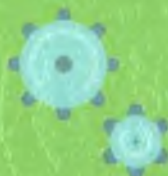




K.E.Onarqulov, Sh.Q.Yakubova,
O.Q.Dehqonova

**O'RTA UMUMTA'LIM
MAKTABLARIDA FIZIKADAN
NAMOIYISH TAJRIBALARI**



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

K.E.Onarqulov, Sh.Q.Yakubova, O.Q.Dehqonova

**O'RTA UMUMTA'LIM
MAKTABLARIDA FIZIKADAN
NAMOIYISH TAJRIBALARI**

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi Oliy o'quv yurtlarining 100000-Gumanitar, 110000-Pedagogika, 5110200-Fizika va astronomiya o'qitish metodikasi yo'nalishi talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan.

Nizomiy nomli
T D P U
kutubxonasi

4-8662/2

Farg'ona 2020

K.E.Onarqulov, Sh.Q.Yakubova, O.Q.Dehqonova. O'rta umumta'lim maktablarida fizikadan namoyish tajribalari. O'quv qo'llanma.

Taqrizchilar:

I.Zohidov	NamDU, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent
Z.Mirzajonov	FarPI, fizika- matematika fanlari nomzodi, dotsent
M.Sobirov	FarDU, fizika- matematika fanlari nomzodi, dotsent

Ushbu "O'rta umumta'lim maktablarida fizikadan namoyish tajribalari" o'quv qo'llanmasi Oliy o'quv yurtlarining 100000-Gumanitar, 110000-Pedagogika, 5110200-Fizika va astronomiya o'qitish metodikasi, 5140200-Fizika ta'lim yo'nalishlari talabalari hamda umumiy o'rta ta'lim maktablarining fizika o'qituvchilari uchun mo'ljallangan. O'quv qo'llanmaning asosiy maqsadi talabalarning nazariy olgan bilimlarini amaliyot bilan bog'lash, amaliy ko'nikma va malakalarini yanada mustahkamlash hamda ularni fizika faniga bo'lgan qiziqishlarini oshirishga yo'naltirilgan.

This tutorial "Demonstration Experiments in Physics in a Secondary School" is intended for students in the areas of instruction 100000-Social Science, 110000-Pedagogy, 5110200-Method of Teaching Physics and astronomy, 5140200-Physics of pedagogical universities and students of secondary schools. The main purpose of the study guide is to connect students' theoretical knowledge with practice, strengthen their practical skills and abilities, and increase their interests in physics.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2020 yil "4" maydagi "285"-sonli buyrug'iga asosan o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan.

KIRISH

O'zbekistonning kelajagi, uning istiqboli, birinchi navbatda yoshlar tarbiyasiga, ularni sog'lom qilib o'stirishga, milliy g'oya, milliy mafkura va o'z vataniga sadoqat ruhida tarbiyalashga bog'liq bo'lib, bu murakkab jarayonni muvaffaqiyatli amalga oshirish mustaqil mamlakatning eng dolzarb vazifalaridan biridir.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.Mirziyoyev o'z nutqlarida "Yoshlarimizning mustaqil fikrlaydigan, yuksak intellektual va ma'naviy salohiyatga ega bo'lib, dunyo miqyosida o'z tengdoshlariga hech qaysi sohada bo'sh kelmaydigan insonlar bo'lib kamol topishi, baxtli bo'lishi uchun davlatimiz va jamiyatimizning bor kuchi va imkoniyatlarini safarbar etamiz"- deb ta'kidladilar.

O'rta umumta'lim maktablarida fizika ta'limining ahamiyati uning fan-texnika taraqqiyotida, ishlab chiqarish sohalarida va kundalik hayotda tutgan o'rni bilan belgilanadi. Maktablarda fizika fanini o'qitish orqali o'quvchilarning ilmiy dunyoqarashini, mantiqiy fikrlay olish qobiliyatini, aqliy rivojlanishini, o'z-o'zini anglash salohiyatini shakllantirish va o'stirish, ularda milliy va umuminsoniy qadriyatlarni tarkib toptirish hamda ijtimoiy hayotlari va ta'lim olishni davom ettirishlari uchun zarur bo'lgan bilimlar beriladi.

Fizika kursida fizika tajribasining o'rni va ahamiyati kattadir. Hozirgi zamon fizikasi zaminidagi o'quv tajribalar fizikadan o'quv tajribasida oliy va o'rta o'quv yurtlari fizika kursining ajralmas qismidir. Hozirgi zamon fanining va ayniqsa fizika fanining xarakterli xususiyati shundan iboratki, hodisalarni o'rganishda uning miqdoriy jihatlarini bilish albatta shu hodisani xarakterlovchi miqdoriy munosabatlarini aniqlash bilan birga olib boradilar. Shuning uchun fizik nazariya va tushunchalarni shakllantirishda fizik kattaliklar orasidagi miqdoriy bog'lanishlarni matematik tenglama, funksiya va shu kabilar shaklida belgilashga imkon beradigan o'quv eksperimentlar alohida ahamiyatga egadir.

Namoyish tajriba maktab va pedagogik fan sohasi sifatida fizika o'qitish metodikasining rivojlanishiga mos ravishda paydo bo'ladi va takomillashib boradi.

Fizika fanining tajribali xarakterining ifodalanishi maktab kursida fundamental fizik nazariyalarni, xususan, fizik kattaliklar, tushunchalar, ideallashtirilgan ob'ektlar, umumiy va xususiy qonunlardan tashkil topgan bilimlarning asosiy tashkil etuvchilarini o'rganishda turli ko'rinishdagi namoyishlardan-demonstratsion tajribalar, frontal laboratoriya ishlari, fizikadan laboratoriya ishlari, sinfdan tashqari ishlar va uyda bajariladigan tajribalardan keng foydalanish orqali amalga oshiriladi.

I BOB. FIZIKANI O'RGANISHDA NAMOYISH TAJRIBALARNI AHAMIYATI

Fizika kursida namoyish tajribalarining vazifalari va ularning turlari

Namoyish tajribalarining asosiy vazifasi-o'quvchilarda fizikadan chuqur va mustaqil bilimlarni shakllantirishga, mustaqil fikrlash, bilish, intellektual va amaliy ko'nikma hamda malakalarni rivojlantirishga, shu jumladan, oddiy kuzatishlarni, o'lchash va tajribalarni bajarish, asbob va materiallarni ishlata bilish, namoyish natijalarini tahlil qila bilish, o'lchash xatoliklarini hisoblay olish, umumlashtirish va xulosa chiqara bilish ko'nikmalarini shakllantirishga, shu bilan birga o'quvchilarni mehnatga tayyorlashga yordam beradi.

Namoyish tajribalar o'rta umumta'lim maktablarining 6-11 sinf o'quvchilari uchun fizikadan amaldagi reja va darslikdagi barcha mavzulari bo'yicha tanlab olingan. Namoyish tajribalar darslarda o'rganiladigan o'quv materiali bilan uzviy bog'langan, o'quvchilarning bilimini hisobga oladi, asta-sekin qiyinlashib borib, o'quvchilarning bilim, ko'nikma va malakalari sistemasini bosqichma-bosqich shakllantirishga yordam beradi. Namoyish tajribalarining murakkablik darajasi o'quv rejasi talablariga mos keladi. Tajribalar o'quvchilarning fizik tafakkuri kengayishiga imkon beradi, chunki, turli aqliy amallar: tahlil, taqqoslash, umumlashtirish va boshqa ishlarni bajarishga undaydi. Namoyish tajribalari quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1.Fizik hodisalarni kuzatish va o'rganish;
2. Fizik kattaliklarni o'lchash;
- 3.Fizik kattaliklar orasidagi bog'lanishni tekshirish;
- 4.Fizik qonunlarni o'rganish;
- 5.Namoyish tajribalar.

Har bir mavzu bo'yicha namoyish tajribalar miqdori o'rganiladigan tushunchaning, amaliy mahoratning muhimlik darajasiga, rejadagi mavzuni o'rganishga ajratilgan vaqtga va ularni maktabda bajarish imkoniyatlariga mos keladi.

Namoyish tajribalarni muntazam bajarish natijasida o'quvchilarning bilimi chuqur, mustaxkam va hayot bilan chambarchas

bog'langan bo'ladi. Tajribalar o'quvchilarning bilimda mustaqilligini va tashabbusini o'stirishga imkon beradi, o'quvchilarda mavzuga qiziqish uyg'otadi va kuzatuvchanlik, e'tibor, sabot, puxtalik va boshqa muhim sifatlarni shakllantiradi, o'quvchilar fizik hodisalarning mohiyatini tushunib olishlari va olgan bilimlarini o'zlarining kelgusidagi amaliy faoliyatlarida tadbiq qilishga o'rganib olishlari zarurdir.

O'quv tajribalaridan foydalanib quyidagilarni amalga oshirish mumkin:

a) o'rganilayotgan hodisani pedagogik o'zgartirilgan tarzda ko'rsatish va shu bilan uni o'rganish uchun kerakli tajriba baza yaratish;

b) fanda aniqlangan qonunlar va qonuniyatlarning namoyon bo'lishini o'quvchilarda tushunarli ko'rinishda tasvirlash va ular mazmunining o'quvchilarga tushunarli bo'lishiga erishish;

v) o'quvchilarni fizik hodisalarni o'rganishning tajriba metodi bilan tanishtirish;

g) texnikada o'rganilgan fizik hodisalarning qo'llanilishini ko'rsatish;

d) o'qitishning ko'rgazmaliligini oshirish va shu bilan o'rganilayotgan hodisaning o'quvchilar uchun tushunarli bo'lishiga erishish;

e) o'rganilayotgan hodisaga o'quvchilarning qiziqishini oshirish.

Hozirgi zamon fizikasining bosh maqsadi, vazifasi, va ahamiyati - materiyaning tuzilishini bilishdir. Tuzilish materiyaning ichki tuzilishi va uning tub mohiyatini harakterlovchi kattalik bo'lganligi uchun, o'qitish uslubiyotida unga katta ahamiyat beriladi, chunki bu tushuncha qo'yilgan masalani yechishga to'g'ri va qisqa yo'ldan borish, vaqtni tejash, masalaning mohiyatiga to'g'ridan to'g'ri e'tiborni qaratishga yordam beradi va o'quvchining tasavvuri ko'lamini kengaytirish va boyitishga yo'naltiradi.

Fizika tajribalarining turlarini quyidagi o'zaro bog'langan elementlar ko'rinishda tasavvur qilish mumkin va shu bilan birga tajribani uchta tashkil etuvchiga ajratish mumkin.

1. Tajribani bajaruvchi va uning sub'ektini bilish sifatidagi faoliyati;

2. Tajribaviy tekshirish ob'ekti yoki predmeti;

3. Tajribaviy tekshirish vositalari (instrumentlar, asboblari, tajribaviy qurilmalar va shu kabilar).

Metodologik nuqtai - nazardan, tajribaning ob'ektiv tomoni tajribaviy tekshirishning faqat bitta predmeti bilan tugamaydi.

U tajriba qilish vositalarining ajratib olingan, ro'yxatga olingan tayyorlaydigan, qaytadan o'zgartiradigan ob'ektni o'z ichiga oladi.

Tajribaviy tekshirishning hal qiluvchi roli shundan iboratki, yuqorida ko'rsatib o'tilgan tajribaning hamma o'ziga xos xususiyatlarini shu vositalar yordamida amalga oshirish mumkin.

Fizikadan o'quv tajribasi bir vaqtning o'zida bilimlar manbai, o'qitish uslubi va ko'rsatmalilik to'g'ri bo'lib hisoblanadi. O'quv tajribasi sub'ektiv yangilik bo'lgan hodisalarini, qonunlarini kashf etish uchun xizmat qiladi. O'quv tajribasi maktab va pedagogik fan sohasi sifatida fizika o'qitish uslubiyotining rivojlanishida mos ravishda paydo bo'ladi va takomillashib boradi.

Hozirgi vaqtda maktablarda fizikadan o'quv tajribasining sistemasi tashkil topgan bo'lib, bilimlar olish jarayonida sekin - asta o'quvchilar mustaqilligini oshirish g'oyasiga asoslangan.

Fizikadan o'quv tajribasining sistemasi o'zaro bog'langan bo'lib, muhim tajriba faktlarining yig'indisidan fizikasining eksperimental uslublaridan (texnikaviy vositalari bilan birga: asboblari, materiallar, qurilmalar, audiovizual vositalar) xonada ko'riladigan tajriba turlari va o'qitishning tashkiliy shakllaridan, o'quvchilarni tarbiyalash va rivojlantirishidan, fizika o'qitish uslubiyotning mos holdagi yetakchi mohiyatidan iborat.

O'quvchilar asoslash yoki mos nazariyalarni tekshirishda tajribaning rolini tushunishlari uchun har bir aniq holda tajriba va nazariyaning o'zaro bog'liqligini tajriba tarkibiy qismlarining mantiqi orqali o'rganish tavsiya qilinadi.

Muammoning qo'yilishi, tajribada tekshiriladigan gipotezaning ta'rifini, tekshirish uslubiyotini tanlashni mantiqiy matematik qayta ishlashni, tajriba natijalarini umumlashtiradi va chuqurlashtiradi.

Fizika fanida tadqiqot va o'lchov tajribalari mavjud bo'lib, fizikadan o'quv tajribasida ham shunday bo'limning bo'lishi mumkin. Tadqiqot tariqasidagi tajribalarni qo'yishda o'quvchilar sub'ektiv yangilikka ega bo'lgan ma'lumotlarni oladilar. O'lchov tajribasi qo'yilgan natijani olishni maqsad qilib qo'yadi.

Fizikadan o'quv tajribalar tajriba asosida o'qitishni tashkil qilish, muayyan o'qitish uslubiga mos tajriba usulini tanlash, undan turli didaktik maqsadlarda foydalanish malakasini berishni ko'zda tutadi.

Fizika kursida fizika tajribasining o'rni va ahamiyati kattadir.

Hozirgi zamon fizikasi zaminidagi o'quv tajribalar fizikadan o'quv tajribasida Oliy va o'rta o'quv yurtlari fizika kursining ajralmas qismidir.

Hozirgi zamon fanining va ayniqsa fizika fanining xarakterli xususiyati shundan iboratki, hodisalarni o'rganishda uning miqdoriy jihatlarini bilish albatta shu hodisani harakterlovchi miqdoriy munosabatlarini aniqlash bilan birga olib boradilar.

Shuning uchun fizik nazariya va tushunchalarni shakllantirishda fizik kattaliklar orasidagi miqdoriy bog'lanishlarni matematik tenglama, funksiya va shu kabilar shaklida belgilashga imkon beradigan o'quv tajribalar alohida ahamiyatga egadir.

Bunda topilgan bog'lanish tajriba bilan nazariyani, fizika bilan matematikani bog'lovchi muhim bo'g'im bo'lib qoladi.

O'quv tajribalaridan foydalanib quyidagilarni amalga oshirish mumkin:

a) o'rganilayotgan hodisani pedagogik o'zgartirilgan tarzda ko'rsatish va shu bilan uni o'rganish uchun kerakli tajribalar bazasini yaratish;

b) fanda aniqlangan qonunlar va qonuniyatlarning namoyon bo'lishini o'quvchilarga tushunarli ko'rinishda tasvirlash va ular mazmunini o'quvchilarga tushunarli bo'lishiga erishish;

v) o'quvchilarni fizik hodisalarni o'rganishning tajriba metodi bilan tanishtirish;

g) texnikada o'rganilgan fizik hodisalarning qo'llanishini ko'rsatish;

d) o'qitishning ko'rgazmaligini oshirish va shu bilan o'rganilayotgan hodisaning o'quvchilar uchun tushunarli bo'lishiga erishish;

e) o'rganilayotgan hodisaga o'quvchilarning qiziqishini oshirish.

Masalan, o'rganilayotgan fizik hodisalarning texnikada qo'llanilishini ko'rsatib o'tiladigan va texnik qurilmalarning ishlash prinsipini o'rganiladigan tajribalar, namoyish tajribalari, bunday tajribalarni bajarish chog'ida eng muhimi shundaki, o'quvchilar muayyan texnik ob'ektlarning ishlash prinsipini o'rganish bilan bir qatorda ularning avvalgi o'rganilgan fizik hodisalar haqidagi bilimlari mustahkamlanadi va chuqurlashtiriladi.

Maktab fizik o'quv tajribasi sistemasiga quyidagilarni kiritish kerak:

1. Hozirgi zamon fizikasining tajriba asosini tashkil etuvchi o'quv tajribalar

2. Pedagogik mulohazalardan kelib chiqadigan namoyish tajribalari

3. Frontal laboratoriya ishlari

4. Fizik praktikum

Fizika fanida tadqiqot va o'lchov tajribalari mavjud bo'lib, fizikadan o'quv tajribasida ham shunday bo'limning bo'lishi mumkin. Tadqiqot tariqasidagi tajribalarni qo'yishda o'quvchilar sub'ektiv yangilikka ega bo'lgan ma'lumotlarni oladilar. O'lchov tajribasi qo'yilgan natijani olishni maqsad qilib qo'yadi.

U aytilgan taxminni yoki natijaning deduktiv nazariyalarni tasdiqlaydi yoki inkor qiladi.

Har qanday tajribaga quyidagi belgilar xosdir.

- maxsus asboblardan tashqari olam jarayonlarning hodisalariga ta'siri;

- real o'rganilayotgan bog'lanishlarni ajratib ko'rsatish va ikkinchi darajali hamda tasodif ta'sirlarini yo'qotish;

- o'rganiladigan hodisalarni ma'lum sharoitlarida rejali o'zgartirish;

- tasodif elementlarini minimumga keltirish maqsadida tartibli va maqsadga muvofiq harakat qilish. 7a

Namoyish tajribalarga qo'yilgan didaktik talablar

O'rta maktabda o'quv jarayonida namoyish tajribalari bilan nazariyani mazmunini o'rni belgilash va rolini aniqlash uchun maktabda fizik hodisalarni o'rganishning asosiy bosqichlarini bilib olmoq muhimdir. Bu bosqichlar tahlili qaysi bosqichda, qaysi tajribani qo'yishni aniqlab olishga imkon beradi.

Fizika o'qituvchisining vazifasi shundan iborat bo'ladiki, o'quvchilar bilan ishlash natijasida o'quvchilar fizik hodisalarning mohiyatini tushunib olishlari va olgan bilimlarini o'zlarining kelgusidagi amaliy faoliyatlarida tadbiiq qilishga o'rganib olishlari kerak. Binobarin, o'quv jarayoni o'quvchilar uchun eng avvalo, bilish jarayoni bo'lib hisoblanadi.

Fizik hodisalarni o'rganish jarayonida bilimning asosiy bosqichlari yana bir necha pog'onaga bo'linadi. Bu pog'onalarga bo'lishlar soni va ularning zarurligi pedagogik mulohazalardan kelib chiqadi.

Namoyish tajribalarini kuzatish – o'quv jarayonining tayanch nuqtasi shu hodisa haqida birlamchi tasavvurlar manbaidir. Hodisani yaxshi va ko'rgazmali qo'yilgan namoyish tajriba davomida kuzatish lozim. Agar hususiyatga ko'ra hodisani faqat individual kuzatish mumkin bo'lsa, u holda bunday hodisani elektron versiyalarda namoyish qilish kerak.

Namoyish tajribaning sifati hamma vaqt o'qituvchining tajribali mahoratiga va namoyishga yaxshi tayyolanganligiga ko'p jihatdan bog'liqdir. Ba'zida darsning har bir minut vaqtini oladigan namoyishni tayyorlash uchun eng tajribali o'qituvchilar ham soatlab vaqtini sarflaydi. Akademik A.M.Shatelen, A.S. Popovning namoyish tajribaga tayyorlanishi haqida bunday yozgan edi:

“U ma'ruzali namoyishlarga alohida e'tibor berar edi. Bunday namoyishlarni o'zi loyihalashtirar, ularni amalga oshirish usullarini o'zi o'ylab topar va ko'pincha, o'zi assistentlari bilan birga xonada namoyishlarni soatlab o'tirib tayyorlar va ma'ruzadan oldin tayyorgarlik ko'rar edi. Namoyishlari ajoyib chiqardi va keyin ularning ko'pchiligini

boshqa oliy maktablarning fizika kafedralari o'zlashtirib olishar edi. Ba'zi ma'ruzali tajribalari, masalan, o'zinduksiyasi katta bo'lgan zanjirlarda tokning sekin o'sishiga bag'ishlangan namoyish tajribasi klassik tajriba bo'lib qoldi va bu tajriba "Popov tajribalari" nomi bilan mashhur bo'ldi.

O'qituvchi tajribani birinchi marta qo'yayotgani sababli uni sozlashga ko'p vaqt sarf qilishini ta'kidlab o'tish kerak. Tajriba har tomonlama mufassal o'rganib chiqilgandan so'ng uni ko'rsatish uchun ko'p vaqt ketmaydi. Maktablarda olingan ko'p yillik tajribalar shuni ko'rsatadiki, laboratoriyalarda jurnal yuritilganda o'tkazilgan namoyish tajribalarini takror ko'rsatish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar yozib borilsa, maqsadga muvofiq bo'lar ekan.

Tajribaning, odatda ko'zga tashlanmaydigan va bundan tashqari tajribaning borishiga, ba'zan esa namoyish natijasiga kuchli ta'sir ko'rsatadigan ayrim mufassalliklarga diqqat qilish lozim.

Yosh o'qituvchilar darsga tayyorlanayotganda namoyish tajribani bir necha marta takrorlab ko'rishlari juda foydalidir. Bunday mashq juda foydali ko'nikmalarga erishishga yordam beradi va darsda tajribaning muvaffaqiyatli chiqishiga yordam beradi. Bundan tashqari, shunday mashqlar jarayonida tajriba texnikasi va metodikasini yanada takomillashtirish g'oyalarining paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

O'qituvchi namoyish qurilmaning ishonchligiga alohida e'tibor berishi lozim. Namoyish qurilma dars paytida ishlamay qolsa, fizika o'qituvchisining kasb obro'siga yomon ta'sir etadigan bo'lmasligi kerak. Bir marta muvaffaqiyatsiz chiqqan tajribaning o'zi o'quvchilarning ko'z o'ngida avvalgi yaxshi bajarilgan tajribalarning samarasiga putur yetkazadi.

Dars paytida qurilma ishlamay qolgan taqdirda uni boshdan oyoq sinchiklab, shoshilmasdan tekshirib chiqish va uning kamchiligini topish kerak. Agar imkoni bo'lsa, uni tez tuzatish lozim. Mabodo uni tuzatishning iloji bo'lmasa, uni o'quvchilarga tushuntirish va keyingi darsda albatta tajribani o'tkazish lozim.

Namoyish tajribalarini kuzatilishi qanchalik muhim va ahamiyatli bo'lmasin, u chuqur va har tomonlama tahlilsiz, o'zicha hech qanday

ahamiyatga ega bo'lmaydi. Shunday tahlilni birinchi pog'onasi sifat tahlilidan iboratdir.

Bunda:

a) mazkur hodisaning avval o'rganilgan hodisalar bilan bog'lanishi aniqlanadi;

b) ma'lum belgilarning va bog'lanishlarning bir xil ekanligi qayd qilinadi, biroq bu bog'lanishlarning muayyan tuzilishi aniqlashtiriladi.

Sifat tahlili voqealarning kechishini oldindan aniq aytib berishga imkon bermaydi, biroq, masalani ta'riflash yoki kuzatilayotgan hodisaning mohiyati haqida gipoteza yaratishga asos bo'lib xizmat qilish mumkinki, bu gipotezani, o'rganilayotgan hodisani harakterlovchi kattaliklar hozircha kiritilmagan (aniqlashtirilmagani) tufayli, tajriba tekshirish mumkin bo'lmay turadi.

Namoyish tajribalarni harakterlovchi kattaliklarni kiritish. Bu o'qitish jarayonining o'qituvchi uchun eng qiyin pog'onasidir, lekin busiz chuqur bilim olish va fizik nazariyalarni ta'riflash mumkin emas.

Fizik tushunchani shakllantirishning bu pog'onasida matematikadan foydalanishga o'tamiz va yangi kiritilgan kattalikni matematik amallar yordamida ilgari o'rganilgan kattaliklar orqali ifodalaymiz. Bu bilan kattaliklarni o'lchash uchun zaruriy shart hosil bo'ladi. Shu yerning o'zida uning o'lchov birliklarini aniqlash kerak.

Hodisalarni ilgari kiritilgan tushunchalar yordamida miqdoriy jihatdan o'rganish hozirgi zamon fanining va ayniqsa fizika fanining harakterli xususiyati shundan iboratki, hodisalarni o'rganishda uning miqdoriy jihatlarini bilish albatta shu hodisani harakterlovchi miqdoriy munosabatlarni aniqlash bilan birga olib boriladi.

Fizik tushunchalar va nazariyalarni muvaffaqiyatli shakllantirish shartlaridan biri ratsional tanlangan va yaxshilab qo'yilgan o'quv tajribani sistemasidir. Bu sistemani umumiy ko'rinishda tavsiflab berishga harakat qilamiz.

Avvalo, o'quv fizik tajribani sistemasiga hozirgi zamon fizikasining tajriba asosini tashkil etuvchi o'quv tajribalarni kiritish lozim.

Ko'p hollarda bu tajribalarni qo'yish noyob tajriba mahoratni talab qiladi va u yetarlicha murakkab asbob-uskunalardan foydalanish bilan bog'liq bo'ladi.

Hozirgi vaqtda murakkabligi, kattaligi va qurilmalarning qimmatbaho ekanligi tufayli namoyish tajriba tarzida bajarilishi mumkin bo'lmagan o'quv tajribalarni maxsus o'quv kinofilmiga tushirib ko'rsatish mumkin.

Fizika o'qitishda o'rganilayotgan hodisani harakterlovchi miqdoriy qonuniyatlarni aniqlashga imkon beradigan tajribalar eng qimmatli tajribalar bo'lib xizmat qiladi. Chunki namoyish tajriba davomida miqdoriy munosabatlarni aniqlash hamma vaqt ham mumkin bo'lavermaydi, shu sababli o'quv tajribalarning bir qismini maxsus laboratoriya jihozlari bilan tanishadigan o'quv tajribalar ham shu praktikumga kiritilishi kerak.

Namoyish tajribalar iloji boricha sodda bo'lishi kerak. Biroq shuni nazarda tutish lozimki, u yoki bu tajribaning murakkabligi yoki soddaligi nisbiy tushunchalardir. Xususan, yaqin vaqtlarga o'zgaruvchan tok zanjiridagi fazalar nisbatalarini, elektromagnit to'lqinlar interferentsiyasini, fotoeffekt qonunlarini va shunga o'xshashlarini namoyish qilish juda murakkab hisoblanar va o'rta maktabda ular namoyish qilinmas edi. Maktab elektron ossilografi, elektromagnit to'lqinlarining xossalari o'rganish uchun mo'ljallangan asboblardan majmui, o'zgarmas tok kuchaytirgichlari va boshqalarning paydo bo'lishi yuqorida aytib o'tilgan «murakkab» tajribalarni maktab sharoitlarida bema'lol namoyish qilishga imkon beradi.

Namoyish tajribalar ko'proq sifati harakterida bo'lish kerak. Miqdoriy hisoblashlar bilan bog'liq bo'lgan tajribalar ko'p vaqtini oladi va shu sababli ular yo frontal laboratoriya ishlariga yo praktikumga ko'chirilishi maqsadga muvofidir. Namoyish miqdoriy harakterda bo'lishi talab qilinadigan kamchilik hollarda esa namoyish qurilma elementlarining parametrlari shunday tanlanishi kerakki, o'lchashlar natijasida butun sonlar hosil bo'lsin.

Tajriba shunday qo'yilishi kerakki, uning natijalari ishonarli bo'lib, o'quvchilar ikkilanishiga o'rin qolmasin. Ishonchilikni oshirish

uchun tajribada yuqori sezgirlikni o'lchov asboblardan va indikatorlardan foydalanish, shuningdek namoyish qilishning maxsus usullaridan foydalanish kerak.

Namoyish tajribalarining sifati o'quvchilarga namoyish qilinayotgan hodisa qanday ko'rinayotgani bilan belgilanadi. Namoyish tajribaning ko'rinuvchanligiga avvalo, namoyish asboblarining maxsus konstruksiyalanishi orqali erishiladi.

Namoyish tajribalar uchun mo'ljallangan asboblarining o'lchami shunday tanlanishi kerakki, uning kerakli muruvvatlari o'quvchilarga aniq ko'rinadigan bo'lsin. Bu talab bajarilmagan hollarda biz sifatsiz namoyish asbobdan foydalangan bo'lamiz.

Namoyish tajribalar - o'qituvchining tushuntirish uchun qo'shimcha emas, balki majburiy shart hisoblanadi. Darsda o'rganiladigan hamma eng muhim qonun - qoidalarni namoyish tajribalar bilan tushuntirish kerak. Biroq tajribalar soni me'yordan ortiq bo'lmasligi lozim.

Tajribani shunday qo'yilishi kerakki, uning natijalari ishonarli bo'lib, o'quvchilar ikkilanishiga o'rin qolmasin. Ishonchsizlikni oshirish uchun tajribada yuqori sezgirlikka ega o'lchov asboblaridan va namoyish qilishning maxsus usullaridan foydalanish kerak.

Namoyish tajribalar tizimi

Fizikani o'qitishda o'rganilayotgan hodisani xarakterlovchi miqdoriy qonuniyatlarni aniqlashga imkon beradigan tajribalar eng qimmatli tajribalar bo'lib xizmat qiladi. Chunki namoyish tajriba davomida miqdoriy munosabatlarni aniqlash hamma vaqt ham mumkin bo'lavermaydi, shu sababli fundamental tajribalarning bir qismini laboratoriya praktikumiga ko'chirish kerak bo'ladi. O'quvchilar zamonaviy laboratoriya jixozlari bilan tanishadigan fundamental tajribalar ham shu praktikumga kiritilishi kerak.

Laboratoriyada namoyish qilinayotganda va mustaqil ishlanayotganda fundamental fizik eksperimentlarni o'rganish, shunday eksperimentlarni bir qismini kinofilm bo'yicha tanishtirish fizikani o'rganish uchun zarur namoyish baza yaratadi. Shu tajribalarga tayanib hozirgi zamon fizika kursini aniq va hech qanday ziddiyatsiz bayon etish

mumkin. Bu tajribalarni qo'yilishi va tushuntirilishi asta-sekinlik bilan va nihoyatda aniq bajarilishi kerak. O'quvchilar bu tajribalarning hozirgi zamon fizikasidagi o'rmini yaqqol tasavvur qila olishlari kerak.

O'qituvchining tushuntirish ishlarini tasvirlovchi tajribalar. Masalan, aylana bo'ylab harakatni o'rganishda bu harakatni sinfda namoyish qilishning zarurati yo'q, chunki o'quvchilar harakatning bu turini kundalik hayotda tez-tez uchratib, ko'rib yuradi. Biroq har bir o'qituvchi bu harakatni namoyish qilib ko'rsatish darsning borishini jonlantirishini, o'quv materialining o'zlashtirilishiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini yaxshi biladi.

O'rganilayotgan fizik hodisalarning texnikada qo'llanilishini ko'rsatib o'tiladigan va texnik qurilmalarning ishlash prinsipi o'rganiladigan tajribalar. Bunday tajribalarni namoyish qilish o'quvchilarni amaliy faoliyatga tayyorlash va fizika fanining texnika bilan bog'liqligini ko'rsatish zarur. Bunday tajribalarni bajarish chog'ida eng muhimi shundaki, o'quvchilar muayyan texnik ob'ektlarning ishlash prinsipini o'rganish bilan bir qatorda ularning avvalgi o'tilgan (o'rganilgan) fizik hodisalar haqidagi bilimlari mustaxkamlanadi.

Namoyish tajribalarni tanlash. Namoyish tajribalarni tanlashda shunga intilish kerakki, o'rganilayotgan hamma hodisalarva ularning muhim qo'llanishlari o'quv materialini tushuntirilayotganda ko'rsatib o'tiladigan bo'lsin. Biroq bunda har bir darsda o'tkazilishi mumkin bo'lgan namoyishlar soni me'yorida bo'lishi kerak: namoyishlar juda ko'payib ketib, asosiy bosh masalani eslab qolishga xalaqit bermasin. Boshqa tomondan, namoyish tajribalarni kamaytirib yuborish, namoyishlar orasidagi bo'sh vaqtni materialni «quruq» gap bilan bayon qilish natijasida o'quvchilar e'tiborini susaytirish ham yaramaydi.

Ba'zida tajribalarni takrorlab ko'rsatish foydali bo'ladi. Ammo bitta variantdagi tajribaning o'zini faqat o'quv materialini yanada chuqurroq o'zlashtirilishiga erishish mumkin bo'lgan taqdirdagina takrorlash tavsiya etiladi. Tajriba variantlaridan shundayini tanlash kerakki, o'rganilayotgan hodisa yoki uning qo'llanilishi aniq namoyon bo'ladigan bo'lsin.

Ayniqsa tanlangan tajribalar to'plami oddiy bir tajribalar to'plamidan iborat bo'lmay bir tajriba avvalgisining mantiqiy davomi va avvalgilariga bog'langan tizimni tashkil etishi muhim ahamiyatga ega.

O'quvchilarni tajribani o'zlashtirishga tayyorlash. Tajriba g'oyasi, uning borishi va olingan natijalar tushunarli bo'lishi uchun tushunarli bo'lishi kerak. Shu sababli tajribani namoyish qilish chog'ida uning g'oyasini yaxshilab tushuntirish lozim, bunda odatda doskaga qurilmaning sxemasini chizib ko'rsatiladi. O'quvchilar tajribaning g'oyasini tajriba qurilmasining sxemasini tushunib olganlaridan so'ng uni yig'ishga kirishish tavsiya etiladi. Kuzatishlarning ko'rsatishicha tayyor yig'ilgan qurilmalarda tajriba ko'rsatishning samaradorligi kam bo'lar ekan.

O'quvchilar tajriba qurilmasining qanday yig'ilishini ko'rishlari kerak, chunki yig'ish jarayonida ular sxema elementlarini real qurilmada taqqoslab boradilar, bu esa o'rganilayotgan hodisani chuqurroq tushunishga yordam beradi.

Tajriba qurilmasini yig'ib bo'lgandan so'ng o'quvchilar diqqatini kuzatilayotgan hodisa sodir bo'layotgan elementga qaratish lozim. Faqat shundan keyingina tajriba o'tkazishga o'tish kerak. Tajriba o'tkazilgandan keyin uning natijalarini tushuntirish kerak.

Namoyish tajribalarning ko'rinuvchanligi. Namoyish tajribalarning sifati o'quvchilarga namoyish qilinayotgan hodisa qanday ko'rinayotgani bilan ham belgilanadi. Namoyish tajribaning ko'rinuvchanligiga avvalo, tajriba asboblarning maxsus konstruksiyalanishi orqali erishiladi. Namoyish tajribalar uchun mo'ljallangan asboblarning o'lchami shunday tanlanishi kerakki, uning kerakli muruvvatlari o'quvchilarga aniq ko'rinadigan bo'lsin. Bu talab bajarilmagan hollarda biz sifatsiz tajriba asboblardan foydalangan bo'lamiz.

Ma'lumki, tajriba qurilmalarining qismlari vertikal tekislikda joylashtirilsa, ko'rinuvchanligi ancha yaxshi bo'ladi. Shuning uchun tajriba qurilmalarining ko'pchiligi vertikal tekislikka o'rnatish uchun moslashtirilgan bo'ladi.

Tajriba qurilma asbob va qismlarini joylashtirilayotganda shuni ham o'ylash kerakki, dars vaqtida tajriba stolidan chetga chiqmasdan hamda asboblarni to'smasdan uni yig'ish va zarur o'zgartirishlarni bajarish mumkin bo'lsin. Bundan tashqari asboblarni shunday o'rnatish kerakki, ular sinf doskasini to'sib qo'ymasini.

Elektr zanjirlarini yig'ib ko'rsatiladigan namoyish tajribalarning ko'rinuvchanligini oshirishda ulash simlari ham muhim ahamiyatga ega, ular hamma o'quvchilarga yaqqol ko'rinib turishi kerak.

Namoyish qurilmasining ishonchliligi. O'qituvchi namoyish qurilmasining ishonchliligiga alohida e'tibor berishi kerak. Namoyish qurilma dars paytida ishlamay qolmasligi lozim. Fizika o'qituvchisining kasb obro'siga tajribaning chiqmay qolishi yomon ta'sir qiladi.

Dars paytida qurilma ishlamay qolgan taqdirda uni boshdan-oyoq sinchiklab, shoshilmasdan tekshirib chiqish va uning kamchiligini topish kerak.

Darsda qancha namoyish tajriba qo'yish kerak. Namoyish tajribalar-o'qituvchining tushuntirishi qo'shimcha emas, balki majburiy shart hisoblanadi. Darsda o'rganiladigan hamma eng muhim qonun-qoidalarni namoyish tajribalar bilan tushuntirish kerak. Biroq namoyishlar soni me'yoridan ortiq bo'lmasligi lozim. Ilg'or o'qituvchilar tajribasi shuni ko'rsatadiki, ularning darslarida odatda, ikkitadan, to'rttagacha namoyish tajriba ko'rsatiladi. Bu holda o'qituvchi o'quvchilarni tajribani yaxshi o'zlagtirishlariga tayyorlashga va tajriba natijalarini yaxshilab tushuntirishga muvaffaq bo'ladi.

Elektr toki bilan ishlaganda xavfsizlik choralari. Tajribani namoyish qilish vaqtida elektr zanjiri yig'ayotganda va elektr zanjirlarini o'zgartirib ulayotganda o'qituvchi mehnat xavfsizligi qoidalariga qat'iy rioya qilish kerak. Bu qoidalarga qaraganda elektr asboblarni ishlatish xonadagi boshqa asboblarni ishlatish shartlaridan tubdan farq qiladi.

Odatda jaroxatlanish xavfining belgilari mavjud bo'lib, uni odamning sezgi organlari sezadi. Zaxarli gaz xidi, qurilmaning harakatlanuvchi qismlaridagi o'zgarish, otilib chiqayotgan bug'ning ovozi va boshqa xavf-xatarlarning oldini olishga yordam beradi.

Elektr qurilmalar bilan ishlaganda axvol boshqacha bo'ladi. O'quvchilar xavf tug'ilayotgan joyni ko'rmaydilar va u haqda o'ylamaydilar ham.

Fizika xonasidagi elektr uzatish simlari texnika me'yorlariga moslab o'tkazilgan bo'lishi kerak. Tajriba stoliga mos keluvchi sim stolga yaqin joylashtirilgan maxsus uzgich orqali ulangan bo'lishi kerak. Zarurat tug'ilganda ular tajriba stolini toksizlantirishni bilishlari shart. Tajriba stolining oyoqlari yaxshi izolyatsiyalovchi materialdan tayyorlangan bo'lishi shart.

Elektr zanjirlarini yig'ish va yig'ilgan zanjirlarda tuzatish ishlarini bajarayotganda zanjir kuchlanish manbaidan uzilgan bo'lishi kerak.

Namoyish tajribalar o'tkazish uchun xonalarni jixozlash. Fizikani muvofaqiyatli o'qitish, o'rganilayotgan materialning o'quvchilar tomonidan mustaxkam va chuqur o'zlashtirilishi o'qituvchining qanchalik ko'p namoyish tajribalar o'tkazishiga va uning sifatiga ko'p jixatdan bog'liq.

Namoyish tajribalarning muvofaqiyatliliigi va ifodaliligi, o'z navbatida faqat fizika xonasida bor jixozlargagina emas, xonaning namoyish tajribalar qo'yishga qanchalik moslashtirilganiga ham bog'liqdir. Yaxshi jixozlangan xonalarda ko'pgina namoyish tajribalarni sanoatda ishlab chiqarilgan standart asboblardan bo'lmasa, o'quvchilar qo'lda tayyorlangan asboblardan yordamida qo'yish mumkin.

II BOB. MEXANIKA BO'LIMI BO'YICHA NAMOYISH TAJRIBALAR

Maktab fizika kursining mazmuni uni o'rganishni mexanikadan boshlashni taqozo qiladi. Bu avvalo quyidagi sabablardan kelib chiqadi: materiyaning barcha harakat formalari qatorida mexanik harakat ko'rgazmalroq bo'lishidan va klassik fizikada fizik hodisalarni modellashirish ko'pincha fizik sistemalar tuzilishi va ularda sodir bo'ladigan jarayonlarning mexanik obrazini yaratish bilan bog'liqdir.

Mexanika fizikaning bir qismi bo'lib, u ham tabiiy fandır. Shuning uchun ham umumiy fizika kursining mexanika bo'limini o'rganish tajribaga asoslangan bo'lishi kerak. Oxirgi yillarda amalga oshirilgan o'quv materialining mantiqiy yo'nalishining kuchayishi va o'qitishning eksperimental asoslarining rivojlanishi-bir-biri bilan chambarchas bog'liq bo'lgan ikki jarayondir. Tajribaga tayanmasdan o'rta maktabda mexanikani muvofaqiyatli o'qitib bo'lmaydi.

Darsda har bir tajribaning ko'rsatilishi avvaldan asoslangan va rejalashtirilgan bo'lishi kerak. Tajribani bajarishdan oldin qanday kattalik o'lchanadi, qanaqa qonun ko'rsatiladi, buning uchun qanaqa kattaliklar ma'lum bo'lishi kerak va bu kattaliklar o'zaro o'lchanadigan kattaliklar bilan qanday bog'langan, tajribani muvofaqiyatli o'tkazish uchun uning qanday sharti albatta bajarilishi kerakligini aniqlash zarur.

Tajriba natijalari sinchiklab muxokama qilinishi kerak. Tajribaning qo'yilishi-bu birinchi holda yechimni izlash, ikkinchi holda-boshlang'ich o'quv muamoli masalani qo'yilishi, uchinchi holda-fizik prinsiplarning texnikada qo'llanilishini ko'rsatish.

Har bir holda tajribani o'tkazish mantiqi, natijani va undan chiqadigan xulosani tushuntirib berish tavsiya qilinadi. O'quvchilar namoyish tajriba asosida izlanayotgan yechim, fizik tajriba-tabiatni o'rganish metodi ekanligiga ishonch hosil qiladi.

1-tajriba. Oddiy mexanizmlar: blok, qiya tekislik, vint, pona va chig'irining qo'llanilishini o'rganish

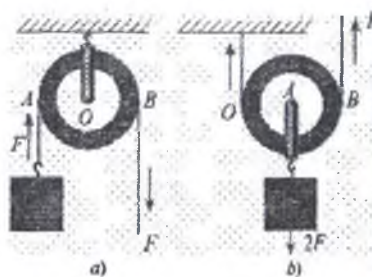
Kerakli asbob va uskunalar: 1) qirrasa ariqchadan iborat bo'lgan g'ildirakli blok, 2) ip, 3) sim, 4) arqon, 5) zanjir, 6) qiya tekislik, 7) vint, 8) pona, 9) chig'ir.

Inson mehnat qilish jarayonida ko'proq kuchiga emas, balki aqliga tayanadi. Og'ir yukni ko'tarishda, o'rnidan siljitishda oddiy mexanizmlardan foydalanishni insonlar qadimdan o'zlashtirib olishgan. Qurilishlarda chig'ir, qiya tekislik, pona va bloklardan foydalanishgan.

Blok. Blok qirrasa ariqchadan iborat g'ildirak bo'lib, undan ip, sim, arqon yoki zanjir o'tkaziladi. Ipning bir uchiga yuk osib, ikkinchi uchidan tortiladi. Yukni ko'tarish davomida blok qo'zg'almasdan joyida qolsa, uni ko'chmas blok deyiladi (1-rasm). Yuk bilan birgalikda harakatlanadigan blokni ko'char blok deyiladi. Ko'chmas blokda yuk uchun kuch yelkasi AO masofa, F kuchning yelkasi OB masofa bo'ladi (2-a rasm). Ular teng bo'lganligidan F kuch yuk og'irligiga teng bo'ladi. Shu sababli ko'chmas blok kuchdan yutuq bermaydi. Ko'chmas blok kuch yo'nalishini o'zgartirib beradi.



1-rasm



2-rasm

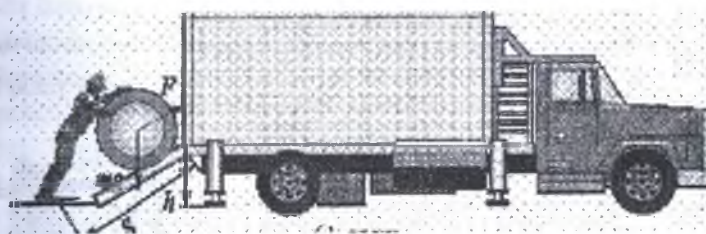
Ko'char blokda esa aylanish o'qi O nuqtaga to'g'ri keladi (2-b rasm). Shunga ko'ra yuk uchun yelka OA masofani, F kuch uchun yelka OB masofani tashkil etadi. $OA = R$, $OB = 2R$ bo'lganligidan (R – g'ildirak radiusi) $F \cdot 2R = mgR$ bo'ladi. Bundan

$$F = \frac{mg}{2}$$

Ko'char blok kuchdan ikki barobar yutuq beradi. Ko'char va ko'chmas bloklardan bir nechta o'zaro ulansa, uni polisplast deb ataladi. Polisplastda n ta ko'char blok qatnashsa, kuchdan $2n$ marta yutish mumkin bo'ladi.

Qiya tekislik. Og'ir bochkani mashinaga ortishda qiya tekislikdan yumalatib chiqarish oson (3-rasm). Bunda F kuch og'irlik kuchining bir qismini tashkil etadi:

$$F = \frac{h}{S} = mg$$

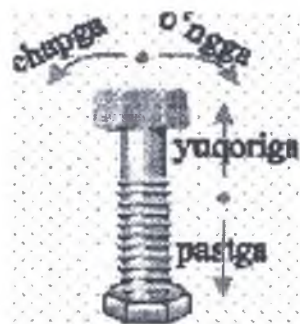


3-rasm.

Vint. Mashinalarning balloni teshilib qolganda, uni almashtirish uchun «domkrat» deb ataluvchi vintli ko'targichdan foydalaniladi. Uning ishlash tamoyilini 4-rasmdagi vintdan tushunish qiyin emas. Uydagi go'sht maydalagichda, maktab duradgorlik va temirchilik ustaxonasidagi «tiski» (siqib ushlagich) da ham vintdan foydalaniladi.

Pona. Mamlakatimizning ayrim joylarida bo'lg'usi kuyovlarni sinash uchun ularga to'nkani o'tin qilib maydalashni taklif qilishgan deyishadi. Shunday holda «pona» qo'l keladi. Pona old tomonidan qaralsa, uchburchak shaklida bo'lgan jism bo'lib, uni to'nkaga rasmda ko'rsatilganidek qo'yib, tepa qismidan uriladi (5-rasm).

Chig'iriq. Bu oddiy mexanizmdan ko'pincha quduqlardan suvni ko'tarishda foydalanishgan (6-rasm). Chig'iriqda arqon o'raluvchi baraban radiusi r , uni aylantiruvchi tirsak uzunligi R bo'lsa, qurilmaning kuchdan beradigan yutug'i $\frac{R}{r}$ ga teng bo'ladi.

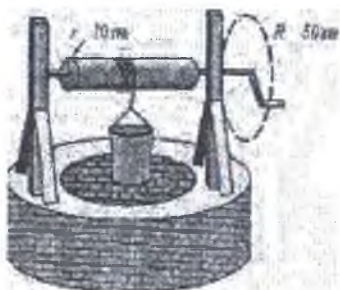


4-rasm.

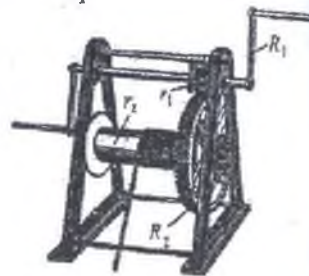


5-rasm.

Chig'iriqning takomillashgan varianti lebyodka deyiladi (7-rasm). Unda ikkita chig'iriq o'zaro bog'langan. Birichisi aylantiruvchi tirsak va kichik radiusli tishli g'ildirak. Bu tizim kuchdan $\frac{F_1}{r_1}$ marta yutuq beradi.



6-rasm.



7-rasm.

$$n = \frac{F_1}{r_1} = \frac{F_2}{r_2}$$

Ikkinchisi katta radiusli tishli g'ildirak va arqon o'raluvchi silindr. Bu tizim kuchdan $\frac{F_2}{r_2}$ marta yutuq beradi. Lebyodkaning kuchdan beradigan umumiy yutug'i bo'ladi.

2-tajriba. Harakatning nisbiyligi o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) soat, 2) spidometr, 3) platforma.

Odatda, jismning vaziyati yerga nisbatan o'zgarmasa, u tinch turibdi, deymiz. Aslida, jismning tinch yoki harakat holati nisbiydir. Qayiqda o'tirgan odam qayiqqa nisbatan tinch holatda bo'lsa, daryo qirg'og'iga nisbatan harakatda bo'ladi. Yerdagi barcha narsalar go'yoki tinch turganga o'xshaydi. Lekin ular Yer bilan birga Quyosh atrofida aylanadi, ya'ni harakatda bo'ladi. Ma'lum tezlikda ketayotgan poyezd ichida yurib ketayotgan odam vagonga nisbatan kichik tezlikda harakatlansa, tashqaridagi temiryo'l relisiga nisbatan katta tezlikda harakatlanayotgan bo'ladi. Bu odam tezligi turli jismlarga nisbatan turlicha bo'ladi. Boshqa jismlar bo'lmasa, yakka jism tezligi haqida biron bir fikr yuritish mumkin emas. Barcha jismlarning harakati nisbiy bo'lib, ularning tinch turishi ham nisbiydir.

Harakatning nisbiyligini hisobga olish uchun «sanoq jism» tushunchasi kiritiladi. Masalan, odam va avtomobillarning harakati yoki tinchligi Yerga nisbatan olinadi. Bu holda Yer – sanoq jism. Atrofimizdagi boshqa barcha jismlarning tinch yoki harakati ana shu sanoq jismga nisbatan qaraladi.

Agar Yerning Quyosh atrofidagi harakati qaralayotgan bo'lsa, Quyosh sanoq jism bo'ladi. Jismning harakati yoki tinch holati qaysi jismga nisbatan kuzatilayotgan bo'lsa, o'sha jism *sanoq jism* deb ataladi. 8-rasmda yerga nisbatan 10 m/s tezlik bilan ketayotgan platforma ustida shu yo'nalishda 1 m/s tezlik bilan ketayotgan odam tasvirlangan. Bu odamning harakatida platforma sanoq jism deb olinsa, odamning tezligi 1 m/s bo'ladi. Sanoq jism qilib Yer olinganda esa uning tezligi 11 m/s bo'ladi. Yo'lda ketayotgan avtomobil, poyezd va boshqalarning harakatida sanoq jism sifatida Yer shari o'rniga uning sirtida qo'zg'almas holatda joylashgan bino, daraxt kabilarni olish mumkin. Masalan, avtomobilning harakati yo'l yoqasidagi daraxtga nisbatan kuzatilayotgan bo'lsa, ayni paytda shu daraxt sanoq jism deb olinadi.

Sanoq sistemasi. Jismning mexanik harakati haqida to'liq ma'lumot berish kerak bo'lsin. Masalan, avtomobil shaharning A punktidan B punktiga borishini tahlil qilaylik.



8-rasm. Platforma ustidagi odam harakati

Uning tekislikdagi harakatini ifodalash uchun quyidagi usuldar foydalanishimiz mumkin. Shahar xartasini olib, unda harakat boshlangan A punkt, ya'ni sanoq jismni topamiz (9-rasm). Shu nuqtadar o'tuvchi G'arbdan Sharqqa va Janubdan Shimolga yo'nalgan ikkita masshtabi ko'rsatilgan o'q o'tkazamiz. Bu bilan ikki o'lchamli koordinatalar sistemasini hosil qildik. Avtomobil yurgan ko'chalar bo'yicha chiziq o'tkzask, avtomobilning koordinatalar boshiga nisbatan harakat chizmasini ifodalagan bo'lamiz. Endi harakat davomida avtomobilning o'sha yerda qachon bo'lgani aniq ko'rsatilsa, harakat haqida batafsil ma'lumot berilgan bo'ladi. Agar raketa parvozi koordinatalarini ifodalamoqchi bo'lsak, uning balandlik bo'yicha harakati haqidagi ma'lumotlarni ham ko'rsatishimiz kerak. Buning uchun tekislikdagi koordinatalar sistemasiga balandlik o'qini o'tkazamiz. Natijada uch o'lchamli koordinatalar sistemasini hosil bo'ladi.

Raketaning harakatini to'liq ifodalash uchun uchta parametrlarni ko'rsatishimiz kerak:

- 1) sanoq jism (bu misolda Yer shari olinadi);
- 2) koordinatalar sistemasini (koordinata markazi Yer sharidagi raketa uchgan joyga joylashtiriladi);
- 3) vaqt ko'rsatkichlari (raketa uchish trayektoriyasining shu nuqtasida qachon bo'lgani).

Jism harakatiga bog'liq sanoq jism, koordinatalar sistemasini va shu harakatning vaqt ko'rsatkichlari birgalikda sanoq sistemasini tashkil etadi.

Masalan, «Lasetti» avtomobili uydan chiqib, 10 minutda 8 km uzoqlashdi. Bunda «Lasetti» uyda ham, yoʻlda ketayotganda ham uning tinch holati (uyda turganda) yoki harakati (yoʻlda ketayotganda) Yerga nisbatandir.



9-rasm.

«Lasetti» uchun Yer qoʻzgʻalmas boʻlib, sanoq jism hisoblanadi. Haydovchi soati va spidometr yordamida 10 minut davomida avtomobil qancha masofa bosib oʻtganini aniqlash mumkin. Bunda uy – koordinata boshi, undan 8 km uzoqlashish esa koordinata boshiga nisbatan bosib oʻtilgan yoʻl. Demak, tahlil qilinayotgan «Lasetti»ning harakatida Yer – sanoq jism, uy – koordinata boshi, haydovchidagi soat – jismning harakat vaqtini oʻlchaydigan asbobdir. Ular birgalikda sanoq sistemasini tashkil etib, bu harakat haqidagi maʼlumotlarni toʻliq ifodalashga yordam beradi.

3-tajriba. Mexanik harakatlarni oʻrganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) avtomobil, 2) kitoblar
3) charxpalak savati.

Soddalashtirish maqsadida jismlar harakati uch turga boʻlib oʻrganiladi: ilgarilanma, aylanma va tebranma. Avtomashinaning korpusi ilgarilanma harakat qilsa, gʻildiraklari aylanma harakatlanadi

(10-rasm). Motoridagi porshenlari esa tebranma harakat qiladi deyish mumkin.



10-rasm. «Matiz»dagi ilgariylanma va aylanma harakat

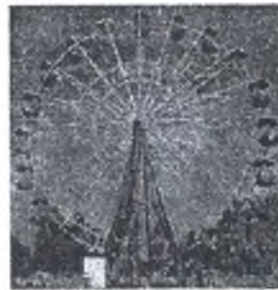
Ilgariylanma harakat. Agar jism ilgariylanma harakat qilsa, uning harakatini ifodalash uchun jismning bitta nuqtasi harakatini ifodalash yetarli. Masalan, stol ustidagi kitobni bir joydan boshqa joyga turlicha ko'chirish mumkin (11-rasm). (a) holda uning qirralari turlicha harakat qiladi. (b) holda kitob qirralarining harakat trayektoriyasi bir xil bo'ladi, ya'ni kitobning to'rttala qirralari trayektoriyalarini ustma-ust qo'yish mumkin. Kitobning ikkinchi holdagi harakati ilgariylanma harakatga misol bo'la oladi. Bunda kitobning qirralarigina emas, boshqa ixtiyoriy nuqtalari ham bir xil harakat qiladi. To'g'ri yo'lda ketayotgan velosiped ramasi, motorli qayiqning harakati ham ilgariylanma harakat qiladi. Lekin motor parraklarining harakati bunga misol bo'la olmaydi. Harakat davomida jismning hamma nuqtalari bir xil ko'chsa, bunday harakatga *ilgariylanma harakat* deyiladi.

Ilgariylanma harakat qilayotgan jismning ixtiyoriy ikki nuqtasidan o'tkazilgan har qanday chiziq o'ziga o'zi parallel ravishda ko'chadi. Tepaga ko'tarilayotgan lift, uchib ketayotgan samolyot va raketa ilgariylanma harakat qiladi. Istirohat bog'idagi charxpalak savati aylanma harakat qiladi (12-rasm).

Lekin shu bilan bir vaqtda u ilgariylanma harakat ham qiladi. Chunki savatning ixtiyoriy ikki nuqtasidan o'tkazilgan to'g'ri chiziq o'z-o'ziga parallel ravishda ko'chadi.



11-rasm. Kitobning ilgariylanma bo'lmagan(a) va ilgariylanma(b) harakati



12-rasm. Charxpalak

12-rasm. Charxpalak savatlarining ilgariylanma harakati

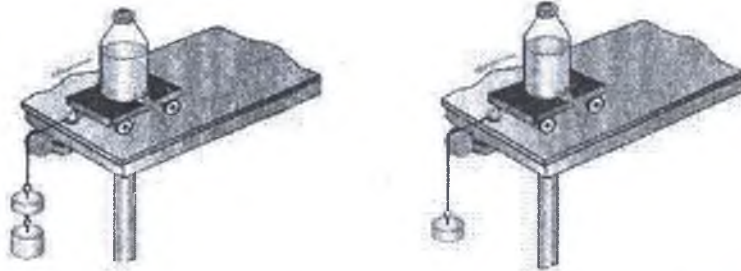
Ilgariylanma harakat qilayotgan jismning harakati o'rganilayotganda, uning faqat bitta nuqtasi harakatini o'rganish kifoyadir. Shu sababli, ilgariylanma harakat qilayotgan jismni moddiy nuqta deb qarash mumkin. Ilgariylanma harakat to'g'ri chiziqli va egri chiziqli bo'lishi mumkin. Jismlar harakatini uch turga: ilgariylanma, aylanma va tebranma harakatlarga bo'lish shartli bo'lib, bu murakkab harakatlarni tahlil qilishni osonlashtiradi va matematik ko'rinishda ifodalashga imkon beradi.

4-tajriba. To'g'ri chiziqli tekis harakatni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) namoyish tajribalari o'tkaziladigan stol, aravacha, tomizg'ich, yok bloklari.

Tekis harakat. Quyidagi tajribani o'tkazaylik. Aravachaga 13-rasmda ko'rsatilganidek tomizg'ich o'rnatilgan bo'lsin. Bir xil vaqt oralig'ida bittadan tomchi tushib tursa, u qaysi vaqtda arava qayerda bo'lganligini belgilab ketadi. Aravachani qo'yib yuborsak, u osilgan yuk ta'sirida harakatlanadi. Bunda aravacha ortidagi tomchilar orasidagi masofa bir xil emasligini kuzatish mumkin. Demak, aravacha bir xil vaqt oraliqlarida turlicha masofani bosib o'tgan, ya'ni u notekis harakat qilgan.

Endi yuqoridagi tajribani biroz o'zgartiraylik. Bu gal osilgan yukni kamaytirib shunga erishaylikki, tomgan tomchilar orasidagi masofa bir xil bo'lsin (14-rasm). Bu holga aravacha bir xil vaqt oraliqlarida bir xil yo'lni bosib o'tgan deyish mumkin. Aravaning bunday harakati tekis harakatga misol bo'la oladi.



13-rasm. Aravachaning notekis harakati 14-rasm. Aravachaning tekis harakati

Agar jism ixtiyoriy bir xil vaqt oraliqlarida bir xil yo'lni bosib o'tsa, bunday harakat *tekis harakat* deb ataladi. O'zgarmas tezlikdagi jismning harakati tekis harakatdir. Agar avtomobil tekis harakatlanib, har bir minutda 1,5 km dan yo'l bosib o'tayotgan bo'lsa, 2 minutda 3 km, 5 minutda 7,5 km, 10 minutda 15 km, 30 minutda 45 km, 1 soatda 90 km yo'lni bosib o'tadi. Soat millari uchining harakati ham tekis harakatga misol bo'la oladi. Lekin ularning harakat trayektoriyasi aylanadan iborat. Yuqorida keltirilgan misollardagi harakatni uch turga ajratish mumkin:

- 1) tezligi bir xil va trayektoriyasi to'g'ri chiziqli;
- 2) tezligi bir xil, lekin trayektoriyasi egri chiziqli;
- 3) trayektoriyasi to'g'ri chiziqli, lekin tezligi har xil.

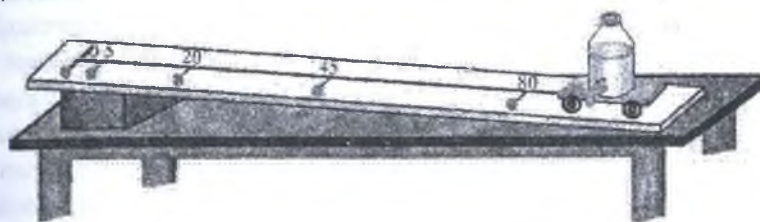
5-tajriba. O'zgaruvchan harakatda tezlanishni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) namoyish tajribalari o'tkaziladigan stol, 2) qiya nov, 3) tomizg'ich, 4) blok.

Tekis o'zgaruvchan harakat haqida tushuncha. Notekis harakatning eng oddiy ko'rinishi – tekis o'zgaruvchan harakatdir.

Qiya novdagi sharcha yoki aravachaning harakati tekis o'zgaruvchan harakatga misol bo'la oladi. Tomizg'ich o'rnatilgan aravachaning qiya tekislikdagi harakatini ko'rib chiqaylik. Tomizg'ichdan bir tekisda har 0,5 sekunda bittadan tomchi tushsin.

Aravacha qo'yib yuborilganida harakat trayektoriyasidagi tomchilar orasidagi masofa ortib borganligini kuzatish mumkin (15-rasm).



15-rasm. Qiya tekislikdagi aravachaning tekis o'zgaruvchan harakati

Bunda:

1 va 2-tomchilar orasi: $5 \text{ sm} - 0 \text{ sm} = 5 \text{ sm}$;

2 va 3-tomchilar orasi: $20 \text{ sm} - 5 \text{ sm} = 15 \text{ sm}$;

3 va 4-tomchilar orasi: $45 \text{ sm} - 20 \text{ sm} = 25 \text{ sm}$;

4 va 5-tomchilar orasi: $80 \text{ sm} - 45 \text{ sm} = 35 \text{ sm}$.

Demak, tomchilar orasidagi masofa har 0,5 s da 10 sm ga ortib bormoqda.

Bundan har 0,5 s da aravachaning tezligi $10 \text{ sm} : 0,5 \text{ s} = 20 \text{ sm/s}$ ga ortib borishini aniqlash mumkin.

Ixtiyoriy bir xil vaqt oraliqlarida tezligi mos ravishda bir xil kattalikka o'zgarib boradigan harakat *tekis o'zgaruvchan harakat* deb ataladi.

6-tajriba. Jismlarning erkin tushishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalari: 1)Kamovskiy moy nasosi, 2) po'lat sharcha 3)yengil qush pati, 4)uzun shisha naycha.

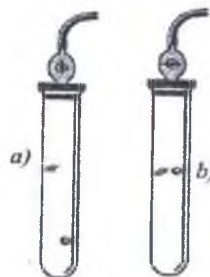
Bir xil balandlikdan tashlangan tosh va qush patining yerga turli vaqtlarda tushishini kuzatgan qadimgi yunon faylasufi Aristotel Yer

tortish kuchi ta'sirida og'ir jismlar yengil jismlardan oldin tushadi degan xulosaga kelgan. Bu noto'g'ri ta'limot qariyb ikki ming yil davomida to'g'ri deb kelindi.

Italiyalik olim Galileo Galileyning (1564–1642) XVI asr oxirida o'tkazgan tajribalaridan keyingina Aristotel fikrlari noto'g'ri ekanligi isbotlandi. Buning uchun Galiley Piza minorasidan (16-rasm) bir vaqtda cho'yan va tosh sharlarini tashlab, ular yerga aynan bir vaqtda tushishiga ishonch hosil qildi. Galiley quyidagicha faraz qildi (gipotezani ilgari surdi): agar havoning qarshiligi bo'lmasa, bir vaqtda tashlangan po'lat sharcha va yengil qush pati minoradan bir vaqtda tushadi. Bu gipotezani tekshirish uchun uzun shisha naycha ichiga po'lat sharcha va qush pati joylashtirildi. Havo bor nayda po'lat sharcha qush patidan oldin tushishini kuzatildi (17-a rasm). Naydan havo so'rib olinganida esa, po'lat sharcha va qush pati bir vaqtda tushadi (17-b rasm). Demak vakuumda Yerning tortish kuchidan boshqa kuchlar bo'lmaganida tajriba Galiley farazi to'g'riligini tasdiqladi. Jismning havosiz joyda faqat Yerning tortishi ta'siridagi harakati *erkin tushish* deb ataladi.



16-rasm. Piza minorasi



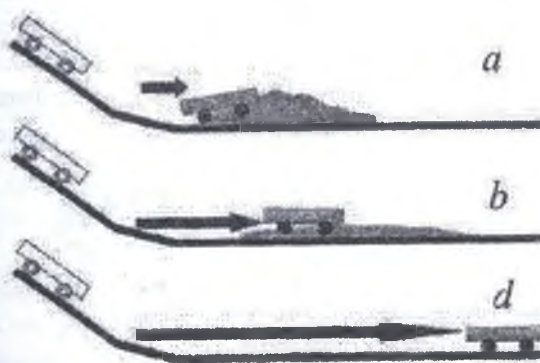
17-rasm. Siyraklashgan havoda jismlar harakati

7-tajriba. Jismning inersiyasini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) qiya tekislik, 2) koptok, 3) aravacha, 4) qum, 5) velosiped.

Tajribalar va kuzatishlar jismning tezligi o'z-o'zidan o'zgarib qolmasligini ko'rsatadi. Maydonda yotgan koptokga kimdir ta'sir qilsa, tepsagina u harakatga keladi. Ko'chada yotgan toshga hech qanday jism ta'sir etmasa, u o'sha joyda yotaveradi. Ta'sir natijasida jism tezligining miqdorigina emas, balki harakat yo'nalishi ham o'zgarishi mumkin. Masalan, tennis shari raketkaga urilgach, o'z harakat yo'nalishini o'zgartiradi. Jism tezligining o'zgarishi (miqdori yoki yo'nalishi) unga boshqa jismlar ta'siri natijasida yuz beradi.

Jism tezlanish olishi uchun unga boshqa bir jism yoki jismlar sistemasi ta'sir etishi kerak. Bir sharga boshqa shar kelib urilsa, tinch turgan shar qandaydir a_1 tezlanish olib, harakatga keladi. Shu bilan birga kelib urilgan shar ham tezligini o'zgartiradi, yani a_2 tezlanish oladi. Tezlikning o'zgarishi, ya'ni tezlanish deyilganida tezlikning miqdorinigina emas, yo'nalishi ham o'zgarishi mumkinligini esda tutish kerak.



18- rasm. Aravacha harakatiga turli to'siqlarning ta'siri

miqdorinigina emas, yo'nalishi ham o'zgarishi mumkinligini esda tutish kerak. Agar sharlar bir xil materialdan tayyorlanib, o'lchamlari bir xil bo'lsa, ular olgan tezlanish ham qiymat jihatidan bir xil bo'ladi. Agar o'lchamlari turlicha bo'lsa, katta shar kam tezlanish, kichigi esa katta tezlanish olganini ko'ramiz. Bu holda, katta shar kichigidan inertliroq deyiladi. Tinch turgan jismni harakatga keltirish uchungina emas, balki harakatdagi jismni to'xtatish uchun ham kuch ishlatish kerak bo'ladi.

Inersiya (lotincha harakatsizlik, faoliyatsizlik) jismlarning asosiy xossalardan biri bo'lib, boshqa jismlar ta'sirida jismning qanday tezlanish olishi unga bog'liq.

Tajriba qilib ko'raylik. Qiyalikdan tushib kelayotgan aravacha qarshisiga qum to'kib qo'yaylik. Arava qumli to'siqqa kelib urilib, to'xtaydi (18-a rasm). Agar qum kamroq sepilsa, u kattaroq masofaga borib to'xtaydi (18-b rasm). Agar qum butunlay sepilmasa, kam qarshilik natijasida arava yanada uzoqroq masofaga borib to'xtaydi (18-d rasm). Qarshilik qancha kamaytirilsa, jism shuncha to'g'ri chiziqli tekis harakatga yaqin tezlikda harakatlanadi. Boshqa jismlar ta'siri qancha kam bo'lsa, jismning harakat tezligi miqdori shuncha kam o'zgaradi va uning harakat trayektoriyasi to'g'ri chiziqqa shuncha yaqin bo'ladi. Agar jismga boshqa jismlar tomonidan hech qanday kuch ta'sir etmasa, u qanday harakat qiladi? Buni tajribada ko'rsa bo'ladimi? Bu savollarga XVII asr boshlarida italyan olimi Galileo Galiley tajribalar yordamida javob berishga harakat qilib ko'rdi. Natijada, agar jismga boshqa jismlar ta'sir etmasa, u tinch holatda yoki Yerga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'lishi aniqlandi. Inersiyaning namoyon bo'lishiga juda ko'p duch kelamiz. Masalan, agar tez harakatlanayotgan velosiped to'siqqa urilsa, velosipedichi oldinga uchib ketadi (19-rasm).



19- rasm. Velosipedning to'siqqa urilishi

shi

Chunki bu holda u o'zining harakatdagi holatini birdan to'xtata olmaydi. Avtobus to'satdan yurib ketsa, uning ichida turgan odam orqaga tislanib ketadi. Buning sababi tinch turgan odamning tanasi birdaniga harakatga kela olmaganligida.

Jismning boshqa jismlar ta'siri bo'lmaganida o'z holatini saqlash hodisasi inersiya deb ataladi. Inersiya borligi tufayli jismning tezligini to'satdan oshirib yoki kamaytirib bo'lmaydi. Jism holatini o'zgartirish uchun ma'lum vaqt kerak. Ma'lum tezlikda kelayotgan avtomobil birdaniga to'xtay olmaydi. Shu tezlikda kelayotgan poyezd sostavining to'xtashi uchun yana ham ko'proq vaqt va masofa kerak bo'ladi.

8-tajriba. Jism massasini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) namoyish tajribalari o'tkaziladigan stol, 2) aravachalar, 3) elastik plastinka, 4) ip, 5) yoklar bloki.

Jismlarning inertligi. Biriga elastik plastinka mahkamlangan ikkita bir xil aravachani 20-rasmda ko'rsatilganidek stol ustiga qo'yaylik. Bukilgan plastinkani tortib turgan ipni uzib yuborsak, elastik plastinka ikkala aravachaga bir xil ta'sir etib, ularni ikki tomonga itarib yuboradi. Bunda ikkala aravacha bir xil tezlanish oladi, ya'ni:

$$a_1 = a_2.$$

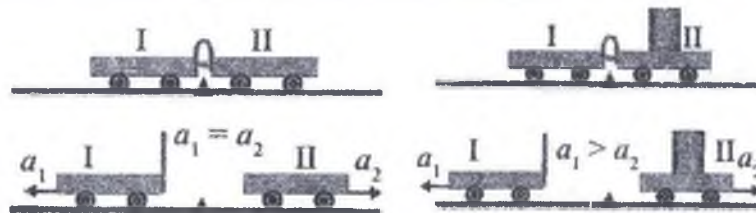
Endi ikkinchi aravacha ustiga yuk qo'yib, yuqoridagi tajribani takrorlaylik (20-rasm). Lekin bu holda birinchi aravacha ikkinchi aravachaga qaraganda uzoqroqqa borib to'xtaydi, ya'ni birinchi aravacha olgan tezlanish ikkinchisiga nisbatan katta bo'ladi:

$$a_1 > a_2.$$

21-rasmdagi ikkinchi aravachaning ustiga qo'yilgan yuk miqdori qancha ortib borsa, uning olgan tezlanishi shuncha kichik bo'lib boradi, ya'ni yuk qancha katta bo'lsa, uning tinchlik holatini o'zgartirish shuncha qiyin bo'ladi. Yuk katta bo'lganda jismning tinch yoki harakatdagi holatini saqlashga urinish qobiliyati katta bo'ladi.

Jismga ta'sir etuvchi kuch bo'lmaganda uning tinchlikdagi yoki harakatdagi o'z holatini saqlash xossasiga inertlik deyiladi. Jismga kuch ta'sir qilganda, shu jism inetriligining katta yoki kichikligi namoy on bo'ladi. Haqiqatda ham, gantelni shtangaga nisbatan ko'tarish, ya'ni harakatga keltirish oson. Chunki gantelning inertligi shtanganikiga

nisbatan kichik. O'yinchoq mashinani qo'limiz bilan itarib yuborsak, u harakatlanadi. Lekin haqiqiy mashinani itarib yurgizish uchun ancha katta kuch kerak bo'ladi. Chunki haqiqiy mashinaning inertligi kattadir. Poyezdning inertligi har qanday mashina inertligidan katta.



20-rasm. Inertligi bir xil bo'lgan aravachalarning harakati 21-rasm. Inertligi har xil bo'lgan aravachalarning harakati

Shuning uchun poyezdni joyidan qo'zg'atib, tezligini oshirish va aksincha, u harakatda bo'lsa, to'xtatish qiyin. Katta tezlikda ketayotgan poyezdning to'xtashi uchun katta kuch va vaqt kerak bo'ladi. Jismning inertligi qancha katta bo'lsa, uning tinch holatini yoki harakatdagi holatini o'zgartirish shuncha qiyin bo'ladi.

9-tajriba. Nyutonning ikkinchi qonunini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) gorizontal stol, 2) aravacha, 3) pallacha, 4) dinamomeip, 5) yoklar bloki.

Tezlanish va kuch orasidagi munosabat. Jismga kuch ta'sir etmasa yoki ta'sir etuvchi kuchlarning vektor yig'indisi nolga teng bo'lsa, jism o'zgarmas tezlikda harakat qilishini bilib oldik. Tezligini o'zgartirishi, ya'ni tezlanish olishi uchun esa jismga qandaydir kuch ta'sir etishi kerak. Jism tezlanish olishi uchun bu kuch unga qanday ta'sir etadi? Boshlang'ich tezliksiz a tezlanish bilan to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat qilayotgan jismning t vaqtda bosib o'tgan yo'li $s = at^2/2$ ko'rinishda ifodalanadi. Bu formuladan jismning tezlanishini

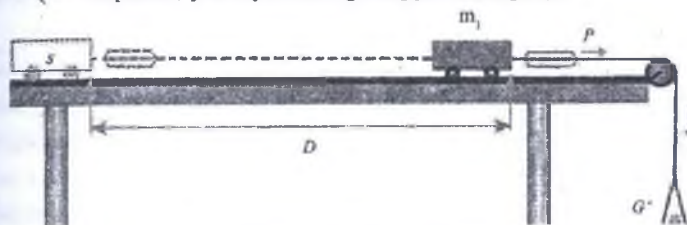
topish mumkin:

$$a = \frac{2s}{t^2} \quad (1)$$

Quyidagi tajribani o'tkazib ko'raylik.

1-tajriba. Gorizontol stol ustida harakatlanadigan m massali aravachani olaylik. Aravachaga D dinamometrni mahkamlab, dinamometrning ikkinchi uchiga G' g'altakdan o'tkazilgan ip orqali P pallachani osamiz. Dinamometrning ko'rsatishlariga qarab aravachaga ta'sir etayotgan F kuchni aniqlash mumkin.

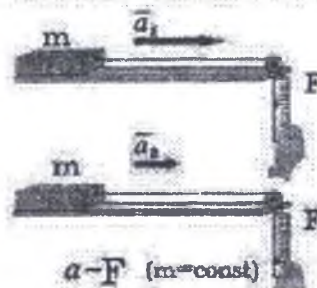
1. Pallachaga shunday yuk qo'yaylikki, aravacha ushlab turilganda dinamometrning ko'rsatishi, deylik, $F_1 = 0,1 \text{ N}$ bo'lsin. Aravachani qo'yib yuborsaganimizda $s = 1 \text{ m}$ masofani $t_1 = 4,5 \text{ s}$ da bosib o'tsin. U holda (1) formuladan aravacha olgan tezlanish $a_1 \approx 0,1 \text{ m/s}^2$ ekanligini topamiz (\approx – taqriban, ya'ni yaxlitlangan qiymat belgisi).



22-rasm Tajriba qurilmasi

2. Pallachadagi yuk massasini oshirib, aravachaga ta'sir etayotgan kuchni $F_2 = 0,2 \text{ N}$ qilib olaylik. U holda aravacha 1 m yo'lni $t_2 = 3 \text{ s}$ da bosib o'tganligini aniqlash mumkin. Bunda aravachaning olgan tezlanishi $a_2 \approx 0,2 \text{ m/s}^2$ bo'ladi.

3. Kuch $F_3 = 0,3 \text{ N}$ deb olinganda, aravacha 1 m yo'lni $t_3 = 2,5 \text{ s}$ da bosib o'tadi. Uning olgan tezlanishi esa $a_3 \approx 0,3 \text{ m/s}^2$ ga teng bo'ladi.



23-rasm. Tezlanishning kuchga bog'liqligi

Tajriba natijalaridan ko'rinadiki, aravachaga ta'sir etayotgan F kuch necha marta ortsa, aravacha olgan a tezlanish ham shuncha marta ortadi (22-rasm), ya'ni:

$$a \sim F \quad (2)$$

O'zgarmas massali jismning tezlanishi ta'sir qiluvchi kuchga to'g'ri proporsionaldir.

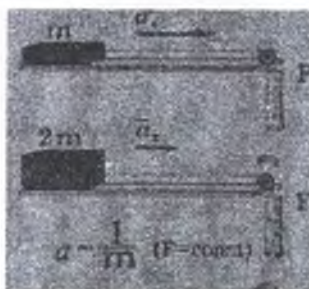
2-tajriba. Bu tajribada aravachaga ta'sir etuvchi kuchni o'zgarmas ($F_1 = 0,1 \text{ N}$) qoldirib, aravachaning massasini o'zgartirib boramiz.

1. Aravachaning massasi $m_1 = 1 \text{ kg}$ bo'lsin. Aravacha $s = 1 \text{ m}$ yo'lni $t_1 = 4,5 \text{ s}$ da bosib o'tadi.

Bu holda aravachaning tezlanishi 1-tajribadagidek $a_1 \approx 0,1 \text{ m/s}^2$ bo'ladi.

2. Aravacha ustiga xuddi shunday boshqa aravachani to'ntarilgan holda qo'yaylik. Endi aravacha massasi $m_2 = 2 \text{ kg}$ bo'ldi. Aravacha 1 m yo'lni $t_2 = 6,5 \text{ s}$ da bosib o'tganini, hisob-kitoblari esa tezlanish $a_2 \approx 0,05 \text{ m/s}^2$ ekanligini ko'rsatadi.

3. Aravachaning ustiga ikkita aravacha qo'yib, uning massasini $m_3 = 3 \text{ kg}$ ga yetkazamiz. U holda aravacha 1 m yo'lni $t_3 = 7,8 \text{ s}$ da bosib o'tib, tezlanish $a_3 \approx 0,033 \text{ m/s}^2$ ni tashkil etadi.



24-rasm

Tajriba natijalaridan ko'rinadiki, aravachaning massasi m qancha marta ortsa, uning olgan a tezlanishi shuncha marta kamayadi (24-rasm), ya'ni:

$$a \sim 1/m \quad (3)$$

O'zgarmas kuch ta'sirida jismning olgan tezlanishi jism massasiga teskari proporsionaldir.

10-tajriba. Nyutonning uchinchi qonunini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) Ikkita dinamometr, 2) ip, 3) magnit, 4) o'zak, 4) temir bo'lagi, 5) rolik, 6) arqon.

Tabiatda hech qachon bir jismning ikkinchi jismga ta'siri bir tomonlama bo'lmay, doimo o'zaro bo'ladi. Bir jism ikkinchi jismga ta'sir etsa, ikkinchi jism ham birinchi jismga ta'sir ko'rsatadi.

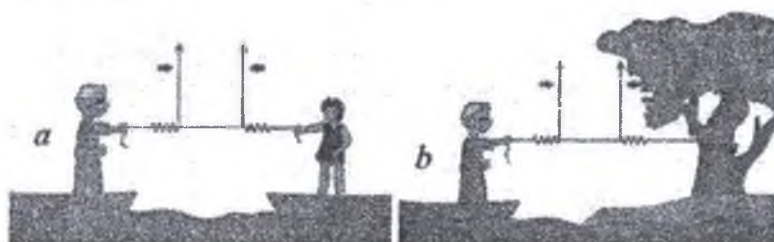


25-rasm.

Ikkita dinamometrni bir biriga ulab, ularni qarama qarshi tomonga tortsak (25-rasm), har ikki dinamometr ko'rsatkichi birday ekanligini ko'ramiz. Bu birinchi dinamometr qanday kuch bilan tortilsa, ikkinchisi ham xuddi qarama-qarshi tortilgan dinamometr ko'rsatkichlari tengligi shunday kuch bilan tortilganligini ko'rsatadi. Tortayotgan kuch miqdori qanday bo'lishidan qat'iy nazar qarama-qarshi tortayotgan kuch miqdoriga teng ekanligini kuzatamiz. Shu bilan birga biz dinamometrlarni qarama-qarshi tomonlarga tortganimiz uchun bu kuchlarni vektor ko'rinishda bir chiziq bo'ylab qarama-qarshi yo'nalgan kuch ko'rinishida ifodalashimiz kerak bo'ladi. Prujinalari cho'zilishga mo'ljallangan dinomometrlar kabi siqilishga mo'ljallangan dinamometrlarda ham birinchi dinamometr ikkinchisiga qanday kuch bilan ta'sir etayotgan bo'lsa, ikkinchi dinamometr birinchisiga ana shunday kuch bilan ta'sir etayotganligi kuzatiladi. 26-a rasmdagi birinchi qayiqchi ikkinchi qayiqchini qanday kuch bilan tortsa, ikkinchi qayiqchi ham birinchi qayiqchini shunday kuch bilan tortadi. Natijada ikkala qayiq ham bir-biri tomon harakatlanadi. Agar qayiqchi boshqa qayiqni emas, qirg'oqdagi daraxtni tortsa, o'zi ham daraxtga shunday kuch bilan tortiladi (26-b rasm). Bunda uni boshqa qayiqchi tortishi shart emas.

O‘zaro ta’sirlashuvchi ikki jism bir-biriga miqdor jihatdan teng va bir to‘g‘ri chiziq bo‘yicha qarama-qarshi tomonlarga yo‘nalgan kuchlar bilan ta’sirlashadi.

Bu qonun Nyutonning uchinchi qonuni deb ataladi. O‘zaro ta’sirlashuvchi ikki kuchdan biri ta’sir kuchi, ikkinchisi esa aks ta’sir kuchi deyiladi. Nyutonning uchinchi qonuni esa aks ta’sir qonuni deb ham yuritiladi.

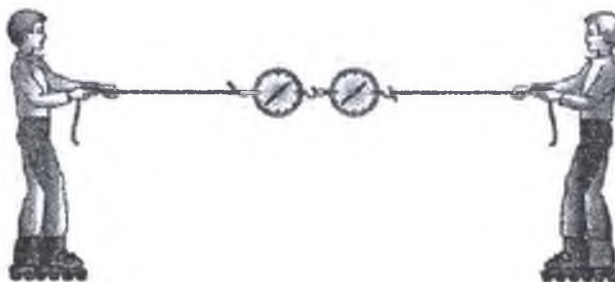


Ikki qayiqning bir-biriga tortilishi

Qayiqning daraxt tomonga tortilishi

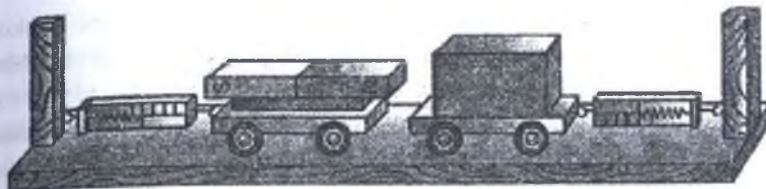
26-rasm

Aks ta’sir qonunining namoyon bo‘lishiga ko‘p misollar keltirish mumkin. Masalan, rolik ustida arqon bilan bir-birini tortayotgan ikkita boladan biri ikkinchisini qanday kuch bilan tortsa, o‘zi ham ikkinchi bolaga shuncha aks ta’sir kuchi bilan tortiladi (27-rasm).



27-rasm. Aks ta’sir kuchining namoyon bo‘lishi

Silliqlik yo‘lakka o‘rnatilgan ikkita aravachaning biriga magnit o‘zak, ikkinchisiga temir bo‘lagi o‘rnatilgan bo‘lsin (28-rasm). Ularga ta’sir etayotgan kuchlarni har bir aravachaga mahkamlangan dinamometr o‘lchaydi.



28-rasm. Temirning magnitga tortilishi

Agar aravachalar bir-biriga yaqinlashtirilsa, magnit o'zak temir bo'lakni o'ziga tortadi. Ular muvozanatga kelganida aravalar ortidagi dinamometrlar ko'rsatkichlari bir xil ekanligini ko'ramiz. Aravalar orasidagi masofani o'zgartirib, ta'sir etayotgan kuchlar kattaligini o'zgartirish mumkin. Lekin baribir birinchi aravacha ikkinchisini qanday kuch bilan tortsa, ikkinchisi ham birinчисini xuddi shunday kuch bilan tortayotganligining guvohi bo'lamiz. Uchlari tayanchga qo'yilgan taxta ustida turgan bola taxtaga o'z og'irligi bilan ta'sir etib, uni egadi. O'z navbatida taxta bolaga ham xuddi shunday kattalikdagi kuch bilan ta'sir etadi. Bolaning og'irligi pastga yo'nalgan bo'lsa, taxtaning bolaga aks ta'sir kuchi yuqoriga yo'nalgandir.

Devorni 300 N kuch bilan itarsangiz, devor ham Sizga 300 N kuch bilan aks ta'sir etadi. Kuchlarning $F_1 = m_1 \cdot a_1$ va $F_2 = m_2 \cdot a_2$ ifodalarini Nyutonning uchinchi qonuni formulasiga qo'yib, quyidagi tengliklarni hosil qilamiz:

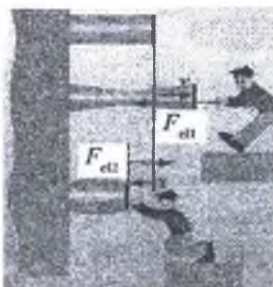
$$m_1 a_1 = m_2 a_2 \quad \text{yoki} \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

Jismlarning o'zaro ta'siri vaqtida olgan tezlanishlari jismlarning massalariga teskari proporsional bo'lib, ular o'zaro qarama-qarshi yo'nalgandir.

11-tajriba. Elastiklik kuchini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) rezina, 2) prujina, 3)chizg'ich, 4) plastilin.

Deformatsiya. Agar jismga tashqi kuch ta'sir etsa, jismni tashkil etgan zarralar bir-biriga nisbatan siljishi va ular orasidagi masofa o'zgarishi mumkin. Natijada zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari (tortishish va itarish)ning muvozanati buziladi. Agar kuch ta'sirida ular orasidagi masofa ortgan bo'lsa, tortishish kuchlari ustunlik qiladi va aksincha, masofa kamaygan bo'lsa, itarish kuchlari ustunlik qiladi. Natijada jismning turli nuqtalarida noldan farqli ichki kuchlar paydo bo'ladi.



29-rasm. Jismni cho'zilishi va siqilishi

Ichki kuchlar yug'indisi Nyutonning uchinchi qonuniga asosan tashqi qo'yilgan kuchga teng va unga qarama-qarshi yo'nalgandir (29-rasm). Jismga kuch bilan ta'sir etilsa, ular cho'zilishi, siqilishi, egilishi, siljishi yoki buralishi mumkin. Ichki kuchlar ta'siri natijasida jism o'zining avvalgi holatini saqlashga harakat qiladi.

Ba'zi jismlarda bunday xususiyat yaqqol kuzatiladi. Masalan, tashqi kuch ta'sirida rezina yoki prujina cho'zilishi, siqilishi, buralishi yoki egilishi mumkin.

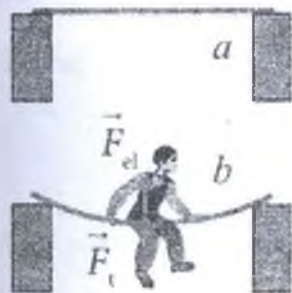
Deformatsiya deb, tashqi kuch ta'sirida jismlar shakli va o'lchamining o'zgarishiga aytiladi. Deformatsiyalar elastik va plastik deformatsiyalarga bo'linadi. Tashqi kuch ta'siri to'xtaganda jismning o'zgargan shakli va o'lchami avvalgi holatiga qaytsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya bo'ladi. Masalan, cho'zilgan rezina yoki prujina tashqi ta'sir to'xtatilgandan keyin o'z holatiga qaytadi. Chizg'ichni biroz egib, so'ng qo'yib yuborilsa, u yana to'g'rilanib qoladi. Bunday jismlar elastik jismlar deyiladi.

Hamma jismlar ham o'z shaklini qayta tiklamaydi. Ta'sir etayotgan tashqi kuch to'xtaganda jismning shakli va o'lchami tiklanmasa, bunday deformatsiya plastik deformatsiya bo'ladi. Masalan, plastilin ezilsa yoki cho'zilsa, u avvalgi holatiga qaytmaydi. Bunday jismlar plastik jismlar deyiladi. Quyida biz faqat elastik jismlar bilan ish ko'ramiz.

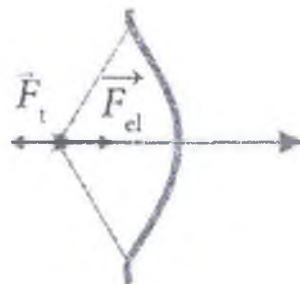
Elastiklik kuchining namoyon bo'lishi. 30-a rasmda ikki tayanchga gorizontol holatda qo'yilgan yupqa taxta tasvirlangan. Agar taxta o'rtasiga bola o'tirsa, taxta pastga egilib to'xtaydi (30-b rasm). Taxtaning egilishini qanday kuch to'xtatib qoladi? Bolaning og'irlik kuchi ta'sirida taxta egiladi, ya'ni deformatsiyalanadi. Agar bolaning og'irlik kuchini tashqi kuch F_t desak, taxtaning egilishiga qarshilik qilayotgan ichki kuch elastiklik kuchi F_{el} bo'ladi. F_{el} kuch F_t kuchga qarama-qarshi yo'nalganligi uchun ular miqdor jihatdan tenglashganda taxta egilishdan to'xtaydi.

Bunda Nyutonning uchinchi qonuni o'rinli bo'ladi:

$$\vec{F}_t = -\vec{F}_{el}$$



30-rasm



31-rasm. Kamonning egilishi

Jism deformatsiyalanganda tashqi kuchga qarshilik ko'rsatadigan va unga qarama-qarshi yo'nalgan kuch *elastiklik kuchi* deb ataladi. Kamon ipi tarang tortilganda (31-rasm), rezina, prujina cho'zilganida yoki siqilganida F_t kuchga qarshi F_{el} kuch namoyon bo'ladi.

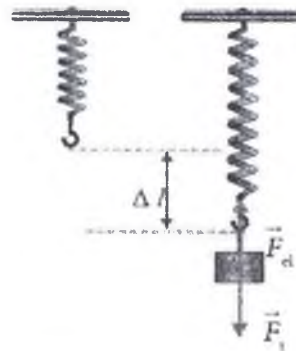
12-tajriba. Guk qonunini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) prujina, 2) yuk, 3) sim

Tayanchga mahkamlangan l_0 uzunlikdagi prujinaga m massali yuk osaylik. Unga ta'sir etuvchi F_t og'irlik kuch pastga yo'nalgan bo'ladi. Prujina deformatsiyalanishi natijasida F_t ga qarama-qarshi yo'nalgan F_{el} kuch yuzaga keladi.

Natijada prujina Δl ga cho'ziladi: $\Delta l = l - l_0$. Bunga prujinaning absolyut uzayishi yoki absolyut deformatsiya deyiladi. F_{el} elastiklik kuchi F_t og'irlik kuchga tenglashganida prujina cho'zilishdan to'xtaydi. Prujinaga ta'sir etuvchi kuchni oshirib borsak, absolyut deformatsiya ham proporsional ortib boradi (32-rasm).

Natijada prujina Δl ga cho'ziladi: $\Delta l = l - l_0$. Bunga prujinaning absolyut uzayishi yoki absolyut deformatsiya deyiladi. F_{el} elastiklik kuchi F_t og'irlik kuchga tenglashganida prujina cho'zilishdan to'xtaydi. Prujinaga ta'sir etuvchi kuchni oshirib borsak, absolyut deformatsiya ham proporsional ortib boradi.



32-rasm. Pujinaning cho'zilishi

Demak, elastiklik kuchi absolyut uzayishga to'g'ri proporsional ekan, ya'ni:

$$\vec{F}_{el} \sim \vec{\Delta l} \text{ yoki } \vec{F}_{el} = -k \vec{\Delta l} \quad (2)$$

bunda k – elastiklik kuchi va absolyut uzayishini bog'lovchi koefisienti bo'lib, deformatsiyalanayotgan prujinaning bikrligi deb

ataladi. (2) formulada minus ishorasining qo'yilishiga sabab elastiklik kuchi va absolyut uzayishning qarama-qarshi yo'nalishga ega ekanligidir. Bu formuladan k ni topsak:

$$k = \frac{F_{el}}{\Delta l} \quad (3)$$

Xalqaro birliklar sistemasida prujina bikrligining birligi N/m .

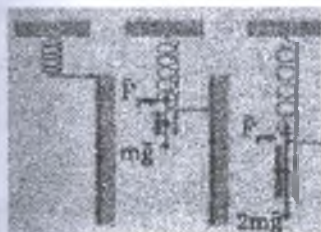
(2) formula quyidagicha ta'riflanadi: Elastiklik kuchi tashqi kuch ta'siridagi absolyut uzayishga to'g'ri proporsional.

Bu qonunni 1660-yilda ingliz olimi Robert Guk kashf etgan. Shuning uchun u Guk qonuni deb ataladi.

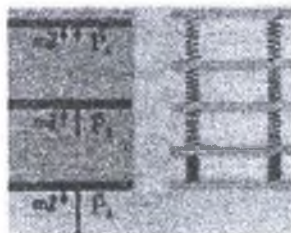
Jism (prujina, sim)ning bikrligi k qancha katta bo'lsa, uni cho'zish yoki siqish, ya'ni deformatsiyalash shuncha qiyin bo'ladi. Bikrlilik koeffitsiyenti turli jismlar uchun turlicha qiymatga ega. Uzunligi l , ko'ndalang kesim yuzasi S bo'lgan sterjenning bikrligi – k quyidagicha ifodalanadi:

$$k = E \frac{S}{l} \quad (4)$$

bunda E – sterjen yasalgan moddaning elastiklik moduli (ba'zan Yung moduli) deb ataladi, u turli moddalar uchun turlicha bo'ladi.



33-rasm. Deformatsiyaning ta'sir etuvchi kuchga bog'liqligi



34-rasm. Siqilish deformatsiyaning ta'sir etuvchi kuchga bog'liqligi

Prujina F_1 tashqi kuch ta'sirida siqilganida u Δl ga qisqaradi. Kuch ortib borishi bilan Δl ham oshib beradi (33-rasm), ya'ni Guk qonuni o'rinli bo'ladi.



35-rasm. Egilish deformatsiyasi

36-rasm. Siljish deformatsiyasi

37-rasm. Buralish deformatsiyasi

Kundalik turmushimizda cho'zilish va siqilish deformatsiyalaridan tashqari egilish (35-rasm), siljish (36-rasm) va buralish (37-rasm) deformatsiyalarini ham kuzatishimiz mumkin.

13-tajriba. Jismning og'irligini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) osmaga mahkamlangan prujina, 2) jism, 3) yuk

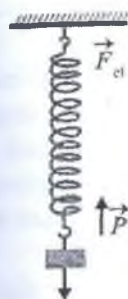
Fizikada og'irlik kuchidan tashqari og'irlik degan tushuncha ham mavjud. Jism og'irligi mohiyatini tushunib olish uchun quyidagi tajribalarni o'tkazaylik.

1-tajriba. Osmaga mahkamlangan prujinaga m massali jism osaylik. Jismga pastga yo'nalgan $F_{og'} = mg$ og'irlik kuchi ta'sir qiladi. Shu kuch ta'sirida prujina cho'ziladi, ya'ni deformatsiyalanadi. Buning natijasida F_{el} elastiklik kuchi vujudga keladi (38-rasm).

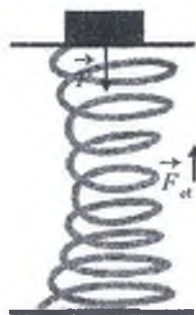
$F_{og'}$ og'irlik kuchi ta'sirida prujina cho'zila boshlagan sari, prujinaning avvalgi holatini saqlashga intiluvchi yuqoriga yo'nalgan F_{el} elastiklik kuchi orta boradi.

Ma'lum uzunlikka cho'zilganidan keyin F_{el} elastiklik kuchi miqdor jihatdan $F_{og'}$ og'irlik kuchiga tenglashib qoladi, ya'ni bu kuchlar muvozanatlashadi va prujinaga osilgan jism tinch holatga keladi.

Jismning tinch holatida osmaga $F_{og'}$ og'irlik kuchiga teng bo'lgan kuch ta'sir etadi. Bu kuch prujinaga osilgan jismning og'irligidir.



38-rasm. Jism og'irlik kuchining osmaga ta'siri



39-rasm. Jism og'irlik kuchining tayanchga ta'siri

2-tajriba. Prujina ustiga o'rnatilgan tayanchga muayyan m massali jismni qo'yamiz. Shu zahoti prujina siqila boshlaydi, ya'ni deformatsiyalanadi. Natijada, F_{el} elastiklik kuchi namoyon bo'la boshlaydi. Elastiklik kuchi ortib, jismning og'irlik kuchiga miqdor jihatdan tenglashganda prujinaning siqilishi to'xtaydi va jism tinch holatga o'tadi. Jismning tinch holatida tayanchga F_{og} og'irlik kuchiga teng bo'lgan kuch ta'sir etadi (39-rasm). Bu kuch prujina ustidagi tayanchga qo'yilgan jismning og'irligidir. Yerga tortilishi tufayli jismning tayanchga yoki osmaga ta'sir etadigan kuchi jismning og'irligi deb ataladi va P harfi bilan belgilanadi.

Yuqoridagi tajribalarda jism muvozanat holatga kelganda jismning P og'irligi F_{og} og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Tinch holatda turgan jismning og'irligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$P = mg.$$

Og'irlik tushunchasini og'irlik kuchi tushunchasi bilan chalkashtirib yubormaslik kerak. Ularning bir-biridan farq qiladigan ikki jihatini bilib olish lozim. Birinchidan, og'irlik kuchi – bu jismning Yerga tortilish kuchi, og'irlik esa jismning tayanchga (40-rasm) yoki osmaga ko'rsatayotgan ta'sir kuchi. Ikkinchidan, og'irlik kuchi jismning vertikal yo'nalishdagi tezlanishiga bog'liq emas, ya'ni ma'lum bir joy uchun o'zgarmasdir. Og'irlik esa jism faqat tinch holatda turganda yoki vertikal tekis harakatdagina o'zgarmasdir.



40-rasm. Jismning tayanchga ta'sir kuchi

Lekin F_{og} og'irlik 0 qiymatdan $1N$ ga qadar ortib boradi. Jism prujinaga osilgan vaqtning o'zida jismning prujina osilgan osmaga ta'siri bo'lmaydi, ya'ni jismning og'irligi 0 ga teng bo'ladi. Qisqa vaqt ichida prujina cho'zila boradi va jismning osmaga ta'siri orta boradi, ya'ni jismning og'irligi 0 dan $1N$ ga qadar o'zgaradi. Prujina cho'zilib bo'lgach, ya'ni jism muvozanat holatga kelganida uning og'irligi $1N$ ga teng bo'ladi.

2-tajribada ham shunday holat yuz beradi. Turmushda massa o'rniga ko'proq og'irlik tushunchasi qo'llaniladi. Masalan, bozorda tarozi yordamida mahsulotning massasi o'lchansada, mahsulotning og'irligi o'lchandi, deyiladi. Bu bilan xatolikka yo'l qo'yiladi, deb bo'lmaydi. Chunki tarozida mahsulot tinch holatda, ya'ni muvozanat holatida tortiladi. Bu holatda og'irlik N da emas, balki *kilogramm* yoki *gramm* da hisoblanadi.

14-tajriba. Yuklama va vaznsizlikni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) prujina, 2) jism, 3) yuklar.

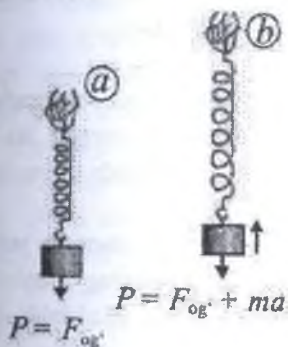
Yuklama. Prujinaga m massali jism osib, uni tinch holatda ushlab turaylik. Muvozanat holati tiklanganda jismning og'irligi $P = F_{og}$ yoki $P = mg$ bo'ladi (41-a rasm). Agar prujinani keskin yuqoriga harakatlantirsak uning muvozanat holatidagiga nisbatan cho'zilganligini ko'ramiz (41-b rasm). Demak, yuqoriga yo'nalgan tezlanishda

yukimizning og'irligi ortadi. Buning sababini Nyutonning ikkichi qonuni yordamida tushuntirish mumkin. Yukning tinch holatida prujinaning yuqoriga yo'nalgan elastiklik kuchi yukning pastga yo'nalgan og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Yukni yuqoriga a tezlanish bilan harakatlantirish uchun prujinaga og'irlik kuchidan tashqari qo'shimcha ma kuch bilan ta'sir etish kerak. Bunda og'irlikning qiymati o'girlik kuchi va qo'shimcha kuch yig'indisiga teng bo'ladi:

$$P = F_{og'} + ma \text{ yoki } P = mg + ma. \quad (1)$$

Jism yuqoriga tik yo'nalishda a tezlanish bilan harakatlenganda uning og'irligi ma miqdorida ortadi. Bu yuklama deb ataladi. Demak, yukning o'z ostidagi tayanchga ta'sir etayotgan og'irligi og'irlik kuchidan tashqari yukning tezlanishi bor yoki yo'qligiga ham bog'liq ekan. Hayotimizda yuklamaning namoyon bo'lishini ko'p uchratganmiz. Masalan, tinch holatdagi lift ko'tarila boshlaganida, u a tezlanish oladi.

Bunda uning $P = F_{og'}$, $P = F_{og'} + ma$ ichida turgan odam lift poliga odatdagidan ko'proq kuch bilan bosadi. Liftdagi odam og'irligi ma ga ortadi (41-rasm).



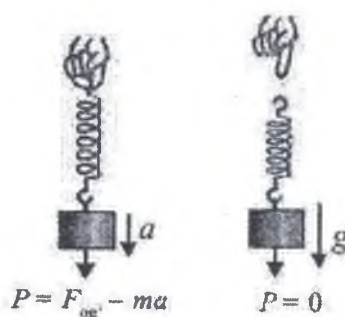
41-rasm. Jisimning tinch holati (a) va yuqoriga tezlanishli harakati (b)



42-rasm. Liftning tezlanishli harakati

Samolyot yerdan tezlanish bilan ko'tarilganda yuklama tufayli ba'zi odamlar miyasida og'riq paydo bo'ladi. Ayniqsa, raketa katta tezlanish bilan uchirilganda, uning ichidagi kosmonavt katta yuklamaga dosh berishi kerak.

Vaznsizlik. Endi prujinani yuki bilan birgalikda keskin pastga harakatlantiraylik. Bu harakat boshlanganida ma'lum uzunlikka cho'zilib, muvozanat holatida turgan prujina siqiladi (43-a rasm). Demak, pastga yo'nalgan tezlanishda yukimiz og'irligi kamayar ekan. Bir zumda prujinaning elastiklik kuchi jismning og'irligi bilan muvozanatga keladi va jism ham pastga a tezlanish bilan harakatlanish boshlaydi. Shu vaqtda prujina jism og'irligi kamayganligini ko'rsatadi.



43-rasm. Jismning a tezlanish (a) va g tezlanish (b) bilan pastga harakati
Bunda og'irlikning kamayishi ma ga teng bo'ladi:

$$P = F_{og} - ma \quad \text{yoki} \quad P = mg - ma$$

Jism pastga tik yo'nalishda a tezlanish bilan harakatlanganda uning og'irligi ma miqdorida kamayadi. Tinch holatda turgan lift pastga harakatlana boshlaganda, u a tezlanish oladi. Bu paytda uning ichidagi odam og'irligi ma ga yengillashadi.

Yuk osilgan prujinani qo'yib yuborsak, prujina qisqarib, yuk $a = g$ tezlanish bilan pastga harakatlanadi. Bunda prujinaning shkalasi unga osilgan jismning og'irligi 0 ga tengligini, ya'ni vaznsizlik holatini ko'rsatadi (43-b rasm):

$$P = m(g - a) = m(g - g) = 0.$$

Ta'kidlash joizki, jismning og'irligi – bu Yerga tortilishi tufayli jismning tezlanishi $a = 0$ bo'lganidagi tayanchga yoki osmaga ta'sir etadigan kuchidir.

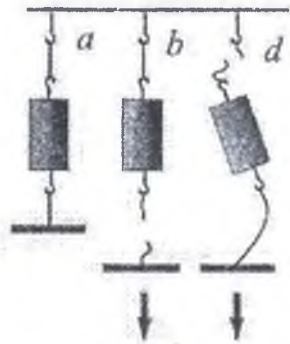
15-tajriba. Kuch impulsini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) gorizantal stol, 2) aravacha, 3) yuklar, 4) ikki tomonidan bog'langan jism, 5) taxtacha.

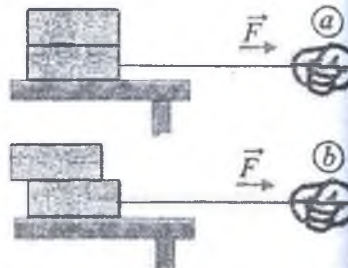
To'xtab turgan aravachani ma'lum bir tezlikda harakatlantirish uchun uni katta tezlikda kelayotgan boshqa aravacha turtib yuborishi kerak, yoki uni asta-sekin tortib, kichik kuch ta'siri yordamida ham kerakli tezlikka erishtirish mumkin. Lekin buning uchun uzoq vaqt davomida kuch ta'sir ettirib turish kerak bo'ladi. Bu ikki usulda arava bir xil tezlikda harakatga keladi: birida qisqa vaqt katta kuchni, ikkinchisida esa uzoq vaqt davomida kichik kuch ta'sir ettirib. Demak, jismlarning o'zaro ta'sirida, natijasi kuchning miqdoridan tashqari ta'sirlashish vaqtining davomiyligiga ham bog'liq ekan. Bunga ishonch hosil qilish uchun quyidagi tajribalarni o'tkazib ko'raylik.

1-tajriba. Ikkita bir xil ipga ikki tomonidan bog'langan jismni 44-a rasmda ko'rsatilganidek osib qo'yaylik. Birinchi galda ipni tez, ya'ni siltab pastga tortamiz. Bunda jism ostidagi ipning uzilishiga guvoh bo'lamiz. Chunki siltab tortganimizda, Nyutonning birinchi qonuniga asosan jism o'zining tinch holatini saqlashga harakat qiladi va jism ustidagi ipga kuch ta'sir etib ulgurmaydi. Natijada jism ostidagi ipga ustidagi ipga nisbatan ko'proq kuch ta'sir etib, u uziladi (44-b rasm). Ikkinchi galda jismning ostiga bog'langan irni sekin-astalik bilan pastga tortamiz. Bunda yuqoridagi jismni tayanch bilan bog'lab turgan ir uziladi (44-d rasm). Chunki biz pastga tortayotgan kuchimizga jism og'irligi ham qo'shiladi. Jism ustidagi ipga ostidagi ipga nisbatan ko'proq kuch ta'sir etgani uchun tepadagi ip uzildi.

2-tajriba. Stol ustiga sirlari silliq ikkita taxtachani ustma-ust qo'yaylik. Pastdagi taxtachaga ir bog'langan bo'lsin (45-rasm). Birinchi (a) holatda pastdagi taxtachani asta-sekin tortamiz.



44-rasm. (a) siltab (b) va sekin-asta (d) tortilganda ipning holati



45-rasm. Sekin-asta (a) va siltab (b) tortilganda ustki taxtachaning holati

Bunda pastki va ustki taxtacha bir-biriga nisbatan siljimasdan, stol ustida sirpanadi. Ikkinchi (b) holatda pastdagi taxtachani tez, ya'ni siltab tortamiz. Bu holda ustki taxtacha pastki taxtacha ustida sirpanib, orqaroqda qoladi yoki tushib ketishi mumkin. Tajribalardan shunday xulosa chiqarish mumkin: jismlarning o'zaro ta'siri natijasi faqat kuchning miqdorigagina emas, balki uning ta'sir vaqti davomiyligiga ham bog'liq. Shuning uchun kuch impulsi degan kattalik kiritilgan. "Impuls" lotincha "impulsus" so'zidan olingan bo'lib, "turtki" degan ma'noni bildiradi.

Kuch impulsi jismga ta'sir etayotgan kuchning shu kuch ta'sir etib turish vaqtiga ko'paytmasiga teng.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot t.$$

Xalqaro birliklar sistemasida kuch impulsi - $I \rightarrow$ ning birligi Nyuton \cdot sekund ($N \cdot s$). $1N \cdot s$ li impuls - bu $1s$ davomida ta'sir etuvchi $1N$ kuch impulsidir. Kuch impulsi vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi kuchning yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi.

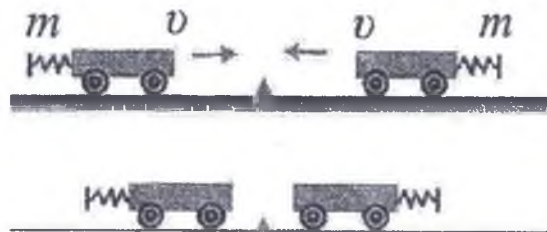
16-tajriba. Impulsning saqlanish qonunini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalari: 1) bir tomoniga prujinali bufer mahkamlangan bir xil m massali ikkita aravacha, 2) gorizontel rels, 3) jism.

Yopiq sistema. Fizikada tahlil qilinayotgan jismlar guruhiga jismlar sistemasi deyiladi. Sistemaga kiruvchi jismlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlariga ichki kuchlar, sistemadagi jismlarning sistemadan tashqaridagi jismlar bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida vujudga keluvchi kuchlarga esa tashqi kuchlar deyiladi. Sistemadagi jismlar faqat bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashishsa yoki sistemaga ta'sir etayotgan tashqi kuchlar ta'siri o'zaro muvozanatda bo'lsa, bunday jismlar sistemasi yopiq sistema deb ataladi.

Kosmik kemani uchirishda Yer bilan kosmik kema birgalikda yopiq sistema deb qaraladi. Chunki Quyosh, Oy va boshqa osmon jismlarining kosmik kemaga ta'sirini hisobga olmasa ham bo'ladi. Gorizontel sirtida bir necha sharcha bir-biri bilan to'qnashib, ta'sirlashayotgan bo'lsin. Agar sharchalarning sirtga ishqalanishi hisobga olmaydigan darajada kichik bo'lsa, bu sharchali sirtni yopiq sistema deb qarash mumkin. Massalari va tezliklari bir xil bo'lganda jismlarning to'qnashuvi.

1-tajriba. Bir tomoniga prujinali bufer mahkamlangan bir xil m massali ikkita aravachani gorizontel relsga 46-rasmdagidek qo'yamiz. Aravachalarga ta'sir etuvchi og'irlik kuchi va relsning reaksiya kuchi o'zaro muvozanatda bo'ladi. Shuning uchun qaralayotgan jismlar sistemasini yopiq sistema deb olish mumkin.



46-rasm

Aravachalar to'qnashganda to'xtab qolishi uchun ularning biriga plastilin yopishtirib qo'yilgan. Aravachalarni bir xil v tezlik bilan harakatlantirsak, birinchi aravachaning impulsi mv ga teng bo'ladi. Ikkinchi aravachaning tezligi birinchi aravachaning tezligiga teng, lekin qarama-qarshi yo'nalgani uchun ikkinchi aravachaning impulsi $-mv$ ga teng bo'ladi. U holda ikkala aravachaning impulslari yig'indisi:

$$mv + (-mv) = mv - mv = 0$$

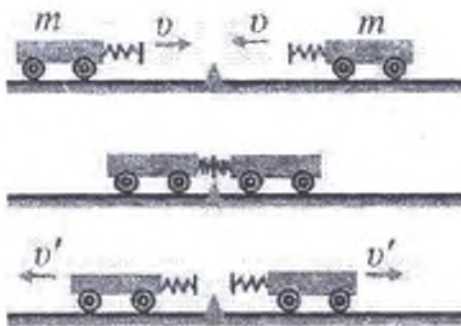
bo'ladi. Aravachalar to'qnashganda plastilin orqali ular bir-biriga yopishib qo'ladi va to'xtaydi. Tezlik $v = 0$ bo'lgani uchun har bir aravachaning impulsi nolga teng bo'ladi.

2-tajriba. Endi aravachalarning prujinali buferlari 47-rasmdagidek bir-biriga qarab tursin. Ikkala aravachaga kattaligi bir xil, lekin yo'nalishi qarama-qarshi bo'lgan v tezlik beramiz. Birinchi galdagi kabi bu holda ham aravachalar to'qnashmasdan avvalgi impulslari yig'indisi nolga teng. Lekin aravachalar to'qnashgandan keyin har birining impulsi nolga teng bo'lmaydi.

Chunki ular to'qnashgandan keyin bir xil v tezlik bilan bir-biridan uzoqlasha boradi. Ular impulslarining yig'indisi:

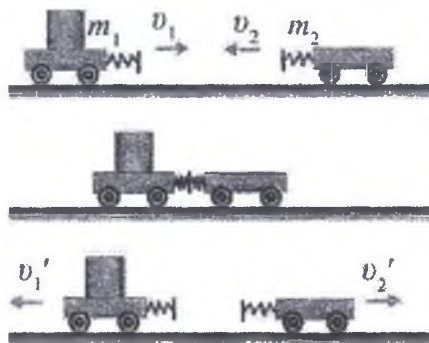
$$m(-v') + mv' = -mv' + mv' = 0$$

bo'ladi. Demak, 1-tajribadagi kabi aravachalar to'qnashmasidan oldin ham, to'qnashganidan keyin ham ularning impulslari yig'indisi nolga teng.



47-rasm. To'qnashgandan keyin aravachalar impulsarlari yig'indisining nolga tenglashishi

3-tajriba. Aravachalar massalari turlicha m_1 va m_2 bo'lsin. Ularni relsga 48-rasmdagidek o'rnatib, birinчисiga v_1 , ikkinчисiga qarama-qarshi yo'nalishda v_2 tezlik beramiz.



48-rasm

Aravachalar to'qnashgandan keyin mos ravishda v_1' va v_2' tezliklar bilan ortga qayta boshlaydi. Natijada har bir aravachaga ta'sir etuvchi kuchlar bir-biriga teng, lekin qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun ikkinchi arava uchun kuch manfiy ishora bilan olinishi kerak. Ikkala aravachaning impulsarlari qanday o'zgarishini hisoblaylik.

Birinchi aravacha impulsining o'zgarishi:

$$\vec{F}t = m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_1$$

Ikkinchi aravacha impulsining o'zgarishi:

$$-\vec{F}t = m_2\vec{v}_2' - m_2\vec{v}_2$$

Tengliklarni hadma-had qo'shamiz:

$$0 = m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2' - m_2\vec{v}_2$$

2

yoki
$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2' \quad (1)$$

Bu tenglikning chap tomoni aravachalarning to'qnashishdan oldingi, o'ng tomoni esa to'qnashgandan keyingi impulslari yig'indisini ifodalaydi.

Demak, aravachalar bir-biri bilan to'qnashganda ular impulslarining yig'indisi vaqt o'tishi davomida o'zgarmay qoladi, ya'ni impulslar yig'indisi saqlanadi.

Impulsning saqlanish qonuni ta'rif: yopiq sistemada ikki jismning o'zaro ta'sirlashishi natijasida ularning impulslari saqlanishini yuqorida ko'rdik. Agar yopiq sistemada jismlar ko'p bo'lsa ham o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarning impulslari yig'indisi o'zgarmaydi, ya'ni saqlanadi:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = const.$$

17- tajriba. Kuchni o'lchashni o'rganish

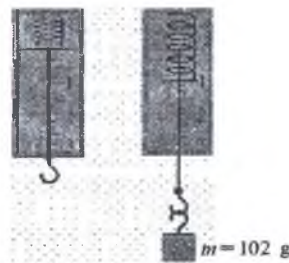
Kerakli asbob va uskunalar: 1) dinamometr, 2) turli massali jismlar, 3) stol, 4) uchida ilmog'i bor silliq taxtachalar.

Kuchni o'lchash uchun dinamometr (grekcha dinamis—kuch, metro— o'lchayman) deb ataluvchi asbobdan foydalaniladi. Asbob taxtachaga o'rnatilgan prujina, prujina uchiga mahkamlangan ko'rsatkich sim hamda o'sha joyga ulangan shkala bo'ylab siljiy oladigan sterjendan iborat. Sterjen uchida ilmog'i bo'lib, unga yuk osiladi. Ilmoqqa yuk osilsa, prujina cho'ziladi. Yuk massasi $m = 102 \text{ g}$ bo'lsa, prujina uchidagi ko'rsatkich sim 1 raqamida to'xtaydi (49-rasm). Bunda prujina cho'zilishida hosil bo'lgan elastiklik kuchi yukning og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Dinamometrning strelkasi IN kuchni

ko'rsatadi. Unga yana $1N$ og'irlikdagi yukni ossak, dinamometr prujinasi cho'zilib, ko'rsatkich sim uchi pastga siljiydi. U joyga 2 raqami qo'yilgan bo'lib, ta'sir etayotgan kuchning $2 N$ ga tengligini bildiradi. Yuklarni shu tarzda ko'paytirib borib, dinamometr bilan ularning og'irliklarini o'lchash mumkin. Umuman olganda, jism massasi m ma'lum bo'lsa, unga ta'sir etayotgan og'irlik kuchini F og'irlik kuch. ($F_{og'}$) bilan belgilab, F og'ir. kuch. $F=m \cdot g$ formula orqali hisoblab topish mumkin. $g = 9,81 m/s^2$ ga teng bo'lib, Yer sirtida taqriban o'zgarmas kattalikdir.

Dinamometr yordamida kuchlarni o'lchash

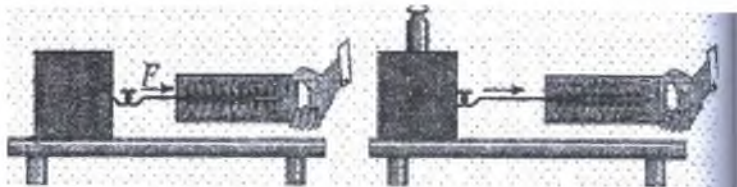
1.Og'irlik kuchini o'lchash. Dinamometrni olib, shkalasini o'rganing.



49-rasm

Dinamometrning o'lchash chegarasini va aniqlik darajasini yozib oling. Dinamometrni shtativga mahkamlab, uning ilmog'iga turli massali jismlarni iling (49-rasmga qarang). Har safar dinamometr ko'rsatishlarini yozib oling.

2. Ishqalanish kuchini o'lchash. 1-tajriba: Stol ustiga uchida ilmog'i bor silliq taxtachani qo'ying. Dinamometr ilmog'ini taxtacha ilmog'idan o'tkazing (50-rasm).



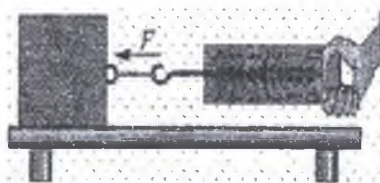
50-rasm.

Dinamometr uchidan ushlab, sekin torting. Jism joyidan qo'zg'algandan boshlab, iloji boricha, jismni juda sekin tekis harakat qildiring. Shu holatda dinamometr ko'rsatishini yozib oling.

Izoh: Jism tekis harakatlantirilganda tortuvchi kuch F , ishqalanish kuchi F_{ishq} ga teng bo'ladi.

$$F = F_{ishq}$$

2-tajriba. Taxtacha ustiga 1kg toshni qo'ying. Tajribani takrorlang. Dinamometr ko'rsatishidan foydalanib, ishqalanish kuchini aniqlang. Taxtacha ustiga qo'yiladigan yuklar miqdorini o'zgartirib, ishqalanish kuchlarini aniqlang.



51-rasm

3. Elastiklik kuchini o'lchash. 1-tajriba. Dinamometrning asosiy qismi prujina bo'lganligidan, unga yuk osilganda, yukning og'irligi prujinaning elastiklik kuchiga teng bo'ladi.

2-tajriba. Rezinaning elastiklik kuchini o'lchash uchun taxtacha va dinamometr oralig'iga $l_0 = 15-20$ sm uzunlikdagi rezina ulanadi. Dinamometr uchidan ushlab, yukni tekis harakat qiladigan holatda tortiladi (51-rasm). Bunda rezina cho'ziladi va unda hosil bo'lgan elastiklik kuchini dinamometr ko'rsatishidan yozib olinadi.

18- tajriba. Jismlarning massa markazi va muvozanat turlarini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) kartondan qirqilgan varoq, 2) 2 ta shtativ, 3) stol, 4) uchida ilmog'i bor silliq taxtachalar, 5) turli geometrik shaklga ega bo'lgan jismlar, 6) chizg'ich, 7) stol, 8) kitob.

Quyidagicha tajriba o'tkazaylik. Kartondan qirqilgan varoq olib, uning ixtiyoriy nuqtasidan igna yordamida ip o'tkazaylik. Ipning ikki uchini shtativlarga bog'laylik. Bunda varoq 52-rasmda ko'rsatilgan holatda qoladi. Uni o'z o'qi atrofida biroz burib qo'yib yuborilsa, yana dastlabki holatiga qaytadi.



52-rasm.



53-rasm.

Endi varoqning o'rtasidan ip o'tkazib yana shtativga bog'laylik (53-rasm). Bu holda varoqni qancha aylantirib qo'ymaylik, qo'yilgan holatida qolganligini ko'ramiz. Shu holatda topilgan nuqtaga jismning massa markazi deyiladi. Jismning bu nuqtasida xuddi barcha massa to'plangandek bo'ladi.

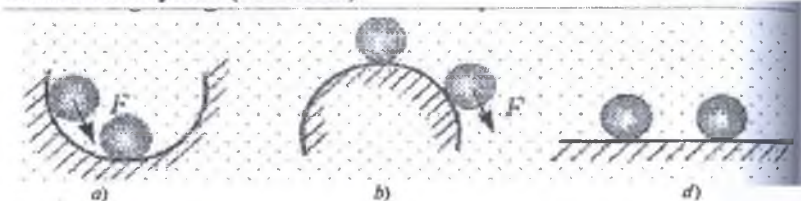
Shunga o'xshash tajribalar yordamida aniqlanishicha, turli geometrik shaklga ega bo'lgan jismlarning massa markazlari quyidagicha bo'lar ekan: bir jinsli jismlarning (masalan, shar, sfera, doira va shu kabilarning) massa markazlari ularning geometrik markazlari bilan ustma-ust tushadi (54-rasm).



54-rasm

Agar jismlar ixtiyoriy yassi shaklga ega bo'lsa, uning massa markazini ikki nuqtasidan osish usuli bilan aniqlash mumkin. Bunda massa markazi A va B nuqtalardan o'tgan vertikal chiziqlar kesishgan nuqtada bo'ladi (55-rasm). Jismlarni massa markazidan o'tgan o'qqa osib qo'yilsa, u muvozanatda uzoq muddat davomida qoladi. Agar jism muvozanatda bo'lsa, unga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarning yig'indisi nolga teng bo'ladi.

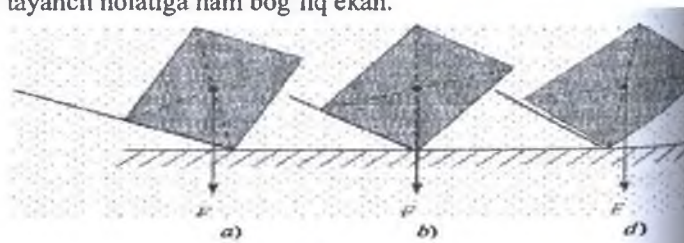
Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda, uni dastlabki holatiga qaytaruvchi kuch hosil bo'ladigan muvozanatga turg'un muvozanat deyiladi (56-a rasm). Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda, uni muvozanat holatidan yanada ko'proq uzoqlashtiradigan kuch hosil bo'ladigan muvozanatga turg'un muvozanat deyiladi (56-b rasm).



55-rasm

Jismni muvozanat holatidan chetga chiqarilganda uning holatini o'zgartiradigan hech qanday kuch hosil bo'lmasa, farqsiz muvozanat deyiladi (56-d rasm).

Shunday tajriba o'tkazaylik. Biror kitob olib, uning tagiga chizg'ichni qo'yaylik. Chizg'ichni bir uchidan sekin ko'tara boshlaylik (56-a, b-rasm). Shunda chizg'ich stol bilan ma'lum bir burchak hosil qilganda kitob ag'darilib tushadi. Demak, jismning muvozanatda bo'lishi tayanch holatiga ham bog'liq ekan.



56-rasm

Tayanch yuzasiga ega bo'lgan jismning og'irlik markazidan o'tkazilgan vertikal chiziq tayanch yuzasidan chiqib ketsa, jism ag'dariladi (56-d rasm). Demak, tayanch yuzasi qancha katta bo'lsa, muvozanati shunchalik barqaror bo'ladi.

19-tajriba. Kuch momenti. Richag va uning muvozanat shartini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) g'ildirak, 2) aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlar, 3) qo'zg'almas tayanch, 4) richag.

Quyidagicha tajriba o'tkazib ko'raylik. G'ildirakni olib, undan qo'zg'almas o'q o'tkazaylik. G'ildirak o'qiga F kuchni 57-rasmda ko'rsatilganidek 1 nuqtaga ta'sir ettiraylik. G'ildirak harakat qilmaydi. Endi shu kuchni 2 nuqtaga qo'yaylik. G'ildirak harakatga keladi. F kuchni aylanish o'qidan yanada uzoqroqqa qo'ysak, g'ildirak shunchalik tez aylanadi.

Demak, aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlarning harakati faqat unga qo'yilgan kuch kattaligiga bog'liq bo'lmasdan, balki kuchni aylanish o'qidan qancha uzoqlikka qo'yilganligiga ham bog'liq bo'lar ekan.

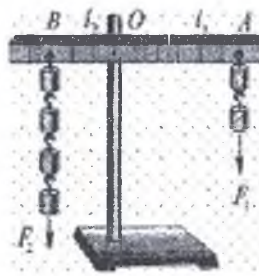


57-rasm

Aylanish o'qidan kuch qo'yilgan nuqttagacha bo'lgan eng qisqa masofa kuch yelkasi deb ataladi. Bunda kuch yo'nalishi bilan yelka o'zaro tik yo'nalgan deb qaraladi. Aylanish o'qiga ega bo'lgan jismlarda harakat qo'yilgan F kuchga hamda yelka l ga bog'liq bo'lganligidan kuch momenti deb ataluvchi fizik kattalikni kiritamiz,

$$M = F \cdot l$$

Uning birligi $M = 1N \cdot m$. Siz kundalik turmushda og'ir toshni yoki yukni joyidan siljitishda uning tagiga lom tiqib ko'tar ishganini ko'rgansiz (58-rasm). Bunda lom uchiga F_1 kuch bilan ta'sir etib, ikkinchi uchidan F_2 kuch olinadi. F_2 kuch F_1 dan bir necha barobar katta bo'ladi. Demak, bu qurilmada kuchdan yutish mumkin ekan.



58-rasm

Qo'zg'almas tayanch atrofida aylana oladigan qattiq jismga richag deyiladi. 58-rasmda richagning aylanishi O nuqta atrofida bo'ladi.

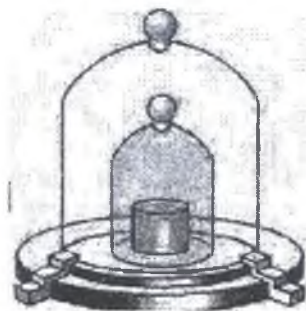
20-tajriba. Massa va uning birliklarini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) analitik, elektron tarozi, 2) shayinli tarozi, 3) tarozi toshlari, 4) prujinali tarozi.

Siz kundalik turmushda ota-onangiz bilan yoki o'zingiz bozorga borgansiz, albatta. Bozorda sotilayotgan ko'pgina oziq-ovqat mahsulotlarini tarozida o'lchab sotilishini ham bilasiz. Tarozida yordamida jismlar va narsalarning qanday kattaligi o'lchanadi? Buni tushunish uchun quyidagiga e'tibor beraylik. Qum ortilgan bolalar o'yinchoq avtomobilini joyidan qo'zg'atish osonmi yoki qum ortilgan rosmana avtomobilnini? Bir tekis g'ildirab kelayotgan o'yinchoq avtomobilni ushlab to'xtatish osonmi yoki rosmana avtomobilnini? Albatta, har biringiz savolga o'yinchoq avtomobilni deysiz. Boshqa misol olaylik. Sellofan xaltaga solingan shakarni ko'tarish osonmi yoki bir qop shakarnimi? Bunda ham xaltadagi degan to'g'ri javobni olamiz. Demak,

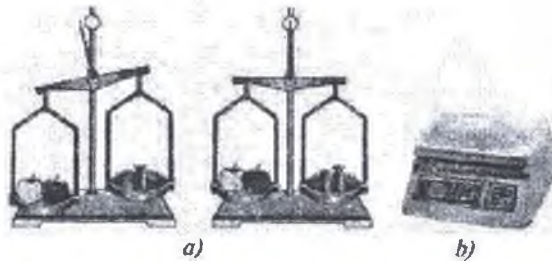
jismlar tinch turgan bo'lsa, uni bu holatdan chiqarish uchun ta'sir ko'rsatish kerak. Xulosa qilib aytsak, jismlar yoki narsalar tinch turgan holatini saqlashga intilar ekan. Jismlar xuddi shunday harakat holatini ham saqlashga urinadi. Jismlarning tinch yoki harakat holatini saqlash qobiliyatiga inertlik deyiladi. Lekin bu qobiliyat turli jismlarda turlicha. Bu qobiliyatni o'lchash uchun massa deb ataluvchi fizik kattalik o'ylab topilgan. Jismning inertlik xossasini xarakterlovchi fizik kattalikka jismning massasi deyiladi. Jism massasini o'lchashning usullari ko'p. Shulardan hammaga ma'lumi tarozi yordamida o'lchashdir. Amaliyotda ishlatiladigan tarozilar turli tipda bo'ladi: o'quv, analitik, elektr on va h.k.

60-a rasmda o'quv (shayinli), b-rasmda esa elektron tarozi keltirilgan. Yuqorida aytganimizdek, massa birligi 1 kilogramm bo'lib, toshining namunasi Parij yaqinidagi Sevr degan shaharchada saqlanadi (59-rasm).



59-rasm.

Namuna silindr shaklida bo'lib, balandligi va diametri 39 mm atrofida. Undan 40 ta nusxa tayyorlanib, turli mamlakatlarga tarqatilgan. Jism massasining ko'p yoki kamligi undagi moddaning yoki narsalarning ko'p-kamligiga bog'liq. Masalan, bir qop yong'oqning massasi bir xalta yong'oqnikidan, 1chelak suvning massasi 1 piyola suvnikidan ko'p. Narsa va predmetlarning massasini



60-rasm

1 kg ga nisbatan katta va kichik birliklarda ham o'lchash mumkin. 1 tonna (t) = 10 sentner (s) = 1000 kg.

1 kg = 1000 gramm = 1 000 000 milligramm.

Jism massasi tarozida o'lchanadi. Jism massasini o'lchash uchun uning chap pallasiga o'lchanadigan narsa, o'ng pallasiga tarozi toshlari qo'yiladi. Pallaga toshlarni muvozanatga kelguncha tanlab qo'yiladi (60-rasm)

Shundan so'ng pallaga qo'yilgan tosh massalari qo'shib hisoblanadi. Shayinli tarozida tortilgan jism massasi uning qizdirilgan yoki sovutilganligiga, qayerda va qachon o'lchanganligiga bog'liq emas. Shu sababli tajribalarda va hisoblashlarda berilgan jismning massasi o'zgarmas ($m = const$) deb qaraladi. Ko'pincha bozorlarda sabzavotlarni prujinali tarozida tortib sotayotgan sotuvchilarni uchratamiz (61-rasm).



61-rasm

Bunday tarozi ichida prujina bo'lib, osilgan yuk ta'sirida cho'ziladi. Tarozining ko'rsatishi prujinaning qattiq-yumshoqligiga, kunning issiq yoki sovuq bo'lishiga, normadan ortiq yuk osganda cho'zilib, avvalgi joyiga qaytib bormasdan qolib ketganligiga bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari, o'lchashlar, Yerning Shimoliy qutbi yoki ekvatorga yaqin joylarda olib borilganligiga bog'liq bo'lganligidan aniq bo'l maydi. Shu sababli jism massasini shayinli yoki elektron tarozida o'lchang!

21-tajriba. Bosim va uning birliklarini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) mix, 2) yupqa taxta, 3) to'g'nog'ich, 4) qaychi, 5) igna.

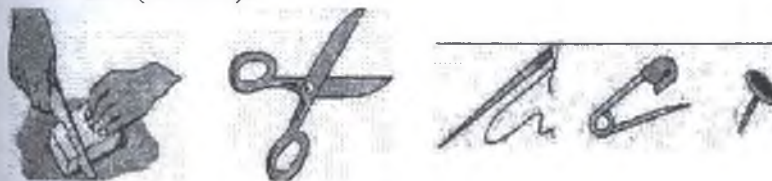
Bitta mixni olib, yupqa taxtaga uchini qaratib, orqasiga bolg'a bilan urilsa, mix taxtaga oson kiradi. Agar taxtaga mixni qalpog'i tomoni bilan qo'yib uchiga bolg'a bilan urilsa, mix taxtaga kirmaydi. Har ikkala holda ham bolg'aning zarb kuchi bir xil bo'lsada, natija har xil bo'lishiga sabab nima? Buning sababi shundaki, mixning taxtaga kirishi kuch kattaligidan tashqari, qo'yilgan yuzaga ham bog'liq bo'lar ekan.

Yuza birligiga tik ravishda qo'yilgan kuchga to'g'ri keladigan fizik kattalikka bosim deyiladi.

$$\text{Bosim} = \frac{\text{Bosim kuchi}}{\text{Kuch qo'yilgan yuza}} . p = \frac{F}{S} .$$

P – bosim, F – bosim kuchi, S – kuch qo'yilgan yuza.

Bosim 1 Pa (Paskal) bilan o'lchanadi. Bu birlik fransuz olimi B. Paskal (1623–1662-y.) sharafiga qo'yilgan. Bosim tabiatda va texnikada katta ahamiyatga ega. Pichoqlar va qaychilar yaxshi kesishi uchun, bosimni orttirish maqsadida, yuzasini qayrab kichiklashtiriladi. Ignalarning uchlarida, knopkada ham bosimni orttirish uchun yuza kichiklashtiriladi (62-rasm).



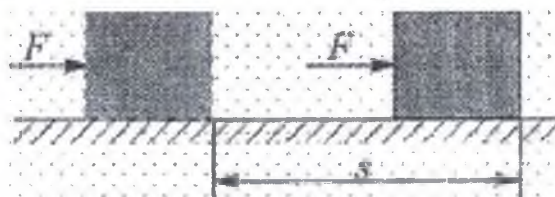
62-rasm.

Aksincha, bosimni kamaytirish uchun yuzani kattalashtiriladi. Og'ir yuk ko'taradigan mashinalarning ballonlari, yengil mashinalarnikiga nisbatan engilroq bo'ladi. Qalin qorda yurganda botib ketmaslik uchun oyoqqa chang'i bog'lanadi. Ko'p qavatli binolarning poydevori ham keng qilib quriladi.

22-tajriba. Ish va energiyani o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) gorizantal stol, 2) taxta, 3) g'isht, 4) mix.

Ertalab turib siz maktabga otlansangiz, ota-onangiz «ish»ga boradi. Maktabdan qaytib kelib, ota-onangizga uy-ro'zg'or «ish»larida qarashasiz. Xo'sh, «ish» deganda nimani tushunamiz o'zi? Kundalik turmushda «ish qilish» deganda, biz «mehnat qilish»ni ko'zda tutamiz. Fizikada esa «ish» tushunchasi «mehnat» bilan hamma vaqt mos kelavermaydi.



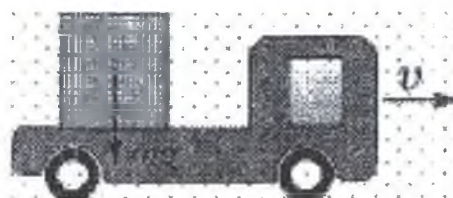
63-rasm

Biror-bir jismni kuch ta'sirida ma'lum bir masofaga ko'chirilsa mexanik ish bajarildi deyiladi (62-rasm). Mexanik ishni A harfi bilan belgilanadi. U holda ishni hisoblash formulasi

$$\text{Ish} = \text{kuch} \times \text{yo'l.} \quad A = F \cdot s$$

Bu yerda A - ish, F -kuch, S -yuza.

Ish birligi $[A] = 1N \cdot 1m = 1 \text{ Joul}$. Qisqacha $1J$ yoziladi. Bu birlik ingliz olimi J. Joul (1818–1889-y.) sharafiga qo'yilgan. Agar jismga ta'sir etayotgan kuch yo'nalishi, ko'chish bilan o'zaro tik bo'lsa, bunday kuch ish bajarmaydi.



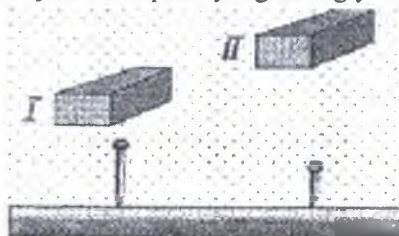
64-rasm

Masalan, mashina ustiga ortilgan yuk o'z og'irligi bilan uni bosadi. Mashina esa bu paytda yukni ma'lum masofaga olib boradi. Yukning og'irlik kuchi ko'chishga tik yo'nalganligi uchun ish bajarmaydi. Bunda mashina dvigatelining tortish kuchi ko'chish bilan mos tushib ish bajaradi (64-rasm).

Mexanik ish formulasiga ko'ra jismga kuch ta'sir etsada, ko'chish bo'lmasa ish bajarilmaydi. Kitob to'la papkangizni qo'lingizda ko'tarib, ancha vaqt o'rtog'ingizni kutib tursangiz ham mexanik ish bajarmagan bo'lasiz. Chunki $s = 0$ bo'lganligidan $A = F \cdot 0 = 0$ chiqadi.

O'qituvchining dars o'tishi, doktorning kasalni davolashi, maktab direktorining ishlarni boshqarishi mehnat qilishga kiradi. Hamma jismlar ham ish bajara oladimi?

Jismlarning ish bajara olish qobil iyatiga energiya deyiladi.



65-rasm.

Uni tushunish uchun quyidagi holatni qaraylik. 65-rasmda g'ishtning mixga nisbatan ikkita holati ko'rsatilgan. Birinchi holatda mixga urilgan g'ishtning ta'siri juda kichik bo'lganligidan mix taxtaga kirmaydi hisob. Ikkinchi holatda esa g'isht ancha balanddan tushib mixga urilganligidan mixni taxtaga kiritib yuboradi. Demak, g'ishtning ikkinchi holatda ish bajara olish qobiliyati ko'p. Energiya ham ish kabi joularda o'lchanadi.

III BOB. MOLEKULAR FIZIKA BO'LIMIDAN NAMOYISH TAJRIBALAR

Molekulyar fizikani o'rganish tabiatshunoslik fanlari nuqtai nazaridan olamning bugungi tasviriga bo'lgan ilmiy qarashlarni shakllantirishda katta ahamiyatga ega.

Moddaning tuzilishi va moddaning turli xususiyatlarining bunga bog'liq ekanligi butun fizika kursiga sindirilgan masalalardir.

Fizika kursini o'qitishning izchilligi hamda fizika va ximiya kurslarining o'zaro bog'liqligini ta'minlash lozimligi yuqori sinflarda atomlar va molekularlar hamda ularning g'arakatlari haqidagi o'quvchilar tomonidan ilgari o'zlashtirilgan ma'lumotlarning amalda qo'llanilishi va chuqurlashtirilishini talab qiladi.

Molekulyar fizika bo'limida molekularlar va atomlarning mavjudligi hamda ularning harakatini tasdiqlovchi, balki atomlar va molekularlarni: ularning o'lchamlarini, massasini, tezligini va konsentratsiyasini xarakterlovchi fizik kattaliklarni aniqlash imkonini beruvchi asosiy klassik fundamental fizik tajribalar o'rganiladi.

Atom va molekularlarning mavjudligi, ularning harakati va o'zaro ta'siri, moddada bu zarralarning o'zaro joylashuvi bugungi kunda endi gipoteza emas, balki odamlarning tajribaviy va amaliy faoliyatlari bilan tasdiqlangan aniq dalillar ekanligini ta'kidlash lozim. O'quvchilar ongida bu faktlarni o'rganish, jumladan maktabda mavjud bo'lgan asbob-uskunalar yordamida o'tkaziladigan tajribaviy metodlar bilan o'rganish o'quv vazifasi qilib qo'yiladi.

1-tajriba. Diffuziya hodisasini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) stakan, 2) shakar, 3) suv, 4) margansovka.

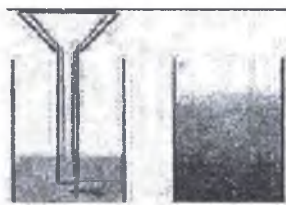
Biz gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlarda molekularlar to'xtovsiz va tartibsiz harakatlanishini bilamiz. Uni tasdiqlaydigan hodisalardan biri diffuziya (lotincha diffuziya – tarqalish, sochilish) hodisasidir.

Diffuziya deb o'zaro tutashgan bir modda molekulalarining ikkinchi moddaga, ikkinchi modda molekulalarining birinchi moddaga o'zaro o'tishiga aytiladi.

Diffuziya hodisasiga misol tariqasida xonada to'kilgan atir hidining tarqalishi, suyuqlikka solingan shakar yoki tuzning erishini keltirish mumkin.

Xonada atirning to'kilgan vaqtini belgilab, undan bir necha metr masofada o'tiraylik. Uning hidini darhol emas, balki ma'lum vaqt o'tgandan so'ng sezamiz. Nima sababdan shunday bo'ladi? Chunki atir bug'langanda molekulalarga ajralib, havo molekulalari orasiga kirishadi.

Ma'lum vaqt o'tgandan so'ng sezamiz. Nima sababdan shunday bo'ladi? Chunki atir bug'langanda molekulalarga ajralib, havo molekulalari orasiga kirishadi.



1-rasm

Molekulaning tezligi katta bo'lsada (sekundiga bir necha yuz metr), u o'z yo'lida juda ko'p marta havo molekulalari bilan to'qnashib, o'z yo'nalishini o'zgartiradi.

Suyuqliklarda diffuziya hodisasini kuzatish uchun quyidagi tajribani bajaraylik. Stakan olib, unga bir choy qoshiqda shakar solaylik. So'ngra juda sekin, shakar bilan aralashib ketmaydigan holda suv quyaylik. Birozdan so'ng stakan tagidagi suvning xiralashganligini ko'ramiz. Bu shakar qiyomi. Stakanni chayqatib yubormasdan ustidan bir ho'plam ichib ko'ring. 15–20 minutdan so'ng yana ichib ko'ring. Suv mazasi qanday o'zgargan? Endi tajribani suv va margansovka (kaliy permanganat) bilan o'tkazaylik. Bunda diffuziyaning borishini stakandagi suv rangining pastidan boshlab o'zgarib boshlaganligi orqali kuzatamiz (1-rasm)

2- tajriba. Tutash idishlarni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalari: 1) shakli va idish tubining yuzasi turlicha bo'lgan shisha naylar, 2) choynak

Biz bilamizki suyuqlik va gazlarda ichki bosim mavjudligini. Bu bosimni tinch holatdagi bosim deb ham aytiladi. Suyuqlik yoki gazni tashkil etgan zarralar o'z og'irliklariga ega bo'ladi. Shunga ko'ra, har bir qatlam o'z og'irligi bilan pastdagi qatlamni bosadi. Ular to'planib idish tubiga beriladi. Bu bosimni, shuningdek, gidrostatik bosim deb ham yuritiladi.

Uni hisoblab ko'raylik.

Suyuqlik ichida qalinligi Δh bo'lgan qatlam olaylik (2-rasm). Bu qatlam o'z og'irligi bilan pastki qatlamga bosim beradi. Idish yuzasi S butun balandlik bo'yicha o'zgarmas bo'lsin. U holda qatlamning bergan

$$\text{bosimi } \Delta P = \frac{\Delta F}{S}$$

bo'ladi. ΔF - Δh qatlam og'irligi.

$$\Delta F = \Delta mg = \rho \cdot \Delta V g = \rho \cdot S \cdot \Delta h \cdot g \text{ dan } \Delta P = \frac{\rho \cdot S \cdot \Delta h \cdot g}{S} = \rho \cdot \Delta h \cdot g$$

bo'ladi.

Idish tubiga berilgan bosim qatlamlar bergan bosimlar yig'indisiga teng:

$$P = \rho gh.$$

Unga ko'ra, suyuqlikning idish tubiga bergan bosimi, yuzaga bog'liq bo'lmasdan, faqat suyuqlik balandligiga bog'liq bo'lar ekan. Buning isbotini quyidagi tajribada ko'rish mumkin. 2-rasmda shakli va idish tubining yuzasi turlicha bo'lgan shisha naylar keltirilgan. Naylardan biriga ma'lum bir balandlikkacha suv quyilsa, qolgan naylardagi suv sathi ham shu naydagi suv sathi bilan bir xil bo'lishi kuzatiladi.

Tublari tutashtirilgan idishlar sistemasiga tutash idishlar deyiladi.

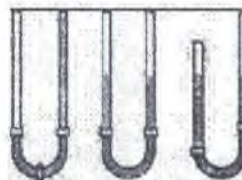
Tutash idishlarga choynak, vodoprovod tizimini misol sifatida keltirish mumkin (3-rasm).



2-rasm.



3-rasm.



4-rasm.

Quyidagi tajri bani o'tkazaylik.

Ikkita shisha nay olib, ularni rezina shlang yordamida ulaylik (4-rasm). Rezina shlang o'rtasini qisqich bilan mahkam siqib, bir tomoniga suv quyaylik. So'ngra qisqichni olib qo'ysak, suv bir tomondan ikkinchi tomonga oqib, ikkala tomonda bir xil sathda qolganligini ko'ramiz. Naylardan birini o'z holida qoldirib, ikkinchi tomonini pastga yoki yuqoriga siljitsak, suyuqliklar sathi bir xilligicha qoladi. Bundan tutash idishlar qonuni kelib chiqadi: Har qanday shakldagi tutash idishlarning tirsaklaridagi bir jinsli suyuqlik ustunlarining balandliklari bir xil bo'ladi. Agar tutash idishlarga turli xil suyuqliklar quyilsa nima bo'ladi? Masalan, naylardan biriga yog', ikkinchisiga suv quyilsa, suyuqliklar sathi har xil bo'ladi. Bunda suyuqliklar balandliklari nisbati, suyuqliklar zichliklari nisbati bilan quyidagicha munosabatda bo'ladi:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

Shunday qilib, zichligi katta bo'lgan suyuqlik ustunining balandligi, zichligi kichik bo'lgan suyuqlik ustunining balandligidan kichik bo'ladi.

Demak, yog' quyilgan nayda suyuqlik ustuni suv quyilgan tomoniga nisbatan katta bo'ladi.

3-tajriba. Menzurkalarni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) menzurka, 2) shakar 3) mis kub, 4) shisha idishlar.

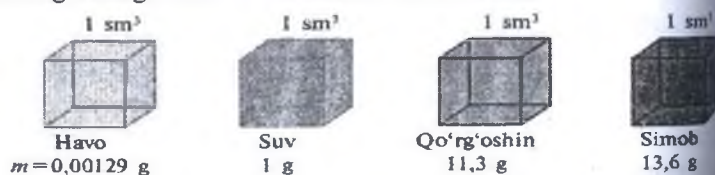
Menzurkaga ma'lum miqdorda iliq suv quyaylik. Hajmini belgilab unga choy qoshiqda shakar solib eritaylik. Bunda suvning hajmi o'zgarmaganligini ko'ramiz. Shakar qayoqqa ketdi? Shakarni tashkil etgan zarralar suv zarralari oralig'iga tarqalib ketdi. Demak, moddani tashkil etgan zarralar bir-biridan ma'lum masofada joylashar ekan. Ayrim moddalarda zarralar yaqin joylashsa, ayrimlarida esa uzoqroqda bo'ladi. Bundan tashqari turli moddalar zarralarining massasi turlicha bo'ladi. Moddaning bu xususiyati zichlik deb ataluvchi fizik kattalik orqali ifodalanadi. *Zichlik* deb, moddaning birlik hajmiga to'g'ri kelgan massasiga aytiladi. Zichlik ρ (ro) harfi bilan belgilanadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ – zichlik, m – massa, V – hajm.

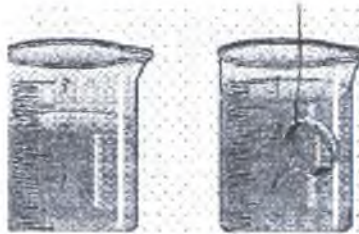
Zichlikning birligi $1 \frac{kg}{m^3}$

$\rho_{temir} = 7800 \frac{kg}{m^3}$. Bu, temirdan yasalgan, tomonlari 1 m dan bo'lgan kubning massasi 7800 kg ga teng bo'ladi deganidir. Xuddi shunday hajmi 1 m³ bo'lgan mis kubning massasi 8900 kg bo'ladi. Gazlarning zichligi kichik, suyuqliklarda kattaroq bo'ladi. Qattiq jismlarning zichligi ularnikidan katta bo'ladi (5-rasm).



5-rasm

Demak, biror moddaning yoki jism ning zichligini aniqlash uchun uning hajmi va massasini o'lchab topilar ekan. Har qanday shakldagi jismlarning massasini tarozida o'lchash mumkin. Lekin hajmini har doim ham chizg'ich bilan aniqlab bo'lmaydi. Masalan: uzuk, zirak. Suvda erimaydigan jismlarning hajmi quyidagicha aniqlanadi (6-rasm).



6-rasm

Menzurkaga suv quyilib, uning hajmi V_1 belgilab olinadi. So'ngra unga uzukni tushirib, suvning keyingi sathi V_2 yozib olinadi. Bundan uzukning hajmi $V = V_2 - V_1$. Demak, uzukning hajmi $2,8 \text{ sm}^3 - 2 \text{ sm}^3 = 0,8 \text{ sm}^3$ ga teng.

1-jadval

Qattiq jismlar	g/sm ³	Suyuqliklar	g/sm ³	Gazlar	g/sm ³
Muz	0,9	Benzin	0,71	Vodorod	0,00009
Deraza oynasi	2,5	Spirt	0,79	Tabiiy gaz	0,0008
Alyuminiy	2,7	Kerosin	0,8	Azot	0,00125
Po'lat	7,8	O'simlik yog'i	0,9	Is gazi	0,00125
Mis	8,9	Sut	1,03	Kislorod	0,00143
Kumush	10,5	Dengiz suvi	1,03	Karbonat	
Oltin	19,3	Asal	1,35	angidrid	0,00198
Platina	21,5	Sulfat kislotasi	1,8		
Iridiy	22,4				

4-tajriba. Issiqlik qabul qilgichni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) uchta probirka, 2) suv, 3) yog', 4) sut, 5) kolba.

Ma'lumki, issiqlik o'tin, ko'mir, gaz, neft mahsulotlarini yoqishdan hosil qilinadi. Lekin issiqlikning asosiy manbai—Quyoshdir. Yer yuzasiga kelib tushayotgan Quyosh nurlari uni isitadi, undan issiqlik atmosferaning quyi qatlamlariga o'tadi va havo isiydi. Ko'mir, gaz va neft ham Yerga ko'p asrlar davomida tushgan Quyosh nurlari energiyasi mahsulidir. Hattoki foydalaniladigan shamol energiyasi ham Quyosh manfaatli bo'ladi.

Xo'sh, issiqlik deganda nimani tushunamiz? Dastlabki davrlarda issiqlikni ham qandaydir modda deb qarashgan. Masalan, gaz yonganda undan issiqlik chiqib suvga o'tadi. Natijada endi issiqlik suvda bo'ladi, Keyin qaynagan suvni gazdan olib qo'ysak, undan issiqlik chiqib havoga o'tadi va h.k . Shunga ko'ra uni o'lchash uchun alohida «issiqlik miqdori» degan fizik kattalik kiritilgan.

Shunday tajriba o'tkazaylik. Sovuq qish kunida ikkita muz parchasini qalin qo'lqop bilan ushlab (qo'lingizning issig'i muzga o'tmasligi uchun), ularni bir-biriga ishqalab ko'raylik. Shunda muzlar erib, suv tomchilay boshlaydi. Muzni eritish uchun unga issiqlik nimadan berildi?

Qadimda odamlar ikkita yog'ochni ishqalab olov hosil qilganlar. Simni ham bir joyidan bir necha marta tez-tez buklansa, o'sha joyi qizib ketadi. Og'ir bolg'ani ko'tarib metall bo'lagiga bir necha marta urilsa, metall ham isiydi. Bularning barchasida mexanik energiya issiqlik energiyasiga aylanadi. Shunga o'xshash ishqalangan barcha jismlarning qizishini turmushda uchratgansiz. Ular haqida eslab ko'ring. Mana shunday tajribalar, issiqlik ham energiyaning bir turi ekanligi haqidagi xulosaga olib keldi. Unda potensial va kinetik energiyadan qaysi biri issiqlik energiyasiga mos keladi? Yoki bir vaqtda ikkalasi hammi? Ma'lumki, moddalar mayda zarralardan tashkil topgan va ular to'xtovsiz harakatda bo'ladi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, agar modda isitilsa, zarralar harakati tezlashadi. Bundan issiqlik bu moddani tashkil etgan zarralarning kinetik energiyasidir, degan mantiqiy xulosaga kelamiz.

Moddalarning yoki jismlarning isitilganlik darajasini ifodalovchi kattalik temperatura deb ataladi. Muzni eritish jarayonida kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, erish paytida uning temperaturasi o'zgarmaydi. Demak, bu paytda unga berilgan issiqlik muz tuzilishi (strukturasi)ni buzishga sarflanadi. Demak, modda issiqligini qisman molekulalar orasidagi potensial energiya ham belgilar ekan. Shunday qilib, issiqlik ham energiyaning bir turi hisoblanadi. U boshqa energiyalar kabi bir turdan ikkinchi turga aylanishi mumkin. Issiqlik miqdori ham boshqa energiya va bajarilgan ish kabi Joullarda o'lchanadi!

Suyuqliklarda issiqlikdan kengayish hodisasini o'rganish uchun shunday tajriba o'tkazaylik (7-rasm).



7-rasm



8-rasm

Uchta probirka olib ulardan biriga suv, ikkinchisiga yog', uchinchisiga sut quyaylik. Probirkalarni suvli idishga 7-rasmda ko'rsatilganidek qo'yib, tagidan isitaylik. Suv isigan sari asta-sekin naychalardan suyuqliklar yuqoriga ko'tarila boshlaydi. Demak, suyuqliklar ham isitilganda kengayar ekan. Bunda suyuqliklarning naychadan ko'tarilish balandligi turlicha bo'lganligidan, ularning kengayishi ham turlicha bo'ladi. Gazlarning issiqlikdan kengayishini o'rganish uchun bir kolbani olib, uning ham og'ziga naychasi bor tiqin o'rnataylik (8-rasm). Naycha uchini suvga tiqib, kolbani ushlagan holda ozroq siypalab turamiz. Shunda naycha uchidan suvga havo pufakchalari chiqa boshlaganini ko'ramiz. Bunga sabab kolba qo'l harorati tufayli ichidagi havosi bilan birga isiydi. Isigan gaz kengayib pufakcha shaklida chiqib ketadi. Kolba bo'g'zini shtativga o'rnatib shu holda qoldirilsa, birozdan so'ng naychadan suv yuqoriga ko'tarilganligini ko'rish mumkin. Sababi soviganda kolbadagi havo siqiladi.

Shunday qilib, moddalar (qattiq, suyuq va gazsimon) issiqlikdan kengayadi, sovuqlikdan torayadi. Bu hodisaning sababi oldingi mavzuda aytilgan molekulyar harakatdir. Moddalarning bu xossasidan turmushda va texnikada keng foydalaniladi. Temir yo'l relslarini o'rnatishda ularni bir-biriga jips tegmaydigan qilib o'rnatiladi. Elektr o'tkazuvchi simlarni ustunlarga yoz kunida biroz osiltirib tortiladi. Qishda torayish evaziga uzilib ketmasligi uchun shun day qilinadi. Shisha stakanlarga issiq suvni

birdaniga quyib bo'lmaydi. Chunki, uning ichki qismi issiqlikdan tez kengayadi. Tashqarisi esa kengayib ulgurmaydi. Shu sababli stakan sinib ketadi.

5-tajriba. Paskal qonuni va uning qo'llanilishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) bir marta ishlatiladigan shprits,
2) bolalar puflaydigan shar.

Bu qonuniyatni 1653-yilda fransuz olimi Blez Paskal o'rgangan.

Qonun quyidagicha ta'riflanadi: Suyuqlik va gaz o'ziga berilgan tashqi bosimni hamma tomonga o'zgarishsiz uzatadi. Suyuqlik yoki gaz o'ziga berilgan tashqi bosimni uni tashkil qilgan zarralari orqali uzatadi. Zarralar bosimni uzatishi uchun ular harakatda bo'lishi kerak. Haqiqatan ham, ko'pgina hodisalar (havoda hidning tarqalishi, suvda siyohning erishi) suyuqlik va gaz zarralarining harakatda ekanligini tasdiqlaydi. Zarralar harakati tufayli idish devorlariga urilib, ichki bosimni hosil qiladi. Ichki bosim uchun Paskal qonuni quyidagicha ta'riflanadi: Og'irlik kuchini hisobga olmaganda, suyuqlik yoki gaz zarralarining idish devorlariga bergan bosimi hamma yo'nalishda bir xil bo'ladi.

Quyidagi tajribani o'tkazib ko'ring. Iste'molda bo'lgan bir marta ishlatiladigan shprits va bolalar puflaydigan sharni oling. Shprits ignasini sharchaga bir necha marta sanchib oling. Sharcha ichiga suv quyib, og'zini ignasi olingan shpritsga kiydiring. Shprits porshenini asta-sekin bosing. Bunda shar ichidagi bosim ortadi. Sharcha teshikchalarining barchasidan suv otilib chiqa boshlaydi (9-rasm). Demak, porshen orqali berilgan bosim suyuqlik yoki gazda faqat porshen yo'nalishida emas, balki hamma tomonga uzatilar ekan.



9-rasm

Paskal qonunidan texnikada keng foydalaniladi. Barcha avtomobillarda, poyezdlarda qo'llaniladigan tormozlash sistemasi, yer

qazuvchi, yuk ortuvchi traktorlarda gidravlik press deb ataluvchi qurilma ana shu qonun asosida ishlaydi.

6-tajriba. Atmosfera bosimi va torrichelli tajribasini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) yaxshi damlangan koptok, 2) elektron tarozi, 3) shisha nay, 4) simob, 5) metall manometer.

Biz suyuqlikning idish tubiga bosim berishini bilamiz. Gazlar ham xuddi shunday bosim beradimi? Ular bosim berishi uchun massaga, ya'ni og'irlikka ega bo'lishi kerak. Buni tekshirish uchun quyidagicha tajriba o'tkazamiz. Yaxshi damlangan koptokni olib, elektron taroziga qo'yib massasini o'lchab olamiz. So'ngra koptokni olib, ichidagi havoni to'liq chiqarib yuboramiz. Taroziqa koptokni qo'yamiz. Bunda tarozining ko'rsatishi kamayanligi kuzatiladi (10-rasm).



10-rasm

Demak, havo ham ma'lum massaga ega ekan. Ma'lumki, Yerni havo qatlami o'rab turadi. U *atmosfera* deb ataladi. Demak, havo o'z og'irligi bilan Yer yuzasiga bosim berishi kerak. Bu bosim *atmosfera bosimi* deb ataladi. Atmosfera bosimini aniqlash uchun $P = \rho gh$ formuladan foydalanib bo'lmaydi. Chunki atmosfera tarkibi turli gazlar aralashmasidan iborat bo'lib, aniq balandlikka ega emas. Havo tarkibida 78% azot, 21% kislorod va boshqa gazlar bor. Yer sirtiga yaqin joyda 0°C temperaturada o'lchangan havo zichligi $1,29 \text{ kg/m}^3$ ga tengligi aniqlangan. Havo qatlamlarining zichligi balandlik ortishi bilan tez kamayib boradi. Masalan, Yer yuzidan 5,4 km balandlikda havoning zichligi uning Yer yuzidagi zichligidan 2 marta kichik, 11 km balandlikda 4 marta kichik bo'ladi.

Yuqorilashgan sari havo siyraklasha borib, asta-sekin havosiz fazoga o'tadi. Atmosferaning aniq chegarasi yo'q. Havoni tashkil etgan zarralar og'irlikka ega bo'lsa, nima sababdan ularning hammasi Yer sirtiga tushib qolmaydi? Sababi shundaki, ular to'xtovsiz harakatda bo'ladi. Unda nima sababdan raketa kabi ochiq kosmosga uchib ketmaydi? Gap shundaki, havo zarralarining tezligi Yer tortish kuchini yengish ga yetmaydi. Buning uchun ularning tezligi 11,2 km/s dan kam bo'lmasligi kerak.

Atmosfera bosimini birinchi marta italiyalik olim E. Torricelli (1608–1647-y.) o'lchagan. Buning uchun uzunligi 1 m bo'lgan bir uchi berk shisha nay olinib, uni simob bilan to'ldiriladi. So'ngra ochiq uchini qo'l bilan berkitib, to'nkarilgan holda, simobli idishga tushiriladi (11-rasm). Barmoq olinganda shisha naydagi simobning bir qismi to'kiladi. Nayning yuqori qismida havosiz bo'shliq qolib, to'kilmagan qismining balandligi taxminan 760 mm bo'ladi (pastki idishdagi simob sathidan o'lchanganda). Bunda ham naydagi simobning to'kilmasligiga sabab, simob ustunining simobga bergan bosimining atmosfera bosimi bilan muvozanatlashishidir.



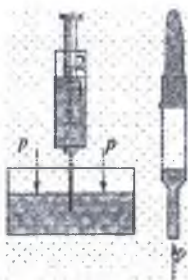
11-rasm

Demak, atmosfera bosimini naychadagi simob ustuni bergan bosim bilan o'lchash mumkin ekan. Hozirgi kunda 0°C da turgan balandligi 760 mm bo'lgan simob ustunining bosimi normal atmosfera bosimi sifatida qabul qilingan. Uning qiymati $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ga teng. Radio yoki televideniyada ob-havo ma'lumotlari berilganda, atmosfera bosimini *mm. sim. ust.* larida ifodalab aytiladi.

$$1 \text{ Pa} = 0,0075 \text{ mm. sim.ust yoki } 1 \text{ mm.sim.ust} = 133,3 \text{ Pa}$$

Atmosfera bosimining mavjudligiga quyidagi tajribalarni o'tkazib ishonch hosil qilish mumkin.

Ishlatilgan tibbiyot shpritsini olib, porshenini eng quyi holatga keltirib, igna uchini suvga tushiramiz. Porshen yuqoriga ko'tarilsa, suv ham porshen ortidan ko'tariladi (12-rasm). Suv nima sababdan ko'tariladi? Ko'zga dori tomizishda ishlatiladigan tomizgich (pipetka) uchini suvga tushirib, orqa rezinasini bir siqib olinsa, pipetka ichiga suv kiradi



12-rasm

Pipetka suvdan olinganda, undagi suv to'kilmasdan turadi. Nega suvning og'irligi bo'lsa ham suv to'kilmaydi? Bularning sababi, atmosfera bosimining ta'siridir. Shprits porsheni ko'tarilganda, suv ko'tarilmasa, porshen va suv orasida bo'shliq paydo bo'lar edi. Bo'shliq suvga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi. Pastdagi idishdagi suvga atmosfera bosimi ta'sir ko'rsatib, suvni porshen orqasidan ko'tarilishga majbur qiladi. Pipetkadagi suv ham atmosfera bosimi tufayli to'kilmaydi.

Torrichelli o'z tajribasida naychadagi simob ustunining ob-havo o'zgarishi bilan o'zgarishiga e'tibor bergan. Bundan tashqari, atmosfera bosimi balandlik ortishi bilan ham kamayib boradi. Uncha katta bo'lmagan balandliklarda har 12 m ko'tarilganda, bosim 1 mm sim.ust. ga kamayishi aniqlangan. Atmosfera bosimini o'lchaydigan asbobga *barometr* deyiladi. Torrichelli tajribasini simob o'rniga boshqa suyuqlik bilan o'tkazilsa nima bo'ladi? Boshqa suyuqliklarning zichligi simobnikidan ancha kichik bo'lganligidan, suyuqlik ustunining

balandligi katta bo'ladi. Shunday suvli barometrda suyuqlik ustunining balandligi 10 m dan ko'p bo'ladi.(13-rasm)



13-rasm



14-rasm.

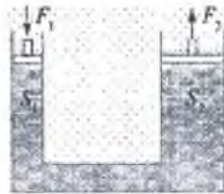
Atmosfera bosimiga nisbatan kattaroq yoki kichikroq bosimlarni o'lchashda manometrdan foydalaniladi. Manometrlar suyuqlikli va metalli bo'ladi. Suyuqlikda ishlaydigan oddiy manometr U ko'rinishdagi naydan iborat bo'lib, uning yarmigacha suyuqlik quyiladi (14-rasm). Nayning bir uchi ochiq, ikkinchisi esa bosimi o'lchanadigan idishga rezina shlang orqali ulanadi. Shlang uchiga silindr shaklida idish kiydirilib yupqa rezina plyonka qoplanishi ham mumkin. Plyonkaga bosilsa, naylardagi suyuqlik ustunlari farqi hosil bo'ladi. Metall manometrning asosiy elementi (1) yoy shaklidagi nay bo'lib, bir uchi berk (38-rasm). Ikkinchi uchi (4) jo'mrak orqali bosim o'lchanadigan idishga tutashtirilgan. Jo'mrak ochilganda nay ichidagi bosim ortib egiladi. Egilish richag (5) va tishli g'ildiraklar (3) orqali strekaga (2) beriladi.

7-tajriba. Gidravlik pressni ishlashini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) gidravlik press modeli.

Paskal qonunidan texnikada keng foydalaniladi. Barcha avtomobillarda, poyezdlarda qo'llaniladigan tormozlash sistemasi, yer qazuvchi, yuk ortuvchi traktorlarda gidravlik press deb ataluvchi qurilma ana shu qonun asosida ishlaydi.

Gidravlik press. Gidravlik press o'zaro suyuqlik o'tkazuvchi nay bilan tutashtirilgan porshenli ikkita silindrdan iborat (15-rasm). Silindrlar biror-bir suyuqlik bilan to'ldiriladi. Porshenlarning yuzalari turlicha (S_1 va S_2).



15-rasm

Agar kichik yuzali porshenga F_1 kuch bilan ta'sir etilsa, undan suyuqlikka $P_1 = \frac{F_1}{S_1}$

bosim uzatiladi. Paskal qonuniga ko'ra bu bosim o'zgarishsiz holda har tomonga uzatiladi. Jumladan, S_2 yuzali ikkinchi porshenga ham.

Ikkinchi porshenda $P_2 = \frac{F_2}{S_2}$ bosim hosil bo'ladi. $P_1 = P_2$ ekanligidan $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ ga ega bo'lamiz.

Bundan $F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1$ kelib chiqadi. Demak, $\frac{S_2}{S_1}$ nisbat qancha katta bo'lsa, F_2 ham F_1 dan shuncha katta bo'ladi.

8-tajriba. Arximed qonuni va uning qo'llanilishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) dinamometr 2) suv 3) cho'kadigan biror jism, 4) tarozi.

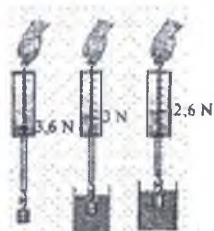
Bu qonuniyatni birinchi bo'lib tajriba asosida qadimgi grek olimi, fizik va matematik Arximed (eramizdan oldingi 287–212-yillar) aniqlagan. Shuning uchun yuqoriga itaruvchi kuchga Arximed kuchi deyiladi. Qonun ta'rifi quyidagicha: **Suyuqlik yoki gazga to'la botirilgan jism o'z hajmiga teng bo'lgan suyuqlik yoki gazni siqib chiqaradi. Jismga pastdan yuqoriga yo'nalgan va siqib chiqarilgan suyuqlik yoki gaz og'irligiga teng kuch ta'sir etadi.**

Bunga ko'ra Arximed kuchi quyidagiga teng bo'ladi:

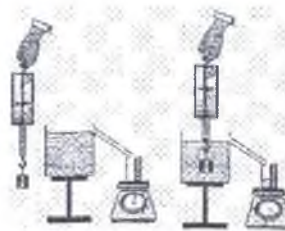
$$F_A = \rho_S V_{jism} g$$

ρ_s – suyuqlik yoki gaz zichligi, V_{jism} – jism hajmi, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Suvga mix yoki kichkina tosh tashlansa, cho'kib ketadi. Lekin katta yog'och g'ola, qayiq va ulkan kemalar suvda suzib yuradi. Bunga sabab nima?



16-rasm



17-rasm

Quyidagi tajribani o'tkazib ko'raylik.

Dinamometrda suvda cho'kadigan biror jismni osib, uning og'irligini o'lchaylik. So'ngra uni suvli idishga tushiraylik (16-rasm). Bunda dinamometr ko'rsatishi kamayganligini ko'ramiz. Agar jism zichligi suvnikidan katta bo'lgan boshqa suyuqlikka botirilsa, dinamometr ko'rsatishi yanada kamayadi. Ko'rilgan tajribadan suyuqlikka botirilgan jismga uni yuqoriga ko'taruvchi kuch ta'sir etishini bilib olamiz. Demak, jismning suzishi yoki cho'kib ketishi shu ko'taruvchi kuchning jism og'irligidan katta yoki kichik bo'lishiga bog'liq ekan.

Xo'sh, bu kuch kattaligi qanday aniqlanadi? Buning uchun navbatdagi tajribani o'tkazamiz. Zichligi suvdan katta bo'lgan kub shaklidagi jismni dinamometrda osib, havoda og'irligi aniqlanadi. Idishning jo'mragiga qadar suv to'ldiriladi (17-rasm).

So'ngra dinamometrda osilgan yukni suvli idishga tushiriladi. Bunda suv toshib, tarozi ustiga qo'yilgan menzurkaga oqib tushadi. Bundan oldin menzurka tarozi ustiga qo'yilganda, tarozining ko'rsatishi belgilab olinadi. Menzurkaning suv bilan birgalikdagi massasidan unga tushgan suv massasi aniqlanadi. Menzurkadan toshib chiqqan suv hajmi ham aniqlanadi. Bunda jismning o'lchamlari chizg'ich bilan aniqlanib, hajmi hisoblansa, toshib chiqqan suv hajmiga tengligi kelib chiqadi. Shu suvning og'irligi hisoblansa, aynan suvga botirilgan jismning havodagi

og'irligi P_h bilan suvdagi og'irligi P_s orasidagi farq $F = P_h - P_s$ ga tengligi ko'rinadi.

Demak, yuqoriga ko'taruvchi kuch jism siqib chiqargan suyuqlik og'irligiga teng bo'lar ekan.

9-tajriba. Qattiq jism, suyuqlik va gazlarda issiqlik uzatilishi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Konveksiyani o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) isiriq, 2) mis, 3) temir, 4) aluminiy, 4) yog'ochdan yasalgan bo'laklar, 5) uzun probirka, 6) gugurt cho'plari, 7) sham.

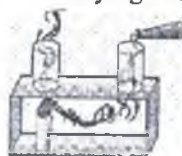
Issiqlikning bir joydan ikkinchi joyga o'ta olishini hamma biladi. Pechka yoki isitish batareyalaridan chiqqan issiqlik butun uyga tarqaladi. Stakanga quyilgan choyga qoshiq solib qo'ysangiz, qoshiq isib qoladi. Quyoshdan chiqqan issiqlik ham Yerga yetib keladi. Xo'sh, issiqlik qanday uzatiladi? Modda tuzilishi haqidagi tasavvurlarimiz, issiqlik uzatilishi undagi molekulalar harakati bilan bog'liq degan xulosaga keltiradi. E'tibor bergan bo'lsangiz, tutun ba'zan yuqoriga ko'tariladi, ba'zan yoyilib tarqaydi. Havoda ba'zan bulutlar ancha muddat o'zgarishsiz tursa, ba'zan shiddat bilan harakatga tushib qoladi. Ularni qanday tushunish mumkin? Pechka yonidagi havo qiziganda u kengayadi va zichligi kamayadi. Arximed kuchi ta'sirida u yuqoriga ko'tariladi. Uning o'rniga zichligi katta sovuq havo oqib keladi. Natijada isitilganligi turlicha bo'lgan havo qatlamlari orasida oqim vujudga keladi. Bu hodisaga *konveksiya* (lotincha—olib kelish) deyiladi. Konveksiyani isiriq yordamida oson kuzatish mumkin (19-rasm). Konveksiya faqat gazlarda emas, balki suyuqliklarda ham bo'ladi. Idish tagidan berilgan issiqlik suyuqlikdagi konveksion oqim tufayli yuqoriga ko'tariladi. Suyuqliklarda konveksiyani namoyish qilib ko'rsatadigan tajribani o'ylab toping.

Qattiq jismlarda zarralar bir joydan ikkinchisiga ko'chmaydi. Ular faqat turgan joylarida tebranib turadi. Qattiq jismlarda atomlar bir biriga yaqin joylashganligidan issiqlikni shu tebranishlar orqali bir-biriga

uzatadi. Bunday usulda issiqlikni uzatishga *issiqlik o'tkazuvchanligi* deyiladi.

Turli moddalarning issiqlik o'tkazuvchanligi turlicha. Buni quyidagi tajribada ko'rish mumkin (20-rasm).

Serjendan bir xil uzoqlikda mis, temir, aluminiy, yog'ochda yasalgan bo'laklarni mahkamlaylik. Bo'laklar uchiga gugurt cho'plarini sharga o'xshab oson eriydigan modda bilan yopishtiraylik.



19-rasm.



20-rasm.

Issiqlik o'tkazuvchanligining katta-kichikligiga qarab gugurtlar birin-ketin tushib ketganligini ko'ramiz.

Suyuqliklarning issiqlikni qanday o'tkazishini o'rganish uchun quyidagicha tajriba o'tkazaylik.

Uzun probirka olib, uning tagiga muz bo'laklarini solaylik. Ustidan esa metall sharcha bilan bostirib qo'yaylik.



21-rasm

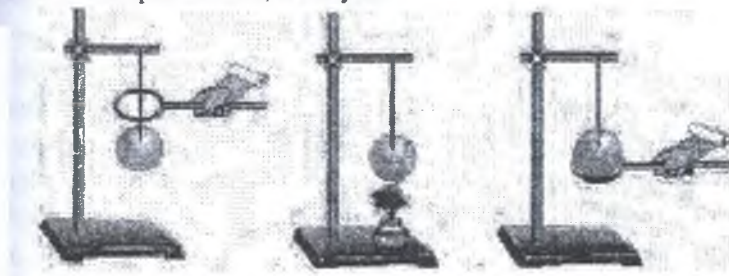
Sharcha ustidan suv quyib, rasmda ko'rsatilgan holatda yuqori qismidan qizdiraylik. Dastlab suv isib bug'lanadi, so'ngra yuqori qismi qaynay boshlasada, probirka tagidagi muz erimasdan turadi (21-rasm). Sababi haqida o'ylab ko'ring.

Havo ham suyuqlik kabi issiqlikni yomon o'tkazadi. Yonib turgan gugurt yoki qizigan pechka yaqiniga qo'limizni yaqin tutib, kuydirmasdan tura olamiz.

10-tajriba. Molekulalarning o'zaro ta'siri va harakati. Brown harakatini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalari: 1) atir, 2) quruq naftalin, 3) metallardan yasalgan shar, 4) shtativ, 5) halqa, 6) sham.

Xonada atir solingan idish qopqog'ini ochib bir tomchisini qo'lga yoki kiyimga tomizaylik. Birozdan so'ng uning hidini boshqalar ham sezishadi. Quruq naftalinni berk idishdan olib stolga qo'ysak, uning hidini ham sezamiz. Ma'lumki, hidni sezish uchun atir yoki naftalinning zarralari burnimizga yetib kelishi kerak. Demak, atir yoki quruq naftalin zarralaridan tashkil topishidan tashqari, bu zarralar harakatda bo'lar ekan. Xona sovib ketsa, undagi pechkaga gaz, ko'mir yoki o'tin yoqamiz. Pechkaning og'zi berk bo'lsada, xona isiydi. Pechkadagi issiqlik xonaning barcha burchaklariga qanday yetib boradi? Bunda ham havo zarralarining harakat qilishi tufayli issiqlik uzatilar ekan. Agar suyuqlikni tashkil etuvchi molekulalar harakatda bo'lmaganida, daryolar va ariqlarda suv oqmas edi. Xullas, gazlarda, suyuqliklarda molekulalarning harakat qilishlariga ishonch hosil qildik. Qattiq jismlarda ham zarralar harakatda bo'ladimi? Buning uchun quyidagi tajribani ko'raylik (22-rasm). Metallardan yasalgan shar olaylik. Simdan shar tegib o'tadigan halqa yasaylik. Halqa orqali sharni bir necha marta o'tkazib ko'ramiz. Shundan so'ng sharni qizdiramiz. Endi halqadan sharni o'tkazmoqchi bo'lsak, o'tmaydi.



22-rasm

Sharni tashkil etgan zarralar harakati tufayli qizigan shar kengayib qolar ekan. Shunday savol tug'iladi: moddalarni tashkil etgan zarralar qanday harakatlanadi?

Zarralar harakatini birinchi bo'lib kuzatgan odam ingliz botanigi Robert Brown edi. U 1827-yilda ko'zga ko'rinmaydigan gul changi (spora–urug')ni suyuqlikka soladi va mikroskopda kuzatadi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, gul changi zarralari to'xtovsiz harakat qilgan ekan.

Ular uchun kechasimi, kunduzimi yoki qishmi, yozmi baribir, harakat to'xtamas ekan. Bundan tashqari, zarralar harakati mutlaqo tartibsiz. Buni tushunish uchun shunday voqeani ko'z oldingizga keltiring. Sinfga puflangan bir nechta turli rangli sharlarni qo'yib yuboraylik. Bolalar ularni turtib o'ynasin. Shunda qizil shar 2 s dan keyin qayerda bo'lishini aytgan olamizmi? Albatta yo'q. Chunki sharlar harakati turtkilar tufayli tasodifiy bo'lib, tartibsiz holda bo'ladi. Shunga o'xshash, suyuqlik molekulalari barg zarrasi bilan to'xtovsiz to'qnashib turishi tufayli harakati tartibsiz bo'ladi. Demak, moddani tashkil etgan molekulalar to'qnashuvlar tufayli to'xtovsiz va tartibsiz harakatda bo'ladi. Suyuqlik yoki gazdagi juda kichik zarralarning to'xtovsiz va tartibsiz harakati fanga Brown harakati nomi bilan kirdi. Molekulalar to'xtovsiz va tartibsiz harakatda bo'lgan ekan, nega qattiq jism va suyuqlik alohida molekulalarga ajralib tarqalib ketmaydi? Bunga sabab shuki, ular orasida o'zaro tortishish kuchlari mavjud. Bu kuchlar ularni bir-biriga bog'lab ushlab turadi. Bu kuchlarning ta'sir doirasi qanday? Bir cho'pni olib sindiraylik. Endi ularni bir-biriga tekkizib qanchalik jipslab qo'ymaylik cho'p butun bo'lib qolmaydi. Chunki cho'pning singan qismidagi molekulalarni yetarli darajada yaqinlashtirib bo'lmaydi. Demak, molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchi juda yaqin masofada namoyon bo'lgan ekan. Bu masofa molekula o'lchamlariga juda yaqin bo'ladi. Unda nega plastilinni, xamirni, saqichni bir-biriga tekkizsak, yopishib qoladi? Chunki ulardagi molekulalarni yetarli darajada yaqin masofagacha yaqinlashtirish mumkin. Singan oynani yoki piyolani yelim bilan yopishtirishni ham ikki bo'lak orasida qoladigan bo'sh joylarni to'ldirib, molekulyar kuchlar ta'sir qiladigan holatga keltirish bilan tushuntiriladi. Metallar chetlarini elektr yoki gaz

yordamida qizdirib eritilganda bir-biriga payvandlanib qolishi ham molekulyar kuchlar tufaylidir.

11-tajriba. Qattiq jism, suyuqlik va gazlarning molekulyar tuzilishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) ikkita yupqa shar, 2) naycha 3) ip.

Sovuq qish kunlarida hovuzlar, ko'llar va ariqlarda suv muzlaydi. Yozda, aksincha, hovuzchadagi suv ancha turib qolsa, qurib qoladi. Bunda suv bug'ga aylanib ketadi. Tabiatda suv uch xil holatda uchraydi. Qattiq – muz holatida, suyuq –suv va gazsimon–bug' holatida. Demak, bug', suv va muz bir xil molekulalardan tashkil topgan. Ular faqat molekulalarning o'zaro joylashishi va harakati bilan farq qiladi. Bug' alohida-alohida molekulalardan tashkil topgan bo'lib, to'xtovsiz va tartibsiz harakat qiladi. Shu sababli suv yuzasidan ko'tarilgan bug' havoga oson aralashib ketadi. Havoda tarkibida har doim suv bug'lari bo'ladi. Shuningdek, havoda kislorod, karbonat angidrid kabi boshqa gazlar bor. Ularning molekulalari ham to'xtovsiz va tartibsiz harakatda bo'ladi. Deraza tirqishidan tushgan yorug'likka yon tomondan qarasangiz havodagi juda mayda chang zarralarining ham to'xtovsiz va tartibsiz harakatini kuzatish mumkin. Ularning bunday harakati havodagi turli gaz molekulalari bilan to'xtovsiz to'qnashib turishlari tufaylidir. Puflanadigan yupqa sharni biroz shishirib, og'zini mahkam bog'laylik. Uni qo'l bilan qissak kichrayganini ko'ramiz. Demak, gazni siqish mumkin. Ikkita yupqa sharni olib, birini birorta naycha orqali puflab shishiraylik. So'ngra sharcha og'zini ip bilan mahkam bog'lab, naychaning ikkinchi uchini boshqa puflanmagan sharcha og'ziga mahkamlaylik. So'ngra birinchi sharcha og'zidagi bog'langan ipni ochib yuborsak, havo naycha orqali ikkinchi sharchaga o'tib uni shishiradi (23-rasm).

Demak, gaz bir idishdan ikkinchisiga tutashtirilgan nay orqali o'z-o'zidan o'ta oladi. Gazni qaysi idishga solmaylik, o'sha idish shaklini va hajmini to'la egallaydi.



23-rasm

Gazlarning molekulari orasidagi masofa molekularning o'lchamidan o'rtacha 100–1000 marta katta. Bunday masofada molekularning o'zaro tortishish kuchi juda kichik bo'ladi.

12-tajriba. Ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) Ingichka og'izli voronka, 2) juda kichkina pitralar, 3) shtativ, 4) nov, 5) plastinka.

Gazlar quyidagi xarakterli xususiyatlarga ega:

1. Gazlar har qanday hajmni (erkin holatda) egallaydi.
2. Gaz molekulari harakatchan bo'lib, bir-biri orasiga oson kirishadi.

3. Gazlar oson siqiladi.

4. Gazlar zichligi suyuqliklar va qattiq jismlar zichligiga nisbatan ancha kichik. Gazlarning bu xarakterli xossalarini ularning molekulyar tuzilishi haqidagi quyidagi asosiy farazlar bilan tushuntirish mumkin: 1) gaz molekulari (ularning o'lchamlari bilan taqqoslaganda) bir-biridan katta masofalarda turadi; 2) gaz molekulari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari juda kichik.

Ideal gaz. Gaz xossalarini o'rganishni yengillashtirish uchun real gazlarni ideal gaz deb ataluvchi soddalashtirilgan model bilan almashtiriladi. Ideal gazda:

a) molekulararo o'zaro ta'sir kuchlari e'tiborga olinmaydigan darajada kichik, gaz molekulari tartibsiz (xaotik) harakatlanadi;

b) molekularning o'zaro ta'siri faqat ular to'qnashganda sodir bo'ladi va urilishi elastik urilish hisoblanadi;

v) gaz molekularini hajmga ega bo'lmagan, ya'ni moddiy nuqta deb qaraladi.

Gaz bosimi. Faraz qilaylik, gaz kub shaklidagi idishga qamalgan va har bir kub metrda n ta molekular bo'lsin. Molekulalar vaqt o'tishi bilan tartibsiz harakatlanib idish devorlari bilan to'qnashadi. Molekula har bir to'qnashishda idish devorlariga juda kichik kuch bilan ta'sir qiladi va idish devoridan qaytadi. Agar idishdagi molekular soni ko'p bo'lmasa edi, u holda idish devoriga o'zgarmas bosim o'rniga onda-sonda va tartibsiz molekularning urilishlari bo'ladi. Lekin gaz molekularining soni juda katta. Shuning uchun molekularning idish devoriga urilishi deyarli uzluksiz bo'ladi. Alohida urilishlarning juda kichik kuchlari to'planib, deyarli o'zgarmas bosim kuchiga aylanadi. Molekularning devordan qaytishi turli yo'nalishlar bo'yicha sodir bo'ladi va ularning harakati tartibsiz bo'lib qoladi. Idish devoriga gaz beradigan bosimni topaylik.

Gazning idish devoriga beradigan bosimi molekular konsentratsiyasiga bog'liq. Molekular konsentratsiyasi qancha katta bo'lsa, ular idish devori bilan shuncha ko'p to'qnashadi va binobarin, bosim shuncha katta bo'ladi. Bundan gaz bosimi molekular konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional, ya'ni

$$p \sim n \quad (1)$$

deb yoza olamiz.

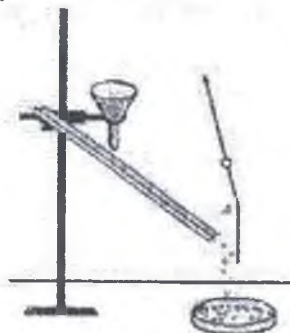
Bu tasavvurning to'g'riligiga quyidagi modeli tajribada ishonch hosil qilish mumkin. 24-rasmda tasvirlangan qurilmani yig'amiz. Ingichka og'izli voronkaga juda kichkina pitralar solamiz. Pitralar nov bo'ylab dumalab, biror a burchakka og'uvchi L plastinkaga uriladi. Pitralar konsentratsiyasini orttiramiz. Buning uchun voronkani og'zi ikki marta katta bo'lgan voronka bilan almashtiriladi. Endi nov bo'ylab 2 marta ko'p pitralar dumalaydi. Plastinkaning og'ish burchagi ham ikki marta ortadi. Bu bosimning ikki marta ortganini bildiradi. Agar dumalayotgan pitralarning sonini uch marta orttirsak, ularning plastinkaga berayotgan bosimi ham uch marta ortadi. Demak tajriba gaz bosimini uning konsentratsiyasiga proporsionalligini ko'rsatdi. Lekin gaz bosimi faqatgina konsentratsiyasiga proporsional

bo'libgina qolmay, u molekular tezligiga ham proporsionaldir. Bosim tezlikka proporsional bo'lsa, albatta sharchaning bosimi kinetik energiyaga ham proporsional bo'ladi. (1) xulosani yanada to'laroq qilib quyidagicha yozish mumkin:

$$p \sim n, E_k \quad (2)$$

Buni isbotlash uchun modelli tajribani davom ettiramiz.

Endi 24-rasmda tasvirlangan tajribani takrorlaymiz. Sharchalarning dumalab tushish balandligini orttiramiz (bu bilan sharchalarning harakatlanish tezligini orttiramiz). Natijada plastinkaning katta burchakka og'ganini sezamiz. Mexanikada biror balandlikdan tushgan jism tezligi hajm birligidagi molekular soni molekular konsentratsiyasi deb ataladi.



24-rasm .

$v^2 = 2gh$ bo'lganligidan plastinkaning og'ish burchagi sharcha tezligi kvadratiga proporsionalligi kelib chiqadi. Bundan sharchaning plastinkaga beradigan bosimining ortishi sharchalarning kinetik energiyasiga bog'liq ekanligi ma'lum bo'ladi. Shuning uchun

$$E_k = \frac{m_0 v^2}{2}$$

ekanligidan (bunda v — molekularning o'rtacha kvadratik tezligi, m_0 — molekular massasi) quyidagini yozish mumkin:

$$p \sim n \frac{m_0 v^2}{2}$$

Proporsionallik belgisidan tenglik belgisiga o'tayotib, proporsionallik koeffitsientini kiritamiz:

$$p = cn \frac{m_0 \bar{v}^2}{2} \quad p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

(3) tenglikdagi c — proporsionallik koeffitsienti bo'lib, uning qiymati $\frac{2}{3}$ ga tengdir. U holda (3) tenglikni quyidagicha yozish mumkin:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

Bu tenglik ideal gaz bosimi uchun molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi deb yuritiladi. Bu munosabatdagi kattalik bitta molekulaning ilgarilanma harakat kinetik energiyasining o'rtacha qiymati. Shuning uchun molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasini kinetik energiya orqali quyidagicha yozish mumkin:

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$$

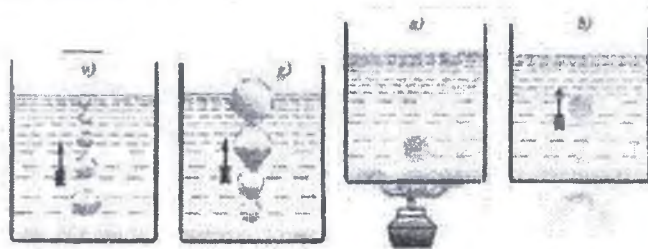
Demak, ideal gazning bosimi hajm birligidagi gaz molekularining o'rtacha kinetik energiyasining uchdan ikki qismiga teng.

13-tajriba. Qaynash hodisasini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) suvli shisha idishlar, 2) termometr, 3) sham.

Qaynash sodir bo'lishini tajribada kuzataylik. Suvli shisha idish olib uning temperaturasi orttirib boraylik. Suv isiyotganda dastlab, shisha idish tubida va devorlarida havo pufakchalari hosil bo'ladi (25-a -rasm). Isitishni davom ettira borsak, havo pufakchalari kattalashadi (25- b- rasm). Kattalashayotgan pufakcha shisha idish devorlaridan uziladi va Arximedning ko'tarish kuchi ta'sirida yuqoriga ko'tariladi. Yuqoriga ko'tarilganda uning hajmi kichrayadi (25-v rasm). Uning kichrayishiga sabab, temperaturasi past bo'lgan yuqori qatlamda uning ichidan bug' molekularining bir qismi

suyuqlikka aylanadi va pufakcha ichida oz miqdorda havo qoladi. Suyuqlik temperaturasi yana ko'tarilishi bilan pufakchalar ichidagi havo kengayib, pufakcha kattalashadi. Agar bu paytda suyuqlik butun hajmi bo'yicha issiqlik muvozanatiga kelib bir xil temperaturada bo'lsa, pufakchanning hajmi yuqoriga ko'tarilgan sari kattalashadi va suv betida yoriladi (25 -rasm). Bunda suyuqlik pufakcha ichida ham bug'lana boshlaydi.



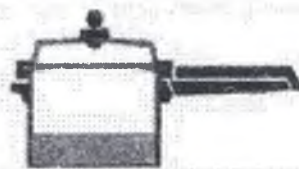
25-rasm.

Suyuqlikning erkin sirtidan tashqari, butun hajmi bo'ylab pufakchalar ichida bug'lanish jarayoniga qaynash deyiladi.

Qaynash temperaturasi. Suyuqlik to'yingan bugining bosimi tashqi bosimga teng yoki katta bo'lgan temperaturaga qaynash temperaturasi deyiladi.

Suyuqlikning qaynash vaqtidagi temperaturasi o'zgarmaydi. Sababi, tashqaridan beriladigan issiqlik miqdori suyuqlik molekulalari orasidagi tutinish kuchini yengish uchun sarflanadi.

Qaynash hodisasi atmosfera bosimiga bog'liq. Atmosfera bosimi past bo'lsa, suyuqlikning, masalan, suvning qaynash temperaturasi ham pasayadi va aksincha. Baland tog'larda (dengiz sathiga nisbatan balandlik ortib borgani sari bosim pasayib boradi) bosim kam.



26-rasm.

Bunday sharoitda suv 100°C da emas, balki undan past temperaturada qaynaydi.

Masalan, dengiz sathidan 5 km balandlikda bosim normal atmosfera bosimidan ikki marta kam. Bunday sharoitda suv 84°C da qaynaydi. Atmosfera bosimi ortib borsa, qaynash temperaturasi ham ortib boradi. Masalan, tashqi bosim 10 atm.ga teng bo'lgan sharoitda suv 180°C da, 33 atmosferaga teng bo'lgan sharoitda 240°C da qaynaydi. Qaynash temperaturasi suyuqlikning tarkibiga ham bog'liq. Masalan, toza distillangan suv 100°C temperaturada qaynasa, 6,6% tuz eritmali sho'r suv 10°C temperaturada, 25,5% li namokob esa 105°C temperaturada qaynaydi. Uy va tog' sharoitlarida germetik berk idishlardan (26-rasm) foydalanish zarur. Chunki, berk idishda atmosfera bosimi tashqi atmosfera bosimidan katta bo'ladi.

IV BOB. ELEKTR BO'LIMIDAN NAMOYISH TAJRIBALAR

Elektrodinamika masalalari o'rta maktab fizika kursida eng katta o'rinlardan birini egallaydi. Olamning umumiy fizik tasviri haqida tushunchani shakllantirish uchun, o'quvchilarga ilmiy-texnik taraqqiyotning bosh yo'nalishi xalq xo'jaligini elektrlashtirish va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda, radioelektronikani qo'llashni tushuntirish ahamiyatiga to'la mos keladi.

«Elektrodinamika» bo'limining ilmiy dunyoqarashni shakllantirish uchun imkon beruvchi masalalarini qayd etib o'tamiz. Moddaning elektr va magnit xossalari, turli muxitlarda elektr tokini oqishini o'rganish o'quvchilarning moddani tuzilishi haqidagi bilimlarini chuqurlashtirada hamda atomlar tarkibiga kiruvchi zarrachalar, ularning harakatlanishi va o'zaro ta'sirlashuvi haqidagi tushunchalarini shakllantirishni davom ettiradi.

Fizikani o'rganayotib o'quvchilar nafaqat asosiy hodisalar, tushunchalar, qonunlar, nazariyalar hamda ularning turlicha qo'llanishlarini o'zlashtirib o'qishlari, balki bu fanni metodlari bo'lmish tajriba va nazariyalar bilan ham tanishishlari kerak. Bu metodlarning o'quv jarayonida muvofaqiyatli uyg'unlashtirilishi juda yaxshi pedagogik samaralar beradi.

Fizika kursining barcha bo'limlari ichida elektrodinamika bo'limida tajriba o'zining barcha ko'rinishlarida eng keng darajada ishlab chiqilgan.

1-tajriba. Jismlarning elektrlanishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) yaroq, 2) qog'oz parchalari, 3) sham, 4) ebonit tayoqcha, mo'yna, 5) shisha tayoqcha, 6) shoyi.

Plastmassa taroq yoki ruchkani sochingizga ishqalab, maydalangan qog'ozga yaqinlashtiring. Ular qog'oz qiyqimlarini o'ziga tortganini ko'rasiz (1-rasm). Bu kabi hodisalarni odamlar qadim zamonlardayoq payqaganlar.

Bir necha yuz ming yil ilgari o'sgan ignabargli daraxtlar qoldig'ining toshga aylangan smolasini yunonlar «elektron» deb atashgan.

Mo'yna (jun)ga ishqalangan elektron (smola) turli mayda jismlarni o'ziga tortgan. «Elektr» so'zi ham shundan kelib chiqqan.

Ishqalangan jismlarning tortishish hodisasini birinchi bo'lib yunon olimi Fales Miletskiy (mil. av. 625-547) aytgan. Buyuk bobokalonimiz Abu Rayhon Beruniy (973-1048) ham bir-biriga ishqalangan jismlarning tortishish h xossasiga ega bo'lib qolishini o'rgangan. Beruniy «elektron» tayoqchani «qahrabo» deb atagan.



1-rasm

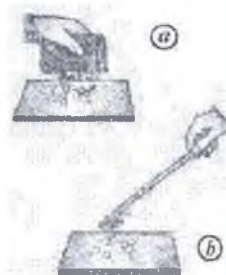


2-rasm

«Qahrabo» so'zi forschadan «somon tortuvchi» ma'nosini anglatadi. Haqiqatan ham, mo'ynaga ishqalangan qahrabo tayoqcha somon bo'laklarini o'ziga tortadi. Qahrabo kamyob bo'lgani uchun uning o'rniga ebonit yoki shisha tayoqchalardan foydalaniladi. Ebonit - bu oltingugurt aralashirilgan kauchuk(qattiq rezina)dan tayyorlangan material. Ebonit tayoqchani mo'ynaga ishqalaganda ham, shisha tayoqchani shoyiga ishqalaganda ham tayoqchalar elektrlanib qoladi. Elektrlangan jismlarga faqat qattiq jismlar emas, balki suyuq va gaz holatdagi moddalar ham tortiladi. Masalan, elektrlangan tayoqcha jildirab tushayotgan suvni ham, sham alangasini ham o'ziga tortadi (2-rasm). Shisha tayoqcha shoyiga ishqalanganda shoyining o'zi ham (4a-rasm), elektrlangan jismlar yengil bo'lmagan buyumlarni ham o'ziga tortadi.



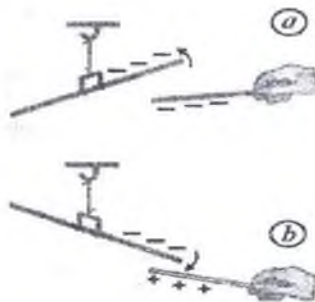
3- rasm



4-rasm

Masalan, o'tkir uchli tayanch ustida erkin aylana oladigan metall sterjenga elektrlangan tayoqcha yaqinlashtirilsa, sterjen buriladi (3-rasm).

Elektrlanishning ikki turi. Ebonit tayoqchani mo'ynaga ishqalab, ipga osib qo'yaylik. Unga boshqa xuddi shunday elektrlangan ebonit tayoqchani yaqinlashtirsak, osib qo'yilgan ebonit tayoqcha itariladi (5- a rasm). Endi shisha tayoqcha olib, uni shoyiga ishqalaylik va osib qo'yilgan ebonit tayoqchaga yaqinlashtirsak, bu holatda ebonit tayoqcha shisha tayoqchaga tortilishini kuzatish mumkin (5- b rasm).



5-rasm

1- xulosa: Elektrlanishning ikki turi mavjud. Shoyiga ishqalangan shisha tayoqcha musbat ishorali (+), mo'ynaga ishqalangan ebonit tayoqcha esa manfiy ishorali (-) elektrlanib qoladi.

2- xulosa: Bir xil ishorali elektrlangan jismlar bir-biridan itariladi, turli ishorali elektrlangan jismlar esa bir-biriga tortiladi.

2-tajriba. Elektrofor mashinasini ishlash prinsipini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: Elektrofor mashinasi

Tayoqchada hosil qilingan zaryadli zarrachalar boshqa jismga berilsa, undagi zaryad tugaydi. Tayoqchada takror zaryad hosil qilish uchun uni yana matoga ishqalash kerak bo'ladi. Lekin olimlar shunday asbob o'ylab topdilar ki, bu asbob yordamida uzluksiz ravishda zaryadlarni hosil qilib turish mumkin (6-rasm).



6-rasm

Elektrofor mashina yordamida uzluksiz ravishda zaryadlarni hosil qilish mumkin. Elektrofor mashina dastagi aylantirilganda, uning ikki diski qarama-qarshi tomonga aylanadi. Aylanayotgan disklarning cho'tkalarga ishqalanishi natijasida qarama-qarshi ishorali zaryadlar hosil bo'ladi.

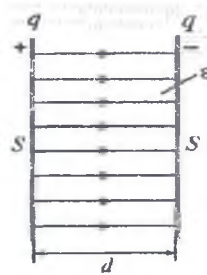
3-tajriba. Kondensatorlar

Kerakli asbob va uskunalar: 1) yassi kondensatorlar, 2) elektrofor mashinasi.

Elektrotexnikada ko'p miqdordagi elektr zaryadlarini bir joyda to'plash muhim ahamiyatga ega.

Elektr zaryadlarini to'plash uchun mo'ljallangan asbob *kondensator* deb ataladi. Kondensator radio, televizor, magnitofon, kompyuter kabi elektrotexnik jihozlarning muhim elementi hisoblanadi.

Amalda o'tkazgichlari yassi shaklda bo'lgan kondensatorlar ko'p qo'llaniladi. Bunday kondensatorlar *yassi kondensatorlar* deyiladi. Yassi kondensator o'zaro parallel bo'lgan ikkita yassi o'tkazgichdan iborat. Bu yassi o'tkazgichlar kondensator qoplamalari deyiladi. Qoplamalar qarama-qarshi ishorali zaryadlar bilan zaryadlanadi (7-rasm).



7-rasm

Kondensatorning ikki qoplamasida teng miqdorda turli ishorali zaryadlar to'planadi.

Kondensatorni tavsiflaydigan asosiy fizik kattalik uning elektr sig'imidir.

Xalqaro birliklar sistemasida elektr sig'imining birligi qilib, ingliz fizigi Maykl Faradey sharafiga farad (F) qabul qilingan. 1 farad juda katta birlik bo'lgani uchun amalda uning ulushlari bo'lgan mikrofarad (μF) va pikofarad (pF) ko'proq qo'llaniladi. Bunda: $1 F = 10^6 \mu F$; $1 \mu F = 10^6 pF$; $1 F = 10^{12} pF$.

Yassi kondensator qoplamasining yuzasi S qancha katta bo'lsa, unda shuncha ko'p zaryadlarni to'plash imkoniyati bo'ladi. Qoplamalari orasidagi masofa d qancha kichik bo'lsa, kondensatorda shuncha ko'p zaryadlarni to'plash mumkin. Bu demakki, yassi kondensatorning sig'imi qoplamalari yuzasiga to'g'ri proporsional, qoplamalari orasidagi masofaga teskari proporsionaldir, ya'ni:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

bunda: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$ – elektr doimiysi, ϵ – qoplamalar orasidagi moddaning dielektrik singdiruvchanligi, masalan, havo uchun $\epsilon = 1$, slyuda uchun $\epsilon = 6$, shisha uchun $\epsilon = 7$.

8- rasmda eng sodda yassi kondensator tasvirlangan.



8-rasm



9-rasm

Elektrotexnikada qo'llaniladigan kondensatorlar katta miqdorda zaryadlarni to'plashga mo'ljallangan. 9-rasmda shunday kondensatorlardan biri tasvirlangan. Bunda ikkita o'tkazuvchi o'zakning har biriga elektr o'tkazuvchi yupqa aluminiy material (staniol)ning bir uchi biriktiriladi. Staniol qavatlar orasiga parafinlangan qog'oz qo'yib ustma-ust o'raladi. Parafinlangan qog'oz dielektrik vazifasini o'taydi. Staniol qavatlariga biriktirilgan o'zaklardan biriga musbat, ikkinchisiga manfiy zaryad beriladi. Natijada staniolning birinchi, uchinchi, beshinchi va hokazo toq sonli qavatlarida musbat zaryadli, ikkinchi, to'rtinchi, oltinchi va hokazo juft sonli qavatlarida manfiy zaryadli zarrachalar to'planadi.

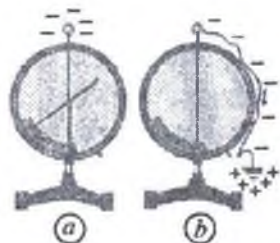
4-tajriba. Zaryadli zarralarning tartibli harakatini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) elektrometrlar.

Elektrometr sharchasini zaryadlangan tayoqcha yordamida zaryadlaylik. Bunda elektrometr ko'rsatkichi ma'lum burchakka buriladi (10- a rasm). Agar bir uchi yerga ulangan o'tkazgichning ikkinchi uchini

elektrometr sharchasiga tekkizsak, shu zahoti elektrometr ko'rsatkichi nolga tushib qoladi. Bu hodisaning sababi shuki, o'tkazgichning ikkinchi uchi sharchaga tekkizilgan zahoti undagi zaryadli zarralar o'tkazgich bo'ylab bir tomonga tartibli harakatlanadi va yerga o'tib ketadi (10- b rasm).

Zaryadli zarralarning tartibli harakati, ya'ni oqimi *elektr toki* deb ataladi.



10-rasm



11-rasm

«Tok» so'zi «oqim» ma'nosini bildiradi. Yuqoridagi tajribada o'tkazgichda elektr toki hosil bo'lganini bilish uchun yerga ulangan o'tkazgich o'rtasiga neon lampochka o'rnataylik. Agar o'tkazgichning ikkinchi uchini elektrometrning zaryadlangan sharchasiga tekkizsak, elektrometrning ko'rsatkichi nolga tushishi bilan bir vaqtda neon lampochka ham bir zumda yonib o'chadi (11- rasm).

Demak, haqiqatan ham, o'tkazgichda zaryadli zarralar bir tomonga tartibli harakat qiladi, ya'ni oqadi va elektr toki hosil bo'ladi.

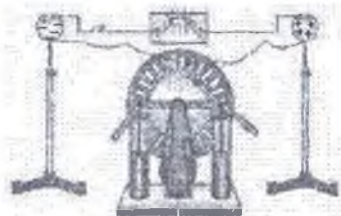
5-tajriba. Tok hosil bo'lishida elektr maydonning o'rnini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) elektrofor mashinasi,
2) elektrometr.

Zaryadli zarralarning harakat qilishiga sabab, o'tkazgichda elektr maydonning mavjudligidir. 12-rasmda tasvirlangan tajribada elektrometrning sharchasi manfiy zaryadlangan. O'tkazgich uchi sharchaga tekkizilmasdan avval yerning o'tkazgich ulangan joyi neytral

bo'ladi, ya'ni manfiy va musbat zaryadlar teng miqdorda bo'ladi. O'tkazgich sharchaga ulangan zahoti undagi manfiy zaryadlarning ta'sirida yerning bu neytral joyidan manfiy zaryadlar qochadi. O'tkazgichning yerga ulangan joyida musbat zaryadlar qolishi natijasida sharcha va yer orasida elektr maydon vujudga keladi. Bu maydon ta'sirida sharchadagi elektronlar yer tomon tartibli harakat qiladi va o'tkazgichda tok hosil bo'ladi. O'tkazgichda elektr toki vujudga kelishi uchun elektr maydon mavjud bo'lishi kerak. O'tkazgichda qanday qilib uzoqroq vaqt davom etadigan elektr tokini hosil qilish mumkin?

Elektrofor mashinaning sharchalarini o'tkazgich orqali neon lampochkaga ulaylik. Mashina diski aylantirilganda uning sharchalaridan birida musbat, ikkinchisida manfiy zaryadli zarralar hosil bo'ladi (12- rasm).



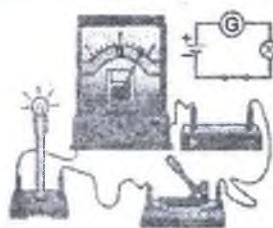
12-rasm

Bu qarama-qarshi ishorali zarralar orasida, ya'ni ularga ulangan o'tkazgichda elektr maydon vujudga keladi. Maydon ta'sirida elektronlar o'tkazgich bo'ylab tartibli harakat qiladi va tok hosil bo'ladi. Bu tok tufayli neon lampochka yonadi. Disk to'xtovsiz aylantirib turilsa, sharchalarning zaryadlanishi uzluksiz davom etadi va lampochka ham yonib turaveradi.

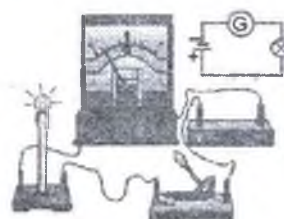
6-tajriba. Elektr tokining yo'nalishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) galvanometr, 2) kalit, 3) lampochka, 4) tok manbai.

Elektr zanjirdan tok o'tayotganini galvanometr yordamida aniqlash mumkin. Galvanometrni elektr zanjirga dastlab 13-rasmda ko'rsatilganidek ulaylik. Kalit ulanganda, galvanometr ko'rsatkichi 0 raqamidan o'ng tomonga og'adi. Demak, o'tkazgichdan tok o'tmoqda. Buni zanjirga ulangan lampochkaning yonganidan ham ko'rish mumkin. Endi o'tkazgichning tok manbaiga ulangan uchlaridagi qutblarni almashtiraylik. Bu holda ham lampochka yonadi.



13-rasm



14-rasm

Lekin, bunda galvanometr ko'rsatkichi 0 raqamidan chapga og'adi (14-rasm). Bu tajriba elektr tokining yo'nalishga ega ekanligini ko'rsatadi.

Elektr zanjirda zaryad tashuvchilar manfiy zaryadli elektronlar bo'lib, ular o'tkazgich bo'ylab elektr manbaning manfiy qutbidan musbat qutbi tomon harakat qiladi. Shuning hisobiga o'tkazgichda elektr toki vujudga keladi. Lekin tok yo'nalishi qabul qilingan davrda fanda elektron haqida hech narsa ma'lum emas edi. Shuning uchun elektr tokining yo'nalishi sifatida tok manbaining musbat qutbidan manfiy qutbiga tomon harakat qiladigan musbat zaryadli zarralarning harakat yo'nalishi qabul qilingan.

Demak, elektr toki yo'nalishga ega. Elektr zanjirda tokning yo'nalishi sifatida musbat zaryadli zarralarning yo'nalishi qabul qilingan.

7-tajriba. Kuchlanishni o'lchashni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) voltmetr, 2) tok manbai, 3) lampochka, 4) kalit.

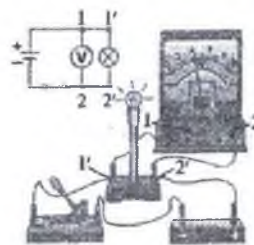
Tok manbai qutblaridagi yoki zanjirning biror qismidagi kuchlanish voltmetr yordamida o'lchanadi. Maktab fizika xonalarida foydalaniladigan voltmترلardan biri 15- rasmda tasvirlangan.

Voltmetrni boshqa elektr o'lchov asboblardan farqlash uchun uning shkalasiga «V» harfi yozilgan bo'ladi. Elektr zanjir sxemasida ham voltmetr «V» bilan belgilanadi. Voltmetrning qisqichlaridan biriga «+» belgisi qo'yiladi. Voltmetr tok manbaining musbat qutbiga ulangan zanjir elementlari orqali kelgan simga yoki manbaining musbat qutbiga to'g'ridan to'g'ri ulanadi (16-rasm). Elektr iste'molchiga, masalan, lampochkaga tok kelayotgan zanjir qismidagi kuchlanishni o'lchash uchun voltmetrning 1 qisqichi lampochkaning 1' qisqichiga, voltmetrning 2 qisqichi lampochkaning 2' qisqichiga ulanadi. Voltmetrning iste'molchiga nisbatan bunday ulanishi parallel ulanish deyiladi.

Voltmetr elektr zanjirdagi kuchlanishi o'lchanadigan iste'molchiga parallel qilib ulanadi.



15-rasm



16-rasm

Elektr iste'molchiga, masalan, lampochkaga tok kelayotgan zanjir qismidagi kuchlanishni o'lchash uchun voltmetrning 1 qisqichi lampochkaning 1' qisqichiga, voltmetrning 2 qisqichi lampochkaning 2' qisqichiga ulanadi. Voltmetrning iste'molchiga nisbatan bunday ulanishi parallel ulanish deyiladi. Voltmetr elektr zanjirdagi kuchlanishi o'lchanadigan iste'molchiga parallel qilib ulanadi.

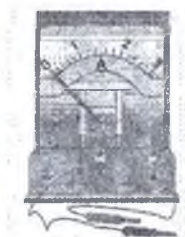
8-tajriba. Tok kuchini o'lchashni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) ampermetr, 2) tok manbai, 3) lampochka, 4) kalit.

Zanjirdagi tok kuchi ampermetr yordamida o'lchanadi. Maktab fizika xonasida foydalaniladigan ampermetrlardan biri 17-rasmda tasvirlangan. Ampermetr shkalasiga «A» harfi yozib qo'yiladi.

Elektr zanjir sxemasida ampermetr «A» bilan belgilanadi. Hozirgi kunda maktab fizika xonasida boshqa zamonaviy ampermetrlar ham qo'llaniladi. Ampermetr elektr zanjirdagi tok kuchi o'lchanadigan iste'molchi bilan ketma-ket ulanadi. Ampermetrni zanjirga ulashda uning «+» belgisi qo'yilgan qutbi tok manbaining musbat qutbidan kelayotgan o'tkazgichga ulanadi (18-rasm). Ampermetrni ketma-ket ulangan bir nechta o'tkazgichdan iborat zanjirning istalgan joyiga ulash mumkin. Chunki bunday zanjirning hamma qismida tok kuchi bir xil bo'ladi. Ampermetr iste'molchidan oldin ulansa ham, keyin ulansa ham, uning ko'rsatishi bir xil bo'ladi.

Ampermetrni ketma-ket ulangan bir nechta o'tkazgichdan iborat zanjirning istalgan joyiga ulash mumkin.



17-rasm



18-rasm

Chunki bunday zanjirning hamma qismida tok kuchi bir xil bo'ladi. Ampermetr iste'molchidan oldin ulansa ham, keyin ulansa ham, uning ko'rsatishi bir xil bo'ladi.

9-tajriba. Iste'molchilarni ketma-ket ulashni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) resistor, 2) ampermetr, 3) tok manbai, 4) lampochka, 5) kalit, 6) qarshilik

Ketma-ket ulanganda zanjirdagi tok kuchi Bundan buyon elektr zanjirdagi elektr energiyani iste'mol qiluvchilarni o'tkazgich emas, balki iste'molchi deb yuritimiz. Odatda, elektr zanjirlarga bitta emas, balki bir nechta elektr iste'molchi ulangan bo'ladi. Bunda iste'molchi deganda elektr lampochka, radio, magnitofon, televizor, muzlatkich, elektr isitgich, dazmol va boshqa elektr asboblari tushuniladi. Elektr zanjirga iste'molchi o'rniga bir yoki bir nechta rezistor ulangan bo'lishi ham mumkin. 19-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. Bunda voltmetrning ko'rsatishi $4V$, ampermetrning ko'rsatishi $0,1A$ ekanligini o'lchash mumkin. Endi lampochkaga ketma-ket tarzda yana bir lampochkani ulab, 20-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. Ampermetrning ko'rsatishi o'zgarmaydi, ikkala lampochkadan bir xil $0,1A$ tok o'tadi, ya'ni:

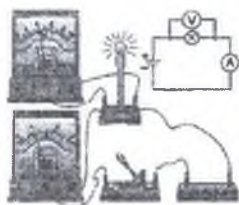
$$I_1 = I_2$$

Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulangan bo'lsa, ulardan o'tayotgan tok kuchlari ham bir-biriga teng bo'ladi:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \quad (1)$$

Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, har bir iste'molchidan o'tayotgan tok kuchlari bir xil bo'ladi.

Ketma-ket ulanganda zanjirdagi kuchlanish 20- rasmdagi elektr zanjir kaliti ulanganda 1-voltmetr $4V$ ni, 2- va 3- voltmetrlar $2V$ ni ko'rsatadi. Lampochkalarining yonishi xiralashadi.



19-rasm



20-rasm

Zanjirdagi to'liq kuchlanish ketma-ket ulangan ikkala lampochkadagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$U = U_1 + U_2.$$

Agar n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi to'liq kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (2)$$

Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq kuchlanish har bir iste'molchidagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi.

Ketma-ket ulanganda qarshilik. Om qonuniga binoan, 20-rasmdagi elektr zanjirda birinchi lampochkadagi kuchlanish $U_1 = IR_1$ ga, ikkinchi lampochkadagi kuchlanish $U_2 = IR_2$ ga teng.

Bu ifodalardan zanjirdagi to'liq kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) \quad (3)$$

Zanjirdagi lampochkalarining to'liq qarshiligi R , ulardan o'tayotgan tok kuchi I ga tengligidan to'liq kuchlanish U uchun quyidagi formula ham o'rinlidir:

$$U = IR \quad (4)$$

(3) va (4) tengliklarning o'ng tomonlarini tenglashtiramiz:

$$IR = I(R_1 + R_2),$$

bundan to'liq qarshilikni aniqlaymiz: $R = R_1 + R_2$ (5)

Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi o'tkazgichlarning to'liq qarshiligi quyidagicha bo'ladi:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (6)$$

Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq qarshilik har bir iste'molchi qarshiliklari yig'indisiga teng bo'ladi. Siz archaga osib qo'yiladigan lampochkalar shodasini ko'rgansiz. Masalan, har biri $U_1 = 3V$ dan iborat bo'lgan $n = 75$ ta lampochka ketma-ket ulangan bo'lsa, ularga beriladigan to'liq kuchlanish $U = nU_1 = 75 \cdot 3V = 225V$ ga yaqin bo'lishi kerak. Shuning uchun, bunday ketma-ket ulangan lampochkalar shodasini $220V$ li elektr tarmoqqa to'g'ridan to'g'ri ulash mumkin.

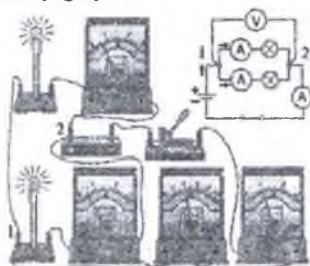
Agar ketma-ket ulangan lampochkalar shodasidan birontasi olib qo'yilsa yoki kuyib qolgan bo'lsa, boshqa barcha lampochkalar

yonmaydi. Chunki bu holda zanjir shu bitta lampochkada uzilgan bo'ladi.

10-tajriba. Iste'molchilarni parallel ulashni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) voltmetr, 2) ampermetr, 3) tok manbai, 4) lampochka, 5) kalit

Parallel ulanganda zanjirdagi kuchlanish. Xonadonda barcha elektr asboblari: lampochkalar, televizor, muzlatkich va boshqalar bir vaqtda elektr tarmog'iga ulangan bo'ladi. Agar ular bir-biriga ketma-ket ulanganda edi, kuchlanish ular orasida taqsimlangan bo'lardi. Bu holda lampochkalar juda xira yonardi, televizorning ko'rsatishiga, muzlatkichning sovitishiga kuchlanish yetishmas edi. Undan tashqari, ketma-ket ulangan iste'molchilardan biri o'chirilsa, boshqalari ham o'chardi. Shuning uchun xonadonda barcha elektr iste'molchilar, odatda, bir-biriga parallel qilib ulanadi. Ikkita lampochka o'zaro parallel ulangan 21- rasmdagi elektr zanjirni yig'aylik.



21-rasm

Bunda ikkala lampochka bir xil tarzda 1 va 2 qisqichlarga ulanadi. Shu qisqichlarga ulangan voltmetr $2V$ kuchlanishni ko'rsatsin, deylik. Bu voltmetrning ko'rsatishi har bir lampochkadagi kuchlanishni ham, zanjirdagi to'liq kuchlanishni ham ifodalaydi.

Demak, parallel ulangan ikkala lampochkada kuchlanish bir xil bo'lib, u zanjirdagi to'liq kuchlanishga teng bo'ladi, ya'ni:

$$U_1 = U_2 = U.$$

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulangan bo'lsa, u holda ulardagi kuchlanishlar ham teng bo'ladi:

$$U_1=U_2=U_3=\dots=U_n \quad (1)$$

Iste'molchilar parallel ulanganda, har bir o'tkazgich uchlari orasidagi kuchlanish bir xil bo'ladi.

Parallel ulanganda zanjirdagi tok kuchi. Kalit ulanganda birinchi ampermetr $I_1 = 0,6 A$ ni, ikkinchi ampermetr esa $I_2 = 0,4 A$ ni ko'rsatsin. U holda zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi ampermetr $I = 1 A$ ni ko'rsatadi. Demak, parallel ulangan birinchi va ikkinchi lampochkalardan o'tayotgan I_1 va I_2 tok kuchlarining yig'indisi I to'liq tok kuchiga, ya'ni zanjirning tarmoqlanmagan qismidan o'tayotgan tok kuchiga teng bo'ladi:

$$I=I_1+I_2 \quad (2)$$

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulansa, u holda zanjirdagi to'liq tok kuchi quyidagicha bo'ladi:

$$I=I_1+I_2+I_3+\dots+I_n \quad (3)$$

Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi to'liq tok kuchi har bir tarmoqdagi tok kuchining yig'indisiga teng bo'ladi.

11-tajriba. Sarflangan elektr energiyani hisoblashni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) hisoblagich, 2) cho'g'lanma elektr lampochka.

Sarflangan elektr energiya miqdor jihatdan elektr tokining bajargan ishiga teng. Agar sarflangan energiyani E deb belgilasak, u holda uning ifodasi quyidagicha bo'ladi:

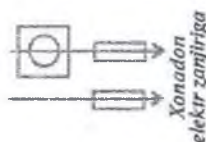
$$E=IUt \quad (3)$$

Elektr tokining bajargan ishi, ya'ni iste'molchilarda sarflangan elektr energiya maxsus asbob – elektr hisoblagich (schyotchik) yordamida hisoblanadi (22- rasm). Elektr hisoblagich iste'molchilarga boradigan zanjirga ketma-ket ulanadi. 23- rasmda elektr hisoblagichning xonadon elektr zanjiriga ulanish sxemasi keltirilgan.

Hisoblagichning ko'rsatishi $kW \cdot h$ hisobida bo'ladi. Masalan, elektr dvigatelli hisoblagich yoki elektron elektr hisoblagich $354,6 kW \cdot h$ elektr energiya sarflanganini ko'rsatayotgan bo'lsin. Bu hisoblagich o'rnatilgan vaqtdan boshlab sarflangan elektr energiyaning miqdorini bildiradi.



22-rasm



23-rasm

Odatda, sarflangan elektr energiya uchun to'lov har oyda amalga oshiriladi. Shuning uchun, bir oy davomida sarflangan elektr energiya miqdorini bilish zarur bo'ladi. Masalan, bir oy oldin hisoblagichning ko'rsatishi $312,2 kW \cdot h$ ga, bugungi ko'rsatishi $354,6 kW \cdot h$ ga teng. U holda bir oy ichida sarflangan elektr energiyaning miqdori $354,6 kW \cdot h - 312,2 kW \cdot h = 42,4 kW \cdot h$ ga teng bo'ladi. Davlat tomonidan sarflangan har bir $kW \cdot h$ elektr energiya uchun to'lov miqdori aniq belgilab qo'yilgan. $1kW \cdot h$ uchun belgilangan to'lov miqdorini bir oyda sarflangan elektr energiya miqdoriga ko'paytirib, elektr energiya uchun oylik to'lov miqdori aniqlanadi.

Sarflangan elektr energiya uchun xarajatni o'z vaqtida to'lab turish kerak!

Elektr iste'molchilardagi tokning quvvati

Elektr iste'molchilardagi tokning quvvatini ampermetr va voltmeter yordamida tok kuchi va kuchlanishni o'lchash orqali aniqlash mumkin:

Iste'molchidagi tokning quvvatini aniqlash uchun ampermetr ko'rsatgan tok kuchi voltmeter ko'rsatgan kuchlanishga ko'paytiriladi.

Odatda, elektr iste'molchilarda tokning quvvati yozib qo'yilgan bo'ladi. Masalan, lampochkani xarid qilayotganimizda unga yozib qo'yilgan quvvatning qiymatiga e'tibor beramiz. Xonadonda ko'proq $60W$, $100W$, $150W$, $200W$ elektr quvvatli lampochkalardan foydalaniladi. Lampochkaning quvvati qancha katta bo'lsa, u shuncha

kuchli yoritadi va shuncha ko'p elektr energiyani sarflaydi. Turli elektr iste'molchilarning quvvati turlicha bo'ladi (1- jadval).

Ayrim elektr toki iste'molchilarining quvvati

1-jadval

№	Iste'molchilar	P, W	№	Iste'molchilar	P, W
1.	Elektr soat	0,1	5.	Kompyuter	40-200
2.	Uyali telefon	0,3-1	6.	Televizor	50-300
3.	Cho'ntak fonari	1-3	7.	Elektr lampochka	60-500
4.	Ko'chma radio	2-10	8.	Dazmol	500-2000

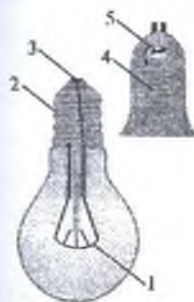
Cho'g'lanma elektr lampochka

Xonadonlarda yoritgich sifatida, asosan, cho'g'lanma elektr lampochkalardan foydalaniladi. U tok o'tganda spiralining qizishi hisobiga yoritadi. Lampochkaning asosiy qismi ingichka volfram simdan yasalgan spiraldan iborat. Spiral simning volframdan qilinishiga sabab, u qiziganda cho'zilmaydi, 3000°C gacha bardosh beradi, 3300°C ga yetgandagina eriydi. Spiral volfram sim shisha ichiga joylashtiriladi. Volfram sim ochiq havoda oksidlanadi va qizdirilganda uzilib ketadi, ya'ni kuyadi. Buning oldini olish uchun kolba ichidagi havo nasos yordamida so'rib olinadi va uning o'rniga inert gazlar – neon, kripton yoki argon bilan to'ldiriladi. Bu inert gazlar volfram ionlarining toladan uzilib chiqishiga, qizigan volframning ingichkalashishiga yo'l qo'ymaydi. 24-rasmda cho'g'lanma lampochkaning tuzilishi tasvirlangan. Kolba ichida (1) spiralning uchlari ikkita simga kavsharlangan. Bu simlar shisha orqali o'tib, ulardan biri (2) sokolning vint qismiga, ikkinchisi esa sokoldan izolatsiyalangan (3) asosga payvandlangan. Lampochkani tarmoqqa ulash uchun uning vintli sokoli patronning (4) vintiga burab kirgiziladi. Patronning ichki qismidagi (5) elastik kontakt lampochka asosiga taqalib turadi. Patronning kontaktiga va vintli qismiga tarmoqdan kelgan simlar biriktiriladi.

Birinchi cho'g'lanma lampochka 1872- yilda rus elektrotexnigi Aleksandr Nikolayevich Lodigin (1847-1923) tomonidan kashf etilgan. Takomillashgan cho'g'lanma elektr lampochkani 1879- yilda amerikalik olim Tomas Alva Edison (1847-1931) ixtiro qilgan. Xonadonlarda,

asosan, 220 V kuchlanishli cho'g'lanma lampochkalar qo'llaniladi. Cho'ntak fonarlarida 1,5, 3,0 va 4,5 V li, avtomobillarda 6 va 12 V li, temir yo'l vagonlarida 50V li cho'g'lanma lampochkalardan foydalaniladi. 25-rasmda turli xil cho'g'lanma lampochkalar tasvirlangan.

Turmushda, ishlab chiqarishda, maishiy xizmatda cho'g'lanma lampochkalardan tashqari sovuq lampalar inert gazli lampalar ham ishlatiladi. Bunda shisha lampalar ichi neon, kripton, argon kabi inert gazlar bilan to'ldirilgan bo'lib, elektr maydon hosil qilinadi. Maydon ta'sirida inert gazlar ionlashib, turli ishoralarining bir-biri bilan to'qnashishi natijasida yorug'lik chiqadi. 26-rasmda inert gazli lampalarning turli xillari tasvirlangan. Cho'g'lanma lampochkalarda elektr energiyaning katta qismi issiqlikka aylangani uchun ularning foydali ish koeffitsienti kam bo'ladi. Inert gazli lampalarda esa elektr energiyaning katta qismi yorug'lik energiyasiga aylanadi. Bunday lampalarda elektr energiya kamroq sarflanadi, uzoq vaqt yonib tursa ham ular qizib ketmaydi.



24- rasm



25- rasm



26-rasm

Shuning uchun kechasi bilan yoniq qoldiriladigan korxonalarda, do'konlarda, ko'chalarda ko'proq inert gazli oq lampalardan foydalaniladi. Keyingi paytlarda xonadonlarda ham bunday lampalardan foydalanilmoqda.

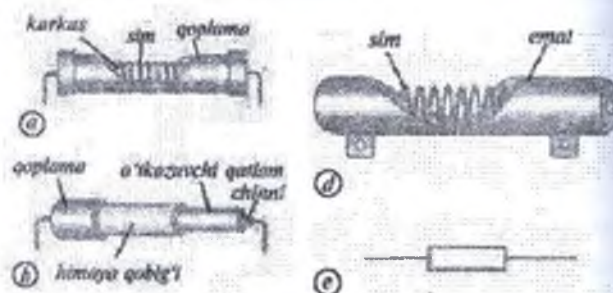
12-tajriba. Rezistorlar, reostatlar, potensiometrlarni ishlashini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) resistor, 2) reostatlar, 3) potensiometr, 4) nikelin sim, 5) kalit, 6) qarshilik, 7) lampochka.

Rezistorlar. Elektr zanjirdagi tok kuchining o'tkazgich qarshiligiga bog'liqligidan elektrotexnikada keng qo'llaniladi. Turli qarshilikli o'tkazgichlarni tanlab zanjirdagi tokni boshqarish mumkin. Shu maqsadda elektrotexnikada rezistorlardan foydalaniladi.

Rezistor – elektr zanjirda tokni roslash uchun qo'llaniladigan turli qarshilikli elektr asbob. «Rezistor» so'zi lotincha «resisto» – «qarshilik» degan ma'noni anglatadi.

27- a rasmda eng sodda rezistor tasvirlangan. U karkas, sim va qoplama iborat. Karkas va qoplama yonmaydigan va tok o'tkazmaydigan materialdan, masalan, chinnidan, sim esa solishtirma qarshiligi katta materialdan tayyorlanadi.

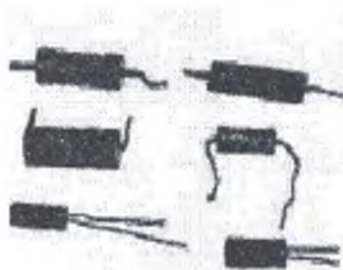


27- rasm

Simning ikki uchi zanjirning tegishli qismiga ulanadi.

Ko'p hollarda rezistordagi sim o'rniga katta qarshilikka ega materialdan tayyorlangan qatlam qo'llaniladi (27- b rasm). Bu qatlamning ikkala chekkasi o'tkazgich simga mahkamlangan bo'lib, bu simlar orqali u zanjirga ulanadi.

27- d rasmda tasvirlangan rezistor kichik qarshilikli bo'lib, unda tok o'tkazmaydigan va yonmaydigan material – sopol ichiga katta qarshilikli sim spiral shaklida joylashtirilgan.



28- rasm

Rezistorlarning elektr zanjir sxemasidagi shartli belgisi 27- e rasmda aks ettirilgan. Har qanday elektr iste'molchini sxemada shunday shartli belgi bilan ifodalash mumkin. 28- rasmda rezistorlarning namunalari keltirilgan.

Reostatlar. Ko'p hollarda elektr zanjirda qarshilikni uzluksiz kamaytirish yoki ko'paytirish zarur bo'lib qoladi. Masalan, kinoteatr zali chiroqlarini asta sekin o'chirish uchun zanjirdagi tok bir me'yorda kamaytiriladi. Tramvay, trolleybus yoki elektrovoz tezligini asta-sekin oshirish uchun elektr dvigateldagi tok bir me'yorda oshiriladi. Bu maqsadlarda rezistordan foydalanish yetarli emas. Chunki rezistor ma'lum qarshilikka ega bo'lib, undagi qarshilikni o'zgartirib bo'lmaydi. Elektr qarshiligini o'zgartirish orqali tok kuchini bir me'yorda o'zgartirishda reostatdan foydalaniladi.

Reostat—elektr zanjirdagi tok kuchi va kuchlanishni rostlash, ya'ni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan elektr asbob.

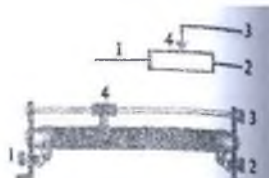
«Reostat» yunoncha so'z bo'lib, «reos» – «oqim» va «statos» – «qo'zg'almas» degan ma'nolarni bildiradi.

Solishtirma qarshiligi katta bo'lgan materialdan, masalan, nikelin yoki nixrom simdan eng oddiy reostat yasash mumkin.

Nikelin simning ikki uchini izolator orqali shtativlarga mahkamlaylik va 29- rasmda ko'rsatilgandek elektr zanjirni yig'aylik. Suriluvchi D kontakti u yoq bu yoqqa surib, simning zanjirga ulangan AD qismini uzunroq yoki kaltaroq qilish mumkin. Bunda o'tkazgichning qarshiligi, binobarin, undan o'tayotgan tok kuchi o'zgaradi.



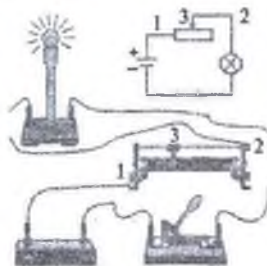
29-rasm



30-rasm

Amalda qo'llaniladigan reostatlar ixcham bo'lib, ularning ishlashi yuqorida ko'rsatilgan oddiy reostat kabi. Maktab reostatlaridan biri va reostatlarning elektr zanjir sxemasidagi shartli belgisi 30-rasmde tasvirlangan. Bunday reostatda nikelin sim sopol silindrga o'ralgan. Sim yupqa izolatsiya qatlami bilan qoplangan. Simning uchlari 1 va 2 qisqichlarga ulangan. Chulg'am tepasida joylashgan metall sterjen bo'ylab 3 surgich surila oladi.

Surgichning kontakti chulg'amning o'ramlariga siqilib turadi. Surgichning o'ramlarga ishqalanishi natijasida uning kontakti ostidagi izolatsiyalangan qatlam yediriladi.



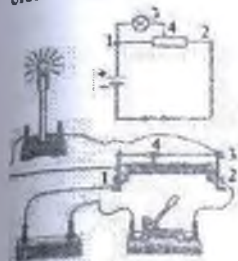
31-rasm

Natijada, 1 qisqichga kelayotgan tok o'ram va surgich kontakti orqali sterjenga o'tadi. Tok sterjen uchidagi 2 qisqich orqali zanjir bo'ylab o'z yo'lini davom ettiradi.

Reostat surgichini sterjen bo'ylab surish bilan uning qarshiligini, binobarin, zanjirdagi tok kuchini bir me'yorda o'zgartirish mumkin.

Potensiomترلar. Ba'zi hollarda zanjirdagi kuchlanishni bir me'yorda kamaytirish yoki ko'paytirish zarur bo'lib qoladi. Bu maqsadni amalga oshirish uchun potensiometrdan foydalaniladi. Reostatdan

potensiometr sifatida foydalanish mumkin. Buning uchun reostatni elektr zanjirga 32- rasmda ko'rsatilgandek ulash lozim.



32-rasm



33-rasm



34-rasm

Potensiometr-elektr zanjirdagi kuchlanishni rostlash, ya'ni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan elektr asbob. Potensiometr surgichi bir tekis yurgizilganda zanjirdagi kuchlanish bir me'yorda o'zgaradi.

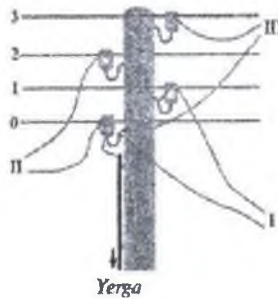
Amalda qo'llaniladigan potensiometrlar ko'proq 33- rasmda ko'rsatilganidek, aylana shaklida bo'ladi. Bunda uning muruvvati buralsa, 4 surgich aylana shaklida harakat qiladi va zanjirdagi kuchlanish bir tekisda o'zgaradi. Radiotexnikada, jumladan, radio foydalaniladi. 34- rasmda turli xil potensiometrlar tasvirlangan.

13-tajriba. Xonadon elektr zanjiridagi ulashlar

Kerakli asbob va uskunalar: 1) elektr simyog'ochlar, 2) vilka, 3) rozетка, 4) patron, 5) vklyuchatel.

Xonadon elektr zanjirining tarmoqqa ulanishi elektr simyog'ochlarda kamida ikkita sim bo'ladi. Bu simlardan biri neytraldir. Neytral sim ayrim simyog'ochlar orqali yerga ulangan bo'ladi. Simyog'och simlarining eng pastdagisi neytral bo'ladi. Aytaylik, simyog'ochdagi simlar soni to'rtta (35- rasm).

Pastdagi neytral 0-sim bilan boshqa uchtasining har biri orasidagi kuchlanish 220 V ga teng. Shuning uchun har bir xonadonning bitta simi neytral simga, ikkinchisi esa boshqa simlardan biriga ulanadi. Masalan, I xonadon 0- va 1- simga, II xonadon 0- va 2- simga, III xonadon 0- va 3- simga ulanadi.



35-rasm

Shunday ulanishda har bir xonadondagi elektr kuchlanish 220 V dan bo'ladi. Agar yanglishib, xonadonning elektr zanjiri 1- va 2- sim, 2- va 3- sim yoki 1- va 3-simga ulab qo'yilsa, bu xonadonda tarmoqqa ulangan elektr asboblari shu zahoti kuyadi. Chunki, simyog'ochdagi bunday tartibdagi simlar orasidagi kuchlanish 380 V ni tashkil etadi.

Kuchlanishning bor-yo'qligini aniqlash. O'tkazgichlarda, elektr asboblarda elektr kuchlanish bor-yo'qligini aniqlash, o'tkazgichlardan qaysi biri neytral ekanligini bilish uchun turli asboblardan foydalaniladi. Ulardan eng oddiysi otvyortka-sezginchdir (36- rasm).



36-rasm

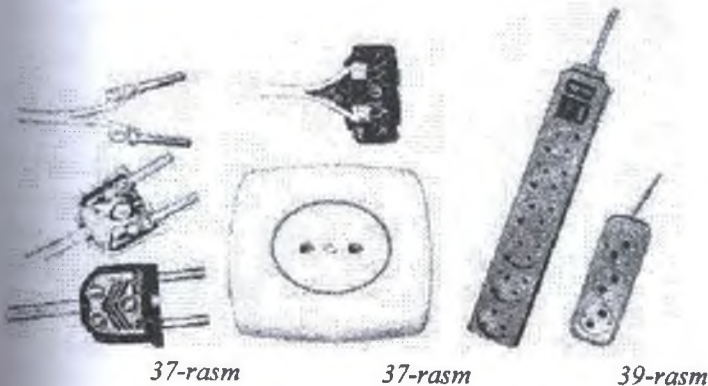
Otvyortka-sezginchning ko'rinishi oddiy otvyortkaga o'xshash. Uning o'rtasiga $0,5-1\text{ V}$ kuchlanishda yonadigan neon lampochka (1) o'rnatilgan. Lampochkaning bir tomoni otvyortka-sezginchning uchiga (2), ikkinchi tomoni esa uning dastasi oxiriga (3) ulangan. O'tkazgichda kuchlanish bor-yo'qligini aniqlash uchun otvyortka-sezginch dastasi oxiriga ko'rsatkich barmoqni qo'yib, uchi o'tkazgichga tekkiziladi. Agar o'tkazgichda kuchlanish bo'lsa, otvyortka-sezginchdagi lampochka yonadi. Bunda o'tkazgich- lampochka-odam zanjiri orqali tok o'tib.

lampochka yonadi. Lampochkaga ketma-ket katta qarshilik ulangan bo'ladi. Shuning uchun lampochka va odamdagi kuchlanish $0,5-1 V$ ni tashkil etadi. Bunday kuchlanish lampochkaning yonishiga yetarlidir. Agar tekshirilayotgan o'tkazgichda kuchlanish bo'lmasa, otvyortka-sezgichdagi lampochka yonmaydi.

Vilka va rozetkani ulash. Ko'chadagi simyog'ochdan xonadon elektr zanjiriga ulangan simlardan biri neytral, ikkinchisida esa kuchlanish mavjud. Kuchlanishli sim bilan neytral sim orasidagi kuchlanish $220 V$ ga teng bo'ladi. Xonadon elektr zanjiriga ulangan bu ikkita sim xonadonning barcha qismida o'zaro yonma-yon va parallel bo'ladi (35- rasm). Bu simlar hech bir joyda bir-biriga bevosita ulanib qolmagan bo'lishi kerak.

Xonadondagi barcha elektr asboblarning bitta simi zanjirning kuchlanishli simiga, ikkinchisi esa neytral simga ulanadi. Elektr asboblari xonadon elektr zanjiriga to'g'ridan to'g'ri emas, balki vilka va rozetka orqali ulanadi. Elektr asbobdan chiqqan shnur ichida bir-biridan izolyatsiyalangan ikkita o'tkazgich (sim) mavjud. Shnur uchi vilkaga ulangan. Ko'p hollarda vilka va shnur birgalikda bo'ladi. Ayrim hollarda vilka shnuriga vintlar yordamida mahkamlanadi (37- rasm).

Buning uchun shnurdagi har bir o'tkazgich uchidan $10-15 mm$ uzunlikdagi izolatsiyasi tozalanadi. So'ngra izolatsiyadan tozalangan o'tkazgichlar uchi halqa qilib buraladi va vintlar yordamida vilkaga mahkamlanadi. Imkoni bo'lsa halqa shaklida buralgan o'tkazgichlar uchi

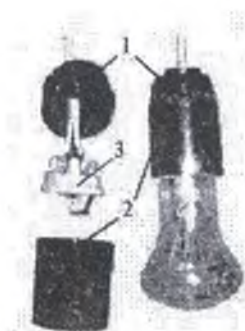


kavsharlagich bilan kavsharlab qo'yilishi lozim.

Rozetkani ulashdan avval xonadondagi elektr simlar tarmoqdan uzilishi shart. Bu ish elektr hisoblagichda amalga oshiriladi. Rozetkani ulashga kirishish uchun o'tkazgichlarning uchlari izolatsiyadan tozalab, halqa shakliga keltiriladi. So'ngra vintlar halqa ichiga kirgizilib, rozetkaga buraladi (38-rasm). O'tkazgichlarga ulangan rozetka tegishi joyga mahkamlab qo'yiladi. Ba'zi hollarda elektr asboblari rozetkaga uzaytirgich orqali ulanadi. Uzaytirgichning bir uchi vilkali bo'lsa, ikkinchi uchi rozetka vazifasini o'taydi. Uzaytirgichning ikkinchi uchi bir emas, balki bir nechta rozetkali bo'lishi mumkin (39- rasm).

Patron va vklyuchatelni ulash. Patronni ulash uchun ikkala o'tkazgich uchlari izolatsiyadan tozalanadi. Patronning 1-qismini burab, u 2- qismidan ajratiladi (40- rasm). O'tkazgichning uchlari patronning ichidagi 3-qismiga vintlar bilan mahkamlanadi. So'ngra patronning 3-qismini joyiga o'rnatib, 1- qismi 2-qismiga burab mahkamlanadi. Vilka, rozetka va patronni ulashda qaysi o'tkazgich neytral, qaysinisida kuchlanish bo'lishiga e'tibor berilmaydi. Lekin vklyuchatelni ulashda bunga ahamiyat beriladi (41-rasm).

Vklyuchatel, asosan, elektr lampochkani yoqibo'chirishda qo'llaniladi. Agar lampochkaga ulangan o'tkazgichlardan biri uzib qo'yilsa, lampochka o'chadi.



40-rasm



41-rasm

Vklyuchatel ana shu uzib-ulash vazifasini bajaradi. Vklyuchatelni lampochkaga boradigan kuchlanishli o'tkazgichga ham, neyrtal o'tkazgichga ham ulasa bo'ladi. Lekin vklyuchatelni lampochkaga boradigan kuchlanishli o'tkazgichga ulash maqsadga muvofiq. Shunday ulanganda vklyuchatel o'chirilganda lampochkada kuchlanish bo'lmaydi.

Vklyuchatelni ulash uchun avval xonadon elektr zanjiridagi ikkala saqlagichni olib tashlab, xonadonga kelayotgan kuchlanish umumiy tarmoqdan uziladi. So'ngra lampochkaga borayotgan kuchlanishli o'tkazgich kesiladi. Kesilgan o'tkazgichning ikkala uchi izolatsiyadan tozalaniib, ular vklyuchatelning tegishli ikki joyiga vintlar bilan mahkamlanadi. Shundan keyin vklyuchatel devorga o'rnatiladi. Vilka, rozetka, patron va vklyuchatelni ulashda ikki o'tkazgichning izolatsiyadan tozalangan qismlari bir-biriga tegib qolishiga yo'l qo'ymaslik darkor. Aks holda, qisqa tutashuv ro'y beradi. Bunday ishlarni bajarishda xavfsizlik qoidalariga rioya qilinishi shart.

14-tajriba. Elektr xavfsizlik choralarini o'rganish

Tevarak-atrofimizda elektr tarmoqlari juda ko'p, kundalik turmushimizda muntazam elektr jihozlar bilan ish ko'ramiz. Ulardagi nosozliklar, ulardan foydalanishda ehtiyotkorona ish tutmaslik tufayli hayotimizni xavf ostiga qo'yishimiz mumkin.

Odam tanasi elektr tokini yaxshi o'tkazadi. 36 V dan yuqori kuchlanishli elektr tarmoq odam organizmi uchun xavfli hisoblanadi. Xonadon elektr zanjiri ulangan elektr tarmoq 220V kuchlanishga ega ekanligini bilasiz. Ehtiyotsizlik qilib bunday kuchlanishli sim ushlab olinsa, tanadan tok o'tadi. Bunday holat, odatda, tok urdi deyiladi. Agar tok urgan kishini elektr simdan tezda ajratib olinmasa, u halok bo'lishi mumkin. Qanday ehtiyotsizliklar tufayli odamni tok urishi mumkin? Tok urmaslik uchun qanday elektr xavfsizlik choralariga amal qilish kerak?

1. Ko'chadan o'tgan elektr tarmoqlari simlari izolatsiyalanmagan bo'ladi. Ba'zi paytlarda elektr tarmog'ining bitta simi uzilib, yo'lda osilib yotgan bo'lishi mumkin. Uni ushlaganda tok simdan odam tanasi orqali

yerga o'tadi va tok uradi (42-rasm). Ko'chada uzilib yotgan elektr tarmog'i simini ushlamaslik kerak. Undan o'zingizni va boshqalarni ehtiyot qiling.

2. Xonadon elektr zanjirining simlari, odatda, devor ichidan o'tgan bo'ladi. Biror zarurat yuzasidan devorga mix qoqilayotgan paytda simning izolatsiyasi shikastlanishi va mix simga tegib qolishi mumkin. Bu holda ham tok odam tanasi orqali yerga o'tishi va tok urishi mumkin (43-rasm). Devorga mix qoqishdan avval shu joydan elektr simi o'tmaganligiga ishonch hosil qilish kerak.



42- rasm



43- rasm



44- rasm

3. Ayrim hollarda nosozlik tufayli elektr jihoz ichidagi tok o'tgan sim uning metall korpusiga tegib qolgan bo'lishi mumkin. Bunday elektr jihozning (masalan, muzlatkichning) metall qismini ushlaganda tok odam tanasi orqali yerga o'tishi va tok urishi mumkin (44-rasm).

Muzlatkich, televizor kabi elektr jihozlarning orqa tomonidagi maxsus qisqichini sim orqali yerga ulab qo'yish lozim. Elektr jihozning korpusi yerga ulab qo'yilsa, korpusdagi tok yerga o'tib ketadi. Bu holda elektr jihozning eruvchan saqlagichi uziladi va tok kelishi to'xtaydi. Jihozni ta'mirlab, yangi eruvchan saqlagich qo'ygandan keyingina uni elektr tarmoqqa ulash mumkin.

4. Xonadondagi rozetkalarda va elektr lampochka patronlarida doimo tok bo'ladi (45-rasm). Rozetka teshigiga yoki lampochkasiz patron ichiga metall buyumni tiqish juda xavfli. Bu holda metall buyum orqali odamni tok uradi. Kichik yoshdagi bolalardan ehtiyot qilish uchun rozetkalar ularning qo'li yetmaydigan darajada poldan balandroq qilib

o'rnatiladi. Kichik yoshdagi bolalar bo'lgan uylarda rozetkaga plastmassali maxsus moslama tiqib qo'yish maqsadga muvofiqdir.

5. Umumiy elektr tarmoqda tok o'chib qolgan paytda ba'zi odamlar xonadon elektr zanjirining shikastlangan joyini ta'mirlamoqchi bo'ladilar. To'satdan tok kelib qolsa, tok urishi mumkin (46-rasm).

Ba'zi hollarda umumiy tarmoqning faqat bitta fazasida kuchlanish bo'lmasligi, ikkinchi fazasida kuchlanish paydo bo'lishi mumkin. Elektr lampochka yonmayotganini ko'rib, ayrim kishilar bemalol simning ochiq joyini ushlab, ta'mirlash ishlarini bajarmoqchi bo'ladilar. Agar simning shu fazasida tok bo'lsa, bu tok odam tanasi orqali yerga o'tadi va uni tok uradi. Xonadon elektr zanjiridagi shikastlangan joyini ta'mirlashda tarmoqda elektr toki bo'lishi yoki bo'lmasligidan qat'i nazar hisoblagichdagi ikkala patrondan saqlagichlarni olib qo'yish zarur. Ba'zi hollarda simning tokli bitta fazasi ushlab turilsa ham, tok urmasligi mumkin.

Buning uchun odam yerdan izolatsiyalangan, ya'ni odam oyog'i ostiga tok o'tkazmaydigan material qo'yilishi, tanasining hech bir joyi o'tkazuvchi material orqali yerga tegib turmasligi kerak.

Elektr toki urganda birinchi yordam. Ehtiyotsizlik tufayli tok o'tayotgan simni ushlab olgan va tanasidan tok o'tib turgan odam o'zini o'zi deyarli qutqara olmaydi. Bunga sabab, birinchidan, panja muskullari tok ta'sirida o'z-o'zidan qattiq qisilib, panja tok o'tayotgan simni siqimlab oladi.



45- rasm



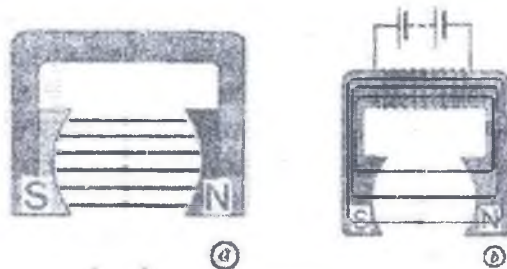
46- rasm

Ikkinchidan, tanadan tok o'tganda muskullar tortishib, odamning o'ziga bo'ysunmaydi. Uchinchidan, tok odamning markaziy nerv sistemasini shikastlaydi va hushidan ketkazadi. Odam tok ta'sirida qancha uzoq vaqt turib qolsa, uning hayotini saqlab qolish shuncha qiyin bo'ladi. Shuning uchun, birinchi navbatda, odamni tok ta'siridan xalos qilish kerak. Agar falokat xonadonda ro'y berayotgan bo'lsa, jabrlanuvchiga tegib turgan simning vilkasini rozetkadan darhol sug'urib olish kerak. Agar tegib turgan sim to'g'ridan to'g'ri xonadon elektr zanjiriga ulangan bo'lsa, zudlik bilan elektr hisoblagich ostidagi saqlagichlarni burab olish yoki tugmalarini bosish kerak. Bu bilan xonadon elektr zanjiri uziladi. Agar falokat ko'chadagi elektr tarmog'i orqali yuz bersa, jabrlanuvchidan tokli simni quruq tayoq yordamida chetlashtirish lozim. Jabrlanuvchi tokli simni panjasi bilan ushlab qolgan bo'lsa, dastasi izolatsiyalangan ombur, quruq yog'och sopli bolta yoki boshqa izolatsiyalangan o'tkir uchli asbob bilan tok kelayotgan simni uzib tashlash kerak. Jabrlanuvchini tok ta'siridan qutqargach, darhol uni chalqanchasiga yotqizish, nafas olishga halaqit qilayotgan tugmalarini yechish kerak. Agar nafas olishi to'xtayotgan bo'lsa, sun'iy nafas oldirish lozim bo'ladi. Shu bilan bir vaqtda tez yordamni chaqirish yoki jabrlanuvchini zudlik bilan davolash muassasasiga olib borish choralarini ko'rish zarur.

15-tajriba. O'zgarmas tok elektr dvigatelini tuzilishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) o'zgarmas tok elektr dvigateli, 2) Ikkita ramkali rotor, 3) kollektor.

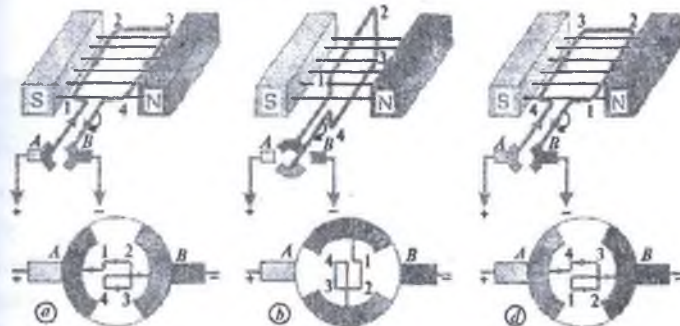
O'zgarmas tok elektr dvigateli ikki asosiy qism – stator va rotordan iborat qurilma bo'lib, o'zgarmas tok elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi. «Stator» lotinchadan «qo'zg'almas» degan ma'noni bildiradi. Stator doimiy magnitdan (47-a rasm) yoki elektromagnitdan (47-b rasm) iborat. Stator dvigatel korpusiga mahkamlangan bo'ladi. «Rotor» lotinchadan «aylantirmoq» degan ma'noni anglatadi.



47-rasm

Rotor dvigatelning aylanuvchi qismlarini tashkil etadi. Rotorning asosiy qismi bir yoki bir nechta g'altakli ramkadan va kollektordan iborat. Ramka chulg'amidagi simlarning uchlari kollektor qoplamalariga ulangan. Kollektor ramka bilan birgalikda aylanadi. Ikkala kollektor qoplamalari qarshisiga qo'zg'almas qilib ikkita ko'mir cho'tka mahkamlangan. Ular maxsus prujinalar yordamida kollektor qoplamalariga zich qilib siqib qo'yiladi. Zanjirdagi elektr toki shu cho'tkalar orqali kollektor qoplamalariga o'tadi.

Elektr dvigatelning ishlash prinsipi. Qulaylik uchun bitta ramkali rotordan iborat bo'lgan eng oddiy dvigatelning ishlash prinsipini ko'rib chiqaylik (48-rasm). Dvigatelning kollektor qoplamalari ikkita yarim halqadan iborat bo'lib, ularga A va B cho'tkalar taqalib turadi.



48-rasm

Ularga tok manbaining ikki qutbidan keluvchi simlar ulangan. Tok manbaidan kelayotgan tok cho'tka, kollektor va ramkadan A-1-2-3- 4-B yo'nalishda o'tadi (48-a rasm). Magnit maydon ta'sirida ramka magnit

kuch chiziqlariga perpendikular joylashishga harakat qiladi. Bunda A va B cho'tkalar kollektor qoplamalariga tegmay qoladi va ramkadan tok o'tmaydi (48-b rasm). Lekin ramka o'z inersiyasi bilan aylanishni davom ettirib, magnit kuch chiziqlariga parallel joylashib oladi (48-d rasm). Bunda cho'tkalar kollektor plastinalariga tegib qoladi va ramkadan A-4-3-2-1-B yo'nalishda tok o'tadi. Magnit maydon ta'sirida ramka yana perpendikular holatga kelib qolishga harakat qiladi. Shu tariqa jarayon davom etib, ramka uzluksiz aylanadi.

Magnit maydon ta'sirida aylanma harakatga keltirilgan tokli ramkaning harakati rotor o'qi orqali boshqa mexanizmlarga maxsus tarzda uzatiladi. Amalda bitta ramkali rotordan iborat bo'lgan dvigatellar qo'llanilmaydi. Chunki ularda ramkaning aylanishi bir tekis bo'lmaydi va ramkaning rotor o'qini aylantirishga kuchi yetmaydi. Ramka magnit kuch chiziqlariga perpendikular vaziyatdan parallel vaziyatga kelguncha, sekin va kuchsiz aylanma harakatda bo'ladi.

Amalda qo'llaniladigan elektr dvigatellarda rotor ramkasi ikkita bo'ladi. Bunda ramkalar bir-biriga perpendikular qilib bitta o'qqa mahkamlanadi. Kollektorning qoplamalari ikkita emas, balki to'rtta bo'ladi (49- rasm).



49-rasm



50-rasm



51-rasm

Ikkita ramkali rotorda magnit kuch chiziqlariga parallel joylashgan birinchi ramkadan tok o'tganda, magnit maydon ta'sirida u perpendikular vaziyatda bo'lishga harakat qiladi. Birinchi ramka perpendikular vaziyatda bo'lganda, parallel vaziyatdagi ikkinchi ramkadan tok o'tadi va u perpendikular vaziyatga kelishga harakat qiladi. Shu tariqa ramkalar rotorni bir tekisda aylantiradi.

Dvigatelning quvvatini oshirish uchun texnikada qo'llaniladigan dvigatel rotori 5–6 ta ramkali bo'lib, ramka chulg'amlari temir silindr ariqchalariga joylashtiriladi. Bunda temir silindr o'zak vazifasini o'taydi. Silindr qizib ketmasligi uchun ayrim yupqa temir qoplamalardan yig'iladi. 50-rasmda 6 ta ramkali va temir o'zakli rotor va statorning ko'ndalang kesimi tasvirlangan. 51- rasmda keng qo'llaniladigan katta quvvatli elektr dvigatel ko'rsatilgan.

Elektr dvigatellarning qo'llanilishi. Elektr dvigatellarning issiqlik dvigatellariga nisbatan afzal tomonlari ko'p. Birinchidan, elektr dvigatellari issiqlik dvigatellariga qaraganda ixcham va foydalanish uchun qulaydir, ularni istalgan qulay joyga o'rnatish mumkin. Ikkinchidan, ishlaganda gaz, tutun va bug' chiqarmaydi. Uchinchidan, ular uchun yoqilg'i va suvning keragi yo'q. To'rtinchidan, elektr dvigatellarning foydali ish koeffitsienti 80% dan ortiqdir, issiqlik dvigatellarniki esa 20% dan ortmaydi.

Elektr dvigatellarning afzalliklari: ixcham va foydalanishga qulay, havoni ifloslantirmaydi, moddiy mahsulot talab qilmaydi, foydali ish koeffitsienti yuqori.

Elektr dvigatellar istalgan quvvatga mo'ljallab ishlab chiqariladi.



52-rasm

Masalan, elektr ustalarada dvigatel quvvati bir necha vattli bo'lsa, elektrovoz, kemalarning elektr dvigatellari bir necha megavattli bo'ladi. Turli maishiy elektr asboblari – drel, charx, fen (52- rasm), magnitofon,

ventilator, muzlatkich, tikuv va kir yuvish mashinalariga elektr dvigatellar o'rnatilgan bo'ladi. Korxonalarda elektr dvigatellari turli dastgoh va mashinalarni harakatga keltiradi. Qishloq xo'jaligida elektr dvigatellaridan nasoslarni, g'alla yanchadigan mashinalarni, elevatorlarni yurgizish uchun foydalaniladi. Transportda elektr dvigatellari tramvay, trolleybus, metro poyezdlari va elektrovozlarni harakatga keltiradi.

Elektr dvigatellarning turli sohalarda keng qo'llanilishi inson mehnatini osonlashtirdi, kishilarga qulaylik yaratdi.

16-tajriba. Transformatorlarni tuzilishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) transformatorlar.

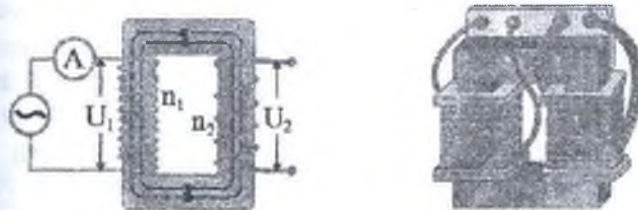
Transformator deb ataluvchi asbobda ikkita g'altak umumiy o'zakka kiydiriladi (53- rasm). Bunda birinchi g'altakdagi o'ramlar – birlamchi chulg'am, ikkinchi g'altakdagi o'ramlar – ikkilamchi chulg'am deyiladi. Birlamchi chulg'amni U_1 kuchlanishli o'zgaruvchan tokka ulaylik. O'zgaruvchan tok chulg'amlarda o'zgaruvchan magnit maydonni hosil qiladi. Bu chulg'amning magnit kuch chiziqlari o'zak bo'yicha ikkilamchi chulg'amga o'tadi. Natijada ikkilamchi chulg'amda U_2 kuchlanishli o'zgaruvchan induksion tok hosil bo'ladi. Bu tokning chastotasi birlamchi chulg'amdagi tokning chastotasi bilan bir xil bo'ladi. Ikkilamchi chulg'amdagi U_2 kuchlanishning miqdori birlamchi va ikkilamchi chulg'amdagi simlarning o'ramlar soniga bog'liqdir. Tajriba shuni ko'rsatadiki, ikkilamchi chulg'amdagi o'ramlar soni birlamchi chulg'amdagidan necha marta kam bo'lsa, ikkinchi chulg'amda hosil bo'lgan tokning kuchlanishi shuncha marta kam bo'ladi. Va aksincha, ikkilamchi chulg'amdagi o'ramlar soni birlamchi chulg'amdagidan necha marta ko'p bo'lsa, ikkinchi chulg'amdagi kuchlanish shuncha marta ko'p bo'ladi.

Birlamchi chulg'amdagi o'ramlar soni n_1 , unga berilgan kuchlanish U_1 , ikkinchi chulg'amdagi o'ramlar soni n_2 , unda hosil bo'lgan

kuchlanish U_2 bo'lsin. U holda quyidagi ifoda o'rinli bo'ladi: $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$,
 yoki $U_2 = U_1 \frac{n_2}{n_1}$

Demak, o'zgaruvchan tokning kuchlanishini o'zgartirish mumkin. Bu o'zgaruvchan tokning muhim xususiyatidir.

O'zgaruvchan tok o'tayotgan o'tkazgichdagi kuchlanishni o'zgartirishga o'zgaruvchan tokni transformatsiyalash deyiladi. Transformator -o'zgaruvchan tok o'tayotgan o'tkazgichdagi kuchlanishni transformatsiyalaydigan asbobdir.



53- rasm

«Transformatsiyalash», «transformator» so'zlari lotincha «transformo» so'zidan olingan bo'lib, «o'zgartiraman» degan ma'noni bildiradi. 53-rasmda transformator va uning elektr zanjir sxemasida belgilanishi aks ettirilgan. Transformatorlar ikki xil bo'ladi. Agar transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish birlamchi chulg'amidagi kuchlanishdan katta bo'lsa, bunday transformator yuksaltiruvchi transformator deb ataladi.

Yuksaltiruvchi transformatorlarda $n_2 > n_1$ va $U_2 > U_1$ bo'ladi.

Agar transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish birlamchi chulg'amidagi kuchlanishdan kichik bo'lsa, bunday transformator pasaytiruvchi transformator deb ataladi. Pasaytiruvchi transformatorlarda $n_2 < n_1$ va $U_2 < U_1$ bo'ladi.

Transformatorlarda energiyaning aylanishi.

Transformator birlamchi chulg'amidagi ma'lum kuchlanishli elektr energiyani ikkilamchi chulg'amidagi boshqa kuchlanishli elektr energiyaga aylantiradi. Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridagi tokning quvvati mos ravishda quyidagiga teng:

$$P_1 = I_1 U_1 \quad \text{va} \quad P_2 = I_2 U_2$$

Takomillashgan transformatorlarning foydali ish koeffitsienti juda yuqori bo'lib, 99–99,5% ni tashkil etadi. Bunday transformatorlarda transformatsiya paytida elektr energiya yo'qotilishini hisobga olmasa

ham bo'ladi, ya'ni $P_1 = P_2$ deb olish mumkin. U holda: $I_1 U_1 = I_2 U_2$

yoki
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1}$$

Transformator da ikkilamchi chulg'anda kuchlanish necha marta ortsa, tok kuchi shuncha marta kamayadi. Masalan, transformator birlamchi chulg'ami $U_1 = 220 \text{ V}$ kuchlanishli tarmoqqa ulangan, deylik. Ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanish $U_2 = 500 \text{ V}$ bo'lsin. Agar ikkilamchi chulg'am iste'molchiga ulangan bo'lsa, undagi I_2 tok kuchi birinchi chulg'amdagi I_1 tok kuchidan $\approx 2,4$ marta kam bo'ladi. Bunday munosabatni tavsiflash uchun transformatsiya koeffitsienti (k) degan kattalik kiritilgan:

$$k = \frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2}$$

$k > 1$ bo'lsa, transformator pasaytiruvchi, $k < 1$ bo'lganda yuksaltiruvchi transformator deyiladi.

17-tajriba. Elektr isitish asboblarini ishlashini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalari: 1) plita, 2) dazmol, 3) elektr choynak, 4) elektr kavsharlagich, 5) elektr payvandlagich.

Elektr isitgichlar. Elektr isitish asboblarining ishlash prinsipi elektr toki o'tganda o'tkazgichlarning qizishiga asoslangan. Uy-ro'zg'orda elektr isitgich (plita), dazmol, elektr choynak (qaynatgich) kabi elektr isitish asboblari keng qo'llaniladi. Shuningdek, tokning issiqlik ta'siridan elektr yoyni hosil qilishda, elektr payvandlashda va boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Elektr isitish asboblarining asosiy qismini qizdirish elementi tashkil etadi. Qizdirish elementi solishtirma elektr qarshiligi katta

bo'lgan va $1000-1200^{\circ}\text{C}$ temperaturaga bardosh bera oladigan o'tkazgichdan yasaladi. Ko'pincha qizdirish elementi sifatida nixrom sim qo'llaniladi.

54-rasmda eng sodda elektr isitgich – elektr plita tasvirlangan. Unda qizdirish elementi spool plastinaning ariqchalariga joylashtirilgan nixrom spiraldan iborat. Nixromdan elektr toki o'tganda u qiziydi va xonani isitadi. Uning ustiga choynak qo'yib, suvni qaynatish mumkin.



54- rasm



55- rasm

Bunday elektr plitadan kam foydalaniladi. Chunki undan foydalanish xavfli bo'lib, spirali ochiqligidan tok urishi yoki yong'in chiqishi mumkin. Hozirgi paytda qo'llaniladigan elektr plitalarda qizdirish elementi doira shaklidagi metall plastinalar orasiga joylashtiriladi (55- rasm).

Gaz plitalari kabi elektr plitalar ham ovqat pishirish va choy qaynatishda foydalaniladi (56- rasm).

Xonalarni isitish uchun turli xil elektr isitish asboblari qo'llaniladi. 57-rasmda shunday asboblardan biri tasvirlangan. Isitgichda ikkita qizdirish elementi bo'lib, ular bir-biriga parallel ravishda o'rnatilgan va elektr tarmoqqa o'zaro parallel qilib ulangan. Qizdirish elementida sopoldan yasalgan sterjenga nixrom o'ralgan bo'ladi. Har bir qizdirish elementining quvvati, odatda, 1 kW ga teng.

Elektr isitgich asboblari qiziganda xonadagi havoni quruqlashtiradi. Buning oldini olib, qizdirish elementi ustiga metall idishga suv quyib qo'yiladi. Qizdirish elementi qiziganda metall idishdagi suvni ham isitadi va suv bug'i xonaning namligini saqlab turadi. Xonani isitishda suyuqlikli elektr isitgichdan ham foydalaniladi (58-a rasm).



56-rasm



57-rasm



58-rasm

Bunda qizdirish elementi bevosita suyuqlikni isitadi, suyuqlik esa issiqligini yupqa metall qoplama orqali xonaga uzatadi. Keyingi paytlarda isitgich va sovitgich sifatida zamonaviy konditsionerlar ham qo'llanilmoqda (58- b rasm). U issiq kunlari xonani sovitadi, sovuq kunlari esa isitadi.

Dazmol. Eng oddiy dazmolda qizdirish elementi nixrom spiraldan iborat bo'lib, unga sopoldan qilingan 8 mm uzunlikdagi naychalar kiydirilgan. Spiral naychalari bilan metall qoplamaning ariqchalariga joylashtiriladi. Qizdirish elementi qiziganda metall plastina ham qiziydi. Metall plastina og'ir, ostki qismi silliq bo'ladi. Bunday dazmol buzilib qolsa, ya'ni spirali uzilsa, uni xuddi shunday spiralgga almashtirish mumkin.



59-rasm



60-rasm

Hozirgi dazmollarda qizdirish elementi metall qoplama ichiga joylashtirilgan bo'ladi. Bunday dazmol uzoq muddat buzilmasdan ishlaydi (59- rasm).

Agar buzilsa, uning ichidagi qizdirish elementini almashtirib bo'lmaydi. Chunki metall qoplamani ochishga mo'ljallanmagan.

Elektr choynak. Elektr choynak ichiga suv isitgich mahkamlangan bo'ladi (60-a rasm). Suv isitgich ichida ingichka nixrom spiral bo'lib, uning atrofini elektr tokini o'tkazmaydigan, lekin issiqlikni yaxshi o'tkazadigan kukun o'rab turadi. Kukun suvda ivimaydigan yupqa material bilan qoplangan.

Suv isitgich faqat suvga botirilgan holatda ishlaydi. Elektr choynakka suv solmasdan uni elektr tarmog'iga ulansa, shu zahoti isitgichi yorilib ketadi. Elektr choynakni tokka ulamasdan avval unda suv borligiga ishonch hosil qilish kerak. Uning isitgichi suvga botgan holda bo'lishi zarur. 59-b rasmda elektr samovar tasvirlangan. Uning ichida ham elektr isitgich bo'ladi. Elektr samovarning ishlashi elektr choynak kabidir. Hozirgi paytda turli markadagi elektr choynaklardan keng foydalaniladi (61-rasm). Suv qaynatishda 61- rasmda tasvirlangan elektr qaynatgich ham ko'p ishlatiladi. Uning elektr choynakdan farqi shundaki, choynak isitgichi o'zining ichiga mahkamlangan bo'ladi. Elektr qaynatgich esa suv solingan choynakka solinadi va suv qaynatiladi.



60-rasm



61-rasm

Elektr payvandlash. Metallarni bir-biriga payvandlashda elektr yoydan foydalaniladi. Elektr yoyni hosil qilish uchun ikkita ko'mirli sterjen – elektrodlar olib, ularni o'tkazgich simlarga ulash kerak (63-rasm). Elektrodلarga mahkamlangan simlarning uchlari 50–100 A tok kuchi bera oladigan 30–60 V kuchlanishli maxsus manbaga ulanadi. Elektrodلar uchi bir-biriga tekkizilib, ular orasi ochilsa, ucilari orasida yoy shaklidagi alanga hosil bo'ladi. Elektr yoyning temperaturasi

10000°C gacha yetadi. Bunday temperaturada har qanday qiyin eriydigan metall ham eriydi. Elektr payvandlashda qo'llaniladigan elektrod metall sim va uni qoplab turuvchi aralashmadan iborat. Payvandlovchi qo'lidagi metall qisqich elektr manbaning bir qutbiga (fazasiga) ulangan bo'ladi. Payvand qilinayotgan metall o'tkazgich sim orqali manbaning ikkinchi qutbiga (fazasiga) yoki yerga ulanadi. Payvandlovchi metall qisqich bilan elektrodni qisib, elektrodning uchini payvand qilinayotgan metallga tekkizadi va uzoqlashtiradi. Shu onda elektrod uchida kuchli elektr yoy hosil bo'ladi (64- rasm).

Elektr yoy elektrod uchini va elektrod tekkizilgan metallning tegishli joyini eritadi. Shu onda elektroddagi metall simni qoplagan aralashma erib, payvandlanayotgan sirtning oksidlanishidan himoya qilib turadi. Erigan elektrod metallning shu joyini payvandlaydi.



63-rasm



64-rasm



65-rasm

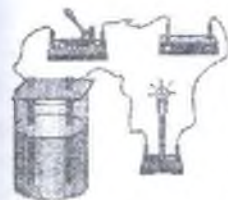
Elektr payvandlashda hosil bo'ladigan elektr yoy nihoyatda yorug' bo'lib, unga qarash ko'z uchun zararlidir. Unga faqat himoyalovchi ko'zoynak orqali qarash mumkin. Elektr payvandlash chog'ida atrofdagi odamlar elektr yoyga qaramasligi zarur.

18-tajriba. Suyuqliklarda elektr tokini o'rganish

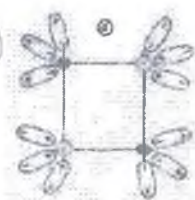
Kerakli asbob va uskunalar: 1) distillangan suv, 2) kalit, 3) natriy xlorid eritmasi, 4) lampochka.

Elektrolitlar. Ba'zi suyuqliklar elektr tokini o'tkazishi, boshqalari esa o'tkazmasligi mumkin. Suyuqliklarning elektr tokini o'tkazishi yoki o'tkazmasligini 66- rasmda tasvirlangan oddiy asbob yordamida aniqlash

mumkin. Bu asbob, asosan, shisha idish va unga tushirilgan ikkita ko'mir sterjen - elektrodlardan iborat. Elektrodlardan biri kalit orqali elektr manbaning bir qutbiga, ikkinchi elektrod esa lampochka orqali manbaning boshqa qutbiga ulangan. Elektr manbaning musbat qutbiga ulangan elektrod anod deb, manfiy qutbga ulangan elektrod esa katod deb ataladi. Elektrodli shisha idishga distillangan suv solamiz va kalitni ulaymiz. Bunda lampochka yonmaydi. Demak, distillangan suv elektr tokini o'tkazmaydi. Kalitni uzamiz va idishdagi suvga osh tuzi solib, natriy xlorid eritmasini hosil qilamiz. So'ngra kalitni ulasak, lampochka yonganini ko'ramiz. Demak, natriy xlorid eritmasi elektr tokini o'tkazar ekan. Qattiq holatdagi natriy xlorid elektr tokini o'tkazmasligi ma'lum. U holda natriy xloridning suvdagi eritmasi tok o'tkazishiga sabab nima? Osh tuzi suvga solinganda, qutblangan suv molekullari natriy xloridning kristall panjara tugunlarida joylashgan Na^+ va Cl^- ionlarini o'ziga tortadi. Natijada NaCl kristall panjarasi yemirilib, suvda tartibsiz erkin harakat qiluvchi Na^+ va Cl^- ionlari hosil bo'ladi (67- a rasm).



66-rasm



67-rasm

Kalit ulanganda Na^+ ionlari katod tomon, Cl^- ionlari esa anod tomon harakatlanadi (67-b rasm). Natijada zanjirdan tok o'ta boshlaydi. Shunday moddalar ham borki, qattiq holatda elektr tokini o'tkazmaydi, lekin eritilib, suyuq holatga o'tganda elektr tokini o'tkazadi.

19-tajriba. Faradeyning ikkinchi qonunini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) uchta elektrolit vanna, 2) NaCl eritmasi, 3) CuSO_4 eritmasi, 4) AgNO_3 eritmasi.

7-sinf kimyo darslarida valentlik(Z), modda miqdori(ν), moddaning molyar massasi (M), Avogadro doimiysi ($N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) haqida ma'lumotlar olgansiz. Ushbu mavzuni o'rganishda ana shu olgan ma'lumotlaringizga tayanasiz. Elektrolitdan $q = I\Delta t$ zaryad o'tgan bo'lsin. Elektrolitda bu zaryadni N ta ion tashiydi:

$$q = N(Ze) = I\Delta t \quad (1)$$

bunda: e -elementar zaryad, Ze - ionning zaryadi, Z - ionning valentligi, masalan, Na^+ ioni uchun $Z = 1$, Cu_2^+ uchun $Z = 2$, Al_3^+ uchun $Z = 3$.

(1) tenglikdan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$N = \frac{I\Delta t}{Ze} \quad (2)$$

Tok tashigan ionlar elektrodga o'tirib qoladi. Ularning to'liq massasini quyidagicha ifodalash mumkin: $m = m_0 N$ (3)

bunda m_0 -bitta atomning massasi.

Bitta atomning massasi shu modda molyar massasining Avogadro doimiysiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$

(2) va (4) formulalarni (3) formulaga qo'yib, Δt vaqt ichida elektrodga cho'kkan modda massasi uchun quyidagi ifodani olish mumkin:

$$m = \frac{1}{F} \frac{M}{Z} I \Delta t$$

bunda F -Faradey doimiysi.

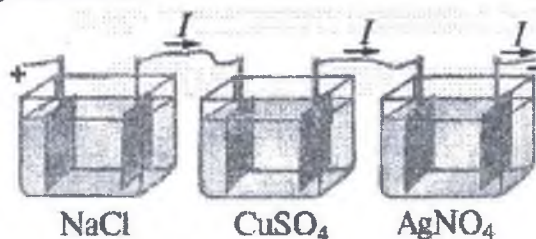
(5) ifodani quyidagicha ta'riflash mumkin: **Elektroliz vaqtida elektrolitda ajralib chiqadigan moddaning massasi shu moddaning molyar massasiga, tok kuchiga hamda vaqtga to'g'ri proporsional, valentligiga esa teskari proporsionaldir.**

Bu ta'rifning to'g'riligini quyidagi tajribada tekshirib ko'rish mumkin.

Uchta elektrolit vanna olib, ularning birinchisiga NaCl eritmasini, ikkinchisiga CuSO_4 eritmasini, uchinchisiga esa AgNO_3 eritmasini quyamiz. Elektrolitlarga botirilgan elektrodni o'tkazgich

simlar bilan 68-rasmda ko'rsatilgandek ketma-ket tutashtirib, elektr manbaga ulaymiz.

Elektroliz hodisasi tufayli har bir elektrolitdan tok o'tadi. Ular ketma-ket ulangani uchun har bir elektrolitdan o'tayotgan I tok bir xil bo'ladi. Δt vaqt ichida birinchi va uchinchi elektrolitdagi elektrodlarga bir xil sondagi ionlar keladi.



68-rasm

Chunki bu ikkala elektrolitdagi ionlarning zaryadlari teng bo'ladi. Lekin elektrodlarda ajralib chiqqan natriy va kumush moddalarining massasi har xil bo'ladi. Sababi Na va Ag atomlarining massalari har xildir. Elektrodlarda ajralib chiqqan natriy va kumushning massasini o'lchab, ularning massasi shu moddalarning molyar massalariga to'g'ri proporsional ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin. Tajribadagi ikkinchi elektrolitdagi elektrodga Δt vaqt ichida kelgan Cu^{2+} ionlarning soni birinchi va uchinchi elektrolitlardagi elektrodlarga kelgan Na^+ va Ag^+ ionlari sonidan ikki marta kam bo'ladi. Chunki elektrolizda ishtirok etgan natriy va kumush moddalari bir valentli, mis esa ikki valentlidir. Bu tajriba elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralgan moddalarning massasi shu moddaning valentligiga teskari proporsional ekanligini tasdiqlaydi.

Faradeyning ikkinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$k = \frac{A}{Fz}$$

Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: **Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti shu moddaning molyar massasiga to'g'ri proporsional, valentligiga esa teskari proporsionaldir.**

Elektroliz jarayonida Δt vaqt ichida elektrolitdan I tok o'tganda, elektrodda ajralgan M molyar massali Z valentli moddaning massasini o'lchab, (4) formuladan Faradey doimiysi $F=96500 \text{ C/mol}$ ekanligi aniqlangan. $F = eN_A$ ekanligidan elementar elektr zaryad -elektron zaryadining qiymatini topish mumkin:

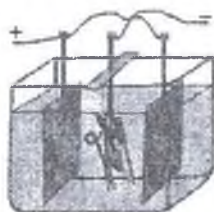
$$e = \frac{F}{N_A}$$

Elementar elektr zaryadining qiymati birinchi marta 1874- yilda shu yo'l bilan aniqlangan.

20-tajriba. Galvanostegiya

Kerakli asbob va uskunar: 1) elektrolitik vanna.

Temirdan yasalgan buyumlar sirti oksidlanishi natijasida tez zanglaydi. Zang esa sekin-asta metallni yemiradi va buyum teshiladi. Odatda, oksidlanadigan metall buyumlar sirti qiyin oksidlanadigan boshqa metallar - nikel, rux, kumush, oltin kabilar bilan qoplanadi (yugurtiriladi). Nikellangan qoshiq, pichoq, choynak, turli idish-tovoqlardan foydalanamiz. Elektrolizdan foydalanib, buyumlarning sirtini qiyin oksidlanadigan metallar bilan qoplash galvanostegiya deb ataladi. Buyumlarni elektroliz usulida nikellash jarayonini ko'rib chiqaylik. Buning uchun buyum sirti yog' va kirlardan tozalanib, elektrolitik vannaga tushiriladi. Vannadagi elektrolit $(NH_4)_2SO_4NiSO_4 \cdot 6H_2O$ tuzning ammiakli eritmasidan iborat. Anod sifatida nikel plastinkalar olinadi. Nikellandigan buyumlar katod vazifasini bajaradi.



69-rasm

Elektrolitdan ma'lum vaqt davomida tok o'tkazib turilsa, buyum sirti nikel bilan qoplanadi (69- rasm).

Buyum sirtiga kumush yugurtirish uchun elektrolit sifatida kumush tuzlari eritmasi, anod sifatida kumush plastinka olinadi. Oltin yugurtirishda esa, elektrolit uchun oltin tuzlari eritmasi, anod uchun oltin plastinka ishlatiladi.

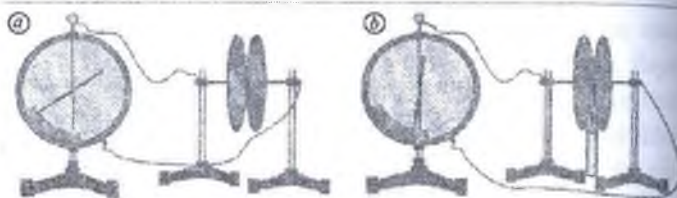
Galvanoplastika. Elektroliz yordami bilan murakkab sirtli naqsh va buyumlarning metall nusxalarini olish mumkin. Masalan, taxtaga o'yib ishlangan naqshning nusxasini olish kerak bo'lsin. Buning uchun taxtaning naqsh solingan qismiga juda yupqa qilib grafit surkaladi, natijada uning bu tomoni tok o'tkazadigan bo'lib qoladi. Tayyorlangan taxta mis kuporosi eritmasiga tushiriladi. Bu taxta sirtidagi grafit sim orqali manbaning manfiy qutbiga ulanadi, ya'ni grafit qatlam katod vazifasini bajaradi. Anod sifatida esa elektrolitga mis plastinka ishlatiladi. Elektrolitdan tok o'tkazilganda elektroliz natijasida ajralib chiqqan mis taxta sirtidagi grafit ustiga o'tiradi. Grafit usti yetarli darajadagi mis qatlami bilan qoplangandan keyin elektroliz jarayoni to'xtatiladi va mis qatlam taxtadan ajratib olinadi. Bunda mis qatlamning shakli taxta sirtidagi naqshning negativ (teskari) tasviridan iborat bo'ladi. Taxtadagi chuqur joylar mis negativda qavariq bo'lib, qavariq joylar esa negativda chuqur bo'lib chiqadi.

Bunday tarzda olingan negativ tasvir matritsa deb ataladi. Matritsa lotincha so'z bo'lib, ona degan ma'noni anglatadi. Matritsa bosmaxonalarda terilgan harflarning nusxasini quyish, medal, tanga, shtamp kabilarni tayyorlash uchun ishlatiladigan qolipdir. Shakl hosil qilish uchun buyumlar sirtiga elektrolitik usulda metall yugurtirish galvanoplastika deb ataladi. Hozirgi zamon texnologiyasi, kompyuter texnikasi bilan uyg'unlashgan galvanoplastika bosmaxonalarda keng qo'llaniladi. Poligrafiya sanoatida galvanoplastika sinkografik klishe'lardan galvanoplastik nusxalar olishda ham foydalaniladi. Galvanoplastik usul nafaqat matnli, balki rasmi kitoblarni ham yuz minglarcha nusxada bosib chiqarishga imkon beradi.

21-tajriba. Gazlarda elektr tokini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) yassi kondensator, 2) elektrometr, 3) sham.

Gazda elektr razryad. Yassi kondensatorni elektrometrga ulab, elektrometрни zaryadlaylik (70-a rasm). Bunda ma'lum bir qiymatni ko'rsatib turgan elektrometr ko'rsatkichi deyarli qo'zg'almaydi, undagi zaryad kamaymaydi. Bu esa kondensator qoplamalari orasidagi havo orqali zaryad o'tmayotganligini, ya'ni havodan tok deyarli o'tmasligini ko'rsatadi. Quruq havoni xona temperaturasida dielektrik deb hisoblash mumkin.



70-rasm

Sham yoqib, kondensator qoplamalari orasidagi havoni isitaylik. Shu zahoti elektrometr ko'rsatkichi pasaya boshlaydi, ya'ni kondensator zaryadsizlanadi (70- b rasm). Demak, isitilgan havodan tok o'tadi.

Gaz orqali elektr toki o'tishi jarayoni gaz razryadi deb ataladi.

22-tajriba. Magnit maydonni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) magnitlar, 2) temir qirindilari, 3) yupqa oyna.

Zaryadlangan jismlar atrofida elektr maydon bo'lishini, bu jismlar shu maydon orqali o'zaro ta'sirlashishini bilasiz. Magnitlar bir-biri bilan qanday ta'sirlashadi?

Yupqa oynaning ustiga temir qirindilarini sochib, uni taqasimon magnit uchlari ustiga qo'yaylik. Oyna chekkasini qalam bilan sekin urib turaylik. Bunda qirindilarning magnit uchlari atrofida ma'lum chiziqlar

bo'ylab joylashishi kuzatiladi (71-rasm). Magnit atrofida maydon mavjuddir. Bu maydon magnit maydon deb ataladi. Magnit maydonda temir qirindilari joylashgan chiziqlar magnit kuch chiziqlarini bildiradi. Agar magnit kuch chiziqlari bo'ylab bir nechta magnit strelkachalar qo'yilsa, ular 72-rasmda ko'rsatilgandek joylashadi. Bunda strelkachalarning janubiy qutblari magnitning shimoliy qutbiga qarab qoladi. Magnitlarning janubiy qutbi S harfi (inglizcha «souts» – «janub» so'zining bosh harfi) bilan, shimoliy qutbi N harfi (inglizcha «nouts» – «shimol» so'zining bosh harfi) bilan belgilanadi. Magnit kuch chiziqlarining yo'nalishi sifatida *N* qutbdan *S* qutb tomon yo'nalishi qabul qilingan (72-rasm).



71-rasm



72-rasm



73-rasm

Agar ikkita magnitning bir xil qutblarini yaqinlashtirsak, ular bir-biridan itariladi. Turli qutblarni yaqinlashtirganimizda esa, ular bir-biriga tortiladi (73-rasm). Magnitlar orasiga temir plastina qo'yilsa, ular bir-biriga ta'sir ko'rsatmaydi. Chunki, temir material magnit maydonni to'sadi. Lekin mis, aluminiy, shisha, plastmassa kabi materiallar magnit maydonni to'smaydi.

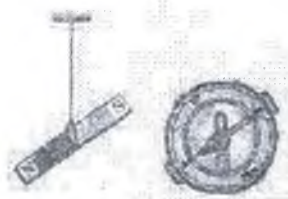
23-tajriba. Yerning magnit maydonini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) kompas strelkalari, 2) ipga osilgan magnit, 3) kompas.

Kompas strelkalari yoki ipga osilgan magnit janubdan shimolga tomon yo'nalishda joylashib qoladi (74-rasm). Bunga sabab, Yer sharining magnit maydon bilan o'ralganidir. Yerning magnit kuch

chiziqlari janubiy magnit qutbdan shimoliy magnit qutb tomon yo'nalgan bo'ladi (75- rasm).

Yerning shimoliy magnit qutbi 75° shimoliy kenglik va 99° g'arbiy uzunlik yaqinida, Yer sharining shimoliy geografik qutbidan taxminan 2100 km uzoqlikda joylashgan.



74-rasm



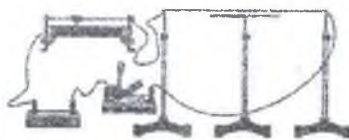
75-rasm

Janubiy magnit qutb esa Yerning janubiy geografik qutbi yaqinida bo'lib, $66,5^\circ$ janubiy kenglik va 140° sharqiy uzunlikda joylashgan. Kompas Yer sharining shimoliy magnit qutbini ko'rsatadi.

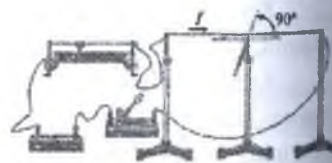
24-tajriba. Tokning magnit maydonini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) magnit strelkasi, 2) o'tkazgich, 2) reostat, 3) kalit, 4) shtativ, 4) plastmassa, 5) temir kukunlari, 6) g'altak.

Ersted tajribasi. Magnit maydonning elektr toki bilan bog'liqligini tajribada birinchi bo'lib 1820- yilda daniyalik fizik Xans Kristian Ersted (1777–1851) aniqladi. Ersted tajribasini o'zimiz ham o'tkazib ko'rishimiz mumkin. Buning uchun 76-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. O'tkazgich simlaridan biri janubdan shimolga tomon tarang tortilgan bo'lsin.



76-rasm



77-rasm

Magnit strelkasini rasmda ko'rsatilgandek shu simning ostiga qo'yaylik. Bunda strelka simning yo'nalishida turgan bo'ladi. Endi kalitni ulab, o'tkazgichdan tok o'tkazaylik. Shu zahoti tok o'tayotgan sim ostidagi magnit strelkasi 90° ga burilib, simga perpendikular joylashib qoladi (77-rasm). Ersted tajribasi tok o'tayotgan o'tkazgich atrofida magnit maydon bor ekanligini ko'rsatdi.

To'g'ri tokning magnit maydon. Elektr toki o'tayotgan o'tkazgich atrofida magnit maydon mavjudligini quyidagi tajribada ham isbotlash mumkin. Plastmassadan yasalgan plastinaning o'rtasidan teshib, ingichka metall sterjenni o'tkazamiz. Plastmassa ustiga temir kukunlarini sohib, sterjendan tok o'tkazaylik. Tokning magnit maydoni ta'sirida temir kukunlari sterjen atrofida aylanalar bo'ylab joylashib qoladi. Bu aylanalar magnit kuch chiziqlarini tavsiflaydi (78- rasm). To'g'ri tokning magnit kuch chiziqlari shu tok o'tayotgan o'tkazgichni o'rab olgan aylanalar bilan tavsiflanadi. Tajribani davom ettirib, tok o'tayotgan sterjen atrofiga mayda magnit strelkachalarni qo'yaylik. Shu zahoti strelkachalar magnit kuch chiziqlarining yo'nalishida tartibli joylashib qoladi (79- rasm).



78-rasm



79-rasm



80-rasm



81-rasm

Sterjendagi tok yo'nalishini o'zgartiraylik. Shu zahoti barcha magnit strelkalari 180° ga buriladi (80-rasm). Demak, tokning magnit kuch chiziqlari yo'nalishi o'tkazgichdagi tokning yo'nalishiga bog'liq.

To'g'ri tok atrofida hosil bo'ladigan magnit maydon kuch chiziqlari yo'nalishini parma qoidasi orqali quyidagicha topish mumkin (81- rasm): **Agar parmaning ilgarilanma harakati yo'nalishi o'tkazgichdagi tokning yo'nalishida bo'lsa, parma dastasining aylanish yo'nalishi shu tok magnit kuch chiziqlarining yo'nalishini ko'rsatadi.**

G'altakning magnit maydoni.Ersted tomonidan tokli o'tkazgichning magnit maydoni kashf etilishi elektromagnetizm sohasidagi tadqiqotlarga turtki bo'ldi. Shu yiliyoq, ya'ni 1820- yilda fransuz fiziklari Andre Mari Amper (1775–1836) va Dominik Fransua Arago (1786–1853) o'tkazgich simni yog'och o'zakka o'rab g'altak yasadilar. Undan tok o'tkazib, to'g'ri tok maydonidan ancha kuchli bo'lgan magnit maydonni hosil qildilar.



82-rasm



83-rasm



84-rasm

Quyida g'altak o'rniga avval spiral shaklidagi simdan o'tayotgan tokning magnit maydonini ko'rib chiqamiz. Metall simdan spiral yasab, undan tok o'tkazaylik. Spiralning ikki tomoniga ikkita magnit strelkachani yaqinlashtiraylik (82-rasm). Ikkala strelkacha spiral o'qi tomon buriladi. Bunda strelkalarining qutblari bir xil yo'nalishda bo'lib qoladi. Metall simni spiral shaklida qilib organik shisha orqali o'tkazaylik. Uning ustiga temir kukunlarini sochaylik va magnit strelkachalarni qo'yaylik. Simdan tok o'tkazilsa, spiral shaklidagi tokning magnit kuch chiziqlari yo'nalishi qanday bo'lishini kuzatish mumkin (83-rasm). Tok o'tayotgan spiral shaklidagi simni ipga osibqo'yilsa, uning o'qi Yerning janub va shimol tomoni bo'ylab yo'nalib qoladi. Spiralning janub tomondagi uchi janubiy, ya'ni *S* qutb, shimol tomondagi uchi shimoliy, ya'ni *N* qutb bo'ladi. Biz soddalik uchun g'altak o'rniga spiral shaklidagi tokning magnit maydonini ko'rdik. G'altakda o'ralgan aylana simlar soni spiraldagi kabi 5–10 ta emas, balki 50–100 ta va undan ortiq bo'ladi. Spiral uchun tajriba xulosalari g'altak uchun ham o'rinlidir. Bunda spiral o'rniga g'altak olinganda, magnit maydon kuchli bo'ladi. Bunga sabab, g'altakda o'ramlar sonining ko'pligidir. Odatda, g'altak plastmassali o'zakka o'raladi. G'altakni

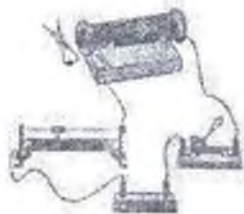
gorizontal shaklda iga osib, undan tok o'tkazilsa, u magnit strelkasi kabi Yerning janubiy va shimoliy qutblari bo'ylab buriladi (84- rasm).

25-tajriba. Elektromagnitlarni o'rganish

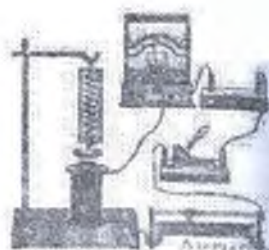
Kerakli asbob va uskunalar: 1) g'altak, 2) temir o'zak, reostat, 3) yakor, 4) dinamometr.

Elektromagnit va uning magnit maydoni. 85-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. G'altakning o'qini Yerning janubiy va shimoliy qutblari yo'nalishiga perpendikular qilib qo'yaylik. G'altak uchidan 10–15 sm uzoqlikka magnit strelkchasini qo'yib, kalitni ulasak, u g'altak tomonga ma'lum burchakka buriladi. G'altak ichiga temir o'zak kiritilsa, strelkacha yanada kattaroq burchakka buriladi. Demak, temir o'zak g'altakning magnit maydonini kuchaytiradi. Odatda, o'zakli g'altakni hosil qilish uchun temir o'zakka izolatsiyalangan sim o'raladi. Temir o'zakka bir necha qavat qilib izolatsiyalangan o'tkazgich (sim) o'rab hosil qilingan g'altak elektromagnit deb ataladi. Elektromagnit qurilma 1825- yilda ingliz artilleriyachisi Vilyam Sterjen tomonidan kashf etilgan. U yaratgan elektromagnitning g'altagi faqat bir qatlamli simdan iborat edi. 1828- yilda amerikalik fizik Jozef Genri (1797–1878) temir o'zak ustiga izolatsiyalangan simni ko'p qatlam qilib o'rab, katta kuchga ega bo'lgan elektromagnitni yaratdi. Elektromagnit magnit maydonining ta'sir kuchi qanday parametrlarga bog'liqligini ko'raylik. Buning uchun 86-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. Zanjirga ulangan elektromagnit uchiga yaqin qilib yakor deb ataluvchi temir plastina dinamometr orqali osilgan. Tajribani quyidagi tartibda o'tkazaylik.

1. Kalitni ulasak, yakor g'altakka tortiladi. Yakorning g'altakka tortilish kuchi dinamometr yordamida o'lchanadi. Reostat yordamida g'altakdagi tok ikki marta orttirilsa, yakorning g'altakka tortilish kuchi ham ikki marta ortadi. Tok kuchi necha marta orttirilsa, g'altakning tortishish kuchi shuncha marta ortadi.



85- rasm



86- rasm

Demak: Elektromagnitning tortishish kuchi undan o'tayotgan tok kuchiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni: $F \sim I$ (1)

2. G'altakdagi simlarning o'ramlar soni ikki marta kamaytirilsa, yakorning elektromagnitga tortishish kuchi ham ikki marta kamayadi. O'ramlar soni necha marta orttirilsa, yakorning tortishish kuchi ham shuncha marta ortadi. Demak: Elektromagnitning tortishish kuchi g'altakdagi o'ramlar soniga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni: $F \sim n$ (2)

3. Elektromagnitni g'altakdagi o'ramlar soni bir xil, lekin uzunligi 2 marta qisqa bo'lgan boshqa elektromagnit bilan almashtiraylik. Bunda yakorning elektromagnitga tortilish kuchi 4 marta ortganini kuzatish mumkin. Demak: Elektromagnitning tortishish kuchi g'altakning uzunligi kvadratiga teskari proporsionaldir, ya'ni:

$$F \sim \frac{1}{d^2} \quad (3)$$

(1), (2) va (3) ifodalarni umumlashtirib, quyidagi formulani yozish mumkin:

$$F = \mu \frac{In}{d^2} \quad (4)$$

bunda μ - elektromagnit o'zagining xossalariga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsienti.

Elektromagnitning temir yakorni tortish kuchi tok kuchiga va g'altakning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan o'ramlar soniga to'g'ri proporsionaldir.

Elektromagnitning qo'llanilishi. Elektromagnitlar texnikaning ko'p sohalarida, jumladan, transport, telegraf, radio, televideniya,

elektrotexnika va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. Elektromagnitning oddiy qo'llanilishi 87- rasmda ko'rsatilgan.

Elektromagnit kran temir va po'lat yuklarni bir joydan boshqa joyga tashiydi. Bunday ko'tarma kranning qulayligi shundaki, tashilayotgan yuk biror tayanchga ortilmaydi va mahkamlanmaydi. Elektromagnit kran tashish kerak bo'lgan yukka yaqinlashtiriladi va chulg'ami tokka ulanadi. Shu zahoti yuk kranga yopishib ko'tariladi va kran uni boshqa joyga olib borib qo'yadi.



87-rasm

Tok uzilishi bilan kran yukdan ajraladi. Elektromagnitlarning texnika sohasida keng qo'llanilishi elektromagnit rele sifatida namoyon bo'ladi.

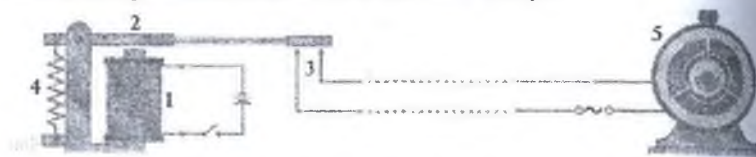
26-tajriba. Elektromagnit releni ishlashini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) elektromagnit rele tashqi ta'sir (signal) bo'yicha avtomatik ravishda elektr zanjirni uzib-ulab turadigan qurilma.

Relening tuzilishi va ishlash prinsipi. Elektromagnit rele tashqi ta'sir (signal) bo'yicha avtomatik ravishda elektr zanjirni uzib-ulab turadigan qurilmadir. 88-rasmda eng sodda rele sxemasi tasvirlangan. Relening asosiy qismi elektromagnit (1) dan iborat. Kalit ulanib, elektromagnit chulg'amidan tok o'tganida elektromagnit o'zagi magnitlanadi va yakor (2) ni o'ziga tortadi. Bu bilan yakor ishchi zanjirli kontakt (3) ni ulaydi. Ish zanjiriga turli elektr iste'molchilar – elektr dvigatellar, elektr lampalar va boshqa elektr asboblari ulanishi mumkin.

Rele zanjiri uzilganda prujina (4) yakor (2) ni yuqoriga tortadi va ish zanjiri uziladi. Ish zanjiriga dvigatel (5) ulangan.

«Rele» so'zi fransuzcha bo'lib, «almashtirib qo'shish» degan ma'noni bildiradi. Bu nom bilan Fransiyada aloqa bo'limlari atalgan. Aloqa bo'limlarida aloqa aravalarining charchagan otlari yangilariga almashtirib turilgan. Elektromagnit rele yakori (2) ning tortilishi uchun elektromagnitli zanjirga kichik kuchlanishli, masalan, 1,5–4,5 V kuchlanishli manba ulanadi. Bunda yakorning elektromagnitga tortilishi uchun chulg'amdan kuchsiz tok o'tkazilishi kifoya.



88- rasm

Ish zanjiri esa katta kuchlanishli, masalan, 220–5000 V kuchlanishli elektr tarmoqqa ulangan bo'lib, undan katta tok o'tadi. Rele kichik kuchlanishli zanjir yordamida katta kuchlanishli zanjirlarni ulab-uzishga imkon beradi.

27-tajriba. Magnit maydonning tokli o'tkazgichga ta'sirini o'rganish

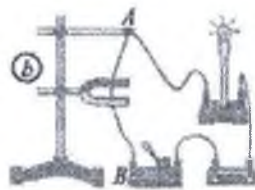
Kerakli asbob va uskunalar: 1) o'tkazgich, 2) lampochka, 3) kalit, 4) shtativ, 5) tokli ramka, 6) magnit.

Chap qo'l qoidasi. Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga kuch ta'sir etadi. Uni o'rganish uchun quyidagi tajribani o'tkazaylik. 89-a rasmda tasvirlangan zanjirni va qurilmani yig'aylik. Unda egiluvchan AB o'tkazgich shtativga osib qo'yilgan. O'tkazgich uchlari zanjirga ulangan. AB o'tkazgich magnit qutblari orasiga qo'yilgan, ya'ni magnit maydonga joylashtirilgan. Zanjir ulanganda o'tkazgich harakatga keladi, ya'ni o'tkazgich magnitga tortiladi (89-b rasm). Agar magnit tortib olinsa, tokli o'tkazgich o'z holatiga qaytadi. Magnitning qutblari almashtirilsa, o'tkazgich magnitdan itariladi. Agar zanjirda tokning yo'nalishi o'zgartirilsa, o'tkazgich magnitga tortiladi. Demak, magnit

kuch chiziqlarining yo'nalishi, o'tkazgichdagi tokning yo'nalishi va o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchning yo'nalishi o'zaro bog'liq ekan. Magnit maydonning tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchining yo'nalishini chap qo'l qoidasidan foydalanib aniqlash mumkin (90-rasm). Chap qo'lning kaftini unga magnit kuch chiziqlari kiradigan qilib tutib, to'rt barmoq tokning yo'nalishi bo'yicha tutib turilsa, 90° ga kerilgan bosh barmoq o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchning yo'nalishini



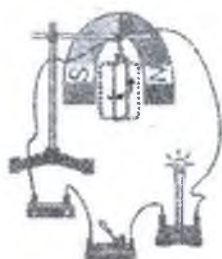
89- rasm



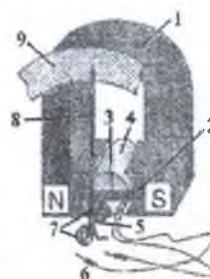
90- rasm

ko'rsatadi.

Elektr o'lchov asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi 91- rasmda tasvirlangan zanjirni va qurilmani yig'ib, tokli ramkani magnit maydonga joylashtiraylik. Elektr zanjir ulansa, ramka buriladi va magnit kuch chiziqlariga perpendikular turib qoladi. Agar tokning yo'nalishi o'zgartirilsa, ramka 180° ga buriladi. Magnit maydonda tokli ramkaning burilishi xossasidan elektr o'lchov asboblarda foydalaniladi. 92- rasmda eng oddiy ampermetrning tuzilishi tasvirlangan. Bunda (1) magnitda (2) qutb uchliklari mahkamlangan. Harakatlanuvchi qism—ramka (aluminium karkasdan iborat, unga ingichka mis sim o'ralgan. Ramka qo'zg'almas (4) o'zak atrofida erkin aylana oladi.



91-rasm



92-rasm

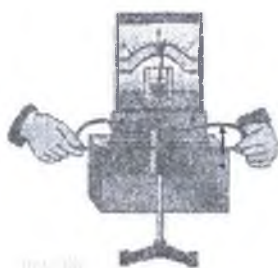
Ramka (5) o'qqa biriktirilgan. Chulg'amdagi (6) simning uchlari zanjirga ulanadi. Ramkaning o'z holicha aylanishiga (7) spiral qarshilik qiladi. Ramka chulg'amlaridan tok o'tganda, magnit maydon ta'sirida ramka magnit qutblariga perpendikular holatga o'tishga harakat qiladi. Ramkaning 90° ga burilishiga spiral (7) qarshilik qiladi. Zanjirdagi tok qancha katta bo'lsa, o'q (5) ga mahkamlangan strelka (8) shuncha katta burchakka buriladi. Strelka darajalangan shkala (9) da tok kuchining tegishli qiymatini ko'rsatadi. Zanjirdagi tok uzilganda spiral ta'sirida ramka dastlabki holatiga, strelka esa 0 qiymatga qaytadi. Voltmetrning ishlash prinsipi ham ampermetrga o'xshashdir.

28-tajriba. Induksion tokni hosil qilishni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) galvanometr, 2) magnit 3) o'tkazgich, 4) g'altak

Faradey tajribalari. Elektr toki magnit maydonni vujudga keltirar ekan, bunga teskari hodisa -magnit maydon yordamida o'tkazgichda elektr tokini hosil qilib bo'lmasmikan? Ingliz olimi Maykl Faradey (1791–1867) 1822- yilda magnit maydon yordamida o'tkazgichda elektr toki hosil qilish masalasini hal etishni o'z oldiga maqsad qilib qo'ydi. Shu maqsadda qator tajribalarni o'tkaza boshladi. Faqat 1831- yilga borib o'tkazilgan tajribalar o'z natijasini berdi. To'qqiz yil davomidagi izlanishlardan so'ng Faradey magnit maydon yordamida o'tkazgichda elektr tokini hosil qildi. Bu hodisa elektromagnit induksiya hodisasi deb ataldi. Faradeyning bu kashfiyoti XIX asr birinchi yarmining eng buyuk kashfiyotlaridan biridir. O'sha davrda tok kuchini sezish yoki o'lchash uchun galvanometr ham, ampermetr ham yaratilmagan edi. Shu bois, bunday tajribalardan natija olish mushkul bo'lgan. Hozirgi davrda Faradey o'tkazgan tajribalarni maktab fizika xonasida ham o'tkazish mumkin. Buning uchun galvanometrdan foydalanamiz. O'tkazgich olib, uning uchlari galvanometr qisqichlariga ulaymiz. Agar bu o'tkazgich magnit qutblari orasida pastga va yuqoriga harakatlantirilsa, galvanometr o'tkazgichda tok hosil bo'lganini ko'rsatadi (93-rasm).

Magnit ichida o'tkazgich harakatsiz bo'lsa yoki magnit kuch chiziqlariga parallel ravishda harakatlantirilsa, unda tok hosil bo'lmaydi. Magnit qutblari orasida magnit kuch chiziqlarining zichligi turlicha bo'ladi. O'tkazgich harakatlenganda unga ta'sir qilayotgan magnit maydon kuch chiziqlari vaqt bo'yicha o'zgaradi. Shuning uchun o'tkazgichda tok hosil bo'ladi. G'altak simlari uchlarini galvanometr ga ulaylik. G'altak ichiga magnit kiritilayotganda galvanometr g'altakdan tok o'tayotganini ko'rsatadi (94- a rasm).



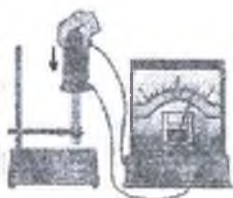
93-rasm



94-rasm

Induksion tokni hosil qilish. Magnit g'altak ichida harakatsiz turganda esa, g'altakda tok hosil bo'lmaydi (94-b rasm). Magnit g'altakdan chiqarilayotganda esa, g'altakda yana tok hosil bo'ladi. Bunda g'altakdagi tokning yo'nalishi avvalgiga nisbatan qarama-qarshi bo'ladi. Buni galvanometr ko'rsatkichining 0 dan chap tomonga og'ganligidan bilish mumkin (94-d rasm). Qo'zg'almas magnitga g'altakni kiydirib, harakatlantirganda ham g'altakda tok hosil bo'ladi (95-rasm). Magnit o'rniga tokli g'altak olib, uni g'altak ichida harakatlantirilsa, bunda ham g'altakda tok hosil bo'lganini ko'ramiz (96-rasm).

G'altak bilan o'tkazilgan tajribalarda tok hosil bo'lishining sababi shuki, g'altak bilan magnit (elektromagnit) bir-biriga nisbatan harakatlanayotganda g'altak chulg'amlariga ta'sit etayotgan magnit kuch chiziqlari vaqt bo'icha o'zgaruvchan bo'ladi. Faradey o'tkazgichni kesib o'tayotgan magnit maydon kuch chiziqlari vaqt o'tishi bilan o'zgarganda, unda tok hosil bo'lishini isbotladi. Magnit kuch chiziqlari vaqt bo'icha qancha tez o'zgarsa, o'tkazgichda shuncha ko'p elektr toki hosil bo'ladi. Magnit maydonning vaqt bo'yicha o'zgarayotgan kuch chiziqlari berik o'tkazgichni kesib o'tayotganda, o'tkazgichda elektr tokining hosil bo'lish hodisasi elektromagnit induksiya deb ataladi. Bu hodisa natijasida hosil bo'lgan tok induksion tok deyiladi. «Induksiya» so'zi lotinchada «uyg'otish» ma'nosini bildiradi. Induksion elektr maydon O'tkazgichda elektr maydon ta'sirida elektr toki hosil bo'ladi. Yuqorida o'tkazilgan tajribalarda o'tkazgich yoki g'altakning chulg'amlari magnit maydonning o'zgaruvchan kuch chiziqlarini kesib o'tganda elektr maydon hosil bo'ladi. Bu elektr maydon o'tkazgichda (g'altak chulg'amlarida) induksion tokni vujudga keltiradi.



95- rasm



96- rasm

Induksion tokni hosil qiluvchi elektr maydon induksion elektr maydon deb ataladi. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuniga ko'ra, tok kuchi kuchlanishga proporsional, ya'ni $I \sim U$.

Demak, induksion tokning kuchiga qarab, induksion elektr maydon haqida ma'lumot olish mumkin. 95- va 96- rasmlarda tasvirlangan qurilmalar asosida o'tkazilgan tajribalarda magnit (g'altak) qancha tez harakatlantirilsa, induksion tok kuchi shuncha katta bo'lishi aniqlangan. Shuningdek, g'altak chulg'amidagi o'ramlar soni qancha ko'p bo'lsa, hosil bo'lgan induksion tok kuchi shuncha katta bo'ladi. Induksion elektr

maydon kuchlanishi g'altakni kesib o'tayotgan magnit maydon kuch chiziqlarining o'zgarish tezligiga va g'altak o'ramlari soniga bog'liq.

29-tajriba. O'zgaruvchan tokni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) ossillograf, 2) prujina, 3) magnit, 4) g'altak

Agar galvanometrغا ulangan g'altak ichida magnit yuqoriga va pastga navbatma-navbat harakatlantirilsa, g'altak o'ramida yo'nalishini galma-gal o'zgartiruvchi induksion tok vujudga keladi. Buni galvanometr ko'rsatkichining 0 raqamidan goh o'ng tomonga, goh chap tomonga og'ishiga qarab aniqlash mumkin. O'zgaruvchan induksion tokni to'g'ridan to'g'ri o'zgaruvchan tok deb yuritish mumkin. Vaqt o'tishi bilan kattaligi va yo'nalishi davriy o'zgaradigan elektr toki o'zgaruvchan tok deb ataladi. Bunday tokni «ossillograf» deb ataluvchi asbob yordamida o'rganish mumkin. Lotincha «ossillo» – tebranaman, «grafo» – yozaman demakdir.

Ossillograf o'zgaruvchan elektr toki tebranishlarining grafik tasvirini ko'rsatib beruvchi asbobdir.

97-rasmda eng oddiy ossillograf tasvirlangan. Ilmiy tadqiqot institutlarida murakkab ossillograflardan foydalaniladi (98-rasm). Ossillografni g'altakka ulangan galvanometrغا parallel ulab, magnitni g'altak ichida vertikal ravishda harakatlantiraylik (99- rasm).

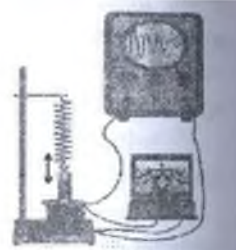


97- rasm

98- rasm

Bunda galvanometrning ko'rsatkichi o'ng tomonga og'ganda ossillograf ekranidagi yorug' nuqta yuqoriga, galvanometr ko'rsatkichi chap tomonga og'ganda esa, yorug' nuqta pastga harakatlanadi.

G'altak ichidagi magnit yuqoriga-pastga harakatlanishi bilan ossillograf ekranidagi yorug' nuqta ham unga hamohang ravishda yuqoriga-pastga harakatlanadi. Shuning bilan bir vaqtda, bu yorug' nuqta o'ng tomonga ham siljib boradi. Natijada yorug' nuqta ossillograf ekranida sinusoidal ko'rinishdagi grafikni hosil qiladi. G'altak ichidagi magnitni 73-rasmda tasvirlangandek prujina orqali shtativga osib qo'yaylik. Magnitni g'altak ichiga to'liq kirgizib, so'ngra qo'yib yuborsak, magnit g'altak ichida erkin tebranma harakat qiladi. Magnitning sekundiga bir necha marta pastga-yuqoriga harakati natijasida hosil bo'lgan induksion tokning yo'nalishi ham shuncha marta o'zgaradi.



99-rasm

Bunda ossillografda hosil bo'lgan o'zgaruvchan tokning grafigini kuzatish mumkin. G'altak ichidagi magnitning pastga-yuqoriga tebranma harakati vaqt o'tishi bilan so'nib boradi. Shuning uchun ossillograf ekranida so'nuvchan tebranish grafigi hosil bo'ladi.

30-tajriba. Mikrofon va ovoz karnayini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) mikrofon.2) ovoz karnayi.

O'zgaruvchan tokning qo'llanilishini mikrofon va ovoz karnayi misolida ko'rib chiqamiz. Hozirgi paytda radio, televideniya, teatr, musiqa san'atlarini mikrofansiz tasavvur qilib bo'lmaydi.

Mikrofon mexanik tebranishlarni elektr tebranishlarga aylantirib beradi. 100-rasmda mikrofon va uning tuzilishi tasvirlangan. Mikrofon ichiga halqasimon shakldagi (1) magnit joylashtirilgan. Uning qutblari orasiga o'rnatilgan (2) g'altakka (3) metall elastik membrana biriktirilgan. (4) membrananing egiluvchan chetlari (5) korpusga mahkamlangan. Korpusning old sirti to'r (6) bilan yopilgan. Odam mikrofon oldida gapirganda, uning ovozi havoni tebrantiradi. Havoni esa bu tebranishni g'altakka uzatadi.



100-rasm

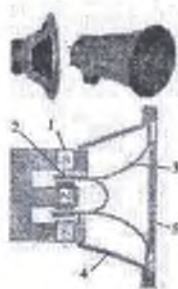


101-rasm

G'altak magnit qutblari orasida bo'lgani uchun, uning bunday tebranishi o'ramlarda o'zgaruvchan tokni hosil qiladi. Bunda odam ovozinin mexanik tebranishi o'tkazgichda elektr tebranishga aylanadi. Mikrofondan chiqadigan simni ossillografga ulab, gapirganda hosil bo'ladigan tokning grafigini ko'rish mumkin (101- rasm).

Mikrofondan hosil bo'lgan o'zgaruvchan tok juda kuchsizdir. Bu tok kuchaytirgich deb ataladigan maxsus asbob yordamida kuchaytiriladi. Kuchaytirilgan o'zgaruvchan tok ovoz karnayiga ulansa, undan mikrofon oldida gapirgan kishining ovozi eshitiladi. Ovoz karnayi mikrofondan elektr tebranishlarga aylantirilgan tovushni qaytadan mexanik tebranishlarga aylantirib beradi, ya'ni mikrofondan berilgan ovozni tiklaydi. 102- rasmda ovoz karnayi namunalari va ulardan eng oddiysining tuzilishi tasvirlangan. Ovoz karnayi ichiga (1) magnit joylashtirilgan. Uning qutblari orasidagi tirqishga (2) g'altak o'rnatilgan. G'altak (3) diffuzorning bir cheti bilan tutashtirilgan. Diffuzorning ikkinchi cheti (4) korpusga biriktirilgan. Diffuzorning sirti (5) to'r bilan berkitilgan. Mikrofondan hosil bo'lgan va kuchaytirgichda kuchaytirilgan

o'zgaruvchan tok ovoz karnayining g'altigidan o'tganida o'zgaruvchan magnit maydon hosil qiladi. Bu maydon doimiy magnit maydon bilan ta'sirlashib, g'altakni tebratadi. G'altak o'z tebranishini diffuzorga uzatadi. Diffuzor orqali uzatilgan tebranish havoni tebratadi va biz mikrofon oldida gapirgan odamning ovozini eshitamiz. Telefonning tuzilishi va ishlash prinsipi ham mikrofon va ovoz karnayiga o'xshashdir. Farqi shundaki, telefonda ikkita trubka bo'ladi. Telefonning ovoz qabul qiladigan qismi mikrofon kabi, quloqqa tutib eshitaladigan qismi esa ovoz karnayi kabi ishlaydi.



102-rasm

Telefonning mikrofoniga gapirsangiz, sizning ovozingizni boshqa telefonning eshitish trubkasi orqali suhbatdoshingiz eshitadi. Va aksincha, suhbatdoshingiz telefonning mikrofoniga gapirganida, Siz telefonning eshitish trubkasi orqali uning ovozi eshitib turasiz.

31-tajriba. Induksion tok generatorini tuzilishi va ishlashini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) ossillograf, 2) induksion tok generatori modeli, 3) galvanometer, 4) ramka.

Induksion tok generatorining tuzilishi va ishlashi. 103- rasmda induksion tok generatorining modeli tasvirlangan. Uning tuzilishi va ishlashi elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan. Generator modelida magnit orasiga chulg'amli ramka o'rnatilgan bo'lib, u o'z o'qi

atrofida erkin aylana oladi. Ramkada chulg'amlar uchlari halqalar va cho'tkalar orqali galvanometrqa ulangan. Qo'l bilan ramka aylantirilganda, ramka chulg'amlari magnit kuch chiziqlarini kesib o'tadi va chulg'amlarda induksion tok hosil bo'ladi. Ramka bir marta aylanganda, o'tkazgichda hosil bo'lgan induksion tokning yo'nalishi ham bir marta o'zgaradi. Agar ramka bir sekundda 5 marta aylansa, tokning yo'nalishi ham shu vaqt ichida 5 marta o'zgaradi. Tokning vaqt bo'yicha o'zgarishini ossillograf ekranida ko'rish mumkin. Bunda ekranda kattaligi va yo'nalishi vaqt bo'yicha o'zgaruvchi sinusoidal grafik kuzatiladi. Ossillograf o'zgaruvchan tok hosil bo'lganligini ko'rsatadi.

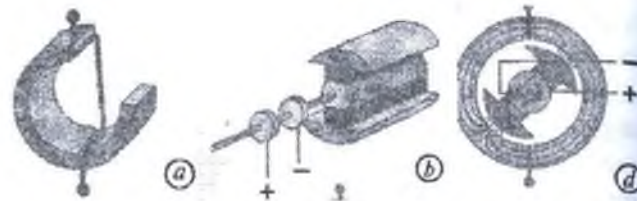


103- rasm

Mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiruvchi asbob induksion tok generatori deyiladi.

Amalda qo'llaniladigan tok generatorining tuzilishi murakkabdir. Generator, asosan, stator va rotordan iborat bo'ladi. Stator generatorning qo'zg'almas qismi, rotor esa aylanuvchi qismidir.

Stator maxsus po'lat listlardan yasalgan ichi kovak silindrdan iborat. Silindrning ichki devorlaridagi ariqchalariga o'tkazgichlar o'rami joylashtiriladi. Bu o'ramda generator ishlayotgan vaqtda induksion tok hosil bo'ladi. 104- a rasmda po'lat silindrning ariqchalariga joylashgan bitta o'ram ko'rsatilgan. Rotor elektromagnitdan iborat bo'lib, u generator ishlayotgan vaqtda halqalar va cho'tkalar yordamida o'zgarman tok manbaiga ulanadi (104- b rasm).



104-rasm

104- d rasmda induksion tok generatorining to'liq sxemasi tasvirlangan. Rotor biror tashqi kuch yordamida aylantirilsa, magnit maydon ham u bilan birga aylanadi. Bunda magnit kuch chiziqlari stator chulg'ami o'tkazgichlarini kesib o'tadi va ularda o'zgaruvchan tok hosil bo'ladi. Induksion tok generatorining qo'llanilishi Elektr energiyani ishlab chiqarishda induksion tok generatori qo'llaniladi. Bunda generator rotor bug', suv, shamol yoki ichki yonuv dvigateli yordamida aylantiriladi. Generatorning samaradorligini oshirish uchun stator silindrning ichki devorlariga ko'plab ariqchalar qilinadi va o'tkazgichlar o'rami joylashtiriladi. 105- rasmda sxemasi tasvirlangan generatorning stator silindrida 12 ta ariqcha bo'lib, unga 6 juft o'ram joylashtirilgan. Bunday generator 1 juft o'ramli (1 ta ramkali) generatorga nisbatan 6 marta ko'p tok hosil qilishi mumkin. Agar rotor bir sekundda bir marta aylansa, hosil qilingan tokning yo'nalishi sekundiga 6 marta o'zgaradi. Bu holda ishlab chiqarilgan elektr tokining chastotasi 6 Hz ga teng bo'ladi.



105-rasm

Dunyo aholisi, asosan, 50 Hz chastotali asboblardan foydalanadi. Shuning uchun elektrostansiyalarda 50 Hz chastotali elektr energiya ishlab chiqariladi.

79- rasmda tasvirlangan generator 50 Hz chastotali elektr tokini hosil qilishi uchun rotor qanday chastota bilan aylantirilishi kerakligini hisoblaylik. Statoridagi chulg'amlar soni 6 ta bo'lgan hol uchun rotorning aylanish chastotasini hisoblaymiz:

$$v = \frac{50}{6} \text{ Hz} = \frac{50}{6} \cdot \frac{1}{s} = 500 \frac{1}{\text{min}}$$

Demak, mazkur generator yordamida 50 Hz chastotali elektr tokini hosil qilish uchun uning rotori minutiga 500 marta aylantirilishi kerak. Bunday generator rotorini ichki yonuv dvigateli, ya'ni avtomashinalar motori yordamida aylantirilib, 50 Hz chastotali tok olinadi. Markazlashtirilgan elektr energiya yetib bormaydigan joylarda ichki yonuv dvigateli yordamida hosil qilinadigan elektr tokidan foydalaniladi.

32-tajriba. Magnit maydon. Magnit maydonni tavsiflovchi kattaliklarni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) doimiy magnit, 2) magnit strelkasi, 3) karton qog'oz, 4) temir kukunlari.

Tabiatda shundau tabii metall birikmalari mavjudki, ular ba'zi bir jismlarni o'ziga tortish xususiyatiga ega. Jismlarning bunday xossasi ular atrofida maydon mavjudligini bildiradi. Bunday maydonni *magnit maydon* deb atash qabul qilingan. O'z atrofida magnit maydonni uzoq vaqt uo'qotmaudigan jismlarni *doimiy magnit* yoki oddiygina *magnit* deb ataymiz.

To'g'ri shakldagi magnitni mayda temir bo'lakchalariga yaqinlashtiraylik. Bunda temir bo'lakchalari magnitning faqat ikki uchiga yopishganligiga guvoh bo'lamiz. Doimiy magnitning magnit ta'siri eng kuchli bo'lgan joyi magnit qutbi deyiladi. Har qandau magnitda ikkita: shimoliy (N) va janubiy(S) qutblari mavjud bo'ladi (106-rasm).

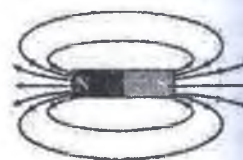
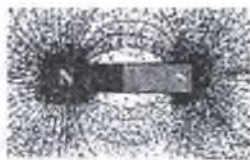


106-rasm



107-rasm

Ikkita magnit strelkasi bir-biriga yaqinlashtirilsa, ularning ikkalasi ham burilib, qarama-qarshi qutblari bir-biriga ro'para kelib to'xtaudi (107-rasm). Bu hol magnitlangan jismlar orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjudligini anglatadi. Ular maydon kuch chiziqlari bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Magnit maydon kuch chiziqlarini to'g'ridan to'g'ri ko'ra olmaymiz. Ammo, quyidagi tajriba yordamida bu kuch chiziqlarining joylashuvi (yo'nalishi) haqida tasavvurga ega bo'lishimiz mumkin. Buning uchun karton qog'ozga temir kukunlarini bir tekis sepib, uni yassi magnit o'zagining ustiga qo'yamiz. Qog'oz varag'ini bir-ikki chertib yuborsak, temir kukunlari 108-a rasmda keltirilgan ko'rinishni egallaydi. Karton ustidagi temir kukunlari magnit uchlariga yaqin joylarda zich, qutblar orasida siyrakroq joylashganligini ko'rish mumkin. 108-a rasmdagi temir kukunlarining egallagan o'rni, magnit qutblarini bir-biriga bog'lovchi kuch chiziqlarini o'zida aks ettiradi. Magnit maydon kuch chiziqlarining yo'nalishi shartli ravishda magnitning shimoliy qutbidan chiqib, uning janubiy qutbiga kiruvchi yopiq chiziqlardan iborat deb qabul qilingan (108-b rasm).



108-rasm

Kuch chiziqlari berk (yopiq) bo'lgan maydonlar *uyurmaviy maydonlar* deyiladi. Demak, magnit maydon uyurmaviy maydon ekan. Shu xususiyati bilan magnit maydon kuch chiziqlari elektr maydon kuch

chiziqlaridan farq qiladi. Magnit maydonning biror nuqtasining kuch xarakteristikasini tavsiflovchi fizik kattalik *magnit maydon induksiyasi* deb ataladi. Magnit maydon induksiyasi vektor kattalik bo'lib, \vec{B} harfi bilan belgilanadi.

Magnit maydon induksiyasining birligi qilib XBSda Serbiya fizigi Nikola Teslaning sharafiga Tesla (T) deb atash qabul qilingan.

33-tajriba. Tokli to'g'ri o'tkazgichning, halqa va g'altakning magnit maydonini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) o'tkazgich, 2) karton qog'ozi, 3) mayda temir kukunlari.

Tokli o'tkazgich atrofida hosil bo'ladigan magnit maydon kuch chiziqlarini kuzatish uchun qalin karton qog'ozi olinib, uning o'rtasidan teshib, to'g'ri o'tkazgichni o'tkazamiz. Karton varag'i ustiga mayda temir kukunlarini sepamiz. O'tkazgich uchlari tokka ulanib, karton yengil silkitiladi. Temir kukunlari tokning magnit maydoni ta'sirida magnitlanib, o'zini kichik magnit strelkalari kabi tutadi va ular magnit induksiya chiziqlari bo'ylab joylashadi (109-a rasm). To'g'ri tok magnit maydonining kuch chiziqlari, markazi o'tkazgich o'qida joylashgan aylanalardan iborat bo'lib, bu aylanalalar o'tkazgich o'qiga tik tekislikda yotadi (109-b rasm).



109-rasm

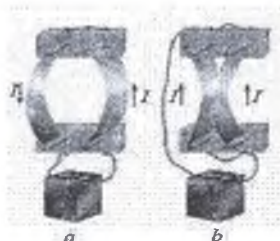
Magnit maydon kuch chiziqlarining yo'nalishini o'ng parma qoidasidan foydalanib aniqlanadi: *agar parmaning ilgari lanma harakati tok yo'nalishi bilan bir xil bo'lsa, u holda parma dastasining*

aylanish yo'nalishi magnit induksiya chiziqlarining yo'nalishiniko'rsatadi.

Magnit maydon induksiya vektori (\vec{B}) kuch chiziqlariga urinma bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Xususiyl holda tokli o'tkazgichdan d masofada yotgan nuqtadagi magnit maydon induksiyasi yo'nalishi 110-a rasmda ko'rsatilgan. Ko'pchilik hollarda magnit maydonni bitta o'tkazgich emas, tokli o'tkazgichlar sistemasi hosil qiladi (110-b rasm).

Bunday vaziyatda fazoning biror nuqtasidagi natijaviy maydonning induksiyasi har bir tokli o'tkazgichning shu nuqtada hosil qilgan magnit maydon induksiyalarining vektor yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \dots + \vec{B}_n$$



110-rasm

Bu xulosa magnit maydoni uchun *superpozitsiya prinsipi* deyiladi.

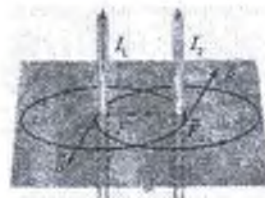
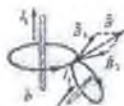
34-tajriba. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'sir kuchini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalari: 1) ikki elastik o'tkazgichlar, 2) vertikal holatdagi tayanch, 3) tok manbai.

Xuddi elektr zaryadlari kabi tokli o'tkazgichlar orasida ham o'zaro ta'sir kuchlari mavjud bo'ladi. Buni amalda kuzatish uchun ikki elastik o'tkazgich olib, ularni vertikal holatda tayanchga mahkamlaymiz. Agar o'tkazgichlarning yuqori qismini sim orqali ulasak, o'tkazgichlardan qarama-qarshi yo'nalishda tok oqadi (111-a rasm)



111-rasm



112-rasm

Natijada o'tkazgichlar bir-biridan itarilib, orasidagi masofa uzoqlashadi. Agar o'tkazgichlardan bir xil yo'nalishda tok oqishini ta'minlasak, o'tkazgichlar bir-biriga tortiladi (111-b rasm). Amper qonunidan foydalanib, vakuumdagi cheksiz uzun parallel tokli o'tkazgichlar orasida hosil bo'ladigan o'zaro ta'sir kuchining yo'nalishi va son qiymatining kattaligini aniqlaylik.

Bir-biridan d masofada joylashgan, ikkita parallel o'tkazgichlardan bir xil yo'nalishda I_1 va I_2 tok o'tayotgan bo'lsin (112-rasm). O'tkazgichlardan o'tayotgan I_1 va I_2 toklarning magnit maydon induksiya vektorining chiziqlari konsentrik aylanadan iborat bo'ladi. Agar I_1 tok pastdan yuqoriga oqayotgan bo'lsa, ikkinchi o'tkazgichda yotgan nuqtalarda B_1 vektor (parma qoidasiga binoan) bizdan kitob tekisligi tomon yo'nalgan bo'ladi va ular o'zaro tik joylashgan. Birinchi tokning magnit maydoni tomonidan ikkinchi tokka ko'rsatiladigan F_2 ta'sir kuchi kattalik jihatdan, Amper qonuniga muvofiq quyidagiga teng bo'ladi:

$$F_2 = B_1 I_2 \Delta l \quad (1)$$

bunda: Δl – ikkinchi o'tkazgichning magnit maydonda joylashgan qismining uzunligi. Bu formulaga to'g'ri tokning magnit induksiyasi

$$B_1 = \mu_0 \frac{I_1}{2\pi d} \quad (2)$$

Demak, cheksiz uzun parallel tokli o'tkazgichlarning birlik uzunligiga ta'sir qilayotgan o'zaro ta'sir kuchi ulardan o'tayotgan tok kuchlarining ko'paytmasiga to'g'ri, orasidagi masofaga esa teskari proporsional ekan.

Mazkur hodisa asosida tok kuchining Xalqaro birliklar sistemasidagi birligi – amper (A) qabul qilingan.

Amper – vakuumda bir-biridan 1 m masofada parallel joylashgan, ko'ndalang kesim yuzi hisobga olmas darajada kichik bo'lgan cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgichlardan tok o'tganda, o'tkazgichlarning har bir metr uzunligida $2 \cdot 10^{-7} N$ o'zaro ta'sir kuchi hosil qiladigan o'zgarmas tok kuchidir.

35-tajriba. Elektromagnit induksiya hodisasi. Induksiya elektr yurituvchi kuch. Faradey qonunini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) g'altak, 2) doimiy magnit, 3) galvanometr, 4) aluminiy halqa, 5) ip.

1820-yil daniyalik olim G. Ersted tokning magnit ta'sirini kashf qilgach, ingliz olimi Maykl Faradey magnit maydon orqali elektr tokini hosil qilishni o'ziga maqsad qildi. U bu masala ustida 10 yildan ortiq ishlab, 1831-yili uni ijobiy hal qildi.



113-rasm

Ko'rgazmali asboblardan foydalangan holda Faradey tomonidan o'tkazilgan tajribani qaraylik. U g'altak va galvanometrni ketma-ket ulab, berk zanjir hosil qildi (113-rasm). G'altak ichiga doimiy magnit kiritilayotganda, galvanometr strelkasining og'ishi kuzatiladi. Bunda g'altakda tok hosil bo'ladi (113-a rasm). Agar magnitni harakatlantirmay g'altak ichida tinch tutib turilsa, galvanometr strelkasi nolni ko'rsatadi, ya'ni g'altakda tokning yo'qolganligi kuzatiladi (113-b rasm). Magnit g'altak ichidan sug'urib olinayotganda esa, yana g'altakda tokning hosil bo'lganligi kuzatiladi. Bunda galvanometr strelkasi teskari tomonga og'adi (113-d rasm). Agar magnit tinch holda

bo'lib, g'altak harakatga keltirilsa ham, shu hodisani kuzatamiz. Demak, g'altakni kesib o'tayotgan magnit oqimi har qanday yo'l bilan o'zgartirilganda g'altakda elektr yurituvchi kuch hosil bo'lar ekan. Simli ramkaning uchlari bir-biriga to'g'ridan to'g'ri (yoki ularning uchlari biror asbob orqali) ulangan bo'lsa, uni berk kontur deb atash mumkin. U holda galvanometrqa ulangan g'altak o'zaro ketma-ket ulangan berk konturni tashkil qiladi. Magnit maydonning oqimi o'zgarishi tufayli berk konturda elektr tokning hosil bo'lish hodisasini *elektromagnit induksiya hodisasi*, konturda yuzaga kelgan tok esa *induksion tok* deb ataladi. Faradey o'zi amalga oshirgan tajriba natijalarini tahlil qilib, quyidagi xulosaga keldi: *induksion tok berk konturda faqat o'tkazgich konturi orqali o'tayotgan magnit induksiya oqimi o'zgarishida yuzaga keladi, ya'ni magnit oqimi o'zgarib turgan vaqt davomidagina mavjud bo'ladi.*

Ma'lumki, elektr zanjirida tok uzoq vaqt mavjud bo'lib turishi uchun zanjirning biror qismida elektr yurituvchi kuch (EYuK) manbai bo'lishi kerak. Konturda doimiy ravishda magnit oqimining o'zgarib turishi natijasida hosil bo'lgan EYuK unda induksion tokni vujudga keltiruvchi tashqi manba vazifasini bajaradi. Induksion tokni hosil qiluvchi EYuK, *elektr yurituvchi kuch* deyiladi.

Elektromagnit induksiya qonuni, yopiq konturda hosil bo'lgan EYuKni miqdoriy jihatdan belgilaydi. Yopiq konturda hosil bo'lgan elektromagnit induksiya EYuK, son qiymati jihatidan shu konturni kesib o'tgan magnit oqimi o'zgarishiga teng va ishorasi jihatidan qarama-qarshidir:

$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta F}{\Delta t}$$

Bunga *elektromagnit induksiya qonuni* yoki *Faradey – Maksvell qonuni* deyiladi.

(2-1) ifodadagi (-) ishora konturda vujudga keladigan induksion tokning uo'nalishi bilan bog'liq bo'lib, u Lens qoidasiga ko'ra

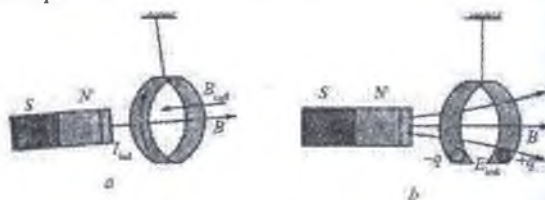
tushuntiriladi. XBSda induksiya elektr yurituvchi kuchning birligi qilib volt (V) qabul qilingan.

$$[\mathcal{E}] = \left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right) = \frac{Wb}{s} = \frac{T \cdot m^2}{s} = \frac{N \cdot m^2}{A \cdot m \cdot s} = \frac{J}{A \cdot s} = \frac{A \cdot V \cdot s}{A \cdot s} = V$$

Agar kontur N ta o'ramdan iborat bo'lsa, konturda hosil bo'lgan induksiya EYuK quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\mathcal{E}_i = -N \frac{\Delta F}{\Delta t}$$

Rus olimi X.Lens induksion tokning yo'nalishini aniqlash maqsadida quyidagi tajribani o'tkazdi. U biri butun va ikkinchisi kesik bo'lgan yengil aluminiy halqalarni ipga bog'lab, tayanchga osdi (114-rasm). Agar magnit butun halqaga yaqinlashtirilsa, unda induksion tok hosil bo'ladi. Ayni paytda bu tok halqa ichida o'zining magnit maydonini hosil qiladi.



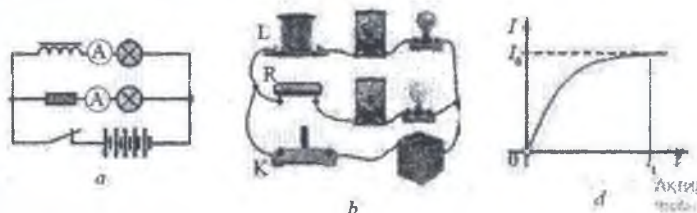
114-rasm

Hosil bo'lgan magnit maydon esa magnitning halqaga yaqinlashishiga qarshilik ko'rsatadi va undan qochadi (114-a rasm). Agar magnitni halqadan uzoqlashtira boshlasak, halqa magnitga tortilib, unga ergashadi. Magnit kesik halqaga yaqinlashtirilganda yoki undan zoqlashtirilganda magnitning halqaga ta'siri kuzatilmaydi. Bunga sabab kontur berk bo'lmaganligi uchun halqada induksion tok yuzaga kelmasligidir (114-b rasm). Tajriba natijalariga ko'ra, Lens induksion tok yo'nalishini aniqlashqoidasini topdi. Bu qoida uning sharafiga *Lens qoidasi* deb atalib, quyidagicha ta'riflanadi: *berk konturda hosil bo'lgan induksion tok shunday yo'nalganki, u o'zining magnit maydoni bilan shu tokni hosil qilayotgan magnit oqimining o'zgarishiga qarshilik ko'rsatadi.*

**36-tajriba. O'zinduksiya hodisasi. O'zinduksiya EYuK.
Induktivlikni o'rganish**

Kerakli asbob va uskunalar: 1) ikkita bir xil lampa, 2) qarshilik, 3) ko'p o'ramli g'altak, 4) kalit, 5) tok manbai, 6) lampa, 7) galvanometr.

Har qanday konturdan o'tayotgan tok shu konturni kesib o'tuvchi magnit oqimini vujudga keltiradi. Agar konturdan o'tayotgan tok o'zgarsa, u hosil qilgan magnit oqimi ham o'zgaradi. Natijada konturda induksion EYuK hosil bo'ladi. Bu hodisa o'zinduksiya hodisasi deb ataladi. O'zinduksiya hodisasini kuzatish mumkin bo'lgan elektr zanjiri 115-a rasmda keltirilgan. Zanjir ikkita bir xil lampa, R qarshilik, ko'p o'ramli g'altak, kalit va tok manbaidan iborat. Lampalarning biri ichida temir o'zagi bo'lgan g'altak orqali, ikkinchisi R qarshilik orqali tok manbaiga ulangan. Kalit ulanganda g'altak orqali zanjirga ulangan lampa biroz kechikib, R qarshilik orqali ulangan ikkinchi lampa esa, kalit ulangan zahotiy oq yonganligini ko'ramiz (115-b rasm). Chunki, kalit ulangan zahotiy oq g'altakdan o'tayotgan tok kuchi t_1 vaqt ichida noldan I_0 gacha o'zgaradi (115-d rasm).



115-rasm.

Bu davrda g'altakda tok manbai hosil qilgan tokka teskari yo'nalgan o'zinduksiya toki yuzaga keladi. Bu birinchi lampaning kechroq yonishiga sabab bo'ladi. Xuddi shuningdek, kalit uzilganda ham ikkinchi lampa shu zahoti o'chib, ammo birinchi lampa sekin xiralashib o'chadi.

Tokning hosil qilgan magnit maydoni magnit oqimi bilan tavsiflanadi. G'altak ichidagi hosil bo'lgan magnit oqimi qanday fizik kattaliklarga bog'liq bo'ladi?

Tajribalarning ko'rsatishicha, g'altak ichida hosil bo'lgan magnit oqimi: *birinchidan*, g'altakda hosil bo'lgan magnit oqimi undan o'tayotgan tok kuchiga to'g'ri proporsional, ya'ni:

$$F \sim I,$$

ikkinchidan, g'altakda hosil bo'lgan magnit oqimi g'altakning geometrik o'lchamlariga (o'ramlar soni, ko'ndalang kesim yuzi, uzunligi) va o'zagi borligiga bog'liq ekan.

Bu tajribalar natijasini umumlashtirib, quyidagi xulosaga kelamiz: tokli o'tkazgichning hosil qilgan magnit oqimi undan o'tayotgan tok kuchiga va g'altakning parametrlariga ham bog'liq bo'ladi, ya'ni:

$$F = L \cdot I, (1)$$

bunda: L – g'altakning geometrik o'lchamlariga va g'altak joylashgan muhitning magnit xossalari bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, u g'altakning induktivligi deyiladi.

XBSda induktivlik birligini o'zinduksiya hodisasini birinchi bo'lib kuzatgan Amerika olimi J. Henri sharafiga *Henri* (H) qabul qilingan.(3) ifodaga ko'ra g'altakda hosil bo'lgan o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchning ifodasini quyidagicha yozamiz:

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} (2)$$

bu ifodadan quyidagi xulosa kelib chiqadi: *o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchining kattaligi konturdagi tok kuchining o'zgarish tezligiga ($\frac{\Delta I}{\Delta t}$) to'g'ri proporsional bo'ladi.*

(1) tenglikdan induktivlik (yoki o'zinduksiya koeffitsiyenti)ning quyidagi fizik ma'nosi va birligi kelib chiqadi: *tok kuchining o'zgarish tezligi 1A/s bo'lganda konturda bir volt o'zinduksiya EYuK yuzaga kelsa, konturning induktivligi 1 H ga teng bo'ladi*, ya'ni: $1H = \frac{1V}{1A/s} = \frac{1V \cdot s}{1A}$

Uzunligi l , ko'ndalang kesim yuzasi S , o'ramlar soni N bo'lgan uzun g'altakni solenoid deyiladi (rasm). Uning induktivligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$I = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot N^2 \cdot S}{l}$$

Bu yerda: μ_0 —koeffitsiyent vakuumning magnit doimiysi bo'lib, uning son qiymati

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}$ ga teng. μ — solenoid ichidagi muhitning magnit singdiruvchanligi (moddaning magnit singdiruvchanligi to'g'risida keyingi mavzuda batafsil to'xtalamiz).

O'zinduksiya hodisasini mexanikadagi inersiyaga o'xshatish mumkin. Inersiya hodisasida jismning massasi qanday ahamiyatga ega bo'lsa, o'zinduksiya hodisasida induktivlik ham shunday ahamiyatga ega, ya'ni, massa qancha katta bo'lsa, jism shuncha inertroq; induktivlik qancha katta bo'lsa, zanjirdagi tok o'zgarishi shuncha sekin (inert) bo'ladi. Yuqorida ko'rib o'tgan misoldagi g'altakka ketma-ket ulangan lampaning yonishi va o'chishining asta-sekin ro'y berish jarayonini, inertroq jismning joyidan sekin qo'zg'alishi va uning to'xtashi birdaniga amalga oshmasligi bilan taqqoslash mumkin.

37-tajriba. Moddalarning magnit xossalarini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1)kalit, 2) g'altaklar, 4) tok manbai, 5) galvanometr.

Ko'pgina (masalan, temir, nikel, kobalt kabi) moddalar magnit maydonga kiritilganda yoki ulardan tok o'tganda magnitlanib qolishi kuzatiladi. Ular magnit kabi atrofida magnit maydonni hosil qiladi. Magnit maydon ta'sirida magnitlanib qoladigan bunday moddalarga **magnetiklar** deyiladi. G'altak ichidagi magnit maydonni baholash maqsadida quyidagi namoyish tajribasini o'tkazish mumkin. Namoyish qurilmaning umumiy ko'rinishi 116-a rasmda keltirilgan. Namoyish qurilmasi tok manbai, ikkita g'altak, turli moddadan yasalgan o'zaklar, ampermetr va kalitdan iborat.



116-rasm

G'altakka kuchlanishni o'zgartirmasdan, uning ichiga navbatma-navbat turli xil tabiatli metall o'zaklar kiritilib tajriba takrorlansa, uning ichidagi magnit maydon induksiyasining ham turlicha o'zgarishi tufayli galvanometr strelkasi og'ishining turlicha o'zgarishini ko'ramiz (116-b rasm). G'altak ichida hosil bo'layotgan magnit maydon induksiyasi unga kiritilgan moddaning tabiatiga bog'liq ekan, ya'ni:

$$B = \mu \cdot B_0. (1)$$

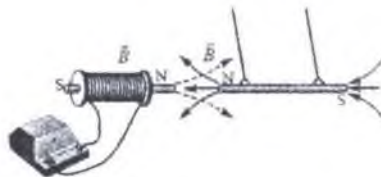
Demak, tokli g'altakning biror muhitda hosil qilgan magnit maydonining induksiyasi (B), uning vakuumda hosil qilgan magnit maydon induksiyasi (B_0) ga to'g'ri proporsional bo'lib, muhitning turi (μ) ga ham bo'g'liq bo'ladi. (1) ifodadan μ ni topsak:

$$\mu = \frac{B}{B_0} (2)$$

Bu tenglikdagi μ – muhitning magnit singdiruvchanligi deb ataladi. U faqat muhitning tabiatiga bog'liq bo'lib, muhitdagi maydon induksiyasi, vakuumdagi magnit maydon induksiyasidan necha marta farq qilishini bildiradi. Tabiatda uchraydigan barcha moddalar magnit singdiruvchanligiga qarab uch turga bo'linadi. Bular: *diamagnetiklar, paramagnetiklar va ferromagnetiklar*.

Magnit singdiruvchanligi birdan kichik ($\mu < 1$) bo'lgan moddalarga

diamagnetiklar deyiladi. Oltin, kumush, mis, rux va ba'zi gazlar diamagnetiklardir.

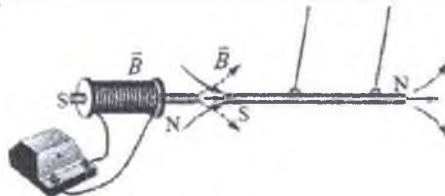


117-rasm.

Magnit maydoniga kiritilgan diamagnetiklar uni susaytiradi. Bunday moddalarga magnit maydoni yaqinlashtirilganda maydondan uzoqlashadi (118-rasm).

Magnit singdiruvchanligi birdan biroz katta ($\mu > 1$) bo'lgan moddalarga *paramagnetiklar* deyiladi. Paramagnetiklarga platina, alyuminiy, xrom, marganes, kislorod kabi moddalar kiradi. Magnit maydonga kiritilgan paramagnetiklar maydonniqisman kuchaytiradi.

Magnit singdiruvchanligi birdan juda katta ($\mu \gg 1$) bo'lgan moddalar *ferromagnetiklar* deyiladi. Temir, nikel, kobalt va ularning ba'zi qotishmalari ferromagnetiklardir. Magnit maydonga kiritilgan ferromagnetiklar uni kuchaytiradi. Bunday moddalardan yasalgan jismlarni magnit maydoniga kiritilganda maydonga yaqinlashadi.



118-rasm.

Ferromagnetiklar tabiatda uncha ko'p bo'lmisada, ular hozirgi zamon texnikasida keng qo'llaniladi. Masalan, transformator, tok generatori, elektrodvigatel va boshqa qurilmalarning o'zamlari ferromagnit materiallardan yasaladi. Keyingi paytlarda doimiy magnitlar tibbiyotda ham keng qo'llanilib kelmoqda. Ulardan qon bosimini pasaytiruvchi moslama sifatida qo'lga taqiladigan bilaguzuk tayyorlanmoqda.

Magnit maydon energiyasi. Zaryadlangan jism elektr maydon energiyasiga ega bo'lgani kabi, tokli o'tkazgichning atrofida hosil

bo'lgan magnit maydon ham energiyaga ega bo'ladi. Magnit maydonning energiyasini hisoblashni quyidagi misolda qarab chiqamiz. Induktivligi L bo'lgan g'altak tok manbaiga reostat orqali ketma-ket ulangan bo'lsin (119-rasm).



119-rasm

G'altakdan o'tayotgan tok energiyasining bir qismi unda magnit maydonni hosil qilishga sarflanadi. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, tok hosil qilgan energiya magnit induksiya oqimini hosil qilish uchun sarflangan ishga teng bo'lishini bildiradi, ya'ni:

$$W = A.$$

Reostat jilgichini surib, g'altakdan o'tayotgan tokni tekis oshiramiz.

G'altakda hosil bo'lgan magnit oqimi ($F = L \cdot I$) undan o'tayotgan tokka to'g'ri proporsional, ya'ni tok ortgan sari magnit oqimi ham chiziqli ortib boradi (119-rasm). Chizmada keltirilgan uchburchak yuzining geometrik ma'nosi bajarilgan ishni izohlaydi. Bu yuzaning son qiymati:

$$A = \frac{I \cdot \Phi}{2}$$

U holda tokli o'tkazgich atrofida hosil bo'lgan magnit maydon energiyasini hisoblash formulasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$W = A = \frac{iF}{2} = \frac{LI^2}{2} \quad (3)$$

Demak, tokli konturning magnit maydon energiyasi uning induktivligi bilan konturdan o'tayotgan tok kuchi kvadrati ko'paytmasining yarmiga teng ekan.

(3) dan ko'rinib turibdiki, tokning magnit maydon energiyasining ifodasini harakatlanayotgan jismning kinetik energiyasi E_k ifodasi bilan

taqqoslab, induktivlikning mexanikadagi massaga o'xshash fizik kattalik ekanligini ko'ramiz. Yuqorida aytilganidek, mexanikada jism massasi uning tezligini o'zgartirishda qanday ro'l o'ynasa, induktivlik ham konturda tok kuchining o'zgarishida shunday ro'l o'ynaydi. Elektromagnitning asosini solenoid g'altagi tashkil qiladi. Solenoidning ichiga kiritilgan ferromagnit o'zagi uning induktivligini keskin oshiradi. Natijada elektromagnit g'altak atrofida magnit maydon ham kuchayadi va u og'ir yuklarni bema'lol ko'taradi.

38-tajriba. Bir jinsli magnit maydonda zaryadli zarraning harakati. Lorens kuchi

Kerakli asbob va uskunalar: 1) tokli o'tkazgich, 2) taqasimon magnit.

Magnit maydonga kiritilgan tokli o'tkazgichga magnit maydon tomonidan ta'sir qiluvchi Amper kuchi, o'tkazgichning shu qismidagi har bir zarraga magnit maydon tomonidan ta'sir qilayotgan kuchlarning yig'indisidan iborat deb qarash mumkin. Uzunligi l bo'lgan tokli o'tkazgichda harakatlanayotgan barcha zaryadli zarralar soni N ga teng bo'lsa, magnit maydonda harakat qilayotgan bitta zarraga ta'sir qiluvchi kuch

$$F = \frac{F_A}{N} = \frac{I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha}{N} \quad (1)$$

ga teng bo'ladi. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi

$$I = e \cdot n \cdot v \cdot S \text{ va } N = n \cdot S \cdot l \quad (2)$$

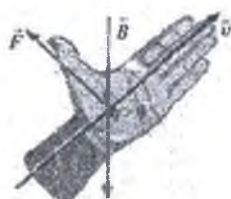
bunda: e – elektron zaryadi; v – zarraning tartibli harakat tezligi; n – zaryadlar konsentratsiyasi; S – o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzi.

(2) ifodalarni (1) tenglikka qo'ysak, bitta zarraga ta'sir qilayotgan kuchning ifodasi kelib chiqadi:

$$F_L = evB \sin \alpha \quad (3)$$

Magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadli zarraga shu maydon

tomonidan ta'sir etuvchi kuchga Lorens kuchi deyilib, bu kuch quyidagicha ta'riflanadi: bir jinsli magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadli zarraga ta'sir etuvchi kuch F_L zarraning zaryadi q ga, uning harakat tezligi u ga, magnit maydon induksiya vektori B ga hamda tezlik (du) vektori bilan magnit maydon induksiyasi (dB) vektorlari orasidagi burchak sinusi ko'paytmasiga teng bo'ladi.



121-rasm

Lorens kuchi yo'nalishi chap qo'l qoidasi yordamida aniqlanadi (121-rasm). Agar chap qo'lining kaftiga magnit induksiyasi vektorini tik tushadigan va ko'rsatkich barmoqlar musbat zaryad harakatining yo'nalishi bilan bir xil bo'lsa, u holda 90° ga ochilgan bosh barmoq Lorens kuchining yo'nalishini ko'rsatadi.

Magnit maydonga uchib kirayotgan protonga ta'sir qilayotgan Lorens kuchi, chap qo'l qoidasiga ko'ra, o'ng tomonga yo'nalgan bo'ladi.

Maydondagi elektron (manfiy zaryad)ning harakatini aniqlashda, to'rtta barmog'imizni tok yo'nalishiga qarama-qarshi holatda joylaymiz. Bunda

elektronga ta'sir qiluvchi Lorens kuchi chap tomonga yo'nalgan bo'ladi. Agar zaryadli zarra magnit induksiya chiziqlari bo'ylab harakatlansa, unga magnit maydon tomonidan kuch ta'sir qilmaydi.

Endi zaryadli zarraning harakatiga Lorens kuchining ta'sirini qarab chiqamiz. Zarra birjinsli magnit maydon kuch chiziqlari yo'nalishiga tik uchib kirayotgan bo'lsin. U holda zarra tezligi yo'nalishi bilan induksiya chiziqlari orasidagi burchak 90° ga teng bo'lib, zarraga ta'sir qilayotgan Lorens kuchi maksimal bo'ladi. Lorens

kuchi magnit maydonda harakatlanayotgan zarraning harakat yo'nalishiga perpendikular yo'nalganligi uchun u markazga intilma kuch vazifasini bajaradi. Natijada zaryadli zarraning harakat yo'nalishi o'zga rib, harakat trayektoriyasi egrilanadi, ya'ni:

$$\frac{mv^2}{R} = qvB \quad (4)$$

Lorens kuchi ish bajarmaganligi bois, zarraning harakat tezligi ham o'zga olmaydi. Demak, zarra aylana bo'ylab tekis harakatlanishni davom ettiradi binobarin, magnit maydondagi zaryadli zarraning harakat trayektoriyasi aylanadan iborat bo'lib, uning radiusini quyidagi ifoda orqali aniq laymiz:

$$R = \frac{mv}{qB} \quad (5)$$

Demak, zarra trayektoriyasining egrilik radiusi uning massasi bilan tezligining ko'paytmasiga to'g'ri, zaryadi bilan magnit maydon induksiyasining ko'paytmasiga esa teskari proporsional ekan. Zarraning to'liq bir marta aylanishi uchun ketgan vaqtni, ya'ni aylanish davrini aniqlaylik. Buning uchun zarra bir marta to'liq aylangandagi yo'lni (aylana uzunligi $2\pi \cdot R$) zarraning (v) tezligiga bo'lamiz:

$$T = \frac{2\pi R}{v} \quad (6)$$

(5) ifodadan foydalanib (6) ifodani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

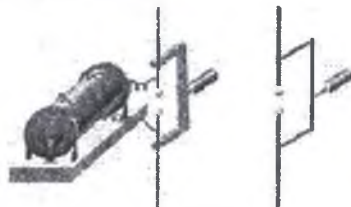
$$T = 2\pi \frac{m}{qB} \quad (7)$$

Zarraning aylanish davri uning tezligiga bog'liq bo'lmay, zarraning massasiga, zaryadiga va magnit maydon induksiyasining kattaligiga bog'liq bo'lar ekan. Magnit va elektr maydon ta'sirida vakuumda harakatlanayotgan zaryadli zarralarni massalari bo'yicha tarkibiy qismlarga ajratuvchi asbob masspektrometr deb ataladi.

39-tajriba. Elektromagnit tebranishlarning tarqalishi. Elektromagnit to'liqin tezligini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) yupqa havo qatlami bilan ajratilgan diametri 10–30 cm bo'lgan ikkita sharcha yoki silindr, 2) sterjen.

1831-yilda M.Faradey tomonidan kashf etilgan elektromagnit induksiya hodisasini chuqur o'rgangan Maksvell quyidagi xulosaga keladi: magnit maydonning har qanday o'zgarishi uning atrofidagi fazoda uyurmaviy elektr maydonni hosil qiladi. Faradey tajribalaridagi berk o'tkazgichda induksion EYuK hosil bo'lishining sababchisi shu o'zgaruvchi elektr maydon hisoblanadi. Bu uyurmaviy elektr maydoni nafaqat o'tkazgichda, balki ochiq fazoda ham hosil bo'ladi. Shunday qilib, magnit maydonning o'zgarishi elektr maydonni hosil qiladi. Tabiatda bunga teskari hodisa bo'lmasmikan, ya'ni o'zgaruvchan elektr maydon magnit maydonni hosil qilmasmikan? Bu taxmin simmetriya nuqtayi nazaridan olganda Maksvell gipotezasining asosini tashkil qiladi. Bu gipotezaga ko'ra elektr maydonning har qanday o'zgarishi uning atrofidagi fazoda uyurmaviy magnit maydonni hosil qiladi. Maksvellning bu gipotezasi ancha vaqt o'z tasdig'ini topmadi. Elektromagnit to'liqlarni faqat Maksvell o'limidan 10 yil o'tgach, eksperimental ravishda H.R. Hertz tomonidan hosil qilindi. 1886–1889- yillarda H. Hertz elektromagnit to'liqinni hosil qilish uchun yupqa havo qatlami bilan ajratilgan diametri 10-30 cm bo'lgan ikkita sharcha yoki silindr olib, to'g'ri sterjen uchlariga mahkamlagan (122-rasm).



122-rasm.

Boshqa tajribalarida tomoni 40 sm bo'lgan metall varoqdan foydalangan. Sharchalar oralig'i bir necha mm atrofida o'zgaruvchi elektr va magnit maydonlari hosil bo'ladi. Elektromagnit to'lqinlarning tarqalishi nurlanish deb ham ataladi.



123-rasm.

Hertz tajribalarida to'lqin uzunligi bir necha o'n santimetrni tashkil etgan edi. Vibratorida hosil bo'layotgan xususiy elektromagnit tebranishlar chastotasini hisoblab, elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezligini $u = \lambda \cdot \nu$ formula yordamida aniqlaydi. U yorug'lik tezligiga teng bo'lib chiqadi.



124-rasm

Keyingi zamonaviy o'lchashlar ham bu qiymatning to'g'riligini tasdiqladi.

VBOB. OPTIKA BO'LIMIDAN NAMOYISH TAJRIBALAR

1-tajriba. Nurlanish. Turmushda va texnikada issiqlik uzatilishidan foydalanishni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalari: 1) uylarni qaynagan suv bilan isitish siste masida qo'llaniladigan «qozon», 2) radiator idish 3) termos.

Shunday qilib, konveksiya ham, issiqlik o'tkazuvchanlik ham zarralar harakati bilan amalga oshiriladi. Unda Yerdagi energiyaning asosiy sababchisi bo'lgan Quyoshdan issiqlik Yerga qanday uzatiladi? Axir, Yer va Quyosh orasida zarralar deyarli yo'q bo'lgan muhit – vakuum mavjud-ku! Bu holatda issiqlik nurlanish orqali uzatiladi. Quyoshdan kelayotgan yorug'lik eqimi o'zi bilan birga issiqlik energiyasini ham olib keladi. Cho'g'lanma elektr lampochkasi ham yorug'lik bilan birga issiqlikni nurlantiradi. Lampochka ichida havo bo'lmasa-da, lampochkadan nurlangan issiqlikni kaftimiz bilan sezishimiz mumkin. Nurlanish orqali olingan energiya isitiluvchi yuza rangiga bog'liq. Qishda qor ustiga bir xil materialdan qilingan bir xil yuzali, biri oq, ikkinchisi qora rangga bo'yalgan mato yoyib qo'yilsa, qora mato tagida qor ko'proq eriganligini ko'ramiz. Demak, yuzaga tushgan nurlanish ener giyasi unga yutilishi yoki undan qaytishi mum kin ekan. Deraza oynal ari Quyoshdan keluvchi nurlanishni yaxshi o'tkazadi, lekin uydagi radiator dan chiqqan issiqlikni yomon o'tkazadi. Issiqxona («teplitsa») lar dagi oynali devor va shiplarning vazifasi sizga endi tushunarli bo'lsa kerak! Konveksiya, issiqlik o'tkazuvchanlik va nurlanish hodisalaridan turmushda va texnikada keng foydalan iladi. 1-rasmda uylarni qaynagan suv bilan isitish siste masida qo'llaniladigan «qozon»ning ichki tuzilishi keltirilgan. Unda hosil bo'ladigan konveksiyani tushunt irishga harakat qiling. 2-rasmda radiator vos itasida isitiladigan xonaning qirqimi ko'rsatilgan. Xonada borayotgan jarayon haqida tushuntirish bering. Nima sababdan radiat orlar deraza tagiga o'rnatiladi? 3-rasmda suyuqliklarni dastlab quyilgan paytidagi temperaturasida uzoq muddat saqlaydigan idish termos keltirilgan. Unda

metall qobiq ichida ikki qavatdan iborat shisha devorli idish joylashtirilgan. Shisha devorlar oralig'i vakuumdan iborat. Shisha idishning ichki qismi yupqa kumush bilan qoplangan. Bunday idishdagi suyuqlik issiq holatda uzoq vaqt saqlanadi. Issiqlik uzatishning uchta turi bo'yicha issiqlik tarqalib ketmasligining sababini tushuntirib ko'ring. Demak, zaruriyatga qarab, issiqlikni yaxshi o'tkazish lozim bo'lsa, konvek siyani tezlashtirish choralari hamda issiqlikni yaxshi o'tkazadigan materiallardan foydalanish kerak ekan. Uyda ovqat pishirish va choy qaynatish uchun ishlatiladigan qozon va chovgumlarni issiqlikni yaxshi o'tkazuvchi materiallardan yasaladi. Lekin qaynagan choyni uzoqroq issiq holatda ushlab turish uchun chinni choynakka damlagan ma'qul bo'ladi. Choyni stakanda ichsak, og'iz kuyib qoladi. Lekin chinni piyolada ichsangiz kuymaydi. Nima sababdan?



1-rasm



2-rasm



3-rasm

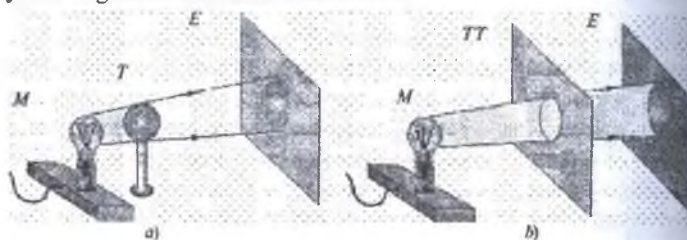
Nurlanish energiyasidan foydalanishda ham materiallarga va uning rangiga e'tibor beriladi. Yozda issiqlik nurlarini yaxshi qaytaradigan oq rangdagi liboslar kiyilsa, qishda to'q rangdagilari kiyiladi.

2-tajriba. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi. Soya va yarim soyani hosil bo'lishini o'rganish

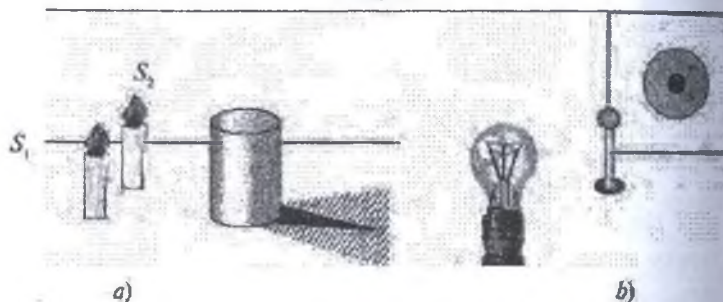
Kerakli asbob va uskunalar: 1) yorug'lik manbai, 2) ekran, 3) tirqishi bor to'siq, 4) manba, 5) elektr lampochkasi.

Yorug'likning tarqalishini o'rganish uchun quyidagi tajribani ko'raylik. Yorug'lik manbai (M) va ekran (E) oralig'iga birorta to'siq

(T) qo'yaylik (4-a rasm). Shunda ekranda to'siq hosil qilgan soyani ko'ramiz. Agar manba (M) bilan ekran oralig'iga tirqishi bor to'siqni (TT) qo'ysak, ekranda tirqish shakliga mos yorug' dog'ni ko'ramiz (4-b rasm). Soya chetlaridan to'siqqa tomon chiziqlar tushirsak, ular manbada uchrashadi. Shunday hol yorug' dog' va tirqish orqali to'g'ri chiziq o'tkazilsa ham kuzatiladi. Bundan yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi, degan xulosaga kelamiz. Shunga ko'ra yorug'likni nur deb ham ataladi. Matematikada ba'zan to'g'ri chiziqni chizishda «nur o'tkazaylik» degan iborani ham ishlatishadi.



4-rasm



5-rasm

5-rasmda buyum orqasida hosil bo'lgan soyani qaraylik. Soyaning o'rta qismi to'la qorong'i, chet qismi esa nimqorong'i. Shunga ko'ra to'la qorong'i qismini soya, nimqorong'i qismini yarim soya deb ataladi. 5-a rasmda buyumga yorug'lik ikkita manba (S_1 va S_2)dan tushgan hol ko'rsatilgan. Buyum orqasida hosil bo'lgan soya qismiga birta manbadan yorug'lik tushmaydi. Yarim soya qismiga manbaning bittasidan yorug'lik tushadi. Yarim soyadan tashqariga har ikkala manbadan yorug'lik tushadi. Agar shamlardan birini o'chirsak, buyum

orqasida faqat soya hosil bo'ladi. 5-b rasmdagi manzar aniqlashni o'rnatish uchun yorug'likni o'rnatishga harakat qiling! Unda shar o'lchami yorug'lik manbai elektr lam pochkasidan ancha kichik.

3-tajriba. Yorug'likning tezligi. Yorug'likning qaytish va sinish hodisalarini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) stakanga solib qo'yilgan naycha, 2) optik disk, 3) yassi ko'zgu.

Aristotel, yorug'lik nuri bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga bir zumda boradi, deb hisoblagan edi. Yorug'lik tezligini tajribada aniqlashga Galiley uringan. Bir-biridan bir necha kilometr uzoqlikda joylashtirilgan ikkita odamning biriga fonus berilgan. Fonusni bir minutga berkitib o'chgan odam vaqtni belgilagan. Ikkinchi kuzatuvchi ko'rgan vaqtni belgilagan. Lekin tajriba muvaffaqiyatsiz tugallangan. Yorug'lik tezligini birinchi bor 1676-yilda daniyalik astronom Olaf Ryomer o'lchashga muvaffaq bo'ldi. Shundan so'ng boshqa olimlar ham yorug'lik tezligini turlicha usulda o'lchadilar. Yorug'lik tezligi juda katta bo'lib, vakuumda

$$v = 300\,000 \text{ km/s ga teng.}$$

Tabiatdagi boshqa hech qanday jism yoki zarra bunday tezlikka erisha olmaydi. Yorug'lik bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda tezligi o'zgaradi. Masalan, suvda uning tezligi 225000 km/s bo'lsa, shishada 200000 km/s ga teng. Shunday katta tezlik bilan harakatlangan Quyosh nuri Yerga taxminan 8,3 minutda yetib keladi. Yorug'likning qaytishi. Siz ba'zi filmda qafas ichiga qo'yilgan ko'zgu oldiga borib qolgan maymun yoki boshqa hayvonlarning qanday ahvolga tushib qolganligini bir eslab ko'ring. Ular ko'zgu ichiga kirib sirli qiyofadoshini ushlamoqchi bo'ladilar. Suv ichgani kelgan yovvoyi odamlar ham suvda o'z akslarini ko'rib hayratga tushadilar. Bu hodisalarning sababi yorug'likning turli jismlar bilan – ko'zgu, suv yuzasi, deraza oynasi, silliqlangan metall yuzalari va boshqa buyumlardan qaytishidir. Yorug'lik havodan suvga tushganda uning bir qismi qaytadi, bir qismi

suv ichiga o'tadi. Yorug'likning qaytishini o'rganish uchun quyidagi qurilmadan foydalaniladi (6-rasm).

Optik disk o'rtasiga yassi ko'zgu qo'yib, unga «nurli ko'rsatkich» (lazer) nurini yuboraylik. Shunda ko'zgudan nur qaytganini ko'ramiz. Nurning tushish burchagini o'zgartirib ko'rsak, qaytish burchagi ham unga mos ravishda o'zgarar ekan. Tushish burchagi deb, tushgan nur bilan, nur tushgan nuqtaga o'tkazilgan perpendikulyar orasidagi burchak (α)ga aytiladi. Qaytish burchagi sifatida qaytgan nur bilan, shu nuqtaga o'tkazilgan perpendikulyar orasidagi burc hak (γ) olinadi. Tajribalar ko'rsatadiki, qaytish burchagi har doim tushish burchagiga teng:

$$\alpha = \gamma$$

Bunga yorug'likning qaytish qonuni deyiladi. Agar buyumning yuzasi mutlaq silliq bo'lganda edi, nur undan faqat bir tomonga qaytgan va biz uni o'sha tomondan qar asakkina, ko'rgan bo'lar edik. Aslida buyumlarning yuzasida g'adir-budurliklar bo'lganligi tufayli undan yorug'lik sochilib ketadi. Sochilgan nur ko'zni charchatmaydi. Shu sababli xonani yorituvchi manbalar yorug'likni sochib yuboradigan qilinadi. Yorug'likning sinishi. Yorug'likning sinishini o'rganish uchun optik diskda yassi ko'zgu o'rniga yarim doira shaklidagi shishani o'rnatamiz (7-rasm). Shishaga nurli ko'rsatkichdan nur yuborilganda, undan bir qism nur qaytganligini (1) va bir qismi sinib, shisha ichiga o'tganligini (2) ko'rish mumkin. Singan nur bilan sinish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar orasidagi burchak (β)sinish burchagi deyil adi. Tajribalar ko'rsatadiki, sinish burchagi tushish burchagidan kichik bo'ladi. Demak, yorug'lik nuri bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda o'z yo'nalishini o'zgartirar ekan.(8-rasm).

Stakanga solib qo'yilgan naycha singandek bo'lib ko'rin ishi, hovuzdagi suvga qaralganda chuqurmasdek bo'lib ko'rinishi yorug'likning suvga tushishi va chiqishida sinishi tufaylidir (8-rasm).



6-rasm



7-rasm



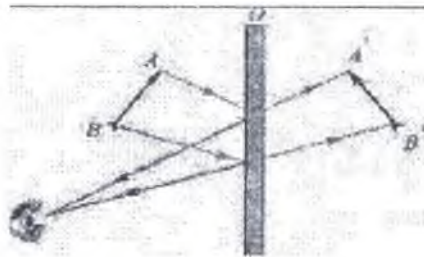
8-rasm

Yorug'likning bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda sinishiga sabab, yorug'likning tarqalish tezligi o'zgarishidir. Yorug'lik shishadan havoga yoki suvdan havoga o'tganda sinish burchagi tushish burchagidan katta bo'ladi. Shunga ko'ra, suvda yashovchilar uchun tashqi dunyo butunlay boshqacha bo'lib ko'rinadi.

4-tajriba. Yassi ko'zguni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) yassi ko'zgu, 2) botiq ko'zgu, 3) qavariq ko'zgu, 4) sham.

Ko'zguga qaramagan odam bo'lmasa kerak. Unga qarab nimani ko'ramiz? Ko'zga udam biz o'z aksimizni va atrofigimizdagi buyumlarni ko'ramiz. Ko'zgidagi tasvir o'lchamlari, buyumlar o'lchami bilan bir xil bo'ladi. Ko'zguga yaqinlashsak, tasvir ham yaqinlashadi, uzoqlashsak tasvir ham uzoqlashadi. Demak, tasvir ko'zguning yuzida emas, balki ichkarisida hosil bo'ladi. Buning sababi nimada? Bir tomoni kumush bilan qoplangan shisha plastinaga ko'zgu deyiladi. Narsa, buyumlardan qaytgan yorug'lik ko'zguga tushadi va uning kumushlangan qatlamidan qaytadi. Yorug'likning qaytish qonunidan foydalanib, yassi ko'zguda tasvir hosil qilishni ko'raylik (9-rasm). Tasvir hosil qilish uchun buyumdan ikkita nurni ko'zguga yo'naltiriladi. Bu nurlar ko'zgu yuzasidan qaytish qonuniga rioya qilib qaytadi.

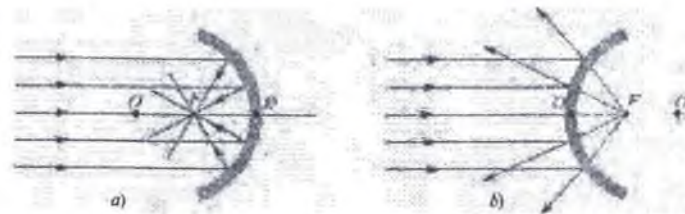


9-rasm.

Qaytgan nurlarni teskari tomonga davom ettirilsa, buyum tasviri ko'zgu orqasida hosil bo'ladi. Agar tasvirdan ko'zgu gacha va ko'zgudan buyum gacha bo'lgan masofalar o'lchansa, ular teng bo'lib chiqadi. Ko'zgudagi aksimizga qarab, unga o'ng qo'limizni uzatsak, aksimiz chap qo'lini uzatadi.

Demak, yassi ko'zguda chap tomon bilan o'ng tomonning o'mi almashinib ko'rinadi. Ko'zgudagi buyum o'zidan nur chiqarmaydi. Shu sababli tasvirni mavhum tasvir deyiladi.

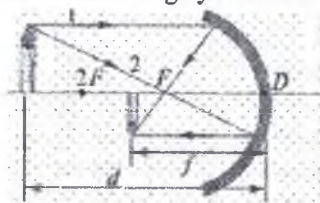
Shunday qilib, buyumning yassi ko'zgudagi tasviri mavhum, to'g'ri, o'lchamlari buyum o'lchamlariga teng, buyum ko'zgudan qancha masofada bo'lsa, ko'zgu orqasida shunday masofada va chap tomoni o'ng tomoni bilan almashinib ko'rinadi. Sharning bir bo'lagi ko'rinishida bo'lgan ko'zgular sferik ko'zgular deyiladi. Ular ikki turda bo'ladi: botiq va qavariq. Botiq ko'zguda nur sferaning ichki qismidan, qavariq ko'zguda sferaning tashqi qismidan qaytadi. Botiq ko'zguna Quyosh nurlari yuborilsa, ular bitta nuqtada to'planadi (10-a rasm). Bu nuqta botiq ko'zguning bosh optik o'qida joylashib, uning fokusi deyiladi. Ko'zgu markazi D nuqtadan F nuqttagacha bo'lgan masofa fokus masofasi deyiladi. Qavariq ko'zguna tushgan Quyosh nurlari undan sochiladi (10-b rasm). Sochilgan nurlarni fikran davom ettirilsa, F nuqtada kesishadi. Unga mavhum fokus deyiladi. OD – ko'zguning egrilik radiusi, DF – ko'zguning fokus masofasi deyiladi. $OF = \frac{OD}{2}$.



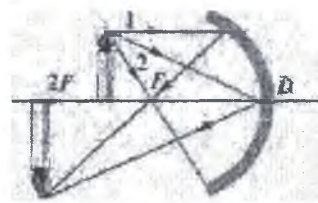
10-rasm.

$$F = \frac{R}{2}$$

Agar yorug'lik manbaini botiq ko'zguning fokusiga qo'yilsa, undan chiqqan nurlar ko'zgudan qaytib, bosh optik o'qqa parallel holda qaytadi. Ko'zgularda tasvir yasash uchun buyumdan chiqqan ikkita nurdan foydalanish kifoya. 11-rasmda botiq ko'zguda yonib turgan shamning tasvirini yasash keltirilgan. 12-rasmda buyum ko'zgudan $2F$ masofadan nariga qo'yilgan. Undan 1 nurni bosh optik o'qqa parallel, 2 nurni bosh fokus F ga yo'naltiramiz.



11-rasm



12-rasm

Bu nurlar ko'zgudan qaytib, o'zaro uchrashgan joyida shamning tasviri hosil bo'ladi. Tasvir to'nkarilgan, kichiklashgan va haqiqiy bo'ladi.

Agar buyum ko'zgudan $2F$ va F oralig'idagi masofaga qo'yilsa (13-rasm), tasvir bu safar ham 1 va 2 nur yordamida yasaladi. Tasvir to'nkarilgan, kattalashgan va haqiqiy bo'ladi.

Agar buyum $2F$ masofaga qo'yilsa, buyum va tasvir ustma-ust tushadi.

14-rasmda qavariq ko'zguda tasvir hosil qilish ko'rsatilgan. Unda tasvir to'g'ri, kichiklashgan va mavhum bo'ladi. Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, qavariq va botiq ko'zgularda buyumdan ko'zgu

markazigacha bo'lgan masofa d , tasvirdan ko'zgu o'rtasigacha bo'lgan masofa f (11-rasm) va fokus masofasi F orasida quyidagicha bog'liqlik bor:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

Botiq ko'zgular d va F hamma vaqt musbat qiymatga ega. f ning qiymati haqiqiy tasvir uchun musbat, mavhum tasvir uchun manfiy bo'ladi.



14-rasm

Sferik ko'zgular kundalik turmushda va texnikada keng qo'llaniladi. Qavariq ko'zgular avtomobillarda orqa tomorni kuzatish uchun o'rnatiladi. Chunki unda yassi ko'zguga nisbatan kattaroq joyni ko'rish mumkin. Botiq ko'zgular nurni to'plash xususiyatiga ega bo'lganligidan

projektorlarda, avtomobil va qo'l chiroqlarida qo'llaniladi.

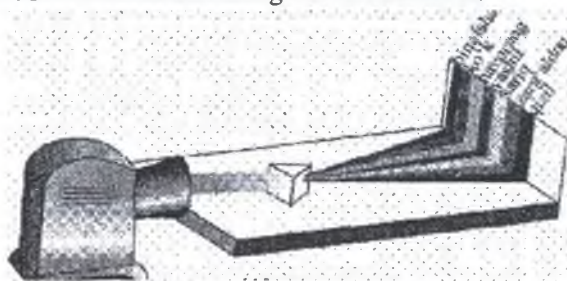
5-tajriba. Shisha prizmada yorug'likning tarkibiy qismlarga ajralishi. Kamalak hodisasini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalari: 1) uchburchak shaklidagi shishadan yasalgan prizma, 2) elektr lampochka.

Har biringiz bahor paytida yomg'irdan so'ng osmonda yoy shaklidagi rangli «kamalak»ni kuzatgansiz. Ko'pincha kamalak ikkita bo'lganligidan yurtimizda Hasan-Husan deb ham nomlashadi. Shunday kamalakni yoz kunlarida otilib turgan favvoralar yaqinida o'tirib ham

kuzatish mumkin. Sun'iy ravishda shlangdan suv sepganda sochilib chiqayotgan zarralarda ham ba'zan kamalakni kuzatish mumkin.

Ko'ringan tabiiy kamalakka qarab yura boshl asangiz, u ham sizdan uzoqlasha boradi va keyinroq yo'qoladi. Yorug'likning rangini o'rganishni birinchi bor ilmiy ravishda 1666-yilda Nyuton boshlab beradi. Bu haqda Nyuton quyidagicha yozadi. «Men 1666-yilda (sferik ko'rinishga ega bo'lmagan optik shishani silliqalayotganimda) yorug'lik rangi haqidagi hodisani o'rganish uchun uchburchak shaklidagi shisha prizmani topib oldim. Shu maqsadda men xonamni qorong'ilashtirib, unda quyosh nurlari kirishi uchun kichik tirqish qoldirdim. Prizmani shunday joylashtirdimki, natijada yorug'lik prizmadan o'tganidan so'ng qarama-qarshi devorga tushdi. Menga devordagi jonli ranglarni ko'rish katta mamnuniyat keltirdi». Bu tajribani o'zingiz ham bajarib ko'rishingiz mumkin. Buning uchun Quyoshdan keluvchi yoki elektr lampochkadan chiqqan nurlarni tirqish orqali uchburchak shaklidagi shishadan yasalgan prizмага tushiriladi. Prizмага tushirilgan oq nur, undan o'tgach, yetti xil rangga ajralar ekan (15-rasm). Ranglarning joylashish tartibi quyid agicha: qizil, zarg'aldoq, sariq, yashil, havorang, ko'k va binafsha. Yetti xil rangdan tashkil topgan tasvir spektr deb ataladi. Prizmadan chiqqan nur rangli bo'lishidan tashqari, kirgan nurga nisbatan yoyilgan hol atda bo'ladi. Buning sababini o'rganish uchun prizmadan chiqqan nurlardan bittasini qoldirib, qolganini berkitamiz va qoldirilgan nur yo'liga boshqa prizmani qo'yamiz. Prizmadan o'tgan nurlarning og'ish burchag ini o'lc hab, turli rangdagi nurlarning prizmadan o'tishda turli burchakka og'is hini kuzatamiz.



15-rasm.

Eng ko'p og'ish binafsha nurga, eng kam og'ish qizil nurga to'g'ri keladi. Agar berkitilgan nurlarni ochib yuborib, ikkinchi prizmadan o'tkazilsa, nurlar yig'ilib, yana oq nur ko'rinishida bo'ladi. Bu bilan Nyuton Quyoshdan keluvchi oq nur aslida ma'lum nisbatda qo'shilgan turli toza ranglarning aralashmasidan iborat ekanligini isbotlaydi. Haqiqatan ham, keyinchalik Yung degan olim yettita rang emas, balki uchta: qizil, havorang, yashil ranglarni qo'shib oq rang hosil qilib ko'rsatadi. Shu uchta rangni turli nisbatda aralashtirilsa, boshqa barcha ranglar hosil bo'lar ekan. Hozirgi zamon rangli televizorlarida mana shu uchta rang qo'shilishidan rangli tasvir hosil qilinadi. Narsa va predmetlarning ham turli rangda ko'rinishi ularning o'ziga tushgan yorug'likdagi ayrim ranglarni yutib, ayrimlarini esa qaytarishidir.

Masalan, qizil shar faqat qizil rangni qaytarib, qolganini yutadi. Qora jism tushgan yorug'likning deyarli barchasini yutsa, oq jism qaytaradi.

Demak, yuqorida aytilgan kamalak ham yomg'ir tomchilari xuddi prizma kabi nurlarni qaytarishi va undan sinib o'tishi sababli paydo bo'ladi.

Aristotel kamalak uchta rangdan iborat deb hisoblagan: qizil, yashil, binafsha. Nyuton esa dastlab kamalakda beshta rangni ajratgan: qizil, sariq, yashil, ko'k, binafsha. Keyinchalik o'nta rang bor deb aytgan. Oxirida yettita rangda to'xtagan. Haqiqatan, kamalakka diqqat bilan qaralsa, ranglar bir-biridan aniq chegara bilan ajratilmagan. Yetti raqamining qabul qilinishi shartli bo'lib, qadimdan bu raqamga alohida urg'u berilgan. Dunyodagi yetti mo'jiza, yetti qavat osmon, haftaning yetti kuni va h.k. Momaqaldiroqli yomg'irdan so'ng ko'ringan kamalak yorqin bo'ladi. Maydalab yoqqan yomg'irdan so'ng hosil bo'lgan kamalak xiraroq bo'ladi. Quyosh gorizontga qancha yaqin bo'lsa, kamalak o'lchamlari shuncha katta bo'ladi.

6-tajriba. Difraksion panjara

Kerakli asbob va uskunalar: 1) yorug'lik nuri, 2) difraksion panjara, 3) ekran.

Yorug'lik difraksiyasi. Yorug'likning o'z yo'lida uchragan to'siqning chetki qismiga kirishini odamlar ancha avval sezganlar. Bu hodisaning ilmiy izohini birinchi bo'lib F.Grimaldi bergan. U narsalar ortida paydo bo'ladigan soyaning xiraroq chiqishini tushuntiradi. U bu hodisani difraksiya deb ataydi. Shunday qilib, to'lqinning o'z yo'lida uchragan to'siqni aylanib o'tishiga to'lqinlar difraksiyasi deyiladi. Bunda yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni bajarilmaydi. Difraksiya hodisasi kuzatilishi uchun to'siqning o'lchami unga tushayotgan to'lqin uzunligidan kichik bo'lishi kerak. Yorug'lik difraksiyasini tor tirqishdan yorug'lik o'tganida ham kuzatish mumkin. Bunda ham tirqish o'lchami unga tushgan yorug'lik to'lqini uzunligidan kichik bo'lishi kerak.

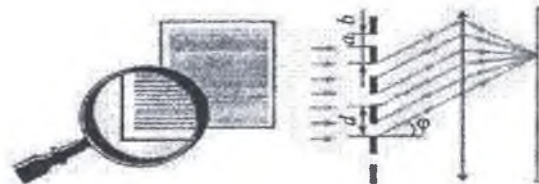
Yorqin va aniq difraksion manzarani olish va kuzatish uchun difraksion panjaradan foydalaniladi. Difraksion panjara – yorug'lik difraksiyasi kuzatiladigan ko'p sonli to'siq va tirqishlar yig'indisidan iborat. Difraksion panjara tirqishlarining joylashishiga qarab ikki turga bo'linadi: tartibli (muntazam) va tartibsiz difraksion panjaralar.

Tartibli difraksion panjarada, tirqishlari ma'lum bir qat'iy tartibda joylashgan bo'ladi. Tartibsiz difraksion panjarada, tirqishlari tartibsiz joylashgan bo'ladi.

Yassi tartibli difraksion panjarani tayyorlash uchun olmos yordamida shaffof plastinaga parallel va bir-biriga juda yaqin joylashgan chiziqlar tortiladi.

Tortilgan chiziqlar to'siq, ular orasi tirqish vazifasini o'taydi. Tirqishning eni a , to'siq eni b bo'lsin. U holda $a+b = d$ panjaraning doimiysi yoki davri deyiladi.

Yorug'likning difraksion panjaradan o'tishini qaraylik (16-rasm).



16-rasm.

Bunda monoxromatik nur panjara tirqishlari tekisligiga tik tushayotgan bo'lsin. Tirqishdan o'tgan nurlar difraksiya hodisasi tufayli φ burchakka buriladi. Ularni to'plab, ekranga tushiriladi. Ekranda difraksiyon manzara qoramtir rangli oraliqlar bilan ajratilgan yorug' polosalar qatori ko'rinadi.

Bunda panjara doimiysi d , yorug'likning to'lqin uzunligi λ , nurning panjara rada burilish burchagi φ quyidagi formula yordamida bog'langan bo'ladi:

$$d \sin \varphi = n\lambda;$$

bunda: n – difraksiyon maksimumlarning tartib raqami. Agar $n = k$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) bo'lsa, nurlar uchrashganda bir-birini kuchaytiradi.

$$n = \frac{2k + 1}{2}$$

bo'lganda nurlar bir-birini susaytiradi.

Yorug'likda kuzatiladigan interferensiya va difraksiya hodisalari uning to'lqin xususiyatiga ega ekanligini tasdiqlaydi. Bu hodisalardan texnikada foydalaniladi. Masalan, interferometr deb ataluvchi asbob juda sezgir bo'lib, u bilan juda kichik burchaklarni aniq o'lchash, yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash, kichkina kesmalarning uzunligini aniqlash, har xil moddalarning nur sindirish ko'rsatkichini aniqlash, sirtning g'adir-budurligini tekshirish va yaltirash darajasini aniqlash mumkin.

7-tajriba. Tovush manbalari va uni qabul qilgichlarni o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) uzun chizg'ich, 2) kamerton, 3) bolg'acha, 4) mikrofon

Tovush qanday hosil qilinishini o'rganish uchun quyidagi tajribani o'tkazaylik (17-rasm). Chizg'ichni olib, parta chetiga uchini uzun qilib chiqargan holda qo'yaylik. Qolgan qismini rasmda ko'rsatilganidek qo'l bilan bosib ushlaylik. Uzun uchidan pastga bosib qo'yib yuborsak, chizg'ich uchi tebrana boshlag anini ko'ramiz. Bunda tovush chiqadimi? Chizg'ich uchini parta ustiga surib tajribani takrorl aymiz. Bunda tovush eshitiladi. Chizg'ichning tebranuvchi qismini kamaytirib borilsa, tovush aniqroq eshitila boshlaydi. Demak, tovush chiqaruvchi barcha manbalarda nimadir tebranar ekan. Haqiqatan ham, radiokarnayni 18-rasmda ko'rsatilganidek qo'yib, ustiga kichik yengil po'kak parchalarini yoki o'yinchoq to'pnonchani



17-rasm

plastmassa sharcha– o'qlarini qo'ysak, tovush chiqayotganda sharchalar sakrab turganligini ko'ramiz.

Nima sababdan uzun chizg'ich tebranib turganda biz uning tovushini eshitmadik? Buni tushunt irish uchun tebranishni xarakterlaydigan tushuncha va kattaliklarni kiritaylik.

1. Har qanday takrorlanuvchi harakatga tebran ma harakat deyiladi.

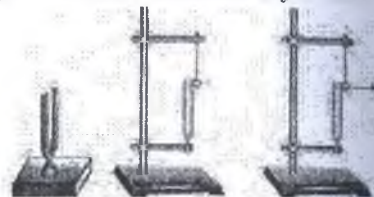
2. 1 sekund davomidagi tebranishlar soniga tebranishlar chastotasi deyiladi. Chastotani ν harfi bilan belgilanadi. Agar jism 1 sekundda 1 marta tebransa, uning chastotasini 1 Gers (Hz) deb qabul qilingan. Inson qulog'i 16 Hz dan 20 000 Hz gacha bo'lgan tovushlarni eshita oladi. 16 Hz dan kichik tovushlarni infratovush va 20 000 Hz dan kattalarini ultratovush deyiladi.

Aniq bir chastotali tovush chiqaradigan asbobga kamerton deyiladi. Kamertonni 1711-yilda ingliz musiqachisi J. Shorom ixtiro qilgan bo'lib, musiqa asboblarini sozlashda foydalangan. Kamerton ikki

shoxli metall sterj endan iborat bo'lib, o'rtasida tutqichi bor (19-rasm). Rezina ta yoqcha bilan kamert onning bir shoxchasiga urilsa, ma'lum bir to vush eshitiladi. Kamert on ning tebranishiga ishonch hosil qilish uchun ipga birorta yeng il sharchani osib, uni kamertonning ikkinchi shoxchasiga tegizib qo'ya miz. Kamertondan ovoz chiqqanda sharcha ham tebranib turganligini ko'rish mumkin. Kamertondan chiqadigan ovozni kuchaytirish uchun u yog'ochdan yasalgan qutiga o'rnatiladi. Bu qutini rezonator deyiladi. Shu maqsadda rubob, tor, dutor, tanbur kabi asboblarda tebranuvchi sim ostiga yupqa parda qo'yiladi. Odamning ham tovush chiqaruvchi og'zi kamertonga o'xshaydi. Til tebranuvchi jism bo'lsa, og'iz bo'shlig'i va tomog'i rezo nator vazifasini bajaradi.



18-rasm.



19-rasm.

Tovush qabul qilgichlarga biri nchi navbatda inson qulog'ini kiritamiz. Quloq ichida maxsus parda bo'lib, unga tovush tushg anda tebranadi va undan signallar miyaga uzatiladi. Odamlar qul oqlarining sezgirligi turlicha bo'ladi. O'quvchi yoshlar bilan qariyalarning qulog'i birday eshitm aydi. Xuddi shunday, hayvonlarning ham tovushni eshitish chastota diapazoni boshqacha. Kapalaklar, kuchuk va mushuklar, ko'rshapalaklar ultra tovushlarni ham qabul qila oladi.

Delfin 200 kHz gacha bo'lgan ultratovushlarni qabul qiladi.

Tovushni qabul qilish uchun maxsus mikrofonlar yaratilgan. «Mikrofon» so'zi yunoncha ikki so'zdan: mikros – kichik va phone – t o v u s h so'zlaridan olingan. Mikrofondan tovush tebranishlari elektr tebranishlariga aylantiriladi, so'ngra maxsus kuchaytirgichlarda kuchaytiriladi.

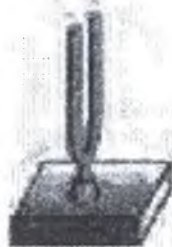
8-tajriba. Tovush kattaliklarini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) kamerton, 2) "Rupor".

Tovushlar yo'g'on va ingichka, baland va past, yoqimli va yoqimsiz bo'ladi. Ular bir-biridan qanday kattaligi bilan farq qiladi?

Buning uchun maxsus kattaliklar kiritilgan. 1. Tovushning qattiqligi. 20-rasmdagi kamertonning sharcha tegmagan shoxchasiga sekingina rezina bolg'a bilan uraylik. Shunda kamerton tebranishi tufayli sharcha ma'lum uzoqlikka borib keladi.

Bolg'a bilan qattiqroq uraylik. Sharcha oldingidan uzoqroqqa borib keladi. Kamertonning tebranishi davrida eng katta chetlashishiga tebranishlar amplitudasi deyiladi.



20-rasm

Kamerton qanchalik katta amplituda bilan tebransa, undan chiqadigan tovushning qattiqligi shuncha katta bo'ladi. Tovush energiyaga ega. Agar tovush energiyasi ma'lum kattalikdan kichik bo'lsa, inson unday tovushlarni eshitmaydi. Bu quyi chegara 1 m^2 yuzaga to'g'ri kelgan tovush quvvati $0,000001 \text{ mkW}$ deb belgilangan. Birlik yuzaga to'g'ri kelgan tovush quvvati 1 W/m^2 ga borganda, inson qulog'ida og'riq sezadi va tebranishlarni tovush sifatida qabul qilmaydi. Tovushning qattiqligi 1858-yilda nemis fiziklari V. Veter va G. Fexner tomonidan tavsiya qilingan qonun asosida aniqlanadi. Inson sezadigan tovush qattiqligining quyi chegarasi Bell deb belgilangan. Bu birlik telefonni ixtiro qilgan G. Bell sharafiga qo'yilgan. Og'riq sezish bo'sag'asini 130 dB deb qabul qilingan ($1 \text{ detsibel} = 1 \text{ dB} = 0,1 \text{ B}$).

Shunga ko'ra sekin suhbatniki 40 dB, shovqinniki 80 dB, samolyotniki 110–120 dB ga teng. Tovushning balandligini mexanik va elektr qurilmalar yordamida kuchaytirish mumkin. Masalan, karnaydan chiqayotgan ovozni bir tomonga yo'naltirib, tarqalish yuzasi kichiklashtiriladi. «Rupor» (21-rasm) ham shunday tovushni yo'naltirib beradi. Qadimda tovushni kuchaytirib beruvchi apparatlar bo'lmaganida, «qulog'i og'ir» odamlar ruporni qulog'iga qo'yib eshitganlar.



21-rasm.

2. Tovushning balandligi. Bu kattalik tovush chastotasi bilan belgilanadi. Ma'lumki, inson gapirganda yoki ashula aytganda bir xil chastotali tebranishlar chiqar masdan, ko'p xil chastotali tebranishlar hosil qiladi. Erkak kishi gapirganda uning tovushida 100 dan 7000 Hz gacha, ayol tovushida 200 dan 9000 Hz gacha bo'lgan tebranishlar uchraydi. Nog'oradan chiqadigan tovushlar 90 dan 14 000 Hz gacha bo'ladi.

3. Tovush tembri. Unga qarab kim gapirayotganini, kim kuylayotganini yoki qanday cholg'u asbobi chalinay otganini aniqlash mumkin. Tovush ichidagi ko'p chastotali tebranishlardan eng kichik chastotasi ν_0 ni asosiy ton deyilib, $2 \nu_0$, $3 \nu_0$ va h.k. chastotali tebranishlarni obertonlar deyiladi. Mana shu obertonlar soni va obertonlar kuchi hamda tovush balandligiga qarab, tovush manbalari turli xil tembrga ega bo'ladi.

Erkaklar chiqaradigan asosiy tonga qarab, ovozi «Bas» (80–350 Hz), «Bariton» (110–400 Hz), «Tenor» (230–520 Hz) kabilarga, ayollarnikini «Soprano» (260–1050 Hz), «Kontralto» (170–780 Hz),

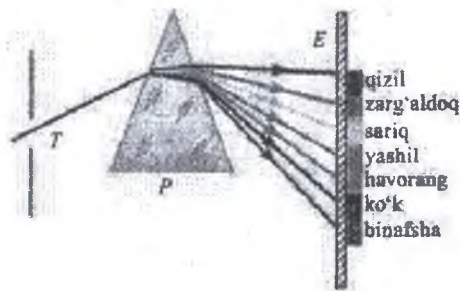
«Messo-soprano» (200–900 Hz) va «Koloratur soprano» (260–1400 Hz) larga bo‘linadi.

9-tajriba. Yorug‘lik dispersiyasi. Spektral analiz

Kerakli asbob va uskunalar: 1) prizma, 2) yorug‘lik manbai, 3) ekran.

Turli xil jismlar va moddalarning rangi haqidagi savol insonlarni qadimdan qiziqtirib kelgan. Nima sababdan Quyosh ufqqa botayotganda qizarib botadi?

Nima sababdan kamalak hosil bo‘ladi? Yorug‘lik ayrim minerallardan o‘tganida ular nima sababdan rangli tovlanadi? kabi savollarga Nyuton zamoniga kelibgina javob topish mumkin bo‘ldi. 1666-yilda I. Nyuton o‘zi o‘tkazgan tajribasi haqida quyidagilarni yozadi: “Men turli shakldagi optik shishalarga ishlov berish vaqtida rang to‘g‘risidagi ma‘lum hodisalarni tekshirish uchun uchburchak shisha prizmani tayyorladim. Shu maqsadda men xonamni qorong‘i qildim va quyosh nurining tushishi uchun deraza darchasida juda kichik teshik yasadim. Shu teshikka men prizmani undan singan nur devorga tushadigan qilib joylashtirdim. Shunday usulda olingan xilma-xil va kuchaytirilgan ranglarni ko‘rish hamda kuzatish menda katta qiziqish hosil qildi”.



22-rasm.

Yorug'lik prizma orqali o'tganda paydo bo'lgan har xil ranglar to'plamini Nyuton spektr (lotincha spektrum – ko'rish) deb atadi (22-rasm).

Nyuton tirqishni qizil rangli shisha bilan berkitganda devorda faqat qizil rangli dog'ni, yashil rangli shisha bilan berkitganda faqat yashil dog' bo'lishini kuzatadi. Bunda u ularning sinishini ham o'rganadi va har xil ranglar turlicha sinishini payqaydi. Masalan, qizil rang boshqalariga nisbatan kam sinsa, binafsha rang esa hammasidan kuchli sinadi.

Nyuton buning sababini bilmaydi. Lekin bu tajriba oq rang, murakkab rang ekanligini ko'rsatadi. U asosan yettita rangdan iborat ekan: qizil, arg'aldoq, sariq, yashil, zangori, ko'k va binafsha. Oq rangning murakkabligini isbotlovchi Nyutonning yana boshqa tajribalari bor. 1. Nyuton doira olib, uni sektor tarzida asosiy yettita rangga bo'yab qo'yadi. Bu doira dvigatelning aylanish o'qiga mahkamlanadi. Aylanishning ma'lum bir tezligida rangli doira oq bo'lib ko'rinadi.



23-rasm.

Agar birinchi prizmadan o'tib, ranglarga ajralgan yorug'lik yo'liga birinchi prizma nisbatan 180° ga burilgan prizma qo'yilsa, bu prizma yig'uvchi linza vazifasini bajaradi. Undan chiqqan yorug'lik dastasi to'plangan nuqtasida oq rangda bo'ladi (4.21-rasm). Nyutonning kashf etgan bu hodisasi yorug'lik dispersiyasi (lotincha dispergeso chib tashlash) degan nom oldi. Shunday qilib, Nyuton Quyoshdan keluvchi oq nur barcha rangli nurlarning yig'indisidan iborat ekanligini isbotlaydi. Quyosh

nurlari ostida narsa va predmetlarning turli rangda ko'rishiga sabab, ular ayrim ranglarni yutishi, ayrimlarini esa qaytarishidir. Absolyut qora jism barcha nurlarni yutadi, oq jism esa qaytaradi. Yorug'likning to'liq nazariyasiga ko'ra, yorug'lik fazoda juda katta tezlik bilan tarqaluvchi to'liqlardir. Uning rangi, chastotasiga bog'liq. Yorug'lik to'liqlarining to'liq uzunligi juda kichik. Masalan, qizil nur eng katta to'liq uzunligiga ega bo'lib, uning qiymati $\lambda_q = 7,6 \cdot 10^{-7}$ m ga teng.

Eng kichik to'liq uzunligi binafsha nurga tegishli bo'lib, uning kattaligi $\lambda_b = 3,8 \cdot 10^{-7}$ m. Boshqa nurlarning to'liq uzunligi ularning oralig'ida yotadi.

1873-yilda ingliz olimi J.Maksvell yorug'likning $c = 3 \cdot 10^8$ m/s tezlik bilan tarqaladigan elektromagnit to'liqlardan iborat ekanligini nazariy jihatdan isbotlaydi. Bu nazariyani H.Hertz tajribada tasdiqlagan sizlarga ma'lum.

Bir muhitdan ikkinchisiga yorug'lik o'tganida uning to'liq uzunligi o'zgaradi, lekin chastotasi o'zgarmaydi. Bizga ma'lumki, to'liq tezligi v , uning uzunligi λ va chastotasi ν o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$v = \lambda \nu.$$

Bundan muhitda turli rangga ega bo'lgan nurlarning turli tezlik bilan tarqalishi kelib chiqadi. Agar muhitning nur sindirish ko'rsatkichi n ning yorug'likning vakuumdagi tarqalish tezligi c va muhitdagi tarqalish tezligi v bilan bog'liqligini hisobga olinsa, muhitning nur sindirish ko'rsatkichi turli nurlar uchun turlicha bo'lishi kelib chiqadi.

Nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'liq uzunligiga bog'liqligiga dispersiya deyiladi.

Bu – dispersiyaga berilgan ikkinchi ta'rifdir. Bundan prizmadan o'tgan nurlar nima uchun turli burchakka og'ishi sababini tushunib olsa bo'ladi. Demak, qizil nurlarning har qanday muhitdagi tezligi binafsha nurnikidan katta bo'ladi. Masalan, suvda $u_q = 228\,000$ km/s, $u_b = 227\,000$ km/s, uglerod sulfidida $u_q = 185\,000$ km/s, $u_b = 177\,000$ km/s. Vakuumda yorug'lik

ik dispersiyasi bo'lmaydi, chunki unda hamma yorug'lik to'qlinlari bir xil tezlik bilan tarqaladi.

1807-yilda ingliz fizigi Tomas Yung qizil, yashil va zangori rang larni kombinatsiyalab, oq rangni olish mumkinligini isbotlaydi. Shuningdek, qizil, yashil va zangori ranglarni kombinatsiyalab, boshqa ranglarni olish mumkin.



24-rasm

Qizil, yashil va zangori ranglarni Yung birlamchi nurlar deb ataydi. Shu birinchi ranglarning birortasini boshqa hech qanday ranglarning kombinatsiyasidan olish mumkin emas. Buni ekranga qizil, yashil va zangori rangli yorug'likni tushirib oson tekshirish mumkin. Barcha uchta rang birlashgan yoki qo'shilgan joyda oq rang hosil bo'ladi. Qizil rang bilan zangori rang qo'shilganda – qoramtir; qizil va yashil rang qo'shilganda sariq rang yuzaga keladi. Hozirgi zamon televizorlarida va kompyuter ekranlarida rangli tasvir mana shu uchta rangning qo'shilishidan hosil qilinadi. Turli yorug'lik manbalaridan chiqqan yorug'likni prizmadan o'tkazib ko'rilsa, birortasi ham (lazerdan tashqari) monoxromatik, ya'ni aynan bitta chastotaga ega bo'lgan nurni chiqarmas ekan. Qizdirilgan moddalar ham o'ziga xos spektrdagi nurlarni chiqaradi. Ularning spektri ni uch turga ajratish mumkin.

Tutash spektr. Quyosh spektri yoki cho'g'lanish tolali lampochkadan chiqqan yorug'lik tutash spektrga ega bo'ladi. Modda qattiq yoki suyuq holatda bo'lganida hamda kuchli siqilgan qazlar chiqargan yorug'lik tutash spektrga ega bo'ladi.

Polosali spektr. Ayrim bir-biri bilan bog'lanmagan yoki kuchsiz bog'langan molekular chiqargan yorug'lik polosa ko'rinishiga ega bo'ladi. Polosalar bir-biridan qorong'i yo'laklar bilan ajralgan bo'ladi. Chiziqli spektrlar. Bunday spektrda bittagina chiziq bo'ladi. Bunday spektrni bir-biri bilan bog'lanmagan atomlar chiqaradi. Birbiridan ajralgan atomlar bitta to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nurni chiqaradi.

Yutilish spektrlari. Lampochkadan chiqayotgan yorug'lik yo'lga qizil shisha qo'yilsa, undan faqat qizil yorug'lik o'tadi va qolgan nurlar yutilib qoladi. Agar oq nurni nurlanmayotgan gaz orqali o'tkazilsa, manbaning uzluksiz spektri fonida qora chiziqlar paydo bo'ladi. Bunga sabab, gaz ma'lum bir chastotali nurlarni yutib qolishidir. O'rganishlar shuni ko'rsatadiki, gaz qizigan paytida qanday chastotali nurlarni chiqarsa, shunday chastotali nurlarni yutar ekan. Istalgan kimyoviy element o'ziga xos spektrga ega bo'ladi. Har bir odamning barmoq izlari faqat o'ziga xos bo'lganidek, bir element spektri boshqasidikiga o'xshamaydi.

Mana shu xususiyatga ko'ra, moddaning kimyoviy tarkibini aniqlashga spektral analiz deyiladi. Bu juda sezgir usul bo'lib, tekshirish uchun zarur bo'lgan modda massasi 10–10 g dan ortmaydi.

Bunday analiz ko'proq sifat xarakteriga ega bo'ladi, ya'ni moddada qaysi element borligini aniq aytib berish mumkin. Lekin, uning qancha miqdorda bo'lishini aniqlash qiyin. Chunki, modda temperaturasi past bo'lganda ko'pgina spektral chiziqlar namoyon bo'lmaydi.

Hozirgi davrda barcha atomlarning spektri aniqlangan bo'lib, jadvali tuzib qo'yilgan (24-rasm). Spektral analiz usuli bilan rubidiy, seziiy va boshqa ko'pgina elementlar ochilgan.

Seziy so'zi "samoviy havorang" degan ma'noni bildiradi.

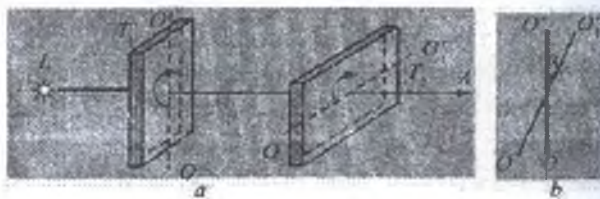
Aynan spektral analiz yordamida Quyosh va yulduzlarning kimyoviy tarkibini aniqlash mumkin bo'ldi. Boshqa usullar bilan ularni aniqlab bo'lmaydi. Aytish joizki, geliy elementi dastlab Quyoshda, keyinchalik Yer atmosferasida topilgan. Elementning nomi geliy "quyoshli" degan ma'noni bildiradi. Spektral analizni faqat nur

chiqarish spektri orqali emas, balki yutilish spektri yordamida o'tkaziladi.

10-tajriba. Yorug'likning qutblanishini o'rganish

Kerakli asbob va uskunalar: 1) kristall panjara, 2) plastina, 3) yorug'lik nuri.

Yorug'lik interferensiyasi va difraksiyasi hodisalari yorug'likning to'lqin tabiatiga ega ekanligini tasdiqladi. To'lqinlarning ikki turda: bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlarga bo'linishi Sizlarga ma'lum. Bo'ylama to'lqinlarda muhit zarralarining tebranish yo'nalishi, to'lqinning tarqalish yo'nalishi bilan bir yo'nalishda bo'lishi, ko'ndalang to'lqinlarda esa ular o'zaro perpendikular bo'lishi ham ma'lum. Uzoq vaqt davomida to'lqinlar optikasining asoschilari Yung va Frenel yorug'lik to'lqinlarini bo'ylama to'lqinlar deb hisoblashgan. Chunki bo'ylama mexanik to'lqinlar qattiq, suyuq va gazsimon muhitda tarqala oladi. Ko'ndalang mexanik to'lqinlar esa faqat qattiq jismlarda tarqala oladi. Lekin ko'pgina o'tkazilgan tajribalarda yorug'lik to'lqinlarini, bo'ylama to'lqinlar deb qaralsa, tusuntirish mumkin emasligini ko'rsatdi. Shunday tajribalardan birini qaraylik. Turmalin kristalidan uning kristall panjarasi o'qlaridan biriga parallel joylashgan tekislik boyicha plastina qirqib olingan bo'lsin. Bu plastinani yorug'lik nuriga perpendikular joylashtiraylik (25-rasm).

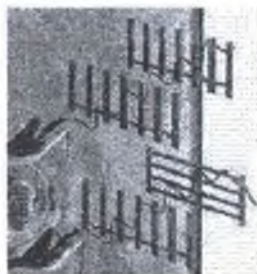


25-rasm.

Bu plastinani yorug'lik nuri yo'nalishida o'tgan o'q atro>da sekin aylantiraylik. Bunda turmalindan o'tgan yorug'lik intensivligida hech qanday o'zgarish bo'lmaganligini ko'ramiz. Tajribani T_1 plastinadan keyin yana shunday T_2 plastinani qo'yib takrorlaymiz. Bu

safar T_1 plastinani tinch holda qoldirib, T_2 plastinani o'q atrofida sekin aylantiramiz. Bunda ikkala plastinadan o'tgan yorug'lik intensivligining o'zgarib borishini kuzatamiz. Yorug'lik intensivligi T_2 plastinaning T_1 ga nisbatan burilishiga qarab (25-b rasm) ma'lum bir maksimal qiymatidan to'ngacha kamayib boradi.

O'rganishlar shuni ko'rsatadiki, agar ikkala plastinaning o'qlari parallel bo'lsa, o'tgan nurning intensivligi yuqori bo'ladi, perpendikular bo'lsa, intensivligi teng bo'ladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, o'tgan yorug'likning intensivligi $\cos 2\alpha$ ga bog'liq bo'lar ekan. Bu hodisani tushuntirish uchun bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlarning panjaradan o'tishini qaraylik (26-rasm).



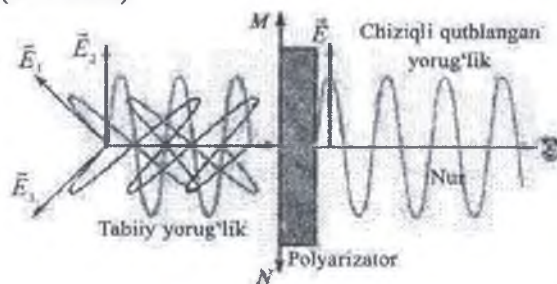
26-rasm.

Arqon olib, uning bir uchini mahkamlaymiz. Ikkinchi uchini ikkita panjara tirgishlari orasidan o'tkazib silkitamiz. Bunda arqon bo'ylab ko'ndalang to'lqinlar hosil bo'ladi. Birinchi holda panjara yog'ochlari parallel bo'lganligi sababli arqondagi to'lqinlar ikkala panjaradan bemalol o'tadi. Agar ikkinchi panjarani ko'ndalang joylashtirilsa, undan to'lqin o'tmasdan so'nadi. Tajribani bo'ylama to'lqinlar bilan o'tkazilsa, ular har ikkala panjaradan bemalol o'tganligini ko'rish mumkin.

Yorug'likning turmalin plastinkalari bilan kuzatilgan hodisalarni ko'ndalang mexanik to'lqinlarning panjaralardan o'tishi bilan solishtirilsa, ularning o'xshash ekanligi kelib chiqadi. Bundan yorug'lik to'lqinlari, ko'ndalang to'lqinlar ekanligi kelib chiqadi.

26-rasmda birinchi panjarani ko'ndalang qo'yilsa, undan to'liqin o'tmaydi. Lekin yorug'likning turmalin plastinasidan o'tish tajribasida

T_1 plastinasini o'z o'qi atroda aylantirsak, undan yorug'lik o'tadi. T_2 ni aylantirilsa, yorug'lik intensivligi pasayib, nolga tushadi. Demak, yorug'lik T_1 dan o'tganda uning xossasi o'zgarib qolar ekan. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin. Yorug'lik chiqaruvchi manbadagi atomlar tartibsiz joylashganligi va bir vaqtda nur chiqarmaganligi sababli, ulardan chiqayotgan nurlar har tomonga tartibsiz tarqaladi. Shunga ko'ra, ularning elektr va magnit maydon kuchlanganlik vektorlarining yo'nalishlari ham tartibsiz bo'ladi. Ular T_1 plastinasiga tushganda kristall panjaradan ma'lum yo'nalishda orientatsiyalangan nurlar o'tadi (4.26-rasm).



27-rasm.

Demak, T_1 dan o'tgan nurlarning elektr va magnit maydon kuchlanganlik vektorlarining yo'nalishlari ham tartiblangan bo'ladi. Bu yorug'likni qutblangan yorug'lik deyiladi. Kuzatilgan hodisani yorug'likning qutblanishi deb ataladi. Yuqorida aytilganidek, T_2 plastinaga qutblangan yorug'lik tushadi. Undan o'tgan yorug'lik intensivligi Malyus qonini bilan aniqlanadi:

$$I = I_0 \cos^2 \alpha.$$

Yuqorida aytilganidek, yorug'lik ikkita o'zaro perpendikular tebranishlarning birga tarqalishidan yuzaga keladigan elektromagnit to'liqindan iborat (27-rasm). Tarixiy sabablarga ko'ra, elektr maydon kuchlanganlik vektorining tebranishlari yotadigan tekislik tebranishlar

tekisligi deb, magnit maydon kuchlanganlik vektorining tebranishlari yotadigan tekislik qutblanish tekisligi deb ataladi.

Yorug'lik vektori dE va dH tebranishlarning yo'nalishi biror tarzda tartiblangan yorug'lik qutblangan yorug'lik deb ataladi. Agar yorug'lik vektori (dE vektor)ning tebranishlari hamma vaqt va faqat birgina tekislikda sodir bo'lsa, bunday yorug'likni yassi (yoki to'g'ri chiziqli) qutblangan yorug'lik deb ataladi. Tabiiy yorug'likni qutblab beruvchi asboblarni polyarizator (qutblagich)lar deb ataladi. Ular turmalin, island shpati kabi shaffof kristallardan tayyorlanadi. Yorug'likning qutblanish darajasini, qutblanish tekisligining vaziyatini aniqlash uchun ham polyarizatorlardan foydalaniladi. Bu o'rinda ularni analizatorlar deb ataladi. 27-rasmda keltirilgan T_1 plastina polyaroid, T_2 plastina analizator vazifasini o'taydi.

Turmushda yorug'lik qutblanishini faqat turmalin kristali emas, balki boshqa kristallar ham bajarishi ma'lum bo'ldi. Masalan, island shpati.

Ularning qalinligi 0,1 mm yoki undan ham kichik bo'lishi mumkin. Shunday plyonkani selluloudga yopishtirib, yuzasi taxminan bir necha kvadrat detsimetr plastinka bo'ladigan polyarizator olinadi.

Qutblangan yorug'likdan texnikada sifatli rasmlar olish, eritmalardagi turli organik kislotalarning, oqsillarning va qandning konsentratsiyalarini aniqlash mumkin.

11-tajriba. Rentgen nurlanish va uning tatbiqini o'rganish

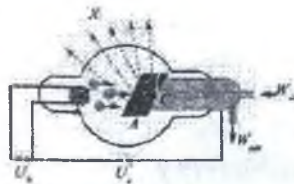
Rentgen nurlari. 1895-yil 8-noyabrda Vilgelm Konrad Rentgen katod nurlarini o'rganayotib, katod-nurli trubkaning yaqinida turgan, ustki qismi bariy qatnashgan modda bilan qoplangan kartonning qorong'ilikda o'zidan nur chiqarishini kuzatadi. Rentgen bu nurlarni X-nurlar deb ataydi va keyingi bir necha hafta davomida uning xossalarini o'rganadi. O'rganish natijalarini 1895-yil 28-dekabrda "Nurning yangi tipi" haqida nomli maqolasida e'lon qiladi. Bundan 8 yil avval 1887-yilda Nikola Tesla rentgen nurlarini qayd etgan bo'lsa-da,

bunga Teslaning o'zi ham, uning atrofidagilari ham jiddiy e'tibor bermadilar. Rentgen foydalangan katod-nurli trubka Y. Xittorf va V. Kruks tomonidan ishlab chiqilgan edi. Uni ishlatish jarayonida rentgen nurlari hosil bo'lgan. Buni H. Hertz va uning shogirdlari o'tkazgan tajribalarda fotoplastinkaning qorayishi orqali sezganlar. Lekin ulardan hech qaysi biri unga e'tibor bermaganlar va e'lon qilmaganlar. Shunga ko'ra Rentgen ularning ishini bilmagan va mustaqil ravishda yil davomida o'rganib, natijasini uchta maqolasi orqali e'lon qilgan. 1901-yilda Rentgenga fizika bo'yicha birinchi Nobel mukofoti berildi.

Rentgen nurlari tezlashtirilgan zaryadli zarralarning keskin tormozlanishida hosil bo'ladi (28-rasm). K katod qizdirilganda undan termoelektron emissiya hodisasi tufayli elektronlar uchib chiqadi. A anod kuchlanishi ta'sirida ular anodga tomon tezlanish bilan harakatlanadi.

Anodga urilish davrida elektronlar keskin tormozlanadi va anoddan rentgen nurlari chiqadi. Urilish paytida elektronlarning 1% kinetik energiyasi rentgen nurlanishiga, 99% energiya issiqlikka aylanadi. Shunga ko'ra anod sovitilib turiladi.

Rentgen nurlari ham elektromagnit to'liklari bo'lib, uning chastota diapazoni $2 \cdot 10^{15}$ Hz dan $6 \cdot 10^{19}$ Hz oralig'ida bo'ladi. To'lqin uzunligi bo'yicha 0,005 nm dan 100 nm oraliqda joylashgan (umum qabul qilingan diapazon yo'q). Rentgen nurlari inson tanasidan bemalol o'tib ketadi. Shu bilan birga tana a'zolarining nurni turlicha yutishi tufayli ularning tasvirini olish mumkin (29-rasm). Kompyuter tomografiyalarida ichki organlarning hajmiy tasvirini ham olish mumkin. Ishlab chiqilgan turli narsalar (reislar, payvandlangan choklar va h.k.)dagi defektlarni aniqlash rentgen defektoskopiyasi deyiladi. Materialshunoslik, kristallografiya, kimyo va biologiyada rentgen nurlari modda strukturasi atamlar darajasida o'rganiladi.



28-rasm



29-rasm

Bunga misol tariqasida DNK strukturasi o'rganishni keltirish mumkin. Aeroport va bojxona xizmatlarida xavfsizlikka doir va man etilgan narsalarni aniqlashda ham rentgen nurlaridan foydalaniladi. Tibbiyotda tashxislash ishlaridan tashqari, davolashda ham rentgen nurlaridan foydalaniladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Sh. Mirziyoyev “Buyuk kelajagimizni mard va oliy janob xalqimiz bilan birga quramiz”. “O‘zbekiston” HMUY, 2017, 189 b.
1. N.M.Shaxmaev, V.F.Shilov, O‘rta maktabda fizikadan eksperiment, Toshkent, O‘qituvchi, 1979 y
2. A.I.Bugaev, Metodika prepodovanie fiziki v sredniy shkole, Moskva, «Prosveshenie» 1981 g
- 3.L.I.Antsiferov, I.M.Pishikov, Praktikum po metodike i texnike shkolskogo fizicheskogo eksperimenta. Moskva, «Prosveshenie» 1984 g
- 4.V.A.Burov, A.I.Ivemov, V.I.Sviridov, Fizikadan frontal eksperimental topshiriqlar, Toshkent, O‘qituvchi, 1990 y.
- 5.Djoraev M. Fizika o‘qitish metodikasi. T.TDPU., 2010.
- 6.Mirzaxmedov B. va b. Fizika o‘qitish metodikasi. 1- va 2-qismlar. T., TDPU., 2010
7. Ishmuhamedov R. J. va b. Tarbiyada innovatsion texnologiyalar. T.: O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Iste’dod” jamg‘armasi nashriyoti, 2010.
8. A.Yusupov, B.M.mirzaxmedov, F.Toshmuhammedov, N.G’ofurov, Fizikadan praktikum ishlari, Toshkent, o‘qituvchi, 1992 y.
9. B.M.Mirzaxmedov, N.B.G’ofurov, F.F.Toshmuhammedov, Fizika o‘qitish metodikasidan o‘quv eksperimenti, Toshkent, o‘qituvchi, 1992 y
10. N. Sh. Turdiyev Fizika Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 6-sinfi uchun darslik. – Toshkent: «Niso Poligraf» nashriyoti
11. P.Xabibullaev, A.Boydadaev, Fizika Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik. Toshkent, «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» nashriyoti
- 12.P. Q. Habibullayev [va boshq.].Fizika umumiy o'rta ta'lim maktablarining 8-sinf uchun darslik-T.: «O'zbekiston milliy ensiklopediyasi» Davlat ilmiy nashriyoti,
13. P.Xabibullaev, A.Boydadaev, Fizika Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 9-sinfi uchun darslik. Toshkent, «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» nashriyoti

14. K .A .Tursunmetov, A.G .Ganiyev, K .T. Suyarov, J.E.Usarov, A.K.Avli yoqulov. Fizika. O'рта ta'lim muassasalarining 10-sinfi va o'рта maxsus, kasb-hunar ta'limi muassasalarining o'quvchilari uchun darslik– T.: "Niso Poligraf" nashriyoti

15. N. Sh. Turdiyev va boshq Fizika. 11-sinf : darslik – T.: "Niso Poli-nashriyoti

Elektron ta'lim resurslari:

1. www.tdpu.uz
2. www.pedagog.uz
3. www.Ziyonet.uz

MUNDARIJA

KIRISH.....	5
I BOB. FIZIKANI O'RGANISHDA NAMOYISH TAJRIBALARNI AHAMIYATI	7
Fizika kursida namoyish tajribalarining vazifalari va ularning turlari.....	7
II. BOB. MEXANIKA BO'LIMI BO'YICHA NAMOYISH TAJRIBALAR ...	21
1-tajriba. Oddiy mexanizmlar: blok, qiya tekislik, vint, pona va chig'iriqning qo'llanilishini o'rganish	22
2-tajriba. Harakatning nisbiyligi o'rganish	24
3-tajriba. Mexanik harakatlarni o'rganish	27
4-tajriba. To'g'ri chiziqli tekis harakatni o'rganish	29
5-tajriba. O'zgaruvchan harakatda tezlanishni o'rganish	30
6-tajriba. Jismlarning erkin tushishini o'rganish.....	31
7-tajriba. Jismning inersiyasini o'rganish.....	32
8-tajriba. Jism massasini o'rganish.....	35
9-tajriba. Nyutonning ikkinchi qonunini o'rganish.....	36
10-tajriba. Nyutonning uchinchi qonunini o'rganish	39
11-tajriba. Elastiklik kuchini o'rganish	41
12-tajriba. Guk qonunini o'rganish	44
13-tajriba. Jismning og'irligini o'rganish	46
14-tajriba. Yuqlama va vaznsizlikni o'rganish	48
15-tajriba. Kuch impulsini o'rganish.....	51
16-tajriba. Impulsning saqlanish qonunini o'rganish.....	53
17- tajriba. Kuchni o'lchashni o'rganish	56
18- tajriba. Jismlarning massa markazi va muvozanat turlarini o'rganish.....	59
19-tajriba. Kuch momenti. Richag va uning muvozanat shartini o'rganish	61
20-tajriba. Massa va uning birliklarini o'rganish.....	62
21-tajriba. Bosim va uning birliklarini o'rganish.....	65
22-tajriba. Ish va energiyani o'rganish.....	66
III BOB. MOLEKULYAR FIZIKA BO'LIMIDAN NAMOYISH TAJRIBALAR.....	68

1-tajriba. Diffuziya hodisasini o'rganish.....	68
2- tajriba Tutash idishlarni o'rganish	70
3-tajriba. Menzurkalarni o'rganish	71
4-tajriba. Isiqlik qabul qilgichni o'rganish.....	73
5-tajriba. Paskal qonuni va uning qo'llanilishini o'rganish	76
6-tajriba. Atmosfera bosimi va Torrichelli tajribasini o'rganish	77
7-tajriba. Gidravlik pressni ishlashini o'rganish	80
8-tajriba. Arximed qonuni va uning qo'llanilishini o'rganish	81
9-tajriba. Qattiq jism, suyuqlik va gazlarda issiqlik uzatilishi.	83
Issiqlik o'tkazuvchanlik. Konveksiyani o'rganish	83
10-tajriba. Molekulalarning o'zaro ta'siri va harakati. Broun harakatini o'rganish	85
11-tajriba. Qattiq jism, suyuqlik va gazlarning molekulyar tuzilishini o'rganish	87
12-tajriba. Ideal gaz molekulyar-kinetik nazariyasining asosiy tenglamasini o'rganish	88
13-tajriba. Qaynash hodisasini o'rganish.....	91
IV BOB. ELEKTR BO'LIMIDAN NAMOYISH TAJRIBALAR	94
1-tajriba. Jismlarning elektrlanishini o'rganish	94
2-tajriba. Elektrofor mashinasini ishlash prinsipini o'rganish	97
3-tajriba. Kondensatorlar	97
4-tajriba.Zaryadli zarralarning tartibli harakatini o'rganish	99
5-tajriba:Tok hosil bo'lishida elektr maydonning o'rnini o'rganish	100
6-tajriba.Elektr tokining yo'nalishini o'rganish.....	101
7-tajriba.Kuchlanishni o'lchashni o'rganish.....	102
8-tajriba. Tok kuchini o'lchashni o'rganish.....	104
9-tajriba. Iste'molchilarni ketma-ket ulashni o'rganish	105
10-tajriba. Iste'molchilarni parallel ulashni o'rganish	107
11-tajriba. Sarflangan elektr energiyani hisoblashni o'rganish.....	108
12-tajriba. Rezistorlar, reostatlar, potensiometrlarni ishlashini o'rganish.....	112
13-tajriba. Xonadon elektr zanjiridagi ulashlar	115
14-tajriba. Elektr xavfsizlik choralarini o'rganish.....	119

15-tajriba. O'zgarmas tok elektr dvigatelini tuzilishini o'rganish	122
16-tajriba. Transformatorlarni tuzilishini o'rganish.....	126
17-tajriba. Elektr isitish asboblarni ishlashini o'rganish.....	128
18-tajriba. Suyuqliklarda elektr tokini o'rganish	132
19-tajriba. Faradeyning ikkinchi qonunini o'rganish.....	133
20-tajriba. Galvanostegiya	136
21-tajriba. Gazlarda elektr tokini o'rganish.....	138
22-tajriba. Magnit maydonni o'rganish.....	138
23-tajriba. Yerning magnit maydonini o'rganish.....	139
24-tajriba. Tokning magnit maydonini o'rganish	140
25-tajriba. Elektromagnitlarni o'rganish	143
26-tajriba. Elektromagnit releni ishlashini o'rganish.....	145
27-tajriba. Magnit maydonning tokli o'tkazgichga ta'sirini o'rganish	146
28-tajriba. Induksion tokni hosil qilishni o'rganish	148
29-tajriba. O'zgaruvchan tokni o'rganish	151
30-tajriba. Mikrofon va ovoz karnayini o'rganish.....	152
31-tajriba. Induksion tok generatorini tuzilishi va ishlashini o'rganish.....	154
32-tajriba. Magnit maydon. Magnit maydonni tavsiflovchi kattaliklarni o'rganish	157
33-tajriba. Tokli to'g'ri o'tkazgichning, halqa va g'altakning magnit maydonini o'rganish.....	159
34-tajriba. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'sir kuchini o'rganish.....	160
35-tajriba. Elektromagnit induksiya hodisasi. Induksiya elektr yurituvchi kuch. Faradey qonunini o'rganish.....	162
36-tajriba. O'zinduksiya hodisasi. O'zinduksiya eyuk. Induktivlikni o'rganish	165
37-tajriba. Moddalarning magnit xossalarni o'rganish	167
38-tajriba. Bir jinsli magnit maydonda zaryadli zarraning harakati. Lorens kuchi	171
39-tajriba. Elektromagnit tebranishlarning tarqalishi. Elektromagnit to'lqin tezligini o'rganish	174
VBOB. OPTIKA BO'LIMIDAN NAMOYISH TAJRIBALAR	176

1-tajriba. Nurlanish, turmushda va texnikada issiqlik uzatilishidan foydalanishni o'rganish	176
2-tajriba. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi. Soya va yarim soyani hosil bo'lishini o'rganish	177
3-tajriba. Yorug'likning tezligi. Yorug'likning qaytish va sinish hodisalarini o'rganish	179
4-tajriba. Yassi ko'zguni o'rganish	181
5-tajriba. Shisha prizmada yorug'likning tarkibiy qismlarga ajralishi. Kamalak hodisasini o'rganish	184
6-tajriba. Difraksiyon panjara	187
7-tajriba. Tovush manbalari va uni qabul qilgichlarni o'rganish	188
8-tajriba. Tovush kattaliklarini o'rganish	191
9-tajriba. Yorug'lik dispersiyasi. Spektral analiz	193
10-tajriba. Yorug'likning qutblanishini o'rganish	198
11-tajriba. Rentgen nurlanish va uning tatbiqini o'rganish	201
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:	204

Фаргона давлат университетини
Нусха кўпайтириш бўлимида чоп этилди.
07.2020 йил. Буюртма № 47. Адади: 100 нусха
Манзил: Фаргона ш., Мураббийлар кўчаси, 19-уй.

(4)