligi darajasini baholash va hosilni oldindan aytish.

Aktinometr - quyosh radiatsiyasini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.
Aktinometrik stansiya - aktinometrik kuzatishlar o'tkazadigan maxsus ixtisoslashgan stansiya.

Aktinometrik kuzatishlar - ixtisoslashgan meteorologik stansiyalarda tegishli asboblarda yordamida maxsus dastur asosida o'rtacha quyosh vaqtining ma'lum muddatlarda o'tkaziladigan kuzatishlar.

Aktinometriya - meteorologiyaning quyosh, Yer va atmosfera nurlanishlarini o'rganadigan bo'limi.

Albedo - jism yoki jismlar tizimining tushayotgan nurni qaytarish qobiliyatlarini ko'rsatadigan nisbiy kattalik.

Albedo o'lchagich - tabiiy sirt albedosini o'lchaydigan asbob.

Atmosfera - Yerning u bilan birga dunyo fazosida harakatlanadigan va aerosol zarrachalariga ega bo'lgan gaz qobig'i.

Atmosfera ozoni - atmosfera tarkibiga kiradigan, oz bo'lishiga qaramasdan Yerdagi hayot uchun muhim gaz (O_3).

Atmosferadagi optik hodisalar - yorug'likning atmosferada sinishi, qaytishi, sochilishi va difraksiyasi bilan bog'liq bo'lgan atmosfera hodisalari.
Atmosferaning parnik effekti - yerning dunyo fazosi bilan nuriy issiqlik almashinuvi jarayonida atmosferaning himoya ta'siri.

Atmosferaning radiatsion balansi - atmosfera yutayotgan va undan chiqimlarining algebrik yig'indisi.

Atmosfera umumiy sirkulatsiyasi - Yer shari ustidagi havo oqimlarining yirik ko'lamli tizimi.

Atmosfera xiraligi - atmosferaning radiatsiyani sochish va yutish qobiliyatini belgilaydigan xususiyat.

Atmosferaning shaffofligi - quyosh radiatsiyasini o'tkazish qobiliyati.

Aviatsion prognoz - aviatsiya uchun tuzilgan ob-havo prognozi.
Aviameteorologik stansiya - uchishlarni meteorologik ma'lumotlar bilan ta'minlovchi stansiya.

Av gust psixrometri - meteorologik budka ichiga o'rnatiladigan havo harorati va namligini o'lchaydigan asosiy asbob.

Avtomatik radiometeorologik stansiya - meteorologik elementlarni avtomatik holda o'lchaydigan va o'lchash natijalarini radio orqali habar qiladigan qurilma.

Bahorgi qora sovuq - o'rtacha kunlik harorat musbat bo'lganda tuproq yuzasi yoki o'simlikni qoplagan havo haroratining no'l darajaga pasayishi.

Barograf - atmosfera bosimi o'zgarishini uzluksiz yozib boradigan asbob.
Barometr - atmosfera bosimini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.

Baland bosimli joy - baland atmosfera bosimga ega bo'lgan izobarlari beri (antisiklon) yoki ochiq o'rkach baik tizim.

Baland tog' stansiyasi - baland tog'larda (2000 m dan yuqori) joylashgan stansiya.

Balansomer - Yer yuzasi yoki atmosferadagi istalgan nuqtaning radiatsiya balansini o'lash uchun ishlatiladigan asbob.

Bar - bosimning $10^5 Pa$ ga teng o'lchov birligi.

Biosfera - tarkibiy tuzilishi va energiya manbai, asosan, o'tgan va hozirgi zamondagi tirik mavjudotlar faoliyati tufayli hosil bo'lgan Yer mintaqalari.

Bosim - suyuqlik va gazlarda yuza birligiga tik ta'sir etadigan bosim kuchining moduli.

Bulutlar - Yer yuzasidan balandda, asosan, troposfera qatlamida havoning sovushi va suv bug'lariga to'yinishidan hosil bo'ladigan mayda suv tomchilari yoki muz kristallari yoxud ularning aralashmasidan iborat to'plam.

Bulutlar balandligi - bulut qatlamining quyi chegarasi bilan quruqlik yoki suv yuzasi orasidagi metrlarda o'lchanadigan vertikal masofa.

Bulutlar qavati - troposferada bulutlarning aniq turlari joylashgan qatlamlar.

Bug'-moddaning gaz holati.

Bug'lanish - o'ta tez harakatlanayotgan molekulalarning suv yuzasi, qor, muz, nam tuproq, atmosferadagi tomchi, kristal va boshqalaridan uzilib chiqishi natijasida suv bug'ining atmosfera qo'shilishi.

Bug'lanuvchanlik - ma'lum joyda mavjud atmosfera sharoitlaridagi bug'lanish imkoniyati.

Bo'lduroq - tuman vaqtida suv bug'i sublimatsiyasi yoki o'ta sovuq tomchilarning yopishishi natijasida daraxt shoxlari, elektr simlar va boshqalarda muz qatlami hosil bo'lishi.

Bo'ron - kuchli shamol va past haroratdagi izg'irin.

Dengiz sathiga nisbatan balandlik - Yer sathi yoki atmosfera biror nuqtasining dengiz sathidan balandligi.

Depressiya - atmosfera bosimi past bo'lgan maydon.

Dovul - dengizlarda katta to'lqinlarni, quruqlikda esa vayronagarchilikni yuzaga keltiradigan eng kuchli shamol.

Do'l - bahor va yoz oylarida kuchli yomg'irli to'p-to'p bulutlardan sharsimon va noaniq shakilli zich muz donalari ko'rinishidagi atmosfera yog'inlari.

Ekzosfera - 450 km balandlikdagi boshlanadigan, yengil zarralarning dunyo fazasiga o'tib ketishi kuzatiladigan atmosfera qatlami.

Ekologiya - organizm va muhit orasidagi o'zaro aloqalar haqidagi ta'limot.
Ekologik iqlimshunoslik - bioiqlimshunoslikning organizmlarga iqlim ta'siri o'rganiladigan bo'lim.

Eksperimental meteorologiya - meteorologiyaning ba'zi masalalarini eksperimentlar asosida hal qilish sohasi.

Fenologik prognoz - dala ishlarimng boshlanishi va o'simlik rivojlanishi kelgusi davrini oldindan aytish.

Flyuger - shamol yo'nalishi va tezligini o'lchash uchun qo'llaniladigan stansionarqurilma.

Front - atmosferada ikki havo massalari orasidagi meteorologik elementlar keskin o'zgaradigan o'tish zonasi yoki ajratuvchi yuza.

Galo - muz kristallariga ega bulutlarda yorug'likning sinishi va qaytishi tufayli, asosan, doira yoki rangli yoylar shaklida ko'rinadigan optik hodisa.

Garimsel - yozda G'arbiy Tyan-Sharning tog' oldi tekisliklarida janub va sharq tomondan esadigan, havo harorati 40°C gacha ko'tarilgan, nisbiy namligi esa 5 - 10% va undan ham past bo'lgan issiq va quruq shamol.

Gelmograf - quyosh yoritishini kun davomida avtomatik qayd etadigan asbob. **Gigrograf** - havo nisbiy namligining o'zgarishini qayd qilib boradigan o'ziyozar asbob.

Gigrometr - havoning nisbiy namligini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.

Gorizont, ufq - ochiq joyda ko'rinadigan yer sirti bilan osmon gumbazining kesishgan chizig'i.

Gradient - biror meteoelementning masofa birligida o'zgarishini ko'rsatadigan kattalik.

Gradus daraja - shamol qismi, bo'lagi, harorat va burchaklarning o'lchov birligi.

Gradient kuzatishlar - Yerga yaqin havo qatlamining turli balandliklarida bir vaqtda meteorologik elementlar ustida o'tkaziladigan kuzatishlar.

Havo - Yer atmosferasining tashkil etadigan gazlar aralashmasi.

Havo bosimi - havoning birlik yuzaga perendikular ravishda ta'sir etuvchi kuchiga son jihatidan teng bo'lgan kattalik.

Havo massasi - troposferaning qit'a va okeanlarning kattagina qismini egallagan, o'z ichida umumiy sirkulyatsiyasida ishtirok etadigan qismi.

Havo namligi - bir qator kattaliklar mutlaq namlik, nisbiy namlik aralashma nisbat, solishtirma namlik shudring nuqtalari bilan aniqlanadigan havo tarkibidagi suv miqdori.

Ho'llangan termometr - psixrometrning rezervuari qo'llangan batist bilan o'ralgan termometri.

Inert gazlar - atmosfera havosi tarkibida juda oz miqdorda uchraydigan kimyoviy birikmalarga kirishmaydigan elementlar.

Insolatsiya - gorizontal sirtga kelayotgan to'g'ri quyosh radiatsiyasi oqimi.

Ionosfera - molekular va atomar ionlar hamda erkin elektronlar konsentratsiyasi yuqori bo'lgan 50-80 km balandlikdan bir necha yuz (taxminan 400) km gacha, ya'ni magnitofneraning tashqi qismigacha cho'zilgan atmosfera qatlami.

Iqlim - Yer sharidagi har bir joyning geografik holatiga qarab aniqlangan atmosfera sharoitlari (obhavo sharoitlari)ning statistik tartibi.

Haroratining vertikal gradienti - haroratning balandlik bo'yicha vertikal yo'nalishda masofa birligida (masalan, 100m) o'zgarish sur'atini ifodalaydigan kattalik.

Iqlimshunoslik - Yer sharining turli-tuman mintaqalaridagi iqlimni o'rganadigan, iqlim haqidagi fan.

Izobara - xaritada atmosfera bosimi bir xil bo'lgan nuqtalarni birlashtiradigan chiziq.

Izotaxa - vertikal qirqim yoki xaritada shamolning tezligi bir xil bo'lgan qiymatlarni birlashtiradigan chiziq.

Izoterma - ob-havo yoki bank topografiya xaritalari aerologik diagramma vertikal qirqimda haroratning bir xil qiymatlarini birlashtiradigan chiziq.

Jahon meteorologik tashkiloti (JMT) - hukumatlararo xalqaro tashkilot, 1974-y., BMT ning ixtisoslashtirilgan muasasasi. Meteorologik kuzatishlar va tadqiqotlar, ma'lumotlarni ayirboshlash va boshqa sohalarida hamkorlik qilish uchun o'z faoliyatini 1951-yildan (1873 - 1951-yillar Xalqaro

meteorologik tashkiloti) boshladi. Doimiy ish o'rni Jeneva shahrida joylashgan. O'zR 1993-yildan JMT a'zosi.

Jahon ob-havo xizmati (JOX) - Jahon meteorologik tashkilotining muassasalaridan biri.

Jahon meteorologik markazlari - Vashington, Moskva, Melburn shaharlari jahon ob-havo xizmatining uchta asosiy markazidir.

Jahon meteorologik tarmog'i - atmosfera jarayonlarini butun yer shari ko'lamida tadqiq qilishga xizmat qiladigan meteorologik stansiyalar mavjud.

Jala - jadalligi ma'lum chegaradan kam bo'lmagan kuchli yomg'ir.

Kelvin - xalqaro birliklar tizimida (SI) termodinamik haroratning o'lchov birligi. **Kontaktli animometr** - aylanuvchi nasoslar o'qiga ulangan maxsus kontaktli hisoblagich o'rnatilgan animometr.

Konvensiya - umuman olganda suyuqlik yoki yuzning ma'lum yo'nalishida ko'chishi; atmosferada ma'lum hajimdagi issiqlik miqdorining bir balandlikdan ikkinchi bir balandlikga ko'chishi.

Kosachali barometr - meteorologik stansiyalarda atmosfera bosimini o'lchash uchun ishlatiladigan asosiy asbob.

Kuzatish - Yer haqidagi fanlarda, shu jumladan meteorologiyada ma'lum maqsad uchun ko'p yillar davomida tibbiy sharoitda tabiat hodisalarini o'lchash va baholash.

Kuzatish muddatlari- meteorologik kuzatishlar o'tkaziladigan vaqt.

Kuzatishlar qatori - muayan joyda biron meteorologik elementlar qiymatlarining xronologik tartibdagi qatori.

Kuzatishlar oylik jadvali - stansiyaning kuzatish daftarchasidagi yozuvlar asosida ma'lum tartibda tuzilgan meteorologik, shuningdek aerologik optinametrik elementlarni kuzatish.

Kumushrang bulutlar - 75 metr balandlik oralig'ida mezosferaning quyi qismlarida kuzatiladigan, hatto yulduzlar nurini ham kuchsizlantirmaydigan juda yupqa bulutlar.

Ko'ruvchanlik - ochiq ufqda biror jismni ilg'ash mumkin bo'lgan eng uzoq masofa.

Ko'ruvchanlikni o'lchagich - ko'rish uzoqligini o'lchaydigan asbob.

Mahalliy antitsiklon - mazkur hudud harorati ta'sirida yuzaga kelgan antitsiklon. **Mahalliy shamol** - aniq chegaralangan hududda shu hududga xos xususiyatlarga ega bo'lgan shamol.

Mahalliy siklon - joyning harorat sharoiti, ya'ni isigan sirtning bevosita ta'siri natijasida paydo bo'ladigan siklon.

Mahalliy sirkulatsiya - yer sirtining uncha katta bo'lmagan qismi ustidan shu sirtga xos bo'lgan atmosfera sirkulatsiyasi (tog' oldi shamollari va h.k).

Makro ob-havo - makrosinoptik jarayonlarga xos bo'lgan, yirik ko'lamdagi fazo va uzoq vaqt ichida sodir bo'ladigan hodisalar.

Maksimal harorat - berilgan vaqt oralig'i (kun, o'n kunlik, oy, yil)da ma'lum joyda kuzatilgan haroratning eng yuqori qiymati.

Maksimum - eng yuqori kattalik. Masalan, antisiklon markazidagi bosim maksimumi, haroratning kunlik maksimumi va boshqalar.

Maksimal termometr - kuzatish muddatlari orasidagi eng yuqori haroratni qayd qilish uchun meteorologik stansiyalarda ishlatiladigan simobli termometr. **Maksimal-minimal termometr** - dala sharoitida qishgi o'simliklar tup olgan chuqurliklardagi tuproqning ekstremal haroratlarini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.

Maksimal shamolli joylar - shamollar xaritasida berk izotaxa chiziqlari bilan ifodalanadigan tez oqim o'qi bo'ylab joylashgan eng katta tezlikdagi shamolli jarayonlar.

Manometr - gaz yoki suyuqliklarning bosimini o'lchash uchun ishlatiladigan asbob.

Meteorologik axborot - barcha ko'rinishlardagi meteorologik axborotlar.

Meteorologik machta - distansion meteorologik stansiyada datchiklarni yoki har xil meteorologik axborotlarni o'rnatish uchun xizmat qiladigan ustun (machta).

Meteorologik observatoriya - oddiy tarmoq stansiyalariga nisbatan kengroq dasturda meteorologik kuzatishlar va atmosfera jarayonlar ustida maxsus tadqiqot ishlarini olib boradigan ilmiy tashkilot.

Foydalanilgan adabiyotlar

- 1.P.K.Xabibullayev, M.Ismoilov. Fizika kursi. T. 2000 y
- 2.E. Ismailov, N. Mamatqulov, G'. Xodjayev, N. Norboyev. Biofizika. T. Cho'lpon. 2013y
- 3.E. Ismailov, N. Mamatqulov, G'. Xodjayev, Q. Norboyev. Biofizika va radiobiologiya. T. Sano-Standart. 2018y
- 4.Abdullayev.A.Q., Arg'inboyevH., Abdullayev H.U. Fizika va agrometeorologiya. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2015.
- 5.Agrometeorologiyadan ma'ruza matnlari, ToshDAU 2020 yil,
- 6.Toshxonova, J.Kamolova va boshqalar. Fizikadan praktikum. I va II tom.T. 2006 y
- 7.Abdullayev A.Q.,Arg'inboyev H.A., Abdullayev H.U., Agrometeorologiya., T., 2006
8. Agrometeorologie. E. Livin, Buharest.2009, 144 b.
- 9.Gorshkova T.A. Rastitelnaya kletchnaya stenka kak dinamichnaya sistema. M.:Nauka, 2007, 430b.
- 10.KonovalovA.A.va bosh.Fiziko–ximicheskie svoystva steblya. rji.M.:Vavilobskiy jurnal genetiki i selektsii. 2013, t.17,N2,303-313b.
11. Osnovi agrofiziki.Pod red. 2005.,A.F.Ioffe.M.:Fizmatgiz. 903 b.
12. Physics and biology.J.F.Allemand,P.Desliolles.World Scientific,2012
13. Rubin A.B., Fundamentals Biophysics, NY, Springer, 2014
14. Safronova T.I.,Stepanov V.I.Matematicheskoe modelirovanie v zadachax agrofiziki. Krasnodar.2012.
15. The biophysics of photosynthesis. J.Golbeck, Art van der Est., NY, Springer,2014
16. Voronin A.D.Osnovi fiziki pochvovedeniya.Izdatelstvo MGU.2006.243 b.
- 17.ChubV.E. Iqlim o'zgarishi va uning O'zbekiston Respublikasida gidrometeorologik jarayonlarga, agroiklim va suv resurslariga ta'siri.T.:Vorishnashriyot.2007.
18. Shein E.V.,Goncharov V.M.Agrofizika.Izdatelstvo Feniks,2006.400 b.
19. Shein E.V.Kurs fiziki pochv.M.:Izdatelstvo MGU,2005.432 b.
20. O'simlikshunoslik.R.O.Oripov,N.X.Xalilov.T.:2007.
21. O'simliklar fiziologiyasi.J.X.Xo'jaev.T.:Mehnat.2004.

Internet materiallari.

1. Mexanika – w.w.w. emomi. Com.
2. Gidrodinamika – w.w.w. tochnie. Ichilna. ru.
3. Termodinamika – w.w.w. cc ss u cremedua.
4. Akustika – w.w.w. acoustics. Ru.
5. Elektromagnetizm – w.w.w. Zone – x. Ru.
6. Optika – w.w.w. Fis. Shelp. ru.
7. Atom fizikasi - w.w.w. Fis. Shelp. ru.
8. Yadro fizikasi - w.w.w. Fis. Shelp. ru.
9. Radioaktivlik – w.w.w. jolnbiz. ru.

Аннотация

Данный учебная пособия написана на основе программы «Физика и агрометеорологии», утвержденной приказом Министерства Высшего образования, науки и инновации 2025 года.

Учебная пособия рассчитана на студентов сельскохозяйственных ВУЗов по направлениям 60810400- Агрария, 60810600 –Селекция и семеноводства сельскохозяйственных растений, 60810500 – Защита растений и карантин, а также для бакалаврята земледенчество и животноводство. В учебном пособии е приведены ценные сведения по физике и агрометеорологии.

Annotation

This textbook is written based on the program "Physics and Agrometeorology", approved by the order of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of 2025.

The textbook is designed for students of agricultural universities in the following areas: 60810400 –Agronomy, 60810600 – Selection and seed production of agricultural plants, 60810500 – Plant protection and quarantine, as well as for bachelor's students in agriculture and animal husbandry.

The textbook provides valuable information on physics and agrometeorology.

MUNDARIJA

№	Kirish.....	3
	Soʻz boshi.....	4
BOB I. Klassik mexanika.		
1	§ 1.1. Fizika fanining predmeti va boshqa tabiiy fanlar bilan aloqasi. Fazo va vaqt, toʻgʻri chiziqli kinematikasi, kuchlar va muvozanat, Nyuton qonunlarining eksperimental asoslari. Deformatsiya va uning turlari, oʻsimliklarda deformatsiya turlari.....	6
	§ 1.2. Qishloq xoʻjaligida tovush usullaridan foydalanish va undan himoyalash.. Akustik tomografiya va quritgich. Tovush, uning turlari, fizik va fiziologik xossalari.....	9
	§ 1.3. Ultra- va infratovushlar. Ularning oʻsimliklarga taʼsiri.....	14
	§ 1.4. Tuproq strukturasini. Tuproqning fizik-mexanik xossalari. Aeratsiya hodisalari.....	16
BOB II. Gidrodinamika. koʻchish hodisalari. Biologik tizimlarda termodinamika asoslari.		
2	§ 2.1. Gidrodinamikaning fizik asoslari. Suyuqliklarning naylarda oqimi. Uzlaksizlik tenglamasi. Bernulli tenglamasi.....	28
	§ 2.2. Kopelyar hodisalar.....	36
	§ 2.3. Koʻchish va uning turlari. Biologik tizimlarda koʻchish.....	42
	§ 2.4. Tuproqda issiqlik koʻchishi va asosiy mexanizmlari. Issiqlik fizikaviy parametrlar: issiqlik sigʻimi va issiqlik oʻtkazuvchanlik.....	51
	§ 2.5. Termodinamika qonunlari va ularning qishloq xoʻjaligida ahamiyati. Termodinamik jarayonlar. Ichki energiya. Issiqlik muvozanati.....	53
	§ 2.6. Tirik organizmlarda issiqlik almashinishining biofizik asoslari. Biologik tizimlarda energiya saqlanish qonuni.....	56
	§ 2.7. Tuproqning suv rejimi, suv oʻtkazuvchanlik xususiyati, namligi. Tuproqning issiqlik fizikaviy xossalari. Entropiya haqida tushunchalar.....	57
BOB III. Elektrostatika va elektromagnetizm.		
3	§ 3.1. Elektr zaryadi, Kulon qonuni, moddaning elektr tuzilishi, oʻtkazgichlar va dielektriklar, Elektr toki.....	64
	§ 3.2. Biopotensiallar va ularning hosil boʻlish mexanizmi. Ionlarning harakatchanligi. Oʻzgaruvchan va oʻzgarmas tok qonunlari.....	69
	§ 3.3. Turli muhitlarda elektr toki. Tuproq unumdorligi va elektr razryad orasidagi oʻzaro bogʻliqlik. Qishloq xoʻjaligida elektroenergetika va elektr asboblari.....	75
	§ 3.4. Magnit maydon. Moddalarning magnit xossalari. Magnetiklar. Elektromagnit tebranishlar va toʻlqinlar Qishloq xoʻjaligida magnit hodisalardan foydalanish. Magnitobiologiya.....	86

	V BOB IV. Optik hodisalar.	
4	§4.1. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari. To'la ichki qaytish. Endoskoplar. Refraktomeyrlar.....	95
	§4.2. Fotometriya asoslari va uning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi. Yorug'likning tirik organizmga ta'siri. Fotosintez. Quyosh nurining biologik ta'sirlari.....	98
	§4.3. Yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'siri. Yorug'likning yutilishi va uning qonuniyatlari. Polyarimetr va saxarometrlar yordamida biologik suyuqliklar konsentrasiyasini aniqlash.....	101
	§4.4. Fotobiologik jarayonlar. Yorug'likning qutblanishi.....	102
	§4.5. Fotosintetik aktiv radiatsiya.....	109
	§4.6. O'simliklarning nafas olishi. Yorug'likning spektral tarkibi. Fizik faktorlarning fotosintez intensivligiga ta'siri.....	111
	BOB V. Kvant biofizikasi.	
5	§5.1. Atom tuzilishi. Atomning nur chiqarishi, uning qonuniyatlari.	124
	§5.2. Rentgen nurlari, ularning olinish, xossalari.....	128
	§5.3. Lyuminessensiya, uning turlari, qonunlari, xossalari. Lyuminessensiyadan amalda foydalanish.....	131
	§5.4. Kvant optik generatorlar. Lazer nurlari, ularning xossalari, lazer nurlarining biologik ta'siri. Qishloq xo'jaligida lazer nurlaridan foydalanish. Yadroning bog'lanish energiyasi. Radioaktivlik. Qishloq xo'jaligida nishonlangan atom usulidan foydalanish.....	136
	BOB VI. Agrometeorologiya fanining predmeti. Tadqiqot usullari. Atmosfera haqida umumiy ma'lumotlar	
6	§6.1. Agrometeorologiya predmeti va vazifalari. Agrometeorologiya fani, tadqiqot obyektlari va usullari.	144
	§6.2. Agrometeorologiyaning asosiy vazifalari. Atmosferaning yerga yaqin qatlami va tuproq havosining gaz tarkibi.....	155
	§6.3. Havoni tashkil qilgan gazlarning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati. Aerozollar.....	160
	§6.4. Atmosferaning ifloslanishi va unga qarshi kurash chora - tadbirlari.	166
	§6.5. Atmosfera bosimi va uni o'lchash usullari. Atmosfera bosimi va tarkibining balandlik bo'yicha o'zgarishi. Barik pog'ona.....	174
	§6.6. Atmosfera tuzilishi. Atmosferani tadqiq qilishning hozirgi zamon usullari.....	188
	BOB VII. Quyosh radiatsiyasi.	
7	§7.1. Quyosh radiatsiyasi haqida tushuncha. Atmosferadagi quyosh radiatsiyasi oqimlarini tashkil etuvchilari.....	197
	§7.2. Quyosh doimiysi. Quyosh radiatsiyasining spektral tarkibi.....	205
	§7.3. Spektr asosiy qismlarining biologik ahamiyati, fotosintetik faol radiatsiya (FFR). Tuproq haroratining o'simliklarga ta'siri. Qishloq xo'jaligi maqsadlari uchun tuproqning harorat rejimiga ta'sir qilish usullari.....	207

	BOB VIII. Tuproq va atmosfera haroratining rejimi.	
8	§8.1. Tuproqning isishi va sovishi. Tuproqning issiqliq sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanligi va harorat o'tkazuvchanligi.	217
	§8.2. Tuproq haroratini o'lchash. Tuproq haroratining sutkalik va yillik o'zgarishi.	218
	§8.3. Tuproqning pastki qatlamlariga issiqlikning uzatilish qonuniyatlari. Tuproq haroratining o'simliklarga tasiri.	223
	§8.4. Qishloq xo'jaligi maqsadlari uchun tuproqning harorat rejimiga tasir qilish uslublari.	229
	BOB IX. Shamol, ob - havo va uni oldindan aytish.	
9	§9.1. Shamol. shamol tezligining sutkalik va yillik o'zgarishi.	241
	§9.2. Mahalliy shamollar. Shamolning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati.	246
	§9.3. Ob-havoning davriy va davriy bo'lmagan o'zgarishlari.	252
	§9.4. Havo fronti. Iliq va sovuq front. Siklonlar. Antisiklonlar.	257
	BOB X. Iqlim va uning qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi uchun ahamiyati.	
10	§10.1. Iqlim haqida asosiy ma'lu motlar. Iqlimni vujudga keltiruvchi omillar.	269
	§10.2. Iqlimning qishloq xo'ja-ligidagi ahamiyati.	272
	§10.3. Iqlimning shakllanishiga. Quyosh radiyasiyasi, atmosfera sirkulyasiyasi, taglik sirt va joy relyefining ta'siri. Iqlimlar tasnifi.	273
	Foydalanilgan adabiyotlar.	284
	Ruscha va inglizcha annotatsiya.	292

N.Mamatkulov, O.Nazarov

Fizika va agrometeorologiya

o'quv qo'llanma

**Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va
biotexnologiyalar universiteti Nashr matbaa markazi**

Nashr-matbaa faoliyatini amalga oshirish uchun O'zbekiston Respublikasi
Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy
kommunikatsiyalar agentligi tomonidan 10.05.2024 y. № 273109
va 24.05.2024 y. № 283607-sonli tasdiqnomalar berilgan



Direktor
Muharrir
Tex. muharrir

J.Shukurov
L.Xoshimov
A.Umarov

ISBN: 978-9910-640-73-5

0278



Bosishga ruxsat etildi 26. 12. 2025 yil.

Qog'oz bichimi 60x84 ^{1/16}.

Times New Roman garniturasi.

Shartli hisob tabog'i –18,5. Nashriyot hisob tabog'i – 19,0

Adadi 20 nusxa. Buyurtma № 04/12

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi,
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti

Nashr matbaa markazida chop etildi.

Samarqand sh., Mirzo Ulug'bek k., 77

Tel. 93 359 70 98