

53(083)

Б 39.2

А. И. БАЧИНСКИЙ, В. В. ПУТИЛОВ,
Н. П. СУВОРОВ

СПРАВОЧНИК
ПО
ФИЗИКЕ

51902

УЧПЕДГИЗ • 1951

А. И. БАЧИНСКИЙ, В. В. ПУТИЛОВ, Н. П. СУВОРОВ

53(083)
Б 322

СПРАВОЧНИК ПО ФИЗИКЕ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

БИБЛИОТЕКА
УЧЕБ. С. Х. И
ГОР. СЕВЕРСК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

МОСКВА * 1951

51902

ОТ АВТОРОВ

Новое издание „Справочника по физике“ по сравнению с предыдущим, вышедшим в 1941 г., дополнено и в значительной мере переработано.

В книгу введены новые главы: „Обозначения основных физических величин“ и „Размерности физических величин“. Почти полностью переработаны главы: „Единицы измерений, меры и основные метрологические величины“, „Универсальные постоянные“. Остальные разделы пополнены новым материалом, причём главным образом это коснулось „Данных из астрономии и геофизики“, „Электричества и электрохимии“, „Молекулярной и атомной физики“ и „Из техники“.

При переработке книги авторы имели намерение содействовать внедрению существующих стандартов. С этой целью в ряде глав приводятся определения тех физических терминов, которые к настоящему времени уже стандартизованы, а единицы измерений, метрологические величины, обозначения физических величин по возможности даны в соответствии с ОСТ.

Глава „Из техники“, предназначенная для помощи преподавателю при подборе иллюстративного материала, составлении задач и для справок по вопросам, вызванным любознательностью учащихся, пополнена данными по тем видам техники, которые получили особое развитие за последние годы, как, например, авиация, реактивная техника, радиолокация и т. д.

Настоящий „Справочник“ не имеет своей целью заменить вспомогательные таблицы, применяющиеся при практических и исследовательских работах,

Авторы будут глубоко признательны всем, кто пришлёт свои замечания, отзывы или пожелания о содержании „Справочника“ по адресу: Москва, 2. Трубниковский пер., д. 12, кв. 1. В. В. Путилову.

30 августа 1949 г.

1. ДАННЫЕ ИЗ АСТРОНОМИИ И ГЕОФИЗИКИ

1. Земля

Средний радиус: 6371,22 км.

Радиус земного экватора (большая полуось земного сфероида):

$$a = 6378,388 \pm 0,053 \text{ км.}$$

Полярная полуось (малая полуось земного сфероида):

$$b = 6356,911 \pm 0,072 \text{ км.}$$

Сжатие: $\frac{a-b}{a} = \frac{1}{297}$.

Длина четверти меридиана: 10002,3 км.

Средняя длина градуса меридиана: 111,2 км.

Поверхность: $510 \cdot 10^6 \text{ км}^2$.

Объем: $1083 \cdot 10^9 \text{ км}^3$.

Средняя плотность: $5,53 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Масса: $598 \cdot 10^{19} \text{ т.}$

Среднее удаление Земли от Солнца: $149,5 \cdot 10^6 \text{ км.}$

Средняя скорость Земли по орбите: $29,77 \frac{\text{км}}{\text{сек.}}$

Длительность 1 оборота Земли около оси (звёздные сутки): 23 часа 56 мин. 4,1 сек. среднего солнечного времени¹⁾.

Скорость точки экватора вследствие суточного вращения Земли равна $465 \frac{\text{м}}{\text{сек.}}$

Тропический год (промежуток времени между двумя последовательными прохождениями Солнца через точку весеннего равноденствия): 365 сут. 5 час. 48 мин. 46 сек. = 365,2422 суток среднего солнечного времени.

2. Солнце

Диаметр: $1391\,000 \text{ км} \approx 109 T^2$.

Поверхность: $6\,079 \cdot 10^9 \text{ км}^2 \approx 12\,000 T$.

Объем: $1\,409 \cdot 10^{15} \text{ км}^3 \approx 1\,300\,000 T$.

Плотность: $1,4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 0,26 T$.

Масса: $2 \cdot 10^{33} \text{ г} = 332\,000 T$.

¹⁾ Единицы среднего солнечного времени — это как раз те самые единицы времени, которые применяются в гражданской жизни.

²⁾ Буквой T обозначена та же величина для Земли. Таким образом, например, поверхность Солнца приблизительно в 12 000 раз больше поверхности Земли.

Длительность вращения около оси для экватора Солнца: приблизительно 25 суток.

Ускорение тяжести: приблизительно $273 \frac{м}{сек^2}$.

Средняя температура на поверхности: приблизительно 6000° абсолютной шкалы.

Солнечная постоянная: ~ 2 кал. на $1 \frac{см^2}{мин}$.

Период солнечных пятен: 11,1 года.

3. Луна

Диаметр: $3477 км = 0,27 T^1$.

Объём: $22 \cdot 10^9 км^3 = 0,02 T$.

Масса: $\frac{1}{81} T = 0,012 T$.

Плотность: $3,3 \frac{г}{см^3} = 0,6 T$.

Среднее расстояние от Земли: $384400 км = 60,3$ земного радиуса.

Сидерический месяц (время одного обращения Луны около Земли): 27 сут. 7 час. 43 мин. 11 сек.

Синодический месяц (промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны): 29 сут. 12 час. 44 мин. 3 сек.

4. Солнечная система

Небесное тело	Среднее расстояние от Солнца в миллионах километров	То же, принявая за единицу расстояние Земли от Солнца	Длительность обращения около Солнца (в годах)	Объём, принявая за единицу объём Земли	Масса, принявая массу Земли за единицу	Плотность, принимая плотность Земли за единицу	Ускорение силы тяжести, принимая ускор. силы тяж. на Земле за единицу
Солнце . . .	—	—	—	1 300 000	332 000	0,26	27,9
Меркурий . .	58	0,39	0,241	0,05	0,036	0,72	0,26
Венера . . .	108	0,72	0,615	0,83	0,815	0,94	0,90
Земля	149,5	1	1	1	1	1	1
Марс	228	1,52	1,881	0,15	0,106	0,71	0,38
Юпитер . . .	778	5,20	11,862	1312	314	0,24	2,64
Сатурн . . .	1426	9,54	29,458	763	94,0	0,12	1,13
Уран	2869	19,19	84,015	59	14,4	0,24	0,96
Нептун . . .	4496	30,07	164,788	72	17,0	0,23	0,98
Плутон . . .	5897	39,46	247,697	—	0,94	—	—

*) Буквой T обозначена та же величина для Земли.

5. Время обращения и средняя скорость движения планет вокруг солнца

Планеты	Время обращения планет вокруг Солнца	Средняя скорость движения планет вокруг Солнца (округлённые значения) в км сек.
Меркурий .	88 дней	48
Венера . . .	225 дней	35
Земля	365 дней	30
Марс	1 год 322 дня	24
Юпитер . . .	11 лет 315 дней	13
Сатурн . . .	29 лет 164 дня	10
Уран	84 года 86 дней	7
Нептун . . .	164 года 281 день	5

6. Путь, проходимый в первую секунду телом, падающим на луне и планетах

Планета, на которой должно происходить падение тела	Путь, проходимый падающим телом в первую секунду в м
Луна	0,78
Меркурий . .	1,32
Марс	1,86
Венера	4,16
Уран	4,51
Земля	4,90
Нептун	5,49
Сатурн	5,74
Юпитер	12,95
Солнце	134,62

7. Длина градуса меридиана для разных широт и длина градуса для разных параллелей

Длина 1° дуги в км	Географическая широта в градусах									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	
Меридиана	110,6	110,6	110,7	110,8	111,0	111,2	111,4	111,5	111,6	
Парал- лели {	для эллип- соида	111,3	109,6	104,6	96,5	85,4	71,7	55,8	38,2	19,4
	для шара . .	111,2	109,5	104,5	96,3	85,2	71,5	55,6	38,0	19,3

Радиус шара, равновеликого земному эллипсоиду вращения по объёму, равен 6 371 221 м, а равновеликого по поверхности, равен 6 371 228 м.

Этот радиус, называемый средним радиусом Земли, принимается равным 6371,22 км.

Поверхность земного эллипсоида равна: 510 100 934 км².

Объём земного эллипсоида составляет: 1 083 319 780 000 км³.

Средняя длина градуса меридиана равна 111,2 км.

8. Единицы измерения силы тяжести и градиента гравитационного поля

В системе CGS ускорение силы тяжести выражается в $\frac{см}{сек^2}$.

Для единицы ускорения, равной 1 $\frac{см}{сек^2}$, введено название гал (gal) — в честь ученого Галилея, она представляет собой ускорение, которое сила в 1 дину сообщает массе в 1 г. 1 миллигал (мгг) = 0,001 гала.

Градиент гравитационного поля (и его слагающие) имеет размерность время $^{-2}$, что в абсолютных единицах измерения даёт $\text{сек}^{-2} = 1 \frac{\text{гал}}{\text{см}}$. На практике применяется единица, называемая этвешем (Ξ) и равная:

$$1 \text{ этвеш} = 10^{-9} \frac{\text{гал}}{\text{см}} = 10^{-9} \text{сек}^{-2}.$$

9. Ускорение земной тяжести g , длина секундного маятника l и относительная величина центробежной силы F под различными широтами φ на уровне моря

φ	$g \frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$	$l \text{ см}$	F
0°	978,0	99,10	1,00
10°	978,2	99,12	0,97
20°	978,6	99,15	0,88
30°	979,3	99,23	0,75
40°	980,2	99,31	0,59
50°	981,1	99,40	0,42
60°	981,9	99,49	0,25
70°	982,6	99,56	0,12
80°	983,1	99,60	0,03
90°	983,2	99,62	0,00

За нормальное значение g принимается $980,665 \frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$.

Для подъёма на несколько километров можно принять, что на каждый километр подъёма g (а следовательно, и вес тела) убывает на $\frac{3}{10\,000}$ своей величины.

Зависимость ускорения земной тяжести g от широты φ для уровня моря определяется формулой:

$$g = 978,049 (1 + 0,005288 \sin^2 \varphi - 0,000\,006 \sin^2 2\varphi).$$

10. Ускорение силы тяжести для некоторых пунктов СССР

Место	$g \frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$	Широта
Ташкент	980,08	$41^\circ 19,5'$
Тбилиси	980,18	$41^\circ 43,1'$
Одесса	980,76	$46^\circ 28,6'$
Чкалов	981,20	$51^\circ 45,5'$
Москва	981,56	$55^\circ 45,3'$
Казань	981,57	$55^\circ 47,4'$
Молотов	981,75	$58^\circ 10,6'$
Ленинград	981,93	$59^\circ 56,5'$

**11. Содержание элементов, входящих в состав литосферы
(земной коры)**

Элемент	Символ	Ресовые проценты	Элемент	Символ	Весовые проценты
Кислород	O	49,13	Литий	Li	$5 \cdot 10^{-3}$
Кремний	Si	26,00	Бериллий	Be	$3 \cdot 10^{-3}$
Алюминий	Al	7,45	Кобальт	Co	$2 \cdot 10^{-3}$
Железо	Fe	4,20	Торий	Th	$2 \cdot 10^{-3}$
Кальций	Ca	3,25	Свинец	Pb	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Натрий	Na	2,40	Бром	Br	$1 \cdot 10^{-3}$
Магний	Mg	2,35	Уран	U	$9 \cdot 10^{-4}$
Калий	K	2,35	Вольфрам	W	$9 \cdot 10^{-4}$
Водород	H	1,00	Олово	Sn	$6 \cdot 10^{-4}$
Титан	Ti	0,61	Кадмий	Cd	$5 \cdot 10^{-4}$
Углерод	C	0,35	Мышьяк	As	$5 \cdot 10^{-4}$
Хлор	Cl	0,20	Аргон	Ar	$4 \cdot 10^{-4}$
Фосфор	P	0,12	Ртуть	Hg	$1 \cdot 10^{-4}$
Сера	S	0,10	Иод	I	$1 \cdot 10^{-4}$
Марганец	Mn	0,10	Сурьма	Sb	$5 \cdot 10^{-5}$
Фтор	F	0,08	Тантал	Ta	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Барий	Ba	0,05	Висмут	Bi	$1 \cdot 10^{-5}$
Азот	N	0,04	Серебро	Ag	$1 \cdot 10^{-5}$
Хром	Cr	0,03	Палладий	Pd	$8 \cdot 10^{-6}$
Никель	Ni	0,02	Платина	Pt	$5 \cdot 10^{-6}$
Цинк	Zn	0,02	Золото	Au	$5 \cdot 10^{-6}$
Бор	B	0,01	Неон	Ne	$5 \cdot 10^{-7}$
Медь	Cu	0,01	Радий	Ra	$3 \cdot 10^{-10}$

12. Оболочки литосферы (твёрдой оболочки земного шара)

Толщина литосферы около 1 200 км от поверхности Земли

Наименование	Толщина (в км)	Давление (в атм)	Температура (в градусах Цельсия)	Удельный вес
Кора выветривания . .	< 0,8	≤ 250	16—80	2,2
Осадочная оболочка . .	< 4	< 1 000	≤ 100	2,5
Метаморфическая оболочка	5—10	< 2 500	≤ 350	2,7
Гранитная оболочка . .	10—15	до 6 000	600	2,6—2,8
Базальтовая оболочка .	70—85	до 20 000	1 000	2,7—3,3
Перидотитовая (экло- гитовая) оболочка .	1 000—1 200	до 500 000	1 200—1 500	3,6—4,0

13. Относительная распространённость главных минералов в литосфере

(в процентах)

Плагиоклаз	40,3
Ортоклаз	17,8
Авгит, роговая обманка и оливин	16,4
Кварц, включая халцедон и опал	12,6
Магнетит и гематит	3,7
Слюда	3,3
Кальцит	1,5
Каолиновые минералы (HAlSiO ₃)	1,0
Лимонит и гидрогематит	0,3
Доломит и магнетит	0,1
Остальные минералы	3,0

14. Наиболее вероятное распределение температуры в толще Земли (по Гутенбергу)

Глубина в километрах	20	100	200	500	6 370
Температура в градусах Цельсия	600	1 400	1 600	1 800	2 000—5 000

15. Вероятные значения давления в толще Земли

(по Вильямсу и Адамсу)

Глубина в километрах	800	1 600	2 400	3 200	5 600
Давление в атмосферах	300 000	600 000	1 100 000	1 700 000	3 000 000

16. Эмпирическая шкала Зибера для оценки землетрясений

Бал	Наименование землетрясения	Ускорение колебаний почвы		Характеристика землетрясений
		$\frac{мм}{сек^2}$	в долях ускорения силы тяжести	
1	Микросейсмические колебания	$< 2,5$		Обнаруживаются только приборами
2	Очень слабое	2,5—5,0	$\frac{1}{4000}$	Ощущаются только лицами, находящимися в верхних этажах зданий и пребывающими в состоянии полного покоя
3	Слабое	5—10		Ощущается небольшим числом жителей района
4	Умеренное . . .	10—15	$\frac{1}{1000}$	Дрожание дверей и окон, треск комнатных балок, лёгкие качания висящих предметов
5	Чувствительное	25—50		Открывание и закрывание дверей, довольно сильное качание висящих предметов, останавливаются часы с маятником
6	Сильное	50—100	$\approx \frac{1}{200}$	Падение предметов в домах, обваливается штукатурка, местами лёгкие повреждения менее солидных зданий
7	Очень сильное	100—250		Звон башенных колоколов; падение дымовых труб; повреждения во многих зданиях
8	Разрушительное	250—500	$\approx \frac{1}{40}$	Частичное разрушение некоторых домов и общие значительные повреждения остальных
9	Опустошительное	500—1 000		Полное или почти полное разрушение некоторых зданий и тяжёлые повреждения многих других (становятся непригодны для жилья). Смертные случаи ещё не очень многочисленны
10	Необыкновенно опустошительное . .	1 000—2 500	$\approx \frac{1}{10}$	Разрушение многих зданий. Много человеческих жертв. Образование трещин в земной коре, обвалы масс в горах и т. д.

Балл	Наименования землетрясения	Ускорение колебаний почвы		Характеристика землетрясений
		$\frac{мм}{сек^2}$	в долях ускорения силы тяжести	
11	Катастрофическое	2 500—5 000		Полное разрушение каменных построек. Массивные каменные опоры для мостов (быки) разламываются. Плотины и дамбы разрушаются. Возникают широкие трещины в земной коре; довольно многочисленные оползни
12	Необыкновенно катастрофическое	> 5 000	$\frac{1}{2} - 1$	Разрушение всех, даже деревянных (наиболее устойчивых в сейсмическом отношении) построек. Значительные горизонтальные и вертикальные дислокации в скалистой почве. Многочисленные обвалы масс, обвалы берегов и тому подобные явления на большом пространстве.

17. Запасы воды на земном шаре

71⁰/₀ поверхности земного шара занимают океаны и моря. Площадь, занимаемая океанами и морями, составляет 350 000 000 км². Средняя глубина океанов 3 700 м.

18. Распределение глубин океанов

Материковая отмель	(от 0 до 200 м)	7,6 ⁰ / ₀	площади дна океана.
Материковый склон	(" 200 " 3 000 ")	10,7 ⁰ / ₀	" " "
Ложе океана	(" 3 000 " 6 000 ")	78,7 ⁰ / ₀	" " "
Глубоководные ложбины	(" 6 000 " 11 000 ")	3,0 ⁰ / ₀	" " "

19. Распределение запасов воды на земном шаре

(в куб. километрах)

Океаны и моря	1 300 000 000
Полярный лёд	3 500 000
Оз. ра	250 000
Подземные озёра	250 000
Реки	50 000
Болота	6 000
Снега на поверхности Земли	250

20. Распределение температуры в глубине океана (для открытого Атлантического океана под экватором)

Глубина в м	Градусы Цельсия	Глубина в м	Градусы Цельсия
0	26,1	400	7,9
50	21,9	600	5,3
100	15,9	1 000	4,4
150	13,8	2 000	3,3
200	12,5	4 000	2,2

21. Главнейшие морфологические величины трёх океанов

Океаны	Поверхность в млн. км ²	Средняя глубина в м	Наибольшая глубина в м	Среднее удаление берегов в км	Наибольшее удаление берегов в км
Атлантический	106	3 300	8 526	606	2 050
Тихий	180	3 850	10 800	765	2 265
Индийский	75	3 900	7 000	621	1 700

22. Главные составные части морской воды

Общее количество растворённых в морской воде солей исчисляется в $4,84 \cdot 10^{19}$ кг. Соотношение между отдельными составными частями морской воды во всех зонах и на всех глубинах океана весьма постоянно. В таблице дана солёность на поверхности открытого океана, составляющая в среднем 3,5‰. В замкнутых морях солёность значительно колеблется, например, от 4,0‰ в Красном море до 1,8—2,2‰ в Чёрном и 0,2—0,8‰ в Балтийском море.

Название	Формула	Содержание в г на 1 кг воды	Название	Формула	Содержание в г на 1 кг воды
Хлористый натрий	NaCl	27,2	Серная кислота	H ₂ SO ₄	0,9
Хлористый магний	MgCl ₂	3,8	Углекислый кальций	CaCO ₃	0,1
Сернокислый магний	MgSO ₄	1,6	Бромистый магний	MgBr ₂	0,1
Сернокислый кальций	CaSO ₄	1,3	Итого		35,0

23. Баланс круговорота воды на Земле

Ежегодно испаряется воды:

с морей и океанов 448 000 куб. км¹⁾ — 86,5‰
 с суши 70 000 куб. км — 13,5‰
 всего с земной поверхности 518 000 куб. км — 100‰

Ежегодно выпадает воды в виде осадков (дождь, снег):

на моря и океаны 412 000 куб. км — 79,5‰
 на сушу 106 000 куб. км — 20,5‰
 всего 518 000 куб. км — 100‰

На сушу ежегодно выпадает в виде дождя и снега на 36 000 куб. км воды больше, чем с неё испаряется. Это количество воды ежегодно выносится всеми реками в моря и океаны.

Общий объём океанов и морей (не включая полярные моря) составляет около 1 336 000 тыс. куб. км.

1) 1 куб. км. равен 1 млрд. куб. м или 1 млрд. т воды.

24. Мировые запасы топлива

Запасы всех видов топлива (уголь, нефть, дрова, торф и т. д.), известные в настоящее время, составляют на Земле около 6 000 000 млн. т.

Это число относится к условному топливу. Под условным топливом подразумевается весовой эквивалент обычного топлива; условному топливу приписывается стандартная калорийность в 7 000 ккал на 1 кг. Вследствие этого 1 т условного топлива эквивалентна 1 т высокосортного каменного угля или 0,66 т нефти, или 6 м³ дров, или 2 т торфа.

25. Состав воздуха

	В процентах по объёму	В процентах по весу
Азот	78,23	75,70
Кислород	20,81	23,00
Аргон	0,90	1,24
Углекислота	0,03	0,05
Прочие газы	0,03	0,01

26. Нормальное распределение давления, температуры и плотности воздуха в зависимости от высоты

(Таблица нормального дня)

Высота	Давление	Температура воздуха на высоте	Средняя температура	Плотность воздуха
0	760,00	15,00	15,00	1,226
100	751,03	14,35	14,67	1,214
200	742,15	13,70	14,35	1,202
300	733,35	13,05	14,02	1,191
400	724,64	12,40	13,70	1,179
500	716,01	11,75	13,37	1,168
600	707,47	11,10	13,05	1,157
700	699,01	10,45	12,72	1,145
800	690,63	9,80	12,40	1,134
900	682,33	9,15	12,07	1,123
1 000	674,11	8,50	11,75	1,112
1 500	634,21	5,25	10,12	1,059
2 000	596,26	2,00	8,50	1,007
2 500	560,16	— 1,25	6,87	0,957
3 000	525,87	— 4,50	5,25	0,910
3 500	493,30	— 7,75	3,62	0,864
4 000	462,40	— 11,00	2,00	0,820
4 500	433,10	— 14,25	0,37	0,777
5 000	405,33	— 17,50	— 1,25	0,737
5 500	379,04	— 20,75	— 2,87	0,698
6 000	354,16	— 24,00	— 4,50	0,661
6 500	330,72	— 27,25	— 6,12	0,625
7 000	308,52	— 30,50	— 7,75	0,591
7 500	287,55	— 33,75	— 9,37	0,558
8 000	267,79	— 37,00	— 11,00	0,527
8 500	249,16	— 40,25	— 12,62	0,497
9 000	231,62	— 43,50	— 14,25	0,469
9 500	215,09	— 46,75	— 15,87	0,442
10 000	199,60	— 50,00	— 17,50	0,416
10 500	185,01	— 53,25	— 19,12	0,391
11 000	171,34	— 56,50	— 20,75	0,368
11 500	160,11	— 56,50	— 20,75	0,344
12 000	149,64	— 56,50	— 20,75	0,321

27. Шкала ветра по Бофорту

Сила ветра №	Название ветра и его действие	Давление в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$	Скорость в $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$
0	Штиль. Дым поднимается вертикально; листья деревьев неподвижны	0—0,3	0—1
1	Тихий ветер; ощущается лицом или рукой	1,6	1—2
2	Лёгкий ветер; колышет листья	4,7	2—4
3	Слабый ветер	8,4	4—6
4	Умеренный ветер; колеблет мелкие ветви деревьев	13,2	6—8
5	Свежий ветер; приводит в движение ветви	20,6	8—10
6	Сильный ветер	29,5	10—12
7	Крепкий ветер; качает большие ветви и тонкие стволы	42,8	12—14
8	Очень крепкий ветер; затрудняет хо- дбу в открытом месте	61,0	14—17
9	Шторм; клонит деревья к земле, ло- мает ветви и нетолстые стволы	82,5	17—20
10	Сильный шторм; разрушительные дей- ствия	111	20—24
11	Жестокий шторм	148	24—30
12	Ураган	211	Более 30

28. Барометрическая постоянная для воздуха и отдельных газов, входящих в состав атмосферы

Барометрическая формула имеет вид:

$$h = A \lg \frac{B_1}{B_2} (1 + 0,0037 t),$$

где h — разность высот двух пунктов в метрах;

B_1 и B_2 — парциальное давление данного газа в нижней и верхней точках (мм Hg);

t — средняя температура для обоих пунктов;

A — барометрическая постоянная.

Г а з	Барометрическая постоянная	Г а з	Барометрическая постоянная
Воздух	18 401	Углекислый газ . .	12 033
Азот	19 021	Водород	264 750
Кислород	16 647	Гелий	134 520
Аргон	13 357		

29. Видимость при подъёме в атмосферу

В таблице приведены величины радиуса R сферического сегмента, видимого при подъёме на данную высоту над горизонтальной поверхностью. Площадь (в м^2), видимую с данной высоты, можно приблизительно получить умножением высоты подъёма (в м) на 46 (округлённое число).

Высота подъёма в м	R в км	Высота подъёма в м	R в км
2	5,4	900	114,8
10	12,1	1 000	121,0
50	27,1	1 500	148,2
100	38,3	2 000	171,1
150	46,9	3 000	209,6
200	54,1	4 000	242,0
300	66,3	5 000	270,6
400	76,5	6 000	294,4
500	85,6	7 000	320,2
600	93,7	8 000	342,3
700	101,3	9 000	363,0
800	108,2	10 000	382,7

30. Солнечная постоянная

Солнечной постоянной (J_0) называется то количество лучистой энергии, которое приходит от Солнца в единицу времени на единицу поверхности, ограничивающей земную атмосферу и расположенной нормально к солнечным лучам.

$$J_0 = 1,94 \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}} = 1,35 \cdot 10^6 \frac{\text{эрг}}{\text{см}^2 \cdot \text{сек}}.$$

В среднем Солнце на каждый квадратный сантиметр всей земной поверхности посылает лучистую энергию в количестве $0,5 \frac{\text{кал}}{\text{мин}}$.

31. Альбедо

Альбедо — количество лучистой энергии Солнца, отражённое от Земли и выраженное в процентах падающей энергии. В среднем альбедо:

для снега	60%
для мокрого чернозёма	8%
для водных поверхностей	от 2 до 70%
для облаков	78%
среднее для всей Земли	43%

32. Прямая солнечная радиация

В таблице даны значения напряжения (J) солнечной радиации в зависимости от высоты места над уровнем моря.

Место	Высота над уровнем моря в м	J в $\frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$
Слуцк	30	1,43
Давос	1 600	1,59
Пик Teneriffa	3 683	1,64
На аэростате	7 500	1,72
Шар-зонд	8 000	1,78

¹⁾ Единица, принятая в актинометрии за меру напряжения радиации любых волн.

33. Баланс лучистой энергии

За сутки от Солнца на каждый кв. см границы земной атмосферы поступает 720 кал лучистой энергии; из них:

Отражается от облаков	22 ⁰ / ₀ —160 кал.
Диффузно рассеивается в мировое пространство	18 ⁰ / ₀ —130 "
Абсорбируется в атмосфере	20 ⁰ / ₀ —140 "
Достигает земной поверхности:	
в виде прямой радиации	22 ⁰ / ₀ —160 "
в виде рассеянной радиации	18 ⁰ / ₀ —130 "

1 см² горизонтальной поверхности Земли в среднем за сутки в виде прямой и рассеянной радиации получает 290 кал лучистой энергии.

Кроме того, земная поверхность получает ещё энергию в виде тёмного излучения атмосферы в количестве около 600 $\frac{\text{кал}}{\text{см}^2}$ за сутки; всего на каждый см² земной поверхности приходится в среднем за сутки 890 кал лучистой энергии.

Расход лучистой энергии за сутки с каждого см² земной поверхности складывается из излучения в количестве 750 кал, а также некоторого количества энергии, расходуемого на испарение воды и составляющего примерно 125 кал.

34. Мезоны¹⁾

Мезоны — частицы, входящие в состав космических лучей. Из них состоит так называемая жёсткая компонента космического излучения; мягкая компонента состоит из электронов и квантов, обладающих большой энергией — в среднем около 100 млн. электрон-вольт.

Заряд мезонов по абсолютной величине равен заряду электронов или позитронов; масса мезона в 130—200 раз больше, чем масса электрона, или, иначе, в 10—12 раз меньше массы протона, т. е. ядра атома водорода.

Средняя продолжительность „жизни“ медленных мезонов, равная 0,000002 сек., показывает, что эти частицы приходят на Землю извне из далёких космических пространств, а зарождаются где-то в атмосфере первичными космическими лучами.

35. Изменение интенсивности космических лучей с высотой подъёма над землёй

Интенсивность космических лучей определяется той ионизацией атмосферы, которую они производят. В таблице приведены результаты наблюдений (для средних широт) по ионообразованию, обусловленному космическим излучением. Ионизация даётся количеством ионов, образующихся в 1 сек.

Высота подъёма в км	Ионизация	Высота подъёма в км	Ионизация
0	1,9	12	183
1	3,7	14	252
2	5,8	16	299
3	8,8	18	315
4	13,5	19	320
5	20,7	20	324
6	33,9	21	327
7	49,7	22	329
8	66,4	23	329,5
9	84,0	24	329,7
10	106	25	333

¹⁾ То же, что мезотроны.

36. Электрическое поле Земли

Существующее в атмосфере электрическое поле имеет такое направление, как если бы земная поверхность была заряжена отрицательно, а атмосфера положительно; градиент потенциала имеет положительное значение и, будучи рассчитан на единицу расстояния, численно даёт величину напряжения поля.

Градиент потенциала $\left(\frac{dV}{dn}\right)$ для ряда пунктов земной поверхности:

	Кью	Потсдам	Слуцк	Латос	Вашингтон	Аппа	Земля Виктории
$\frac{dV}{dn}$ в $\frac{в}{м}$	317	202	179	64	179	112	88

Градиент потенциала в среднем для всей Земли принимается равным: $\frac{dV}{dn} = 130$ вольт на 1 м расстояния.

Средняя поверхностная плотность (σ) заряда Земли:

$$\sigma = -3,45 \cdot 10^{-4} \frac{\text{эл.-ст. ед.}}{\text{см}^2} \approx 7,2 \cdot 10^5 \frac{\text{элемент. зарядов}}{\text{см}^2}.$$

Заряд (Q) всей Земли:

$$Q = 4\pi r^2 \sigma = 1,7 \cdot 10^{15} \text{ эл.-ст. ед.} \approx 0,57 \cdot 10^6 \text{ кулона.}$$

Потенциал (U) Земли:

$$U = Q/r \approx 10^9 \text{ в.}$$

37. Электрические токи в атмосфере

Плотность вертикального тока проводимости (i_λ), возникающего в результате движения (под действием электрического поля Земли) положительных ионов из атмосферы к отрицательно заряженной Земле, а отрицательных ионов в обратном направлении, составляет

$$\text{по расчётам: } i_\lambda = 8,6 \cdot 10^{-7} \frac{\text{эл.-ст. ед.}}{\text{см}^2} = 2,9 \cdot 10^{-16} \frac{A}{\text{см}^2}$$

$$\text{по измерениям: } i_\lambda \approx 2 \cdot 10^{-16} \frac{A}{\text{см}^2}.$$

Плотность конвективных токов, возникающих вследствие того, что капли дождя, снежинки и прочие осадки несут на себе электрические заряды, составляет: при спокойных дождях обложного характера величины порядка:

$$10^{-3} - 10^{-4} \frac{\text{эл.-ст. ед.}}{\text{см}^2},$$

при грозовых ливнях и граде до $3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{эл.-ст. ед.}}{\text{см}^2}$.

38. Объёмные заряды атмосферы

(по расчётам Беннорфа)

Средняя плотность объёмного заряда атмосферы для слоя от поверхности Земли до высоты 50 м равна $350 \cdot 10^{-10} \frac{\text{эл.-ст. ед.}}{\text{см}^3}$, или 73 элементарных заряда на 1 см³.

В среднем для всей толщи атмосферы до высоты 9 км объёмный заряд равен $3,67 \cdot 10^{-10} \frac{\text{эл.-ст. ед.}}{\text{см}^3}$, или 0,77 элементарных зарядов на 1 см³.

Полный заряд столба воздуха сечением в 1 см^2 до высоты 9 км составляет $3,31 \cdot 10^{-4}$ эл.-ст. ед., или $6,95 \cdot 10^5$ элементарных зарядов.

Плотность объёмного заряда грозового облака в среднем составляет (по измерениям) $6 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-5}$ элементарных зарядов на 1 см^3 .

39. Грозовые разряды, молния, светящиеся разряды

В среднем ежегодно на всём земном шаре происходит $16 \cdot 10^6$ гроз, в каждый момент времени в различных частях земли наблюдается одновременно 1800 гроз, в каждую секунду количество отдельных молний достигает 100 .

Величина заряда грозового облака (со средним объёмом 16 км^3) лежит в пределах от $10 - 20$ до 270 кулонов, потенциал такого облака имеет порядок $10^8 - 10^9 \text{ в}$.

Каждый грозовой разряд состоит из серии отдельных импульсов (а каждый импульс из лидера и главного канала) в количестве от 1 до 40 .

Продолжительность грозового разряда: от нескольких десятитысячных секунды до $0,13 \text{ сек.}$, в среднем (по Пику) $0,030 \text{ сек.}$

Скорость ступенчатого лидера (предварительного, относительно слабого грозового разряда первого импульса, распространяющегося отдельными ступенями — толчками — со средней длиной 60 м и с перерывами между ними около 100 микросекунд) в среднем составляет $5 \cdot 10^4 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$.

а с учётом пауз между ступенями $1,5 \cdot 10^2 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$.

Скорость стреловидных лидеров (предварительных, слабых разрядов импульсов, следующих за первым) в среднем $2 \cdot 10^3 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$.

Средняя скорость главного канала (основной части импульса, следующей за лидером) $3,5 \cdot 10^4 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$.

Толщина главного канала — от нескольких см в диаметре (в большинстве случаев) и до 60 см .

Длина молнии: между облаками и Землёй $2 - 3 \text{ км}$.
между облаками до 50 км .

Количество электричества (по Вильсону), связанное со вспышкой молнии колеблется в пределах $10 - 50$ кулонов (наиболее типичное значение — 20 кулонов).

Сила тока молнии до $200\,000 \text{ А}$ (наиболее часто от $20\,000$ до $40\,000 \text{ А}$).

Энергия грозового разряда, в среднем, порядка $2 \cdot 10^{15} - 2 \cdot 10^{17} \text{ э}$.

Плотность тока светящихся разрядов (так называемых огней св. Эльма), видимых на выдающихся вверх остроконечных предметах (особенно в горах, на море), достигает значений:

$$10^{-4} - 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{см}^2}.$$

40. Атмосферное электрическое поле

Высота в километрах	0	0,5	1,5	3	6	9	(12)	(∞)
Градиент потенциала поля в $\frac{\text{в}}{\text{м}}$	130	50	30	20	10	5	(2,5)	0

З а м е ч а н и е. Напряжение поля и градиент потенциала, численно равные между собой величины, имеют противоположные направления. Принимая в нормальных условиях электрического поля Земли за положительное направление нормали к земной поверхности направление *от* земной поверхности, получаем положительный градиент.



41. Элементы земного магнетизма

Основной характеристикой магнитного поля земли служит вектор напряжённости поля H_T и его составляющие, которые представляют собой проекции этого вектора H_T на координатные оси.

Обычно для этой цели применяют прямоугольную систему координат, в которой ось x ориентируют по направлению истинного меридиана (положительное направление считается к северу), ось y — по направлению параллели (положительно к востоку), а ось z располагается вертикально, и за положительное направление её считается направление сверху вниз.

Проекция вектора H_T на ось x -ов называется северной составляющей и обозначается буквой X , проекция на ось y -ов носит название восточной составляющей Y и проекция на ось z -ов — вертикальной составляющей Z .

Проекция вектора H_T на горизонтальную плоскость называется горизонтальной составляющей и обозначается символом H .

Вертикальная плоскость, в которой лежит вектор напряжённости поля H_T (плоскость ZOH), называется магнитным меридианом, а угол между магнитным меридианом и плоскостью x -ов ($\angle HOx$) — магнитным склонением, обозначаемым D .

Угол между горизонтальной плоскостью и направлением вектора H_T ($\angle HON_T$) носит название магнитного наклоения J .

При указанном расположении осей координат (см. рис.) склонение будет положительным, когда вектор H отклонится от N к востоку (восточное склонение), и отрицательным — когда к западу (западное склонение).

Наклоение J положительно при направлении вектора H_T вниз от земной поверхности (т. е. в северном полушарии) и отрицательно, когда вектор H_T направлен вверх (т. е. в южном полушарии).

Склонение D , наклонение J горизонтальная составляющая H , вертикальная составляющая Z , северная составляющая X и восточная составляющая Y называются элементами земного магнетизма.

Элементы земного магнетизма можно рассматривать как координаты конца вектора напряжённости поля H_T в различных системах координат: прямоугольной (координаты X, Y, Z), цилиндрической (координаты Z, H, D) и сферической (координаты H, D, J). Соотношения для перехода от

одной системы координат к другой и для определения величины вектора H_T :

$$\begin{aligned} X &= H \cos D, & Z &= H \operatorname{tg} J, \\ Y &= H \sin D, & H_T^2 &= H^2 + Z^2, \\ H^2 &= X^2 + Y^2, & H_T^2 &= X^2 + Y^2 + Z^2, \\ \operatorname{tg} D &= \frac{Y}{X}, & H_T &= H \sec J = Z \operatorname{cosec} J. \end{aligned}$$

Напряжённость естественного магнитного поля Земли в нормальных условиях не превышает 0,6 эрстед.

Численные величины напряжённости магнитного поля H_T , северной X , восточной Y , вертикальной Z и горизонтальной H составляющих на практике обычно выражают в гаммах ($1\gamma = 10^{-5} \text{ Оe}$).

42. Термины магнитных карт

Результаты измерений элементов земного магнетизма принято изображать на географических картах в виде систем кривых, которые соединяют точки земной поверхности с одинаковыми значениями определённого магнитного элемента. В таблице даны названия этих кривых и их объяснения.

Термин	Значение термина
Изогоны	Кривые, соединяющие на карте точки с одинаковыми значениями магнитного склонения
Изоклины	Кривые, соединяющие на карте точки с одинаковыми значениями магнитного наклонения
Изодины горизонтальных или вертикальных составляющих	Кривые, соединяющие на карте точки с одинаковыми значениями вертикальных или горизонтальных составляющих
Изодины северной или восточной составляющих	Кривые, соединяющие на карте точки с одинаковыми значениями северных или восточных составляющих
Магнитные полюса	Точки на земной поверхности с нулевыми значениями горизонтальной составляющей (наклонение в этих точках равно $\pm 90^\circ$)
Магнитные меридианы	Линии, соединяющие на карте одинаковые направления магнитной оси, свободно подвешенной стрелки, для каждой точки Земли
Эквипотенциальные линии	Линии на карте, представляющие собой пересечения уровней поверхностей (поверхностей одинаковых потенциалов) с поверхностью Земли (всегда перпендикулярны к магнитным меридианам)
Агоническая линия	Линия нулевых склонений (нулевая изогона)
Магнитный экватор	Нулевая изоклина по обе стороны от которой наклонение в направлении к магнитным полюсам, возрастает от 0 до 90° (или, иначе, линия нулевых значений вертикальной составляющей)
Изопоры	Линии на карте, соединяющие пункты с одинаковым вековым ходом элементов земного магнетизма (например, изопоры вариаций склонения и т. д.)

Примечание. Так как элементы земного магнетизма непрерывно меняются во времени, то магнитные карты составляются по наблюдениям, отнесённым обычно к середине какого-либо года, т. е. к 1 июля, и в этом случае говорят, что карта составлена для эпохи данного года.

43. Географические координаты магнитных полюсов для различных эпох

Название полюса	Географические координаты	Э п о х и							
		1600 г.	1700 г.	1770 г.	1829 г.	1885 г.	1900 г.	1909 г.	1922 г.
Северный полюс	Широта	78°42'	75°51'	66°	73°21'	69°57'	69°18'	—	71°
	Долгота западная	59°	68°48'	104°	93°54'	82°45'	96°27'	—	96°
Южный полюс	Широта южная	81°16'	77°12'	—	72°40'	73°45'	—	72°25'	73°
	Долгота восточная	190°30'	155°15'	—	150°45'	153°	—	154°	156°

44. Магнитное склонение в различные эпохи

В таблице даны среднегодовые значения магнитного склонения для тех пунктов, в которых наблюдения ведутся с момента открытия элемента склонения

Год	Магнитное склонение для			Год	Магнитное склонение для		
	Лондона	Парижа	Рима		Лондона	Парижа	Рима
1540	+7°,2	+8°,2	+10°,47	1740	-15°,30	-15°,83	-13°,63
1560	+9,6	+ 9,3	+10,61	1760	-19,57	-18,76	-15,51
1580	+10,93	+ 9,6	+11,41	1780	-22,65	-20,87	-16,64
1600	+10,13	+ 8,8	+ 9,88	1800	-24,07	-22,12	-17,06
1620	+ 7,26	+ 6,9	+ 7,29	1820	-24,09	-22,40	-16,77
1640	+ 3,27	+ 4,42	+ 3,86	1840	-23,22	-21,38	-15,84
1660	- 0,59	+ 0,86	- 0,01	1860	-21,55	-19,54	-14,77
1680	- 3,89	- 3,47	- 4,01	1880	-18,73	-16,76	-11,77
1700	- 7,08	- 7,99	- 7,77	1890	-17,57	-15,16	-10,57
1720	-10,97	-12,27	-11,02	1900	-16,5	-14,6	-

45. Значение горизонтальной составляющей на магнитном экваторе для различных эпох

Год	Исследователи	Значение горизонтальной составляющей в эрстедах
1829	Эрман-Петерсен	0,327
1830	Гаусс	0,331
1845	Адамс	0,328
1880	Адамс	0,324
1885	Шмидт	0,324
1885	Фритше	0,322
1922	Дайсон и Фурнер	0,316

46. Магнитный момент Земли M (для 1922 г.):

$$M = R^3 H_0 = 8,19 \cdot 10^{25} \text{ абс. ед. } C G S \text{ р;}$$

$$R - \text{радиус Земли} = 6371 \text{ км} = 6,371 \cdot 10^8 \text{ см;}$$

$$H_0 = 0,316 \text{ Ое (для 1922 г.)} - \text{горизонтальная составляющая на магнитном экваторе.}$$

47. Значение элементов земного магнетизма для области Курской аномалии

По вычислениям акад. П. П. Лазарева количество чистого железа, вызывающего Курскую аномалию, составляет от 5 до 20 млрд. *т*.

Название местности	Широта	Долгота	Значения элементов земного магнетизма		
			Склонение <i>D</i>	Наклонение <i>I</i>	Горизонтальная составляющая <i>H</i>
Непхаево	50°48,2'	36°35,6'	+55°35'	—	—
Кочетовка	51° 2,3'	36°28,7'	+85°44'	—	—
"	51° 1,8'	36°28,7'	+96°37'	—	—
"	51° 1,6'	36°28,8'	—34°00'	—	—
Покровское	50°53,8'	36°28,5'	—	82°13'	—
Етовка	51°16,5'	37°34,7'	—	48°18'	—
Кочетовка	51° 1,6'	36°27,0'	—	—	0,5713 CGS _μ
Лукьяновка	51°19,4'	37°35,6'	—	—	0,078 CGS _μ

Колебания значений элементов земного магнетизма для области Курской аномалии (по Лейсту) составляют:

Элементы	Магнитное склонение <i>D</i>	Магнитное наклонение <i>I</i>	Горизонтальная составляющая <i>H</i> в <i>Oe</i>	Вертикальная составляющая <i>Z</i> в <i>Oe</i>
Максимум значения	180°	90°	9,649	19,135
Минимум значения	—180°	39°,2	0,000	3,480
Разница	360°	50°,8	9,649	15,655

II. СТАНДАРТНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ВЕЛИЧИН И ТЕРМИНОВ В ФИЗИКЕ И СМЕЖНЫХ С НЕЮ ОБЛАСТЯХ

(В скобках помещены запасные обозначения)

Из величин и терминов, указанных в разделе „Общие обозначения“, повторяются в других разделах только те, которые имеют для них особое значение или обозначаются там одним определенным символом из нескольких приведенных в первом разделе

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Общие обозначения	Вес (в пустоте или истинный вес)	G
	Вес в воздухе (слова, „в воздухе“ опускаются при точности менее 0,1%).	P
	Вес атомный	A
	Вес молекулярный	M
	Вес относительный	$d; (\gamma)$
	Вес удельный, объёмный	γ
	Время	$t; (\tau)$
	Высота; глубина	h
	Давление	p
	Диаметр	d
	Длина	l
	Длина волны	λ
	Коэффициент вязкости динамической	$\mu; (\eta)$
	Коэффициент вязкости кинематической	ν
	Коэффициент линейного расширения	α
	Коэффициент объёмного расширения	$\gamma; (\beta)$
	Коэффициент полезного действия	η
	Коэффициент преломления	n
	Коэффициент трения качения	k
	Коэффициент трения скольжения	f
	Масса	m
	Объём	V
	Объём удельный	v
	Период; период колебания	T
	Плотность	$D; \rho^{(1)}$
	Площадь	$F; (S)$
	Работа	$A; (W, L)$
	Радиус	r
	Сила	P или $F; (Q, R)$
	Скорость линейная	$v; (w, u)$
	Скорость света	c
	Скорость угловая	ω
	Угол плоский	$\alpha, \beta, \gamma, \dots$
	Угол телесный	ω
	Ускорение линейное	$a; (j)$
	Ускорение свободного падения (т. е. сообщаемое телу в пустоте его весом в данном месте)	g
	Ускорение свободного падения, нормальное (равное 930,665 $\frac{см}{сек^2}$)	g_n
	Ускорение угловое	$\epsilon; (\theta)$
	Частота; частота колебаний	$f; (\nu)$

1) В технике; особенно в гидравлике и гидромеханике.

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Общие обозначения	Число оборотов в единицу времени	n
	Ширина	b
Измерение времени	Энергия	$W; (A, E)$
	Время всемирное	T
	Время в формулах физики и механики	t или τ
	Время гражданское, местное ($m + 12$ часов)	m_c
	Время звездное, истинное (местное)	s или s_o
	Время звездное, среднее (местное)	s или s_m
	Время звездное, среднее гриничское	S или S_m
	Время солнечное, истинное (местное)	$t_\odot$
	Время солнечное, среднее (местное) — считаемое от полудня	m
	Время солнечное, среднее гриничское — считаемое от полудня	M
Астрономия и небесная механика	Уравнение времени ($\eta = m - t_\odot$)	η
	Часовой угол	t или θ
	Азимут светила	a
	Восхождение светила, прямое	α
	Высота светила над горизонтом	h
	Год сидерический	S
	Год тропический	T
	Долгота светила	λ
	Долгота Солнца, истинная	L
	Долгота точки земной поверхности, считаемая от Гринича	λ
	Зенит	Z
	Зенитное расстояние светила	z
	Надир	Z'
	Наклонность плоскости экватора к плоскости эклиптики	ε
	Параллакс звезды, годичный	π
	Параллакс светила	p
	Полуось земного сфероида, большая (а также орбиты)	a
	Полуось земного сфероида, малая (а также орбиты)	b
	Полюс северный	P
	Полюс южный	P'
	Постоянная Гаусса	k
	Постоянная ньютоновского притяжения	f
	Склонение светила	δ
	Точка весеннего равноденствия	Υ
	Точка востока	E
	Точка запада	W
	Точка севера	N
	Точка юга	S
	Широта географическая точки земной поверхности	φ
	Широта геоцентрическая точки земной поверхности	φ'
	Широта светила	β
	Широта Солнца	B
	Эксцентриситет меридиана земного сфероида (а также орбиты)	e

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Земной магнетизм	Азимут магнитный	A_m
	Вариации во времени какого-либо из элементов земного магнетизма	δ (ставится впереди символа соответствующего элемента)
	Вертикальная составляющая напряжённости земного поля	Z
	Восточная составляющая напряжённости земного поля	Y
	Горизонтальная составляющая напряжённости земного поля	H_H или H
	Изменения пространственные элементов земного магнетизма	Δ (ставится впереди символа соответствующего элемента)
	Наклонение магнитное	I
	Напряжённость магнитного поля Земли, полная	H_T или T
	Северная составляющая напряжённости земного поля	X
	Склонение магнитное	D
Теоретическая механика	Угол отклонения магнита	θ
	Длина пути	s ; (l)
	Момент инерции	J
	Момент количества движения точки, а также главный момент количества движения системы	L
	Момент силы относительно точки или момент пары сил	M
	Мощность	N ; (P)
	Перемещение угловое или дуговое	φ
	Проекции силы F (или др.) на координатные оси	F_x, F_y, F_z $(\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z})$
	Работа	W
	Радиус инерции	i
Сопротивление материалов	Сила	F или P ; (Q, R)
	Скорость линейная	v
	Ускорение линейное	a
	Ускорение угловое	ε
	Функция силовая	U
	Энергия кинетическая	$E, T^1)$
	Энергия потенциальная	$\pi, \Pi^1)$
	Деформация абсолютная, продольная при растяжении или сжатии	Δl
	Деформация относительная, продольная при растяжении или сжатии	ε
	Длина кривой	s
	Длина прямого бруса; расчётный пролёт	l
	Коэффициент безопасности (запас прочности)	n
	Коэффициент Пуассона (отношение поперечной деформации бруса к продольной)	μ

1) Общетехническое обозначение.

Области применения	Величина или термин	Обозначение
Сопротивление материалов	Коэффициент уменьшения основного допускаемого напряжения на сжатие при расчёте на продольный изгиб	φ
	Модуль сдвига	G
	Модуль упругости (модуль Юнга)	E
	Момент сечения статический	S
	Момент сопротивления	W
	Моменты опорные, изгибающие многопролётной балки	$M_0, M_1, M_2, \dots$
	Нагрузка, распределённая на единицу длины (интенсивность распределённой нагрузки)	q
	Нагрузка, распределённая на единицу площади (давление)	p
	Напряжение, допускаемое на изгиб	R_b
	Напряжение, допускаемое на простое растяжение	R_z
	Напряжение, допускаемое на простое сжатие	R_d
	Напряжение, допускаемое на сдвиг	R_s
	Напряжение касательное	τ
	Напряжение нормальное	σ
	Площадь сечения, нормального к оси бруса	F
	Площадь сечения, нормального к оси бруса за вычетом отверстий	F_{net}
	Предел пропорциональности	σ_p
	Предел текучести	σ_s
	Предел упругости	σ_e
	Радиус кривизны кривой	ρ
	Сдвиг относительный (угол сдвига)	γ
	Сила сосредоточенная, внешняя	P
	Сила критическая при продольном изгибе	P_k
	Сила нормальная к плоскости сечения	N
	Сила поперечная или перерезывающая	Q
	Сопротивление временное	σ_b
	Составляющие вертикальные, опорных реакций двухопорной (или многопролётной) балки	$A, B;$
	Составляющая горизонтальная опорных реакций однопролётной (или таковые для многопролётной) балки	$(A_0, A_1, A_2 \dots)$
	Стрела кривой, стрела прогиба, стрела провисания, стрела осевой линии кривого бруса	$H;$
	Угол закручивания вала (относящийся ко всей расчётной длине его)	$(H_0, H_1, H_2 \dots)$
	Удлинение абсолютное остаточное при разрыве	f
	Удлинение относительное остаточное при разрыве в l_0 к расчётной длине l_0 образца	Δl_0
	Уменьшение абсолютное площади сечения образца при разрыве	$\delta; (\epsilon)$
	Уменьшение относительное площади сечения образца (сужение в шейке) при разрыве в l_0 к первоначальной площади сечения F_0	ΔF_0
	Энергия потенциальная деформированной системы	ϕ
Механические свойства и испытания материалов	Вязкость при изгибе, ударная (ударная вязкость)	U
	Вязкость при изгибе, ударная удельная (ударная удельная вязкость)	A_H
		a_H

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Механические свойства и испытание материалов	Напряжение истинное (эффективное напряжение)	σ или t
	Напряжение октаэдрическое, касательное	t_8
	Напряжение условное (напряжение)	σ или τ
	Предел выносливости (общее обозначение)	σ_B
	Предел выносливости ударной, энергетической (ударный предел выносливости)	$ABN; (AB)$
	Предел ползучести	$\sigma_{пз}$
	Предел пропорциональности, технический (предел пропорциональности)	$\sigma_{пц}$ или $\tau_{пц}$
	Предел прочности, истинный (при разрушении)	σ_K или t_K
	Предел прочности на срез	$\tau_{ср}$
	Предел прочности, условный	$\sigma_{пч}$ или $\tau_{пч}$
	Предел текучести, верхний	σ_{TK}
	Предел текучести, технический (условный предел текучести)	$\sigma_{0,2}; \tau_{0,2};$ $\sigma_{0,4}; \dots$
	Предел текучести, физический (предел текучести)	σ_{TK}
	Предел упругости, технический (предел упругости)	$\sigma_{0,001}; \tau_{0,002};$ $\tau_{0,004}; \dots$
	Прогиб относительный	$\frac{f}{L}$
	Работа деформации при раздавливании, удельная (работоспособность при раздавливании)	$a_{K,C} (a_C)$
	Работа деформации при разрыве, удельная (работоспособность при разрыве)	$a_{K,r}; (a_r)$
	Работа деформации, удельная	a
	Работа деформации, упругая, удельная	$a_{уп}$
	Сопротивление отрыву, истинное	$\sigma_{от}$
	Сужение при разрыве, относительное (сужение при разрыве)	ϕ_K
	Сужение при разрыве равномерное, относительное (равномерное сужение при разрыве)	$\phi_{рм}; (\phi_{пч})$
	Твердость по Бринеллю	H_B
	по Викерсу	$H_{VK}; (H_D)$
	по Герберту	H_G
	по Лудвику	H_L
	по Мартелу	H_{Ma}
	по Мартенсу	H_M
	по Мейеру	H_{Mp}
	по Роквеллу по шкалам B, C	$R_B; R_C$
	по Шору	$H_{ш}$
	Угол закручивания, относительный	φ
	Угол излома	β
	Угол октаэдрического сдвига	g_8
	Угол сдвига при кручении, истинный	g
	Удлинение или укорочение истинное, относительное	ϵ
	Удлинение местное, наибольшее (местное удлинение)	ϵ_M
	Удлинение при разрыве местное, наибольшее (местное удлинение при разрыве)	ϵ_{max}
	Удлинение при разрыве равномерное, относительное (равномерное удлинение при разрыве)	$\epsilon_{рм}; (\epsilon_{пч})$
	Укорочение при раздавливании, относительное	ϵ_K
	Утолщение относительное (утолщение)	ϕ_ϵ
	Утолщение при раздавливании, относительное	$\phi_{K,C}$

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Гидравлика	Высота всасывания	h_s
	Высота пьезометрическая	h_p
	Глубина потока	h
	Длина водовода	L
	Координата вертикальная в уравнении Бернулли	z
	Коэффициент местных сопротивлений	ζ
	Коэффициент расхода водослива	m
	Коэффициент расхода при истечении из отверстий	μ
	Коэффициент сжатия	ϵ
	Коэффициент скорости	ϵ
	Коэффициент фильтрации	k
	Модуль расхода	K
	Напор гидродинамический	H_d
	Напор гидростатический	H
	Напор потерянный, местный	h_r
	Напор потерянный по длине	h_l
	Напор скоростной	h_v
	Площадь сечения струи и площадь живого сечения канала трубы	ω
	Расход полный жидкости в единицу времени, выраженный в единицах объема	Q
	Расхода полного часть	q
	Скорость абсолютная	v
	Скорость относительная	w
	Скорость переносная	u
	Скорость распространения волны	c
	Энергия потока, удельная	E
Гидро-механика	Вектор сил давлений на поверхность, главный	P
	Давление гидромеханическое	p
	Интенсивность (напряженность) вихревого шнура	I
	Потенциал скорости	φ
	Скорость распространения волны	c
	Функция силовая	U
Измерение давления жидкости, пара, газа манометрами и барометрическое приведение	Циркуляция скорости	Γ
	Давление атмосферное (барометрическое)	P_b
	Давление воздуха истинное (давление, приведенное к 0° С и нормальному ускорению силы тяжести)	B_0
	Давление избыточное ($p = p_a - p_s$)	p
	Давление полное, под которым находится жидкость, пар или газ	P_a
	Давление прибора, допускаемое (наибольшее давление, допускаемое при эксплуатации прибора)	P_n
	Давление прибора, предельное (наибольшее значение шкалы или нагрузки прибора)	P_m
	Допуск (абсолютная величина наибольшей погрешности, допускаемая нормами)	γ_n
	Значение действительное давления, измеряемого посредством образцовых приборов	P_e
	Коэффициент температурный анероида	b или α_A

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Измерение давления жидкости пара, газа, манометрами и барометрическое нивелирование	Коэффициент температурный прибора	a_i
	Отсчёт по анероиду	A
Тепловые измерения	Отсчёт по анероиду с поправкой на температуру	A_0
	Погрешность показания прибора	γ
	Показания прибора (отсчёт по указателю на шкале прибора, выраженный в единицах давления) . .	p_f
	Показание ртутного барометра	B
	Поправка к показаниям прибора ($c = -\gamma$)	c
	Поправка на состояние анероида	a или c_A
	Разрежение (вакуум): $p_b > p_a$; $p_h = p_b - p_a$. . .	p_h
	Температура анероида	t_A
	Коэффициент интегрального лученспускания . . .	ϵ
	Коэффициент монохроматического лученспускания	ϵ_λ
	Положение нулевой точки термометра	z, Z
	Поправка на выступающий ртутный столбик термометра	c
	Поправка на смещение нулевой точки термометра	l_2
	Температура абсолютная	$T; (\Theta)^1$
	Температура или стоградусная температура . . .	$t; (\Theta)^1$
	Температура, отсчитываемая по шкале газового термометра, постоянного давления	t_p
	Температура, отсчитываемая по шкале газового термометра, постоянного объёма	t_p
	Температуропроводность вещества	a
	Теплоёмкость или удельная теплоёмкость вещества	c
	Теплоёмкость вещества, нормальная (теплоёмкость при 20° C)	c_n
	Теплоёмкость молекулярная	C
	Теплоёмкость средняя (в интервале $t_1^0 - t_2^0$) . .	c_m
	Теплоёмкость тела или системы тел	c_s
	Теплопроводность вещества (коэффициент теплопроводности)	λ
Термодинамика	Цветовая температура	T_c
	"Чёрная" температура источника	T_s
Обозначения для		
любого количества вещества		
1 кг	1 кг-моля	
G	kG	μkG
μ	μ	μ
t или τ	t или τ	t или τ
—	R	$\mu R^{(2)}$
p или P	p или P	p или P
Q	q	μq
Вес		
Вес молекулярный		
Время		
Газовая постоянная		
Давление (сила на единицу площади, упругость)		
Количество тепла		

1) Допускается в отдельных случаях.

2) Буква μ может опускаться, если это не вызывает недоразумений.

Область применения	Величина или термин	Обозначение			
Термодинамика		Обозначения для			
		любого количества вещества	1 кг	1 кг-моля	
	Коэффициент полезного действия (различные к. п. д. обозначаются индексами, которые ставятся внизу буквы η)	η	η	η	
	Объём	V	v	μv	
	Отношение теплоёмкостей: $c_p/c_v = \mu c_p/\mu c_v = c_{sp}/c_{sv}$. . .	k или χ	k или χ	k или χ	
	Потенциал термодинамический	Φ	φ	$\mu\varphi$	
	Работа	W или L	w	μw	
	Температура абсолютная	T или Θ	T или Θ	T или Θ	
	Температура стоградусная	t или θ	t или θ	t или θ	
	Теплоёмкость (истинная)	c_s	c	μc	
	Теплоёмкость при постоянном давлении (истинная)	c_{sp}	c_p	μc_p	
	Теплоёмкость при постоянном объёме (истинная)	c_{sv}	c_v	μc_v	
	Теплосодержание, энтальпия	I	i	μi	
	Термический эквивалент работы	A	A	A	
	Энергия	E	e	μe	
	Энергия внутренняя	U	u	μu	
	Энергия свободная	F	f	μf	
		Обозначения, относящиеся к 1 кг			
		жидкости в момент начала парообразования	сухого насыщенного пара	перегретого пара	
		Объём	v'	v''	v
		Теплосодержание	i'	i''	i
		Энергия внутренняя	u'	u''	u
Энтальпия		s'	s''	s	
	Паросодержание смеси (отношение массы пара к массе смеси пара и жидкости)	x			
	Теплота испарения отнесенная к 1 кг ($r = i'' - i'$)	r			
	Теплота испарения, внешняя, отнесенная к 1 кг	ϕ			
	Теплота испарения, внутренняя, отнесенная к 1 кг	ρ			
	Теплота скрытая	L			
	Теплотворная способность (теплотворность)	$Q; (H)$			
	Видность	V			
Световые измерения	Видность монохроматического света	V_λ			

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Световые измерения	Видность относительная	K
	Количество освещения	H
	Коэффициент отражения	ρ
	Коэффициент поглощения	α
	Коэффициент пропускания	τ
	Коэффициент яркости (для отраженного или проходящего света)	r
	Освещенность	E
	Поток световой	$F, (\Phi)$
	Светимость или светность	R
	Сила света (сила света точечного источника)	I
	Сила света, удельная	J
	Энергия световая	L
	Яркость	B
Геометрическая оптика	Высота входа луча в систему (расстояние от точки падения луча на первую преломляющую поверхность до оптической оси)	$h^1)$
	Высота выхода луча из системы (расстояние точки выхода луча из последней преломляющей поверхности до оптической оси)	h'
	Диаметр входного зрачка	d_p
	Диаметр выходного зрачка	d_p'
	Длина световых волн для линий: C — водорода, D — натрия, F и G — водорода	$\lambda_C, \lambda_D, \lambda_F, \lambda_G$
	Коэффициент дисперсии	γ
	Показатель преломления	n
	Показатели преломления для линий C, D, F и G	n_C, n_D, n_F, n_G
	Показатели преломления сред до и после оптической системы	n, n'
	Поле зрения, видимое	$2\beta'$
	Поле зрения, истинное	2β
	Поля зрения видимого, половина	β'
	Поля зрения истинного, половина	β
	Радиус сферической поверхности	$r^1)$
	Расстояние по оптической оси между вершинами первой и последней преломляющих поверхностей (осевая толщина линзы или системы)	$d^1)$
	Расстояние по оптической оси от заднего (главного) фокуса первой системы до переднего (главного) фокуса второй системы (оптический интервал)	Δ
	Расстояние фокусное заднее (главное) оптической системы	$f'^1)$
	Расстояние фокусное переднее (главное) оптической системы	$f^1)$
	Расстояния от точки и её изображения до оптической оси	y, y'
	Расстояния по оптической оси от объекта и изображения до переднего и заднего (главных) фокусов	x, x'

¹⁾ Величины, относящиеся к 1-й, 2-й ... k -й системе или преломляющей поверхности, обозначаются соответствующими индексами, которые ставятся внизу буквы.

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Геометрическая оптика	Расстояния по оптической оси от объекта и изображения соответственно до входного и выходного зрачков	p, p'
	Расстояния по оптической оси от объекта и изображения соответственно до передней и задней главных точек	a, a'
	Расстояния по оптической оси от точек пересечения падающего или выходящего луча с оптической осью до вершины преломляющих поверхностей	$s, s'^1)$
	Рефракция линзы, главная	D_n
	Точка главная, задняя	F'
	Точка главная, передняя	F
	Точка пересечения плоскости входного зрачка с оптической осью	P
	Точка пересечения плоскости выходного зрачка с оптической осью	P'
	Увеличение осевое	X
	Увеличение поперечное, линейное	Y
	Увеличение угловое	A
	Угол наклона к оптической оси входящего луча	α
	Угол наклона к оптической оси выходящего луча	α'
	Угол наименьшего отклонения светового луча призмой	ϵ_c
	Угол отклонения светового луча призмой	ϵ
	Угол падения светового луча	$i^1)$
	Угол преломления светового луча	$i'^1)$
	Угол преломляющий призмы	θ
	Угол центральный (угол между оптической осью и радиусом сферической поверхности)	γ
	Фокус задний (главный)	F'
	Фокус передний (главный)	F
	Амплитуда колебания	a
Физическая оптика	Вращательная способность жидкости (угол вращения плоской поляризации) и удельная вращательная способность растворенного тела	$[\alpha]$
	Вращательная способность тела (твёрдого)	(α)
	Испускательная способность тела	e
	Коэффициент отражения (отражательная способность) тела	R
	Коэффициент пропускания (пропускательная способность) тела, ограниченного двумя параллельными плоскостями.	T
	Показатель преломления для длин волн $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots$	$n_{\lambda_1}, n_{\lambda_2}, n_{\lambda_3} \dots$
	Показатель преломления необыкновенной волны	n_c
	Показатель преломления обыкновенной волны	n_o
	Постоянная закона смещения (закона Вина)	C
	Постоянная закона Стефана-Больцмана	σ
	Постоянная Планка (квант действия)	h
	Потеря света в теле на поглощение, выраженная в долях светового потока, упавшего на тело	A

¹⁾ Величины, относящиеся к 1-й, 2-й ... n -й системе или преломляющей поверхности, обозначаются соответствующими индексами, которые ставятся ниже буквы

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Физическая оптика	Разность оптическая хода двух лучей	Δ
	Разность фаз двух колебаний	δ
	Скорость распространения волны в пустоте	c
	Температура радиационная	T_r
	Температура цветовая	T_c
	Температура "черная"	T_s
	Фаза начальная колебания	φ
	Частота (угловая) колебания	ω
	Число волн на один сантиметр	N
	Число колебаний в секунду	ν
Электромагнитное поле	Вектор-потенциал	A
	Восприимчивость магнитная	χ_m
	Восприимчивость электрическая	e
	Диэлектрическая проницаемость пустоты (диэлектрическая постоянная)	ϵ_0
	Диэлектрическая проницаемость среды (диэлектрическая постоянная)	ϵ
	Ёмкость электрическая	C
	Заряд электрона	e
	Индуктивность (коэффициент самоиндукции)	L
	Индуктивность взаимная (коэффициент взаимной индукции)	M
	Индукция магнитная	B
	Количество электричества (электрический заряд)	Q или q
	Магнитная проницаемость пустоты	μ_0
	Магнитная проницаемость среды	μ
	Масса магнитная	m
	Момент магнитный	M_m
	Момент электрический	M_e
	Мощность	P
	Напряжение электрическое	$U, u; (E, e)$
	Напряжённость магнитного поля (магнитная сила)	H
	Напряжённость (интенсивность) намагничивания	I
	Напряжённость электрического поля (электрическая сила)	E
	Отдача (коэффициент полезного действия)	η
	Плотность магнитной массы, объёмная	ρ_m
	Плотность магнитной массы, поверхностная	σ_m
	Плотность тока	J, j или Δ, δ
	Плотность электричества, объёмная	ρ_e
	Плотность электричества, поверхностная	σ_e
	Поток магнитный (поток магнитной индукции)	Φ или φ
	Проводимость магнитная	G_m
	Проводимость электрическая	G_e или g
	Проводимость электрическая, удельная	γ
	Работа	A
	Разность магнитных потенциалов (магнитное напряжение); магнитный потенциал	U_m
	Разность электрических потенциалов; электрический потенциал	U_e или u , или φ
	Сила магнитодвижущая	F
	Сила тока	I или i
	Сила электродвижущая	E или e

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Электромагнитное поле	Смещение электрическое	D
	Сопротивление магнитное	R_m
	Сопротивление электрическое	R_e или r
	Сопротивление электрическое, удельное	ρ
	Энергия	W
Примечание. Индекс e у символов $M_e, \rho_e, \sigma_e, \epsilon_e, U_e, R_e, G_e$ и индекс m у символов $M_m, \rho_m, \sigma_m, \epsilon_m, U_m, R_m, G_m$ опускаются, когда это не может повести к смешению соответствующих электрических и магнитных величин.		
Переменный электрический ток	Коэффициент затухания волны вдоль линии	β
	Коэффициент сдвига фазы вдоль линии	α
	Мощности мгновенное значение	p
	Мощность активная	P_a
	Мощность кажущаяся	P_i
	Мощность реактивная	P_r
	Напряжения активная составляющая	U_a или E_a
	Напряжения максимальное значение (амплитуда)	U_m или E_m
	Напряжения мгновенное значение	u или e
	Напряжения реактивная составляющая	U_r или E_r
	Напряжения эффективное (действующее, среднее квадратичное) значение	U или E
	Постоянная распространения волны вдоль линии	γ
	Проводимости кажущейся комплексное выражение ($Y = g - jb = ye - j\tau$)	Y
	Проводимость активная	g
	Проводимость ёмкостная	b_C
	Проводимость индуктивная	b_L
	Проводимость кажущаяся (полная)	y
	Проводимость реактивная	b
	Разность фаз (угол сдвига)	φ
	Силы тока активная составляющая	I_a
	Силы тока максимальное значение (амплитуда)	I_m
	Силы тока мгновенное значение	i
	Силы тока реактивная составляющая	I_r
	Силы тока эффективное (действующее, среднее, квадратичное) значение	I
	Силы электродвижущей активная составляющая	E_a
	Силы электродвижущей максимальное значение (амплитуда)	E_m
	Силы электродвижущей мгновенное значение	e
	Силы электродвижущей реактивная составляющая	E_r
	Силы электродвижущей эффективное (действующее, среднее квадратичное) значение	E
	Сопротивление активное	R или r
	Сопротивление ёмкостное	x_C
	Сопротивление индуктивное	x_L
	Сопротивление кажущееся (полное)	z
	Сопротивление реактивное	X или x

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Переменный электрический ток	Сопровождающий кажущегося комплексное выражение ($Z = r + jx = ze^{j\varphi}$)	Z
	Сопровождающий характеристического комплексное выражение	Z_c
Диэлектрики	Частота угловая	ω
	Восприимчивость электрическая	χ
	Коэффициент диэлектрических потерь	η
	Момент электрический (момент диполя)	M
	Момент электрический единицы объёма диэлектрика (поляризация диэлектрика)	I
	Момент электрический молекулы, постоянный	$\bar{\mu}$
	Напряжение пробивное	U_d
	Напряжённость электрического поля, пробивная	E_d
	Напряжённость электрического поля, пробивная средняя (отношение пробивного напряжения к толщине слоя диэлектрика)	E_r
	Поляризация молекулярная	P
	Поляризуемость молекулы	a
	Потери диэлектрические	P
	Потери диэлектрические удельные (удельная активная объёмная электрическая проводимость при переменном токе)	γ_v или ρ
	Проводимость электрическая диэлектрика при постоянном токе	G_- или g_-
	Проводимость электрическая объёмная диэлектрика при постоянном токе	G_v- или g_v-
	Проводимость электрическая объёмная, удельная при постоянном токе	γ_v-
	Проводимость электрическая поверхностная диэлектрика при постоянном токе	G_s- или g_s-
	Проводимость электрическая поверхностная, удельная при постоянном токе	γ_s-
Примечание. Соответствующие активные проводимости при переменном токе обозначаются теми же символами, но без индекса — (тире), а именно:		
	Сопровождающий электрический диэлектрика при постоянном токе	$G, g, G_v, g_v, G_s, g_s, \gamma_v, \gamma_s$
	Сопровождающий электрический объёмный при постоянном токе	R_- или r_-
	Сопровождающий электрический объёмный, удельный при постоянном токе	R_v- или r_v-
	Сопровождающий электрический поверхностный при постоянном токе	ρ_v-
	Сопровождающий электрический поверхностный, удельный при постоянном токе	R_s- или r_s-
	Сопровождающий электрический поверхностный, удельный при постоянном токе	ρ_s-
Примечание. Соответствующие активные сопротивления при переменном токе обозначаются теми же символами, но без индекса — (тире), а именно:		
	Сопротивление электрическое диэлектрика при переменном токе	$R, r, R_v, r_v, R_s, r_s, \rho_v, \rho_s$
	Сопротивление электрическое объёмное при переменном токе	

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Ферромагнитные явления	Угол диэлектрических потерь	δ
	Индукция магнитная, внутренняя	B_i
	Индукция магнитная, максимальная	$B_{\max}$
	Индукция магнитная, остаточная вещества	B_r
	Индукция магнитная, остаточная тела	B_d
	Индукция насыщения магнитная, внутренняя	B_s
	Коэффициент размагничивания, баллистический	N_B
	Коэффициент размагничивания, баллистический постоянного магнита	N_b
	Коэффициент размагничивания, магнитометрический	N
	Магнитная проницаемость дифференциальная	μ_d
	Магнитная проницаемость максимальная	$\mu_{\max}$
	Магнитная проницаемость начальная	μ_a
	Магнитная проницаемость на частном цикле (средняя магнитная проницаемость)	μ_{Δ}
	Магнитная проницаемость обратимая	μ_r
	Магнитная проницаемость тела	$\mu_{O^1)}$
	Мощность на гистерезис (потери на гистерезис)	P_h
	Мощность на гистерезис объёмная (объёмные потери на гистерезис).	$P_{h\nu}$
	Мощность на гистерезис удельная (удельные потери на гистерезис).	P_h
	Мощность на токи Фуко (потери на токи Фуко)	P_f
	Мощность на токи Фуко, объёмная (объёмные потери на токи Фуко)	$P_{f\nu}$
	Мощность на токи Фуко, удельная (удельные потери на токи Фуко).	P_f
	Мощность на гистерезис и токи Фуко (потери на гистерезис и токи Фуко)	P_{hf}
	Мощность на гистерезис и токи Фуко, объёмная (объёмные потери на гистерезис и токи Фуко)	$P_{hf\nu}$
	Мощность на гистерезис и токи Фуко, удельная (удельные потери на гистерезис и токи Фуко)	P_{hf}
	Намагниченность максимальная (максимальная интенсивность намагниченя)	$I_{\max}$
	Намагниченность насыщения (интенсивность намагниченя при насыщении)	I_s
	Намагниченность остаточная вещества (остаточная интенсивность намагниченя вещества).	I_r
	Намагниченность остаточная тела	I_d
	Намагниченность средняя (средняя интенсивность намагниченя)	I_{med}
	Намагниченность удельная	σ
	Напряжённость внешнего магнитного поля	$H_e^{2)}$
	Напряжённость внутреннего магнитного поля (взамен термина „магнитная сила“).	$H_i^{2)}$
	Напряжённость задерживающая (коэрцитивная сила)	H_c
	Напряжённость размагничивающего поля	$H_{O^1)}$

¹⁾ Индекс O — нуль в горизонтальном положении, произносится „тела“, например: $H O$ — „ха тела“, μO — „мю тела“; может опускаться, когда это не вызывает недоразумений.

²⁾ Индексы I и e опускаются, когда это не вызывает смещения понятий.

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Ферромагнитные явления	Напряжённость размагничивающего поля магнита	H_d
	Плотность магнитной энергии	w
Радиотехника ¹⁾	Эффективная (действующая) проницаемость	μ_e
	Коэффициент модуляции	m
	Коэффициент трансформации	n
	Коэффициент усиления электронной лампы	μ
	Крутизна характеристики электронной лампы	S
	Логарифмический декремент колебаний	δ
	Мощность постоянного тока. Среднее значение мощности	P
	Напряжённость магнитного поля (магнитная сила)	H
	Напряжённость электрического поля (электрическая сила)	E
	Сопротивление активное	r
	Сопротивление кажущееся (полное)	z
	Сопротивление реактивное ($x = x_L - x_C$; x_L — индуктивное, а x_C — ёмкостное сопротивление)	x
	Сопротивление электрическое (постоянному току)	R
	Сопротивление электронной лампы, внутреннее . .	R_i
	Характеристика контура (волновое сопротивление контура)	ρ
	Частота колебаний	f ²⁾
	Частота угловая	ω ²⁾
	Величины, относящиеся к переменному току, обозначаются символами, набираемыми курсивным шрифтом, например:	E, U, I, P
	* Величины, относящиеся к постоянному току, обозначаются символами того же шрифта с двумя черточками, набираемыми как подстрочный индекс, например:	$E_{==}, U_{==}, I_{==}, P_{==}$
	Величины, относящиеся к анодной цепи электронной лампы, обозначаются индексом	a
	Величины, относящиеся к антенне, обозначаются индексом	A
	Динамические величины обозначаются индексом . .	d
	Эффективные (действующие) величины обозначаются индексом	e
	Эквивалентные величины обозначаются индексом	oe
	Величины, относящиеся к цепи катода электронной лампы, обозначаются индексом	f
	Величины, относящиеся к катоду электронной лампы при необходимости отличить их от величин, относящихся к цепи накала (например, для ламп с подогревом) обозначаются индексом.	k
	Величины, относящиеся к цепи сетки электронной лампы, обозначаются индексом	g

¹⁾ Приведены только специальные обозначения и те, которые отличаются от обозначений, относящихся к электромагнитному полю и к переменному электрическому току.

²⁾ При частотах различных порядков для обозначения более низкой частоты применяются символы F и Ω ; символ ω не применяется.

Область применения	Величина или термин	Обозначение
Радиотехника	Величины, относящиеся к экранирующей сетке лампы, обозначаются индексом	(g)
	Величины, относящиеся к единице длины, обозначаются индексом	l
	Величины, относящиеся к модуляции, обозначаются индексом	M
	Величины, относящиеся к начальным или исходным значениям, обозначаются индексом	O
	Статические величины и величины, относящиеся к насыщению, обозначаются индексом	S
	Максимальное значение обозначается индексом	max
	Минимальное значение обозначается индексом	min
	Среднеарифметическое значение обозначается индексом	med
	Примечание. Перечисленные индексы (от * и до конца таблицы) ставятся внизу буквенных обозначений величин	

III. РАЗМЕРНОСТИ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Название величин	Размерность величин в системе единиц: длина (L), масса (M), время (T)	
Время	[T]	
Масса	[M]	
Длина	[L]	
Площадь	[L ²]	
Объём	[L ³]	
Плотность	[ML ⁻³]	
Удельный объём	[M ⁻¹ L ³]	
Скорость	[LT ⁻¹]	
Ускорение	[LT ⁻²]	
Сила	[MLT ⁻²]	
Количество движения	[MLT ⁻¹]	
Работа и энергия	[ML ² T ⁻²]	
Мощность	[ML ² T ⁻³]	
Действие	[ML ² T ⁻¹]	
Угловая скорость	[φ T ⁻¹] ¹⁾	
Угловое ускорение	[φ T ⁻²] ¹⁾	
Момент силы (момент вращения)	[ML ² T ⁻²]	
Момент инерции	[ML ²]	
Момент количества движения	[ML ² T ⁻¹]	
Давление; напряжение; модуль Юнга; модуль всестороннего сжатия; модуль кручения	[ML ⁻¹ T ⁻²]	
Коэффициент вязкости (вязкость)	[ML ⁻¹ T ⁻¹]	
Кинематическая вязкость	[L ² T ⁻¹]	
Коэффициент диффузии	[L ² T ⁻¹]	
Поверхностное натяжение	[MT ⁻²]	
Капиллярная константа	[L ²]	
Температура	[Θ]	
Количество теплоты	[ML ² T ⁻²]	
Теплоёмкость вещества (удельная, средняя, нормальная)	[L ² T ⁻² Θ ⁻¹]	
Теплоёмкость тела или системы тел	[ML ² T ⁻² Θ ⁻¹]	
Теплоёмкость молекулярная	[ML ² T ⁻² Θ ⁻¹]	
Теплопроводность вещества	[MLT ⁻³ Θ ⁻¹]	
Теплопередача	[MT ⁻³ Θ ⁻¹]	
Температуропроводность вещества	[L ² T ⁻¹]	
Звуковое давление	[ML ⁻¹ T ⁻²]	
Плотность звуковой энергии	[ML ⁻¹ T ⁻²]	
Сила звука	[MT ⁻³]	
Механическое сопротивление	[MT ⁻¹]	
Частота	[T ⁻¹]	
размерности световые ²⁾		Размерности величин в системе единиц: длина (L), масса (M), время (T)
Световой поток	[F]	[ML ² T ⁻³ V]
Видность	[FM ⁻¹ L ⁻² T ³]	[V]
Световая энергия	[FT]	[ML ² T ⁻² V]

¹⁾ φ — угол.

²⁾ См. раздел II, стр. 29.

Название величины	Размерности световые	Размерности величин в системе единиц: длина (L), масса (M), время (T)
Поверхностная плотность светового потока (освещённость и светимость)	$[FL^{-2}]$	$[MT^{-3}V]$
Поверхностная плотность световой энергии, испускаемой или получаемой (количество освещения) . . .	$[FL^{-2}T]$	$[MT^{-2}V]$
Телесный угол	$[\Omega]$	
Сила света	$[F\Omega^{-1}]$	$[ML^2T^{-3}V]$
Удельная сила света	$[FL^{-2}\Omega^{-1}]$	$[MT^{-3}V]$
Яркость	$[FL^{-2}\Omega^{-1}]$	$[MT^{-3}V]$
	Размерность в электростатической системе	Размерность в электромагнитной системе
Диэлектрическая проницаемость (диэлектрическая постоянная)	$[\epsilon]$	$[L^{-2}T^2\mu^{-1}]$
Магнитная проницаемость	$[L^{-2}T^2\epsilon^{-1}]$	$[\mu]$
Количество электричества (электрический заряд)	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1} \epsilon^{\frac{1}{2}} \right]$	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}} \right]$
Сила электрического тока	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-2} \epsilon^{\frac{1}{2}} \right]$	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-2} \mu^{-\frac{1}{2}} \right]$
Электрическое сопротивление	$[L^{-1}T\epsilon^{-1}]$	$[LT^{-1}\mu]$
Электрическое напряжение и электродвижущая сила	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1} \epsilon^{-\frac{1}{2}} \right]$	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}} \right]$
Ёмкость (электрическая)	$[L\epsilon]$	$[L^{-1}T^2\mu^{-1}]$
Индуктивность (самойндукция и взаимная индукция)	$[L^{-1}T^2\epsilon^{-1}]$	$[L\mu]$
Магнитный поток	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1} \epsilon^{-\frac{1}{2}} \right]$	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}} \right]$
Магнитная индукция	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-2} \epsilon^{-\frac{1}{2}} \right]$	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-2} \mu^{-\frac{1}{2}} \right]$
Магнитодвижущая сила (магнитное напряжение)	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-2} \epsilon^{\frac{1}{2}} \right]$	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}} \right]$
Напряжённость магнитного поля (магнитная сила)	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1} \epsilon^{\frac{1}{2}} \right]$	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{-\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}} \right]$
Количество магнетизма (магнитный заряд)	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1} \epsilon^{-\frac{1}{2}} \right]$	$\left[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}} \right]$

¹⁾ ϵ и μ — в вакууме равны единице.

IV. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ, МЕРЫ И СТАНДАРТНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А. МЕХАНИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

48. Системы механических единиц

Классификация систем по роду основных единиц		Классификация систем по величине основных единиц		Области применения системы
основные единицы системы	обозначение системы	основные единицы системы	обозначение системы	
Единицы длины L	LMT	Длины—1 сантиметр	CGS	Главным образом в научных исследованиях
Единицы массы M		Массы—1 грамм		
Единицы времени T		Времени—1 секунда		
	MTS	Длины—1 метр	MTS	В научных исследованиях и технике
		Массы—1 тонна		
		Времени—1 секунда		
	MKS	Длины—1 метр	MKS	Предложена как единая международная практическая система
		Массы—1 килограмм		
		Времени—1 секунда		
Единицы длины L	LFT	Длины—1 метр	Система $MkFS$ (техническая)	В технике, когда точность измерений может не превышать 0,2%
Единицы силы F		Силы—1 килограмм (сила)		
Единицы времени T		Времени—1 секунда		

49. Система CGS , или система сантиметра-грамма-секунды

Основные единицы:

Единицей длины является 1 сантиметр (1 см).

$$1 \text{ см} = \frac{1}{100} \text{ длины прототипа метра.}$$

Единицей времени является 1 секунда (сек).

$$1 \text{ секунда} = \frac{1}{86\,400} \text{ средних солнечных суток.}$$

Единицей массы является 1 грамм (1 г).

$$1 \text{ грамм} = \frac{1}{1\,000} \text{ массы прототипа килограмма.}$$

Производные единицы:

1. Скорость, или частное: $\frac{\text{путь}}{\text{время}}$. Единицей является скорость такого равномерного движения, при котором в 1 секунду проходит путь в 1 см $\left[\frac{\text{см}}{\text{сек}} \right]$.

2. Угловая скорость, или частное: $\frac{\text{угол}}{\text{время}}$. Единицей является угловая скорость такого тела, которое равномерно поворачивается на 1 радиан [или 57,296°] в 1 секунду $\left[\frac{1}{\text{сек}} \right]$.

3. Частота. Единицей является герц [гц], или частота периодически изменяющейся во времени величины, период которой равен 1 сек.

4. Ускорение, или частное: $\frac{\text{изменение скорости}}{\text{время}}$. Единицей является ускорение такого равномерноускоренного движения, при котором скорость каждую секунду возрастает на 1 сантиметр в 1 секунду. Сокращённое обозначение этой единицы ускорения есть $\frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$.

5. Плотность, или частное: $\frac{\text{масса}}{\text{объём}}$. Единица плотности есть плотность такого вещества, которое в 1 см³ содержит массу в 1 г $\left[\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right]$.

6. Сила, или произведение: масса $\times$ ускорение. Единицей является 1 дина — сила, которая массе в 1 г сообщает ускорение, равное 1 $\frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$ [обозначение: дн, или $\frac{\text{г} \cdot \text{см}}{\text{сек}^2}$].

7. Давление (напряжение), или частное: $\frac{\text{сила}}{\text{площадь}}$. Единицей является 1 бар — давление, которое производится силой в 1 дина, действующей на площадку в 1 см² [обозначение: б, или $\frac{\text{дн}}{\text{см}^2}$, или $\frac{\text{г}}{\text{см} \cdot \text{сек}^2}$].

8. Работа, или произведение: сила $\times$ путь. Единицей является эрг, — работа, совершаемая силой в 1 дина на пути в 1 см [обозначение: э, или $\frac{\text{г} \cdot \text{см}^2}{\text{сек}^2}$].

10⁷ эргов носят название джоуль [дж].

Всякая энергия может быть выражена в единицах работы. Для измерения теплоты часто употребляется особая единица, не укладывающаяся в рамки системы CGS. Эта единица, называемая калорией, или малой калорией [кал], равна 4,182 джоулям и практически представляет собой то количество теплоты, которое, будучи сообщено 1 г воды, повышает температуру её от 19,5° до 20,5° C.

1000 калорий составляют 1 большую калорию, или 1 килограмм-калорию [1 ккал]. 1 ккал = 4,182 килоджоулям.

9. Мощность, или частное: $\frac{\text{работа}}{\text{время}}$. Единицей является мощность такого источника энергии, который каждую секунду производит работу, равную 1 эргу $\left[\frac{\text{э}}{\text{сек}} \right]$.

Мощность, равная 10⁷ $\frac{\text{э}}{\text{сек}}$, или 1 $\frac{\text{дж}}{\text{сек}}$, называется ватт [вт].

50. Система MTS, или система метра-тонны-секунды

Основные единицы:

Единица длины — 1 метр [1 м].

Единица времени — 1 секунда [1 сек].

Единица массы — 1 тонна [1 т], равная 1 000 000 г, или 1 000 кг.

Производные единицы:

1. Единица скорости: скорость такого равномерного движения, при котором каждую секунду проходит путь в 1 м $\left[\frac{\text{м}}{\text{сек}} \right]$.

2. Единица угловой скорости — та же, что в системе CGS.

3. Единица ускорения: ускорение такого равномерноускоренного движения, при котором скорость каждую секунду возрастает на 1 м в 1 секунду $\left[\frac{\text{м}}{\text{сек}^2} \right]$.

4. Единица плотности — плотность такого вещества, 1 м^3 которого имеет массу в $1 \text{ м} \left[\frac{\text{м}}{\text{м}^3} \right]$.

Эта единица, несмотря на иное обозначение, тождественна с единицей плотности в системе CGS, поэтому числовые значения плотностей различных веществ в системах MTS и CGS одинаковы.

5. Единица силы — 1 стень — сила, которая 1 м сообщает ускорение $1 \frac{\text{м}}{\text{сек}^2}$; 1 стень = 10^8 дин $\left[\text{обозначение: } \text{сн}, \text{ или } \frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{с} \cdot \text{сек}^2} \right]$.

6. Единица давления [напряжения] — пьеза [пз] — давление, которое производится силой в 1 стень, действующей на площадь в $1 \text{ м}^2 \left[\text{т. е. } \frac{\text{сн}}{\text{м}^2} \right]$.

7. Единица работы и энергии — стеньметр или килоджоуль — работа, совершаемая силой в 1 стень на пути 1 м .

В системе MTS килоджоуль (согласно ОСТ 6259) является также основной единицей количества тепла.

8. Единица мощности — 1 киловатт [квт], или мощность такого источника энергии, которым каждую секунду выделяется 1 килоджоуль.

51. Практическая система или система метра-килограмма-секунды (MKS)

Основные единицы:

Единица длины — 1 метр (1 м)

Единица времени — 1 секунда (1 сек.)

Единица массы — 1 килограмм (1 кг)

Производные единицы:

1. Единицы скорости $\left[\frac{\text{м}}{\text{сек}} \right]$, угловой скорости $\left[\frac{1}{\text{сек}} \right]$, ускорения $\left[\frac{\text{м}}{\text{сек}^2} \right]$ такие же, как и в системе MTS.

2. Единица плотности — плотность такого вещества, 1 м^3 которого имеет массу в $1 \text{ кг} \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$. Отсюда, например, плотность воды будет $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

3. Единица силы — 1 ньютон; эта сила, которая массе в 1 кг сообщает ускорение $1 \frac{\text{м}}{\text{сек}^2}$; 1 ньютон = 10^5 дин.

4. Единица давления (напряжения) — давление, которое производится силой в 1 ньютон, действующей на площадь в $1 \text{ м}^2 \left[\frac{\text{ньютон}}{\text{м}^2} \right]$.

5. Единица работы и энергии — джоуль (дж) или ватт-секунда (вт-с); работа, совершаемая силой в 1 ньютон при перемещении ее точки приложения по направлению силы на расстояние, равное 1 м . 1 джоуль = 10^7 эргов.

6. Единица мощности — ватт (вт) — мощность, при которой в 1 сек равномерно производится работа в один джоуль; 1 ватт = $10^7 \frac{\text{эрг}}{\text{сек}}$.

52. Техническая система единиц

(система м-кг-сек).

Основные единицы:

Единица длины: 1 метр,

Единица времени: 1 секунда.

Единицей силы служит сила, сообщающая массе в 1 килограмм ускорение $9,80665 \frac{\text{м}}{\text{с} \cdot \text{сек}^2}$.

Технической единице силы дано название килограмм [сила] (сокращенное обозначение кг).

Производные единицы:

1. Единицы скорости $\left[\frac{м}{сек}\right]$, угловой скорости $\left[\frac{1}{сек}\right]$, ускорения $\left[\frac{м}{сек^2}\right]$ такие же, как и в системах *MTS* и *MKS*.

2. Масса, или частное: $\frac{\text{сила}}{\text{ускорение}}$. Единицей служит масса такого тела, которому сила 1 *кГ* сообщает ускорение 1 $\frac{м}{сек^2}$ [обозначение: 1 $\frac{кГ \cdot сек^2}{м}$]. Эта техническая единица массы равна 9,80665 килограмма-массы.

3. Давление [напряжение]. Единицей служит 1 $\frac{кГ}{м^2}$, или давление, которое производится силой в 1 *кГ*, действующей на площадь в 1 *м*².

4. Работа. Единица: 1 килограмм [сила]-метр [1 *кГм*]=работа, совершаемая силой в 1 *кГ* на расстоянии 1 *м*.

5. Мощность. Единицей служит мощность такого источника энергии, который производит каждую секунду 1 килограмм [сила]-метр работы $\left[1 \frac{кГм}{сек}\right]$.

До сих пор ещё иногда употребляется более крупная единица мощности, равная 75 $\frac{кГм}{сек}$ и называемая *лошадиной силой* [л. с.] или просто *силой*. Сокращённое обозначение — *HP* [от английского horse power — лошадиная мощность].
1 л. с. = 736 *вт*.

53. Единицы измерения в системах *CGS*, *MTS*, *MKS* и технической (м-кГ-сек)

Наименование величины	Названия систем			
	Сантиметр-грамм-секунда <i>CGS</i>	Метр-тонна-секунда <i>MTS</i>	Метр-килограмм-секунда <i>MKS</i>	Техническая (м-кГ-сек)
	Единицы	Единицы	Единицы	Единицы
Длина	1 см	1 м	1 м	1 м
Масса	1 г	1 т (= 1 000 кг)	1 кг (= 1 000 г)	9,80665 кг = 1 $\frac{кГ \cdot сек^2}{м}$
Время	1 сек.	1 сек.	1 сек.	1 сек.
Скорость	1 $\frac{см}{сек}$	1 $\frac{м}{сек}$	1 $\frac{м}{сек}$	1 $\frac{м}{сек}$
Ускорение	1 $\frac{см}{сек^2}$	1 $\frac{м}{сек^2}$	1 $\frac{м}{сек^2}$	1 $\frac{м}{сек^2}$
Сила	1 дина = 1 $\frac{г \cdot см}{сек^2}$	1 стен = 1 $\frac{т \cdot м}{сек^2}$	1 ньютон = 1 $\frac{кг \cdot м}{сек^2}$	1 кГ
Работа	1 эрг = 1 дин · см = 1 $\frac{г \cdot см^2}{сек^2}$	1 кдж = 1 стн · м = 1 $\frac{т \cdot м^2}{сек^2}$	1 дж = 1 ньютон · м = 1 $\frac{кг \cdot м^2}{сек^2}$	1 кГм
Мощность	1 $\frac{эрг}{сек}$ = 1 $\frac{г \cdot см^2}{сек^3}$	1 кат = 1 $\frac{кдж}{сек}$ = 1 $\frac{т \cdot м^2}{сек^3}$	1 вт = 1 $\frac{дж}{сек}$ = 1 $\frac{кг \cdot м^2}{сек^3}$	1 $\frac{кГм}{сек}$
Давление	1 бар = 1 $\frac{дин}{см^2}$ = 1 $\frac{г}{см \cdot сек^2}$	1 пьеза = 1 $\frac{стн}{м^2}$ = 1 $\frac{т}{м \cdot сек^2}$	1 ньютон $\frac{м}{м^2}$ = 1 $\frac{кг}{м \cdot сек^2}$	1 $\frac{кГ}{м^2}$

54. Основные метрические единицы измерения массы, длины, поверхности, объёма и вместимости

Единица массы: 1 килограмм [kg, кг].

Международным прототипом килограмма Первой генеральной конференцией мер и весов в 1889 г. признана платино-иридиевая гиря, имеющая обозначение k и хранящаяся в международном бюро мер и весов во Франции.

Для СССР за прототип килограмма принята платино-иридиевая копия международного килограмма, носящая знак № 12 и являющаяся государственным эталоном массы СССР.

Единица длины: 1 метр [m, м].

Международным прототипом метра Первой генеральной конференцией мер и весов в 1889 г. признана резная платино-иридиевая мера, имеющая обозначение M и хранящаяся в Международном бюро мер и весов во Франции.

Для СССР за прототип метра принята платино-иридиевая копия международного метра, носящая знак № 28 и являющаяся государственным эталоном длины СССР.

Единица поверхности: 1 квадратный метр [m², кв. м, или м²].

Квадратный метр есть площадь квадрата, сторона которого имеет длину, равную одному метру.

Единица объёма: 1 кубический метр [m³, куб. м, или м³].

Кубический метр есть объём куба, ребро которого имеет длину, равную одному метру.

Единица вместимости: 1 литр [l, л].

Литр есть объём одного килограмма воды при наибольшей её плотности и при нормальном атмосферном давлении. Литр принимается равным 1,000028 кубических дециметра.

Для измерения с точностью, не превышающей 0,010/100, литр принимается равным кубическому дециметру.

55. Десятичные (метрические) приставки

Наименования	Отношения к главной единице	Сокращённые обозначения	
		международные	русские
Пико ¹⁾	10 ⁻¹²	p	п
Нано ²⁾	10 ⁻⁹	n	н
Микро	10 ⁻⁶	μ	мк
Милли	10 ⁻³	m	м
Сант	10 ⁻²	c	с
Деци	10 ⁻¹	d	
Дека	10	da	да
Гекто	10 ²	h	г
Кило	10 ³	k	к
Мега (meg)	10 ⁶	M	М
Гига	10 ⁹	G	Г
Тера	10 ¹²	T	Т

¹⁾ Прежнее название микропико, обозначение рμ, или мкмк

²⁾ Прежнее название миллимикро, обозначение тр, или ммк

56. Меры массы

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 тонна = 10 ⁴ = 1 000 кг	t	т	10 ³
1 центнер (квинтал) = 0,1 т = 100 кг	q	ц	10 ²
1 килограмм = 0,001 т = 1 000 г	kg	кг	1
1 гектограмм = 0,1 кг = 100 г	hg	гг	10 ⁻¹
1 декаграмм = 0,01 кг = 10 г	dag	даг	10 ⁻²
1 грамм = 0,001 кг = 1000 мг	g	г	10 ⁻³
1 дециграмм = 0,1 г = 100 мг	dg	дг	10 ⁻⁴
1 сантиграмм = 0,1 дг = 0,01 г = 10 мг	cg	сг	10 ⁻⁵
1 миллиграмм = 0,1сг = 0,01 дг = 0,001 г	mg	мг	10 ⁻⁶
1 микрограмм = 0,001 мг = 10 ⁻⁶ г	μg или γ	мкг	10 ⁻⁹
1 карат (метрический) = 0,2 г = 2дг = 200 мг	κ	—	2·10 ⁻⁵
Меры массы, применяющиеся в основном в химии:			
1 грамм-атом-количество вещества в граммах, равное атомному весу элемента	mol	г-атом	—
1 грамм-молекула или 1 моль — количество вещества в граммах, равное его молекулярному весу		г-мол или моль	—
1 миллимоль = 0,001 грамм-молекулы [моля]	mmol	ммол	—
1 грамм-эквивалент-количество вещества в граммах, равное его эквивалентному весу		г-эkv	—
1 миллиграмм-эквивалент = 0,001 г-эkv		мг-эkv	—

57. Меры длины

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 километр = 1 000 м = 10 ⁵ см	km	км	10 ³
1 метр = 10 дм = 100 см = 1 000 мм	m	м	1
1 дециметр = 0,1 м = 10 см = 100 мм	dm	дм	10 ⁻¹
1 сантиметр = 0,01 м = 10 мм	cm	см	10 ⁻²
1 миллиметр = 0,001 м = 0,1 см = 1 000 μ	mm	мм	10 ⁻³
1 микрометр = 0,001 мм = 10 ⁻⁴ см = 10 ⁻⁶ м = 1 000 мμ	μ		10 ⁻⁶
1 миллимикрон (или микромиллиметр) = 0,001 μ = 10 ⁻⁶ мм = 10 ⁻⁷ см = 10 ⁻⁹ м = 10 Å	mμ ¹⁾		10 ⁻⁹
1 ангстрем = 0,1 мμ = 10 ⁻⁴ μ = 10 ⁻⁷ мм = 10 ⁻⁸ см = 10 ⁻¹⁰ м		Å	10 ⁻¹⁰
1 нкс = 0,001 Å = 10 ⁻⁴ мμ = 10 ⁻⁷ μ = 10 ⁻¹⁰ мм = 10 ⁻¹¹ см = 10 ⁻¹³ м	x		10 ⁻¹³
1 морская миля = 1' земной окружности = 1854,9650 м			
1 световой год ²⁾ = 9,4627·10 ¹² км			
1 парсек ³⁾ = 3,259 световых лет = 3,084·10 ¹³ см = 3,084·10 ¹³ км			

¹⁾ Прежде миллимикрон обозначался через мμ.

²⁾ Световой год — расстояние, проходимое световым лучом в течение года.

³⁾ Парсек — это расстояние, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом, равным 1 секунде.

58. Меры поверхности

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 квадратный километр = 10^6 кв.м	km ²	кв.км, или км ²	10^6
1 гектар ¹⁾ = 100 ар = 10 000 кв.м	ha	га	10^4
1 ар ¹⁾ = 0,1 га = 100 кв.м	a	а	10^2
1 квадратный метр = 100 кв.дм = = 10 000 кв.см = 10^6 кв.мм	m ²	кв.м, или м ²	1
1 квадратный дециметр = 0,01 кв.м = = 100 кв.см = 10 000 кв.мм	dm ²	кв.дм, или дм ²	10^{-2}
1 квадратный сантиметр = 10^{-4} кв.м = = 0,01 кв.дм = 100 кв.мм	cm ²	кв.см, или см ²	10^{-4}
1 квадратный миллиметр = 10^{-6} кв.м = = 10^{-4} кв.дм = 0,01 кв.см	mm ²	кв.мм, или мм ²	10^{-6}

59. Меры объёма

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основным единицам
	международное	русское	
1 кубический километр = 10^9 куб.м	km ³	куб.км, или км ³	10^9
1 кубический метр = 1 000 куб.дм = = 10^6 куб.см	m ³	куб.м, или м ³	1
1 кубический дециметр = 0,001 куб.м = = 1 000 куб.см	dm ³	куб.дм, или дм ³	10^{-3}
1 кубический сантиметр = 10^{-6} куб.м = = 0,001 куб.дм = 1 000 куб.мм	cm ³	куб.см, или см ³	10^{-6}
1 кубический миллиметр = 10^{-9} куб.м = = 0,001 куб.см	mm ³	куб.мм, или мм ³	10^{-9}
1 стер ²⁾ = 1 куб.м	st		
1 децистер ²⁾ = 0,1 стера	dst		

60. Меры вместимости

Различие между мерами объёма и вместимости объясняется тем, что меры объёма являются производными от единицы длины — метра, а меры вместимости — производные от другой основной единицы — литра (объёма одного килограмма воды при наибольшей её плотности и при нормальном атмосферном давлении). Литр принимается равным 1,000028 куб. дм. Расхождение между литром и кубическим дециметром обусловлено неточностями в осуществлении прототипов длины и массы, а также и при проведении самих измерений. При измерениях с точностью, не превышающей 0,01%, литр принимается равным кубическому дециметру, килолитр — кубическому метру, миллилитр — кубическому сантиметру.

¹⁾ Поверхные меры.

²⁾ Меры дроз.

Целесообразность существования отдельных мер вместимости определяется тем, что измерения различных объемов производится точнее и проще путём установления массы воды, занимающей данный объём, чем непосредственным измерением линейных размеров этого объёма.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 килолитр = 1 000 л $\approx$ 1 куб. м	kl	кл	10^3
1 гектолитр = 0,1 кл = 100 л	hl	гл	10^2
1 декалитр = 0,1 гл = 10 л	dkl	дал	10
1 литр = 100 сл = 1 000 мл $\approx$ 1 000 куб. см	l	л	1
1 децилитр = 0,1 л $\approx$ 100 куб. см	dl	дл	10^{-1}
1 сантитр = 0,01 л $\approx$ 10 куб. см	cl	сл	10^{-2}
1 миллилитр = 0,001 л $\approx$ 1 куб. см	ml	мл	10^{-3}
1 микролитр = 10^{-6} л $\approx$ 1 куб. мм	μ	мкл	10^{-6}

61. Меры времени

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение	
	международное	русское
А. Единицы среднего солнечного времени (Применяются во всех областях науки, техники, промышленности и гражданского обихода)		
Тропический год ¹⁾ = 365 сут. 5 час. 48 мин. 46 сек. = 365,2422 сут. среднего солнечного времени	T	г.
1 средние солнечные сутки = 24 средн. солнечн. часа = 86 400 средн. солнечн. секундам = 24 час. 3 мин. 56,5554 сек. звёздного времени	d	сут.
1 средний солнечный час = 60 средн. солнечн. минутам = 3 600 средн. солнечн. секундам	h	ч.
1 средняя солнечная минута = 60 средн. солнечн. секундам = $\frac{1}{1440}$ средн. солнечн. суток	m или min	м. или мин.
1 средняя солнечная секунда = $\frac{1}{86400}$ средн. солнечн. суток	s или sec	с. или сек.
1 средняя солнечная миллисекунда = $\frac{1}{1\,000}$ средн. солнечн. секунды	ms	мс или мсек
1 средняя солнечная микросекунда = 10^{-6} средн. солнечн. секунды	μs	мкс или мксек

¹⁾ Слово „тропический“ может опускаться.

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение	
	международное	русское
Б. Единицы звёздного времени		
(Применяются только в астрономии и соприкасающихся с нею областях)		
1 звёздные сутки = 23 час. 56 мин. 4,0905 сек. среднего солнечного времени = 23,93 средн. солнечи. часа = 86 164 средн. солнечи. секундам	d	—
1 звёздный час = $\frac{1}{24}$ звёздных суток = 59,83 средн. солнечи. минуты = 3590 средн. солнечи. секундам . .	h	—
1 звёздная минута = $\frac{1}{1440}$ звёздных суток	m	—
1 звёздная секунда = $\frac{1}{86400}$ звёздных суток	s	—

Переводные множители времени

Для обращения среднего солнечного времени в звёздное множитель равен 1,02273791.

Для обращения звёздного времени в среднее солнечное множитель равен 0,99726957.

62. Меры скорости

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение	
	международное	русское
1 метр в секунду = $100 \frac{см}{сек} = 3,6 \frac{км}{час}$	$\frac{m}{sec}$	$\frac{м}{сек}$
1 сантиметр в секунду = $\frac{1}{100} \frac{м}{сек}$	$\frac{cm}{sec}$	$\frac{см}{сек}$
1 километр в час = $0,2778 \frac{м}{сек} = 27,78 \frac{см}{сек}$	$\frac{km}{h}$	$\frac{км}{час}$

63. Превращение $1 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ в $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$

$\frac{\text{км}}{\text{час}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5
10	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0	5,3
20	5,6	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1
30	8,3	8,6	8,9	9,2	9,4	9,7	10,0	10,3	10,6	10,8
40	11,1	11,4	11,7	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,3	13,6
50	13,9	14,2	14,4	14,7	15,0	15,3	15,6	15,8	16,1	16,4
60	16,7	16,9	17,2	17,5	17,8	18,1	18,3	18,6	18,9	19,2
70	19,4	19,7	20,0	20,3	20,6	20,8	21,1	21,4	21,7	21,9
80	22,2	22,5	22,8	23,1	23,3	23,6	23,9	24,2	24,4	24,7
90	25,0	25,3	25,6	25,8	26,1	26,4	26,7	26,9	27,2	27,5
100	27,8	28,1	28,3	28,6	28,9	29,2	29,4	29,7	30,0	30,3

64. Меры угловой скорости

- 1 радиан в секунду = 57,30 градуса в секунду = 9,55 оборота в минуту.
 1 градус в секунду = 0,1745 радиана в секунду = 0,1667 оборота в минуту
 1 оборот в минуту = 0,1047 радиана в секунду = 6 градусам в секунду.

65. Меры сил

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 дина = 10^{-8} стена = $1,01972 \cdot 10^{-6}$ килограмма (сила)	dyn	дин	1 в системе CGS
1 мегадина = 10^6 динам = 0,01 стена = 1,02 килограмма (сила)	Mdn	Мдин	10^6 " "
1 стен = 10^8 динам = 100 мегадинам $\approx$ $\approx 101,972$ килограмма (сила)	sn	сн	1 в системе MTS
1 сантистен = 0,01 стена = 1 мегадине $\approx$ $\approx 1,02$ килограмма (сила)	csn	ссн	10^{-2} " "
1 тонна (сила) = 1 000 кГ = 9,80665 стена	T	т	10^3 в технической системе
1 килограмм (сила) = 0,001 тонны (сила) = $0,980665 \cdot 10^{-2}$ стена $\approx$ 0,98 сантистена или мегадина = 980 665 динам	кГ	кГ	1 " "
1 грамм (сила) = 0,001 килограмма (сила) = 980,665 дина	G	Г	10^{-3} " "
1 миллиграмм (сила) = 0,001 грамма (сила) = 10^{-6} кГ = 0,98 дина	мГ	мГ	10^{-6} " "

66. Меры работы и энергии

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 мегаэрг = 10^6 эргов = 0,1 джоуля $\approx$ $\approx$ 0,0102 килограмм (сила)-метра . .	Me	Мэ	10^6 в системе CGS
1 эрг = 1 дине-сантиметру = 10^{-7} джоулей = 10^{-10} килоджоулей = $1,01972 \times 10^{-8}$ килограмм (сила)-метра	e	э	1 . . .
1 мегаджоуль = 1 000 килоджоулям = 10^6 джоулям = 10^{13} эргам = 101 972 килограмм (сила)-метрам = 0,378 кило-часа = 0,278 киловатт-часа	MJ	Мдж	10^3 в системе MTS
1 килоджоуль, или 1 стенметр = 1 000 джоулям = 10^{10} эргам = 101,972 килограмм (сила)-метра = 0,000378 кило-часа = 0,278 ватт-часа	kJ	кдж	1 в системе MTS
1 джоуль = 0,001 килоджоуля = 10^7 эргам = 10 мегаэргам = 0,101972 килограмм (сила)-метра = 1 ватт-секунде .	J	дж	10^{-3} . . .
1 килограмм (сила)-метр = $98,0665 \cdot 10^{16}$ эргам = 9,80665 джоуля = 0,00980665 килоджоуля = 0,0027241 ватт-часа . .	kGm	кГм	1 в технической системе
1 сила-час = работе одной лошадиной силы в течение часа = 2647,80 килоджоуля = 270 000 килограмм (сила)-метрам = 0,735499 киловатт-часа = 633 килокалориям	HPH		
1 литр-атмосфера = 101,353 джоуля			
1 вольт-фарадей = 96 500 джоулям			
Меры энергии, употребляемые обычно при измерении энергии элементарных частиц:			
1 электрон-вольт — энергия, которую приобретает заряженная частица, несущая один элементарный электрический заряд (электрон), проходя ускоряющую её разность потенциалов в 1 вольт (обозначается eV) $1\text{eV} = 1,59 \cdot 10^{-12}$ эрга	eV		
1 MeV = $10^6\text{eV} = 1,59 \cdot 10^{-6}$ эрга	MeV		
1 электрон-вольт на моль (грамм-молекулу) = $1,59 \cdot 10^{-12} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 9,57 \times 10^{11}$ эргам = 23 ккал; ($6,02 \cdot 10^{23}$ число Авогадро)	eV · mol		

67. Меры мощности

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 эрг в 1 сек. = 10^{-10} киловатт = 10^{-7} ватт	e/sec	э/сек	1 в системе CGS
1 киловатт или 1 килоджоуль в 1 сек. или 1 стейметр в 1 сек. = 1 000 ватт = 10^{10} эргам в 1 сек. = 101,972 килограмм (сила)-метра в 1 сек. = 1,3596 лошадиной силы	kW	квт	1 в системе MTS
1 ватт или 1 джоуль в 1 сек. = 0,001 киловатта = 10^7 эргам в 1 сек. = 0,101972 килограмм (сила)-метра в 1 сек. = 0,0013596 лошадиной силы	W	вт	10^{-3} " "
1 килограмм (сила)-метр в 1 сек. = $\frac{1}{75}$ = 98,0665. 10^6 эргам в 1 сек. = 9,80665 (= 0,0133) лошадиной силы = 9,80665 ватта = 0,00980665 киловатта	$\frac{kGm}{sec}$	$\frac{кгм}{сек}$	1 в системе MKS
1 лошадиная сила ¹⁾ = 75 килограмм (сила)-метрам в 1 сек. = 735,499 ватта = 0,7355 киловатта	HP или HP	л. с.	

68. Перевод лошадиных сил (HP) в киловатты

HP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0,74	1,47	2,21	2,94	3,68	4,42	5,15	5,89	6,62
10	7,36	8,10	8,83	9,57	10,30	11,04	11,78	12,51	13,25	13,98
20	14,72	15,46	16,19	16,93	17,66	18,40	19,13	19,87	20,61	21,34
30	22,08	22,82	23,55	24,29	25,02	25,76	26,49	27,23	27,97	28,70
40	29,44	30,18	30,91	31,65	32,38	33,12	33,85	34,59	35,33	36,06
50	36,80	37,54	38,27	39,01	39,74	40,48	41,21	41,95	42,69	43,42

69. Перевод киловаттов (kW) в лошадиные силы

kW	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1,36	2,72	4,08	5,43	6,79	8,15	9,51	10,87	12,23
10	13,59	14,95	16,30	17,66	19,02	20,38	21,74	23,10	24,46	25,82
20	27,17	28,53	29,89	31,25	32,61	33,97	35,33	36,68	38,04	39,40
30	40,76	42,12	43,48	44,84	46,20	47,55	48,91	50,27	51,63	52,99
40	54,35	55,71	57,07	58,42	59,78	61,14	62,50	63,86	65,21	66,58
50	67,94	69,29	70,65	72,01	73,37	74,73	76,09	77,45	78,80	80,16

¹⁾ Сохранилась ещё иногда в употреблении более старая единица — „паровая лошадь“ или „лошадиная сила Уатта“, обозначаемая PS и равная 746 вт.

70. Меры механического напряжения (давления, растяжения, касательного напряжения)

Наименование и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 мегабар ¹⁾ = 10^6 барам = 1 мегадине на 1 кв. см = 1 гектопьезе = 0,986927 нормальной атмосферы = давлению 750,065 мм ртутного столба = 1,019716 технической атмосферы	MB	Мб	10^6 в системе CGS
1 бар = давлению нагрузки в 1 дину на 1 кв. см = 10^{-6} мегабарам или гектопьезы = 10^{-4} пьезы = 0,0101972 килограмма (сила) на 1 кв. м	B	б	1
1 гектопьеза = 100 пьезам = давлению узки в 100 стен на 1 кв. м. = 7,2 килограмма (сила) на 1 кв. м. = 7 килограмма (сила) на 1 кв. см = 7 мм ртутного столба = 750,06 мм мегабару	hprz	гпз	10^2 в системе MTS
узки в 1 стен грамм (сила) грамм (сила) 7 нормальной технической водяного стол- бого столба = 10^4	prz	пз	1
за = 0,01 пьезы = 0,000101972 мм (сила) на 1 кв. см = 1,0197 мм ртутного столба	срз	спз	10^{-2}
1 килограмм (сила) на 1 кв. см или 1 техническая атмосфера = давлению нагрузки в 1 килограмм (сила) на 1 кв. см = давлению нагрузки в 10^4 килограмм (сила) на 1 кв. м = 0,967845 нормальной атмосферы = 10 м водяного столба = 735,56 мм ртутного столба = 98,0665 пьезы = 0,980665 гектопьезы = 0,980665 мегабара	$\frac{kG}{cm^2}$ или ат	$\frac{кг}{см^2}$ или ат	10^4 в технической системе
1 килограмм (сила) на 1 мм ² = 100 техническим атмосферам	$\frac{kG}{mm^2}$	$\frac{кг}{мм^2}$	10^6
1 килограмм (сила) на 1 кв. м = 10^{-4} технической атмосферы = 0,98 сантипьезы = 98,066 бара	$\frac{kG}{m^2}$	$\frac{кг}{м^2}$	1

¹⁾ Или бария. Раньше современный мегабар назывался бар, а современный бар — бария.

Наименование и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 нормальная атмосфера = давлению ртутного столба высотой в 760 мм на его горизонтальное основание при плотности ртути $13,5951 \frac{г}{см^3}$ и при нормальном ускорении свободного падения $980,665 \frac{см}{сек^2} = 1,033223$ технической атмосферы (или килограмм (сила) на 1 кв. см) = давлению нагрузки в 10 332 килограмм (сила) на 1 кв. м = 1,013246 гектопьезы = 1,013246 мегабара . . .	Atm	ат	
1 метр водяного столба = 1 000 мм водяного столба = 0,1 килограмм (сила) на 1 кв. см	mH ₂ O	мН ₂ O	
1 миллиметр водяного столба = 0,0001 килограмма (сила) на 1 кв. см	mmH ₂ O	ммН ₂ O	
1 метр ртутного столба = 1 000 мм ртутного столба = 1,316 нормальной атмосферы = 1,360 технической атмосферы = 1,3332 гектопьезы = 1,3332 мегабара	mHg	мHg	
1 миллиметр ртутного столба ¹⁾ = 0,0013158 нормальной атмосферы = 1,360 грамм (сила) на 1 кв. см = 0,0013595 килограмма (сила) на 1 кв. см = 0,0013332 гектопьезы = 0,13332 пьезы = 1333,2 бара = 0,0135951 м водяного столба . .	mmHg	ммHg	
Примечание. Высота водяного столба дана при 4°C, высота ртутного столба при 0°C.			

Б. СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ МЕТРИЧЕСКИМИ И НЕКОТОРЫМИ ДРУГИМИ МЕРАМИ

71. Соотношение между дюймом и миллиметром

Для Советского Союза установлено $\left(\frac{ОСТ}{ВКС} 6921 \right)$ 1 дюйм = 25,4 миллиметра.

В Англии и Америке приняты соотношения:

1895 г. в Англии 1 дюйм = 25,399978 мм (промышленный дюйм)
 1922—1924 г. 1 дюйм = 25,399956 мм (научный дюйм)
 1866 г. в Америке 1 дюйм = 25,400051 мм (узаконено Конгрессом США)

¹⁾ Единицу давления 1 мм ртутного столба называют также тор.

72. Соотношение старых русских мер с метрическими

Наименование и соотношение с другими мерами	Значение в метрических мерах
Меры длины	
1 верста = 500 саженим = 1 500 аршинам .	1,06680 км
1 сажень = 3 аршинам = 7 футам	2,13360 м
1 аршин = 16 вершкам = 28 дюймам = 2,333 фута	71,120 см
1 вершок	4,4450 см
1 фут = 12 дюймам	30,480 см
1 дюйм = 10 линиям	25,4 мм
1 линия = 10 точкам	2,54 мм
1 точка	0,254 мм
Меры поверхности (квадратные меры)	
1 кв. верста = 0,44 кв. англ. мили ¹⁾	1,138062 км ²
1 десятина = 2400 кв. саженим = 13,07 кв. ярдам	1,09254 га
1 кв. сажень = 5,44 кв. ярдам	4,55225 м ²
1 кв. аршин = 0,60 кв. ярда	0,505805 м ²
1 кв. вершок = 3,06 кв. дюйма	19,7580 см ²
1 кв. фут	929,030 см ²
1 кв. дюйм	6,45160 см ²
1 кв. точка	6,45160 мм ²
объёма (кубические меры)	
— 12 70 куб. ярдам	9,71268 м ³
— 12 70 куб. (поленная) сажень	2,428 м ³
— 12 70 куб. вершок = 0,25 куб.	0,35972 м ³
— 12 70 куб. дюйма	87,8244 см ³
— 12 70 куб. линия	0,0283168 м ³
— 12 70 куб. точка	16,38706 см ³
— 12 70 куб. точка	16,39 мм ³
(и) для жидкостей	
1 галлона ¹⁾	12,29941 л
1 ведра	3,07435 л
1,1 ведра = 1,08 кварталы ¹⁾	1,229941 л
1 винная бутылка = $\frac{1}{16}$ ведра ≈ 769 см ³ = = 1,35 пшты ¹⁾	0,7687129 л
1 водочная бутылка = $\frac{1}{20}$ ведра ≈ 615 см ³	0,6149703 л
1 чарка = 0,86 джилл ¹⁾	0,1229941 л
1 шкалик = 0,43 джилл ¹⁾	61,497 мл
Для сыпучих тел	
1 четверть = 8 четверикам = 0,72 имперск. квартера ¹⁾	209,9099 л
1 четверик (или мера) = 8 гарницов = 0,72 бушеля ¹⁾	26,23873 л
1 гарнец = 0,09 бушеля ¹⁾	3,279842 л

¹⁾ Английские меры приведены для сравнения.

Продолжение

Наименование и соотношение с другими мерами	Значение в метрических мерах
Меры веса (массы)	
1 пуд = 40 фунтам = 0,32 англ. центнера ¹⁾	16,3804964 кг
1 фунт = 32 лотам = 96 золотникам = 0,90 англ. торг. фунта ¹⁾	409,51241 г
1 лот = 3 золотникам = 7,22 драхмы ¹⁾ . .	12,7972628 г
1 золотник = 96 долей = 2,41 драхмы ¹⁾ . .	4,26575 г
1 доля = 0,03 драхмы ¹⁾	44,435 мг
1 карат (для драгоценных камней) = 1 англ. алмазному карату ¹⁾	0,2053 г
Меры плотности	
1 фунт в 1 куб. дюйме	24,99 $\frac{г}{см^3}$
Меры давления (напряжения)	
1 фунт на 1 кв. дюйм = 0,06144 нормальной атмосферы = 0,06347 технической атмосферы	62250 бар
Меры энергии	
1 пудо-фут = 4,993 кГм	48,96 дж
Меры мощности	
1 пудо-фут в 1 сек = 0,0666 лошадиной силы	48,96 вт
Меры скорости	
1 верста в час = 1,067 $\frac{км}{час}$	0,2963 $\frac{м}{сек}$

73. Меры веса для драгоценных металлов и камней

Название и соотношение с другими мерами	Значение в метрических мерах
Монетный или тройский вес (для золота, серебра)	
1 тройский фунт = 12 тройским унциям = 5 760 тройским грамам = 0,82286 торгового фунта	373,2420 г
1 тройская унция = 480 грамам	31,1035 г
1 тройский гран	64,7990 мг
Пробирный вес	
1 тройский фунт — для золота и серебра = 24 каратам = 96 грамам	373,2420 г
1 (золотой) карат — для золота и серебра = 4 грамам	15,5517 г
1 гран — для золота и серебра	3,8879 г
1 (алмазный) карат — для драгоценных камней = 4 грамам	0,2053 г
1 гран — для драгоценных камней	0,0513 г

¹⁾ Английские меры приведены для сравнения.

74. Соотношение английских и американских мер длины с метрическими

Название и соотношение с другими мерами	Значение в метрических мерах
Английские меры длины	
1 миля = 1 760 ярдам = 5 280 футам = 63 360 дюймам (инчам)	1609,34 м
1 ярд = 3 футам = 36 дюймам (инчам) = 360 линиям	91,43992 см
1 куйбит (локоть) = 1,5 фута	45,7199 см
1 фут = 12 дюймам = 120 линиям	30,480 см
1 дюйм (инч) = 10 линиям	25,4 мм
1 линия = 0,1 дюйма (инча)	2,54 мм
1 морская (географическая) миля	1854,9650 м
1 лондонская миля = 5 000 футам	1523,9863 м
Американские меры длины	
1 ярд ¹⁾	91,44018 см

В. ТЕПЛОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

75. Тепловые единицы

1. Единица температуры: градус (международный) [$^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{C}$ — обозначение, применяемое после числовых величин; в других случаях употребляется обозначение grad или град] — одна сотая температурного промежутка, между точками 0° и 100° международной температурной шкалы, устанавливаемой согласно положению о ней, принятому VII Генеральной конференцией по мерам и весам в 1927 г.

VII Генеральная конференция по мерам и весам, подтвердив, что основной температурной шкалой является термодинамическая шкала, предложенная В. Томсоном и основанная на принципе Карно, установила, что её осуществление должно производиться при помощи определённых постоянных температурных точек, так называемых температурных репер, которые точно воспроизводятся специально выбранными процессами испарения и плавления (или затвердевания). Международная температурная шкала имеет шесть основных постоянных точек (см. таблицу № 80), охватывающих диапазон температур от $-182,97^{\circ}$ до $+1063^{\circ}$; для определения промежуточных температур служат интерполяционные приборы (эталонный платиновый термометр сопротивления и эталонная платина — платино-родиевая термомпара), градуированные по этим постоянным точкам.

Вследствие такого построения международной температурной шкалы градус международной шкалы полностью не совпадает со старым градусом, носившим название „градуса Цельсия“, и представлявшим собой основное деление столбчатой температурной шкалы, имевшей две основные точки (температуру тающего льда и температуру насыщенных паров кипящей воды при нормальном атмосферном давлении), интервал между которыми подразделялся на градусы по показаниям газового термометра.

2. Единица количества теплоты: килоджоуль (кДж, *кдж*) — единица энергии в абсолютной системе единиц МТС, равная 10^{10} эргам.

Не метрическая единица количества теплоты — килокалория, или большая калория (ккал, *ккал*), определяется ОСТ 6259 как 4,182 килоджоуля. Килокалория практически (с точностью до 0,02%) равна количеству тепла, потребному для нагревания массы воды в один килограмм от $19,5^{\circ}\text{C}$ до $20,5^{\circ}\text{C}$ при нормальном атмосферном давлении.

¹⁾ Другие меры длины применяются английские.

Та килокалория, которая была узаконена международной конференцией в Лондоне (1929 г.), подтверждена международной энергетической конференцией в 1930 г. и условно называется „электрической“, определяется как 1/860 международного киловатт-часа (или 427 кГм) и составляет 1,0013 килокалории, установленной ОСТ 6259. ОСТ, не узаконивая этой единицы, допускает её применение как округлённой величины.

3. Единица удельной теплоёмкости: килоджоуль на тонну и градус $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{t} \cdot \text{grad}}, \frac{\text{кдж}}{\text{т} \cdot \text{град}} \right)$ — удельная теплоёмкость вещества, температура которого повышается на 1 градус при сообщении ему количества теплоты, равного 1 килоджоулю на тонну; при этом удельная теплоёмкость предполагается постоянной. Не метрическая единица — 1 килокалория на килограмм и градус $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{grad}}, \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \right)$.

4. Единица теплоёмкости: килоджоуль на градус $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{grad}}, \frac{\text{кдж}}{\text{град}} \right)$ — теплоёмкость тела, температура которого повышается на 1 градус при сообщении ему теплоты в количестве 1 килоджоуля. Эта единица применяется в основном при определении теплоёмкостей приборов. Не метрическая единица — килокалория на градус $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{grad}}, \frac{\text{ккал}}{\text{град}} \right)$.

5. Единица теплопроводности: килоджоуль на метр-секунду-градус $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{m} \cdot \text{sec} \cdot \text{grad}}, \frac{\text{кдж}}{\text{м} \cdot \text{сек} \cdot \text{град}} \right)$ — теплопроводность однородного и изотропного вещества, для которого при разности температур в 1 градус на метр через площадь в 1 м² в 1 секунду проходит количество теплоты, равное 1 килоджоулю. Не метрическая единица — килокалория на метр-час-градус $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{grad}}, \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}} \right)$.

6. Единица теплопередачи: килоджоуль на квадратный метр-секунду-градус $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{grad}}, \frac{\text{кдж}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{град}} \right)$ — теплопередача в системе тел, для которой при разности температур в 1 градус через площадь в 1 м² передаётся в 1 секунду количество теплоты, равное 1 килоджоулю. Не метрическая единица — килокалория на квадратный метр-час-градус $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grad}}, \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}} \right)$.

7. Единица температуропроводности: квадратный метр на секунду $\left(\frac{\text{m}^2}{\text{sec}}, \frac{\text{м}^2}{\text{сек}} \right)$ — температуропроводность однородного и изотропного вещества, для которого теплопроводность в килоджоулях на метр-секунду-градус, плотность в тоннах на 1 м³ и удельная теплоёмкость в килоджоулях на тонну и градус равны единице.

Температуропроводность — относительно новая величина, представляющая собой отношение теплопроводности вещества к произведению из теплоёмкости на плотность и определяющая скорость распространения температурных изменений в процессе нагревания или охлаждения тел.

76. Соотношения между килокалориями

Килокалория (19,5° С — 20,5° С) = 4,182 килоджоуля = 426,4 килограмм (сила)-метра = 1/861,1 киловатт-часа (международного).

Килокалория электрическая = 1,0013 килокалории (19,5° С — 20,5° С) = = 4,1875 килоджоуля = 427 килограмм (сила)-метрам = $\frac{1}{860}$ киловатт-часа (международного).

77. Соотношения между тепловыми единицами, выраженными в килоджоулях и килокалориях

Название единиц	Соотношения
Единица количества теплоты	1 килоджоуль = 0,2391 килокалории (= 0,2388 килокалории электрической) 1 килокалория = 4,182 килоджоуля (1 килокалория электрическая = 4,1875 килоджоуля)
Единица удельной теплоёмкости	1 килоджоуль на тонну и градус = 0,0002391 килокалории на килограмм и градус 1 килокалория на килограмм и градус = 4 182 килоджоуля на тонну и градус
Единица теплоёмкости	1 килоджоуль на градус = 0,2391 килокалории на градус 1 килокалория на градус = 4,182 килоджоуля на градус
Единица теплопроводности	1 килоджоуль на метр-секунду-градус = 884,95 килокалории на метр-час-градус 1 килокалория на метр-час-градус = 0,00116 килоджоуля на метр-секунду-градус
Единица теплопередачи	1 килоджоуль на квадратный метр-секунду-градус = 884,95 килокалории на квадратный метр-час-градус 1 килокалория на квадратный метр-час-градус = 0,00116 килоджоуля на квадратный метр-секунду-градус

78. Меры количества теплоты

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 мегаджоуль = 1 000 килоджоулям = 10^{12} эргам	MJ	Мдж	10^3
1 килоджоуль = 1 000 джоулям = 0,239 килокалории = 10^{10} эргам	kJ	кдж	1
1 джоуль = 0,001 килоджоуля = 0,000239 килокалории = 0,239 калорий = 10^7 эргам	J	дж	10^{-3}
1 термия = 1 000 килокалорий = 10^6 калорий = 4182 килоджоуля	th		$4,182 \cdot 10^3$
1 килокалория, или большая калория, = 1 000 калорий = 4,182 килоджоуля = 0,9987 килокалории электрической	kcal	ккал	4,182
1 калория, или малая калория (грамм-калория), = 0,001 килокалории = 4,182 джоуля	cal	кал	$4,182 \cdot 10^{-3}$
1 килокалория электрическая = 1,0013 килокалории = 4,1875 килоджоуля	cal		4,1875
1 фригория ¹⁾ = количеству тепла, которое должно быть отнято от 1 кг воды для понижения её температуры на один градус = 1 килокалория с отрицательным знаком (= 1 ккал)	frg		

¹⁾ Эта единица употребляется при расчётах холодильных устройств.

79. Эквивалентность теплоты и работы

1 килоджоуль = 101,972 килограмм (сила)-метра.

1 килокалория = 426,4 килограмма (сила)-метра = $\frac{1}{861,1}$ киловатт-часа.

1 килокалория электрическая = 427 килограмм (сила)-метра = $\frac{1}{860}$ киловатт-часа.

1 калория = 0,4264 килограмм (сила)-метра = $\frac{1}{861,1}$ ватт-часа.

1 киловатт-час = 861,1 килокалории = 860 килокалорий электрических.

1 ватт-час = 861,1 калории.

1 килограмм (сила)-метр = $\frac{1}{426,4}$ (=0,002345) килокалории = $\frac{1}{427}$ (=0,002342) килокалории электрической.

1 сил-час = 2 650 килоджоулям = 633,6 килокалории = 633,8 килокалории электрической.

1 вольт-фарадей = 96,5 килоджоуля = 23,07 килокалории = 23,04 килокалории электрической.

1 литр-атмосфера = 101,3 джоуля = 24,21 калории.

80. Основные постоянные точки международной температурной шкалы

Температуры, измеряемые по международной шкале, обозначаются знаком °C.

Приведённые в таблице формулы дают температуру равновесия t_p как функцию давления пара p .

1) Температура равновесия между жидким и газообразным кислородом при нормальном атмосферном давлении (точка кипения кислорода)	— 182,97°C
$t_p = t_{p0} + 0,0126 (p - 760) - 0,0000065 (p - 760)^2$	
2) Температура равновесия между льдом и насыщенной паром водой при нормальном атмосферном давлении (точка плавления льда)	0,000°C
3) Температура равновесия между жидкой водой и её паром при нормальном атмосферном давлении (точка кипения воды)	100,000°C
$t_p = t_{p0} + 0,0367 (p - 760) - 0,000023 (p - 760)^2$	
4) Температура равновесия между жидкой серой и её паром при нормальном атмосферном давлении (точка кипения серы)	444,60°C
$t_p = t_{p0} + 0,0909 (p - 760) - 0,000048 (p - 760)^2$	
5) Температура равновесия между твёрдым и жидким серебром при нормальном атмосферном давлении (точка затвердевания серебра)	960,5°C
6) Температура равновесия между твёрдым и жидким золотом при нормальном атмосферном давлении (точка затвердевания золота)	1063,0°C

Выше точки затвердевания золота температуры определяются отношением силы света видимых монохроматических лучей определённой длины волны, испускаемых „чёрным“ телом при искомой температуре, к силе света лучей той же длины волны, излучаемых „чёрным“ телом при температуре затвердевания золота.

81. Нормальная температура

Нормальной температурой называется температура, при которой меры должны быть верны, а измерительные и контрольные приборы должны давать верные показания.

Величины, определяющие свойства веществ, материалов и изделий, при зависимости их от температуры, должны указываться для нормальной температуры.

Нормальная температура установлена равной $+20^{\circ}\text{C}$.

Г. АКУСТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

82. Единицы в области акустики

1. Единица звукового давления: бар (bar, бар) — давление, испытываемое плоской поверхностью в 1 квадратный сантиметр под действием равномерно по ней распределённой нагрузки в 1 дину.

2. Единица плотности звуковой энергии: эрг на 1 кубический сантиметр $\left(\frac{\text{e}}{\text{cm}^3}; \frac{\text{эрг}}{\text{см}^3}\right)$ — плотность звуковой энергии, при которой звуковая энергия в 1 эрг равномерно распределена по объёму в 1 кубический сантиметр.

3. Единица механического сопротивления: механический Ом (Ω_m , мехом) — механическое сопротивление системы в точке, в которой амплитудная скорость в 1 сантиметр в секунду вызывается амплитудной нагрузкой в 1 дину в направлении скорости; $1 \text{ мехом} = \frac{\text{дина}}{\text{см/сек}}$.

4. Единица силы звука: эрг в секунду на квадратный сантиметр $\left(\frac{\text{e}}{\text{сек} \cdot \text{cm}^2}; \frac{\text{эрг}}{\text{сек} \cdot \text{см}^2}\right)$ или 1 децимикроватт на квадратный сантиметр $\left(\frac{\text{d}\mu\text{W}}{\text{cm}^2}; \frac{\text{дмквт}}{\text{см}^2}\right)$ — сила звука в точке, где через площадь в 1 квадратный сантиметр, перпендикулярную к направлению проходящей волны, проходит звуковая мощность 1 эрг в секунду.

5. Единица разности уровней звуковых мощностей: бел (b, б) — разность уровней двух мощностей, десятичный логарифм отношения которых (мощностей) равняется единице.

6. Единица упругости: дина на сантиметр $\left(\frac{\text{дн}}{\text{см}}; \frac{\text{дн}}{\text{см}}\right)$ — упругость механической системы в точке, которая под влиянием статической нагрузки в 1 дину перемещается на 1 сантиметр в направлении этой силы.

7. Единица гибкости: сантиметр на дину $\left(\frac{\text{см}}{\text{дн}}; \frac{\text{см}}{\text{дн}}\right)$ — гибкость механической системы в точке, которая под влиянием статической нагрузки в 1 дину перемещается на 1 сантиметр в направлении этой силы.

8. Единица частоты колебаний: герц (Hz, гц) — частота периодически изменяющейся во времени величины, период (т.е. продолжительность одного колебания) которой равен 1 средней солнечной секунде.

83. Меры силы звука

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 ватт на 1 кв. см = 10^7 децимикроватт на 1 кв. см	$\frac{W}{cm^2}$	$\frac{вт}{см^2}$	10^7
1 микроватт на 1 кв. см = 10 децимикроватт на 1 кв. см	$\frac{\mu W}{cm^2}$	$\frac{мквт}{см^2}$	10
1 децимикроватт на 1 кв. см	$\frac{d\mu W}{cm^2}$	$\frac{дмквт}{см^2}$	1
или иначе—1 эрг в 1 секунду на 1 кв. см	$\frac{e}{sec \cdot cm^2}$	$\frac{эрг}{сек \cdot см^2}$	1

84. Меры разности уровней звуковых мощностей

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 бел = 10 децибелам	b	б	1
1 децибел = 0,1 бела	db	дб	10^{-1}

85. Тон „la“. Основной тон музыкальной настройки

Основным тоном музыкальной настройки установлен (ОСТ 7710) тон „la“ первой октавы (a_1).

Частота основного тона равна 440 герцам при нормальной температуре $+20^\circ C$.

Основной тон воспроизводится эталонным камертонным генератором.

86. Меры частоты

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 мегагерц = 1 000 килогерцов = 10^6 герцов	MHz	Мгц	10^6
1 килогерц = 0,001 мегагерца = 1 000 герцам	kHz	кгц	10^3
1 герц = 10^{-6} мегагерцов = 0,001 килогерца	Hz	гц	1

Д. СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

87. Световые единицы¹⁾

1. Единица светового потока: люмен (*lm*, *лм*) — световой поток, который испускается полным излучателем (абсолютно чёрным телом) при температуре затвердевания платины с площади в пять тысяч триста пятьдесят миллиметров квадратных квадратного метра

$$\left(S = 0,0000005305 \text{ м}^2 = \frac{1}{\pi \times 60 \times 10\,000} \text{ при } \pi = 3,14159 \right)$$

2. Единица световой энергии: люмен-секунда (*lm-s*, *лм-с*) — световая энергия, которая при световом потоке в один люмен расходуется в течение одной секунды.

3. Единица силы света: свеча (*с*, *св*) — сила точечного источника в тех направлениях, в которых он испускает световой поток в один люмен, одинаково распределённый внутри телесного угла в один стерадиан.

4. Единица светности: радлюкс (*rlx*, *р.лк*) — светность одинакова во всех точках светящейся плоской поверхности, которая испускает в одну сторону от себя световой поток в один люмен с площади в один квадратный метр.

5. Единица яркости: децимиллистанб (*dmsb*, *дмсб*) — яркость предельно малой одинаково во всех точках светящейся плоской поверхности, для которой отношение силы света в свечах к её площади в квадратных метрах равно единице, причём яркость и сила света определяются в перпендикулярном направлении к этой поверхности.

6. Единица освещённости: люкс (*lx*, *лк*) — освещённость поверхности, которая получает одинаково распределённый по ней световой поток в один люмен на площадь в один квадратный метр.

7. Единица количества освещения: люкс-секунда (*lx-s*, *лк-с*) — количество освещения, которое получает поверхность при освещённости её в один люкс в течение одной секунды.

Примечание. Значения указанных световых единиц определяются государственными эталонами СССР. В тех случаях, когда необходимо отличать эти единицы от одноимённых старых световых единиц, действовавших до мая 1948 г., к их наименованиям добавляются соответственно „новый“ или „старый“.

88. Световые единицы, применявшиеся до 1948 г.

1. Единица светового потока: люмен (*lm*, *лм*) — точное значение этой единицы для СССР определялось по эталонным электрическим лампам накаливания.

2. Единица поверхностной плотности светового потока (освещённости и светности): фот (*ph*, *ф*) — поверхностная плотность светового потока в 1 люмен, равномерно распределённого на площади в 1 квадратный сантиметр.

При измерении освещённости допускалось применение единицы люкс (*lx*, *лк*), представлявшей собой поверхностную плотность светового потока в 1 люмен, равномерно распределённого по площади в 1 квадратный метр; 1 люкс = 0,0001 фота.

Для единицы светности допускалось применение наименования рад-фот (*grh*, *рф*).

3. Единица световой энергии: люмен-секунда (*lm-s*, *лм-с*) — световая энергия, которая при световом потоке в 1 люмен расходуется в течение 1 секунды.

¹⁾ Соответственно положению о световых единицах (утверждённому 13 апреля 1948 г. Комитетом по делам мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР), которым эти единицы узаконены с 1 мая 1948 г. и запрещено применение других световых единиц. Мерами и измерительными приборами со значениями в старых световых единицах разрешено пользоваться до 1 января 1953 г. при условии выражения результатов измерений в новых единицах.

4. Единица поверхностной плотности световой энергии, испускаемой или получаемой (количество освещения): фот-секунда (ph-s, *ф-с*) — поверхностная плотность световой энергии, получаемой поверхностью при её освещённости в 1 фот в течение 1 секунды. При измерении поверхностной плотности получаемой световой энергии допускалось применение единицы люкс-часа (lx-h, *лк-ч*) 1 люкс-час = 0,36 фот-секунды.

Для единицы поверхностной плотности испускаемой световой энергии допускалось применение наименования рад-фот-секунда (rph-s, *рф-с*).

5. Единица силы света: международная свеча (с, *св*) — сила света точечного источника в направлении равномерного испускания 1 люмена внутри телесного угла в 1 стерадиан.

Сила света (сила света точечного источника) — это отношение светового потока к телесному углу, в котором он распространяется.

6. Единица яркости: стильб (sb, *сб*) — яркость равномерно светящейся плоской поверхности в перпендикулярном к ней направлении, испускающей в том же направлении свет силой в 1 международную свечу с 1 квадратного сантиметра.

89. Соотношения между новыми световыми единицами и действовавшими до 1943 г. световыми единицами

Между действовавшими до 1943 г. световыми единицами, подтверждёнными ОСТ 4891 1932 г., и новыми световыми единицами, узаконенными с 1 мая 1948 г. положением о световых единицах, утверждённым Комитетом по делам мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР, установлено следующее соотношение:

1 прежний люмен равен 1,005 нового люмена. Такое же соотношение установлено и для других световых единиц.

90. Меры светового потока

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 килोलюмен = 1 000 люменов	klm	<i>кЛМ</i>	10^3
1 люмен	lm	<i>ЛМ</i>	1

91. Меры световой энергии

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 килोलюмен-час = 1 000 люмен-часов = = $3,6 \cdot 10^6$ люмен-секунд	klm-h	<i>кЛМ-ч</i>	$36 \cdot 10^5$
1 люмен-час = 0,001 килोलюмен-часа = 3 600 люмен-секунд	lm-h	<i>ЛМ-ч</i>	$36 \cdot 10^2$
1 люмен-секунда	lm-s	<i>ЛМ-с</i>	1

92. Меры светности

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 радфот	rfh	рф	10^4
1 радлюкс	rlx	рлк	1

93. Меры силы света

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 свеча	с	св	1

94. Меры яркости

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 децимиллистильб	dmsb	дмсб	1
1 миллистильб = 10 децимиллистильбам	msb	мсб	10
1 стильб = 1 000 миллистильбам = 10 000 децимиллистильбам	sb	сб	10^4

95. Меры освещённости

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 фот = 10 килолюксам = 10 000 люксам	ph	ф	10^4
1 килолюкс = 1 000 люксам	klx	клк	10^3
1 люкс = 0,001 килолюкса = 0,0001 фота	lx	лк	1

96. Меры количества освещения

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 люкс-час = 3 600 люкс-секундам	lx-h	лк-ч	$3,6 \cdot 10^3$
1 люкс-секунда	lx-s	лк-с	1

97. Мера силы оптических систем

1 диоптрия (D и δ) — оптической силе стекла с фокусным расстоянием в 1 метр.

98. Основная световая волна

Основной световой волной признана (ОСТ 7762) волна красного излучения, производимого парами кадмия, в условиях распространения её в сухом воздухе при нормальном атмосферном давлении и при 15°C . Длина волны красной линии кадмия принимается (с перерасчётом на нормальную температуру 20°C , на нормальное давление и на влажность воздуха, соответствующую 10 мм упругости водяного пара, т. е. 58% относительной влажности) равной $0,64385033$ микрона.

Основная световая волна служит для измерения образцовых концевых мер длины и по длине этой волны устанавливаются длины волн других спектральных линий, применяемых в интерферометрии.

Е. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

99. Системы электрических единиц¹⁾

К настоящему времени в силу ряда причин сложилось несколько систем электрических единиц, а именно:

1. Абсолютная электростатическая система, существующая в двух видоизменениях — система $CGSE$ и $CGSe_0$.

2. Абсолютная электромагнитная система также в двух видоизменениях — система $CGSM$ и $CGSm_0$.

3. Абсолютная система Гаусса.

4. Практическая (абсолютная) система электрических единиц.

5. Международные электрические единицы.

6. Абсолютная электромагнитная система $MKSM$.

В Советском Союзе с 5 мая 1948 г. узаконена абсолютная электромагнитная система $MKSM$, а применение других электрических и магнитных единиц запрещено.

Пользование мерами и измерительными приборами со значениями в других единицах разрешено до 1 января 1953 г. при условии, что результаты измерений должны выражаться в единицах системы $MKSM$.

1. Абсолютная электростатическая система.

Эта система основана на законе Кулона для механического взаимодействия электрических зарядов:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2 \epsilon}$$
 где F — механическая сила взаимодействия, направленная по прямой, соединяющей центры электрических зарядов q_1 и q_2 , находящихся на расстоянии r , K — коэффициент пропорциональности, зависящий от выбора единиц и ϵ — диэлектрическая проницаемость среды. Основными единицами для этой системы были установлены (в 1861 г.): сантиметр-грамм-секунда (поэтому коэффициент $K=1$); при этом единица количества электричества определялась как то количество электричества, которое притягивает равное ему количество электричества, удаленное от него на единицу длины, с силой, равной единице. Полагая диэлектрическую проницаемость величиной безразмерной и в пустоте равной единице, получаем абсолютную электростатическую систему $CGSE$. Если считать ϵ величиной размерной, получается практически та же система, с той лишь разницей, что в формулы размерности войдет размерность диэлектрической проницаемости. В этом случае абсолютную электростатическую систему обозначают $CGSe_0$.

¹⁾ Более подробно о системах электрических единиц см.: Л. А. С е п а, Единицы измерения физических величин, изд. 1948 г., С. Ф. М а л и к о в, Практические электрические единицы, изд. 1947 г.

2. Абсолютная электромагнитная система

В основе этой системы лежит закон Кулона для взаимодействия магнитных масс: $F = K \frac{m_1 m_2}{\mu r^2}$, где F — сила взаимодействия магнитных масс m_1 и m_2 , удалённых друг от друга на расстояние r , K — коэффициент пропорциональности, зависящий от выбора единиц, и μ — магнитная проницаемость среды.

Основными единицами системы также являются сантиметр-грамм-секунда (K тоже будет равно 1).

Исходя из закона Кулона, можно определить единицы магнитной массы и напряжённости магнитного поля, а затем, пользуясь законом Био-Савара и Лапласа, единицу силы тока и далее остальные единицы. Магнитная проницаемость среды считается безразмерной величиной, равной в пустоте единице, или величиной, имеющей особую размерность. В первом случае абсолютная электромагнитная система обозначается символом $CGSM$, а во втором символом CGS_{μ} .

3. Абсолютная система Гаусса

Гауссова абсолютная система единиц не получила всеобщего признания и не узаконена никакими положениями, но она некоторым образом объединяет абсолютную электростатическую и абсолютную электромагнитную системы и ею часто пользуются при описании электромагнитного поля и особенно в электромагнитной теории света. Эта система построена так, что единицы заряда, напряжённости поля электрического потенциала, смещения, силы тока, сопротивления, проводимости, ёмкости, диэлектрической проницаемости совпадают с единицами электростатической системы. Единицы же количества магнетизма, напряжённости магнитного поля, магнитной проницаемости, магнитной индукции, магнитодвижущей силы, магнитного сопротивления, магнитного потока, индуктивности совпадают с единицами электромагнитной системы.

4. Практическая (абсолютная) система электрических единиц

Возникла в силу необходимости иметь систему единиц удобную для практических целей, так как ряд единиц электростатической и электромагнитной абсолютных систем во много раз меньше тех величин, с которыми приходится иметь дело в технике. Так, например, электростатическая единица силы тока и электромагнитная единица разности потенциалов в 10^{10} раз меньше, чем употребляющиеся на практике сила тока и напряжение. Практическая система единиц была принята в 1881 г., причём в основу её были положены: единица сопротивления ом, равная 10^9 абсолютных электромагнитных единиц сопротивления, и единица в. д. с. вольт, равная 10^8 абсолютных электромагнитных единиц э. д. с. Множители 10^9 для ома и 10^8 для вольты были выбраны с целью приблизить по возможности основные новые единицы к существовавшим тогда на практике и наиболее распространённым: к ртутной единице сопротивления Сименса и к э. д. с. — элемента Даниэля, близкой к 1. Международная конференция 1884 г. установила, что практическая единица силы тока — ампер, равна 0,1 абсолютной электромагнитной единицы силы тока, и приняла её за вторую основную единицу этой системы (первая — ом), а вольт определила как производную единицу. Разработка практической (абсолютной) системы электрических единиц закончилась в 1889 г.

5. Международные электрические единицы

После введения практической (абсолютной) системы электрических единиц была проделана большая работа по установлению эталонов для основных из этих единиц. При этом выяснилось, что значительные трудности в изго-

товлении достаточно точных эталонов приводили хотя и к небольшим, но всё же ощутительным расхождениям между ними и теоретически установленными практическими (абсолютными) единицами. Эта причина побудила международный конгресс электриков в 1893 г. отказаться от практической (абсолютной) системы единиц и заменить её новой, получившей название системы международных электрических единиц. В этой системе в качестве международных электрических единиц были приняты за основу легко воспроизводимые на практике эталоны. Конгресс установил три основные единицы с эталонами для каждой из них: международный ом с ртутным эталоном, представлявшим собой сопротивление столба ртути равномерного сечения, имеющего длину 106,3 см (при 0° С) и массу в 14,4521 г, международный ампер с серебряным вольтметром в качестве эталона и международный вольт, эталоном для которого являлась $\frac{1000}{1434}$ частей э. д. с. нормального элемента Кларка при 15° С.

Остальные единицы были определены как производные от этих трёх основных.

В 1908 г. было принято постановление, по которому международный ом устанавливался первой основной единицей, международный ампер — второй, а международный вольт был отнесён к числу производных единиц, хотя и была сделана оговорка, которая рекомендовала эталоном э. д. с. нормальный элемент Вестона (вместо элемента Кларка) с э. д. с., равной 1,0184 международных вольта при 20° С.

Начиная с 1928 г., в связи с возросшей к этому времени точностью электрических измерений, стал подыматься вопрос о переходе снова от международных единиц к практической системе абсолютных электрических единиц. После ряда обсуждений в международных органах переход к абсолютным практическим единицам был намечен на 1 января 1940 г. Осуществлению этого решения помешала начавшаяся вторая мировая война. После войны Международный комитет мер и весов в 1946 г. установил датой перехода от международных единиц к абсолютным практическим единицам 1 января 1948 г.

6. Абсолютная электромагнитная система MKSM

Эта система единиц принята во исполнение упомянутого выше решения о переходе от международных электрических единиц к абсолютным практическим единицам. Значение абсолютной электромагнитной системы MKSM в том, что она определяет не только электрические, но и механические единицы, в то время как предыдущие практические электрические единицы были установлены (в отличие от единиц абсолютной электростатической и электромагнитной систем) без непосредственной связи с механическими единицами.

В отличие от других уже описанных систем, система MKSM построена на четырёх основных единицах. Это сделано с той целью, чтобы механические единицы в этой системе были удобными десятичными кратными обычных метрических единиц — грамма, килограмма, сантиметра, метра (если бы система была основана только на трёх единицах, то единицы механических величин получились бы весьма неудобными для пользования).

В качестве четырёх основных единиц абсолютной электромагнитной системы MKSM приняты: единица длины — метр, единица массы — килограмм, единица времени — секунда и единица магнитной проницаемости равная 10^7 магнитной проницаемости пустоты при нерационализированной системе или $\frac{10^7}{4\pi}$ магнитной проницаемости пустоты при рационализированной системе уравнений. Единице магнитной проницаемости присвоено название *магн* (мгн). Для всех остальных единиц этой системы даны специальные определения (см. таблицу 103). Надо заметить, что механические единицы системы MKSM совпадают с таковыми же системы метр-килограмм-секунда (MKS).

100. Соотношение между абсолютными электростатическими, электромагнитными¹⁾ и практическими электрическими единицами

Величина	Значение в абсолютных практических единицах		Соотношение между абсолютными электростатическими и электромагнитными единицами: $c = \text{скорость света в пустоте} = 2,99776 \cdot 10^{10} \text{ см} \cdot \text{сек}^{-1}$
	Электростатических единиц CGS _{es}	Электромагнитных единиц CGS _{em}	
Сила тока	$1 \text{ см}^2 \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{сек}^{-2} \cdot \varepsilon = 3,3349 \cdot 10^{-10} \text{ абс. ампер}$	$1 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \mu^{-\frac{1}{2}} = 10 \text{ абс. амперам}$	$1 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \mu^{-\frac{1}{2}} = c \cdot \text{см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \times \text{сек}^{-2} \cdot \varepsilon$
Электрическое сопротивление	$1 \text{ см}^{-1} \cdot \text{сек} \cdot \varepsilon = 8,9916 \cdot 10^{11} \text{ абс. ома}$	$1 \text{ см} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \mu = 10^{-9} \text{ абс. ом}$	$1 \text{ см} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \mu = \frac{1}{c^2} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \text{з}$
Электрическое напряжение и э. д. с.	$1 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \varepsilon^{-\frac{1}{2}} = 299,86 \text{ абс. вольт}$	$1 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{сек}^{-2} \cdot \mu^{\frac{1}{2}} = 10^{-8} \text{ абс. вольт}$	$1 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{сек}^{-2} \cdot \mu^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{c} \cdot \text{см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \times \text{сек}^{-1} \cdot \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$
Количество электричества (заряд)	$1 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{сек}^{-\frac{1}{2}} = 3,3349 \cdot 10^{-10} \text{ абс. кулона}$	$1 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \mu^{-\frac{1}{2}} = 10 \text{ абс. кулонам}$	$1 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \mu^{-\frac{1}{2}} = c \cdot \text{см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{сек}^{-1} \times \text{з}^{\frac{1}{2}}$
Электрическая ёмкость	$1 \text{ см} \cdot \varepsilon = 1,1121 \cdot 10^{-12} \text{ абс. фарад}$	$1 \text{ см}^{-1} \cdot \text{сек}^2 \cdot \mu^{-1} = 10^9 \text{ абс. фарад}$	$1 \text{ см}^{-1} \cdot \text{сек}^2 \cdot \mu^{-1} = c^2 \cdot \text{см} \cdot \varepsilon$
Индуктивность и взаимная индуктивность	$1 \text{ см}^{-1} \cdot \text{сек}^2 \cdot \varepsilon^{-1} = 8,9916 \cdot 10^{11} \text{ абс. генри}$	$1 \text{ см} \cdot \mu = 10^{-9} \text{ абс. генри}$	$1 \text{ см} \cdot \mu = \frac{1}{c^2} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}^2 \cdot \varepsilon^{-1}$
Диэлектрическая проницаемость	$\varepsilon = 1,1293 \cdot 10^{-12} \text{ абс. фарад} \cdot \text{см}^{-1}$	$1 \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^2 \cdot \mu^{-1} = 7,9617 \cdot 10^7 \text{ абс. фарад} \cdot \text{см}^{-1}$	$1 \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^2 \cdot \mu^{-1} = c^2 \cdot \varepsilon$
Магнитная проницаемость	$1 \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^2 \cdot \varepsilon^{-1} = 1,1293 \cdot 10^{12} \text{ абс. генри} \cdot \text{см}^{-1}$	$\mu = 1,256 \cdot 10^{-8} \text{ абс. генри} \cdot \text{см}^{-1}$	$\mu = \frac{1}{c^2} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}^2 \cdot \varepsilon^{-1}$

¹⁾ Эти единицы не имеют специальных названий, за исключением электростатической единицы ёмкости и электромагнитной единицы индуктивности, которые часто называются «сантиметры»; предполагается, для электростатической единицы количества электричества (заряда) название «фарада» пока широкого распространения не получило.

101. Практические (абсолютные) электрические единицы

Тип единиц	Название и соотношение с другими единицами
Единица силы тока	1 абсолютный ампер = 0,1 абс. эл.-маг. ед. CGS = = 1 абс. кулону электричества в 1 сек. = силе тока, выделяющей из водного раствора азотнокислого серебра в 1 сек. 1,11807 мг серебра
Единица сопротивления	1 абсолютный ом = 10^9 абс. эл.-маг. ед. CGS = сопротивлению провода, в котором при напряжении в 1 абс. в получается электрический ток в 1 абс. а
Единица электрического напряжения и э. д. с.	1 абсолютный вольт = 10^8 абс. эл.-маг. ед. CGS = напряжению, при котором в проводнике при прохождении 1 абс. кулона электричества выделяется 1 джоуль энергии
Единица количества электричества (заряда)	1 абсолютный кулон = 0,1 абс. эл.-маг. ед. CGS = = $2,99796 \cdot 10^9$ абс. эл.-ст. ед. CGS
Единица ёмкости	1 абсолютная фарада = 10^{-9} абс. эл.-маг. ед. CGS
Единица индуктивности и взаимной индуктивности	1 абс. генри = 10^9 абс. эл.-маг. ед. CGS (или с.м) = самоиндукции электрической цепи (или взаимной индукции двух цепей), при которой индуктируется э. д. с. в 1 абс. вольт при равномерном изменении тока со скоростью 1 абс. ампера в 1 сек.

102. Международные электрические единицы¹⁾

1. *Единица электрического сопротивления* — международный ом (Ω , ом) — сопротивление ртутного столба (при неизменяющемся электрическом токе и при температуре таящего льда) длиной в 106,300 см, имеющего сечение, одинаковое по всей длине, и массу в 14,4521 г.

Точная величина международного ома определяется ртутными образцами ома, изготовленными согласно международным постановлениям и спецификациям.

2. *Единица силы тока* — международный ампер (А, а) — сила такого неизменяющегося электрического тока, который отлагает 0,00111800 г серебра в секунду, проходя через водный раствор азотнокислого серебра.

Точная величина международного ампера определяется по серебряному вольтметру, согласно международным постановлениям и спецификациям.

3. *Единица электрического напряжения и электродвижущей силы* — международный вольт (V, в) — электрическое напряжение или электродвижущая сила, которые в проводнике, имеющем сопротивление в один ом, производят ток силой в один ампер.

Точная величина международного вольта устанавливается посредством нормальных элементов, изготовляемых согласно международным постановлениям и спецификациям и проверяемых посредством серебряного вольтметра и ртутных образцов ома.

Примечание. В 1908 г. Международный конгресс принял, что электродвижущая сила нормального элемента Вестона при 20 ° C точно равна 1,0184 международного вольта. Однако вследствие таким образом вспомогательные определения при измерениях высокой точности вносят некоторую неясность, и поэтому иногда, в литературе отдают звание единицы, основанные на международных оме и ампере (серебряном вольтметре) от значений, основанных на международных оме и вольте (нормальном элементе).

4. *Единица количества электричества* — международный кулон (С, к) или ампер-секунда — количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника в течение одной секунды при токе силой в один ампер.

¹⁾ Слово „международный“ в наименовании электрических единиц может опускаться, когда нет необходимости отличать международные единицы от других „единиц“.

5. *Единица электрической мощности* — международный ватт (W , $вт$) — мощность неизменяющегося электрического тока силой в один ампер при напряжении в один вольт.

6. *Единица работы электрического тока* — международная ватт-секунда (Ws , $вт-с$) или международный джоуль (J , $дж$) — работа, совершаемая электрическим током в течение одной секунды при мощности тока в один ватт.

7. *Единица электрической ёмкости* — международная фарада (F) — ёмкость конденсатора, заряжаемого до напряжения в один вольт одним кулоном.

Примечание. Ёмкость аккумуляторов, определяющуюся наибольшим зарядом, который может быть получен от них при разрядке, выражают в единицах количества электричества — ампер-часах.

8. *Единица индуктивности и взаимной индуктивности* — международный генри (H , $гн$). Международный генри определяется двояко:

1) Как единица индуктивности — самоиндукцией электрической цепи, в которой индуктируется электродвижущая сила в один вольт при равномерном изменении тока в этой же цепи со скоростью одного ампера в одну секунду.

2) Как единица взаимной индуктивности — взаимной индукцией в системе двух электрических цепей, в одной из которых индуктируется электродвижущая сила в один вольт при равномерном изменении тока в другой цепи со скоростью одного ампера в одну секунду.

9. *Единица проводимости (электропроводности)* — обратный ом ($\frac{1}{\text{ом}}$) или иначе сименс (S) — проводимость проводника, имеющего сопротивление в один ом.

103. Единицы абсолютной электромагнитной системы $MKSM^1$)

Основные единицы:

Единица длины — метр (m , $м$)

Единица массы — килограмм (kg , $кг$)

Единица времени — секунда (sec , $сек$ или s , $с$)

Единица магнитной проницаемости — магн (mgp , $мгн$) — магнитная проницаемость, равная семистам девяносто пяти тысячам семистам семидесяти четырём целым и семи десятым магнитной проницаемости пустоты (т. е. $1 \text{ магн} = 795774,7 \mu_0$), или, иначе,

$$1 \text{ магн} = \frac{10\,000\,000}{4\pi} \mu_0 \quad \text{при } \pi = 3,14159$$

Механические единицы:

Единица скорости — метр в секунду (m/sec , $м/сек$).

Единица ускорения — метр на секунду в квадрате (m/sec^2 , $м/сек^2$)

Единица силы — ньютон (n , $н$)

Единица работы — джоуль (J , $дж$) или ватт-секунда ($w-с$, $вт-с$)

Единица мощности — ватт (w , $вт$)

Электрические и магнитные единицы:

1. *Единица силы тока* — ампер (A , $а$) — сила неизменяющегося электрического тока, который, протекая по каждому из двух бесконечно длинных параллельных прямолинейных проводников ничтожно малого кругового сечения, расположенных на расстоянии в 2 м друг от друга в однородной и изотропной среде с магнитной проницаемостью в 4π магн, создаёт между этими проводниками силу взаимодействия в 1 ньютон на каждый метр длины.

¹⁾ Соответственно положению об электрических и магнитных единицах, утверждённому 13 апреля 1948 г. Комитетом по делам мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР.

2. *Единица количества электричества* — кулон (с, *к*) или ампер-секунда (А-с, *а-с*) — количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника в течение 1 секунды при неизменяющемся токе силой в 1 ампер.

3. *Единица разности электрических потенциалов, электрического напряжения и электродвижущей силы* — вольт (в, *в*) — разность электрических потенциалов между двумя точками линейного проводника, по которому протекает неизменяющийся электрический ток силой в 1 ампер, когда мощность, потребляемая между этими точками, равна 1 ватту.

4. *Единица электрического сопротивления* — ом (Ω, *ом*) — электрическое сопротивление между двумя точками линейного проводника, в котором неизменяющаяся разность электрических потенциалов между этими точками в 1 вольт производит ток силой в 1 ампер.

5. *Единица электрической ёмкости* — фарада (F, *ф*) — электрическая ёмкость конденсатора, между обкладками которого существует разность электрических потенциалов в 1 вольт, когда он заряжен количеством электричества в 1 кулон.

6. *Единица магнитного потока*: вебер (wb, *вб*) — магнитный ток, при убывании которого до нуля через поперечное сечение электрической цепи, сцепленной с этим потоком и имеющей сопротивление в 1 ом, протекает количество электричества, равное 1 кулону.

7. *Единица магнитной индукции* — вебер на квадратный метр (wb/m², *вб/м²*) — магнитная индукция, при которой магнитный поток сквозь поверхность в 1 квадратный метр, расположенную в равномерном магнитном поле перпендикулярно к линиям магнитной индукции, равен 1 веберу.

8. *Единица индуктивности и взаимной индукции* — генри (H, *г*) определяет двояко: 1) как единица индуктивности — индуктивность электрической цепи, с которой сцепляется магнитный поток самоиндукции в 1 вебер при силе неизменяющегося тока в цепи, равной 1 амперу; 2) как единица взаимной индуктивности — взаимная индуктивность двух электрических цепей, с одной из которых сцепляется магнитный поток взаимной индукции в 1 вебер при силе неизменяющегося тока в другой цепи, равной 1 амперу.

9. *Единица электродвижущей силы и разности магнитных потенциалов* — ампер (A, *а*) или ампер-виток (A-w, *а-в*) — магнитодвижущая сила вдоль замкнутого контура, однократно сцепленного с электрической цепью, по которой протекает ток силой в 1 ампер.

10. *Единица напряжённости магнитного поля (магнитной силы)* — ампер на метр (A/m, *а/м*) — напряжённость магнитного поля в однородной и изотропной среде на расстоянии в $\frac{1}{2\pi}$ м от бесконечно длинного прямолинейного проводника ничтожно малого кругового сечения, по которому протекает ток силой в 1 ампер

Примечание. Когда необходимо отличить абсолютные единицы от относительных международных единиц, к их наименованиям добавляется «абсолютный» (abs. или абс.) и «международный» (int. или межд.). Сокращённые обозначения применяются в тексте только после числовых значений соответствующих единиц.

104. Соотношения между абсолютными и международными электрическими единицами

1. Соотношения, установленные в Советском Союзе¹⁾

1 международный джоуль	= 1,00020 абсолютного джоуля
1 международный ватт	= 1,00020 абсолютного ватта
1 международный ампер	= 0,99385 абсолютного ампера
1 международный кулон	= 0,99385 абсолютного кулона
1 международный вольт	= 1,00335 абсолютного вольты
1 международный ом	= 1,00050 абсолютного ома
1 международная фарада	= 0,99350 абсолютной фарады
1 международный вебер	= 1,00335 абсолютного вебера
1 международный генри	= 1,00050 абсолютного генри

¹⁾ Соответственно положению об электрических и магнитных единицах 1948 г.

II. Соотношения между средними¹⁾ международными и абсолютными единицами, принятые Международным Комитетом мер и весов в 1946 г.

1 средний международный ватт	= 1,00019 абсолютного ватта
1 средний международный ампер	= 0,99985 абсолютного ампера
1 средний международный кулон	= 0,99985 абсолютного кулона
1 средний международный вольт	= 1,00034 абсолютного вольт
1 средний международный ом	= 1,00049 абсолютного ома
1 средняя международная фарада	= 0,99951 абсолютной фарады
1 средний международный вебер	= 1,00034 абсолютного вебера
1 средний международный генри	= 1,00049 абсолютного генри.

III. Соотношения между международными единицами, определяемыми Государственными эталонами СССР и средними международными единицами, установленными путём сравнения электрических эталонов разных стран:

1 международный ом СССР	= 1,000010 среднего международного ома
1 международный вольт СССР	= 1,0000075 среднего международного вольт.

105. Соотношения между единицами абсолютной электромагнитной системы MKSM и единицами абсолютной электромагнитной системы CGSP₀

Величины, измеряемые единицами	Наименования и соотношения единиц
Магнитная проницаемость	1 магн = 10^3 абс. эл.-маг. единицам CGSP ₀
Сила	1 ньютон = 10^5 динам
Работа	1 джоуль = 10^7 эргам
Мощность	1 ватт = 10^7 эргам в секунду
Сила тока	1 ампер = 10^9 абс. эл.-маг. единицам CGSP ₀
Количество электричества	1 кулон = 10^{-1} абс. эл.-маг. единицам CGSP ₀
Электрическое напряжение (э. д. с.)	1 вольт = 10^8 абс. эл.-маг. единицам CGSP ₀
Электрическое сопротивление	1 ом = 10^9 абс. эл.-маг. единицам CGSP ₀
Электрическая ёмкость	1 фарада = 10^{-9} абс. эл.-маг. единицам CGSP ₀
Магнитный поток	1 вебер = 10^8 максвеллам
Магнитная индукция	1 вебер на 1 кв. м. = 10^4 гауссам
Индуктивность и взаимная индуктивность	1 генри = 10^9 абс. эл.-маг. единицам CGSP ₀
Магнитодвижущая сила и разность магнитных потенциалов	1 ампер = 10^{-1} гильбертам
Напряжённость магнитного поля (магнитная сила)	1 ампер на метр = 10^{-3} эрстедам

Примечание. Указанными соотношениями надлежит пользоваться во всех случаях за исключением следующих:

1) При переходе от системы абс. эл.-маг. единиц CGSP₀ при нерационализированной системе уравнений к системе единиц MKSM при рационализированной системе уравнений следует умножать: магнитодвижущую силу в гильбертах на $\frac{10}{4\pi}$, чтобы получить её в амперах;

напряжённость магнитного поля в эрстедах на $\frac{10^3}{4\pi}$, чтобы получить её в амперах на метр; магнитную проницаемость в абс. эл.-маг. единицах CGSP₀ на $4 \cdot 10^{-12}$, чтобы получить её значение в магнях.

2) При переходе от системы единиц MKSM при рационализированной системе уравнений к системе абс. эл.-маг. единиц CGSP₀ при нерационализированной системе уравнений следует умножать: магнитодвижущую силу в амперах на $4 \cdot 10^{-12}$, чтобы получить её в гильбертах; напряжённость магнитного поля в амперах на метр — на $4 \cdot 10^{-3}$, чтобы получить её в эрстедах; магнитную проницаемость в магнях на $\frac{10^9}{4\pi}$, чтобы получить её значение в абс. эл.-маг. единицах CGSP₀.

¹⁾ Применение понятия „средних“ международных электрических единиц обусловлено тем, что между эталонами международных единиц различных стран существуют небольшие расхождения и для сравнения берутся средние значения этих эталонов

106. Формулы размерности электрических и магнитных единиц абсолютных систем CGS_{ε_0} , CGS_{μ_0} , MKS_{μ_0} и Гаусса

L, M, T — соответственно единицы длины, массы, времени; ε — диэлектрическая, а μ — магнитная проницаемость

Величины	Символ	Абсолютные системы		
		CGS_{ε_0}	Гаусса	CGS_{μ_0} и MKS_{μ_0}
Количество электричества	q	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}}$
Напряжённость электрического поля	E	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} \mu^{\frac{1}{2}}$
Диэлектрическая проницаемость	ε	ε	1	$L^{-2} T^2 \mu^{-1}$
Смещение (электрическая индукция)	D	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{-\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}}$
Поток линий смещения	N	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}}$
Потенциал	V	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} \mu^{\frac{1}{2}}$
Электрический момент	M_e	$L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} \mu^{-\frac{1}{2}}$
Электрическая ёмкость	C	$L \varepsilon$	L	$L^{-1} T^2 \mu^{-1}$
Сила электрического тока	I	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$
Электрическое сопротивление	R	$L^{-1} T \varepsilon^{-1}$	$L^{-1} T$	$LT^{-1} \mu$
Проводимость (электропроводность)	G	$LT^{-1} \varepsilon$	LT^{-1}	$L^{-1} T \mu^{-1}$
Магнитная масса	m	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$
Напряжённость магнитного поля	H	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$
Магнитная проницаемость	μ	$L^{-2} T^2 \varepsilon^{-1}$	1	μ
Магнитная индукция	B	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$
Магнитный поток	Φ	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$
Магнитный момент	M_m	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$
Магнитодвижущая сила	F	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2} \varepsilon^{-\frac{1}{2}}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$
Магнитное сопротивление	R_m	$LT^{-2} \varepsilon$	L^{-1}	$L^{-1} \mu^{-1}$
Индуктивность	L	$L^{-1} T^2 \varepsilon^{-1}$	L	$L \mu$

107. Абсолютные магнитные единицы электромагнитной системы CGSM

Вид единиц	Название единиц	Сокращённое обозначение		Значение абсолютных магнитных единиц электромагнитной системы CGSM
		международное	русское	
Единица магнитного потока	Максвелл	Mx	мкс	$1 \text{ см}^2 \frac{1}{2} \frac{1}{2} \text{ ссК}^{-1}$
Единица магнитной индукции	Гаусс	Gs	гс	$1 \text{ см}^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \text{ ссК}^{-1}$
Единица магнитодвижущей силы (магнитного напряжения)	Гильберт	Gb	гб	$4\pi \text{ см}^2 \frac{1}{2} \frac{1}{2} \text{ ссК}^{-1}$
Единица напряжённости магнитного поля (магнитной силы)	Эрстед	Oe	э	$4\pi \text{ см}^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \text{ ссК}^{-1}$

Формулы связи между абсолютными магнитными и электрическими единицами электромагнитной системы CGS:

$$\begin{aligned}
 (\text{максвелл}) &= (\text{абс. ед. эдс.}) \times (\text{сек.}) \\
 (\text{гаусс}) &= \frac{(\text{абс. ед. эдс.}) \times (\text{сек.})}{(\text{см}^2)} \\
 (\text{гильберт}) &= 4\pi \times (\text{абс. ед. силы тока}) \\
 (\text{эрстед}) &= \frac{4\pi \times (\text{абс. ед. силы тока})}{(\text{см})}
 \end{aligned}$$

103. Значения диэлектрической и магнитной проницаемости пустоты в разных абсолютных системах электрических единиц

Наименование величины	Нерационализированные системы		
	CGS _{es}	CGS _{em}	MKSM
Диэлектрическая проницаемость ϵ_0	1	$1,11 \cdot 10^{-21}$	$1,11 \cdot 10^{-10}$
Магнитная проницаемость μ_0	$1,11 \cdot 10^{-21}$	1	10^{-7}
Рационализированные системы			
Диэлектрическая проницаемость ϵ_0	$7,96 \cdot 10^{-2}$	$8,85 \cdot 10^{-23}$	$8,85 \cdot 10^{-12}$
Магнитная проницаемость μ_0	$1,40 \cdot 10^{-20}$	12,6	$1,26 \cdot 10^{-6}$

109. Меры электрического сопротивления

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 мегом = 10^6 омам	MΩ	Мом	10^6
1 ом = 10^{-6} мегомам = 10^9 абс. эл.-маг. единиц CGSM = $1,11 \cdot 10^{-12}$ абс. эл. ст. единиц CGSE	Ω	ом	1
1 микром = 10^{-6} омам.	μΩ	мком	10^{-6}

110. Меры силы электрического тока

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 килоампер = 1 000 ампер	kA	ка	10^3
1 ампер = $3 \cdot 10^9$ абс. электростатических единиц CGSE = 0,1 абс. электромагнитных единиц CGSM	A	а	1
1 миллиампер = 0,001 ампера	mA	ма	10^{-3}
1 микроампер = 0,001 миллиампера = 10^{-6} ампера	μA	мка	10^{-6}

111. Меры электрического напряжения и электродвижущей силы

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 киловольт = 1 000 вольт	kV	кв	10^3
1 вольт = 0,001 киловольта = 1 000 милливольт = 10^6 микровольт = $3,33 \cdot 10^{-3}$ абс. электростатическим единицам CGSE = 10^8 абс. электромагнитным единицам CGSM	V	в	1
1 милливольт = 0,001 вольт	mV	мв	10^{-3}
1 микровольт = 0,001 милливольт = 10^{-6} вольт	μV	мкв	10^{-6}

112. Меры количества электричества

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 килокулон = 1000 кулонам	кС	кк	10^3
1 кулон ¹⁾ = $3 \cdot 10^9$ абс. электростатических единиц CGSE = 0,1 абс. электромагнитных единиц CGSM	С	к	1
1 микрокулон = 10^{-6} кулонам	μС	мкк	10^{-6}
1 ампер-час = 3 600 ампер-секундам = 3 600 кулонам = 3,6 килокулона	Ач	а-ч	$36 \cdot 10^2$
1 фарадей = 96501,2 кулона			$96,5 \cdot 10^3$
1 абс. электростатическая единица CGSE = $3,33 \cdot 10^{-10}$ кулонам			$3,33 \cdot 10^{-10}$
1 абс. электромагнитная единица CGSM = 10 кулонам			10
1 электронный заряд = $4,80251 \cdot 10^{-10}$ абс. элект. ед. CGSE = $1,602033 \cdot 10^{-20}$ абс. эл-маг. ед. CGSM = $1,602033 \cdot 10^{-19}$ кулонам	е		

113. Меры электрической мощности

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 мегаватт = 1 000 киловатт = 10^6 ватт = 10^{13} эргам в 1 сек. = 101 972 килограмм (сила)-метрам в 1 сек.	MW	Мвт	10^6
1 киловатт = 1 000 ватт = 1 килоджоулю в 1 сек. = 1 стеметру в 1 сек. = 10^{10} эргам в 1 сек. = 101,972 килограмм (сила)-метра в 1 сек. $\approx$ 1,36 лошадиной силы	kW	квт	10^3
1 гектоватт = 0,1 киловатта = 100 ватт $\approx$ 10,2 килограмм (сила)-метра в 1 сек.	hW	гвт	10^2
1 ватт = 1 джоулю в 1 сек. = 10^7 эргам в 1 сек. = 0,101972 килограмм (сила)-метра в 1 сек. $\approx$ 0,00136 лошадиной силы	W	вт	1
1 милливатт = 0,001 ватта	mW	мвт	10^{-3}
1 микроватт = 10^{-6} ватта	μW	мквт	10^{-6}

¹⁾ Или ампер-секунда (А-с, а-с).

114. Меры работы электрического тока

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 мегаватт-час = 10^6 ватт-часам = $3,6 \cdot 10^9$ ватт-секунды	MWh	<i>Мвт-ч</i>	$36 \cdot 10^8$
1 киловатт-час = 10 гектоватт-часам = = 1 000 ватт-часам = $3,6 \cdot 10^6$ ватт-секунды = = 3 600 килоджоулям = 367 000 килограмм (сила)-метрам = 1,36 сило-часа	kWh	<i>квт-ч</i>	$36 \cdot 10^5$
1 гектоватт-час = 0,1 киловатт-часа = 100 ватт-часам = 360 килоджоулям = 360 000 джоулям	hWh	<i>гвт-ч</i>	$36 \cdot 10^4$
1 ватт-час = 0,001 киловатт-часа = 3 600 ватт-секундам = 3,6 килоджоуля = 3 600 джоулям = 367 килограмм (сила)-метрам = = 0,00136 сило-часа	Wh	<i>вт-ч</i>	$36 \cdot 10^2$
1 ватт-секунда ¹⁾ = работе 1 ватта в течение 1 сек	Ws	<i>вт-с</i>	1
1 вольт-фарадей = 96 500 джоулям или ватт-секундам			$965 \cdot 10^2$

115. Меры электрической ёмкости

Название и соотношение с другими мерами	Сокращённое обозначение		Отношение к основной единице
	международное	русское	
1 фарада = 10^6 микрофарадам = $9 \cdot 10^{11}$ сантиметрам = 10^{-9} абс. эл.-маг. единиц CGSM.	F	<i>ф</i>	1
1 микрофарада = 10^{-6} фарадам = $9 \cdot 10^5$ сантиметрам	μ F	<i>мкф</i>	10^{-6}
1 пикофарада = 10^{-6} микрофарадам = 10^{-12} фарадам = 0,9 сантиметра	pF	<i>пф</i>	10^{-12}
1 сантиметр = 1,11 пикофарады = $1,11 \cdot 10^{-6}$ микрофарады = $1,11 \cdot 10^{-12}$ фарады	cm	<i>см</i>	$1,11 \cdot 10^{-12}$

¹⁾ Или джоуль (J, Дж.).

Вторая радиационная постоянная (C_2) — наиболее характерная, постоянная величина в законах, выражающих зависимость между абсолютной температурой T "черного" тела и излучением I_λ для разных длин волн λ .

В законе Планка для всех частей спектра и различных температур:

$$I_\lambda = C_1 \lambda^{-5} (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1},$$

в законе Вина для видимой части спектра: $I_\lambda = C_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T}}$; e — основание натуральных логарифмов, а C_1 — также постоянная величина, равная $37,0 \cdot 10^{-6}$ (в системе CGS); $C_1 = 2\pi^2 c^2 h$; $C_2 = \frac{ch}{k}$, где c — скорость света, h — постоянная Планка, k — постоянная Больцмана.

Магнетон Бора (μ_B) — величина, равная $\frac{e \cdot h}{4\pi m}$, где e — заряд электрона, m — масса электрона, h — постоянная Планка. Является составной частью магнитного момента (μ) электрона, обусловленного его движением относительно ядра атома: $\mu = \sqrt{l(l+1)} \cdot \mu_B$ (l — побочное квантовое число, $l = 0, 1, 2, 3, \dots$) и составной частью собственного магнитного момента (μ_s) электрона — так называемого магнитного спин-момента $\mu_s = \sqrt{3} \cdot \mu_B$.

При грубой степени приближения магнетон Бора можно считать за собственный магнитный момент электрона.

В приведённой таблице все постоянные, относящиеся к молю или грамм-эквиваленту, даны (если нет особого примечания) по химической шкале атомных весов.

Наименования постоянных	Значения постоянных	Пределы точности постоянных (в тех же единицах)
Скорость света	$c = 2,99776 \cdot 10^{10}$ см. сек ⁻¹	$\pm 0,00004 \cdot 10^{10}$
Гравитационная постоянная	$G = 6,670 \cdot 10^{-8}$ дн. см ² . г ⁻²	$\pm 0,005 \cdot 10^{-8}$
Ускорение силы тяжести: стандартное значение	$g_0 = 980,655$ см. сек ²	—
значение для широты 45°	$g_{45} = 980,616$ см. с. сек ²	—
1 литр (= 1000 мл)	$l = 1000,028$ см ³	$\pm 0,002$
Стандартная атмосфера	$A_0 = 1,013246 \cdot 10^6$ н.см. ⁻² . ат ⁻¹	$\pm 0,000004$
Атмосфера для широты 45°	$A_{45} = 1,013195 \cdot 10^6$ дн. см. ⁻² . ат ⁻¹	$\pm 0,000004$
Объём 1 моля идеального газа (0°C, A_0)	$V_0 = 22,4146 \cdot 10^3$ см ³ . ат. моль ⁻¹ = 22,4140 л. ат. моль ⁻¹	$\pm 0,0006$ $\pm 0,0006$
Объём 1 моля идеального газа (0°C, A_{45})	$V_{45} = 22,4157 \cdot 10^3$ см ³ . ат. моль ⁻¹ = 22,4151 л. ат. моль ⁻¹	$\pm 0,0006$ $\pm 0,0006$
Точка плавления льда (по абсолютной шкале)	$T_0 = 273,16^\circ K$	$\pm 0,01$
Механический эквивалент теплоты	$J_{15} = 4,1855$ абс. дж. кал ₁₅ ⁻¹	$\pm 0,0004$
Механический эквивалент теплоты (по электрическим измерениям)	$J_{15'} = 4,1847$ межд. дж. кал ₁₅ ⁻¹	$\pm 0,0003$

Наименования постоянных	Значения постоянных	Пределы точности постоянных (в тех же единицах)
Плотность газообразного кислорода (0°C , A_{45})	$L = 1,42897 \text{ г. л}^{-1}$	$\pm 0,00003$
Множитель перевода кислорода (0°C , A_{45}) в идеальный газ	$1 - \alpha = 1,0009535$	$\pm 0,0000094$
Максимальная плотность воды	$D_m(\text{H}_2\text{O}) = 0,999972 \text{ г. см}^{-3}$	$\pm 0,000002$
Средняя плотность Земли	$D = 5,517 \text{ г. см}^{-3}$	$\pm 0,004$
Плотность ртути (0°C , A_0)	$D_0 = 13,595040 \text{ г. см}^{-3}$	$\pm 0,000057$
Удельный вес ртути (0°C , A_0) относительно несодержащей воздуха воды при максимальной плотности	$\gamma_0 = 13,59542$	$\pm 0,00005$
1 международный ом = = p абс. ом	$p = 1,00049$	$\pm 0,00002$
1 международный ампер = = q абс. ампер	$q = 0,99985$	$\pm 0,00002$
1 международный кулон = = q абс. кулон	$q = 0,99985$	$\pm 0,00002$
1 международный гаусс = = q абс. гаусс	$q = 0,99986$	$\pm 0,00002$
1 международный генри = = p абс. генри	$p = 1,00049$	$\pm 0,00002$
1 международный вольт = = pq абс. вольт	$pq = 1,00034$	$\pm 0,00003$
1 международный джоуль = = pq^2 абс. джоуль	$pq^2 = 1,00020$	$\pm 0,000045$
Отношение электростатической единицы к электромагнитной единице (непосредственное наблюдение)	$c' = 2,99712 \cdot 10^{10} \text{ см}^{1/2} \cdot \text{сек}^{-1/2}$ <i>межд. ом</i> ^{1/2} = $= 2,99784 \cdot 10^{10} \text{ см. сек}^{-1}$	$\pm 0,0001 \cdot 10^{10}$ $\pm 0,0001 \cdot 10^{10}$
Отношение электростатической единицы к электромагнитной единице (определенное косвенным методом)	$c' = c = 2,99776 \cdot 10^{10} \text{ см. сек}^{-1}$	$\pm 0,00004 \cdot 10^{10}$
Электрохимические эквиваленты (по химической шкале): для серебра (из определения)	$E'_{\text{Ag}} = 1,11800 \cdot 10^{-3} \text{ г.}$ <i>межд. кл</i> ⁻¹	—
для серебра (исправленный)	$E_{\text{Ag}} = 1,11807 \cdot 10^{-3} \text{ г. абс. кл}^{-1}$	$\pm 0,00012 \cdot 10^{-3}$
для иода (из определения)	$E'_j = 1,315026 \cdot 10^{-3} \text{ г.}$ <i>межд. кл</i> ⁻¹	$\pm 0,000025 \cdot 10^{-3}$
для иода (исправленный)	$E_j = 1,31535 \cdot 10^{-3} \text{ г. абс. кл}^{-1}$	$\pm 0,00014 \cdot 10^{-3}$

Наименования постоянных	Значения постоянных	Пределы точности постоянных (в тех же единицах)
Постоянная Фарадея: а) по химической шкале атомных весов	$F = 96501,2 \text{ межд. к. г.-эквив}^{-1} =$ $= 96487,7 \text{ абс. к. г.-эквив}^{-1} =$ $= 9648,77 \text{ абс. эл.-маг. ед. г.-эквив}^{-1}$ $F' = Fc = 2,89247 \cdot 10^{14} \text{ абс. эл.-ст. ед. г.-эквив}^{-1}$	± 10 ± 10 $\pm 1,0$ $\pm 0,00030 \cdot 10^{14}$
б) по физической шкале атомных весов	$F = 96514,0 \text{ абс. к. г.-эквив}^{-1} =$ $= 9651,40 \text{ абс. эл.-маг. ед. г.-эквив}^{-1}$ $F' = Fc = 2,89326 \cdot 10^{14} \text{ абс. эл.-ст. ед. г.-эквив}^{-1}$	± 10 $\pm 1,0$ $\pm 0,00030 \cdot 10^{14}$
Число Авогадро (по химической шкале атомн. весов)	$N_0 = 6,02283 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	$\pm 0,0011 \cdot 10^{23}$
Число Лошмидта (0°C , A_0)	$N_L = \frac{N_0}{V_0} = 2,657012 \cdot 10^{19} \text{ атом}^{-1} \cdot \text{см}^3$	$\pm 0,00050 \cdot 10^{19}$
Универсальная газовая постоянная (на моль):		
$R_0 = \frac{V_0 A_0}{T_0} =$	$8,31436 \cdot 10^7 \text{ э. град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$	$\pm 0,00038 \cdot 10^7$
$R'_0 = \frac{R_0 10^{-7}}{J_{15}} =$	$1,986467 \text{ кал}_{15} \text{ град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$	$\pm 0,00021$
$R''_0 = \frac{V'_0}{T_0} =$	$8,205447 \cdot 10^{-2} \text{ л. ат. град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$	$\pm 0,00037 \cdot 10^{-2}$
$R'''_0 = \frac{R_0}{A_0} = \frac{V_0}{T_0} =$	$82,05667 \text{ см}^3 \cdot \text{ат. град}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$	$\pm 0,0037$
$R_0 T_0 = V_0 A_0 =$	$2,271150 \cdot 10^{19} \text{ э. моль}^{-1}$	$\pm 0,00006 \cdot 10^{19}$
Постоянная Больцмана		
$k = \frac{R_0}{N_0} = \frac{V_0 A_0}{T_0 N_0} =$	$1,380474 \cdot 10^{-16} \text{ э. град}^{-1}$	$\pm 0,00026 \cdot 10^{-16}$
Заряд электрона	$e = \frac{F}{N_0} = 1,602033 \cdot 10^{20} \text{ абс. эл.-маг. ед.}$ $e' = ec = 4,80251 \cdot 10^{-19} \text{ абс. эл.-стат. ед.}$	$\pm 0,00034 \cdot 10^{-20}$ $\pm 0,0010 \cdot 10^{-19}$
Удельный заряд электрона	$\frac{e}{m} = 1,7592 \cdot 10^7 \text{ абс. эл.-маг. ед. г}^{-1}$ $\frac{e'}{m} = \frac{ec}{m} = 5,27366 \cdot 10^{17} \text{ абс. эл.-стат. ед. г}^{-1}$	$\pm 0,0005 \cdot 10^7$ $\pm 0,0015 \cdot 10^{17}$
Заряд 1 грамма Н при электролизе	$\frac{F}{H} = 9572,173 \text{ абс. эл.-маг. ед. г}^{-1}$	$\pm 1,0$

Наименования постоянных	Значения постоянных	Пределы точности постоянных (в тех же единицах)
Заряд 1 грамма Н ⁺ при электролизе $\frac{e}{M_{H^+}} = \frac{F}{H}$	$= 9573,560 \text{ абс. эл.-маг. ед. } \text{г}^{-1}$	$\pm 1,0$
Постоянная Ридберга для водорода (H ¹)	$R_H = 109677,5812 \text{ см}^{-1}$ (по шкале междунар. Å)	$\pm 0,0075$
Постоянная Ридберга для дейтерия (H ²)	$R_D = 109707,4193 \text{ см}^{-1}$ (по шкале междунар. Å)	$\pm 0,0075$
Постоянная Ридберга для гелия	$R_{He} = 109722,263 \text{ см}^{-1}$ (по шкале междунар. Å)	$\pm 0,012$
Постоянная Ридберга для бесконечно большой массы ядра	$R_\infty = 109737,303 \text{ см}^{-1}$ (по шкале междунар. Å) $= 0,05 \text{ см}^{-1}$ (в системе CGS)	$\pm 0,017$
Постоянная Планка: $h = \left\{ \frac{2\pi^2 c^3 F^5}{R_\infty N_0^5 \left(\frac{e}{m} \right)} \right\}^{1/3} =$	$6,6242 \cdot 10^{-27} \text{ э. сек}$	$\pm 0,0024 \cdot 10^{-27}$
$\frac{h}{e} = \left\{ \frac{2\pi^2 c^3 F^2}{R_\infty N_0^2 \left(\frac{e}{m} \right)} \right\}^{1/3} =$	$4,13490 \cdot 10^{-7} \text{ э. сек. эл.-маг. ед.}^{-1}$	$\pm 0,00071 \cdot 10^{-7}$
$\frac{h}{e^2} = \frac{h}{ee} = \left\{ \frac{2\pi^2 F^2}{R_\infty N_0^2 \left(\frac{e}{m} \right)} \right\}^{1/3} =$	$1,37933 \cdot 10^{-17} \text{ э. сек. эл.-стат. ед.}^{-1}$	$\pm 0,00023 \cdot 10^{-17}$
Постоянная подосаеого спектра относительно волнового числа и момента инерции:		
$\frac{h}{8\pi^2 c} = \left\{ \frac{F^5}{256\pi^4 R_\infty N_0^5 \left(\frac{e}{m} \right)} \right\}^{1/3} =$	$27,9865 \cdot 10^{-40} \text{ э. см}$	$\pm 0,010 \cdot 10^{-40}$
Комптоновское смещение для угла 90°:		
$\frac{h}{mc} = \left\{ \frac{2\pi^2 F^2 \left(\frac{e}{m} \right)^2}{R_\infty N_0^2} \right\}^{1/3} =$	$0,02426514 \cdot 10^{-8} \text{ см}$	$\pm 0,0000057 \cdot 10^{-8}$

Наименования постоянных	Значения постоянных	Границы точности постоянных (в тех же единицах)
Постоянная тонкой структуры $\alpha = \frac{2\pi(e')^2}{hc} =$ $= \left\{ \frac{4\pi R_\infty F \left(\frac{e}{m} \right)}{N_0} \right\}^{1/3} =$ $\frac{1}{\alpha} =$ $\alpha^2 =$	$7,29766 \cdot 10^{-3}$ $137,0302$ $5,3256 \cdot 10^{-3}$	$\pm 0,00086 \cdot 10^{-3}$ $\pm 0,016$ $\pm 0,0013 \cdot 10^{-5}$
Постоянная плотности радиации: $a = \frac{8\pi^5 h^4}{15c^3 A^3} =$ $= \left(\frac{V_0 A_0}{T_0} \right)^4 \frac{4\pi^3 N_0 R_\infty \left(\frac{e}{m} \right)}{15c^3 h^5} =$	$7,56942 \cdot 10^{-15} \text{ э. см}^{-3} \text{ град}^{-1}$	$\pm 0,0049 \cdot 10^{-13}$
Вторая радиационная постоянная: $C_2 = \frac{hc}{k} =$ $= \frac{c^2 T_0}{V_0 A_0} \left\{ \frac{2\pi^2 F^5}{R_\infty N_0^2 \left(\frac{e}{m} \right)} \right\}^{1/3} =$	$1,43848 \text{ см. град.}$	$\pm 0,00034$
Постоянная закона Стефана-Больцмана: $\sigma = \frac{ac}{4} = \frac{2\pi^5 h^4}{15c^2 A^3} =$ $= \left(\frac{V_0 A_0}{T_0} \right)^4 \frac{\pi^3 N_0 R_\infty \left(\frac{e}{m} \right)}{15 (Fc)^5} =$	$5,67283 \cdot 10^{-5} \text{ э. см}^{-2} \cdot \text{град}^{-4} \cdot \text{сек}^{-1}$	$\pm 0,0037 \cdot 10^{-5}$
Постоянная закона смещения Вина: $A = \frac{c_2}{4,965114} =$	$0,289718 \text{ см. град.}$	$\pm 0,00007$
Магнитный момент одного магнетона Бора $\mu_B = \left(\frac{h}{4\pi} \right) \left(\frac{e}{m} \right) =$ $= \frac{1}{4\pi} \left\{ \frac{2\pi^2 c^3 F^5}{R_\infty N_0^5} \left(\frac{e}{m} \right)^2 \right\}^{1/3} =$	$0,927345 \cdot 10^{-20} \text{ э. эаусс}^{-1}$	$\pm 0,00037 \cdot 10^{-20}$

Наименования постоянных	Значения постоянных	Пределы точности постоянных (в тех же единицах)
Магнитный момент на моль для одного магнетона Бора на молекулу. $\mu_B N_0 = \frac{1}{4\pi} \left(\frac{2 \cdot 2c^3 F^5 \left(\frac{e}{m} \right)^2}{R_\infty N_0^2} \right)^{1/3} =$	5585,24 э. гаусс ⁻¹ . моль ⁻¹	$\pm 1,6$
Масса единицы атомных ве- сов Масса электрона $m = \frac{e}{\left(\frac{e}{m} \right)} = \frac{\left(\frac{F}{N_0} \right)}{\left(\frac{e}{m} \right)} =$	$M_0 = \frac{1}{N_0} = 1,66035 \cdot 10^{-24}$ з 9,10660 $\cdot 10^{-28}$ з	$\pm 0,00031 \cdot 10^{-24}$ $\pm 0,0032 \cdot 10^{-28}$
Масса атома водорода H ¹ : $M_{H^1} = \frac{H^1}{N_0} =$	1,673393 $\cdot 10^{-24}$ з	$\pm 0,00031 \cdot 10^{-24}$
Масса протона: $M_p = \frac{(H^1 - E)}{N_0} =$	1,672482 $\cdot 10^{-24}$ з	$\pm 0,00031 \cdot 10^{-24}$
Масса α -частицы: $M_\alpha = \frac{(He - 2E)}{N_0} =$	6,64422 $\cdot 10^{-24}$ з	$\pm 0,0012 \cdot 10^{-24}$
Отношение массы атома во- дорода H ¹ к массе элек- трона: $M_{H^1 m} = \left(\frac{e}{m} \right) \left(\frac{H^1}{F} \right) =$	1837,561	$\pm 0,56$
Отношение массы протона к массе электрона: $\frac{M_p}{m} = \left(\frac{e}{m} \right) \left(\frac{H^1 - E}{F} \right) =$	1836,561	$\pm 0,56$
Удельный заряд протона: $\frac{e}{M_p} = \frac{F}{H^1 - E} =$	9578,77 абс. эл.-маг. ед. з ⁻¹	$\pm 1,0$
Удельный заряд α -частицы $\frac{2e}{M_\alpha} = \frac{2F}{He - 2E} =$	4822,33 абс. эл.-маг. ед. з ⁻¹	$\pm 0,51$
Энергия 1 электрон-вольта в эргах $E_0 = 10^8 e = \frac{10^8 F}{N_0} =$	$= 1,602033 \cdot 10^{-12}$ э	$\pm 0,00034 \cdot 10^{-12}$

Наименования постоянных	Значения постоянных	Пределы точности постоянных (в тех же единицах)
Энергия 1 электрон-вольта на молекулу в калориях на моль. $\frac{F \text{ (абс. ед. на э-вольт)}}{J_m \text{ (абс. едс. на кал.)}} =$	23052,85 кал ₁₅ . моль ⁻¹	± 3,2
Эффективная постоянная решётки кальцита (18° С) по системе Зигбана	$d_{18}^* = 3,02904 \cdot 10^{-8} \text{ см}$	—
Истинная постоянная решётки кальцита (20° С) по системе Зигбана	$d_{20}^* = 3,029512 \cdot 10^{-8} \text{ см}$	—
Истинная постоянная решётки кальцита (20° С) в системе CGS	$d_{20} = 3,035674 \cdot 10^{-8} \text{ см}$	± 0,00018 · 10 ⁻⁸
Плотность кальцита (20° С)	$\rho = 2,71029 \text{ г. см}^{-3}$	± 0,00003
Структурная константа кальцита (20° С)	$\phi = 1,09594$	± 0,00001
Точные значения атомных весов некоторых элементов: а) физическая шкала (по этой шкале за основу берётся атомный вес только одного изотопа кислорода: O ¹⁶ = 16,0000)		
Изотоп водорода с атом. весом 1	H ¹ = 1,00813	± 0,000017
Изотоп водорода с атом. весом 2	H ² = 2,01473	± 0,000019
Водород (при отношении содержания $\frac{H^1}{H^2} = 6900 \pm 100$)	H = 1,008276	± 0,000017
Гелий	He ⁴ = 4,00389	± 0,00007
Изотоп углерода с атом. весом 12	C ¹² = 12,00386	± 0,00004
Изотоп углерода с атом. весом 13	C ¹³ = 13,00761	± 0,00015
Углерод (при отношении содержания $\frac{C^{12}}{C^{13}} = 92 \pm 2$)	C = 12,01465	± 0,00023
Изотоп азота с атом. весом 14	N ¹⁴ = 14,00753	± 0,00005
Изотоп азота с атом. весом 15	N ¹⁵ = 15,0049	± 0,0002

Наименования постоянных	Значения постоянных	Пределы точности постоянных (в тех же единицах)
Азот (при отношении содержания $\frac{N^{14}}{N^{15}} = 270 \pm 6$)	$N = 14,01121$	$\pm 0,000095$
Изотоп кислорода с атом. весом 16	$O^{16} = 16,0000$	—
Изотоп кислорода с атом. весом 17	$O^{17} = 17,0045$	—
Изотоп кислорода с атом. весом 18	$O^{18} = 18,0049$	—
Кислород [при отношении содержания $O^{16}; O^{17}; O^{18} = (506 \pm 10): 1: (0,204 \pm 0,008)$]	$O = 16,004357$	$\pm 0,000086$
б) Химическая шкала (по этой шкале за основу берётся атомный вес кислорода $O = 16,000$, состоящего из смеси трех изотопов, содержащихся в ней в отношении $O^{16}; O^{17}; O^{18} = 99,76:0,04:0,20\%$)		
Изотоп водорода с атомным весом 1 (пересчитанные данные)	$H^1 = 1,007856$	$\pm 0,000018$
Изотоп водорода с атомным весом 2 (пересчитанные данные)	$H^2 = 2,014182$	$\pm 0,000021$
Водород (пересчитанные данные)	$H = 1,008002$	$\pm 0,000018$
Гелий (пересчитанные данные)	$He^4 = 4,00280$	$\pm 0,00007$
Углерод (пересчитанные данные)	$C = 12,01139$	$\pm 0,00024$
Азот (пересчитанные данные)	$N = 14,00740$	$\pm 0,00012$
Азот (непосредственное определение)	$N = 14,0086$	$\pm 0,0007$
Натрий	$Na = 22,994$	$\pm 0,003$
Хлор	$Cl = 35,457$	$\pm 0,001$
Кальций	$Ca = 40,080$	$\pm 0,005$
Серебро	$Ag = 107,880$	$\pm 0,002$
Иод	$I = 126,915$	$\pm 0,004$
Отношение атомных весов по физической шкале к атомным весам по химической шкале: $r = \frac{(16,004357 \pm 0,000086)}{16} =$	$1,000272$	$\pm 0,000005$

121. Удельная газовая постоянная

Уравнение Клапейрона (обобщающее закон Бойля и Гей-Люссака), написанное для 1 кг газа, будет иметь вид:

$$\frac{pV}{T} = 1000 \frac{R}{m} = A = \text{const.}$$

Здесь p — давление газа;

V — объём, занятый 1 кг газа;

T — абсолютная температура ($T \approx 273,16 + t$, где t — температура по шкале Цельсия);

m — молекулярный вес газа.

Постоянная A носит название удельной газовой постоянной. Как показывает приведенная формула, удельная газовая постоянная легко может быть вычислена из универсальной газовой постоянной, если известен молекулярный вес m газа.

Ниже приведены значения¹⁾ удельной газовой постоянной A для случая, когда давление p выражено в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ и объём 1 кг газа V выражен в м^3 .

Газ	Химическая формула	Удельная газовая постоянная A $\frac{\text{кг м}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$
Воздух	—	29,27
Водород	H_2	422,6
Кислород	O_2	26,47
Азот	N_2	30,13
Оксид азота	NO	28,19
Оксид азота	N_2O	19,14
Оксид углерода	CO	30,26
Углекислота (угольный ангидрид) . . .	CO_2	19,14
Сернистый ангидрид	SO_2	13,15
Метан	CH_4	52,95
Этилен	C_2H_4	30,26
Пары воды	H_2O	47,06
Пары спирта	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	18,42
Пары бензола	C_6H_6	10,86

¹⁾ Эти значения удельной газовой постоянной A вычислены не из универсальной постоянной R , а непосредственно из плотности газов при определенном давлении и температуре

VI. МЕХАНИКА

122. Некоторые скорости перемещения и вращения (число оборотов)

	Скорость	
	в $\frac{м}{сек}$	в $\frac{км}{ч}$
Пешеход,двигающийся со скоростью 2 шага в секунду	1,5	5,4
Верховой (конница) рысью	3,5	12,6
Лыжник до	5,0	18,0
Подводная лодка под водой до	5,4	19,4
Верховой (конница) карьером до	8,5	30,6
Обыкновенный танк по полю до	10,0	36,0
Подводная лодка по поверхности воды до	10,0	36,0
Бронепоезд (в среднем)	10,0	36,0
Линейный корабль до	13,5	48,6
Быстроходный танк по полю до	15,0	54,0
Быстроходный океанский теплоход (пассажирский) до	16,0	58,8
Броневомобиль по дороге до	20,0	72,0
Лёгкий крейсер до	21,5	77,4
Миноносец до	22,5	81,0
Торпедный катер до	23,0	82,8
Легковой автомобиль по хорошим дорогам (асфальт) в среднем до	26,9	97,0
Торпеда (на коротком расстоянии) до	30,0	108,0
Быстроходный танк по дороге до	30,0	108,0
Современный пассажирский паровоз „ИС“ до	35,1	130,0
Паровоз (с дизельмоторами) на рекордной скорости (1933 г.) до	56,0	202,0
Гопочный автомобиль (с двумя авиационными моторами по 1200 л. с.), поставивший мировой рекорд скорости (1939 г.), до	165,0	594,0
Самолёт-истребитель до	211,1	760,0
Реактивный самолёт-истребитель, поставивший мировой рекорд скорости (1946 г.), до	275,0	991,0
Звук в воздухе при 0° С	332,0	1195,2
Пуля нашей винтовки	865,0	3114,0
Артиллерийский снаряд обычных орудий до	1000,0	3600,0
Снаряд сверхдальнобойных орудий до	2000,0	7200,0
Свет (электромагнитные волны)	3.10 ⁸	1,08·10 ⁹
		Число оборотов в секунду
Крылья автожира в полёте	~ 2	
Винт парохода до	3	
Колесо водяной турбины	5—6	
Роторы геликонтера до	8	
Колесо автомобиля на полном ходу около	16	
Электродвигатель до	50	
Винт самолёта до	75	
Колесо паровой турбины до	500 (обычно около 50)	
Гироскоп до	600	
Ультрацентрифуга до	1 300	
Ружейная пуля (при начальной скорости 865 м/сек) до	3 600	

123. Упругость и сопротивление различных материалов¹⁾

Материал	Модуль ²⁾ упругости E в $\frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$	Разрушающее усилие в $\frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$			
		при растя- жении	при сжатии	при сдвиге	при сдвиге
Сталь мягкая с 0,14% углерода	2 100 000	5 000	4 000	—	—
Сталь твёрдая с 0,51% углерода		6 500	4 600	—	—
Сталь инструментальная с 0,96% углерода		9 500	6 700	—	—
Стальная проволока		8 000	—	—	—
Железо тягучее	2 100 000	6 100	2 500	3 000	2 800
„ отожжённое		4 700	—	—	—
„ литое	1 200 000	4 500	—	—	—
„ сварочное	2 000 000	4 000	3 700	—	3 700
Чугун	1 000 000	1000—2200	3700—8800	—	—
Медь	1 200 000	2 400	4 200	—	—
Медная проволока		4 200	—	—	—
Латунь		2 200	800	—	—
Латушечная проволока		3 700	—	—	—
Фосфористая бронза ²⁾	—	4 000	—	—	—
То же в виде проволоки	—	11 000	—	—	—
Свинец	170 000	130—220	—	—	—
Алюминий	700 000	1 100	—	—	—
Магналий (сплав магния с алюминием, от 2 до 23% Mg)	—	2 000	—	—	—
Цинк прокатанный	150 000	1 900	1 000	—	—
Дерево вдоль волокон	—	1 200	—	—	—
Ясень	—	700	200	400	40
Сосна	100 000	700	700	700	50
Дуб	100 000	700	300	500	50
Ель	170 000	1 300	300	700	80
Бук	500 000—800 000	250	—	—	—
Стекло	100 000	20	60	—	—
Кирпич	1 200—2 200	300	—	—	—
Кожаные ремни	—	—	—	—	—

¹⁾ Если проволока или стержень, имеющий длину L и поперечное сечение S , растягивается силой P , то он получает некоторое удлинение l . В известных пределах относительное удлинение $\frac{l}{L}$ пропорционально растягивающему усилию $\frac{P}{S}$, поэтому можно написать: $\frac{P}{S} = E \frac{l}{L}$.

Коэффициент пропорциональности E зависит только от вещества стержня (проволоки) и от единиц, которыми измеряются P и S . Он называется *модулем упругости* или модулем Юнга. В таблице значения модуля упругости даны в киле-раммах (сила, на 1 см²).

²⁾ Сплав меди (80—85%), олова и небольшого количества фосфора.

124. Некоторые физические и механические свойства цветных металлов и сплавов

Металл	Плотность	Сопротивление в $\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$		Модуль Юнга в $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	Коэффициент расширения $\times 10^6$	Температура плавления $\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$ $^{\circ}\text{C}$
		на разрыв	на сжатие			
Алюминий литой	2,56	8,5—10,5	8,5	5,5—8	—	—
„ прокатный	2,68	17—28	—	8	23,1	0,34
Алюминиевая проволока	2,70	14—28	—	5,5—8,5	23,1	0,34
„ бронза	7,7—8,3	42—63	84	—	—	—
Алюминиевые сплавы	2,7—3,1	10—30	11—70	—	—	—
Бронза подшипников	8,5—8,9	18—35	56	—	17—22	—
„ пушечн. металла	—	18—39	—	7—8,5	—	—
„ марганцевая	8,4	53—63	88—105	10,5	—	—
„ фосфористая	—	25—35	—	10	17	—
Бронза фосфорист., твёрдо- дотянутая	—	80—100	—	—	17	—
Бронза кремнистая	—	39—53	—	—	—	—
Бронза кремнист., твёрдо- дотянутая	—	67—81	—	—	—	—
Бронза Толина	8,40	42—70	127	3	—	—
Дельта металл. литой	—	31	—	—	—	—
„ металл. катаный	—	50—60	—	9	—	—
„ металл. провол.	—	70	—	—	—	—
Дуралюминий	2,8	35—42	31	7,5	2,26	—
Золото	19,3	14—21	—	5,5	14,4	0,70
Латунь литая	8,5	13—17	21	6,5	17—22	0,23
„ проволока	8,46	28—105	—	10	—	0,31
Магний	1,74	21	—	—	26	0,37
Медь литая	8,5—8,9	15—18	28—42	6,5—8,5	—	—
„ прокатная	8,9	20—25	—	—	16,7	0,84
Медная проволока	8,89	25—50	—	8,5—11	16,7	0,84
Никель	8,6—8,9	28—60	—	17—19	12,6	0,14
Олово	7,30	2,5—3,5	—	3	21	0,15
Палладий	11,4	27	—	—	11	0,17
Платина	21,4	21—35	—	—	8,8	0,17
Пушечный металл	—	15—19	—	7—8	—	—
Свинец	11,3	1,1—2,1	—	—	28	0,084
Серебро	10,5	28—31	—	—	19	0,10
Цинк литой	6,87	4—9	12,5	8—9	26	—
„ прокатный	7,19	15—20	—	8—9	26	0,27

125. Наибольшие допускаемые напряжения ¹⁾ $\left(\text{в } \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \right)$ в различных металлах при спокойной нагрузке

Металл	Растяжение	Сжатие	Гнутые	Сдвиг
Литое железо	900—1 200	900—1 200	900—1 200	720—960
Сталь	1 200—1 500	1 200—1 500	1 200—1 500	960—1 200
Чугун	300	900	—	300

Нормы этой таблицы относятся к спокойной нагрузке. Если нагрузка переменная или если сооружение подвергается колебаниям, то допускаемое напряжение уменьшается в 1,5—2 раза, а если сооружение подвержено толчкам, то допускаемые напряжения нужно считать примерно в 3 раза меньше сравнительно с теми значениями, которые соответствуют спокойной нагрузке.

125. Наибольшие допустимые напряжения и давления для различных материалов $\left(\text{в } \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \right)$

Напряжения в проволоках, подвергающихся растяжению:

Медная проволока	1 000—2 000
Алюминевая проволока	700—1 000
Стальная проволока	2 500—5 000
Проволока из фосфористой бронзы	5 000

Давления, допустимые на строительные материалы:

На кирпичную кладку	7—10
• бетон (обыкновенный)	5—10
• бетон, хорошо утрамбованный, для сплошного фундамента	10—15
• обыкновенный грунт	1,5—2,5

127. Сопротивление раздавливанию кирпича и камня $\left(\text{в } \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2} \right)$

Род кирпича и камня	Испытание на плоскость	Испытание на ребро	Испытание на куб с ребром 100 мм
Мало обожжённый кирпич	1,3—2,8	1,1—2,1	—
Средне обожжённый	2,8—4,2	2,1—3,2	—
Сильно обожжённый	4,2—6,0	3,2—4,6	—
Изразец	6,0—17,6	4,6—14,1	—
Песчано-известковый	1,3—2,8	—	—
Мрамор	—	—	5,3—14,6
Песчаник	—	—	1,7—20,6
Гранит	—	—	6,8—23,9
Известняк	—	—	4,2—17,6

¹⁾ Напряжением здесь называется частное $\frac{\text{сила}}{\text{площадь}}$. Если, напр. ср., указывается, что наибольшее допускаемое напряжение в чугуне при растяжении равно $300 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$, то это значит, что чугунный стержень без риска для прочности не может подвергаться действию растягивающей силы, превышающей 300 кг на каждый квадратный сантиметр сечения стержня.

128. Нормы прочного сопротивления дерева в $\frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$

При растяжении вдоль волокон 100	При сжатии поперёк волокон 15
При сжатии 55	При сдвиге вдоль волокон 7,5

129. Твёрдость различных веществ

В таблице приведены значения (номера) твёрдости веществ по качественной шкале Мооса, которая представляет собой следующий ряд из десяти образцовых тел, расположенных в порядке возрастания твёрдости: 1. Тальк. 2. Гипс. 3. Известковый шпат. 4. Плавленый шпат. 5. Апатит. 6. Полевой шпат. 7. Кварц. 8. Топаз. 9. Корунд. 10. Алмаз. Определение твёрдости производится на основе того, что каждое последующее тело этой шкалы способно процарапывать поверхность предыдущего.

Твёрдость (номер) по Моосу в 4,5 обозначает, что данное вещество, лежащее по твёрдости между плавленым шпатом и апатитом, способно процарапывать все тела твёрдостью ниже 4,5 и в то же время будет само царапаться всеми теми, у которых твёрдость выше этого значения.

Вещество	№ по Моосу	Вещество	№ по Моосу	Вещество	№ по Моосу
Алебастр . . .	1,7	Иридий . . .	6	Олово	1,8
Алмаз	10	Иридиевая платина . . .	6,5	Опал	4—6
Алюминий . . .	2	Каменная соль	2	Плавленый шпат	4
Антрацит . . .	2,2	Каменный уголь	2—2,5	Платина	4,3
Апатит	5	Каолин	1	Полевой шпат	6
Арагонит . . .	3,5	Карборунд . .	9,6	Свинец	1,5
Асбест	5	Кварц	7	Селитра	2
Асфальт	1—2	Корунд	9	Сера	1,5—2,5
Бериллий	7,8	Латунь	3—4	Серебро	2,5—3
Висмут	2,5	Магнитный железняк . . .	6	Слюда	2,8
Воск (0°)	0,2	Медный купо- рос	2,5	Сталь	5—8,5
Гипс	1,6—2	Медь	2,5—3	Стекло	4,5—6,5
Глина (0°)	0,3	Металл Вуда.	2,5—3,5	Сурьма	3,8
Графит	0,5—1	„ Розе.	2,5—3,5	Тальк	1
Железистый купорос	2	Мрамор	3—4	Топаз	8
Железо	4—5	Мышьяк	3,5	Турмалин	7,3
Золото	2,5—3			Фосфористая бронза	4
Известковый шпат	3			Янтарь	2—2,5

Объяснения. Знак $\Rightarrow$ означает, что движение направлено вдоль волокон трущихся тел; знак $\#$ — что оно направлено поперек волокон, и знак $\perp$ — что торец движется вдоль волокон.

132. Коэффициенты трения (коэффициенты тяги) для повозок, движущихся по различным дорогам

Железнодорожные рельсы	0,003—0,005
Гладкая дорога из гранитных плит	0,006
Рельсы городских железных дорог	0,006—0,008
Хорошая асфальтовая мостовая	0,010
Обыкновенное шоссе в хорошем состоянии	0,016
Хорошая деревянная мостовая	0,018
„ булыжная „	0,02—0,03
Плохая „ „	0,04—0,09
Шоссе, покрытое грязью	0,04
Шоссе, плохо построенное	0,05 и больше
Грунтовые дороги	0,08—0,16
Сыпучий песок	0,15—0,30

133. Коэффициенты трения деревянных полозьев по гладкому каменному или деревянному пути

Без смазки	0,33
При смазке сухим мылом	0,15
„ „ салом	0,07

134. Коэффициенты трения по снегу и льду

Деревянные полозья	0,035
„ обитые железом	0,02

VII. ТЕРМОДИНАМИКА

135. Определение основных терминов, связанных с температурными и тепловыми измерениями

Абсолютная температура — температура по термодинамической стоградусной шкале температур, отсчитанная от температуры абсолютного нуля.

Стоградусная температура или температура — температура по международной шкале температур от 0°C .

Термометр — прибор для измерения температур.

Газовый термометр — термометр, основанный на изменении объема газа при постоянном давлении или изменении упругости газа при постоянном объеме, в зависимости от температуры.

Жидкостной термометр — термометр, основанный на различии коэффициентов теплового расширения жидкости и термометрического стекла.

Ртутный термометр — жидкостной термометр, основанный на различии коэффициентов теплового расширения ртути и термометрического стекла или кварца.

Газополный термометр — термометр, в котором пространство над рабочей жидкостью заполнено инертным газом.

Вакуумный термометр — термометр, в котором пространство над рабочей жидкостью не содержит газа.

Термометр с вложенной шкалой — термометр, у которого шкала закреплена внутри стеклянной оболочки.

Термометр палочный — термометр, у которого шкала нанесена на наружную сторону массивного капилляра.

Основные точки термометра — точки 0° и 100° на международной стоградусной шкале.

Положение нулевой точки — показание термометра при температуре, равной 0°C .

Выступающий столбик — часть жидкостного столбика (находящегося в термометре), которая выступает из измеряемой среды.

Полное погружение — погружение термометра в измеряемую среду не менее чем до отсчитываемого деления.

Неполное погружение — погружение термометра в измеряемую среду, при котором имеется выступающий столбик.

Рабочее погружение — фиксированное погружение термометра в измеряемую среду, соответствующее нормальным условиям его работы.

Поправка на смещение нулевой точки — разность между положениями нулевой точки при проверке и при данном опыте после той же температуры.

Поправка на выступающий столбик — разность между показаниями термометра при полном и неполном его погружении, если последнее имеет место.

Манометрический термометр — термометр, основанный на зависимости между температурой и давлением рабочего вещества, передаваемым на пружину манометра.

Электрический термометр сопротивления — термометр, основанный на принципе изменения электрического сопротивления в зависимости от температуры.

Пирометр — термометр, служащий, как правило, для измерения высоких температур (выше 660°C).

Термопара — приспособление (прибор или часть прибора), служащее для развития электродвижущей силы на основе разности температур и состоящее из двух различных проводников, одни концы которых электрически соединены между собой, а другие направлены к указателю температуры.

Термоэлектрический пирометр — пирометр, состоящий из милливольтметра с подключённой к нему (непосредственно или через соединительный провод) термопарой.

Оптический пирометр — пирометр, измеряющий температуру по яркости накаливаемого тела и построенный на принципе фотометра.

Радиационный пирометр — пирометр, служащий для измерения температуры по тепловому эффекту от излучения накаливаемого тела.

Температурная лампа — электрическая лампа с накаливаемой лентой, градуированная на „чёрную“ температуру по силе тока, питающего ленту.

„Чёрное“ тело — тело, которое полностью поглощает все падающие на него лучи.

„Серое“ тело — тело, испускательная способность которого не зависит от длины волны.

„Чёрная“ температура источника — температура чёрного тела, имеющего ту же интенсивность излучения, как и источник излучения.

Цветовая температура — температура чёрного тела, имеющего то же спектральное распределение энергии, как и данный источник (той же цвет).

Коэффициент монохроматического лучеиспускания длины волны λ_e — отношение яркости источника при длине волны λ_e и температуре T к яркости „чёрного“ тела при той же длине волны и той же температуре.

Коэффициент интегрального лучеиспускания — отношение интенсивности суммарного излучения источника при данной температуре T к интенсивности суммарного излучения „чёрного“ тела при той же температуре.

Удельная теплоёмкость или теплоёмкость вещества — количество теплоты, которое, будучи сообщено единице массы вещества, вызывает повышение её температуры на один градус.

Средняя теплоёмкость (в интервале температур от $t_1^{\circ}\text{C}$ до $t_2^{\circ}\text{C}$) — количество теплоты, которое, будучи сообщено единице массы вещества, повышает её температуру с $t_1^{\circ}\text{C}$ до $t_2^{\circ}\text{C}$, отнесённое к одному градусу этого интервала.

Нормальная теплоёмкость вещества — теплоёмкость вещества при 20°C .

Теплоёмкость тела или системы тел — количество теплоты, которое, будучи сообщено телу или системе тел, повышает их температуру на один градус.

Молекулярная теплоёмкость — количество теплоты, которое, будучи сообщено одной грамм-молекуле вещества, повышает её температуру на один градус.

Теплопроводность вещества — количество теплоты, проходящее в единицу времени при установившемся тепловом состоянии через плоско-параллельный слой вещества толщиной в единицу длины с основаниями, равными единице площади при разности их температур в один градус и при условии, что весь тепловой поток проходит в направлении, перпендикулярном к основаниям.

Температуропроводность вещества (a) — повышение температуры единицы объёма вещества в результате сообщения ему количества теплоты, численно равного его теплопроводности: $a = \frac{\lambda}{cD}$, где D — плотность вещества, c — удельная теплоёмкость, λ — теплопроводность.

133. Плотность газов и паров

Вещество	Химическая формула	Молекулярный вес	Плотность в $\frac{г}{см^3}$ при 0° С и 760 мм	Плотность по отношению к воздуху
Азот	N ₂	28,02	0,001 251	0,97
Аммиак	NH ₃	17,03	0,000 771	0,60
Аргон	Ar	39,91	0,001 783	1,38
Ацетилен	C ₂ H ₂	26,01	0,001 173	0,91
Бромистый водород	HBr	80,92	0,003 644	2,82
Воздух	—	—	0,001 293	1
Водород	H ₂	2,016	0,000 08938	0,069
Гелий	He	4,00	0,000 1785	0,138
Закись азота	N ₂ O	44,16	0,001 978	1,53
Изобутан	C ₄ H ₁₀	58,08	0,002 673	2,067
Иодистый водород	HI	127,94	0,005 789	4,38
Кислород	O ₂	32,00	0,001 429	1,11
Криpton	Kr	82,9	0,003 71	2,87
Ксенон	X	130,2	0,005 85	4,53
Метан	CH ₄	16,03	0,000 777	0,5545
Метиламин	CH ₃ NH ₂	31,05	0,001 396	1,08
Неон	Ne	20,2	0,000 900	0,696
Окись азота	NO	30,01	0,001 34	1,037
Окись углерода	CO	28,00	0,001 25	0,97
Озон	O ₃	48,00	0,002 139	1,655
Пропан	C ₃ H ₈	44,06	0,002 02	1,56
Пропилен	C ₃ H ₆	42,06	0,001 937	1,50
Сернистый ангидрид	SO ₂	64,06	0,002 927	2,26
Сернистый водород (сероводород)	H ₂ S	34,08	0,001 539	1,19
Сероокись углерода	COS	60,07	0,002 724	2,10
Углекислота (угольный ангидрид)	CO ₂	44,00	0,001 977	1,53
Фосфористый водород	PH ₃	34,06	0,001 529	1,183
Фтористый метил	CH ₃ F	34,02	0,001 545	1,195
Фтор	F ₂	38,00	0,001 696	1,31
Хлор	Cl ₂	70,92	0,003 214	2,49
Хлорноватистый ангидрид	Cl ₂ O	86,92	0,003 89	2,93
Хлористый водород	HCl	36,47	0,001 639	1,27
Хлористый метил	CH ₃ Cl	50,48	0,002 308	1,786
Циан (дициан)	(CN) ₂	52,02	0,002 335	1,806
Эманация радия	Rn	222	0,009 73	7,70
Этан	C ₂ H ₆	30,05	0,001 357	1,05
Этилен	C ₂ H ₄	28,03	0,001 251	0,975
Эфир метиловый	(CH ₃) ₂ O	46,05	0,002 1097	1,63

137. Плотность жидкостей (под атмосферным давлением)

Вещество	При температуре в °С	Плотность в $\frac{г}{см^3}$
Азотная кислота с 25% HNO_3	15	1,15
„ „ „ 40% HNO_3	15	1,25
„ „ „ 91% HNO_3	15	1,50
Бензин	15	0,63—0,70
Бром	0	3,19
Вода чистая	4	1
„ морская	15	1,02—1,03
Глицерин безводный	0	1,26
„ с 50% воды	0	1,13
Древесный спирт	0	0,80
Касторовое масло	15	0,97
Карболовая кислота	15	0,95—0,97
Керосин	15	0,79—0,82
Кровь человеческая	15	1,054
Масло льняное	—	0,93—0,94
„ минеральное (смазочное)	20	0,90—0,93
„ оливковое (прованское)	15	0,92
„ ореховое	—	0,95
Молоко коровье цельное	15	1,032
„ „ снятое	15	1,023
Нефть	19	0,76
Раствор медного купороса с 15% соли	15	1,10
Раствор поваренной соли с 14% $NaCl$	15	1,10
„ „ „ 26% $NaCl$	15	1,20
Рыбий жир	15	0,945
Ртуть	0	13,5955
Серная кислота с 27% H_2SO_4	15	1,20
„ „ „ 50% H_2SO_4	15	1,40
„ „ „ 87% H_2SO_4	15	1,80
„ „ дымящаяся	15	1,84
Серовуглерод	0	1,292
Скипидар	15	0,855
Соляная кислота с 10% HCl	15	1,05
„ „ „ 40% HCl	15	1,20
Спирт этиловый безводный	18	0,791
„ „ с 10% воды	18	0,820
„ „ „ 20% „	18	0,845
Уксусная кислота	20	1,049
Эфир этиловый	20	0,714
Хлор (жидкий)	—33,6	1,07
Хлороформ	18	1,48

133. Плотность воды при температурах от 0 до 100 °C

Десятки градусов	Единицы и десятые доли градусов									
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	0,999867	0,999899	0,999926	0,999949	0,999968	0,999982	0,999992	0,999998	1,000000	0,999998
10	0,999727	0,999681	0,999632	0,999580	0,999524	0,999465	0,999404	0,999339	0,999271	0,999200
20	0,998229	0,998124	0,998017	0,997907	0,997795	0,997680	0,997563	0,997443	0,997321	0,997196
30	0,995672	0,995520	0,995365	0,995210	0,995051	0,994891	0,994728	0,994564	0,994397	0,994233
40	0,992244	0,992052	0,991858	0,991663	0,991466	0,991266	0,991065	0,990863	0,990658	0,990452
50	0,988070	0,987843	0,987615	0,987385	0,987154	0,986921	0,986686	0,986450	0,986212	0,985972
60	0,983237	0,982979	0,982720	0,982459	0,982197	0,981933	0,981668	0,981402	0,981134	0,980864
70	0,977808	0,977522	0,977234	0,976945	0,976655	0,976364	0,976071	0,975776	0,975481	0,975184
80	0,971831	0,971518	0,971205	0,970890	0,970573	0,970256	0,969937	0,969617	0,969295	0,968973
90	0,965344	0,965006	0,964668	0,964328	0,963987	0,963645	0,963302	0,962958	0,962612	0,962265
100	0,958375									

Десятки градусов	Единицы и десятые доли градусов									
	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
0	0,999992	0,999982	0,999968	0,999951	0,999929	0,999904	0,999876	0,999844	0,999808	0,999769
10	0,999126	0,999049	0,998969	0,998886	0,998800	0,998712	0,998621	0,998527	0,998430	0,998331
20	0,997069	0,996940	0,996808	0,996674	0,996538	0,996399	0,996258	0,996115	0,995969	0,995822
30	0,994068	0,993885	0,993711	0,993534	0,993355	0,993175	0,992993	0,992808	0,992622	0,992434
40	0,990244	0,990034	0,989828	0,989616	0,989395	0,989178	0,988960	0,988740	0,988518	0,988295
50	0,985731	0,985489	0,985245	0,984999	0,984752	0,984508	0,984263	0,984001	0,983748	0,983483
60	0,980594	0,980321	0,980048	0,979773	0,979496	0,979218	0,978939	0,978658	0,978376	0,978093
70	0,974885	0,974586	0,974285	0,973983	0,973679	0,973374	0,973068	0,972761	0,972452	0,972142
80	0,968649	0,968324	0,967998	0,967670	0,967341	0,967011	0,966680	0,966348	0,966014	0,965679
90	0,961917	0,961568	0,961218	0,960867	0,960514	0,960161	0,959806	0,959450	0,959093	0,958734

139. Плотность ртути при разных температурах

Десятки градусов	Единицы градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	13,5950	5 930	5 905	5 880	5 856	5 831	5 806	5 772	5 747	5 722
10	5698	5 683	5 658	5 634	5 609	5 584	5 560	5 535	5 511	5 486
20	5461	5 437	5 412	5 388	5 363	5 339	5 314	5 290	5 265	5 241
30	5216	5 191	5 167	5 142	5 118	5 094	5 069	5 045	5 020	4 996
40	4971	4 947	4 922	4 898	4 873	4 849	4 825	4 800	4 776	4 751
50	4727	4 703	4 678	4 654	4 630	4 605	4 581	4 557	4 532	4 508
60	4484	4 459	4 435	4 411	4 386	4 362	4 338	4 314	4 289	4 265
70	4241	4 217	4 192	4 168	4 144	4 120	4 095	4 071	4 047	4 023
80	3999	3 975	3 950	3 926	3 902	3 878	3 854	3 830	3 806	3 781
90	3757	3 733	3 709	3 685	3 661	3 637	3 613	3 589	3 565	3 541
100	3516	3 492								

140. Плотность (D) металлов в твёрдом и жидком состоянии

Металл	Химический символ	$t^{\circ}C$	D в $\frac{г}{см^3}$
Металлы в твёрдом состоянии			
Алюминий, холоднопрокатанный (99, 97 $\frac{0}{10}$ Al)	Al	20	2,699
литой (99, 75 $\frac{0}{10}$ Al)		20	2,703
Барий	Ba	25	3,5
Бериллий	Be	20	1,84
Бор	B	20	2,3
Ванадий	V	20	5,96
Висмут	Bi	20	9,80
Вольфрам	W	—	19,3
Галлий	Ga	29,65	5,91
Гафний	Hf	20	11,4
Германий	Ge	20	5,36
Железо, электролитическое, переплавленное в вакууме, прокатанное	Fe	20	7,90
Золото, дистиллированное и прессованное	Au	20	19,269
Индий	In	20	7,31
Иридий, литой, прокованный	Ir	0	22,4
Кадмий, литой, прессованный	Cd	20	8,648
Калий	K	20	0,86
Кальций	Ca	20	1,55
Кобальт	Co	—	8,9
Кремний (кристаллический)	Si	20	2,4
Лантан	La	15	6,16
Литий	Li	20	0,53
Магний	Mg	20	1,7388
Марганец	Mn	—	7,2
Медь	Cu	20	8,94 $\pm$ 0,01
Молибден	Mo	—	10,2
Мышьяк металлический	As	15	5,37
" жёлтый		18	2,0
" аморфный		15	3,69
" чёрный или серый		20	4,7
Натрий	Na	20	0,97
Никель	Ni	—	8,90 $\pm$ 0,05
Ниобий	Nb	20	6,9
Олово белое	Sn	20	7,3
" серое		—	5,85
Осмий кристаллический	Os	—	22,48
Палладий, литой и прокованный	Pd	0	12,1
Платина, отожжённая проволока	Pt	20	21,44
Празеодим	Pr	20	6,5

Металлы	Химический символ	$t^{\circ}\text{C}$	D в $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Родий, литой	Rh	—	12,1
Ртуть (при температуре плавления) . .	Hg	—38,89	14,43
Рубидий	Rb	20	1,53
Рутений, литой, порошкообразный . . .	Ru	0	12,2
Свинец обычный	Pb	19,94	11,337
„ радиоактивный		19,94	11,289
Серебро, дистиллированное в вакууме .	Ag	20	10,492
„ твердотянутое		20	10,441
Стронций	Sr	—	2,6
Сурьма	Sb	20	6,620
Таллий	Tl	20	11,849
Тантал	Ta	—	16,6
Титан	Ti	—	4,5
Торий	Th	—	11,7
Углерод (графит)	C	20	2,25—2,26
Уран	U	—	18,7
Хром	Cr	—	7,1
Цезий	Cs	20	1,90
Церий	Ce	20	6,9
Цинк	Zn	20	7,139
Цирконий	Zr	20	6,4
Металлы в жидком состоянии			
Алюминий	Al	659	2,382
Висмут	Bi	271	10,24
Галлий	Ga	29,8	6,09
Кадмий	Cd	319	7,94
Калий	K	63,5	0,83
Магний	Mg	650	1,572
Натрий	Na	97,7	0,93
Олово	Sn	232	6,97
Рубидий	Rb	39	1,47
Свинец	Pb	327	10,88
Серебро	Ag	960,5	9,46—9,51
Сурьма	Sb	631	6,55
Цезий	Cs	28,5	1,84
Цинк	Zn	455	6,87

141. Плотность твёрдых веществ
(при обычной температуре)

Вещество	Плотность	
	в $\frac{г}{см^3}$ или $\frac{т}{м^3}$	
	Среднее значение	Отдельные определения
Агат	2,6	2,55—2,81
Алебастр	2,7	2,25—2,87
Алмаз	3,52	3,4 —3,6
Алюминевая бронза (90% меди + 10% алюминия)	7,7	
Антрацит	1,5	1,3 —1,8
Асбест	2,3	1,5 —2,8
Асбестовый картон	1,2	
Асфальт	1,2	1,07—1,5
Баббит белый	7,1	
Базальт	3,0	2,7 —3,2
Бакаутовое дерево, сухое	1,3	1,17—1,39
Белый металл	7,1	
Береза сухая	0,72	0,51—0,77
" свежесрубленная	0,90	0,80—1,09
Бетон	2,25	1,80—2,40
Брикеты угольные	1,25	
Бронза (медь + олово, от 22% до 4% олова)	8,8	8,75—8,87
Бук сухой	0,73	0,62—0,83
" свежесрубленный	1,0	0,85—1,25
Бумага писчая	0,92	0,70—1,15
Воск	0,97	0,95—0,99
Гипс кристаллический	2,25	2,17—2,31
Гипс обожжённый	1,8	
" просеянный	1,25	1,24—1,26
Глина свеженакрытая	2,25	1,65—2,85
" сухая	1,33	1,25—1,52
Гнейс	2,60	2,40—2,90
Горный хрусталь	2,66	2,60—2,88
Гранит	2,65	2,4 —2,8
Графит	2,10	1,9 —2,3
Гуттаперча	0,97	0,96—0,99
Дуб сухой	0,80	0,7 —1,03
" свежесрубленный	1,05	0,93—1,28
Ель сухая	0,60	0,37—0,75
" свежесрубленная	1,00	0,77—1,23
Земля сухая прессованная	1,8	1,6 —1,9
" рыхлая	1,2	1,12—1,28
" сырая	1,4	
Известняк	2,67	2,15—2,75
Каменный уголь (в кусках)	1,35	1,2 —1,5
Кварц	2,65	2,55—2,75
Кирпич	1,8	1,4 —2,2
Кремень	2,7	2,53—2,80
Кроуглас	2,56	2,45—2,72
Латунь литая	8,45	8,3 —8,6
" кованая	8,55	8,5 —8,7
Лёд	0,9	0,88—0,92

Вещество	Плотность в $\frac{г}{см^3}$ или $\frac{т}{м^3}$	
	Среднее значение	Отдельные определения
Липа сухая	0,45	0,32—0,59
" свежесрубленная	0,74	0,61—0,87
Магнитный железняк	5,0	4,9 —5,2
Масло коровье	0,91	0,87—0,95
Мел	2,4	1,8 —2,6
Мрамор	2,7	2,52—2,84
Нейзильбер	8,55	8,4 —8,7
Никелин	8,77	
Парафин	0,9	0,87—0,93
Песок сухой	1,5	1,4 —1,65
" сырой	1,8	1,7 —1,9
" мокрый	2,0	1,95—2,05
Песчаник	2,3	1,9 —2,7
Поваренная соль	2,14	2,08—2,20
Пробка	0,24	
Сера	2,0	1,92—2,07
Слоновая кость	1,88	1,82—1,92
Смола	1,07	
Снег (например, на крыше)	0,125	
Сосна сухая	0,48	0,35—0,60
" свежесрубленная	0,74	0,4 —1,07
Сталь литая	7,86	7,7 —8,0
Стеарин	0,97	
Стекло бутылочное	2,7	2,6 —2,76
Стекло оконное	2,55	2,45—2,65
Строительные камни	2,5	
Фарфор	2,32	2,14—2,49
Флинтглас	3,5	3,16—3,78
Цемент	1,38	0,82—1,95
Чёрное дерево	1,2	
Чугун	7,0	6,6 —7,3
Эбонит	1,8	

142. Веса сыпучих тел

1 м³ весит в кг

(Для получения веса 1 куб. саж. в пудах необходимо цифры таблицы умножить на 0,61)

Базальт	3 200	Уголь древесн. твёрд. дерева	220
Бетон с кирпич. щебнем	1 800	" каменный	800—850
" известняк.	2 000	Кокс газовый	350—470
" гранитным	2 200	Песок, глина, земля, сырая	2 000
Цемент нортландский в		Глина, гравий сухой	1 800
порошке	1 450	" сырой	2 000
Сосновые дрова в поленьях	320	Известняк (бут)	2 000
Буковые	400	Снег свежий	80—190
Дубовые	420	" сырой	200—300
Уголь древесный мягкого		Торф сухой	325—410
дерева	150	" сырой	550—650

143. Коэффициенты расширения жидкостей
(большой частью при обыкновенной температуре)

Вещество	Химическая формула	Коэффициент объемного расширения	Вещество	Химическая формула	Коэффициент объемного расширения
Бром	Br_2	0,00111	Серная кислота . .	H_2SO_4	0,00056
Бензол	C_6H_6	0,00124	Сероуглерод . . .	CS_2	0,00122
Глицерин	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	0,00050	Скипидар		0,00067
Керосин		0,0010	Спирт	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	0,00110
Оливковое масло . .		0,00074	Эфир	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	0,00166
Ртуть	Hg	0,000182			

144. Расширение воды¹⁾

Температура °C	Объем	Температура °C	Объем	Температура °C	Объем
0	1,00013 ₂	7	1,00007 ₁	14	1,00072 ₀
1	1,00007 ₃	8	1,00012 ₄	15	1,00087 ₄
2	1,00003 ₃	9	1,00019 ₁	16	1,00103 ₀
3	1,00000 ₈	10	1,00027 ₂	17	1,00119 ₃
4	1,00000 ₀	11	1,00035 ₇	18	1,00137 ₇
5	1,00000 ₈	12	1,00047 ₅	19	1,00156 ₇
6	1,00003 ₂	13	1,00059 ₅	20	1,00176 ₈

145. Коэффициенты расширения льда и воды

Температура °C	Коэффициент расширения льда	Температура °C	Коэффициент расширения воды
—20	0,000123	0	0,000067
—15	0,000128	+1	—0,000049
—10	0,000171	+2	—0,000031
—5	0,000213	+3	—0,000015
—0	0,000276	+4	0,000000
		+5	0,000017
		+10	0,000089
		+15	0,000152
		+20	0,000208
		+25	0,000259

¹⁾ Последние цифры, набранные мелким шрифтом, недостаточно достоверны.

143. Коэффициенты расширения твёрдых веществ (большей частью между температурами 0 и 100°)

Вещество	Коэффициент линейного расширения	Коэффициент кубического расширения	Вещество	Коэффициент линейного расширения	Коэффициент кубического расширения
Алмаз . .	0,0000013	0,0000039	Магналий .	0,000024	0,000072
Алюминий .	0,0000238	0,0000714	Магний . .	0,0000259	0,0000777
Бронза . .	0,0000175	0,0000525	Медь . . .	0,0000165	0,0000495
Гипс . . .	0,0000025	0,0000075	Мрамор . .	≈ 0,000012	≈ 0,000033
Висмут . .	0,0000134	0,0000402	Никель . .	0,0000128	0,0000334
Вольфрам .	0,0000035	0,0000105	Олово . . .	0,0000267	0,0000801
Дерево поперёк волокон	≈ 0,00005		Платина . .	0,0000090	0,0000270
" вдоль . .	≈ 0,000006		Свинец . . .	0,0000292	0,0000876
Железо . .			Сера	≈ 0,00006	≈ 0,00018
" мягк. .	0,0000123	0,0000369	Серебро . .	0,0000197	0,0000591
" литое .	0,0000126	0,0000369	Стекло . . .	0,000011	0,000033
" сварочн.	0,0000122	0,0000366	Стекло разл.	от 0,000004	от 0,000012
Золото . .	0,0000142	0,0000426	" лич. сорт.	до 0,00001	до 0,00003
Известняк .	0,0000081	0,0000243	Фарфор . .	0,000003	0,000009
Инвар ¹⁾ . .	0,0000015	0,0000045	Цемент . . .	0,000014	0,000042
Иридий . .	0,0000065	0,0000195	Цинк	0,0000285	0,0000858
Кадмий . .	0,0000286	0,0000858	Чугун . . .	0,0000104	0,0000312
Константан.	0,0000152	0,0000456	Эбонит . . .	≈ 0,00007	≈ 0,00021
Кобальт . .	0,0000127	0,0000381			
Латунь . .	0,0000184	0,0000552			

147. Сравнение температурных шкал

Температура по шкале Фаренгейта обозначается $t^{\circ}\text{F}$.

 " " " Реомюра $t^{\circ}\text{R}$.

 " " " Цельсия $t^{\circ}\text{C}$.

 " " " абсолютной шкале $t^{\circ}\text{K}$.

Для перехода от шкалы Фаренгейта к шкале Цельсия служит формула:

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t - 32)^{\circ}\text{F}.$$

Для перехода от шкалы Реомюра к шкале Цельсия служит формула:

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4} t^{\circ}\text{R}.$$

Для перехода от шкалы Цельсия к абсолютной шкале служит формула:

$$t^{\circ}\text{K} = (t + 273,16)^{\circ}\text{C}.$$

Абсолютный нуль соответствует — 273,16°С.

Шкала	Точка таяния льда	Точка кипения воды	Промежуток
	в градусах		
Цельсий (Ц или С)	0	100	100
Абсолютная (К)	273,16	373,16	100
Реомюр (Р или R)	0	80	80
Фаренгейт (Ф или F) . . .	32	212	180

¹⁾ Никелевая сталь, содержащая 36,1% никеля, 0,39% углерода, 0,39% марганца. Замечательно (среди металлов) малостью коэффициента расширения.

143. Некоторые температуры ¹⁾ в °С

Блестящая поверхность Солнца (фотосфера) имеет около . . .	6 000	Вода под нормальным давлением кипит при	100
Вольтова дуга в атмосфере сгущенного газа дает около . . .	5 600	Температура кипения спирта	78,3
Температура парообразования углерода	4 072	Температура плавления вольфрама около	64
Кратер вольтовой дуги в обычных условиях около	3 500	Температура плавления фосфора	44
Химическая реакция между окисью хрома и алюминием даёт около	3 000	Человеческое тело в нормальном состоянии около	36,8
Кислородо-водородное пламя даёт	2 800	Средняя температура поверхности воды в океанах	17
Иридий плавится при	2 454	Нормальная годовая температура воздуха в Москве	3,93
Температура бессемеровской печи	2 230	Вода под обыкновенным давлением замерзает при	0
Платина плавится при	1 774	Ртуть отвердевает при	-38,8
Железо плавится при	1 530	Сильнейший холод на земной поверхности (близ южного полюса)	-68
Белое каление при	1 200	Температура жидкого воздуха под нормальным давлением	-193
Золото плавится при	1 063	Температура жидкого водорода под нормальным давлением	-253
Серебро плавится при	960	Водород плавится при	-257,1
Алюминий плавится при	658	Температура кипения гелия под пониженным давлением	-272
Наступает красное каление около	500	Сильнейший холод, полученный в лаборатории (1941 г.)	-273,1556
Сера кипит при	444	Абсолютный нуль	-273,16
Каменный уголь воспламеняется приблизительно при	400		
Тела начинают слабо светиться около	380		
Ртуть кипит при	357		
Свинец плавится при	327		
Порох воспламеняется при	238		
Олово плавится при	232		
Сера плавится около	116		

143. Пределные температуры, измеряемые различными приборами

Прибор	Предел измерений в °С
I. Термoeлектрические пирометры:	
1) Меднотрубчатый константовый термоэлемент	до 500
2) Железо-константовый	" 800
3) Никеле-хромоникелевый	" 1 100
4) Платина-платинородневый	" 1 600
II. Электрические термометры сопротивления (изменение температуры сопровождается изменением сопротивления платиновой спирали, вставленной в кварцевую трубку)	
	от - 50 до + 700

¹⁾ Даны приближенные значения.

Прибор	Гредел измерений в °С
III. Ардометры (лучистая энергия падает на концы термоэлемента)	до 2 000
IV. Оптические приборы (сравнивается степень яркости исследуемого предмета с яркостью лампочки накаливания)	до 4 000

150. Теплоёмкость газов и паров (в калориях на 1 г или в килокалориях на 1 кг)

Вещество	Химическая формула	Молекулярный вес	Температура в °С	c_p	c_v	$\alpha = \frac{c_p}{c_v}$
Азот	N_2	28	20	0,25	0,18	1,40
Аммиак	NH_3	17	20	0,51	0,33	1,33
Водород	H_2	2	16	3,41	2,42	1,41
Водяной пар	H_2O	18	100—300	0,47	0,36	1,29
Воздух	—	—	20—100	0,24	0,17	1,40
Гелий	He	4	18	1,25	0,75	1,66
Кислород	O_2	32	20	0,22	0,16	1,40
Оксид углерода . . .	CO	28	18	0,25	0,18	1,40
Пары спирта	C_2H_5O	46	108—220	0,45	0,40	1,13
Пары эфира	$C_4H_{10}O$	74	25—111	0,43	0,40	1,08
Углекислота	CO_2	44	20	0,20	0,15	1,30
Хлористый водород	HCl	36,5	22—214	0,19	0,13	1,40

Буквой c_p обозначена удельная теплоёмкость при неизменном давлении
буквой c_v — удельная теплоёмкость при неизменном объёме.

151. Удельная теплоёмкость c_p различных газов при постоянном давлении (в калориях на 1 г или в килокалориях на 1 кг) между 0 и 1 000°

Температура в °С	Азот и оксид углерода	Кислород	Углекислота	Водяной пар	Водород
0	0,249	0,218	0,199	—	3,391
100	0,249	0,218	0,208	0,492	3,426
200	0,250	0,219	0,217	0,482	3,461
300	0,251	0,220	0,226	0,479	3,496
400	0,253	0,221	0,235	0,481	3,530
500	0,254	0,223	0,243	0,485	3,565
600	0,256	0,224	0,251	0,493	3,600
700	0,258	0,226	0,258	0,503	3,635
800	0,260	0,228	0,264	0,516	3,669
900	0,263	0,230	0,271	0,531	3,704
1 000	0,266	0,232	0,277	0,549	3,739

152. Удельные теплоёмкости воздуха при разных температурах

c_p — Удельная теплоёмкость при постоянном давлении

c_v — Удельная теплоёмкость при постоянном объёме.

c_m — Средняя теплоёмкость в интервале от 0°С до данной температуры (t°).

Температура в °С (t°)	c_p в $\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$ или $\frac{\text{кал}}{\text{г} \cdot \text{град}}$	$\alpha = \frac{c_p}{c_v}$	В килоджоулях/тонну, градус			
			c_p	c_v	$c_p - c_v$	c_m для (0 — t°)
0	0,240	1,403	1 004	715,7	283,3	1 004
100	0,241	1,401	1 006	717,8	288,2	1 005
200	0,242	1,398	1 010	722,5	287,5	1 009
400	0,244	1,393	1 017	729,9	287,1	1 013
600	0,248	1,385	1 034	746,9	287,1	1 017
800	0,252	1,376	1 055	767,9	287,1	1 025
1 000	0,257	1,365	1 076	788,9	287,1	1 034
1 200	0,263	1,353	1 101	813,9	287,1	1 042
1 400	0,270	1,341	1 130	842,9	287,1	1 050
1 600	0,277	1,329	1 160	872,9	287,1	1 063
1 800	0,285	1,316	1 193	905,9	287,1	1 078
2 000	0,295	1,303	1 234	946,9	287,1	1 088

153. Зависимость удельной теплоёмкости c_p водяного пара от температуры и давления

$$\left(c_p \text{ в } \frac{\text{кДж}}{\text{т} \cdot \text{град}} \right)$$

Тем- пера- тура в °С	Д а в л е н и е						
	1 ат	2 ат	4 ат	6 ат	10 ат	14 ат	20 ат
100	201 ₇						
120	199 ₀	209 ₃					
140	198 ₄	204 ₆					
160	197 ₇	202 ₁	215 ₅	235 ₃			
180	197 ₁	200 ₅	210 ₁	222 ₆	264 ₅		
200	197 ₁	199 ₆	206 ₇	215 ₁	238 ₁	280 ₃	
250	198 ₀	199 ₆	203 ₄	207 ₂	215 ₅	226 ₄	246 ₁
300	199 ₆	200 ₉	203 ₄	205 ₉	210 ₉	215 ₉	224 ₇
350	202 ₁	202 ₅	205 ₁	206 ₇	210 ₉	214 ₇	221 ₄
400	205 ₁	205 ₉	207 ₆	209 ₃	212 ₂	215 ₅	200 ₅
450	208 ₄	209 ₁	211 ₃	211 ₃	213 ₉	216 ₄	220 ₁
500	212 ₃	212 ₆	213 ₄	214 ₃	215 ₀	217 ₆	220 ₁
550	215 ₆	215 ₉	216 ₄	216 ₃	218 ₀	218 ₉	221 ₀

154. Удельная теплоёмкость c_p воды при постоянном давлении и разных температурах

Температура в °C	$p = 1 \text{ ат}$ c_p в $\frac{\text{кдж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$	Температура в °C	$p = \text{давление}$ пада c_p в $\frac{\text{кдж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$
-5	4244	100	4198
0	4220	150	4222
+5	4210	200	4255
10	4199	250	4300
15	4190	300	4350
20	4184		
40	4180		
60	4186		
80	4192		
100	4198		

155. Удельная теплоёмкость c_p льда при постоянном давлении и разных температурах

Температура в °C	-250	-200	-150	-100	-50	-60	-40	-20	0
c_p в $\frac{\text{кдж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$	151	653	1030	1390	1540	1680	1820	1940	2600

156. Теплоёмкости твёрдых и жидких веществ (в калориях на 1 г и в килокалориях на 1 кг)

Вещество	Теплоёмкость		Вещество	Теплоёмкость	
	при 18°C	при 100°C		при 18°C	при 100°C
Алмаз	0,12		Никель	0,11	0,12
Алюминий	0,21	0,22	Оливковое масло	0,47	
Бетон	0,21		Олово	0,052	0,056
Висмут	0,029	0,030	Парафин	0,77	
Вода	0,9994	1,01	Песчаник от 0 до 100°		0,22
Глицерин	0,58		Платина	0,032	0,033
Гранит между 0 и 100°		0,20	Пробка		0,49
Графит	0,2		Ртуть	0,033	
Древесный уголь между 0 и 100°		0,20	Свинец	0,031	0,032
Дуб, между 0 и 100°		0,57	Сера	0,17—0,18	
Ель, между 0 и 100°		0,65	Серебро	0,055	
Железо	0,11	0,12	Серная кислота	0,34	
Золото	0,031		Сероуглерод	0,24	
Каменная соль между 0 и 100°		0,22	Скипидар	0,42	
			Сосна от 0 до 100°		0,65
			Спирт	0,58	

Вещество	Теплоёмкость		Вещество	Теплоёмкость	
	при 18°C	и при 100°C		при 18°C	при 100°C
Касторовое масло	0,43		Сталь	0,11	0,12
Керосин	0,51		Стекло	0,20	
Кирпич между 0 и 100°	0,19—0,24		Цемент, около 35°C	0,19	
Кокс между 0 и 100°	0,20		Цинк	0,092	0,095
Лагушь	0,093		Чугун, от 0 до 100°	0,13	
Лёд, от —40 до 0°	0,43		Шлаки, от 0 до 100°	0,18	
Медь	0,091		Эбонит	0,34	
Мрамор, от 0 до 100°	0,21		Эфир	0,56	

157. Истинная атомная теплоёмкость металлов при низких и высоких температурах

Истинная атомная теплоёмкость металлов представляет собой произведение атомного веса металла на его удельную теплоёмкость. Атомная теплоёмкость относительно резко изменяется с температурой. Приведённые в таблице значения теплоёмкостей даны в *кал/град моль*.

Металл	Символ	20° K	50° K	100° K	0° C	500° C	900° C
Натрий . . .	Na	0,84	3,82	5,42	—	—	—
Калий . . .	K	2,19	5,01	5,89	—	—	—
Магний . . .	Mg	0,14	1,43	4,20	—	—	—
Бериллий . .	Be	—	—	—	3,73	5,94	7,77
Ртуть . . .	Hg	2,51	4,94	5,86	—	7,30	—
Кальций . . .	Ca	0,35	2,54	4,65	—	7,52	—
Алюминий ¹⁾	Al	0,06	0,91	3,00	—	7,74	—
Ванадий . . .	V	—	—	—	6,04	6,90	7,25
Ниобий . . .	Nb	—	—	—	6,01	6,52	6,84
Тантал . . .	Ta	—	—	—	6,17	6,78	7,08
Хром . . .	Cr	—	—	—	—	7,17	8,31
Молибден . .	Mo	0,06	0,94	3,19	5,86	6,61	7,01
Вольфрам . .	W	—	—	—	5,89	6,41	6,67
Марганец . .	Mn	—	—	—	5,89	—	—
Рений . . .	Re	—	—	—	6,07	6,81	7,18
Осмий . . .	Os	—	—	—	5,92	6,45	6,69
Рутений . . .	Ru	—	—	—	5,60	6,60	7,08
Родий . . .	Rh	—	—	—	6,06	7,36	8,04
Иридий . . .	Ir	—	—	—	5,93	6,80	7,22
Палладий . .	Pd	—	—	—	5,74	7,17	7,65
Платина . . .	Pt	0,35	2,56	4,69	6,19	6,91	7,27
Медь . . .	Cu	0,12	1,41	3,80	5,89	6,69	7,08
Серебро . . .	Ag	0,38	2,75	4,75	5,98	6,88	7,85
Золото . . .	Au	0,76	3,45	5,09	6,16	6,69	7,21
Железо . . .	Fe	0,02	0,65	2,61	5,85	10,53	10,39
Кобальт . . .	Co	—	—	—	—	8,48	9,99
Никель . . .	Ni	—	—	—	6,12	8,01	8,45
Цинк . . .	Zn	0,42	2,54	4,52	—	—	—
Кадмий . . .	Cd	1,15	3,90	5,32	—	—	—
Свинец . . .	Pb	2,55	5,20	5,84	—	—	—
Олово ¹⁾ . . .	Su	1,1	3,65	5,3	—	—	—
Олово ²⁾ . . .	Sa	0,9	2,65	4,6	—	—	—
Таллий . . .	Tl	2,20	4,85	5,70	—	—	—

¹⁾ Белое, ²⁾ Серое.

153. Температуры плавления и отвердевания различных веществ

Вещество	Температура плавления в °C	Вещество	Температура плавления в °C
Азот	-210,1	Парафин	около 54
Алюминий	658	Платина	1 774
Аммиак	-77,7	Припой мягкий	135—200
Бронза	около 900	Раствор поваренной соли (насыщенный)	-18
Висмут	271	Ртуть	-33,8
Вода чистая	0	Свинец	327
" морская	-2,5	Сера	113—119
Водород	-257,1	Серебро	960,5
Вольфрам	3370 ± 50	Сероуглерод	-112
Воск	около 64	Скипидар	-10
Глицерин	19	Спирт	-114
Железо	1 530	Сплав Вуда	65—70
Золото	1 063	Сталь	1 300—1 400
Иридий	2 445 ± 3	Стеарин	69
Кадмий	321	Тантал	3 030
Калий	63,5	Углекислота (под давлением 5 атмосфер)	-57
Каучук	125	Уран	около 1 150
Кислород	-218,6	Фосфор	44
Латунь	около 1 000	Хлор	-101,5
Медь	1 083	Цинк	419,4
Натрий	97,7	Чугун	1 100—1 200
Нафталин	80	Шлаки доменных печей	1 300—1 430
Нейзильбер	около 1 000	Эфир	-117
Никель	1 455		
Олово	231,8		
Осний	2 500		

159. Средние температуры плавления огнеупорных кирпичей

Материал, из которого сделан кирпич	°C
Огнеупорная глина	1 650
Боксит	1 695
Кварц	1 700
Хромит	2 050
Магнезия	2 165

160. Температуры каления железа (в °C)

Тёмнокрасное каление в темноте	525	Оранжевое каление	1 100
"	700	Белое	1 300
Винно-красное	850	Сварочное	1 350—1 450
Светлокрасное	950	Белое каление с искрами	1 500

161. Скрытые теплоты плавления различных веществ

(в калориях на 1 г или в килокалориях на 1 кг)

В таблице дано количество тепла, поглощаемое в процессе плавления единицей массы твёрдого вещества, без повышения его температуры и называемое удельной скрытой теплотой плавления.

Скрытая теплота плавления, отнесённая к грамм-молекуле вещества, носит название молекулярной теплоты плавления.

Вещество	Теплота плавления	Вещество	Теплота плавления
Алюминий	92,4	Олово	14
Висмут	13	Парафин	35
Вода (см. лёд)	—	Платина	27
Воск	42	Ртуть	2,8
Глицерин	47,5	Свинец	6,3
Железо	66	Сера монокл.	10,8
Золото	16	Серебро	24
Кадмий	13	Сплав Вуда	7,6
Калий	14	Стеарин	48
Лёд	80	Фосфор	5
Медь	42	Цинк	26,6
Натрий	27	Чугун белый	33
Нафталин	36	серый	23
Никель	около 60—70	Шлаки доменных печей	50

162. Температуры кипения различных веществ под нормальным атмосферным давлением (в °C)

Вещество	Точка кипения	Вещество	Точка кипения
Алюминий	2 270	Нафталин	218
Азот жидкий	—195,8	Олово	2 275
Аммиак жидкий	—33,4	Парафин	300
Анилин	184	Ртуть	357
Бензол	80,2	Свинец	1 755
Бром	58,7	Сера	444,60
Вода	100	Сероуглерод	46,25
Водород жидкий	—252,7	Скипидар	160
Воздух жидкий	—193	Спирт метиловый (древесный)	64,7
Гелий жидкий	—268,9	Спирт этиловый (обыкновенный)	78,3
Глицерин	290	Стеарин	370
Железо	2 840	Углекислота твёрдая возгоняется при	—78,5
Золото	2 710	Хлор жидкий	—33,8
Кислород жидкий	—182,6	Цинк	907
Льняное масло	316	Эфир	34,6
Медь	2 360		

163. Зависимость температуры кипения воды от давления

Давление p в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$	Температура кипения в $^{\circ}\text{C}$	Давление p в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$	Температура кипения в $^{\circ}\text{C}$
1	99,1	11	183,2
2	119,6	12	187,1
3	132,9	13	190,8
4	142,9	14	194,2
5	151,1	15	197,4
6	158,1	16	200,5
7	164,2	17	203,4
8	169,0	18	206,2
9	174,6	19	208,9
10	179,1	20	211,4
		40	249,3
		60	279,7
		80	293,8
		100	309,7

164. Температуры кипения воды при различных барометрических давлениях

Барометрическое давление в миллиметрах								
	710	720	730	740	750	760	770	780
0	98,11°	98,49°	98,88°	99,26°	99,63°	100,00°	100,37°	100,73°
1	98,15	98,53	98,92	99,29	99,67	100,04	100,40	100,76
2	98,18	98,57	98,95	99,33	99,70	100,07	100,44	100,80
3	98,22	98,61	98,99	99,37	99,74	100,11	100,48	100,84
4	98,26	98,65	99,03	99,41	99,78	100,15	100,51	100,87
5	98,30	98,69	99,07	99,44	99,82	100,18	100,55	100,91
6	98,34	98,72	99,11	99,48	99,85	100,22	100,58	100,94
7	98,38	98,76	99,14	99,52	99,89	100,26	100,62	100,98
8	98,42	98,80	99,18	99,56	99,93	100,29	100,66	101,02
9	98,46	98,84	99,22	99,59	99,96	100,33	100,69	101,05

165. Скрытые теплоты испарения воды при различных температурах

(в калориях на 1 г или килокалориях на 1 кг)

Количество тепла, сообщаемое единице массы жидкости в процессе парообразования, называется удельной скрытой теплотой испарения или парообразования (r). Скрытая теплота парообразования не повышает температуру испаряющейся жидкости, а расходуется на внешнюю работу, связанную с расширением системы (внешняя скрытая теплота парообразования) и на приращение внутренней энергии единицы массы сухого насыщенного пара по сравнению с жидкостью (внутренняя скрытая теплота парообразования).

Для воды удельная скрытая теплота парообразования при 100° С составляет 539 ккал, из которых 41 ккал приходится на долю внешней скрытой теплоты испарения, а 498 ккал на внутреннюю скрытую теплоту парообразования.

$t^{\circ}\text{C}$	r	$t^{\circ}\text{C}$	r	$t^{\circ}\text{C}$	r
0°	595	70°	557	140°	513
10	589	80	551	150	506
20	584	90	545	160	499
30	579	100	539	170	491
40	573	110	533	180	484
50	568	120	527	190	476
60	562	130	520	200	468

166. Скрытые теплоты испарения (r) чистых жидкостей при 0° С и температурах кипения

Жидкость	Химическая формула	Температура кипения °С	r при 0°С		r при температуре кипения	
			в дж/г или кдж/кг	в кал/г или ккал/кг	в дж/г или кдж/кг	в кал/г или ккал/кг
Азот жидкий . . .	N_2	-195,8	—	—	199,244	47,6
Аммиак	NH_3	-33,4	1 262	301,492	1 369	327,054
Ацетон	$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	56,1	564	134,740	521	124,467
Бензол	C_6H_6	80,2	447,8	106,979	394,8	94,318
Вода	H_2O	100	2 494	595,817	2 258	539,436
Водород жидкий . .	H_2	-252,7	—	—	452,066	108
Гелий жидкий . . .	He	-263,9	—	—	25,115	6
Кислород жидкий . .	O_2	-182,6	—	—	213,057	50,9
Ртуть	Hg	357	—	—	287,564	68,7
Сернистый ангидрид	SO_2	-10,08	382	91,260	397	94,843
Серовуглерод . . .	CS_2	46,25	374	89,349	352	84,093
Спирт метиловый . .	CH_3OH	64,7	1 190	284,291	1 100	262,790
Спирт этиловый . .	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	78,3	920	219,788	855	204,260
Уксусная кислота . .	CH_3COOH	118,3	—	—	405	96,775
Хлороформ	CHCl_3	61,5	271	63,742	247	59,008
Четыреххлористый углерод	CCl_4	76,75	217,9	52,056	194,3	46,418
Этиловый эфир . . .	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	34,6	337	92,454	351	83,854

167. Давление и плотность насыщенного водяного пара при разных температурах

Наибольшее давление (упругость) пара, насыщающего пространство над жидкостью при данной температуре, т. е. находящегося с нею в состоянии равновесия, при котором в единицу времени испаряется столько же жидкости, сколько конденсируется пара, называется давлением насыщенного пара. Плотность насыщенного пара также является максимальной для данной температуры. Давление и плотность насыщенного пара увеличиваются при повышении температуры. В таблице температуры даны в °С; давления p выражены в миллиметрах ртутного столба; под буквой m дана масса 1 м³ пара, выраженная в граммах.

t°	p	m	t°	p	m	t°	p	m
-30°	0,28	0,33	-2°	3,88	4,13	26°	25,21	24,4
-29	0,31	0,37	-1	4,22	4,47	27	26,74	25,8
-28	0,35	0,41	0	4,58	4,84	28	28,35	27,2
-27	0,38	0,46	1	4,93	5,22	29	30,04	28,7
-26	0,43	0,51	2	5,29	5,60	30	31,82	30,3
-25	0,47	0,55	3	5,69	5,98	31	33,70	32,1
-24	0,52	0,60	4	6,10	6,40	32	35,66	33,9
-23	0,58	0,66	5	6,54	6,84	33	37,73	35,7
-22	0,64	0,73	6	7,01	7,3	34	39,90	37,6
-21	0,70	0,80	7	7,51	7,8	35	42,18	39,6
-20	0,77	0,88	8	8,05	8,3	36	44,56	41,8
-19	0,85	0,96	9	8,61	8,8	37	47,07	44,0
-18	0,94	1,05	10	9,21	9,4	38	49,69	46,3
-17	1,03	1,15	11	9,84	10,0	39	52,44	48,7
-16	1,13	1,27	12	10,52	10,7	40	55,32	51,2
-15	1,24	1,38	13	11,23	11,4	45	71,88	65,4
-14	1,36	1,51	14	11,99	12,1	50	92,5	83,0
-13	1,49	1,65	15	12,79	12,8	55	118,0	104,3
-12	1,63	1,80	16	13,63	13,6	60	149,4	130
-11	1,78	1,96	17	14,53	14,5	65	187,5	161
-10	1,95	2,14	18	15,48	15,4	70	233,7	198
-9	2,13	2,33	19	16,48	16,3	75	289,1	242
-8	2,32	2,54	20	17,54	17,3	80	355,1	293
-7	2,53	2,76	21	18,65	18,3	85	433,6	354
-6	2,76	2,99	22	19,83	19,4	90	525,8	424
-5	3,01	3,24	23	21,07	20,6	95	633,9	505
-4	3,28	3,51	24	22,38	21,8	100	760,0	598
-3	3,57	3,81	25	23,76	23,0			

Замечание. При температурах ниже 0° в столбцах p и m даны давления и массы насыщенного пара над льдом.

168. Давление p насыщенного пара воды при температурах выше температуры кипения

$^{\circ}\text{C}$	p в ат	$^{\circ}\text{C}$	p в ат	$^{\circ}\text{C}$	p в ат
100	1,0000	140	3,567	270	54,291
101	1,0362	150	4,698	280	63,295
102	1,0735	160	6,100	290	73,42
103	1,1120	170	7,817	300	84,78
104	1,1514	180	9,895	310	97,40
105	1,1922	190	12,386	320	111,43
106	1,2341	200	15,341	330	126,99
107	1,2771	210	18,823	340	144,20
108	1,3216	220	22,889	350	163,16
109	1,3670	230	27,603	360	184,07
110	1,4139	240	33,027	370	207,49
120	1,9594	250	39,234	374	217,72
130	2,6660	260	46,300		(критическое давление)

169. Тепловой баланс процесса образования насыщенного пара воды при температурах от 0 до 220°C

Температура парообразования t в $^{\circ}\text{C}$	Давление насыщенного пара p в кг/см^2	Объем v 1 кг жидкости в литрах	Объем v_g 1 кг пара в м^3	Удельный вес пара в кг/м^3	Теплота жидкости q в ккал/кг	Теплота парообразования r в ккал/кг	Полная теплота $q+r$ в ккал/кг	Внешняя теплота парообразования $p(v_g - v)$ в ккал/кг	Внутренняя теплота парообразования p в ккал/кг
0	0,0062	1,0001	206,5	0,004843	0,00	594,8	594,8	30,4	564,4
10	0,01252	1,0003	106,4	0,009398	10,05	589,5	599,5	31,3	558,2
20	0,0288	1,0018	57,81	0,01730	20,05	584,3	604,3	32,3	552,0
30	0,0433	1,0043	32,93	0,03037	30,03	579,2	609,2	33,4	545,8
40	0,0752	1,0078	19,54	0,05118	39,9	574,0	613,9	34,4	539,6
50	0,1258	1,0121	12,02	0,08320	49,9	568,0	618,4	35,4	533,1
60	0,2028	1,0167	7,677	0,13026	59,9	562,9	622,8	36,5	526,4
70	0,3175	1,0227	5,046	0,1982	69,9	557,1	627,0	37,5	519,6
80	0,4827	1,0290	3,406	0,2936	79,9	551,1	631,0	38,6	512,5
90	0,7148	1,0359	2,370	0,4219	88,9	545,0	634,9	39,6	505,4
100	1,0333	1,0433	1,674	0,5974	100,0	538,7	638,7	40,7	498,0
110	1,4608	1,0513	1,210	0,8254	110,1	532,1	642,2	41,5	490,6
120	2,0242	1,0592	0,891	1,122	120,2	526,3	645,5	42,2	483,1
130	2,7538	1,0678	0,668	1,497	130,5	518,2	648,7	43,0	475,2
140	3,6835	1,0772	0,508	1,968	140,7	510,9	651,6	43,7	467,2
150	4,8517	1,0878	0,3926	2,547	150,9	503,8	654,7	44,5	459,3
160	6,2836	1,0995	0,3074	3,253	161,2	496,6	657,8	45,1	451,5
170	8,0714	1,1124	0,2431	4,114	171,6	489,4	661,0	45,7	443,7
180	10,245	1,1260	0,1915	5,141	182,0	482,2	664,2	46,2	436,0
190	12,785	1,1407	0,1574	6,353	192,6	474,7	667,3	46,8	427,9
200	15,834	1,1566	0,1287	7,770	203,1	467,0	670,1	47,3	419,7
210	19,43	1,173	0,1059	9,443	213,8	459,8	672,6	47,7	411,1
220	23,62	1,191	0,0879	11,38	224,6	450,2	674,8	48,0	402,2

170. Давление водяного пара над льдом

Температура в °С	Давление в мм	Температура в °С	Давление в мм
0	4,579	— 98	$1,5 \cdot 10^{-5}$
—25	0,48	—110	$1,1 \cdot 10^{-6}$
—63	$5,3 \cdot 10^{-3}$	—130	$5,6 \cdot 10^{-9}$
—78	$5,5 \cdot 10^{-4}$	—190	$1,8 \cdot 10^{-22}$

171. Психрометрическая таблица относительной влажности воздуха

Показание сухого термо- метра в °С	Разность показаний сухого и влажного термометра											
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
0	100	81	63	45	28	11						
2	100	84	68	51	35	20						
4	100	85	70	56	42	28	14					
6	100	86	73	60	47	35	23	10				
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7			
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	4		
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11		
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25	17	9	
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15	
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20	
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	
26	100	92	85	78	71	64	58	50	45	40	34	
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	

Пример. Пусть сухой термометр показывает 22°, влажный 16°, так что разность их показаний 6°. Тогда относительная влажность (в процентах) найдётся на пересечении строки, в начале которой стоит 22°, и столбца, в заголовке которого стоит 6°, в данном случае относительная влажность равна 54%.

172. Давление насыщенного пара различных жидкостей при разных температурах (в миллиметрах ртутного столба)

Температура в °С	Эфир	Сероуглерод	Спирт	Вода	Ртуть
—20	66	47	3,3	0,8	
0	185	127	12	4,6	0,0004
20	440	293	44	17,5	0,0018
40	921	618	134	55	0,008
60	1734	1170	350	149	0,025
80	2974	2060	813	355	0,09
100	4855	3330	1698	760	0,28
120	7513	5220	3232	1489	0,76
140	11051	7650	5666	2711	1,89
160	15778	10960	9366	4636	4,30
180	21775	17100	14763	7521	8,91
200	—	23810	22164	11661	18

173. Давление пара углекислоты

Жидкая CO_2		Твёрдая CO_2	
Температура в $^{\circ}\text{C}$	Давление в мм	Температура в $^{\circ}\text{C}$	Давление в мм
-10	19 630	- 60	2 980
-20	14 830	- 70	1 440
-30	10 800	- 80	657
-40	7 510	- 90	288
-50	5 151	-100	119
-60	3 306	-120	14
		-130	2,5

174. Давление насыщенного пара ртути при температурах от -30 до $+400^{\circ}\text{C}$

Давление (p) насыщенного пара ртути может быть рассчитано для продолжения данной таблицы по формуле $\log p = \frac{-52,23 \times 58,7}{T} + 7,752$, вплоть до температуры 1300°C ; в таблице p приведено в мм ртутного столба.

$^{\circ}\text{C}$	p в мм рт. столба	$^{\circ}\text{C}$	p в мм рт. столба	$^{\circ}\text{C}$	p в мм рт. столба
-30	0,05478	130	1,186	280	156,87
-20	0,04181	140	1,845	290	197,57
-10	0,04606	150	2,807	300	246,80
0	0,03185	160	4,189	310	305,89
10	0,03490	170	6,128	320	376,33
20	0,002101	180	8,796	330	459,74
30	0,002777	190	12,423	340	557,90
40	0,006079	200	17,287	350	672,69
50	0,01267	210	23,723	356	750,43
60	0,02524	220	32,133	357	764,08
70	0,04825	230	42,989	360	806,23
80	0,08880	240	56,855	370	960,66
90	0,1582	250	74,375	380	1138,4
100	0,2729	260	96,296	390	1341,9
110	0,4572	270	123,47	400	1574,1
120	0,7457				

175. Критические температуры и критические давления различных веществ

В процессе образования пара или газа нагреванием жидкости может быть достигнута температура, выше которой данный пар или газ (ненасыщенный пар) никаким давлением не может быть превращён обратно в жидкость. Состояние, соответствующее этой температуре, называется критическим состоянием или критической точкой, а сама температура — критической температурой. Давление и объём пара или газа при критической температуре носят названия критического давления и критического объёма.

При критическом состоянии исчезает различие между жидким и парообразным состоянием вещества.

Вещество	Химическая формула	Критическая температура в °C	Критическое давление в атмосферах
Вода	H ₂ O	374,15	218,4
Бензол	C ₆ H ₆	288,5	47,7
Сероуглерод	CS ₂	273	76
Этиловый спирт	C ₂ H ₆ O	243	63
Этиловый эфир	C ₄ H ₁₀ O	194	35
Двуокись азота	NO ₂	158	100
Сернистый ангидрид	SO ₂	157	78
Хлор	Cl ₂	144	76
Хлористый метил	CH ₃ Cl	143	66
Аммиак	NH ₃	132	112
Циан (дициан)	(CN) ₂	128	59
Сероводород	H ₂ S	100	89
Хлористый водород	HCl	51,5	82
Закись азота	N ₂ O	36,5	71,7
Углекислый газ	CO ₂	31	73
Этилен	C ₂ H ₄	— 9,7	51
Криптон	Kr	— 62,5	54
Метан	CH ₄	— 83	46
Окись азота	NO	— 94	65
Кислород	O ₂	— 118,8	50
Аргон	Ar	— 122,4	48
Окись углерода	CO	— 139	35
Азот	N ₂	— 147	33,5
Неон	Ne	— 228	26
Водород	H ₂	— 240	12,8
Гелий	He	— 267,9	2,25

176. Теплотворная способность и температура горения некоторых газов и газовых смесей

Название газа или смеси	Химическая формула	Средняя теплотворная способность в ккал на м ³	Теоретическая температура горения в °С
Газы и пары			
Оксид углерода	CO	3034	2 030
Водород	H ₂	2570	1 970
Метан	CH ₄	8562	1 830
Этилен	C ₂ H ₄	1 3939	2 000
Пары бензола	C ₆ H ₆	3 2978	1 950
Газовые смеси			
Природный горючий газ		8 735	1 830
Светильный газ		5 160	1 870
Коксовый газ		4 234	1 835
Водяной газ		2 539	1 850
Двойной водяной газ		3 040	1 825
Газ Монда		1 445	1 450
Генераторный ¹⁾		1 210	1 620
Газ доменных печей		780	1 235

177. Теплотворная способность различных видов топлива

Топливо	Вес 1 м ³ в килограммах	Теплотворная способность в ккал на 1 кг	Одна вес. часть горючего требует весовых частей воздуха
Антрацит донецкий	800—1 000	7 200	5—8
Бензин	700	11 000	
Бурый уголь	800—1 000	3 600—5 400	
Дерево вылежавшееся (27% влаги)	300—500	3 100	4,5
Дерево сильно высушенное		4 400	6,2
Древесный уголь		8 000	
Каменный уголь:			
англ. норкширский	} 800—1 000	6 600	
" кардиф		7 650	
донецкий		5 915—7 640	
кузнецкий		7 395	
подмосковный богхед	900	5 950	
" курный	900—1 000	3 400	
Керосин	800	11 000	
Кокс донецкий металлургич.		6 420	
Нефть	760	10 500	9,9
Нефтяные остатки (мазут)		11 200	
Спирт		7 100	
Торф молодой (моховой)	300	3 100	5
" хороший (боровой)	500	3 500	

¹⁾ Так называются газы, получаемые при сжигании в особых печах твёрдого топлива (каменного угля, дров) с половинным (против требуемого для полного сгорания) количеством кислорода. Если этот кислород берётся из воздуха, то газ называется *генераторным* или *воздушным*, если из перегретого водяного пара, то *водяным*.

178. Теплотворная способность и скорость детонации некоторых взрывчатых веществ

Название ВВ	Теплотворная способность в ккал/кг	Температура взрывчатого разложения в °С	Скорость детонации в м/сек	Объем газов (разн. продуктов взрыва 1 кг ВВ при нормальных физических условиях в л)
Нитроглицерин	1 500	4 250	7 400	715
ТЭН	1 485	—	8 400	—
Гексоген	1 355	—	8 300	—
Порох нитроглицериновый	1 210	2480—3 400 ¹⁾	—	810—860 ¹⁾
Пироксили (сухой)	1 100	3 100	6 300—6 800	765
Порох пироксилиновый	900	2 390	7 000	~ 900
Мелинит (плавленная пикриновая кислота)	770	3 230	7 250	675
Тротил (тринитротолуол)	730	2 800	6 800	690
Гремучая ртуть (сухая)	400	4 450	5 400	315
Тетрил	—	3 370	7 250	710
Тенерес	—	2 730	5 200	440
Азид свинца	—	3 450	5 300	310
Дымный порох (обычный)	—	2 380	Для заряда в прочной оболочке с капсюлем — детонатором до 4800	230

179. Отдача тепла различными источниками освещения

	Отдача тепла в час на 1 свечу:
Стеариновая свеча	80 ккал
Керосиновая лампа:	
с плоской горелкой	60 "
" круглой "	20 "
Электрическая:	
дуговая лампа	0,6 "
лампа накаливания	0,5—0,1 "

180. Сколько калорий даёт пища

Мясо 400 г около	500 ккал
Хлеб 400 г "	840 "
Молоко (бутылка) около	328 "
Картофель 400 г	346 "
Капуста 400 г	100 "
Масло (сало) 400 г	4 000 "

¹⁾ В зависимости от сорта пороха.

181. Примерное количество тепла, которое необходимо вводить вместе с пищей за сутки для поддержания нормального здорового состояния человека при различной деятельности его

Род деятельности человека	Количество тепла в ккал
Лёгкое сидячее занятие (работа ручной швеей, писца, работника умственного труда и т. п.)	2 200—2 400
Лёгкий сидячий физический труд (работа портного, точного механика, наборщика и т. п.)	2 600—2 800
Умеренный физический труд (работа сапожника, переплётчика, почтальона и т. п.)	3 000—3 200
Усиленный физический труд (работа слесаря, столяра и т. п.)	3 400—3 600
Тяжёлый физический труд (работа кузнеца, молотобойца и т. п.)	> 4 000
Тяжёлый и напряжённый физический труд (работа пильщика и т. п.)	> 5 000

182. Примерный тепловой баланс человеческого организма

Приход и расход тепла	ккал	Проценты
Приход тепла		
Введено в организм с пищей	2 700	100
Расход тепла		
Внешняя работа мускулов	51	1,9
Подогрев вдыхаемого и выдыхаемого воздуха . . .	35	1,3
Тепло, удаляемое из организма с водяными парами через лёгкие	413	15,3
Тепло, удаляемое из организма с водяными парами через почки	145	5,4
Теплоотдача тела в окружающую среду теплопроводностью и конвекцией	833	30,8
Теплоотдача тела в окружающую среду лучеиспусканием	1 181	43,7
Тепло, удаляемое из организма с экскрементами . .	42	1,6
Итого . . .	2 700	100

183. Теплопроводность чистых металлов и углерода при 0°C
(коэффициенты теплопроводности)

Металлы	Химический символ	Теплопроводность λ	
		$\frac{\text{ккал}}{\text{м. ч. град}}$	$\frac{\text{кдж}}{\text{м. сек. град}}$
Алюминий	Al	174,588	0,203
Висмут	Bi	7,19854	0,00837
Вольфрам	W	137,606	0,160
Железо	Fe	53,2365	0,0619
Железо (сталь с содержанием 1% C)	—	41,7119	0,0485
Золото	Au	254,572	0,296
Иридий	Ir	50,742	0,059
Кадмий	Cd	80,2419	0,0933
Калий	K	85,144	0,099
Кобальт (спрimesью 0,24% C, 1,4% Fe, 1,1% Ni, 0,14% Si) при 30°C	Co	59,5148	0,0692
Литий	Li	60,203	0,070
Магний	Mg	133,306	0,155
Медь	Cu	333,695	0,388
Молибден	Mo	125,566	0,146
Натрий	Na	116,105	0,135
Никель	Ni	50,3983	0,0586
Олово	Sn	55,5046	0,0657
Палладий	Pd	57,9667	0,0674
Платина	Pt	59,7728	0,0695
Родий	Rh	76,8876	0,0894
Ртуть	Hg	7,18993	0,00836
Свинец	Pb	30,2734	0,0352
Серебро	Ag	360,3568	0,419
Сурьма	Sb	15,9967	0,0186
Таллий	Tl	33,542	0,039
Тантал	Ta	46,7862	0,0544
Теллур (при 45°C)	Te	5,1602	0,006
Углерод (газовая сажа)	C	2,97514	0,00345
Углерод (графит)	C	13,5020	0,0157

184. Теплопроводность чистых жидкостей при 20°C
(коэффициенты теплопроводности)

Жидкости	Химическая формула	Теплопроводность λ	
		$\frac{\text{ккал}}{\text{м. ч. град}}$	$\frac{\text{кдж}}{\text{м. сек. град}}$
Вода	H ₂ O	0,50484	$58,7 \cdot 10^{-5}$
Глицерин	C ₃ H ₅ (OH) ₃	0,24941	$29,0 \cdot 10^{-5}$
Керосин	—	0,12987	$15,1 \cdot 10^{-5}$
Петролейный эфир	—	0,11266	$13,1 \cdot 10^{-5}$
Сероуглерод	CS ₂	0,13847	$16,1 \cdot 10^{-5}$
Спирт метиловый	CH ₃ OH	0,17975	$20,9 \cdot 10^{-5}$
Спирт этиловый	C ₂ H ₅ OH	0,15653	$18,2 \cdot 10^{-5}$
Толуол	C ₆ H ₅ CH ₃	0,13761	$16,0 \cdot 10^{-5}$

185. Теплопроводность газов и паров при 0° С
(коэффициенты теплопроводности)

Вещество	Химическая формула	Теплопроводность λ	
		в $\frac{\text{ккал}}{\text{м. ч. град.}}$	в $\frac{\text{кдж}}{\text{м. сек. град.}}$
Азот	N_2	0,01962	$2,28 \cdot 10^{-5}$
Аммиак	NH_3	0,01721	$2,00 \cdot 10^{-5}$
Аргон	Ar	0,01359	$1,58 \cdot 10^{-5}$
Бензол	C_6H_6	0,00710	$0,825 \cdot 10^{-5}$
Водород	H_2	0,13680	$15,9 \cdot 10^{-5}$
Водяной пар (при 100° С)	H_2O	0,01867	$2,17 \cdot 10^{-5}$
Воздух	—	0,01919	$2,23 \cdot 10^{-5}$
Гелий	He	0,11860	$13,9 \cdot 10^{-5}$
Кислород	O_2	0,02005	$2,33 \cdot 10^{-5}$
Неон	Ne	0,03820	$4,44 \cdot 10^{-5}$
Ртуть (при 203° С)	Hg	0,00664	$0,772 \cdot 10^{-5}$
Спирт этиловый (при 100° С)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	0,01686	$1,96 \cdot 10^{-5}$
Углекислый газ	CO_2	0,01179	$1,37 \cdot 10^{-5}$
Хлор	Cl_2	0,00618	$0,718 \cdot 10^{-5}$
Этиловый эфир	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	0,01041	$1,21 \cdot 10^{-5}$

186. Теплопроводность различных материалов для обычных температур
(коэффициенты теплопроводности)

Материал	Температура °С	Теплопроводность λ	
		в $\frac{\text{ккал}}{\text{м. ч. град}}$	в $\frac{\text{кдж}}{\text{м. сек. град}}$
Асбестовая вата	0	0,0774	$9,10 \cdot 10^{-5}$
Асбестовый картон	50	0,1893	$22 \cdot 10^{-5}$
Асфальтовый состав	20	0,6006	$69,8 \cdot 10^{-5}$
Бетон: доменный шлак 9; цемент 1 (по объёму)	50	0,1901	$22,1 \cdot 10^{-5}$
Бетон: гравий 9, мелкий песок 2; цемент 1; после 6 мес. воздушной сушки	20	0,6582	$76,5 \cdot 10^{-5}$
Бумага промакательная	20	0,0342	$6,3 \cdot 10^{-5}$
Бумага рисовая	40	0,0396	$4,6 \cdot 10^{-5}$
Вата хлопчатобумажная, плотно упакованная	30	0,0361	$4,2 \cdot 10^{-5}$
Гранит	—	1,8929	$220 \cdot 10^{-5}$
Гравий	20	0,3183	$37 \cdot 10^{-5}$
Диатомит (плотность 0,5 г/см³)	0	0,0740	$8,6 \cdot 10^{-5}$
Дуб (⊥ волокну)	15	0,1807	$21 \cdot 10^{-5}$
Дуб (волокну)	20	0,3106	$36,1 \cdot 10^{-5}$
Ель (⊥ волокну)	20	0,1205	$14 \cdot 10^{-5}$
Ель (волокну)	20	0,3011	$35 \cdot 10^{-5}$
Земля сухая	20	0,1187	$13,8 \cdot 10^{-5}$
Земля влажная	20	0,5765	$67,0 \cdot 10^{-5}$
Зола (мягкого дерева)	20	0,0275	$3,2 \cdot 10^{-5}$
Известняк	0	1,634—2,064	$190—240 \cdot 10^{-5}$
Картон из бумажной массы	30	0,0611	$7,1 \cdot 10^{-5}$
Картон прессованный	54	0,2142	$24,9 \cdot 10^{-5}$
Каучук, мягкий, вулканизированный	30	0,1514	$17,6 \cdot 10^{-5}$

Материал	Температура °C	Теплопроводность λ	
		λ в $\frac{\text{кал}}{\text{см} \cdot \text{сек} \cdot \text{град}}$	λ в $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{сек} \cdot \text{град}}$
Хитин сухой, чистый, сухой	30	0,1497	$17,4 \cdot 10^{-5}$
Хитин речной, чистый, сухой	0	0,3293	$38,3 \cdot 10^{-5}$
Хитин жидкий, чистый, сухой	0	0,4403	$51,2 \cdot 10^{-5}$
Хитин жидкий, чистый	20	0,3502	$40,7 \cdot 10^{-5}$
Лёд	0	1,8929	$220 \cdot 10^{-5}$
Пиломатериал (сухой)	20	0,1600	$18,6 \cdot 10^{-5}$
Мел	—	0,7916	$92 \cdot 10^{-5}$
Осадки донные, разные	30	0,0516	$6,0 \cdot 10^{-5}$
Парафин	30	0,1979	$23,0 \cdot 10^{-5}$
Песок речной, чистый, сухой	20	0,2803	$32,6 \cdot 10^{-5}$
Песок речной, чистый с нормальными температурными влажностями (около 6-8%, по весу)	20	0,9722	$113 \cdot 10^{-5}$
Песчаник серый, природный, самонагреваемый	20	1,4369	$167 \cdot 10^{-5}$
Пружина (плотность 0,05 г/см ³)	20	0,0292	$3,4 \cdot 10^{-5}$
Пружина (плотность 0,20 г/см ³)	20	0,0422	$4,9 \cdot 10^{-5}$
Пружина (плотность 0,35 г/см ³)	20	0,0559	$6,5 \cdot 10^{-5}$
Резина твердая, губка жесткая (плотность 0,08 г/см ³)	25	0,0344	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Снег (плотность 0,17—0,50 г/см ³)	0	0,1118	$13 \cdot 10^{-5}$
Слюда, прессованная	20	0,0401	$4,65 \cdot 10^{-5}$
Слюда синтетическая	15	0,5162	$60 \cdot 10^{-5}$
Слюда асбестовая	20	0,6195	$72 \cdot 10^{-5}$
Слюда разные, разные	30	0,0516	$6,0 \cdot 10^{-5}$
Торф сухой (плотность 0,19 г/см ³)	30	0,0447	$5,2 \cdot 10^{-5}$
Торф вусский (плотность 0,84 г/см ³)	20	0,1497	$17,4 \cdot 10^{-5}$
Угль привесный (плотность 0,18 г/см ³)	20	0,0473	$5,5 \cdot 10^{-5}$
Угль пыльный (плотность 0,18 г/см ³)	30	0,0955	$11,1 \cdot 10^{-5}$
Фосфор	90	0,8948	$104 \cdot 10^{-5}$
Фибра вулканизированная	50	0,1807—0,2849	$21—33 \cdot 10^{-5}$
Хитин (плотн) угливающий (плотность 0,06 г/см ³)	0	0,0480	$5,58 \cdot 10^{-5}$
Целлюлоза белый	30	0,1807	$21 \cdot 10^{-5}$
Шелк	—	0,0344	$4,10 \cdot 10^{-5}$
Шерсть (плотность 0,09 г/см ³)	0	0,0320	$3,72 \cdot 10^{-5}$
Шлак доменный (комки зерен размером от 2 до 30 мм)	20	0,1101	$12,8 \cdot 10^{-5}$
Штукатурка	20	0,6797	$79 \cdot 10^{-5}$
Эбонит	0	0,1377	$16,6 \cdot 10^{-5}$

Теплоизоляционные материалы для высоких температур: 1)

Масса из диатомитовой земли с асбестом	25—600	0,0619—0,0826	$7,2—9,6 \cdot 10^{-5}$
Смесь из камня и плаковой шерсти	25—600	0,0774—0,1032	$9,0—12 \cdot 10^{-5}$
Кирпич из диатомитовой земли (натуральной)	25—600	0,0558—0,0929	$6,6—10,8 \cdot 10^{-5}$
Кирпич из диатомитовой земли и глины (обожженной)	25—600	0,1291—0,3097	$15,0—36,9 \cdot 10^{-5}$

1) Дается средний коэффициент теплопроводности для указанного интервала температур.

(излучательная способность)

Способность тела (в отношении температурного излучения) поглощать лучистую энергию тем больше, чем больше его излучательная способность.

Количество тепла Q , получаемое 1 см² поверхности тела в 1 сек. определяется законом Стефана-Больцмана:

$$Q = A \cdot T^4,$$

где A — коэффициент теплопоглощения, являющийся дробью, которая показывает, какая часть лучистой энергии, падающей на поверхность тела, поглощается им, а σ — константа Стефана-Больцмана, равная $5,67 \cdot 10^{-8}$ эрг/см² · сек. градус⁴ или $1,35 \cdot 10^{-12}$ кал/см² · сек. градус⁴.

Коэффициент теплопоглощения (исключая абсолютное черное тело, для которых $A \approx 1$) сам в сильной мере зависит от температуры и обычно быстро возрастает при ее повышении.

В технике для приближенных расчетов часто пользуются некоторыми средними значениями коэффициента теплопоглощения при условии, что температура тела изменяется в сравнительно узком пределе. Так как, согласно интегральному закону Кирхгофа, какое-либо нечистое тело при данной температуре излучает тем большее количество энергии, чем больше его коэффициент теплопоглощения, то поэтому его часто называют также излучательной способностью тела.

Материал поверхности	Характер поверхности	A	Материал поверхности	Характер поверхности	A
Металлы:					
Железо	Блестящая, полированная	0,3	Каменная кладка	Шероховатая	0,9
Железо	Окисленная	0,9	Песок	—	0,75
Сталь	Окисленная	0,8	Штукатурка	Шероховатая	0,8
Чугун	Окисленная	0,6	Мел	—	0,85
Медь	Блестящая, полированная	0,13	Различные материалы:		
Медь	Окисленная	0,5	Сажа	—	0,95
Латунь	Окисленная	0,6	Стекло	Гладкая	0,90
Цинк	Окисленная	0,2	Вода	—	0,82
Свинец	Окисленная	0,6	Лед	—	0,84
Алюминий	Окисленная	0,1	Бумага	Шероховатая	0,80
Никель	Окисленная	0,4	Шерсть, шелк	—	0,76
Строительные материалы:			Хлопчатобумажная ткань	—	0,73
Дерево	Гладкая	0,8			
Камни	Гладкая	0,4—0,7			

VIII. АКУСТИКА

183. Определение основных терминов, применяющихся в акустике (теории колебаний)

Колебание — изменение величины во времени, при котором скорость изменения меняет знак (т. е. которое периодически повторяется).

Колебательная (колеблющаяся) величина — величина, претерпевающая колебания.

Мгновенное значение колебательной величины — значение колебательной величины в какой-либо момент времени.

Колебательная система — система, в которой могут происходить колебания.

Периодическое колебание — колебание, при котором колебательная величина является периодической функцией времени, т. е. все мгновенные значения колебательной величины повторяются через одинаковые промежутки времени в той же последовательности.

Простое (гармоническое) колебание — периодическое колебание, при котором мгновенные значения колебательной величины пропорциональны синусу или косинусу линейной функции времени.

Сложное колебание — колебание, не являющееся простым, т. е. колебание, при котором мгновенное значение колебательной величины не может быть представлено одной периодической величиной, пропорциональной синусу или косинусу линейной функции времени.

Период колебания — наименьший промежуток времени, по прошествии которого все мгновенные значения периодически изменяющейся колебательной величины повторяются в той же последовательности.

Цикл колебаний — совокупность последовательных мгновенных значений периодической колебательной величины за один период.

Частота колебания — число циклов в одну секунду.

Фаза или фазовый угол — угол, определяющий значение колебательной величины, претерпевающей простое колебание в какой-либо момент времени.

Фаза измеряется протекшим от условного момента промежутком времени, отнесённым к периоду колебания и увеличенным в 2π раз.

Начальная фаза — фаза в начальный момент времени.

Разность фаз или сдвиг фаз — разность фазовых углов двух колебательных величин, претерпевающих простые колебания.

Угловая частота — скорость изменения фазы колебательной величины, претерпевающей простое колебание. Угловая частота численно равна числу периодов в 2π секунд.

Амплитуда простого колебания — наибольшее мгновенное значение колебательной величины, претерпевающей простое колебание.

Простая составляющая (простое составляющее колебание) — простое колебание, входящее в состав сложного.

Амплитудный спектр колебания или спектр колебания — совокупность простых составляющих сложного колебания, выраженная через относительные значения их амплитуд.

Фазный спектр колебания — совокупность простых составляющих сложного колебания, выраженная через значения их начальных фаз.

Сплошной спектр или непрерывный спектр — спектр, характеризующийся непрерывной последовательностью простых составляющих.

Линейчатый спектр — спектр, в котором не имеется простых составляющих с бесконечно-близкими частотами.

Основная частота периодического колебания — частота, численно равная общему наибольшему делителю частот простых составляющих, входящих в состав сложного периодического колебания.

Основная частота непериодического колебания — наименьшая частота простой составляющей, входящей в линейчатый спектр непериодического колебания.

Обертон — простая составляющая колебания, частота которой больше основной частоты.

Гармоника — простая составляющая, имеющая частоту, равную целому кратному основной частоты сложного колебания.

Ангармоника — простая составляющая, имеющая частоту, не равную целому кратному основной частоты сложного колебания.

Постоянная составляющая колебательной величины или **среднее значение колебательной величины** — среднее арифметическое от всех мгновенных значений колебательной величины для достаточно большого промежутка времени.

Эффективное значение — среднее квадратичное от всех мгновенных значений колебательной величины, вычисленное для промежутка времени, равного одному периоду.

Пиковое значение, или **пик** — наибольшее положительное или отрицательное мгновенное значение колебательной величины за рассматриваемый промежуток времени.

189. Скорость звука в сухом воздухе при разных температурах и давлении 760 мм Нг

Температура в °С	Скорость в $\frac{м}{сек}$	Температура в °С	Скорость в $\frac{м}{сек}$
—30°	313	10°	338
—20	319	20	344
—10	325	30	349
0	332	100	386

190. Скорость звука в твёрдых и жидких веществах при обыкновенной температуре

Вещество	Скорость звука в $\frac{м}{сек}$	Вещество	Скорость звука в $\frac{м}{сек}$
Алюминий	5 100	Медь	3 560
Вода	1 450	Свинец	1 300
Дубовое дерево . . .	3 400	Сероуглерод	1 160
Еловое	4 000—5 000	Спирт	1 275
Железо, сталь	5 000	Стекло	5 000—6 000
Золото	1 743	Эбонит	1 570
Каучук	30—50	Эфир	1 030
Керосин	1 330		

191. Скорость звука в газах и парах при 0°

Вещество	Скорость звука в $\frac{м}{сек}$	Вещество	Скорость звука в $\frac{м}{сек}$
Азот	333	Пары ртути (330°С) .	187
Аргон	303	„ сероуглерода . . .	195
Водород	1 262	„ спирта	231
Гелий	971	„ эфира	181
Кислород	316	Светильный газ . . .	500
Окись углерода . . .	337	Углекислота	260
Пары воды	400	Хлор	206

192. Савар

Высота звука определяется частотой колебаний. Человеческое ухо воспринимает как звук лишь те колебания, частота которых лежит в области от 10—20 герц до 10 000—20 000 герц. Интервалы высоты звука, или, иначе, частот колебаний, воспринимаются ухом как равные в том случае, когда отношение частот, ограничивающих один интервал, равно отношению частот, ограничивающих другой интервал. За единицу интервала частот принят савар (*sav*), представляющий собой такой интервал, для которого десятичный логарифм отношения ограничивающих его частот равен 0,001 (т. е. интервал равен одному савару, если $\log \frac{\nu_2}{\nu_1} = 0,001$, где ν_1 — нижняя, ν_2 — верхняя ограничивающая его частота; при этом $\frac{\nu_2}{\nu_1} = 1,0023$).

Величина Δ интервала частот в саварах определяется формулой:

$$\Delta = 1\,000 \log \frac{\nu_2}{\nu_1} \text{ сав.}$$

193. Октава и гамма

Октавой называется интервал частот, для которого отношение верхней ограничивающей частоты к нижней ограничивающей частоте равно двум. Октава делится на 1 000 миллиоктав, или 1 200 центов.

Гаммой называется последовательность тонов, из которых первый и последний образуют интервал в одну октаву. Гамму, тоны которой обладают частотами, относящимися друг к другу как последовательные небольшие целые числа, называют чистой, или натуральной гаммой. Гамма, в которой интервал в одну октаву разделен на 12 полутонов с равными интервалами между ними, называют темперированной гаммой. Для этой гаммы интервал между соседними полутонами составляет 100 центов.

194. Единицы интервалов частот

Название и соотношение с другими мерами	Отношение к основной единице
1 савар (<i>sav</i>) = $3,32 \cdot 10^{-3}$ октавы = 3,32 миллиоктавы = 3,98 цента	1
1 октава = 1 000 миллиоктав = 1 200 центов = 301 савару . . .	301
1 миллиоктава = 0,001 октавы = 1,2 цента = 0,301 савара . . .	0,301
1 цент = $8,33 \cdot 10^{-4}$ октавы = 0,833 миллиоктавы = 0,251 савара	0,251

195. Музыкальные интервалы

Название тона	Обозначение	Название интервала по отношению к частоте „до“	Чистый (натуральный) строй			Темперированный строй	
			частота по отношению к частоте „до“	интервал в саварах	интервал в центах	интервал в саварах	интервал в центах
До	C	Тоника	1	0	0	0	0
Ре	D	Секунда	9/8	51,1	204	50,2	200
Ми	E	Терция	5/4	96,9	386	100,4	400
Фа	F	Кварта	4/3	125,0	498	125,5	500
Соль	G	Квинта	3/2	176,1	702	175,6	700
Ля	A	Секста	5/3	221,9	884	225,8	900
Си	H	Септима	15/8	273,0	1 088	276,0	1 100
До	C	Октава	2	301,0	1 200	301,0	1 200

196. Диатоническая мажорная гамма

Названия и обозначения ступеней	Тоника (Прима)	Секунда	Терция	Кварта	Квинта	Секста	Септима	Октава
	C	D	E	F	G	A	H	C
	do (ut)	re	mi	fa	sol	la	si	do (ut)
Относительные числа колебаний	24	27	30	32	36	40	45	48
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{2}{1}$
Интервалы		$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$
Названия интервалов	Большой целый тон: $T = \frac{9}{8}$.							
	Малый целый тон: $t = \frac{10}{9}$.							
	Большой полутон: $H = \frac{16}{15}$.							
	Малый полутон: $h = t:H = \frac{10}{9} : \frac{16}{15} = \frac{25}{24}$.							
	Кома: $T:t = \frac{9}{8} : \frac{10}{9} = \frac{81}{80}$							

197. Темперированный строй

В темперированном строе октава делится на 12 в точности равных интервалов. Относительные числа колебаний получаются, если между примой (=1) и октавой (=2) вставить 11 членов геометрической прогрессии. Постоянный интервал равен $\sqrt[12]{2} = 1,05946$.

Обозначение		Относительное число колебаний	Обозначение		Относительное число колебаний
do	c	1	sol	g	$2^{\frac{7}{12}} = 1,498$
do # или re b	cis	$2^{\frac{1}{12}} = 1,059$	sol # или la b	gis	$2^{\frac{8}{12}} = 1,587$
re	d	$2^{\frac{2}{12}} = 1,122$	la	a	$2^{\frac{9}{12}} = 1,682$
re # или mi b	dis	$2^{\frac{3}{12}} = 1,189$	la # или si b	ais	$2^{\frac{10}{12}} = 1,782$
mi	e	$2^{\frac{4}{12}} = 1,260$	si	h	$2^{\frac{11}{12}} = 1,888$
fa	f	$2^{\frac{5}{12}} = 1,335$	do ₁	c ₁	2
fa # или sol b	fis	$2^{\frac{6}{12}} = 1,414$			

198. Время реверберации для помещений с хорошими акустическими данными

Реверберация — остаточное звучание в закрытом помещении, сохраняющееся после прекращения действия источника звука.

Время, в течение которого энергия звука уменьшается до одной миллионной доли начального значения, называют временем стандартной реверберации или также просто реверберацией; оно служит для характеристики акустики помещений. При большом времени реверберации помещение кажется гулким, при малом — звук принимает мёртвый, безжизненный характер.

Наилучшее время реверберации для какого-либо определённого помещения называется оптимальной реверберацией. Установлено, что в малых помещениях (объёмом до 350 м³) оптимальной является реверберация в 1,06 сек. При дальнейшем увеличении объёма V помещения реверберация растёт пропорционально $\sqrt[3]{V}$.

Реверберация может быть рассчитана при помощи коэффициентов поглощения звука (см. табл. 199).

Помещения	Объём в м³	Число мест	Время реверберации при 512 герц в сек.	
			пустого помещения	заполнен- ного поме- щения
Малый зал Московской консерва- тории	2 550	550	3,46	1,30
Большой зал Московской консер- ватории	17 000	2 150	4,60	2,20
Колонный зал Дома союзов в Москве	12 500	1 600	3,55	1,72
Зал Большого театра в Москве . .	13 800	2 300	2,06	1,55

199. Коэффициент поглощения звука для некоторых материалов при частоте 512 гц

Коэффициентом поглощения звука α называется отношение поглощённой данным материалом звуковой энергии к падающей. Этот коэффициент имеет важное значение для акустических процессов в замкнутых помещениях, где происходит многократное отражение звука от ограничивающих поверхностей (стен, потолка) и для вычисления реверберации T (реверберация — время, в течение которого энергия звука уменьшается до одной миллионной доли начального значения, т. е. на 60 децибелов), по формуле: $T = 0,163 \frac{V}{\sum \alpha S_k}$, где S_k — площади поверхностей с различными α , ограничивающие объём V . Коэффициент поглощения звука зависит от частоты, поэтому в таблице значения α даны для определённой частоты, равной 512 гц, при которой обычно измеряется и реверберация.

Материалы	α	Материалы	α	Материалы	α
Открытое окно	1,00	Известь по де- ревянной об- решётке	0,034	Войлок (толщ. 2,5 см, на рас- стоянии 8 см от стены) . . .	0,78
Оштукатуренная кирпичная сте- на	0,025	Линолеум	0,12	Паркет	0,06
Стекло обычной толщины	0,027	Ковёр	0,20	Бетон	0,015

200. Уровни громкостей различных звуков

Согласно психофизическому закону Вебера-Фехнера, прирост силы ощущения (любого органа чувств) пропорционален логарифму отношения энергий двух сравниваемых раздражений. Поэтому громкость звука (являющаяся чисто субъективным качеством) определяется десятичным логарифмом отношения силы данного звука (I) к силе того же самого звука на пороге слышимости (I_0): $L = K \log \frac{I}{I_0}$.

Величина L называется уровнем громкости звука. Приравнивая коэффициент пропорциональности к единице, уровень громкости звука получаем в белах, а считая $k=10$ — в децибелах.

Минимальный прирост громкости звука, воспринимаемый человеческим ухом, примерно равен 1 децибелу.

Сила звука и эффективное давление, соответствующие приведенным в таблице уровням громкости, вычислены для разнотонных звуков в средней области частот (около 1000 гц) и имеют ориентировочный характер.

Звук	Уровень громкости в децибелах	Сила звука в $\frac{g}{cm^2 \cdot сек.}$	Эффективное давление в барах
Едва слышимый звук	0	$1 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$
Тихий шепот на расстоянии 1,5 м	10	$1 \cdot 10^{-5}$	$2,04 \cdot 10^{-2}$
Тиканье часов	20	$1 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^{-2}$
Шаги по мягкому ковру на расстоянии 3—4 м	30	$1 \cdot 10^{-3}$	$2,04 \cdot 10^{-1}$
Тихий разговор	40	$1 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-1}$
Дребезжание стекла на расстоянии около 1 м	50	$1 \cdot 10^{-1}$	2,04
Речь средней громкости	60	1	6,4
Шум оживленной улицы	70	$1 \cdot 10$	$2,04 \cdot 10$
Крик	80	$1 \cdot 10^2$	$6,4 \cdot 10$
Шум в печатном цехе типографии	90	$1 \cdot 10^3$	$2,04 \cdot 10^2$
Фортиссимо большого оркестра	100	$1 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^2$
Шум мотора самолета на расстоянии 3 м	110	$1 \cdot 10^5$	$2,04 \cdot 10^3$
Ощущение боли	120	$1 \cdot 10^6$	$6,4 \cdot 10^3$

201. Величина звукового давления музыкальных инструментов на расстоянии 5 м

Инструмент	Среднее звуковое давление в барах	Пики звукового давления (ниже этой величины лежит 99% всех пиков)
Рояль	0,35	2,15
Скрипка	0,21	1,7
Труба	0,80	9,4
Контрафорт	0,23	1,25
Контрабас	0,34	2,45
Литавры меццофорте	3,4	35,5
Литавры фортиссимо	4,8	44,0
Большой барабан	1,0	6,65
Тарелки	0,23	1,0

202. Некоторые данные о слуховом аппарате человека

Размеры различных частей уха

Площадь наружного слухового канала	0,33—0,5 см ²
Глубина наружного слухового канала	2,1—2,6 см
Объём наружного слухового канала	1 см ³
Горизонтальный диаметр барабанной перепонки	1 см
Вертикальный диаметр барабанной перепонки	0,85 см
Площадь барабанной перепонки	0,65 см ²
Вес молоточка	23 г
Вес наковальни	25 г
Вес стремени	3 г
Объём внутреннего уха	0,2 см ³
Объём улитки	0,12 см ³
Длина основной мембраны	31 мм
Ширина основной мембраны у основания	0,04 мм
Ширина основной мембраны у вершины	0,5 мм
Площадь отверстия геликотермы	0,25 мм ²
Площадь овального окна	3 мм ²
Площадь круглого окна	2 мм ²

Самые низкие звуки, воспринимаемые ухом, имеют частоту 16—20 гц, самые высокие — около 20 000 гц.

Минимальное значение порога слышимости (или максимальное для чувствительности слуха) соответствует частоте около 2 000 гц и составляет силу звука примерно в $2 \cdot 10^{-9}$ эрг/см² · сек; при частоте 50 гц порог слышимости повышается до $5 \cdot 10^{-3}$ эрг/см² · сек, т. е. чувствительность падает примерно в 2,5 млн. раз, а для частоты в 20 000 гц она уменьшается примерно в 100 млн. раз по сравнению с максимальной.

Порог ощущения давления ухом (или, иначе, порог осязания), появляющегося при усилении звука, для низких частот наступает при давлениях порядка 0,2 г/см², а для высоких — при давлениях порядка 2 г/см².

IX. ОПТИКА

203. Определение основных терминов, применяющихся в оптике

Световой поток (F) — мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению, которое она производит.

Световая энергия (L) — произведение светового потока на время его действия:

$$L = F \cdot t, \text{ или } L = \int F dt,$$

где t — время.

Светимость, или светность (R) — отношение светового потока к площади светящейся поверхности (испускающей, отражающей или пропускающей свет):

$$R = \frac{dF}{dS},$$

где dS — площадь светящейся поверхности.

Освещенность (E) — отношение светового потока к площади освещаемой им поверхности:

$$E = \frac{dF}{dS_1},$$

где dS_1 — площадь освещаемой поверхности.

Количество освещения (H) — произведение освещенности на время ее действия:

$$H = E \cdot t \text{ или } H = \int E dt,$$

где t — время.

Сила света (I) — отношение светового потока к телесному углу, в котором он распространяется:

$$I = \frac{dF}{d\omega},$$

где ω — телесный угол.

Удельная сила света (J) — отношение силы света к площади светящейся поверхности:

$$J = \frac{dI}{dS_2},$$

где dS_2 — площадь светящейся поверхности.

Яркость (B) — отношение силы света в данном направлении к проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к тому же направлению:

$$B = \frac{dI}{dS} \cdot \frac{1}{\cos \alpha},$$

где α — угол между нормалью к светящейся поверхности и направлением силы света (или, что то же, направлением яркости).

Видность (V) — отношение светового потока к соответственной мощности лучистой энергии:

$$V = \frac{F}{P},$$

где P — мощность лучистой энергии.

Видность монохроматического света (V_λ) — отношение монохроматического (однородного) светового потока к соответственной мощности монохроматической лучистой энергии:

$$V_\lambda = \frac{F_\lambda}{P_\lambda} \quad \text{или} \quad V_\lambda = \frac{dF_\lambda}{dP_\lambda}.$$

Монохроматический световой поток и монохроматическая лучистая энергия характеризуется тем, что им присуще излучение единой длины волны.

Относительная видность (K) — отношение видности данного монохроматического света к наибольшей видности монохроматического света в спектре:

$$K = \frac{V_\lambda}{V_{\max}}.$$

Числовые значения относительной видности устанавливаются специальным стандартом.

Коэффициент отражения (ρ) — отношение светового потока, отражаемого телом (или средой, или поверхностью) к световому потоку, падающему на него.

Коэффициент пропускания (τ) — отношения светового потока, проходящего сквозь тело, к световому потоку, падающему на него.

Коэффициент поглощения (α) — отношение светового потока, поглощаемого телом, к световому потоку, падающему на него.

Коэффициент яркости для отражённого или проходящего света (r) — отношение яркости (в данном направлении) отражающей или пропускающей свет поверхности к яркости одинаково с ней освещённой идеально матовой поверхности, имеющей коэффициент отражения, равный единице:

$$r = \frac{B}{B_i} = B \frac{\pi}{E},$$

где B — яркость отражающей или пропускающей свет поверхности, B_i — яркость идеально матовой поверхности (одинаковая во всех направлениях) и E — освещённость поверхности.

204. „Волновое число“

Волновое число — единица частоты, применяемая в спектроскопии (вместо истинной частоты в сек.⁻¹) и представляющая собой то число длин волн для пустоты, которое укладывается на один сантиметр. Таким образом, определённая частота часто называется частотой, выраженной в „см.⁻¹ — единицах“.

205. Различные способы освещения

Название источника света	Сила света в свечах	Расход осветительного материала на 1 свечу в час	Потребляемая мощность на 1 свечу в паттах
Свеча стеариновая,	0,8		
Керосиновые лампы:			
круглая горелка 8" (8-линейная)	6	2,8 г	
" " 12"	13	2,5 "	
" " 16"	23	2,0 "	
Керосино-калильная столовая лампа (с фитилём)	60	1,17 "	
Спирто-калильная лампа с малой го- релкой	40	2,5 г	
Газовая горелка	20	9 л	
Газо-калильная лампа	50—80	1,5 г	
Газо-калильные лампы с давлением:			
среднее давление	220	0,91 "	
высокое "	1 000	0,85 "	
Электрические лампы накаливания:			
с угольной нитью	5—100		4
пустотные (экономические) . . .	10—50		1,4—1,8
газоподные (полуваттные) . . .	50—1 000		0,7—1,6
Дуговые лампы постоянного тока:	(120)		1,38
	(200)		1,10
	(400)		1,08
	(600)		0,92
	(1 000)		0,88
Дуговые лампы переменного тока:	(300)		1,22
	(650)		1,12
	(850)		1,10
Дуговые лампы пламенные:			
постоянного тока	1 400		0,63
переменного	1 400		0,78
Ртутная лампа кварцевая	2 000		0,35

для ламп с шарами

206. Стандартные характеристики для нормальных электрических ламп с вольфрамовой нитью

Напряжение в вольтах	Мощность в ваттах	Световой поток в люменах	Световая отдача (люмен-ватт ⁻¹)
Пустотные лампы 110 и 120	15	108	7,18
	25	217	8,65
	50	447	8,97
Газополные лампы 110 и 120	50	484	9,66
	75	855	11,41
	100	1 256	12,56
	150	2 100	13,96
	200	2 950	14,78
	300	4 710	15,70
	500	8 600	17,20
	750	13 450	17,94
Пустотные лампы 220	1 000	18 500	18,50
	20	139	6,97
	30	236	7,85
Газополные лампы 220	50	433	8,65
	60	472	7,85
	75	670	8,95
	100	1 065	10,05
	150	1 710	11,41
	200	2 510	12,56
	300	4 100	13,65
	500	7 560	15,13
	750	12 250	16,31
	1 000	17 200	17,20

207. Яркость различных источников света

Источник света	Яркость в стильбах
Неоновые трубки для рекламного освещения	0,225
Стеариновая свеча	0,592
Сальная свеча	0,665
Газовая горелка	0,476—1,12
Керосиновая лампа	0,557—1,35
Спиртокалильная лампа	2,22
Газокалильная лампа (обычная)	2,87—5,12
Ацетиленовая лампа	5,4 —8,1
Угольная лампа накаливания (3,87 <i>вт/см</i>)	63,7
Вольфрамовая лампа пустотная (25 <i>вт</i>)	214
Вольфрамовая лампа газонаполненная (100 <i>вт</i>)	722
Вольфрамовая лампа газонаполненная (2 000 <i>вт</i>)	1 630
Кратер дуговой лампы с чистыми углями	13 900
Анод дуговой лампы Бека	112 000
Кратер дуговой лампы Люммера при 7 600°K и 22 <i>ат</i>	255 000
Нормальное синее небо	0,15
Облачное небо	0,08—3,1
Солнце на горизонте	360
Солнце в зените	90 000—135 000

203. Некоторые линии поглощения солнечного спектра
(фраунгоферовы линии)

Число колебаний в биллионах ¹⁾ в секунду	Длина волны в пустоте в миллимикронах	Буквенное обозначение линии	Химический элемент, которому принадлежит линия	Область спектра
111	2 700	Ψ		Ультракрасная область (тепловое действие)
250	1 200	Φ ₁		
334	899	Υ		
353	850	X ₁		
365	823	Z		Красная область
390	770	} α	} Калий	
391	766			
395	759			
417	719	A	Кислород	
437	687	a	Кислород	
449	671	B	Литий	
457	656	C	Водород	
466	643,85		Кадмий	
508	589,6	D ₁	} Натрий	
509	589	D ₂		
510	588	D ₃		
518	579		Гелий	Жёлтая .
550	546		Ртуть	
570	527	E	Железо	Зелёная .
580	517	b	Магний	
617	486	F	Водород	Голубая .
625	479,99		Кадмий	
690	434	f	Водород	Синяя .
697	431	G	Кальций	
731	410	h	Водород	Фиолетовая .
756	397	H	Кальций	
786	382	L	Железо	Ультрафиолетовая область (флуоресценция, фотографическое действие)
892	336	P	"	
1 017	295	U	"	
1 210	243		Углерод	
1 400	214		Кадмий	
1 616	186		Алюминий	

Видимый спектр

Видимый спектр

203. Наиболее сильные линии испускания некоторых химических элементов

Элемент	Длина волны в пустоте в миллимикронах	Элемент	Длина волны в пустоте в миллимикронах	Элемент	Длина волны в пустоте в миллимикронах
Барий . . .	554	Калий . . .	770	Ртуть	546
Водород . .	656	"	767	Рубидий . . .	630
" . . .	486	Кальций . .	559	Стронций . . .	641
" . . .	434	Литий . . .	671	" . . .	548
" . . .	410	Магний . . .	518,4	" . . .	461
Гелий	588	"	517,3	Таллий	535
Кадмий . . .	644	"	516,8	Цезий	459
"	509	Натрий . . .	589,6	"	456
"	480	"	589,0		

*) 1 биллион равен миллиону миллионов.

210. Спектральные линии водорода

Название серии	Длина волны в ангстремах	Номер орбиты, на которую переходит электрон при излучении или с которой уходит при возбуждении	Номер орбиты, с которой электрон соскакивает при излучении или на которую переходит при возбуждении	Частота (наблюдения)
Пфунда	$7,40 \cdot 10^3$	5	6	1 350
Брэкетта	$4,05 \cdot 10^4$	4	5	2 470
	$2,63 \cdot 10^4$	4	6	3 810
Пашена	18 751,05	3	4	5 332,96
	12 818,11	3	5	7 801,46
	10 938	3	6	9 142,44
	10 049,8	3	7	9 950,45
	9 546,2	3	8	10 475,37
Бальмера	6 564,65 (H_α)	2	3	15 233,08
	4 862,71 (H_β)	2	4	20 546,65
	4 341,71 (H_γ)	2	5	23 032,41
	4 102,91 (H_δ)	2	6	24 372,93
	3 971,20 (H_ϵ)	2	7	25 181,13
	3 799,00	2	10	26 322,72
	3 712,70	2	15	26 934,51
	граница	2	∞	27 419,42 (вычисл.)
Лаймана	1 216	1	2	82 236
	1 026	1	3	97 465
	977	1	4	102 880
	граница	1	∞	109 678 (вычисл.)

211. Коэффициенты или показатели преломления некоторых веществ

Коэффициентом, или показателем, преломления (n) называется отношение синуса угла падения луча к синусу угла преломления при переходе лучей из некоторой выбранной среды (воздуха) в данную среду. Коэффициент преломления — величина постоянная для колебаний определенного периода. Коэффициент преломления равен также отношению скорости распространения колебаний в выбранной среде (в воздухе) к скорости распространения колебаний в данной среде.

Так как коэффициент преломления зависит от рода лучей, то для его определения на практике обычно пользуются желтой линией D натрия или линиями H_α , H_β и H_γ водорода.

Вещество	Формула	Длина волны в μ	n
I. Газы¹⁾			
Воздух	—	D-линия	1,0002919
Гелий	He	0,334	1,00354
Водород	H ₂	0,334	1,01461
Кислород	O ₂	0,439	1,02755
Озон	O ₃	0,480	1,0533
Азот	N ₂	0,439	1,03025
Аргон	Ar	0,436	1,02851
Неон	Ne	0,480	1,0067
Хлор	Cl ₂	0,480	1,0792
Бром	Br ₂	0,480	1,1185
Иод	I ₂	0,546	1,216
Оксид углерода	CO	0,480	0,0339
Углекислота	CO ₂	0,480	1,0453
Цианистый водород	HCN	0,589	1,0438
Циан (дициан)	(CN) ₂	0,589	1,0822
Водяной пар	H ₂ O	0,480	1,0255
Аммиак	NH ₃	0,480	1,0383
Ацетилен	C ₂ H ₂	0,436	1,0619
Этилен	C ₂ H ₄	0,436	1,0743
Этан	C ₂ H ₆	0,436	1,0782
Бензол	C ₆ H ₆	0,589	1,1700
II. Жидкости²⁾			
Вещество	Формула	Температура в °C	n_D
Вода	H ₂ O	20	1,333
Перекись водорода	H ₂ O ₂	20	1,406
Водород	H ₂	—253	1,112
Аммиак	NH ₃	16,5	1,325
Азот	N ₂	—195	1,197
Оксид азота	NO	—90	1,330
Кислород	O ₂	—181	1,221
Углекислота	CO ₂	15,5	1,192

¹⁾ Относительно вакуума.

²⁾ Относительно воздуха.

Вещество	Формула	Температура в °C	n_D
Азотная кислота (99,94%)	HNO_3	16,4	1,397
Серная кислота (+2% H_2O)	H_2SO_4	23	1,429
Хлористый водород	HCl	10,5	1,254
Бромистый водород	HBr	10	1,325
Иодистый водород	HI	12	1,466
Трёххлористый фосфор	PCl_3	14	1,516
Четырёххлористое олово	SnCl_4	20	1,512
Пятихлористая сурьма	SbCl_5	14	1,601
Бром	Br_2	15	1,659
Хлор	Cl_2	14	1,367
Сера	S	110	1,929
Метиловый спирт	CH_3OH	20	1,3290
Этиловый спирт	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	20	1,36175
Пропиловый спирт	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	20	1,38543
Этиловый эфир	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	20	1,3538
Ацетон	$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	20	1,35931
Хлороформ	CHCl_3	20	1,4472
Иодистый метилен	CH_2I_2	21	1,74129
Бензол	C_6H_6	20	1,50144
Анилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	20	1,58629
Нитробензол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	20	1,55319
Толуол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	16,4	1,49782
Гексан	C_6H_{14}	20	1,37536
Циклогексан	C_6H_{12}	16,6	1,42806
Нафталин	C_{10}H_8	96,6	1,58269
Четырёххлористый углерод	CCl_4	20	1,46072
Сероуглерод	CS_2	15,7	1,63105
III. Кристаллы			
Каменная соль	NaCl		1,54432
Сильвин	KCl		1,49036
Кварц	SiO_2		1,54424
Алмаз	C		2,4173
Плавиковый шпат	CaF_2		1,433830
Лёд (-4°C)	H_2O		1,3083

212. Коэффициенты преломления для лучей различной длины волны

Фраунгоферова линия	A	B	D	F	H
Длина волны в милли-микронах	759	687	589	485	397
Вода	1,329	1,331	1,333	1,337	1,344
Сероуглерод	1,610	1,617	1,629	1,654	1,702
Спирт	1,359	1,360	1,363	1,367	1,374
Стекло (лёгкий кроц)	1,510	1,512	1,515	1,521	1,531

213. Предельный угол полного внутреннего отражения для различных веществ на границе с воздухом

Вещество	Предельный угол
Алмаз	24°
Вода	49°
Сероуглерод	33°
Спирт	47°
Стекло различных сортов	30—42°
Эфир	47°

214. Коэффициенты отражения, пропускания и поглощения света для различных материалов

Название материала	Коэффициент отражения		Коэффициент пропускания в %	Коэффициент поглощения в %
	зеркального в %	диффузного в %		
Хрустальное гладкое стекло	8—10	—	80—85	5—10
Хрустальное матовое стекло	4—5	5—12	70—87	5—15
Белое стекло негустое („опаловое“)	3—4	10—20	55—75	10—15
Белое стекло густое („молочное“)	4—5	40—70	10—45	10—20
Ориентированное стекло	—	7—24	57—90	3—21
Цветные крашенные стекла	—	60—69	1—10	22—34
Целлулоид бесцветный, прозрачный	—	8	79	13
Целлулоид бесцветный, мутный	—	55	17	28
Пергамент бесцветный	—	48	42	10
Шёлк белый	—	28—38	61—71	1
Шёлк цветной	—	5—24	13—54	27—80
Белая фарфоровая эмаль	4—5	60—70	—	25—35
Матовый алюминий	—	62	—	38
Алюминиевая краска	—	60—65	—	35—40
Гипс	—	90—95	—	5—10
Оксид магния (матовый)	—	98—99	—	1—2
Ватманская бумага матовая	—	80—85	—	15—20
Ватманская бумага гляцевая	4—5	75—80	—	15—20

215. Некоторые данные по физиологической оптике

Объём глазного яблока (в среднем) 6,5 см³

Размеры глазного яблока (в среднем):

поперечный диаметр 24,5 мм

передне-задний диаметр 24 мм

вертикальный диаметр 23,5 мм

Толщина оболочек глазного яблока:

склера от 0,4 до 1,0 мм

роговица » 0,3 » 1,0 мм

сосудистая » 0,2 » 0,5 мм

сетчатка » 0,1 » 0,4 мм

Число сетчатых элементов:

палочек около 130 000 000,
колбочек » 7 000 000.

Внутриглазное давление нормального глаза, т. е. давление, оказываемое содержимым глазного яблока на его оболочки, лежит в пределах 20—30 мм столба Hg.

Сферическая аберрация глаза: разница в преломлении параксимальных лучей и лучей, падающих на края оптической зоны роговицы (соответствующая отверстию диаметром в 4 мм), составляет примерно 4 диоптрии.

Хроматическая аберрация глаза: точных зависимостей не установлено. В общем величина аберрации для синих и красных лучей колеблется от 0,8 до 2,4 диоптрий (по Ширду); при аккомодации глаза на бесконечность в диаметре зрачка в 4 мм фокус для фиолетовых лучей с длиной волны 430 мμ лежит на 0,434 мм впереди фокуса для красных лучей с длиной волны 656 мμ (по Гельмгольцу).

216. Оптические константы точного схематического глаза
(среднее из большого числа измерений)

	Без аккомодации	При максимальной аккомодации
Показатели преломления		
Роговица	1,376	1,376
Воднистая влага и стекловидное тело	1,336	1,336
Хрусталик	1,386	1,386
Расстояние от вершины роговицы в мм		
Передняя поверхность роговицы	0	0
Задняя поверхность роговицы	0,5	0,5
Передняя поверхность хрусталика	3,6	3,2
Задняя поверхность хрусталика	7,2	7,2
Радиусы кривизны в мм		
Передняя поверхность роговицы	7,7	7,7
Задняя поверхность роговицы	6,8	6,8
Передняя поверхность хрусталика	10,0	5,33
Задняя поверхность хрусталика	— 6,0	— 5,33
Преломляющая сила в диоптриях		
Передняя поверхность роговицы	48,83	48,83
Задняя поверхность роговицы	— 5,88	— 5,88
Передняя поверхность хрусталика	5,0	9,375
Ядро хрусталика	5,985	14,94
Задняя поверхность хрусталика	8,33	9,375
Полной системы глаза	58,64	70,57
Фокусные расстояния в мм		
Переднее для роговицы	—23,227	—23,227
Заднее для роговицы	31,031	31,031
Переднее для хрусталика	50,6	39,1
Заднее для хрусталика	—50,6	—39,1
Переднее для полной системы глаза	—17,055	—14,169
Заднее для полной системы глаза	22,785	18,930

217. „Редуцированный“ глаз

„Редуцированный“ глаз — упрощённая оптическая система, довольно точно воспроизводящая оптические условия в естественном глазе и представляющая собой одну преломляющую поверхность (роговицу), разделяющую две среды: воздух и стекловидное тело. В таблице даны константы „редуцированного“ глаза.

Константы	Численные значения
Показатель преломления стекловидного тела	1,40
Радиус кривизны роговицы (в мм)	6,8
Радиус кривизны поверхности сетчатки (в мм)	10,2
Преломляющая сила (в диоптриях)	58,82
Длина глаза (в мм)	23,4

X. УЧЕНИЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ И ЭЛЕКТРОХИМИИ

218. Гальванические элементы

Э л е м е н т	В. д. с. в вольтах
Даниеля. Цинк в растворе серной кислоты (5—10% кислоты), медь в насыщенном растворе медного купороса; пористый сосуд	1,1
Бунзена. Цинк в растворе серной кислоты, уголь в крепкой азотной кислоте; пористый сосуд	1,8
Мейдингера. Цинк в растворе сернокислого магния ($MgSO_4$), медь в насыщенном растворе медного купороса	1
Крюгера. Цинк в растворе цинкового купороса, покрытая медью свинцовая пластинка в насыщенном растворе медного купороса	1
Хромовый. Цинк и уголь в водном растворе хромпика $K_2Cr_2O_7$ и серной кислоты (примерно 100 частей воды, 16 частей хромпика, 37 частей серной кислоты)	2
Лекланше. Цинк и уголь с перекисью марганца в растворе нашатыря (хлористого аммония)	1,5
Яблочкова. Сложенные пластинки из угля и металлического натрия; действовал под влиянием влаги воздуха ¹⁾	4
Свинцовый аккумулятор. Свинец и перекись свинца в растворе серной кислоты	2
Аккумулятор Эдисона. Порошкообразное железо и перекись никеля в 21-процентном растворе едкого калия KOH	1,3

219. Данные накальных и анодных аккумуляторных батарей

На з в а н и е	Типы батарей	Рабочее нап. яв- ние (в)	Емкость (а·ч)	Предельный разрядный ток (а)
Кислотные аккумуляторы {	РН—60	2	60	6
	2-РН—40	4	40	4
	2-РН—80	4	80	8
Щелочные аккумуляторы {	НКН—45	1,25	45	5,63
	4-НКН—45	5,0	45	5,63
	4-НКН—60	5,0	60	7,50
Кислотные анодные бата- реи {	45-РА —1,5	90	1,5	0,15
	20-РА —3,0	40	3,0	0,30
	40-РА —3,0	80	3,0	0,30
Щелочные анодные бата- реи {	32-АКН—2	40	2,25	0,28
	48-АКН—2	60	2,25	0,28
	64-АКН—2	80	2,25	0,28

¹⁾ Кроме того, Яблочковым были предложены и другие элементы, например: элемент из чугунного горшка с разбавленной селитрой ($NaNO_3$) и опущенной в нее угольной палочкой; уголь играл роль отрицательного полюса, а положительным являлся чугун.

220. Данные о переносных аккумуляторах разных назначений

Тип аккумулятора	Рабочее напряжение (в)	Емкость при десятичасовом разряде (а-ч)	Максимальный разрядный ток (а)	Назначение аккумулятора
„Акоммет“	2	40	0,04	Для сигнальных устройств
Ца-II	2	27	2,7	Когда требуется прерывный
6-Ца-III	12	40	4,0	разряд слабыми токами
Ф-II	2	7,5 (при 20-час. разряде)	0,55	Домашняя сигнализация и все случаи непрерывного плавного разряда
ПО-22-I-Л	2	12,5	4	Для лабораторий и теле-
ПО-22-II-Л	2	25	8	графных линий при необходи-
ПО-22-III-Л	2	37,5	12	мости разряда достаточно
ПО-22-IV-Л	2	50	16	сильным током
ГО-50-III	2	108	10,8	Для электрического освеще-
ГО-50-X	2	360	36	ния поездов
39-ГО-39-II	78	63	21	Для электротележек

221. Зависимость электродвижущей силы свинцового аккумулятора от концентрации серной кислоты (при обычной температуре)

Серная кислота H_2SO_4	Удельный вес	1,553	1,420	1,266	1,153	1,035
	Процент содержания	64,5	52,15	35,26	21,40	5,16
Электродвижущая сила (в вольтах)		2,355	2,252	2,103	2,008	1,887

При повышении температуры на $1^\circ C$ электродвижущая сила обычного свинцового аккумулятора с концентрацией кислоты в 20% увеличивается на 0,00029 в.

222. Электрическое сопротивление металлов, сплавов, силита и углей (при температуре 18° С)

М а т е р и а л	Сопротивле- ние ρ (в омах) проволоки длиной в 1 м и сечением в 1 мм ²	Длина (в мет- рах) проволоки сечением в 1 кв. мм, имеющей со- противление в 1 ом $\left(\frac{1}{\rho}\right)$
М е т а л л ы На электрическое сопротивление металлов сильно влияют даже незначи- тельные примеси, а также и способ обработки металлов. При повышении температуры сопротивление металлов возрастает от $\frac{1}{300}$ до $\frac{1}{200}$ на градус. Чтобы получить удельное сопротив- ление материалов в омах-сантиметрах, из ко значения ρ, приведённые в таб- лице, умножить на 10^{-4}. При умножении числовых дан- ных $\frac{1}{\rho}$, указанных в таблице, на 10^4 получаем удельную проводимость ма- териалов в ом⁻¹. см⁻¹.	(Алюминий . . . 0,027 Висмут . . . 1,18 Вольфрам . . . 0,053 Железо . . . 0,099 Золото . . . 0,022 Магний . . . 0,043 Медь . . . 0,0168 Никель . . . 0,073 Олово . . . 0,113 Осмий . . . 0,095 Платина . . . 0,105 Ртуть . . . 0,954 Свинец . . . 0,207 Серебро . . . 0,0158 Сурьма . . . 0,398 Цинк . . . 0,0595	37 0,84 18,8 10 45,4 23,2 60 13,7 8,8 10,5 9,5 1,05 4,8 63,3 2,5 17
С л а в ы Латунь (66% меди + 34% цинка) Манганин (85% меди + 3% никеля + 12% мар- ганца) Константан (58,8% меди + 40% никеля + 1,2% марганца) Нейзильбер (65% меди + 20% цинка + 15% ни- келя) при 20° С Никелин (сплавы, аналогичные нейзильберу) при 20° С Нихром (один из вариантов 67,5% никеля + 15% хрома + 16% железа + 1,5% марганца) при 20° С Силит¹⁾	0,063 0,39 0,47 0,31 0,42 1,05	15,8 2,57 2,1 3,2 2,4 0,95
У г л и Металлизированные* угольные нити ламп нака- ливания (прессованные и сплавленные по- рошки) Обыкновенные угольные нити ламп накаливания и угли дуговых фонарей	от 1 000 до 2 000 3 40	— 0,33 0,02

¹⁾ Силит получается сплавлением (в атмосфере азота) карбида кремния, свободного кремния и угля с глиной. Величина сопротивления его определяется в основном количеством глины. Из силита изготавливаются стержни диаметром 0,5—3 см.

223. Основные данные сплавов высокого сопротивления

Наименование и марка сплава	Примерный химический состав в %	Удельное сопротивление при 20° С, Ом·мм ² /м	Температурный коэффициент (на 1° С)	Максимальная рабочая температура, °С	Временное сопротивление разрыву, кгс/мм ²	Удельный вес
Манганин Мн-85-3-12 Константан К-60-40	Ni-3; Mn-12; Cu-65 Ni-10; Mn-1,2; Cu-58,8	0,33—0,40 0,44—0,50	0,000008 0,000003—0,000004	100 ¹⁾ 500	55 Мягкий 40—60 твёрдый > 65	8,14 8,90
Никелин Резотан Нейзильбер Нх-65-15-20 Нхром Нх-67,5-15-16-1,5 Нихромовая лента завода им. С. Орджоникидзе	Ni-26; Zn-20; Cu-54,5 Ni-25; Zn-18; Fe-5; Cu-52,5 Ni-15; Zn-20; Cu-65 Ni-67,5; Mn-1,5; Fe-16; Cr-15 Ni + Co-69-71; Cr-14-16; Fe-14-17; Mn-1-1,8	0,395—0,45 0,45—0,525 0,287—0,350 ²⁾ 1,00—1,10 1,00—1,19	0,000015—0,000020 0,0004—0,00045 0,00003—0,00004 0,00015—0,00025 0,00024—0,00028 (от 20 до 800° С)	150 ⁴⁾ 150 ⁴⁾ 150 ⁴⁾ 1000 1000	— — — — —	8,90 8,60 8,50 8,20 —
Сплав марки Х20Н60 Сплав марки Х15Н60 Сплав марки Х13Ю5 Сплав марки Х25Ю5	Высоколегированная сталь с особыми свойствами . . .	1,10—1,20 1,0—1,15 1,10—1,25 1,25—1,45	— — — —	1100 1000 850 1150	— — — —	— — — —

¹⁾ Мanganin склонен к окислению.

²⁾ Один из вариантов. По существу никелин тождествен с нейзильбером.

³⁾ Резотан, не содержащий железа, имеет состав: Cu 84%, Zn 4%, Mn 12%.

⁴⁾ Никелин, резотан, нейзильбер не выносят длительного нагревания (примодны только для пусковых, а не для регулировочных резисторов).

⁵⁾ Нейзильбер под влиянием нагревания электрическим током медленно, но непрерывно теряет свой омическое сопротивление.

224. Сопротивление и вес медной и нейзильберовой проволоки разных диаметров.

Диаметр проволоки в миллиметрах	Медная проволока с удельным сопротивле- нием 0,017		Нейзильберовая проволока ¹⁾
	Число омов в 100 м	Вес 100 м в кило- граммах	Число омов в 100 м
4	0,135	11,23	2,4
3,75	0,154	9,87	2,7
3,5	0,177	8,60	3,1
3,25	0,205	7,42	3,6
3	0,240	6,32	4,2
2,75	0,286	5,31	5,0
2,5	0,346	4,39	6,1
2,25	0,428	3,55	7,6
2	0,541	2,81	9,5
1,75	0,707	2,15	12,5
1,5	0,96	1,58	17
1,4	1,10	1,33	19
1,3	1,28	1,19	23
1,2	1,50	1,01	26
1,1	1,79	0,850	32
1	2,16	0,702	38
0,9	2,67	0,569	47
0,8	3,38	0,449	60
0,7	4,42	0,344	78
0,6	6,01	0,253	106
0,5	8,66	0,176	153
0,45	10,7	0,142	189
0,4	13,5	0,112	238
0,35	17,7	0,086	312
0,3	24,0	0,063	424
0,25	34,6	0,044	611
0,2	54,1	0,028	955
0,15	96	0,016	1694
0,1	216	0,007	3812
0,09	267	0,0057	4712
0,08	338	0,0045	5965

¹⁾ Сопротивления даны для сплава, состоящего из 60 частей меди, 25 частей цинка, 15 частей никеля. Вес нейзильберовой проволоки на 4—5% меньше веса медной проволоки тех же размеров.

Сечение в мм ²	Медь с удельным сопротивлением 0,0178				Алюминий				Железо			
	Число и диаметр отводящих прово- дов в мм	Напряженность дугастр всего провода в мм	Сопротивление 100 м провода в омах	Вес 100 м про- вода в кг	Число и диаметр отводящих прово- дов в мм	Напряженность дугастр всего провода в мм	Сопротивление 100 м провода в омах	Вес 100 м про- вода в кг	Число и диаметр отводящих прово- дов в мм	Напряженность дугастр всего провода в мм	Сопротивление 100 м провода в омах	Вес 100 м про- вода в кг
1	—	1,23	1,780	0,90	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	—	1,38	1,188	1,35	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	—	1,78	0,712	2,25	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	2,26	0,445	3,60	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	2,76	0,296	5,40	—	2,76	0,508	1,6	—	—	—	5,0
10	—	3,5	0,178	8,90	—	3,5	0,305	2,7	—	—	—	8,0
16	—	4,5	0,112	14,3	—	4,5	0,191	4,3	—	—	—	13,0
16	7 × 1,7	5,2	0,112	15,0	7 × 1,7	5,2	0,191	4,6	19 × 1,1	5,5	0,815	15,0
25	—	5,65	0,0715	22,3	—	5,65	0,122	6,8	—	5,7	—	20,5
25	7 × 2,1	6,5	0,0715	23,4	7 × 2,1	6,5	0,122	7,1	19 × 1,3	6,5	0,600	21,0
35	7 × 2,5	7,7	0,0510	32,8	7 × 2,5	7,7	0,0874	10,0	19 × 1,6	8,0	0,425	32,0
50	14 × 2,1	9,2	0,0356	46,8	14 × 2,1	9,2	0,0610	14,3	19 × 1,8	9,0	0,335	40,0
70	19 × 2,1	10,9	0,0255	65,5	19 × 2,1	10,9	0,0437	20,0	37 × 1,6	11,2	0,230	62,5
95	19 × 2,5	12,7	0,0188	88,9	19 × 2,5	12,7	0,0322	27,1	37 × 1,8	12,6	0,190	78,5
120	19 × 2,8	14,2	0,0149	112,3	19 × 2,8	14,2	0,0255	34,2	49 × 1,8	16,2	0,145	107,0
150	30 × 2,5	15,9	0,0119	140,4	30 × 2,5	15,9	0,0203	42,8	49 × 2,0	18,0	0,125	132,0

226. Сопротивление и вес реостатных материалов (проволоки)
(миллиметровые размеры)

Материалы				Константан	Реотан	Никелин
Температурный коэффициент				0,000005	0,000011	0,0001
Диаметр в мм	Попереч. сечение в мм ²	Количество метров в 1 кг	Вес 100 м в кг	Сопротивление 1 м в омах		
0,10	0,008	14 700	0,0068	61,00	60,00	51,00
0,15	0,018	6 579	0,0152	21,11	26,00	22,00
0,20	0,031	3 704	0,0270	15,74	15,00	13,00
0,25	0,049	2 370	0,0422	9,95	9,50	8,00
0,30	0,071	1 645	0,0607	6,87	6,70	5,60
0,35	0,095	1 206	0,0827	5,08	4,90	4,10
0,40	0,126	925	0,1080	3,87	3,70	3,20
0,45	0,159	732	0,1357	3,07	2,90	2,50
0,50	0,196	583	0,1688	2,49	2,40	2,00
0,55	0,238	489	0,2043	2,05	1,99	1,68
0,60	0,283	411	0,2431	1,72	1,67	1,41
0,65	0,332	350	0,2853	1,47	1,42	1,20
0,70	0,385	300	0,3309	1,27	1,23	1,04
0,75	0,442	263	0,3799	1,10	1,07	0,90
0,80	0,503	231	0,4322	0,97	0,94	0,79
0,85	0,568	204	0,4880	0,86	0,83	0,70
0,90	0,636	182	0,5471	0,77	0,74	0,63
0,95	0,709	164	0,6095	0,69	0,66	0,56
1,00	0,785	148	0,6754	0,62	0,60	0,51
1,10	0,950	122	0,8157	0,51	0,50	0,42
1,20	1,131	100	1,1000	0,43	0,42	0,35
1,30	1,328	85	1,1800	0,37	0,35	0,30
1,40	1,539	73,50	1,3795	0,32	0,31	0,26
1,50	1,767	64	1,5197	0,29	0,27	0,23
1,60	2,009	56,25	1,7805	0,24	0,235	0,199
1,70	2,270	49,50	2,0000	0,21	0,208	0,176
1,80	2,545	44	2,2745	0,192	0,186	0,157
1,90	2,835	39,75	2,5070	0,172	0,167	0,141
2,00	3,141	36	2,7018	0,155	0,150	0,127
2,10	3,464	31,10	3,2145	0,144	0,137	0,115
2,20	3,801	29,40	3,3575	0,131	0,124	0,105
2,30	4,155	27,40	3,6465	0,120	0,114	0,096
2,40	4,524	25	3,9865	0,110	0,105	0,088
2,50	4,909	23,70	4,2221	0,099	0,096	0,081
2,60	5,309	21	4,6430	0,094	0,089	0,075
2,70	5,725	19,80	5,0100	0,087	0,082	0,070
2,80	6,158	18,45	5,4200	0,081	0,077	0,065
2,90	6,605	17,20	5,8100	0,075	0,072	0,061
3,00	7,069	15,75	6,4316	0,069	0,067	0,057

227. Наибольшая допустимая сила тока для проводов воздушной проводки

В таблице даны приближённые значения наибольшей допустимой силы тока для неподвижных проводов воздушной проводки, находящейся в обычных условиях охлаждения (т. е. при температуре окружающего воздуха, не превышающей 30°C). Размер сечения провода для данной силы тока может в этом случае определяться не столько допустимым в смысле нагрева провода током, сколько допустимым падением напряжения (равным IR сети). Наибольшие допустимые токи в проводах воздушной проводки соответствуют падению напряжения от 0,5 в (для толстых проводов) до 3,0 в (для тонких проводов) на каждые 10 м двойной проводки или на 20 м одиночного провода. Плотности тока при этом колеблются от $1,5 \text{ а/мм}^2$ сечения для толстых проводов до 15 а/мм^2 для самого тонкого комнатного шнура.

Сечение провода в мм²	Наибольшая допустимая сила тока в а			Сечение провода в мм²	Наибольшая допустимая сила тока в а		
	Изолиро- ванный провод	Голый провод			Изолиро- ванный провод	Голый провод	
		в закры- том по- мещении	на откры- том воз- духе			в закры- том по- мещении	на от- крытом воздухе
0,75	9	—	—	10	43	50	86
1,0	11	—	—	16	75	66	118
1,5	14	—	—	25	100	86	162
2,5	20	—	—	35	125	105	206
4	25	30	46	50	160	131	266
6	31	38	60	70	200	162	340

228. Наивысшая допускаемая нагрузка током изолированных проводов (для расчётов на нагревание) и потребности для них предохранители

Сечение в мм^2	Медь		Алюминий		Железо	
	наивыс- ший ток в амперах	должно по- ставить предохрани- тель на амп.	наивыс- ший ток в амперах	должно по- ставить предохрани- тель на амп.	наивыс- ший ток в амперах	должно по- ставить предохрани- тель на амп.
1	11	6	8	6	—	—
1,5	14	10	11	6	—	—
2,5	20	15	16	10	—	—
4	25	20	20	15	8	6
6	31	25	24	20	10	6
10	43	35	34	25	12	10
16	75	60	60	35	17	15
25	100	80	80	60	30	25
35	125	100	100	80	—	—
50	160	125	125	100	—	—
70	200	160	155	125	—	—
95	240	200	190	160	—	—
120	280	225	220	200	—	—
150	325	260	255	225	—	—

Примечание. Голые провода сечением до 50 мм^2 рассчитываются по этой же таблице.

229. Плавящие токи (токи, вызывающие расплавление) для разного рода проводов

Плавящий ток I в амперах провода длиной не менее 5—10 см (в зависимости от диаметра) определяется по формулам, установленным опытным путём:

для тонких проволоочек диаметром от 0,02 до 0,2 мм

$$I = \frac{d - 0,005}{K},$$

для более толстых проводников

$$I = a \cdot d^{3/2},$$

где d — диаметр проволоки в мм, а K и a — коэффициенты, зависящие от материала проводника.

Материал проволоки	K	a
Серебро	0,031	—
Медь	0,034	80,0
Латунь	0,050	—
Платина	0,053	40,4
Никелин	0,06	40,8
Константан	0,07	—
Железо	0,127	24,6
Алюминий	—	59,2
Нейзильбер	—	41,0
Платиноид	—	37,0
Олово	—	12,8
Свинец	—	10,8
Сплав 2 частей свинца и 1 части олова	—	10,0

Диаметр в мм проволоки, плавящейся при заданной силе тока (в амперах) находится по формулам: для тонкой проволоки $d = KI + 0,005$, для более толстой $d = bI^{2/3}$, где b — коэффициент, зависящий от материала проволоки.

Материал	b	Материал	b
Медь	0,0538	Железо	0,118
Алюминий	0,0658	Олово	0,183
Никелин	0,0842	Свинец	0,205
Платина	0,085		

230. Диаметры различных проводов, соответствующие наивысшей допускаемой для них силе тока

Ток плавления в а	Диаметр провода в мм, соответствующий току плавления						
	Медь	Алюминий	Платина	Никелин	Железо	Олово	Свинец
1	0,053	0,066	0,084	0,084	0,118	0,183	0,210
2	0,086	0,104	0,135	0,135	0,189	0,285	0,325
3	0,112	0,137	0,178	0,177	0,245	0,380	0,425
5	0,157	0,193	0,25	0,25	0,345	0,53	0,60
7	0,203	0,250	0,32	0,32	0,45	0,66	0,78
10	0,250	0,305	0,39	0,39	0,55	0,85	0,95
15	0,32	0,40	0,52	0,52	0,72	1,02	1,25
20	0,39	0,485	0,62	0,62	0,87	1,35	1,52
25	0,46	0,56	0,73	0,73	1,0	1,56	1,75
30	0,52	0,64	0,82	0,81	1,15	1,77	1,98
35	0,58	0,7	0,91	0,91	1,26	1,95	2,20
40	0,63	0,77	0,99	0,99	1,38	2,14	2,44
45	0,68	0,83	1,08	1,08	1,50	2,3	2,65
50	0,73	0,89	1,15	1,15	1,60	2,45	2,78
60	0,82	1,00	1,3	1,3	1,80	2,80	3,15
70	0,91	1,1	1,44	1,43	2,0	3,10	3,5
80	1,0	1,22	1,58	1,57	2,2	3,4	3,8
90	1,08	1,32	1,70	1,69	2,38	3,65	4,1
100	1,15	1,42	1,83	1,82	2,55	3,9	4,4
120	1,31	1,60	2,07	2,05	2,85	4,45	5,0
160	1,59	1,94	2,3	2,28	3,2	4,9	5,5
180	1,72	2,10	2,7	2,69	3,7	5,8	6,5
200	1,84	2,25	2,9	2,89	4,05	6,2	7,0
225	1,99	2,45	3,16	3,15	4,4	6,75	7,6
250	2,14	2,60	3,37	3,35	4,7	7,25	8,1
275	2,2	2,8	3,60	3,55	5,0	7,7	8,7
300	2,4	2,95	3,8	3,78	5,3	8,2	9,2

231. Рабочая температура и сила тока, применяемые для нагревательной проволоки из манганина, нейзильбера, никелина и нихрома

Рабочая температура для никелина и реотана не более 300—400° С, для нихрома 980° С.

Плотность тока для нагревательных проволок небольших диаметров в открытых нагревательных приборах может доходить до 50 а/мм²; в закрытых приборах плотность тока для этих проволок колеблется в пределах 6—12 а/мм².

В таблице дана сила тока в а, применяемая для нагрева проволоки в приборах, имеющих сравнительно быструю теплоотдачу.

Диаметр проволоки в мм	Манганин (нагрев до 350° С)	Нейзильбер	Никелин
0,2	—	2,3	1,6
0,5	1,8	2,9	4,9
0,75	2,8	9,8	8,3
1,0	4,0	14	11
1,5	7,0	24	18
2,0	9,5	34	27
2,5	—	45	36
3,0	—	59	45

**Нихромовая проволока, намотанная на марковартовую
(или подобную ей) трубу**

Диаметр в мм	Нагрев до						
	200° С	400° С	600° С	700° С	800° С	900° С	1 000° С
1,0	2,8	4,8	7,4	9,0	10,7	12,5	14,0
0,9	2,3	4,1	6,2	7,5	9,0	10,7	12,0
0,8	1,9	3,5	5,2	6,3	7,1	8,8	10,0
0,7	1,6	2,9	4,2	5,1	6,0	7,1	8,3
0,6	1,2	2,3	3,4	4,1	4,8	5,7	6,6
0,5	0,9	1,75	2,6	3,2	3,7	4,3	5,2
0,4	0,7	1,25	1,9	2,3	2,7	3,1	3,7
0,3	0,47	0,8	1,2	1,6	1,8	2,0	2,5
0,2	0,30	0,5	0,8	0,95	1,1	1,3	1,5
0,1	0,14	0,25	0,4	0,45	0,6	0,7	0,8

**232. Удельное сопротивление огнеупорных материалов при высоких
температурах**

Температура в °С	Удельное сопротивление в ом-см		
	Магнетитовый кирпич	Диагеновый кирпич	Огнеупорная глазга
700	—	—	21 000
800	—	—	17 000
900	—	—	13 000
1 000	—	—	9 000
1 100	—	—	6 000
1 200	—	—	4 400
1 300	6 200	9 700	1 300
1 400	420	2 400	690
1 500	55	710	280
1 550	30	22	60
1 565	25	18	—

233. Электрическое сопротивление изоляторов (при температуре 22°)¹⁾

Вещество	Сопротивление 1 см ² в омах	Вещество	Сопротивление 1 см ² в омах
Шифер	1·10 ⁸	Обыкновенное стекло .	5·10 ¹³
Слоновая кость	2·10 ⁸	Фарфор неглазиранный	3·10 ¹⁴
Красная фибра	5·10 ⁹	Миканит	1·10 ¹⁵
Мрамор	от 1·10 ⁹ до 100·10 ⁹	Слюда	от 4·10 ¹³ до 2·10 ¹⁷
Целлулоид	2·10 ¹⁰	Сургуч	8·10 ¹⁵
Кленовое дерево, парафинированное	3·10 ¹⁰	Шеллак	1·10 ¹⁶
Тополовое дерево, парафинированное	5·10 ¹¹	Парафин	1·10 ¹⁶
Воск	от 2·10 ¹⁰ до 2·10 ¹⁵	Канифоль	5·10 ¹⁶
Галалит	от 2·10 ¹⁰ до 4·10 ¹⁵	Сера	1·10 ¹⁷
		Эбонит	1·10 ¹⁸
		Церезин (искусственный воск)	> 5·10 ¹⁸
		Кварцевое стекло . . .	> 5·10 ¹⁸

234. Электрическое сопротивление водных растворов при 18°²⁾

В таблице указаны (в омах) сопротивления 1 см² различных растворов

Процентное содержание безводной соли или кислоты в растворе	Натанатрий NH ₄ Cl	Хлористый натрий NaCl	Цинковый купорос ZnSO ₄	Медный купорос CuSO ₄	Едкое кали KOH	Едкий натр NaOH	Серная кислота H ₂ SO ₄
5	10,9	14,9	52,4	52,9	5,8	5,1	4,8
10	5,6	8,3	31,2	31,3	3,2	3,2	2,6
15	3,9	6,1	24,1	23,8	2,4	2,9	1,8
20	3,0	5,1	21,3	—	2,0	3,0	1,5
25	2,5	4,7	20,8	—	1,9	3,7	1,4
30	—	—	22,7	—	1,8	4,8	1,35
35	—	—	—	—	2,0	6,4	1,4
40	—	—	—	—	2,2	8,3	1,5

¹⁾ Сопротивление многих изоляторов быстро падает с температурой; при повышении температуры с 20° до 30° оно может уменьшиться в 1½—3 раза.

²⁾ При повышении температуры на 1° проводимость раствора увеличивается примерно на 2%.

235. Удельное сопротивление ρ (в ом-см при 0 и 18° С) и атомное¹⁾ сопротивление R_A (в омах при 18° С) металлов

Металл	Химическая формула	$\rho \cdot 10^6$ при 0° С	$\rho \cdot 10^6$ при 18° С	$R_A \cdot 10^8$ при 18° С
Литий	Li	8,5	9,1	3,60
Натрий	Na	4,3	4,6	1,49
Калий	K	6,1	6,9	1,71
Рубидий	Rb	11,6	12,6	3,03
Цезий	Cs	18,2	20,8	4,40
Бериллий	Be	5,5	6,3	3,25
Магний	Mg	3,2	4,3	1,34
Кальций	Ca	4,0	4,5	1,37
Стронций	Sr	30,3	32,4	9,38
Барий	Ba	57,5	—	17,1
Алюминий	Al	2,53	2,72	1,17
Лантан	La	57,6	59,8	20,3
Церий	Ce	72,6	74,0	—
Прозеодим	Pr	63,5	66,8	—
Титан	Ti	82,0	89,0	40,3
Цирконий	Zr	41,0	45,0	17,0
Гафний	Hf	29,6	32,0	12,3
Тантал	Ta	13,8	14,7	16,2
Хром	Cr	2,6	—	—
Молибден	Mo	4,38	4,72	2,08
Вольфрам	W	4,89	5,32	2,52
Железо	Fe	8,9	9,9	4,65
Рутений	Ru	11,6	14,5	5,74
Осмий	Os	8,9	9,45	4,37
Кобальт	Co	6,2	6,8	3,30
Родий	Rh	4,65	5,0	2,29
Иридий	Ir	4,85	5,3	2,36
Никель	Ni	6,6	7,35	3,51
Палладий	Pd	10,2	10,75	4,86
Платина	Pt	9,8	10,5	4,69
Медь	Cu	1,56	1,68	0,81
Серебро	Ag	1,47	1,58	0,68
Золото	Au	2,06	2,21	0,95
Цинк	Zn	5,5	5,95	2,64
Кадмий	Cd	6,7	7,25	2,86
Ртуть	Hg	93,7	95,4	—
Галлий	Ga	40,8	43,9	17,9
Индий	In	8,35	9,1	3,33
Таллий	Tl	15,9	17,5	6,17
Олово	Sn	10,4	11,3	4,10
Свинец	Pb	19,5	20,7	7,42
Мышьяк	As	35,2	37,6	14,9
Сурьма	Sb	36,3	39,8	13,8
Висмут	Bi	109,0	118,0	39,3

¹⁾ Атомное сопротивление — сопротивление куба данного вещества с массой, равной 1 грамму.

236. Удельная электропроводность металлов при 18° С

Металл	Удельная электропроводность ($\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$)	Металл	Удельная электропроводность ($\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$)
Алюминий	$37 \cdot 10^4$	Олово . .	$8,8 \cdot 10^4$
Железо .	$10 \cdot 10^4$	Платина .	$9,5 \cdot 10^4$
Золото .	$45,4 \cdot 10^4$	Ртуть . .	$1,05 \cdot 10^4$
Кадмий .	$13,8 \cdot 10^4$	Свинец .	$4,80 \cdot 10^4$
Медь . .	$60 \cdot 10^4$	Серебро .	$63,3 \cdot 10^4$
Никель .	$13,7 \cdot 10^4$	Цинк . .	$17 \cdot 10^4$

237. Удельная электропроводность воды различной степени чистоты при 18° С

В о д а	Удельная электропроводность ($\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$)
Абсолютно чистая	$0,04 \cdot 10^{-6}$
Весьма чистая	$0,6 \cdot 10^{-6}$
Чистая	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Дистиллированная	$20,0 \cdot 10^{-6}$

238. Удельная электропроводность льда при различных температурах

Температура в °С	0	-4	-10	-19
Удельная электропроводность льда ($\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$)	$280 \cdot 10^{-10}$	$23 \cdot 10^{-10}$	$11 \cdot 10^{-10}$	$2,6 \cdot 10^{-10}$

**239. Удельная электропроводность растворов электролитов
при 18° С**

В таблице указана (в $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, умноженных на 10^4) электропроводность 1 см^3 растворов различной концентрации.

Процентное содержание безводного электро- лита	Хлористый калий KCl	Хлористый натрий NaCl	Нашатырь NH_4Cl	Едкий натр NaOH	Серная кислота H_2SO_4	Соляная кислота HCl (при 15° С)
5	690	672	918	1 969	2 085	3 948
10	1 359	1 211	1 776	3 124	3 915	6 302
15	2 020	1 642	2 586	—	5 435	—
20	2 677	1 957	3 365	3 270	6 527	7 615
30	—	—	—	2 022	7 388	6 620
40	—	—	—	1 164	6 800	5 152
50	—	—	—	—	5 405	—
70	—	—	—	—	2 157	—
90	—	—	—	—	1 075	—
99,4	—	—	—	—	85	—

**240. Удельная электропроводность некоторых неметаллических
веществ**

Вещества	Химическая формула	Температура в °С	Удельная электро- проводность в $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
Бром	Br_2	17,2	$13 \cdot 10^{-14}$
Хлор	Cl_2	-70	$< 1 \cdot 10^{-16}$
Иод	I_2	110	$13 \cdot 10^{-11}$
Сера	S	115	$1 \cdot 10^{-12}$
Сернистый ангидрид	SO_2	35	$15 \cdot 10^{-8}$
Серный	SO_3	—	Ничтожно малая
Серная кислота	H_2SO_4	25	$1 \cdot 10^{-2}$
Аммиак	NH_3	-79	$13 \cdot 10^{-8}$

**241. Удельная электропроводность некоторых технических
жидкостей при обычной температуре**

Вещество	Удельная электро- проводность в $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	Вещество	Удельная электро- проводность в $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
Бензин	$< 1 \cdot 10^{-12}$	Нефть	$3 \cdot 10^{-13}$
Керосин	$< 17 \cdot 10^{-12}$	Скипидар	$2 \cdot 10^{-13}$
Лигроин	$59 \cdot 10^{-12}$	Вазелин (вазелино- вое масло)	$8 \cdot 10^{-17}$
Парафиновое масло	$7 \cdot 10^{-17}$		

242. Диэлектрическая проницаемость некоторых элементов и химических соединений

Диэлектрическая проницаемость среды (ϵ) показывает, во сколько раз уменьшается взаимодействие между двумя электрическими зарядами (или изолированными телами) при перемещении их из пустоты в какую-либо диэлектрическую среду. Эта величина является коэффициентом в формуле закона Кулона: $F = \frac{e_1 \cdot e_2}{\epsilon \cdot r^2}$, где F — сила взаимодействия электрических зарядов e_1 и e_2 , расположенных друг от друга на расстоянии r . Для пустоты ϵ считается равной 1.

Численная величина ϵ определяется электрическими свойствами (полярностью и поляризуемостью) молекул вещества и числом их в единице объёма диэлектрика.

Условные обозначения. г. — газ, ж. — жидкость, т. — твёрдое тело. Бензол, этиловый эфир, анилин, ацетон и нитробензол применяются в качестве эталонных жидкостей при калибровке установок для измерения диэлектрической проницаемости.

Название	Химическая формула	Состояние	Температура в °C	ϵ
Воздух	—	г.	0	1,000585
Азот	N	ж.	—185	2,23
"	"	г.	0	1,00058
Аргон	Ar	г.	0	1,00056
Бром	Br	г.	180	1,0128
"	"	ж.	23	3,2
Водород	H	г.	0	1,00026
"	"	ж.	—253	1,22
"	"	т.	—259,9	1,21
Гелий	He	г.	0	1,000074
"	"	ж.	—270,8	1,058
Кислород	O	г.	0	1,00051
"	"	ж.	—182	1,465
Ртуть	Hg	г.	400	1,00074
Сера	S	т.	16	4,2
Селен	Se	т.	20	6,13
Углерод (алмаз)	C	т.	—	5,5—16,5
Фосфор (жёлтый)	P	т.	20	4,1
Хлор	Cl	ж.	0	1,9
Аммиак	NH ₃	г.	0	1,00837
"	"	ж.	14	16,2
"	"	т.	—90	4,01
Вода	H ₂ O	г.	140—150	1,00785

Название	Химическая формула	Состояние	Температура в °C	ϵ
Вода	H_2O	ж.	16,3	81,5
" " " " " " "	"	т.	-5	2,8
Сероводород	H_2S	г.	0	1,004
" " " " " " "	"	ж.	10	5,75
Углекислота	C_2O	г.	0	1,00098
" " " " " " "	"	ж.	0	1,585
Оксись углерода	CO	г.	0	0,0007
Хлористый водород	HCl	г.	0	0,0046
" " " " " " "	"	ж.	-90	8,85
Серниая кислота	H_2SO_4	ж.	20	> 84
" " " " " " "	"	т.	-180	3,8
Хлористый натрий (поваренная соль)	$NaCl$	т.	—	6,2
Бензол	C_6H_6	ж.	20	2,283
Глицерин	$C_3H_5(OH)_3$	ж.	20	45,8
Метилловый спирт	CH_3OH	г.	100	1,0057
" " " " " " "	"	ж.	20	33,7
Муравьиная кислота	$CHCOOH$	ж.	16	58,5
" " " " " " "	"	т.	2	19,08
Уксусная кислота	CH_3COOH	ж.	20	6,4
" " " " " " "	"	т.	2	4,1
Этиловый спирт	C_2H_5OH	г.	100	1,0065
" " " " " " "	"	ж.	20	25,7
" " " " " " "	"	т.	-172	3,12
Этиловый эфир	$(C_2H_5)_2O$	г.	100	1,0049
" " " " " " "	"	ж.	20	4,335

243. Диэлектрическая проницаемость ϵ различных материалов

Вещество	ϵ	Вещество	ϵ
Бумага	2,5	Стекло оптическое	До 10
Гранит	От 7 до 9	Парафин	2
Гуттаперча	4,4	Песок сухой	2,5
Каучук	От 2 до 3	" влажный ($15\% H_2O$)	Около 9
Керосин	2,1	Почва сухая	1,9
Мрамор	8,3	Почва влажная ($19\% H_2O$)	Около 8
Дерево	От 2 до 8	Шеллак	От 3 до 4
Скипидар	2,2	Фарфор	6
Слюда	От 6 до 8	Эбонит	4,3
Стекло обыкновенное	От 5 до 7	Янтарь	2,8

244. Некоторые электрические свойства технических изоляционных материалов (при 18—25°C)

Диэлектрической крепостью называется наименьшая напряжённость электрического поля внутри вещества, при которой происходит электрический пробой диэлектрика.

Материал	Удельное сопротивление		Диэлектрическая проницаемость ϵ		Диэлектрическая крепость	
	объёмное в Ом·см	поверхностное в Омх	частота в цикл/сек	ϵ	толщина в мм	$kB, мм^{-1}$
Асбестовая бумага	$2 \cdot 10^5$	—	—	—	1,0	4
Асфальт	—	—	—	2,7	2,0—3,0	1—2
Галалит	$1 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^{10}$	—	—	—	6—8,5
Древесина твёрдая, просушенная . .	10^{10} — $4000 \cdot 10^{10}$	—	90—650	3,0	25	0,4—0,6
Кашифоль	$5 \cdot 10^{16}$	$7 \cdot 10^{14}$	—	2,5	—	—
Клей парафинированный	$3 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^{11}$	—	4,1	15	4,5
Лакированный батист (кембрик) жёлтый	—	—	—	3,5—5,5	0,1—0,4	60—45
Мрамор	10^9 — $100 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^9$	$\left\{ \begin{array}{l} 60 \\ 90-650 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 8,3 \\ 9,5-11,5 \end{array} \right.$	25	2—4
Мыльный камень	$6 \cdot 10^9$	—	—	—	25	1,0
Озокерит	$5 \cdot 10^{14}$	—	—	2,2	0,6	45
Парафин	10^{16} — $500 \cdot 10^{16}$	$1 \cdot 10^{16}$	—	1,9—2,3	—	15—50
Парафинированная бумага	—	—	—	—	—	40—60
Прессованный картон	$1 \cdot 10^9$	—	—	—	0,2—3,0	12—5
То же, покрытый лаком	—	—	—	2,9	0,5—3,0	15—10
То же, проваренный в минеральном масле	—	—	—	4,5	0,5—3,0	30—20
Пчелиный воск	$5 \cdot 10^{14}$ — $20 \cdot 10^{14}$	$8 \cdot 10^{14}$	—	1,85	—	10
Слоновая кость	$2 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^9$	—	—	—	—
Слюда	10^{15} — $200 \cdot 10^{15}$	1 — $3000 \cdot 10^{10}$	—	4,5—7,5	$\left\{ \begin{array}{l} 0,05 \\ 0,3 \\ 0,6 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 80-200 \\ 40-120 \\ 25-75 \end{array} \right.$
Слюдяные полотна и бумага (миланит)	—	—	—	—	0,1—0,3	40—15
Фибра вулканизированная	5 — $20 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{10}$	90—650	5,0—7,5	$\left\{ \begin{array}{l} 1,0 \\ 3,0 \\ 6,0 \\ 12,0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 8-18 \\ 5-12 \\ 4-9 \\ 3-6 \end{array} \right.$
Целлюлоза	$1 \cdot 10^9$	—	—	3,9—7,5	—	—
Черепица	$5 \cdot 10^{16}$	$8 \cdot 10^{16}$	—	—	—	—
Шеллак	$1 \cdot 10^{16}$	$7 \cdot 10^{15}$	—	2,7—3,7	—	—
Эмаль	$1 \cdot 10^{14}$	—	—	—	0,02	20—25

245. Пробивная разность потенциалов¹⁾ статически наэлектризованных проводников

В таблице содержатся значения разности потенциалов (в киловольтах) между двумя проводниками, необходимой для того, чтобы между этими проводниками проскочила искра. Предполагается, что проводники окружены воздухом обыкновенной температуры и давления.

Расстояние между проводниками в мм	Пробивная разность потенциалов между		
	шариками диаметром в 1 см в киловольтах	шариками диаметром в 5 см в киловольтах	плоскими пластинками в киловольтах
1	5		4,5
2	8,7		8,0
3	12,0		11,3
4	15,0		14,4
5	17,9		17,4
6	20,6		20,3
7	23,2		23,2
8	25,5		26,1
9	27,6		28,9
10	29,3		31,7
20		32,4	59,6
30		59,3	87,0
40		80,7	114
50		97,7	140
100		111	266
		150	

246. Пробивное напряжение для различных газов

В таблице содержатся значения напряжения электрического поля между плоскими электродами, удалёнными друг от друга на значительное расстояние, при которых между ними происходит прокок искры. Когда расстояние между электродами велико, пробивное напряжение от него не зависит; при малых расстояниях отсутствие пропорциональности объясняется искажающим действием электродов.

Пробивное напряжение воздуха даётся как среднее из ряда наблюдений. Для других газов величина пробивного напряжения определяется обычно в единицах воздушного пробивного напряжения.

Газ	Химическая формула	Пробивное напряжение в киловольтах на сантиметр	Пробивное напряжение в единицах воздушного пробивного напряжения
Азот	N ₂	27,0	1,05
Аммиак	NH ₃	34,4	1,34
Бром	Br ₂	50,8	1,98
Водород	H ₂	13,9	0,54
Воздух	—	25,7	1,00
Кислород	O ₂	23,1	0,90
Метан	CH ₄	20,8	0,81
Сероуглерод	CS ₂	87,0	3,39
Углекислый газ	CO ₂	22,6	0,88
Хлор	Cl ₂	45,7	1,78
Этилен	C ₂ H ₄	27,8	1,08

¹⁾ Искровая разность потенциалов, разряжающее напряжение.

247. Электрические и световые данные для различных ламп

Виды ламп	Напряжение 110—170 в			Напряжение 220 в		
	Мощность в ваттах	Сила света в свечах	Расход энер- гии (ватт на свечу)	Мощность в ваттах	Сила света в свечах	Расход энер- гии (ватт на свечу)
Пустотные (экономич- еские)	15	8,6	1,75	20	11,1	1,8
	25	17,3	1,45	30	18,8	1,6
	50	35,7	1,4	50	34,5	1,45
Газополные (полуватт- ные)	50	38,5	1,30	60	37,5	1,60
	75	68	1,10	75	53,5	1,40
	100	100	1,00	100	80	1,25
	150	167	0,90	150	136	1,10
	200	235	0,85	200	200	1,00
	300	375	0,80	300	326	0,92
	500	685	0,73	500	602	0,83
	750	1 070	0,70	750	975	0,77
	1 000	1 470	0,68	1 000	1 370	0,73

248. Электрохимические эквиваленты

Электрохимическими эквивалентами называются весовые количества простых веществ, выделяемые при электролизе одним и тем же количеством электричества, обычно 1 кулоном или иногда 1 ампер-часом. 96501,2 кулона, т. е. 1 фарадей, отлагает на электродах во время электролиза вещества в количествах, равных 1 грамм-эквиваленту (грамм-эквивалент — для простого вещества грамм-атом или для сложного грамм-молекула, деленные на валентность данного иона).

Анионы	Число грам- мов в 1 грам- эквиваленте	1 кулон вы- деляет или грамм-ов	1 ампер-час выделяет грамм-ов	Катионы	Число грам- мов в 1 грам- эквиваленте	1 кулон вы- деляет или грамм-ов	1 ампер-час выделяет грамм-ов
Br ⁻	79,9	0,8282	2,982	Ag ⁺	107,9	1,11800	4,025
Cl ⁻	35,5	0,3675	1,323	Al ⁺⁺⁺	9,0	0,09317	0,3354
(ClO ₃) ⁻	30,0	0,3108	1,119	Au ⁺⁺⁺	65,7	0,681	2,451
I ⁻	126,9	1,315026	4,735	Ba ⁺⁺	68,7	0,712	2,562
(NO ₃) ⁻	62,0	0,642	2,312	Ca ⁺⁺	20,1	0,2077	0,748
O ⁼⁼	8,0	0,0829	0,2983	Cu ⁺	63,6	0,659	2,372
(OH) ⁻	17,0	0,1762	0,634	Cu ⁺⁺	31,8	0,3294	1,186
(SO ₄) ⁼⁼	48,0	0,4975	1,791	Fe ⁺	27,9	0,2895	1,042
				Fe ⁺⁺⁺	18,6	0,1930	0,695
				H ⁺	1,008	0,01044	0,03759
				Hg ⁺	200,6	2,072	7,46
				K ⁺	39,1	0,4052	1,460
				Mg ⁺⁺	12,2	0,1260	0,4537
				Mn ⁺⁺	27,5	0,2846	1,025
				Na ⁺	23,0	0,2383	0,858
				(NH ₄) ⁺	18,0	0,1869	0,673
				Pb ⁺⁺	103,6	1,074	3,865
				Zn ⁺⁺	32,7	0,3383	1,220

1 кулон разлагает 0,0933 мг воды и выделяет 0,174 см³ гремучего газа при 0° и 760 мм.

1 ампер-час разлагает 336 мг воды и выделяет 626 см³ гремучего газа при 0° и 760 мм.

249. Значения электродвижущей силы элементов Вестона при температуре 20° С и допустимые погрешности ¹⁾

Наименование	Допустимые пределы значения э.д.с. в абсолютных вольтах		Допустимые погрешности определения значения в абсолютных вольтах	Допустимое уменьшение э.д.с. за 1 год в абсолютных микровольтах
	от	до		
Международный нормальный элемент I класса . . .	1,01855	1,01875	$10 \cdot 10^{-6}$	50
Международный нормальный элемент II класса . . .	1,0185	1,0187	$100 \cdot 10^{-6}$	100
Кадмиевый элемент Вестона ненасыщенного типа . . .	1,0187	1,0196	$100 \cdot 10^{-6}$	300

250. Нормальные потенциалы (ряд напряжения)

В таблице даны потенциалы (в вольтах) полуэлементов, состоящих из металла, погруженного в раствор, который содержит 1 грамм-эквивалент ионов того же металла в 1 л. Нормальные потенциалы измерены при комнатной температуре относительно нормального водородного электрода, потенциал которого считается равным нулю.

Металл	Ионы	Нормальные потенциалы	Металл	Ионы	Нормальные потенциалы
Литий	Li ⁺	— 3,02	Водород	H ⁺	+ 0,000
Калий	K ⁺	— 2,92	Олово	Sn ⁺⁺⁺⁺	+ 0,05
Барий	Ba ⁺⁺	— 2,96	Сурьма	Sb ⁺⁺⁺	+ 0,2
Натрий	Na ⁺	— 2,71	Висмут	Bi ⁺⁺⁺	+ 0,28
Стронций	Sr ⁺⁺	— 2,95	Мышьяк	As ⁺⁺⁺	+ 0,3
Кальций	Ca ⁺⁺	— 2,8	Медь	Cu ⁺⁺	+ 0,345
Магний	Mg ⁺⁺	— 2,35	Кобальт	Co ⁺⁺⁺	+ 0,4
Алюминий	Al ⁺⁺⁺	— 1,28	Медь	Cu ⁺	+ 0,522
Марганец	Mn ⁺⁺	— 1,1	Таллий	Tl ⁺⁺⁺	+ 0,72
Цинк	Zn ⁺⁺	— 0,76	Ртуть	Hg ₂ ⁺⁺	+ 0,793
Хром	Cr ⁺⁺	— 0,557	Серебро	Ag ⁺	+ 0,808
Хром	Cr ⁺⁺⁺	— 0,509	Палладий	Pd ⁺⁺	+ 0,82
Железо	Fe ⁺⁺	— 0,44	Ртуть	Hg ⁺	+ 0,86
Кадмий	Cd ⁺⁺	— 0,4	Золото	Au ⁺⁺⁺	+ 1,38
Таллий	Tl ⁺	— 0,336	Золото	Au ⁺	+ 1,5
Кобальт	Co ⁺⁺	— 0,255	Сера	S ⁰	— 0,55
Никель	Ni ⁺⁺	— 0,250	Иод твердый	I ⁺	+ 0,58
Свинец	Pb ⁺⁺	— 0,130	Бром жидкий	Br ⁺	+ 1,08
Олово	Sn ⁺⁺	— 0,14	Хлор газ	Cl ⁺	+ 1,36
Железо	Fe ⁺⁺⁺	— 0,04	Фтор газ	F ⁺	+ 1,9

¹⁾ Взамен ГОСТ 1951—43 г. соответственно положению об электрических и магнитных единицах 1948 г.

251. Абсолютные скорости и подвижности ионов при 18° С

Абсолютная скорость определённых ионов выражается скоростью их перемещения в растворителе (электролите) под действием электрического поля с падением потенциала в 1 вольт на 1 см. Подвижности ионов — величины, пропорциональные их скоростям и представляющие собой произведение последних на фарадей (96501,2 кулона).

Δ — температурный коэффициент подвижности ионов в % на 1°

Ион	Абсолютная скорость в $\frac{\text{см}}{\text{сек}}$	Подвижность	Δ в % на 1°	Ион	Абсолютная скорость в $\frac{\text{см}}{\text{сек}}$	Подвижность	Δ в % на 1°
H ⁺	0,003242	313	1,54	$\frac{1}{2}$ Be ⁺⁺	—	28,0	—
Li ⁺	0,000344	33,1	2,65	$\frac{1}{2}$ Mg ⁺⁺	—	45,5	2,56
Na ⁺	0,000456	43,3	2,44	$\frac{1}{2}$ Zn ⁺⁺	0,000484	46,7	2,54
K ⁺	0,000665	64,5	2,17	$\frac{1}{2}$ Cu ⁺⁺	—	46,0	—
Rb ⁺	0,000684	66,0	2,14	$\frac{1}{2}$ Cd ⁺⁺	0,000476	45,9	2,45
Cs ⁺	0,000698	67,4	2,12	$\frac{1}{2}$ Ca ⁺⁺	0,000534	51,6	2,47
Ag ⁺	0,000559	54,0	2,29	$\frac{1}{2}$ Sr ⁺⁺	0,000559	54,0	2,47
Tl ⁺	—	66,0	2,15	$\frac{1}{2}$ Ba ⁺⁺	0,000569	55,0	2,39
(NH ₄) ⁺	—	64,0	2,22	$\frac{1}{2}$ Pb ⁺⁺	—	61,0	2,40
F ⁺	0,000483	46,6	2,33	$\frac{1}{2}$ Ra ⁺⁺	—	58,0	2,39
Cl ⁺	0,000676	65,3	2,16	$\frac{1}{2}$ (CrO ₄) ⁺⁺	—	72,0	—
Br ⁺	0,000697	67,3	2,15	$\frac{1}{2}$ (SO ₄) ⁺⁺	0,000704	67,9	2,27
I ⁺	0,000635	66,1	2,16	$\frac{1}{2}$ (CO ₃) ⁺⁺	—	60	—
(SCN) ⁺	—	56,6	2,21	$\frac{1}{3}$ Cr ⁺⁺⁺	—	45	—
(ClO ₃) ⁺	—	55,0	2,15	$\frac{1}{3}$ Al ⁺⁺⁺	—	40	—
(JO ₃) ⁺	0,000351	33,9	2,34	$\frac{1}{4}$ Th ⁺⁺⁺⁺	—	23,5	—
(CH ₃ COO) ⁺	—	35	2,38	$\frac{1}{4}$ (FeCy ₄) ⁺⁺⁺⁺	—	95,0	—
(NO ₃) ⁺	0,000638	61,6	2,05				
(OH) ⁺	0,001802	174	1,80				

252. Термо-электродвижущие силы наиболее употребительных термопар металлов и сплавов при комнатной температуре

Термопара	Термо-электродвижущая сила в 10^{-6} в на 1°	Термопара	Термо-электродвижущая сила в 10^{-6} в на 1°
Платина—платина +100/0 родия	6,4	Константан—хромни . .	56
Константан—высоко-сортовая сталь	40	Висмут—железо	92
Константан—медь	41	Висмут—сурьма	100
Константан—марганец . .	41	95% Bi + 5% Sn и 97% Bi + 3% Sb	120
Константан—хромоникель	53	Теллур—никель	330—520
		Теллур—платина	До 500
		Теллур—висмут	500—550

253. Удельная магнитная восприимчивость металлов (на 1 г) при 18° C

Магнитная восприимчивость есть избыток магнитной проницаемости вещества по сравнению с магнитной проницаемостью вакуума (принятой за 1). Удельная магнитная восприимчивость (χ) связана с объёмной магнитной восприимчивостью (χ_v) и удельным намагничиванием (σ) следующими соотношениями: $\chi = \frac{\sigma}{D}$ и $\chi = \frac{\sigma}{H}$, где D —плотность, а H —напряжённость внутреннего магнитного поля. Для парамагнитных и ферромагнитных тел χ (а также χ_v и σ) положительна, т. е. их магнитная проницаемость больше единицы, для диамагнитных тел χ —отрицательна и их магнитная проницаемость меньше единицы.

Металл	Химическая формула	$\chi \cdot 10^6$	Металл	Химическая формула	$\chi \cdot 10^6$
Литий	Li	+0,5	Рутений	Ru	+0,43
Бериллий	Be	+1,0	Родий	Rh	+1,08
Натрий	Na	+0,6	Палладий	Pd	+5,24
Магний	Mg	+0,55	Серебро	Ag	+0,20
Алюминий	Al	+0,58	Кадмий	Cd	+0,18
Калий	K	+0,5	Индий	In	+0,11
Кальций	Ca	+1,10	Олово	Sn	+0,4
Титан	Ti	+1,25	Сурьма	Sb	+0,87
Ванадий	V	+1,4	Теллур	Te	+0,31
Хром	Cr	+3,6	Цезий	Cs	+0,1
Марганец	Mn	+7,5	Барий	Ba	+0,9
Железо	Fe	+2,2	Лантан	La	+1,04
Кобальт	Co	+2,2	Тантал	Ta	+0,87
Никель	Ni	+2,2	Вольфрам	W	+0,28
Медь	Cu	+0,086	Рений	Re	+0,37
Цинк	Zn	+0,157	Осмий	Os	+0,05
Галлий	Ga	+0,24	Иридий	Ir	+0,13
Германий	Ge	+0,12	Платина	Pt	+1,02
Мышьяк	As	+0,31	Золото	Au	+0,15
Селен	Se	+0,32	Ртуть	Hg	+0,19
Рубидий	Rb	+0,2	Таллий	Tl	+0,24
Циркон	Zr	+0,45	Свинец	Pb	+0,12
Ниобий	Nb	(+1,3)	Висмут	Bi	+1,35
Молибден	Mo	+0,04			

254. Определение основных терминов из области Ферромагнитных явлений¹⁾

Напряжённость внутреннего магнитного поля²⁾ — напряжённость магнитного поля внутри намагниченного тела в разомкнутой магнитной цепи.

Напряжённость внешнего магнитного поля — напряжённость однородного магнитного поля или поля, которое может быть принято за однородное, действующего на тело в целом.

Напряжённость размагничивающего поля — разность между напряжённостью внешнего магнитного поля и напряжённостью внутреннего поля.

Задерживающая напряжённость (коэрцитивная сила) — напряжённость внутреннего магнитного поля, необходимая для того, чтобы довести остаточную намагниченность до нуля.

Напряжённость размагничивающего поля магнита — напряжённость размагничивающего поля, когда напряжённость внешнего магнитного поля в разомкнутой магнитной цепи уменьшена до нуля.

Средняя намагниченность (средняя интенсивность намагничивания) — средняя для всего объёма намагниченного тела намагниченность.

Намагниченность насыщения (интенсивность намагничивания при насыщении) — максимально возможное для данного вещества значение намагниченности.

Максимальная намагниченность (максимальная интенсивность намагничивания) — намагниченность, соответствующая вершине гистерезисного цикла.

Остаточная намагниченность вещества (остаточная интенсивность намагничивания вещества) — намагниченность, остающаяся в веществе, когда напряжённость внутреннего магнитного поля в замкнутой магнитной цепи уменьшена до нуля.

Остаточная намагниченность тела — намагниченность тела, когда напряжённость внешнего поля в разомкнутой магнитной цепи уменьшена до нуля.

Удельная намагниченность — отношение намагниченности тела к его плотности.

Внутренняя магнитная индукция — составляющая магнитной индукции, обусловленная намагниченностью вещества.

Внутренняя магнитная индукция насыщения — внутренняя магнитная индукция, соответствующая намагниченности насыщения.

Максимальная магнитная индукция — магнитная индукция, соответствующая вершине гистерезисного цикла. Максимальное значение магнитной индукции при намагничивании переменным магнитным полем.

Остаточная магнитная индукция вещества — магнитная индукция, остающаяся в веществе, когда напряжённость внутреннего магнитного поля в замкнутой магнитной цепи уменьшена до нуля.

Остаточная магнитная индукция тела — магнитная индукция в нейтральном сечении тела, когда напряжённость внешнего поля в разомкнутой магнитной цепи уменьшена до нуля.

Относительная длина стержня — отношение длины стержня к диаметру круга, равносильного поперечному сечению середины стержня.

Магнитометрический коэффициент размагничивания — отношение напряжённости размагничивающего поля к средней намагниченности.

Баллистический коэффициент размагничивания — отношение напряжённости размагничивающего поля к намагниченности тела в его нейтральном сечении.

Баллистический коэффициент размагничивания постоянного магнита — отношение напряжённости размагничивающего поля магнита к магнитной индукции в нейтральном сечении постоянного магнита.

Магнитная проницаемость тела — отношение индукции в теле к напряжённости внешнего поля в разомкнутой магнитной цепи.

¹⁾ По ОСТу.

²⁾ Термин "напряжённость магнитного поля" введён вместо устаревшего ранее термина "магнитная сила".

Начальная магнитная проницаемость — предельное значение магнитной проницаемости вещества, когда напряженность магнитного поля и магнитная индукция бесконечно малы.

Магнитная проницаемость на частом цикле (средняя магнитная проницаемость) — отношение циклического изменения магнитной индукции к соответствующему изменению напряженности магнитного поля, когда средняя индукция отличается от нуля.

Максимальная магнитная проницаемость — максимальное значение магнитной проницаемости вещества.

Обратимая магнитная проницаемость — отношение циклического изменения магнитной индукции к соответствующему изменению напряженности магнитного поля, когда эти изменения настолько малы, что процесс намагничивания протекает обратимо.

Дифференциальная магнитная проницаемость — отношение положительного приращения магнитной индукции к положительному приращению напряженности магнитного поля, когда эти приращения исчезающе малы.

Эффективная (действующая) проницаемость — отношение эффективного (действующего) значения переменной индукции к эффективному (действующему) значению напряженности переменного магнитного поля при намагничивании в переменном поле.

Плотность магнитной энергии — магнитная энергия, отнесенная к единице объема намагниченного тела.

Мощность на гистерезис (потери на гистерезис) — мощность, расходуемая на гистерезис при намагничивании материала переменным или пульсирующим полем.

Мощность на токи Фуко (потери на токи Фуко) — мощность, расходуемая на токи Фуко при намагничивании материала переменным или пульсирующим магнитным полем.

Мощность на гистерезис и токи Фуко (потери на гистерезис и токи Фуко) — общая мощность, расходуемая на гистерезис и на токи Фуко.

Удельная мощность на гистерезис (удельные потери на гистерезис) — мощность, расходуемая на гистерезис, отнесенная к единице массы материала.

Объемная мощность на гистерезис (объемные потери на гистерезис) — мощность, расходуемая на гистерезис, отнесенная к единице объема материала.

Удельная мощность на токи Фуко (удельные потери на токи Фуко) — мощность, расходуемая на токи Фуко, отнесенная к единице массы материала.

Объемная мощность на токи Фуко (объемные потери на токи Фуко) — мощность, расходуемая на токи Фуко, отнесенная к единице объема материала.

Удельная мощность на гистерезис и токи Фуко (удельные потери на гистерезис и токи Фуко) — мощность, расходуемая на гистерезис и токи Фуко, отнесенная к единице массы материала.

Объемная мощность на гистерезис и токи Фуко (объемные потери на гистерезис и токи Фуко) — мощность, расходуемая на гистерезис и токи Фуко, отнесенная к единице объема материала.

255. Данные по развитию изготовления магнитно-мягких материалов
Обозначения: H_c — коэрцитивная сила, в гауссах, P_h — мощность (потери) на гистерезис в эргах на см^3 , P_{max} — максимальная магнитная проницаемость.

Даты	Магнитно-мягкие материалы	H_c	P_h	P_{max}
1885 г.	Ковкое железо	—	5 000	2 600
1900 г.	Шведское железо	1,0	2 700	2 600
1901 г.	Ковкое железо	0,6	1 500	8 350
1914 г.	Железо, плавленное в вакууме	0,29	810	19 000
1915 г.	Железо, плавленное в вакууме с 0,15% кремния	0,16	290	66 500
1930 г.	Нагрев железа в атмосфере водорода	0,05	180	130 000

256. Магнитные свойства сталей для постоянных магнитов

Обозначения: B_r — остаточная индукция в гауссах, H_c — коэрцитивная сила в гауссах.

Содержание в стали	B_r	H_c
Углерод 0,8—1,2 ⁰ / ₀	7 000— 8 500	45—60
Углерод 0,65—0,8 ⁰ / ₀ , вольфрам 5—6 ⁰ / ₀	9 500—11 500	55—70
Углерод 0,9—1,2 ⁰ / ₀ , хром 1,5—3 ⁰ / ₀	9 500—11 000	53—65
Углерод 0,9—1,2 ⁰ / ₀ , кобальт 8—11 ⁰ / ₀ , хром 8—11 ⁰ / ₀ , молибден 1—1,5 ⁰ / ₀	7 000— 9 500	140—165
Углерод 0,9—1,2 ⁰ / ₀ , кобальт 30—40 ⁰ / ₀ , хром 4—6 ⁰ / ₀ , вольфрам 4—6 ⁰ / ₀	8 000— 9 000	200—250
(Кроме указанных элементов, все стали содержат ещё 0,3—0,5 ⁰ / ₀ марганца)		

257. Магнитные константы некоторых ферромагнитных материалов

Обозначения: $B_{\max}$ — максимальная индукция в гауссах; B_r — остаточная индукция в гауссах; H_c — коэрцитивная сила в эрстедах; $H_c \times B_r$ — произведение, по величине которого часто судят о качестве материала для постоянных магнитов (качество материала тем выше, чем больше B_r и H_c); $B_{\max}$ — максимальная проницаемость.

Материал	$B_{\max}$	B_r	H_c	$H_c \cdot B_r \cdot 10^{-4}$	$\mu_{\max}$
Электролитическое железо . . .	21 600	10 850	0,37	0,4	15 000
Литая сталь	21 400	10 000	1	1	4 000
Чугун	16 420	5 100	11,4	5,8	240
Вольфрамовая сталь (1% С, 5% W)	17 000	10 800	62	70	600
Кремнистая сталь (4% Si)	19 500	5 000	0,15	0,075	15 000
Кобальтовая сталь (36% Co) . . .	—	9 310	227	211	—
Никель	6 400	3 340	1,6	0,5	1 120
Кобальт	17 700	3 100	12	3,6	175
Железо-никель (78% Ni, пермаллой)	11 000	6 000	0,08	0,48	50 000
" " " " " "	9 000	4 000	0,4	0,16	100 000
" " " " " "	"	"	"	"	"
Железо-кобальт (Fe ₂ Co)	23 680	8 230	2,7	2,2	—
Сплав Гейслера (61% Cu, 24% Mn, 15% Al)	4 100	2 550	7,3	1,8	—
Гиперник (железо + 50% Ni) . . .	13 000	6 000	0,25	1,5	20 000
Перминвар (железо + 45% Ni и 25% Co)	16 000	4 000	1	4,0	2 000

253. Электромагнитные волны. Классификация, шкала частот и длины волн

№ областей	I		II		III	IV	V		VI
	Названия частот колебаний		Частоты в герцах		Названия областей, шкалы волн	Названия групп волн (лучей) внутри областей шкалы	Длины волн в	см	
	производных единиц		производных единиц				производных единиц		Число октав
1	Инфранизкие Низкие Промышленные Звуковые	Ниже 0,1 Hz 0,1—10 Hz 10—200 Hz 20 Hz—20 kHz	Ниже 10^{-1} 10^{-1} — 10^1 10^1 — $2 \cdot 10^2$ $2 \cdot 10^1$ — $2 \cdot 10^4$	герц	Низкочастотные волны	— — — —	Более $3 \cdot 10^6$ км $3 \cdot 10^6$ — $3 \cdot 10^4$ км 30 — $1,5 \cdot 10^3$ км $1,5 \cdot 10^3$ — 15 км	Более $3 \cdot 10^{11}$ $3 \cdot 10^{11}$ — $3 \cdot 10^9$ $3 \cdot 10^9$ — $1,5 \cdot 10^8$ $1,5 \cdot 10^8$ — $1,5 \cdot 10$	Более 5 7 4 10
2	Радиочастоты	Ниже 0,1 MHz 0,1—1,5 MHz 1,5—6 MHz 6—30 MHz 30—300 MHz 0,3—3 GHz	Ниже 10^3 1 — $1,5 \cdot 10^3$ $1,5$ — $6 \cdot 10^6$ 6 — $30 \cdot 10^6$ 3 — $30 \cdot 10^7$ 3 — $30 \cdot 10^8$	герц	Радиоволны	Длинные радиоволны Средние Промежуточные радиоволны Короткие радиоволны Метровые Дециметровые	Более 3 км 3 км—200 м 200—50 м 50—10 м 10—1 м 1—0,1 м	Более $3 \cdot 10^5$ $3 \cdot 10^5$ — $2 \cdot 10^4$ $2 \cdot 10^4$ — $5 \cdot 10^3$ $5 \cdot 10^3$ — 10^2 10^2 — 10	Более 15
3	Ультракороткие частоты	3—30 GHz 30—300 GHz 0,3—3 THz	3 — $30 \cdot 10^9$ 3 — $30 \cdot 10^{10}$ 3 — $30 \cdot 10^{11}$	герц	Ультракороткие волны	Сантиметровые ультракороткие волны Миллиметровые ультракороткие волны Переходные ультракороткие волны	10—1 см 10—1 мм 1—0,1 мм	10—1 1— 10^{-1} 10^{-1} — 10^{-2}	10
4	Инфракрасные	3—400 THz	3 — $400 \cdot 10^{12}$	герц	Инфракрасные волны (лучи)	Дециметровые инфракрасные лучи Миллиметровые инфракрасные лучи Микроволновые инфракрасные лучи	100—10 м 10—0,76 м	10^{-2} — 10^{-3} 10^{-2} — $0,76 \cdot 10^{-4}$	7
5	Световые				Красные световые лучи Оранжевые		7 600—6 200 Å 6 200—5 900 Å	$0,76$ — $0,62 \cdot 10^{-4}$ $0,62$ — $0,59 \cdot 10^{-4}$	

№ области	I Название частот колебаний	II Частоты в		III Название областей, шкалы волн	IV Название групп волн (лучей) внутри областей шкалы	V Длины волн в		VI Число октав
		произвольных единицах	герцах			произвольных единицах	см	
5	Световые	400—800 THz	$4-8 \cdot 10^{14}$	Световые волны (лучи)	Жёлтые световые лучи Зелёные Голубые Синие Фиолетовые	5 900—5 600 Å 5 600—5 000 Å 5 000—4 800 Å 4 800—4 500 Å 4 500—3 800 Å	$0,59-0,56 \cdot 10^{-4}$ $0,56-0,50 \cdot 10^{-4}$ $0,50-0,48 \cdot 10^{-4}$ $0,48-0,45 \cdot 10^{-4}$ $0,45-0,38 \cdot 10^{-4}$	1
6	Ультрафиолетовые	0,8—60 кTHz	$8 \cdot 10^{14}$ $-6 \cdot 10^{16}$	Ультрафиолетовые волны (лучи)	Ближайшие ультрафиолетовые лучи Крайние ультрафиолетовые лучи	3 800—500 Å 500—50 Å	$0,38-0,05 \cdot 10^{-4}$ $50-5 \cdot 10^{-7}$	6
7	Рентгеновские	0,06—75 МTHz	$6 \cdot 10^{16}$ $-7,5 \cdot 10^{19}$	Рентгеновские волны (лучи)	Граничные рентгеновские лучи Мягкие рентгеновские лучи Жёсткие рентгеновские лучи	50—1 Å 1—0,4 Å 0,4—0,04 Å	$50-1 \cdot 10^{-8}$ $10^{-8}-4 \cdot 10^{-9}$ $4 \cdot 10^{-9}-4 \cdot 10^{-10}$	10
8	Гамма-лучи	75 МTHz—3 ГTHz	$7,5 \cdot 10^{19}$ $-3 \cdot 10^{21}$	Гамма-волны (гамма-лучи)	Декаметровые гамма-лучи Икс-лучи	40—10 X 10—1 X	$4 \cdot 10^{-10}-1 \cdot 10^{-10}$ $10^{-10}-10^{-11}$	5
		kHz — килогерц MHz — мегагерц GHz — гигагерц THz — терагерц kTHz — килотерагерц MTHz — мегатерагерц GTHz — гигатерагерц	$=10^3$ Hz $=10^6$ Hz $=10^9$ Hz $=10^{12}$ Hz $=10^{15}$ Hz $=10^{18}$ Hz $=10^{21}$ Hz			$1 \mu m = 10^3 m$ $1 m = 10^2 cm$ $1 mm = 10^{-1} cm$ $1 \mu = 10^{-3} mm = 10^{-4} cm$ $1 \text{Å} = 10^{-8} cm$ $1 X = 10^{-11} cm$		

259. Новая маркировка (обозначение) приёмно-усилительных, выпрямительных и специальных радиоламп

По новой системе маркировки цифры и буквы, проставленные в определённом порядке на приёмно-усилительных лампах, имеют следующее значение:

- 1) Первая цифра указывает напряжение накала лампы, в целых вольтах.
- 2) Первая буква обозначает тип лампы по следующей классификации:

Д — диоды;

Х — двойные диоды;

С — триоды;

Э — тетроды;

П — оконечные пентоды и лучевые тетроды;

К — экранированные пентоды и лучевые тетроды с удлинённой характеристикой;

Ж — экранированные пентоды и лучевые тетроды с нормальной характеристикой;

А — частотно-преобразовательные лампы с двумя управляющими сетками;

Р — триоды с одним или двумя диодами;

Б — пентоды с одним или двумя диодами;

Н — двойные триоды;

Ф — двойные пентоды и лучевые триоды;

Е — индикаторы настройки.

- 3) Вторая цифра указывает порядковый (типовой) номер разработки лампы.

- 4) Вторая (последняя) буква обозначает внешнее оформление лампы:

Б — лампа с металлическим баллоном;

Ж — лампа типа „жолудь“;

П — „пальчиковая“ лампа.

Если лампа имеет стеклянный баллон, последняя буква в маркировке отсутствует; например 2С3.

Маркировка выпрямительных ламп:

- 1) Начальная цифра округлённо, в целых вольтах указывает напряжение накала (проставляется только на маломощных кенотронах, применяющихся в приёмниках).

- 2) Первая буква обозначает назначение лампы —

В — выпрямительная,

Р — газоразрядный прибор (предназначается в основном для предохранения электрических цепей от перенапряжения).

- 3) Вторая буква показывает конструкцию лампы:

Г — газотрон;

И — игнитрон;

T — тиратрон;

Д — диод;

X — двойной диод для кенотронов.

4) Вторая (последняя) цифра обозначает типовой номер разработки лампы.

Маркировка электроно-лучевых трубок:

1) Первая цифра указывает диаметр трубки в сантиметрах.

2) Первая буква *Л* обозначает вид трубки — лучевая (телевизионная или осцилографическая).

3) Вторая буква указывает область применения трубки:

О — для осцилографирования и кинескопов с электростатическим отклонением луча;

К — для кинескопов ¹⁾;

И — для иконоскопов ²⁾ и ортиконов.

4) Вторая цифра указывает типовой номер трубки.

5) Третья буква показывает цвет свечения экрана:

Б — белый;

С — синий;

В — зелёный;

Ж — жёлтый;

П — экран с длительным послесвечением;

К — экран с коротким послесвечением.

Для иконоскопов и ортиконов последняя буква не ставится.

Маркировка баретторов ³⁾:

1) Первая цифра показывает номинальную силу тока в амперах, поддерживаемую бареттором.

2) Первая буква *Б* обозначает — бареттор.

3) Вторая цифра даёт значение напряжения начала бареттирования.

4) Третья цифра (стоящая после чёрточки) даёт значение напряжения конца бареттирования.

Примечание. Применяемые в данной таблице при описании маркировок ламп порядковые номера соответствуют порядковому месту цифры или буквы в маркировке.

¹⁾ Кинескоп — приёмная трубка для телевидения.

²⁾ Иконоскоп — передающая трубка для телевидения.

³⁾ Баретторы предназначены для поддержания постоянства силы тока при изменении (в некоторых пределах) напряжения и используются в приёмниках.

260. Основные данные, режим и характеристики

Обозначения ламп по новой системе даны без скобок; в скобках — старое та, п. н. — прямого накала, пд. — подогревный,

Обозначение лампы	Тип лампы	Режим				Анодное напряжение (в)	Напряжение управляющей сетки (в)	Напряжение экранной сетки (в)
		Нить накала		Анод	Экранирующая сетка			
		вольт	ампер					
(УБ-107)	Усилительный детекторный триод	4,0	0,075	160	—	160 120	—4 0	—
(УБ-110)	Усилительный триод н. ч.; п. н.	4,0	0,075	200	—	160	—1 0	—
(УБ-132)	Мощный триод н. ч.; п. н.; ок.	4,0	0,155	200	—	160 160	—8 —6	—
(УБ-152)	Усилительный детекторный триод н. ч.; п. н.	2,0	0,112	120	—	120 80	—4 0	—
2С2(УБ-240)	Триод п. н.	2,0	0,12	—	—	120	—1	—
(СБ-112)	Тетрод в. ч.; п. н.	4,0	0,075	200	80	160 160 160	—1 —1 0	60 80 80
(СБ-147)	Тетрод в. ч.; п. н.	4,0	0,15	200	80	160 160 160	—1 —1 0	60 80 80
(СБ-154)	Тетрод в. ч. парямю	2,0	0,112	160	60	100 120 160	0 —1 —1	60 60 80
(СБ-155)	Оконечный пентод н. ч.; п. н.	2,0	0,22	160	100	100 120 120	—3 —4 —6	80 100 120
2А1(СБ-242)	Пентагрид п. н.	2,0	0,16	—	—	120	0	120
2П1(СБ-244)	Пентод н. ч. ок.; п. н.	2	0,18	120	120	120	—2,5	120
2Э2(СБ-245)	Тетрод п. н.	1,8	0,32	—	—	160	—2	80
2П3(СБ-258)	Пентод н. ч.; ок.; п. н.	1,8	0,32	—	—	160	—6	120
(СО-118)	Усилительный и детекторный триод н. ч.; пд.	4,0	1,0	240	—	120 160 240	—1 —2 —3	—
(СО-122)	Мощный пентод пд.; ок.	4,0	1,0	240	140	240 240	—12 —11	140 —

приёмно-усилительных радиоламп

обозначение. Сокращения: в. ч. — высокая частота, н. ч. — низкая частота. — окончательный, пр. — преобразования.

Ток экранирующей сетки (ма)	Ток анода (ма)	Внутреннее сопротивление (кiloohms)	Кривизна характеристик (мав)	Коэффициент усиления	Ёмкость сетки — анод (пф)	Отдаваемая полезная мощность (вт)	Возможная замена
—	8,0	8,0	1,5	12	4,1	0,06	2С2 (УБ-240)
—	8,5	8,2	1,35	11	—	—	
—	3,25	20	1,2	24	3,3	0,04	2С2 (УБ-240); 2Н1
—	4,0	18,5	1,35	25	—	—	(СО-243,1 триод)
—	12	4,25	2,0	8,5	5,0	0,25	2П3 (СБ-258) включение триодом
—	15	4,3	2,1	9,0	—	—	
—	6,0	6,0	2,0	12	4,5	0,04	2С2 (УБ-240)
—	5,75	9,4	1,5	14	—	—	
—	3,5	15	1,6	24	2,8	0,02	
0,35	1,25	1000	0,5	500	—	—	2Ж2 (2Ж2М); 2К2
0,5	2,4	430	0,7	300	≤0,035	—	(2К2М)
≤1,0	3,3	440	0,8	350	—	—	
1,0	2,8	650	1,0	650	—	—	
1,8	5,5	220	1,6	350	0,05	—	
≤4,5	7,5	220	1,85	≤400	—	—	
1,5	3,0	300	1,15	350	—	—	2К2 (2К2М)
0,7	1,8	1000	1,0	1000	—	—	
1,3	3,5	400	1,25	500	0,25	—	
1,2	6,0	115	1,75	200	—	0,2	2П1 (СБ-244); 2П3
1,8	10,0	90	2,2	200	—	0,25	(СО-258)
2,0	10,0	80	2,5	200	1,4	0,25	
4,5	4,3	150	0,45 (пр)	—	—	—	
0,75	4,1	150	1,8	270	0,5	0,15	
2,0	7,0	315	1,2	75	0,05	1,2	
1,7	10,0	80	2,0	160	0,5	≤0,45	
—	3,2	21	1,6	34	2,6	0,06	4С5
—	3,5	20	1,7	34	—	—	
—	6,0	20	1,75	32	—	—	
7,0	19,0	67	1,8	120	0,35	1,0	4П1 (4Ф6С)
≤6,0	22,0	70	2,1	140	—	—	

Обозначение лампы	Тип лампы	Режим				Анодное напряжение (в)	Напряжение управляющей сетки (в)	Напряжение экранирующей сетки (в)
		Нить накала		Анод	Экранирующая сетка			
		вольт	ампер					
(CO-124)	Тетрод в. ч.; пд.	4,0	1,0	160	80	160 160	— 1,0 — 1,5	60 80
(CO-145)	Тетрод в. ч.; пд. варимю	4,0	1,0	250	60	160	— 1,0	60
(CO-182)	Пентод в. ч.; пд. варимю	4,0	1,0	240	100	240 160	— 1,5 — 1,5	100 80
(CO-183)	Пентагидрид (гептод-преобразователь); пд.	4,0	1,0	240	100	240	— 2,0	100
(CO-185)	Двойной диод-триод; пд.	4,0	1,0	240	—	120 240	— 1 — 4	— —
(CO-187)	Мощный пентод; пд.; ок.	4,0	2,0	250	250	250	— 0,6	250
(CO-193)	Двойной диод-пентод; пд.	4,0	1,0	300	120	120 240	— 1,5 — 6,0	20 120
(CO-241)	Пентод в. ч. варимю; п. н.	2,0	0,12	120	70	120	— 1	70
(CO-242)	Пентагидрид п. н.	2	0,12	120	70	120	0	70
2Н1 (CO-243)	Двойной триод п. н.	2	0,24	120	—	120	0	—
2Ж4 (CO-257)	Пентод п. н. (генераторный)	2	0,275	—	—	200	— 7,0	100
(УО-186)	Мощный триод в. ч.; ок.; п. н.	4,0	1,0	400	—	400 250 250	— 85 — 45 — 37,5	— — —
6А8Б (6А-8)	Пентагид; пд.	6,3	0,3	250	100	250	— 3,0 (макс)	250
6Р7Б (6Г-7)	Двойной диод-триод с большим р; пд.	6,3	0,3	250	—	250	— 3,0	—
(6Е-5)	Электронно-лучевая лампа; пд.	6,3	0,3	250	—	100 250	— —	— —
6Ж7Б (6Ж-7)	Пентод в. ч. и п. ч.; пд.	6,3	0,3	250	125	250	— 3,0	100

Ток запаривающей сетки (ма)	Ток анода (ма)	Внутреннее сопротивление (кОм/Ом)	Крутизна характеристики (ма/а)	Коэффициент усиления	Ёмкость сетки — анод (пФ)	Отдаваемая полезная мощность (вт)	Возможная замена
4,2 3,0	7,5 10,0	200 185	2,0 1,9	250 350	0,008 —	— —	4Ж5 (4Ж5С); 6Ж7Б (6Ж7)
≤5,5	8,5	200	3,0	250	0,008	—	6К7Б (6К7)
2,25 1,4	7 4,2	850 670	2,85 2,85	2500 1500	0,008 —	— —	6К7Б (6К7)
8,0	4	200	1,7	350	0,25	—	6А8Б (6А8)
— —	3,0 5,0	24 24	1,5 1,5	36 35	2,0 —	— —	
10,5	37,0	90	7,5	600	1,0	2,5	6П3Б (7Л6С)
0,15 1,5	1,0 7,0	1300 150	1,0 2,0	1300 300	0,18 —	0,8 —	6Р7Б (6Г7)
1,2 — —	3,6 4,3 2,6×2	750 175 15	1,6 — 2,0	1200 — 30	0,02 0,35 —	— — ≤1,0	
2,5	14	110	1,8	200	≤0,06	1,5	
— —	47,0 55,0	— 1,2	— 3,2	— 4	— 8,2	1,5 14,5 (с 2-х)	
— 2,7	57,0 3,0	1,2 360	3,2 0,5 (пр)	4 ≤100	— 0,06	1,5 —	
—	1,1	58	1,2	70	1,4	—	—
— —	0,19 0,24	— —	— —	— —	— —	— —	— —
0,5	2,0	>1000	1,2	>1500	≤0,005	—	—

Обозначение лампы	Тип лампы	Режим				Анодное напряжение (в)	Напряжение управляющей сетки (в)	Напряжение экранирующей сетки (в)
		Нить накала		Анод	Экранирующая сетка			
		вольт	ампер					
6К7Б (6К-7)	Пентод в. ч. вари-мю; пл.	6,3	0,3	250	125	250	—3,0	100
2К2 (2К2М)	Пентод в. ч. вари-мю, п. н.	2,0	0,06	—	—	120	—0,5	70
6П3Б (6Л-6С)	Тетрод лучевой, мощный; пл.	6,3	0,9	375	250	250	—14,0	250
6А5Б (6Л-7)	Пентагрид; пл.	6,3	0,3	250	150	250	—3,0	100
(6Н-7)	Сдвоенный триод; пл.	6,3	0,8	300	—	300	—	—
(ПО-119)	Триод н. ч.; пл.	4,0	1,0	240	—	240	—10	—
(25П1С)	Лучевой тетрод; пл.	25	0,3	110	110	110	—8,0	110
6С5Б (6С-5)	Триод; н. ч.; пл.	6,3	0,3	250	—	250	—8	—
6С4Б (6Ф-5)	Триод с большим р; н. ч.; пл.	6,3	0,3	250	—	250	—2,0	—
6П6Б (6Ф-6)	Оконечный пентод н. ч.; пл.	6,3	0,7	315	315	250	—16,5	250
2П9 (2П9М)	Тетрод лучевой ок; п. н.	2	1	—	—	250	—6	150
6Б3 (6В3)	Двойной диод-пен-тод пл.	6,3	0,3	—	—	250 (макс)	—3 (макс)	250
6Х6Б (6Х6М; 6Н6)	Двойной диод пл.	6,3	0,3	117	—	Макс. выпрям. ток		
6Ж1Ж (954)	Пентод УКВ типа „жолудь“ пл.	6,3	0,15	—	—	250	—3	100
6К1Ж (956)	Пентод УКВ вари-мю, типа „жо-лудь“ пл.	6,3	0,15	—	—	250	—3	100
6С1Ж (955)	Триод УКВ типа „жолудь“ пл.	6,3	0,15	—	—	250/90	—7/2,5	—
6П3 (6П3С)	Тетрод лучевой пл.	6,3	0,9	—	—	250	—14	250
13П1 (13П1М)	Тетрод лучевой пл.	13,0	0,765	—	—	26	0	25

Ток экранирующей сетки (ма)	Ток анода (ма)	Внутреннее сопротивление (кОм/Ом)	Кривизна характеристики (ма/в)	Коэффициент усиления	Емкость сетка — анод (пф)	Отдаваемая полезная мощность (вт)	Возможная замена
1,7	7,0	830	1,45	1200	0,005	0,2	—
0,7	1,9	1000	0,95	950	0,02	0,04	—
5,0	72,0	22,5	6	135	$\leq 1,0$	6,5	—
6,5	2,4	800	0,38 (пр)	700	0,001	—	—
—	35	11,3	3,1	35	2,4	10	—
—	12	6,7	1,8	12	1,8	0,2	6Н7(6Н7С, 1 триод); 6С5Б
8,0	800	10	8,5	—	—	1,6	25П1.
—	8,0	9	2,2	20	2,0	0,25	—
—	0,9	66	1,6	100	2,0	0,06	—
6,5	34,0	80	2,5	200	$\leq 0,6$	3,2	—
1,5	35,0	40	2,5	100	1,0	≥ 6	—
—	3,0	360	0,51 (пр)	≥ 100	0,06	—	—
8 ма; ток эмис. катода 15 ма		250	—	—	0,02	—	—
0,7	2	1400	1,4	2000	0,007	—	—
2,6	6,5	700	1,8	1400	0,007	—	—
—	6,3/2,5	11,5/14,7	2,2/1,7	25/25	1,4	0,16	—
6	78	22,5	6,0	135	$\leq 1,0$	5,4	—
2,1	42	1,1	7,0	—	$\leq 2,5$	0,22	—

261. Основные данные приёмно-усили

Обозначение ламп дано по новой системе. Сокращения: в. ч. — высокая ок. — оконечный,

Обозначение лампы	Тип лампы	Накал		Анод	
		Напряже-ние	Ток	Напряже-ние	Ток
		<i>в</i>	<i>а</i>	<i>в</i>	<i>ма</i>
6Д1Ж	Диод. УВЧ пд. типа „жолудь“	6,3	0,15	117	5,0
6ДП1	Пентод пд. (для телевизора)	6,3	1,8	44	—
2С3	Триод. пн. для усилен. н. ч.	2,5	2,5	250	60
6С2	Триод универс. пд. . .	6,3	0,3	9	10
		—	—	250	9,0
6С6	Триод ок. пн. для усилен. н. ч.	6,3	1,0	250	60
6С8П	Триод. универс. миниатюр. типа пд.	6,3	0,15	90	2,5
		—	—	135	3,5
		—	—	180	4,5
		—	—	250	6,3
6СП7	Триод-пентод пд.	6,3	0,3	100	3,5
		—	—	250	6,5
		—	—	250	2,8
12С2	Триод пд.	12,6	0,15	250	9,0
6П1	Пентод н. ч. пд.	6,3	0,4	100	9,5
		—	—	250	33
		—	—	315	28
6П2	Тетрод лучевой пд. . . .	6,3	0,45	250	45
6П4	Пентод н. ч. пд.	6,3	0,3	180	15
12П6	Тетрод лучевой пд. . . .	12,6	0,15	250	30
6К12Б	Пентод в. ч. пд.	6,3	0,3	100	8,2
		—	—	250	11,8
6К15Б	Пентод телевизионный пд.	6,3	0,45	300	12,5
		—	—	300	12,5
6К9	Пентод в. ч. пд.	6,3	0,3	100	13
		—	—	250	9,2

© С. П. Федоров, Краткий справочник по радиолампам, изд. 1948 г. Упр. ГРБВС.

тельных радиоламп новых выпусков¹⁾

частота, н. ч. — низкая частота; п. н. — прямого накала, пд. — подогревный, пр. — преобразования.

Экранирующая сетка		Управляющая сетка на напряжение	Крутизна	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление	Полезная мощность на выходе лампы	Ёмкость анод — управляющая сетка	Однотипные лампы
Напряжение	Ток							
в	мА	в	мА/в		кПаом	вт	пФ	
—	—	—	—	—	—	—	—	9004.
—	200 (макс.)	+44	—	—	—	—	—	6 ПР; ES-111
—	—	—45	5,25	4,2	0,8	3,5	16	2A3.
—	—	0	3,0	20	6,8	—	3,4	6Z5-GT.
—	—	—8	2,6	20	7,7	—	—	
—	—	—45	5,3	4,2	0,8	3,5	16	6B4-G.
—	—	—2,5	1,7	25	14,7	—	—	9002.
—	—	—3,8	1,9	25	15,2	—	—	
—	—	—5,0	2,0	25	12,5	—	1,6	
—	—	—7,0	2,2	25	11,4	—	—	
—	—	—3	0,45	8	18	—	2,0	6F7
100	1,5	—3	1,1	900	0,85	—	0,008	
100	0,6	—10	—	—	—	—	0,008	
—	—	—3	2,6	20	7,7	—	3,4	12Z5-GT
100	1,6	—7	1,5	150	100	0,35	—	6K6
250	5,5	—8	2,3	160	70	3,4	—	
250	4,0	—21	2,1	150	75	4,5	—	
250	4,5	—12,5	4,1	250	52	4,5	0,7	6V6-GT
180	2,5	—9	2,3	—	175	1,1	0,5	6G6-G
250	3,5	—12,5	3,0	—	70	3,4	0,3	12A6
100	3,4	—1	4,1	1000	250	—	0,003	6SG7
125	4,4	—1	4,7	4200	900	—	—	
200	3,2	—3	5,0	3500	700	—	0,015	6AB7; 1853
300	3,2	—3	5,0	3500	700	—	—	
100	4,0	—1	2,3	2700	1200	—	0,003	6SK7-GT; 6K9M
100	2,6	—3	2,0	1600	800	—	—	

Обозначение лампы	Тип лампы	Накал		Анод	
		Напряже- ние	Ток	Напряже- ние	Ток
		<i>в</i>	<i>а</i>	<i>в</i>	<i>ма</i>
6К19П	Пентод УВЧ „пальчико- вый“	6,3	0,15	250	6,7
6К17Б	Пентод в. ч. пд.	6,3	0,3	100 250	13,0 9,2
12К12Б	Пентод в. ч. пд.	12,6	0,15	250	9,2
12К17Б	Пентод в. ч. пд.	12,6	0,15	250	9,2
6Ж4Б	Пентод телевизионный	6,3	0,65	300	30
6Ж5П	Пентод УВЧ пд.	6,3	0,3	100 125 250	5,5 7,2 7,0
6Ж8	Пентод УВЧ пд.	6,3	0,5	250	10
6Ж11Б	Пентод в. ч. пд.	6,3	0,3	100 250	5,3 10,8
6Ж14Б	Пентод пд. телевизионный	6,3	0,45	300 300	10 10
6Ж17Б	Пентод в. ч. пд.	6,3	0,3	100 250	2,9 3,0
12Ж1Л	Пентод УВЧ пд.	12,6	0,075	210	2,0
12Ж17Б	Пентод в. ч. пд.	12,6	0,15	250	3,0
6А10	Пентагрид пд.	6,3	0,3	100 250	3,0 3,5
6Р1Б	Двойной диод-триод пд.	6,3	0,3	250	9,5
6Р17Б	Двойной диод-триод пд.	6,3	0,3	100 250	0,4 0,9
12Р1Б	Двойной диод-триод пд.	12,6	0,15	250	9,5
6Н1П	Двойной триод „пальчико- вый“	6,3	0,45	100 150	8,5 30
6Н8	Двойной триод пд.	6,3	0,6	90 250	10,0 9,0
6Н9	Двойной триод пд.	6,3	0,3	250	2,3
6Н10	Двойной триод пд.	6,3	0,3	250	2,0
12Н1	Двойной триод пд.	12,6	0,15	180	7,6
12Н10	Двойной триод пд.	12,6	0,15	250	2,0

Экранирующая сетка		Управляющая сетка на- пряжение	Крути- зна	Кэффи- циент усиления	Внутрен- нее со- противле- ние	Полезная мощность на выходе лампы	Ёмкость анод — управля- ющая сетка	Однотипные лампы
Напря- жение	Ток							
<i>B</i>	<i>ma</i>	<i>B</i>	<i>ma/v</i>		<i>кПаОм</i>	<i>вт</i>	<i>n</i>	
100	2,7	—3	1,8	1400	700	—	0,01	9003
100	4,0	—1	2,3	2700	1200	—	0,003	6SK7
100	2,4	—3	2,0	1600	800	—	—	
150	3,4	—2,5	4,0	—	> 100 ⁰	—	0,003	12SG7
100	2,6	—3,0	2,0	1600	800	—	0,003	12SK7
150	7	—3,0	11	1430	130	3,0	0,06	6AG7
100	1,6	—5	4,8	1420	300	—	0,025	6AG5
125	2,1	—6	5,1	2500	500	—	—	
150	2,0	—8	5,0	4000	800	—	—	
110	2,5	—2,4	7,5	15000	2000	—	0,03	Z62 — D
100	2,1	—1	4,0	1400	350	—	0,003	6SH7
150	4,1	—1	4,9	4400	900	—	—	
150	2,5	—	9,0	9000	1000	—	0,015	6AC7; 1852
300	2,5	—	9,0	9000	1000	—	—	
100	0,9	—3	1,6	1100	700	—	0,005	6SJ7
100	0,8	—3	1,65	2500	1500	—	—	
75	0,55	—2,35	1,5	2000	1400	—	—	R V 12P2000
100	0,8	—3,0	1,65	2500	1500	—	0,005	12SJ7
100	—	—	0,45(нр.)	500	—	—	—	6SA7 — GT
100	(8,5)	—	—	1000	—	—	(0,5)	
—	—	—9	1,9	16	8,5	0,3	2,4	6SR7
—	—	—1	0,9	100	110	—	1,6	
—	—	—2	1,1	100	90	—	—	6SQ7
—	—	—9	1,9	16	8,5	0,3	2,4	12SR7
—	—	—	5,3	38	7,1	—	1,6	6J6; 6H15
—	—	—10	—	—	—	—	—	
—	—	0	3,0	20	6,7	—	3,8	6SN7-GT
—	—	—8	2,6	20	7,7	—	4,0	
—	—	—2	1,6	70	45	—	2,8	6SL7-GT; 6H9M
—	—	—2	1,4	70	50	—	2,0	6SC7
—	—	—6,5	1,9	16	8,4	—	3,0	12AH7-GT
—	—	—2	1,32	70	53	—	2,0	12SC7

262. Основные данные кенотронов

Обозначения кенотронов по новой системе даны без скобок; в скобках — старое обозначение.

Обозначение кенотрона	Число анодов	Накал		Эффективное значение максим. допустимого напряжения на анодах (e)	Максим. средний выпрямленный ток (ма)	Пиковое значение максим. допустимого обратного напряжения (e)
		напряжение (e)	сила тока (a)			
(5U14)	2	5	2	2×350	125	1 400
5BX1 (5U14C)	2	5	2	2×350	125	1 400
6BX1 (6X5C)	2	6,3	0,6	2×325	70	1 250
30BX1 (30U16C)	2	30	0,3	2×250	90	1 000
30BD1 (30U11M)	1	30	0,3	250	90	500
(BO-116)	2	4	2	2×400	115	1 200
(BO-125)	2	4	0,7	2×250	30	600
4BX1 (BO-188)	2	4	2,05	2×500	155	1 300
(BO-202)	2	4	0,7	2×300	50	900
4BD1 (BO-230)	1	4	0,7	300	50	900
4BX2 (BO-239)	1	4	2,05	850	180	1 800
ВД8 (2X2; B-879)	1	2,5	1,75	2650	7,5	7 500
5BX1 (5Y3C)	2	5	2	2×350	125	1 400
5BX3 (5U4C)	2	5	3	—	225	1 500

263. Основные электрические данные купроксных выпрямителей некоторых типов

Основой купроксного выпрямителя является купроксный элемент, состоящий из двух дисков—медного, покрытого особым способом записью меди, и свинцового, или совокупность таких последовательно включённых элементов.

Процесс выпрямления происходит в контактном слое между медью и слоем записи меди; при этом проводимость элемента в рабочем направлении обычно бывает в несколько сотен раз больше, чем в обратном направлении.

Допускаемая плотность выпрямленного тока составляет около 0,3 а на 1 см² рабочей поверхности дисков купроксного элемента. Практически безопасной нагрузкой, приходящейся на один купроксный элемент, считается напряжение в 2 в, хотя каждый такой элемент способен выпрямлять ток напряжением до 6 в.

Тип купроксного выпрямителя	Напряжение первичной цепи переменного тока (e)	При выдвинутом шунте выпрямленные		При выдвинутом шунте выпрямленные	
		напряжение (e)	сила тока (a)	напряжение (e)	сила тока (a)
ТВ-1	220	4	0,45	6,0	0,6
КП-1	110	2	1	4	1,15
КП-2	220	2	1	4	1,15
КТВ-1	110	—	—	Не менее 13,2	2,4—2,0; 0,4 ¹⁾
НКС-2 ²⁾	50	—	—	24 или 32	1,2 или 0,6

¹⁾ При шунте, выдвинутом до упора.

²⁾ Купроксный выпрямительный столбик без шунта, состоящий из 72 выпрямительных пластин.

264. Нормы наивысших допустимых температур в маломощных трансформаторах

Характер изоляции обмоток трансформатора	Допустимое повышение температуры в °С на:	Допустимая наивысшая температура в °С
Для обмоток с непропитанной хлопчатобумажной изоляцией в воздухе	50	85
Для обмоток с пропитанной хлопчатобумажной изоляцией в воздухе	60	95
Для обмоток с бумажной изоляцией в воздухе	60	95
Для обмоток с хлопчатобумажной или бумажной изоляцией в масле	70	105
Для обмоток с изоляцией из эмали, асбеста, слюды	80	115

Примечание. Для трансформаторных обмоток средними нормами плотности тока (нагрузки) можно считать для маломощных трансформаторов до 50 *вт* — 2 *а* на *мм*² сечения провода, при мощности: 50—100 *вт* — 1,8 *а/мм*², 100—300 *вт* — 1,5 *а/мм*², 300—1 000 *вт* — 1,3 *а/мм*².

265. Системы электроизмерительных приборов

Название системы	Определение принципа устройства прибора
Магнитоэлектрическая система	Система, вращающий момент которой создаётся благодаря взаимодействию между полем постоянного магнита и одним или несколькими проводниками с током
Электромагнитная система	Система, вращающий момент которой создаётся благодаря взаимодействию между одной или несколькими катушками и одной или несколькими частями из мягкого ферромагнитного материала
Электродинамическая система	Система, характеризующаяся применением нескольких катушек, одна из которых укреплены неподвижно, а другие отклоняются под действием токов, проходящих по неподвижным и подвижным катушкам, причём ток в подвижные катушки подводится с помощью проводников
Индукционная система	Система, характеризующаяся применением нескольких неподвижных катушек, питаемых переменным током и создающих вращающееся, бегущее или переменное магнитное поле, которое индуцирует токи в подвижной части измерителя, вызывая этим её движение

Название системы	Определение принципа устройства прибора
Тепловая система	Система, характеризующаяся тем, что отклонение подвижной части измерителя вызывается удлинением или изменением формы или объема тела, нагреваемого измеряемым током
Термоэлектрическая система	Система, характеризующаяся применением одной или нескольких термопар, дающих под влиянием тепла, выделяемого измеряемым током, постоянный ток в измеритель магнитоэлектрической системы, шкала которого градуирована на измеряемую величину переменного тока
Детекторная система	Система, характеризующаяся применением одного или нескольких контактных выпрямителей и измерителя магнитоэлектрической системы, соединенных в схему, позволяющую производить измерения электрических величин переменного тока, со шкалой измерителя, градуированной на измеряемую величину переменного тока
Электронная система	Система, характеризующаяся применением для целей измерения процессов излучения электронов, происходящих в электронных трубках
Фотоэлектрическая система	Система, характеризующаяся применением одного или нескольких фотоэлементов и измерителя магнитоэлектрической системы, соединенных в схему, позволяющую производить измерения электрических величин
Электростатическая система	Система, характеризующаяся применением нескольких проводников и одного или нескольких диэлектриков, образующих конденсатор, в котором под влиянием электрических сил, подвижные проводники или диэлектрики перемещаются относительно неподвижных проводников и тем вызывают отклонение подвижной части измерителя
Электролитическая система	Система, характеризующаяся применением электролита, по которому проходит весь ток, идущий в цепи, в которую включен данный прибор или точно определенная часть его и которая позволяет измерить электрическую величину по количеству выделившегося из электролита вещества
Вибрационная система	Система, характеризующаяся применением ряда настроенных пластинок, имеющих разный период собственных колебаний и позволяющих производить измерение частоты благодаря резонансу колеблющейся пластинки с измеряемой частотой

266. Условные обозначения систем электронизмерительных приборов

Система прибора	Обозначение
Магнитоэлектрическая	
Электродинамическая	
Электромагнитная	
Тепловая	
Индукционная	
Электростатическая	
Термоэлектрическая	
Вибрационная	

267. Условные изображения электронизмерительных приборов

Наименование прибора	Обозначение
Амперметр	
Вольтметр	
Ваттметр	
Омметр	
Счётчик ватт-часов	
Счётчик ампер-часов	
Частотомер	
Фазометр	

268. Условные знаки, помещаемые на шкале электронизмерительных приборов

Значение знака	Условный знак
Род тока:	
Постоянный ток	
Переменный ток	
Постоянный и переменный ток	
Нормальное положение шкалы прибора:	
Вертикальное положение шкалы	
Горизонтальное положение шкалы	
Классы точности приборов:	
Прибор I класса лабораторный	
Прибор I класса контрольный	
Прибор II класса технический	
Прибор III класса указатель	
Испытательное напряжение для изоляции:	
Изоляция прибора испытана под напряжением в 1500 V	

ХИ. МОЛЕКУЛЯРНАЯ И АТОМНАЯ ФИЗИКА

269. Скорость, пробег и диаметр газовых молекул

Название газа	Химическая формула	При 0°С и при давлении в ат					Диаметр молекулы $\times 10^{-3}$ см
		Средняя скорость молекулы $v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ см/сек	Средняя квадратич- ная скорость моле- кулы $c = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ см/сек	Средний свободный пробег $\lambda \cdot 10^{-6}$ см	Число соударений в 1 сек $\nu \cdot 10^9$	Продолжительность свободного пробега $\lambda \cdot 10^{-10}$ сек.	
Водород	H ₂	1692	1840	11,2	15,1	0,66	2,3
Гелий	He	1204	1305	18	6,9	1,47	1,9
Азот	N ₂	454	493	6,0	7,55	1,32	3,1
Кислород	O ₂	425	461	6,5	6,55	1,52	2,9
Аргон	Ar	381	414	6,35	6,02	1,66	2,8
Пары воды . . .	H ₂ O	566	615	4	14,1	0,71	2,6
Оксись углерода	CO	454	493	5,8	7,8	1,28	3,2
Углекислый газ	CO ₂	362	393	4	9,05	1,10	3,2

Энергия молекулы идеального газа при абсолютной температуре T :

$$\frac{3}{2} kT = 2,058 \cdot 10^{-16} \cdot T \text{ э.}$$

Масса кванта излучения (фотона) с частотой ν . . . $0,7282 \cdot 10^{-47} \cdot \nu$.

Энергия кванта излучения (фотона) с частотой ν . . . $6,554 \cdot 10^{-27} \cdot \nu$ э.

Энергия mc^2 электрона $0,8143 \cdot 10^{-6}$ э.

• mc^2 протона $1,502 \cdot 10^{-8}$ э.

Энергия электрона, соответствующая V вольт $1,598 \cdot 10^{-12} \cdot V$ э.

Скорость электрона, соответствующая V вольт . . $5,932 \cdot 10^7 \cdot \sqrt{V}$ см·сек⁻¹

270. Распределение скоростей между молекулами кислорода при 0°С по закону Максвелла

Скорость в $\frac{м}{сек}$		Процент молекул, скорости которых лежат в данных пределах
от	до	
Меньше 100		1,4
100	200	8,1
200	300	16,7
300	400	21,5
400	500	20,3
500	600	15,1
600	700	9,2
Выше 700		7,7

271. Внутреннее давление

Внутренним давлением называется сила междумолекулярного взаимодействия (сцепления), приведённая к 1 см² площади поверхности и вместе с внешним давлением уравнивающая термическое давление.

Наиболее часто внутреннее давление определяется как член $\frac{a}{v^2}$ в уравнении состояния Ван-дер-Ваальса: $p + \frac{a}{v^2} = \frac{RT}{v - b}$, в котором выражение $\frac{RT}{v - b}$ рассматривается при этом как термическое давление

Жидкости	Формула	Внутреннее давление (ат)
Октан	C ₈ H ₁₈	2 900
Этиловый эфир	(C ₂ H ₅) ₂ O	3 100
Хлорное олово	SnCl ₄	3 400
м-Ксилол	(CH ₃) ₂ C ₆ H ₄	3 640
Четыреххлористый углерод	CCl ₄	3 640
Толуол	(CH ₃)C ₆ H ₅	3 780
Хлороформ	CHCl ₃	3 830
Бензол	C ₆ H ₆	4 050
Нафталин	C ₁₀ H ₈	4 400
Иодбензол	C ₆ H ₅ I	4 600
Бромистый этилен	C ₂ H ₄ Br ₂	4 700
Сероуглерод	CS ₂	5 400
Бромформ	CHBr ₃	5 600
Бром	Br	6 000
Однохлористая сера	S ₂ Cl ₂	6 100
Сера	S	8 000
Иод	I	8 000
Фосфор	P	9 000
Ртуть	Hg	13 050

272. Поглощение газов водой

1 объём воды растворяет под давлением 760 мм п объёмов газа, взятого при 0° и 760 мм

Газ	п при 0°	п при 20°	Газ	п при 0°	п при 20°
Азот	0,0235	0,0155	Сернистый газ .	79,8	39,4
Аммиак	1298,9	710,6	Сероводород .	4,69	2,67
Водород	0,0215	0,0185	Углекислый газ .	1,71	0,83
Воздух	0,029	0,019	Хлор	4,61	2,26
Кислород	0,049	0,0315	Хлористый водо- род	500	440
Окись углерода .	0,035	0,023			

273. Адсорбция газов углем при 18° С и 1 ат

В таблице дано число объёмов газов, поглощаемых одним объёмом угля

Газ	Химическая формула	Поглощаемый объём	Газ	Химическая формула	Поглощаемый объём
Аммиак	NH ₃	90	Четырёххлористый уг-		
Хлористый водород .	HCl	85	лерод	CCl ₄	35
Сернистый ангидрид	SO ₂	65	Оксись углерода	CO	9,4
Сероводород	H ₂ S	55	Кислород	O ₂	9,3
Закись азота	N ₂ O	40	Азот	N ₂	7,5
Углекислый газ . .	CO ₂	35	Иод	I ₂	1,8

274. Коэффициенты диффузии различных газов и паров при 0° и 760 мм Hg

В таблице даны количества газов *D* в *г-молях*, проходящие в 1 сек. через 1 см² поверхности при градиенте концентрации 1 *г-моль* на 1 см

Диффундирующий газ	Второй газ	<i>D</i>	Диффундирующий газ	Второй газ	<i>D</i>
Углекислый газ	Оксись углерода	0,131	Водород . . .	Углекислый газ	0,538
" . . .	Воздух	0,142	" . . .	Воздух	0,661 ¹⁾
" . . .	Кислород	0,140	Кислород . . .	"	0,178
" . . .	Водород	0,544	Водяной пар .	"	0,203
Водород	Оксись углерода	0,649	Углекислый газ	"	0,142
"	Кислород	0,677	Сероуглерод .	"	0,099

275. Коэффициенты диффузии электролитов в воду при 18°С

$$\left(\frac{\text{г-моль}}{\text{день}} \right)$$

Концентрация в г-молях	Хлористый натрий NaCl	Хлористый калий KCl	Хлористый литий LiCl	Соляная кислота HCl	Едкий натрий NaOH	Едкий калий KOH
0,01	1,170	1,466	1,000	2,342	1,432	1,903
0,02	1,152	1,431	0,980	2,285	1,404	1,889
0,05	1,139	1,409	0,971	2,251	1,386	1,872
0,1	1,117	1,389	0,951	2,229	1,364	1,854
0,2	1,098	1,376	0,929	2,202	1,342	1,843
0,5	1,077	1,345	0,919	2,188	1,310	1,841
1,0	1,070	1,330	0,920	2,217	1,290	1,855
2,0	—	1,320	0,928	—	1,259	1,892

¹⁾ При 17°С.

276. Осмотическое давление растворов электролитов при 15°C

(для случая полупроницаемой перегородки из железо-синеродистой меди)
Концентрация растворов 0,05 г-молей на 1000 см³ воды.

Электролит	Химическая формула	Осмотическое давление в ат
Азотнокислый калий	KNO ₃	1,65
натрий	NaNO ₃	1,69
Иодистый калий	KJ	1,80
Сернистый аммоний	(NH ₄) ₂ SO ₄	2,64
калий	K ₂ SO ₄	2,01
Сернистокислый натрий	Na ₂ S ₂ O ₃	2,21

277. Осмотическое давление коллоидов

Вещество	Концентрация в процентах	Температура в °C	Осмотическое давление в мм H ₂ O
Декстрин	1	15,9	166
Яичный альбумин	1,25	обычная	22,4
Желатин	1,5	"	8,2
Гумми-арабик	6	15,5	259
"	18	15,6	1 193

278. Зависимость осмотического давления водных растворов тростникового сахара от концентрации при 20° C

Концентрация в г-молях на 1 л	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0	1,226	1,578	1,929	2,191
Осмотическое давление в ат	2,252	7,45	12,49	20,60	26,12	43,97	67,51	100,78	133,74

279. Коэффициенты сжимаемости жидкостей

Коэффициент сжимаемости есть число, показывающее, на какую долю первоначального значения уменьшается объём тела при увеличении давления на 1 атмосферу (760 мм Hg).

Величина коэффициента сжимаемости чувствительно изменяется с изменением температуры тела, а также с изменением давления, под которым оно находится. Числа, приведённые в таблице, относятся к обыкновенной температуре (около 20°C) и к сравнительно небольшим давлениям (несколько атмосфер).

Вода	.0,000046	Ртуть	.0,0000039
Глицерин	.0,000025	Сероуглерод	.0,000089
Касторовое масло	.0,000047	Скипидар	.0,000079
Керосин	.0,000077	Смарт этиловый	.0,000110
Оливковое масло	.0,000063	Эфир (серный)	.0,000183

269. Коэффициент вязкости некоторых газов

Вязкость или внутреннее трение — это способность газов и жидкостей оказывать сопротивление относительному перемещению своих частей. Вязкость сказывается в том, что при смещении слоёв газа или жидкости относительно друг друга возникает сила (сила внутреннего трения), препятствующая этому смещению и выражаемая формулой: $F = \eta S \frac{dv}{dl}$, где v — относительная скорость перемещения слоёв газа или жидкости, l — расстояние между ними, S — площадь соприкосновения движущихся слоёв, а η — коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом вязкости или внутреннего трения.

Коэффициент вязкости показывает, скольким динам должна быть равна сила, чтобы в слое газа или жидкости, имеющем толщину 1 см и площадь 1 см², эта сила двигала верхнюю поверхность слоя относительно нижней со скоростью 1 $\frac{\text{см}}{\text{сек}}$; η выражается в дин/см^2 или в пуазах; значения η , приведённые в таблице, даны в микропуазах (10^{-6} пуаза)

Название	Химическая формула	Температура в °C	η
Аргон	Ar	0	209,6
Азот	N ₂	+23	176,5
Водород	H ₂	+20,8	88,72
“	“	0	84,1
“	“	—102,9	60,93
“	“	—253,06	10,6
Водяной пар	H ₂ O	0	90,4
“	“	+100	127
Гелий	He	+ 23	198,1
“	“	0	187,3
“	“	—102,6	139,2
“	“	—258,1	29,46
Аммиак	NH ₃	0	91,8
Кислород	O ₂	0	193,1
Оксид углерода	CO	0	176
Двуокись “	CO ₂	0	137
Хлор	Cl ₂	0	128,7
Хлористый водород	HCl	12,5	138,5
Сероводород	H ₂ S	0	116,6
Неон	Ne	0	297,3

281. Коэффициенты вязкости некоторых жидкостей и расплавленных металлов в сантипуазах (10^{-2} пуаза)

Название	Формула	Температура в °С	η
Вода	H_2O	0	1,793
		20	1,008
Серная кислота (98—100%)	H_2SO_4	0	48,4
		20	26,7
Сера	S	123	10,94
Спирт метиловый	CH_3OH	20	0,593
Спирт этиловый	C_2H_5OH	20	1,716
Этиловый эфир	$(C_2H_5)_2O$	25	0,234
Бензол	C_6H_6	20	0,647
Хлороформ	$CHCl_3$	20	0,563
Глицерин	$C_3H_5(OH)_3$	25	493,7
Уксусная кислота	CH_3COOH	25	1,34
Фенол	C_6H_5OH	25	8,97
Анилин	$C_6H_5NH_2$	17,4	4,84
Нитробензол	$C_6H_5NO_2$	20	2,013
Четыреххлористый углерод	CCl_4	21,2	0,9517
Ртуть	Hg	0	1,63
		20	1,55
Висмут	Bi	304	1,662
Кадмий	Cd	349	1,44
Медь	Cu	1 145	3,41
Железо (с 2,5% С)	Fe	1 400	2,25
Свинец	Pb	441	2,116
Сурьма	Sb	702	1,304
Олово	Sn	301	1,630

282. Поверхностное натяжение (σ) различных веществ в жидком состоянии

Поверхностным натяжением называется работа, требующаяся для образования вновь единицы поверхности (1 см^2) раздела двух фаз при постоянстве их объема и температуры. При этих условиях вся работа, производимая против сил молекулярного взаимодействия, превращается в запас свободной энергии; вследствие этого поверхностный слой жидкости всегда обладает избытком свободной энергии по сравнению с таким же объемом, взятым внутри фазы. Поэтому поверхностное натяжение может быть также определено как избыток свободной энергии поверхностного слоя, приходящийся на единицу (1 см^2) поверхности раздела двух фаз. Это определение позволяет называть поверхностное натяжение удельной свободной поверхностной энергией.

Поверхностное натяжение жидкости, относящееся к поверхности раздела с её насыщенным паром называется ортобарическим.

Измеряется поверхностное натяжение в $\frac{\text{эрг}}{\text{см}^2}$ или в $\frac{\text{дн}}{\text{см}}$, или в $\frac{\text{мг}}{\text{мм}}$; при

этом $\frac{\text{эрг}}{\text{см}^2} = \frac{\text{дн}}{\text{см}} = 9,81 \frac{\text{мг}}{\text{мм}}$.

Вещество	Химическая формула	Граница раздела	Температура	σ в $\frac{\text{э}}{\text{см}^2}$
Водород	H ₂	Собственный пар	20°, 4абс. (°K)	1,91
Гелий	He	" "	4° абс. (°K)	0,12
Азот	N ₂	" "	85° абс. (°K)	7,2
Кислород	O ₂	" "	85° абс. (°K)	14,5
Оксись углерода	CO	" "	85° абс. (°K)	8,74
Хлор	Cl ₂	" "	—60°C	31,2
Аммиак	NH ₃	" "	—29°C	41,2
Сернистый ангидрид	SO ₂	" "	—25°C	32,6
Серный	SO ₃	" "	17°, 5C	33,1
Жидкий воздух	—	" "	—190°, 5C	12,2
Углекислота	CO ₂	" "	0°C	4,49
Бром	Br ₂	Воздух или пар	20°C	41,5
Перекись водорода	H ₂ O ₂	" "	18°, 5C	76,1
Серная кислота (98,5-процентная)	H ₂ SO ₄	" "	20°C	55,1
Хлористый натрий	NaCl	" Азот	803°C	113,8
Сернокислый	Na ₂ SO ₄	" "	900°C	194,8
Хлористый калий	KCl	" "	800°C	95,8
Сера	S	Воздух	445°C	38,97
Ртуть	Hg	Водород	20°C	470
Свинец	Pb	" "	336°C	442
Цинк	Zn	" "	477°C	753
Натрий	Na	" "	103°C	206,4
Железо	Fe	" "	ок. т. плавя.	963
Медь	Cu	" "	1 140°C	1 120
Платина	Pt	Воздух	2 000°C	1 819
Этиловый эфир	(C ₂ H ₅) ₂ O	" "	20°C	16,96
спирт	C ₂ H ₅ OH	" "	20°C	22,27
Уксусная кислота	CH ₃ COOH	" "	20°C	27,63
Глицерин	C ₃ H ₅ (OH) ₃	" "	20°C	63,4
Амлин	C ₃ H ₇ NH ₂	" "	20°C	42,9
Парафин	—	" "	54°C	30,56
Белок (куриный)	—	" "	15—20°C	52,69

223. Температурная зависимость поверхностного натяжения σ некоторых жидкостей

Вода на границе с воздухом		Бензол на границе с воздухом		Одоло на границе с водородом	
Температура в °C	σ $\frac{\text{э}}{\text{см}}$	Температура в °C	σ $\frac{\text{э}}{\text{см}}$	Температура в °C	σ $\frac{\text{э}}{\text{см}}$
0	75,64	10	30,19	253	526
10	74,22	15	29,53	299	527
20	72,75	20	28,88	401	526
30	71,18	25	28,23	600	525
40	69,56	30	27,58	800	520
50	67,91	—	—	964	514
60	66,18	—	—	—	—
70	64,42	—	—	—	—
80	62,61	—	—	—	—
90	60,75	—	—	—	—
100	58,85	—	—	—	—

284. Капиллярная постоянная (константа) некоторых жидкостей

Капиллярная постоянная жидкости (называемая также удельным сцеплением) представляет собой высоту подъема жидкости в трубке, радиус которой равен 1 мм и стенки которой полностью смачиваются ею. Обозначается через a^2 и выражается в мм². Величина капиллярной постоянной прямо пропорциональна поверхностному натяжению σ жидкости и обратно пропорциональна её плотности D : $a^2 = \frac{2\sigma}{D}$.

Жидкость	Химическая формула	Температура в °C	Капиллярная константа a^2 в мм ²
Бензол	C ₆ H ₆	11,2	6,71
Вода	H ₂ O	0	15,40
Ртуть	Hg	18	7,60
Серовуглерод	CS ₂	19,4	5,4
Хлороформ	CHCl ₃	10,2	3,73
Этиловый спирт	C ₂ H ₅ OH	20	5,89
Эфир	(C ₂ H ₅) ₂ O	20	4,72

285. Дипольные моменты молекул некоторых веществ

Молекулы некоторых веществ (полярных веществ), вследствие того что центры положительных зарядов у них оказываются смещёнными на некоторое весьма малое расстояние от центров отрицательных зарядов, от природы представляют собой диполи. Дипольные моменты таких молекул служат для характеристики их поведения в электрическом поле молекул других веществ. Величина дипольного момента μ определяется из выражения молекулярной поляризации:

$$P = \frac{4}{3} \pi N a_0 + \frac{4\pi N}{9kT} \mu,$$

где N — число Авогадро, k — постоянная Больцмана, a_0 — величина, обратно пропорциональная средней силе, связывающей заряды диполя, т. е. лёгкость смещения зарядов, T — абсолютная температура.

Величина дипольного момента зависит от химического строения вещества — чем несимметричнее строение молекулы, тем больше дипольный момент; у симметричных молекул, например, H₂, N₂, Ar, C₆H₆, CCl₄ и т. д., дипольные моменты обычно равны нулю.

(Значения μ даны средние из определений различных авторов.)

Вещество	Химическая формула	$\mu \cdot 10^{18} CGSE$
Аммиак	NH ₃	1,48
Анилин	C ₆ H ₅ NH ₂	1,55
Ацетон	(CH ₃) ₂ CO	2,79
Бензол	C ₆ H ₆	0
Бромистый водород	HBr	0,78
Вода	H ₂ O	1,84
Сернистый ангидрид	SO ₂	1,68
Иод	I ₂	1,2
Иодистый водород	HI	0,38
Оксид углерода	CO	0,11
Сероводород	H ₂ S	1,0
Хлористый водород	HCl	1,03
Цианистый	HCN	2,65
Этиловый спирт	C ₂ H ₅ OH	1,68
Эфир	(C ₂ H ₅) ₂ O	1,15

286. Ионизационные потенциалы нормальных атомов

Ионизационные потенциалы являются мерой той работы, которую нужно затратить, чтобы оторвать от нейтрального атома один внешний (валентный) электрон и удалить его на бесконечно большое расстояние, т. е. превратить атом в ион или, иначе, ионизировать атом.

Ионизационные потенциалы выражаются в электрон-вольтах или калориях

Атом	Химическая формула	Заряд ядра	Число квантовых слоев	Число валентных электронов	Ионизационный потенциал в eV ¹⁾
Водород	H	1	1	1	13,54
Литий	Li	3	2	1	5,36
Натрий	Na	11	3	1	5,12
Калий	K	19	4	1	4,32
Медь	Cu	29	4	1	7,69
Рубидий	Rb	37	5	1	4,15
Серебро	Ag	47	5	1	7,54
Цезий	Cs	55	6	1	3,87
Золото	Au	79	6	1	9,25
Бериллий	Be	4	2	2	9,23
Магний	Mg	12	3	2	7,61
Кальций	Ca	20	4	2	6,09
Цинк	Zn	30	4	2	9,35
Стронций	Sr	38	5	2	5,67
Кадмий	Cd	48	5	2	8,96
Барий	Ba	56	6	2	5,19
Ртуть	Hg	80	6	2	10,39
Радий	Ra	88	7	2	4,8
Бор	B	5	2	3	8
Алюминий	Al	13	3	3	5,96
Галлий	Ga	31	4	3	5,90
Индий	In	49	5	3	5,76
Таллий	Tl	81	6	3	6,8
Углерод	C	6	2	4	11,22
Кремний	Si	14	3	4	10,36
Олово	Sn	50	5	4	6,95
Свинец	Pb	82	6	4	7,39
Азот	N	7	2	5	12,4
Фосфор	P	15	3	5	10,3
Мышьяк	As	33	4	5	11,54 ± 0,5
Сурьма	Sb	51	5	5	8,5 ± 1
Висмут	Bi	83	6	5	8,0 ± 0,5
Кислород	O	8	2	6	13,56
Сера	S	16	3	6	10,31
Селен	Se	33	4	6	12,58
Фтор	F	9	2	7	20,35
Хлор	Cl	17	3	7	9,95
Бром	Br	35	4	7	10,40
Йод	I	53	5	7	8,45
Гелий	He	2	1	2	24,5
Неон	Ne	10	2	8	21,4
Аргон	Ar	18	3	8	15,7
Криптон	Kr	36	4	8	13,70
Ксенон	X	54	5	8	11,5
Скандий	Sc	21	4	2	6,50
Титан	Ti	22	4	2	4,8
Ванадий	V	23	4	2	6,0

¹⁾ См. сноски к табл. 287

237. Ионизационные потенциалы различных молекул

Ионизируемые молекулы	Химическая формула	Потенциал ионизации (eV ¹⁾)
Азот	N ₂	17
Водород	H ₂	16
Кислород	O ₂	15,5
Хлор	Cl ₂	13,2
Бром	Br ₂	11,3—12,8
Иод	I ₂	10,2
Аммиак	NH ₃	11,1
Оксид азота	NO	9,4
Пары серы	S	12,2
Пары фосфора	P	13,3
Хлористый водород	HCl	13,7—14,4
Бромистый	HBr	13,8
Иодистый	HI	13,4
Хлористый цинк	ZnCl ₂	12,9
Хлорная ртуть	HgCl ₂	12,1
Иодная	HgI ₂	11
Вода	H ₂ O	13
Сероводород	H ₂ S	10,4
Этилен	C ₂ H ₄	9,5
Этан	C ₂ H ₆	1,0
Бензол	C ₆ H ₆	9,6
Хлороформ	CHCl ₃	11,5
Этиловый эфир	C ₄ H ₁₀ O	13,6
Оксид углерода	CO	14,3
Углекислый газ	CO ₂	14,3
Ацетилен	C ₂ H ₂	9,9

¹⁾ Чтобы получить ионизационный потенциал в килокалориях на грамм-атом, надо приведённые в электрон-вольтах значения умножить на 23 (округлённое число).

233. Распределение электронов в нейтральных атомах

Жирным шрифтом набраны цифры, показывающие число подвижных электронов во внутренних слоях; n — главное квантовое число; k — побочное квантовое число; l — квантовое число импульса движения по орбите.

Рентгено- ские уровни по Борю и Костеру	K	L		M			N			O			P			Q							
		I	II	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	IV							
n	1	2	3			4			5			6			7								
k	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5							
l	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	3	4	0	1							
1 H	1	Первый период — 2																					
2 He	2																						
3 Li	2	1	Второй период — 8																				
4 Be	2	2																					
5 B	2	2															1						
6 C	2	2															2						
7 N	2	2															3						
8 O	2	2															4						
9 F	2	2															5						
10 Ne	2	2															6						
11 Na	2	2	6	1	Третий период — 8																		
12 Mg	2	2	6	2																			
13 Al	2	2	6	2															1				
14 Si	2	2	6	2															2				
15 P	2	2	6	2															3				
16 S	2	2	6	2															4				
17 Cl	2	2	6	2															5				
18 Ar	2	2	6	2															6				
19 K	2	2	6	2	6	1	Четвёртый период — 18																
20 Ca	2	2	6	2	6	2																	
21 Sc	2	2	6	2	6	1																	
22 Ti	2	2	6	2	6	2																	
23 V	2	2	6	2	6	3																	
24 Cr	2	2	6	2	6	4																	
25 Mn	2	2	6	2	6	5																	
26 Fe	2	2	6	2	6	6																	
27 Co	2	2	6	2	6	7																	
28 Ni	2	2	6	2	6	8																	
29 Cu	2	2	6	2	6	10																	
30 Zn	2	2	6	2	6	10															2		
31 Ga	2	2	6	2	6	10															2	1	
32 Ge	2	2	6	2	6	10															2	2	
33 As	2	2	6	2	6	10															2	3	
34 Se	2	2	6	2	6	10															2	4	
35 Br	2	2	6	2	6	10															2	5	
36 Kr	2	2	6	2	6	10															2	6	
37 Rb	2	2	6	2	6	10	2	6	Пятый период — 18														
38 Sr	2	2	6	2	6	10	2	6															
39 Y	2	2	6	2	6	10	2	6															1
40 Zr	2	2	6	2	6	10	2	6															2
41 Nb	2	2	6	2	6	10	2	6															3
42 Mo	2	2	6	2	6	10	2	6															4

Рентгеновские уровни по Борю и Коселю	K	I L III			I II III IV V M M M M M					I II III IV V VI VII N N N N N N N							I II III IV V VI VII VIII IX O O O O O O O O O									I II III IV V P P P P P P						O ₁ O ₂	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	1	2								
		0	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	0	1							
43 Ma	2	2	6	2	6	10	2	6	5		2																						
44 Ru	2	2	6	2	6	10	2	6	6		2																						
45 Rh	2	2	6	2	6	10	2	6	7		2																						
46 Pd	2	2	6	2	6	10	2	6	8		2																						
47 Ag	2	2	6	2	6	10	2	6	10		1																						
48 Cd	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2																						
49 In	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	1																					
50 Sn	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	2																					
51 Sb	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	3																					
52 Te	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	4																					
53 J	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	5																					
54 X	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6																					
55 Cs	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6																					
56 Ba	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6																					
57 La	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6	1																				
58 Ce	2	2	6	2	6	10	2	6	10		1	2	6	1																			
59 Pr	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	2	6	1																			
60 Nd	2	2	6	2	6	10	2	6	10		3	2	6	1																			
61 Il	2	2	6	2	6	10	2	6	10		4	2	6	1																			
62 Sa	2	2	6	2	6	10	2	6	10		5	2	6	1																			
63 Eu	2	2	6	2	6	10	2	6	10		6	2	6	1																			
64 Gd	2	2	6	2	6	10	2	6	10		7	2	6	1																			
65 Tb	2	2	6	2	6	10	2	6	10		8	2	6	1																			
66 Dy	2	2	6	2	6	10	2	6	10		9	2	6	1																			
67 Ho	2	3	6	2	6	10	2	6	10		10	2	6	1																			
68 Er	2	2	6	2	6	10	2	6	10		11	2	6	1																			
69 Tu	2	2	6	2	6	10	2	6	10		12	2	6	1																			
70 Yb	2	2	6	2	6	10	2	6	10		13	2	6	1																			
71 Lu (Cp)	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	1																			
72 Hf	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	2																			
73 Ta	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	3																			
74 W	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	4																			
75 Re	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	5																			
76 Os	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	6																			
77 Ir	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	7																			
78 Pt	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	8																			
79 Au	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
80 Hg	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
81 Tl	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
82 Pb	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
83 Bi	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
84 Po	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
85 At	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
86 Rn	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
87 Fr (Va)	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
88 Ra	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
89 Ac	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
90 Th	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
91 Pa	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			
92 U	2	2	6	2	6	10	2	6	10		14	2	6	10																			

289. Радиусы атомов некоторых элементов¹⁾

Элемент	Химический символ	Порядковый номер элемента	Радиус атома в 10^{-8} см	Элемент	Химический символ	Порядковый номер элемента	Радиус атома в 10^{-8} см
Литий	Li	3	1,56	Бром	Br	35	1,19
Бериллий	Be	4	1,05	Рубидий	Rb	37	2,36
Углерод	C	6	0,77	Циркон	Zr	40	1,62
Азот	N	7	0,71	Ниобий	Nb	41	1,43
Кислород	O	8	0,60	Молибден	Mo	42	1,36
Натрий	Na	11	1,86	Рутений	Ru	44	1,30
Магний	Mg	12	1,62	Родий	Rh	45	1,34
Алюминий	Al	13	1,43	Палладий	Pd	46	1,37
Кремний	Si	14	1,13	Серебро	Ag	47	1,44
Сера	S	16	1,04	Кадмий	Cd	48	1,49
Хлор	Cl	17	1,07	Индий	In	49	1,45
Аргон	Ar	18	1,92	Олово	Sn	50	1,40
Калий	K	19	2,23	Сурьма	Sb	51	1,34
Кальций	Ca	20	1,96	Теллур	Te	52	1,33
Скандий	Sc	21	1,51	Йод	I	53	1,36
Титан	Ti	22	1,49	Цезий	Cs	55	2,55
Ванадий	V	23	1,32	Церий	Ce	58	1,83
				Гафний	Hf	72	1,66
Хром	Cr	24	1,25	Тантал	Ta	73	1,42
Марганец	Mn	25	1,29	Вольфрам	W	74	1,37
Железо	Fe	26	1,26	Осмий	Os	76	1,33
Кобальт	Co	27	1,26	Иридий	Ir	77	1,35
Никель	Ni	28	1,24	Платина	Pt	78	1,38
Медь	Cu	29	1,27	Золото	Au	79	1,44
Цинк	Zn	30	1,33	Ртуть	Hg	80	1,49
Галлий	Ga	31	1,33	Таллий	Tl	81	1,99
Германий	Ge	32	1,22	Свинец	Pb	82	1,74
Мышьяк	As	33	1,16	Висмут	Bi	83	1,46
Селен	Se	34	1,13	Торий	Th	90	1,82

¹⁾ По Габельштау

²⁾ Атомы условно рассматриваются как шары.

290. Эмпирические ¹⁾ и теоретические ²⁾ радиусы ионов в ангстремах.

Название элемента	Химический символ	Порядковый номер элемента	Заряд иона	Эмпирический радиус иона	Теоретический радиус иона
Водород	H	1	+1	1,27	2,08
Гелий	He	2	0	1,22	0
Литий	Li	3	+1	0,78	0,60
Бериллий	Be	4	+2	0,34	0,31
Бор	B	5	+3	—	0,20
Углерод	C	6	+4	0,2	0,15
Азот	N	7	+5	0,1—0,2	0,11
Кислород	O	8	—2	1,32	1,40
Фтор	F	9	—1	1,33	1,36
Неон	Ne	10	0	1,52	0
Натрий	Na	11	+1	0,98	0,95
Магний	Mg	12	+2	0,78	0,65
Алюминий	Al	13	+3	0,57	0,50
Кремний	Si	14	+4	0,39	0,41
Фосфор	P	15	+5	0,3—0,4	0,34
Сера	S	16	+6	0,34	0,29
			—2	1,74	1,84
Хлор	Cl	17	—1	1,81	1,81
Аргон	Ar	18	0	1,92	0
Калий	K	19	+1	1,33	1,33
Кальций	Ca	20	+2	1,06	0,99
Скандий	Sc	21	+3	0,83	0,81
Титан	Ti	22	+4	0,64	0,68
Ванадий	V	23	+5	0,4	0,59
Хром	Cr	24	+6	0,3—0,4	0,52
Медь	Cu	29	+1	—	0,96
Цинк	Zn	30	+2	0,83	0,74
Галлий	Ga	31	+3	0,62	0,62
Германий	Ge	32	+4	0,44	0,53
Селен	Se	34	+6	0,3—0,4	0,42
			—2	1,91	1,93
Бром	Br	35	—1	1,96	1,95
Криптон	Kr	38	0	2,1	—
Рубидий	Rb	37	+1	1,49	1,48
Стронций	Sr	38	+2	1,27	1,13
Иттрий	Y	39	+3	1,06	1,09
Цирконий	Zr	40	+4	0,87	0,80
Ниобий	Nb	41	+5	0,69	0,70
Серебро	Ag	47	+1	1,13	1,26
Кадмий	Cd	48	+2	1,03	0,97
Индий	In	49	+3	0,92	0,81
Олово	Sn	50	+4	0,74	0,71
Теллур	Te	52	—2	2,11	2,21
Иод	I	53	—1	2,20	2,16
Ксенон	X	54	0	2,3	—
Цезий	Cs	55	+1	1,65	1,69
Барий	Ba	56	+2	1,43	1,35

¹⁾ По Гольдшмиту — 1926 г.

²⁾ По Паулингу — 1927 г.

Название элемента	Химический символ	Порядковый номер элемента	Заряд иона	Эмпирический радиус иона	Теоретический радиус иона
Лантан	La	57	+3	1,22	1,15
Церий	Ce	58	+4	1,02	1,01
Золото	Au	79	+1	—	1,37
Ртуть	Hg	80	+2	1,12	1,10
Таллий	Tl	81	+3	1,05	1,95
Свинец	Pb	82	+4	0,84	0,84
Таллий	Tl	81	+1	1,49	1,44
Марганец	Mn	25	+2	0,91	0,80
Железо	Fe	26	+2	0,83	0,75
Кобальт	Co	27	+2	0,82	0,72
Никель	Ni	28	+2	0,78	0,69
Свинец	Pb	82	+2	1,32	1,21
Хром	Cr	24	+3	0,65	—
Железо	Fe	26	+3	0,67	—
Родий	Rh	45	+3	0,69	—
Лантан	La	57	+3	1,22	—
Церий	Ce	58	+3	1,18	—
Прозеодим	Pr	59	+3	1,16	—
Неодим	Nd	60	+3	1,15	—
Самарий	Sm	62	+3	1,13	—
Европий	Eu	63	+3	1,13	—
Гадолиний	Gd	64	+3	1,11	—
Тербий	Tb	65	+3	1,09	—
Диспрозий	Dy	66	+3	1,07	—
Гольмий	Ho	67	+3	1,05	—
Эрбий	Er	68	+3	1,04	—
Тулий	Tu	69	+3	1,04	—
Иттербий	Yb	70	+3	1,00	—
Кассиопей	Cr	71	+3	0,99	—
Ванадий	V	23	+4	0,61	0,59
Марганец	Mn	25	+4	0,52	0,50
Никобий	Nb	41	+4	0,69	0,67
Молибден	Mo	42	+4	0,63	0,66
Вольфрам	W	74	+4	0,68	0,66
Уран	U	92	+4	1,05	0,97
Родий	Rh	45	+4	0,65	0,63
Осмий	Os	78	+4	0,67	0,65
Иридий	Ir	77	+4	0,66	0,64
Теллур	Te	52	+4	0,89	0,81
Прозеодим	Pr	59	+4	1,00	0,92
Тербий	Tb	65	+4	0,89	—
Торий	Th	90	+4	1,10	1,02

291. Структура и константы простейших молекул

Двухатомные молекулы

Название	Химическая формула	Ядерное расстояние $r, 10^{-8}$	Момент инерции $I, 10^{40}$	Диаметр $d, 10^{81)}$			Собственные колебания ядер в см ⁻¹	Упругая сила $a, 10^{-7}$	Работа диссоциации D в галв.	Дипольный момент $\mu, 10^{18}$	Средняя поляризуемость $\alpha, 10^{25}$	Главные поляризуемости	
				d_I	d_o	d_{min}						$b_1 \cdot 10^{25}$	$b_2 = b_3 \cdot 10^{25}$
Водород	H ₂	0,75	0,467	2,47	2,84	3,24	4264	5,06	4,4	0	7,9	5,5	9,16
Азот	N ₂	1,10	13,8	3,18	3,5	3,8	—	22,2	9,0	0	17,6	23,8	14,5
Кислород	O ₂	1,20	19,2	2,98	3,2	3,5	1577	11,3	5,1	0	16,0	23,5	12,1
Фтор	F ₂	1,26	25,3	—	3,4	—	1142	—	2,82	0	11,5	—	—
Хлор	Cl ₂	1,98	113,7	3,7	~4,0	—	560	3,21	2,47	0	46,1	66,0	36,3
Бром	Br ₂	2,28	340	4,04	~4,15	—	327	—	1,96	0	67,0	—	—
Иод	I ₂	2,66	742	4,46	—	—	214	—	1,54	0	125,7	—	—
Оксись углерода	CO	1,15	15,0	3,2	—	—	2162	18,6	10,3	0,11	19,5	26,0	16,25
— азота	NO	1,15	16,3	3,0	—	—	1906	—	6,8	0,1	17,2	—	—
Фтористый азот	NF	0,92	1,34	—	—	—	3962	—	—	—	—	—	—
Хлористый водород	HCl	1,28	2,61	3,0	—	3,89	2780	4,40	4,4	1,03	26,3	31,3	23,9
Бромистый	HBr	1,42	3,31	3,12	—	4,17	2479	3,56	3,7	0,79	36	—	—
Иодистый	HI	1,60	4,25	(3,4)	—	4,5	2233	2,9	3,1	0,38	54,8	—	—

1) d_I — азиметрический диаметр; d_o — расстояние, на которое молекулы могут сближаться при столкновении под влиянием только сил притяжения и отталкивания; d_{min} — диаметр, получаемый из расстояний между молекулами в кристаллах или из молекулярных объемов жидкости с наиболее плотной шаровой упаковкой.

Трёхатомные молекулы

Продолжение

Название	Химическая формула	Форма и угол	Ядерное расстояние $r \cdot 10^8$	Момент инерции $J \cdot 10^{40}$	Сфера действия $d \cdot 10^8$	Полный момент $\mu \cdot 10^{18}$	Главные поляризуемости		
							Средняя поляризуемость $a \cdot 10^{23}$	$b_1 \cdot 10^{23}$	$b_2 \cdot 10^{23}$
Углекислый газ	CO_2	Вытянутая, симметричная $\text{O}=\text{C}=\text{O}$	$\text{C}=\text{O}$ 1,15	70,2	3,3	0	26,5	41,0	19,3
Сероуглерод	CS_2	Вытянутая, симметричная $\text{S}=\text{C}=\text{S}$	$\text{C}=\text{S}$ 1,58	260	—	0	87,4	154,4	55,4
Закись азота	N_2O	Вытянутая, несимметричная $\text{N}=\text{N}=\text{O}$	—	66,0	3,2	0,14	29,9	53,2	18,3
Синильная кислота	HCN	Вытянутая $\text{H}-\text{C} \equiv \text{N}$	$\text{C}-\text{H}$ 1,08 $\text{C} \equiv \text{N}$ 1,15	18,8	—	2,6	25,9	39,2	19,2
Вода	H_2O	Изогнутая $\angle = 104-106^\circ$ 	$\text{O}-\text{H}$ 1,013 $\text{H}-\text{H}$ 1,53	$I = 0,995$ $L = 1,908$ $K = 2,980$	2,7	1,79	14,8	—	—
Сернистый ангидрид	SO_2	Изогнутая 	$\text{S}=\text{O}$ 1,37	—	3,38	1,61	37,2	54,9	27,2
Сероводород	H_2S	Изогнутая 	—	—	—	—	37,8	42,1	32,1
Озон	O_3	Изогнутая $\angle \approx 120^\circ$ 	$\text{O}=\text{O}$ 1,29	—	—	—	30,3	—	—
Ацетилен	C_2H_2	Вытянутая, симметричная $\text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H}$	$\text{C}-\text{H}$ 1,08 $\text{C} \equiv \text{C}$ 1,20	23,5	—	0	33,3	51,2	24,3

Название	Химическая формула	Форма и угол	Ядерное расстояние $r \cdot 10^8$	Момент инерции $I \cdot 10^{40}$	Сфера элект. вез. $d \cdot 10^8$	Линейный момент $\mu \cdot 10^{18}$	Средняя полярность $a \cdot 10^{28}$	Главные поля, изукости		
								$b_1 \cdot 10^{-3}$	$b_2 \cdot 10^{25}$	$b_3 \cdot 10^{25}$
Циан (дициан)	$(\text{CN})_2$	Вытянутая, симметричная $\text{N} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{N}$	$\text{C} - \text{C} \ 1,43$ $\text{N} \equiv \text{C} \ 1,16$	—	—	0	50,1	77,6	36,4	36,4
Этилен	C_2H_4	Плоская $\text{H} \quad \text{H} \quad \alpha \approx 120^\circ$ $\diagup \quad \diagdown$ $\text{C} = \text{C} < \alpha$ $\diagdown \quad \diagup$ $\text{H} \quad \text{H}$	$\text{C} - \text{H} \ (1,08)$ $\text{C} = \text{C} \ 1,3$	$I \approx 3,8$ $K = 28,85$ $L \approx 3,1$	—	0	42,7	56,1	35,9	35,9
Бензол	C_6H_6	Кольцеобразная, плоская	$\text{C} - \text{C} \ 1,40$	$I = L = 140$ $K = ?$	—	0	103,2	123,1	63,5	123,1
Аммиак	NH_3	Симметричная пирамида 	$\text{N} - \text{H} \ 1,03 - 1,06$ $\text{H} - \text{H} \ 1,68 - 1,83$ Высота 0,3	$I = L = 2,8$ $K = 4,4$	—	1,46	22,6	24,2	21,8	21,8
Метан	CH_4	Правильный тетраэдр $\angle$ при $\text{C} = 109^\circ 28'$	$\text{C} - \text{H} \ 1,08$	5,3	—	0	26,1	26,1	26,1	26,1
Четыреххлористый углерод .	CCl_4	Правильный тетраэдр $\angle$ при $\text{C} = 109^\circ 28'$	$\text{C} - \text{Cl} \ 1,82$ $\text{Cl} - \text{Cl} \ 2,99$	510	—	0	105	105	105	105
Формальдегид	$\text{H}_2\text{C} = \text{O}$	Плоская $\angle \alpha \approx 100^\circ$ $\angle \beta \approx 130^\circ$ $\text{O} = \text{C} < \alpha$ $\diagup \quad \diagdown$ $\text{H} \quad \text{H}$	$\text{C} = \text{O} \ 1,21$	$I = 24,33$ $L = 21,39$ $K = 2,94$	—	—	—	—	—	—

292. Константы кристаллических решёток некоторых элементов

1. Для кубических решёток с центрированными гранями

Элемент	Химическая формула	Сторона ячейки в 10^{-8} см	Элемент	Химическая формула	Сторона ячейки в 10^{-8} см
Алюминий	Al	4,04	Серебро	Ag	4,06
Кальций	Ca	5,56	Церий	Ce	5,12
Железо	Fe _γ	3,61	Иридий	Ir	3,80
Кобальт	Co	3,554	Платина	Pt	3,93
Никель	Ni	3,54	Золото	Au	4,08
Медь	Cu	3,60	Свинец	Pb	4,91
Родий	Rh	3,82	Торий	Th	5,04
Палладий	Pd	3,45			

II. Для решёток центрированного куба

Элемент	Химическая формула	Сторона ячейки в 10^{-8} см	Элемент	Химическая формула	Сторона ячейки в 10^{-8} см
Литий	Li	3,50	Тантал	Ta	3,27
Натрий	Na	4,30	Вольфрам	W	3,15
Хром	Cr	2,89	Калий	K	5,20
Железо	Fe α, β, γ	2,86	Ванадий	V	3,04
Молибден	Mo	3,14			

III. Для решёток плотной гексагональной системы

Элемент	Химическая формула	a	c	c/a
Бериллий	Be	2,29	3,62	1,58
Магний	Mg	3,22	5,23	1,624
Цинк	Zn	2,670	4,940	1,860
Кадмий	Cd	2,960	5,600	1,890
Титан	Ti	2,97	4,72	1,59
Циркон	Zr	3,23	5,14	1,59
Церий	Ce	3,56	3,96	1,63
Кобальт	Co	2,514	4,110	1,633
Рутений	Ru	2,686	4,272	1,590
Осмий	Os	2,714	4,320	1,590

293. Элементарные частицы

Электрон — лёгкая материальная частица, имеющая массу в 1837,5 раза меньшую, чем атом водорода, и обладающая элементарным отрицательным электрическим зарядом.

Масса покоящегося электрона $m = 9,1066 \cdot 10^{-28}$ г.

Заряд электрона $e = -1,6020 \cdot 10^{-20}$ абс. эл.-маг. ед. $= -4,8025 \cdot 10^{-10}$ абс. эл.-ст. ед.

Удельный заряд электрона $\frac{e}{m} = -1,7592 \cdot 10^7$ абс. эл.-маг. ед. $z^{-1} = -5,2736 \cdot 10^{11}$ абс. эл.-ст. ед. z^{-1} .

Энергия покоящегося электрона $mc^2 = 0,51$ MeV $= 0,8185 \cdot 10^{-6}$ эрг.

Классический радиус электрона $r_e = 2,81 \cdot 10^{-13}$ см.

Атомный вес электрона $A_e = 5,4862 \cdot 10^{-4}$.

Протон — ядро атома водорода¹⁾, обладающее одним положительным электрическим зарядом.

Масса протона $M = 1,67248 \cdot 10^{-24}$ г.

Заряд протона $e = 1,6020 \cdot 10^{-20}$ абс. эл.-маг. ед. $= 4,8025 \cdot 10^{-10}$ абс. эл.-ст. ед.

Атомный вес протона $A_p = 1,00758$.

Позитрон — частица, имеющая массу, равную массе электрона и обладающая положительным электрическим зарядом, по абсолютной величине равным заряду электрона.

Масса позитрона $m_p = 9,1066 \cdot 10^{-28}$ г.

Заряд позитрона $e = 1,6020 \cdot 10^{-20}$ абс. эл.-маг. ед. $= 4,8025 \cdot 10^{-10}$ абс. эл.-ст. ед.

Нейтрон — тяжёлая частица с массой, приблизительно равной массе протона и не имеющая электрического заряда (электрически нейтральная).

Масса нейтрона $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-24}$ г. Заряд нейтрона $= 0$.

Атомный вес нейтрона $A_n = 1,00895$.

Нейтрино — частицы, которые, по гипотезе Паули, образуются при β -распаде одновременно с бета-частицами, обладают массой значительно меньшей, чем масса электрона, и не имеют электрического заряда (электрически нейтральные). Благодаря этим свойствам нейтрино практически не задерживаются веществами и до сих пор непосредственно не наблюдались. Однако ряд фактов подтверждает гипотезу об их существовании.

Мезоны (мезотроны)²⁾ — частицы, встречающиеся в космическом излучении. Имеют массу, в 150—200 раз превышающую массу электрона. Обладают электрическим зарядом, в соответствии с которым различают: отрицательные мезоны — у которых заряд равен заряду электрона, и положительные мезоны — с зарядом, равным заряду позитрона. Электрически нейтральные мезоны, которые с достоверностью не обнаружены, но, повидимому, могут порождаться при столкновениях тяжёлых частиц, обладающих большой энергией, называют нейтретто.

Варитроны — новые частицы, открытые Алихановым и Алиханяном в космическом излучении. Масса этих частиц варьируется в очень широких пределах — от 100 до 20 000 электронных масс.

¹⁾ Ядро атома «тяжёлого» водорода (с атомным весом 2) или иначе дейтерия называется дейтроном, а иногда дейтоном, и представляет собою протон, прочно связанный с нейтроном.

²⁾ См. также таблицу № 34.

294. Единицы радиоактивности и рентгеновского излучения¹⁾

Род единицы	Название единицы	Обозначение	Определение
Единица гамма-активности	Миллиграмм-эквивалент радия	mg Ra или Г	Интенсивность гамма-излучения одного миллиграмма элемента радия, определяемая основным эталоном радия СССР
Единица альфа-активности	Урановая единица	U	Интенсивность альфа-излучения химически чистой зелёной окиси урана (U_3O_8), свободной от других радиоактивных элементов и расположенной на плоскости равномерным слоем в 20 мг на 1 см ²
Единица активности радона	Кюри	Ci или Curie	Интенсивность излучения радона, находящегося в состоянии радиоактивного равновесия с 1 граммом элемента радия
	Милликюри Микрокюри Эман	mCi μCi E	0,001 Кюри 10 ⁻⁶ Кюри 10 ⁻¹⁰ Кюри
Единица физической дозы рентгеновского излучения	Рентген	r	Физическая доза рентгеновских лучей, при которой, в результате полного ионизационного действия в воздухе при 0° С и нормальном атмосферном давлении, образуются заряды каждый в одну электростатическую единицу на 1 см ³ освещаемого объёма ²⁾
Единица энергии рентгеновского излучения	Рентген-кубический сантиметр	r·cm ³	Энергия рентгеновских лучей, которая, будучи поглощена в 1 см ³ , создаёт в любом элементе этого объёма физическую дозу, равную одному рентгену
Единица интенсивности рентгеновского излучения	Рентген-сантиметр в секунду	$\frac{r \cdot cm^3}{sec}$	Интенсивность рентгеновских лучей, при которой через 1 см ² поверхности нормально к ней в одну секунду проходит равномерно распределённая энергия излучения в один рентген-кубический сантиметр
Единица мощности физической дозы рентгеновского излучения и единица плотности интенсивности в спектре	Рентген в секунду	$\frac{r}{sec}$	Мощность физической дозы рентгеновских лучей, при которой в течение 1 секунды физическая доза равномерно нарастает на один рентген

1) По ОСТам 7159 и 7623.

2) Вторым международным конгрессом радиологов в 1928 г. определение рентгена было принято в иной редакции.

295. Соотношения между мегаэлектрон-вольт и другими единицами

В атомной и ядерной физике за единицу энергии принят электрон-вольт (eV), который определяется как кинетическая энергия, приобретаемая частицей, имеющей заряд электрона, при её свободном движении в электрическом поле с разностью потенциалов в один вольт.

Удобнее применять мегаэлектрон-вольт (MeV), равный 10^6 eV.

Надо умножить	На	Чтобы получить
MeV	$1,07 \cdot 10^{-3}$ $1,60 \cdot 10^{-6}$ $3,83 \cdot 10^{-14}$ $4,45 \cdot 10^{-20}$	Единицы массы ¹⁾ Эрги Калории Киловатт-часы
Единицы массы ¹⁾	$9,31 \cdot 10^2$ $1,49 \cdot 10^{-3}$ $3,56 \cdot 10^{-11}$ $4,15 \cdot 10^{-17}$	MeV Эрги Калории Киловатт-часы
Эрги	$6,71 \cdot 10^2$ $6,24 \cdot 10^5$ $2,39 \cdot 10^{-8}$ $2,78 \cdot 10^{-14}$	Единицы массы ¹⁾ MeV Калории Киловатт-часы
Калории	$2,81 \cdot 10^{10}$ $2,62 \cdot 10^{13}$ $4,18 \cdot 10^7$ $1,16 \cdot 10^{-6}$	Единицы массы ¹⁾ MeV Эрги Киловатт-часы
Киловатт-часы	$2,41 \cdot 10^{16}$ $2,25 \cdot 10^{19}$ $3,60 \cdot 10^{13}$ $8,60 \cdot 10^5$	Единицы массы ¹⁾ MeV Эрги Калории

¹⁾ За единицу массы в атомной и ядерной физике принимается одна шестнадцатая массы атома изотопа кислорода с массовым числом 16, равная $1,6603 \cdot 10^{-24}$ г.

296. Некоторые примеры и сопоставления из области атомной физики

1. В булавочной головке содержится атомов железа примерно $10\,000\,000\,000\,000\,000\,000$
2. Диаметр атома водорода составляет примерно $0,00000001$ см
3. Ядро атома имеет диаметр порядка $0,00000000000001$ см
4. Диаметр ядра атома в среднем меньше диаметра самого атома в $100\,000$ раз
5. Ядро атома занимает в атоме часть его объёма, составляющую примерно $0,0000000000000001$
6. Доля объёма, приходящаяся на ядро в атоме меньше, чем доля объёма, принадлежащего солнцу в солнечной системе примерно в $2\,000$ раз
7. Атом водорода весит примерно $0,00000000000000000000000002$ г
8. Вес электрона составляет от веса атома водорода примерно $\frac{1}{1837}$ часть

9. Вес электрона составляет от веса ядра атома урана (наиболее тяжёлого) меньше чем	$\frac{1}{400\,000}$ часть
10. В атоме урана (наиболее тяжёлом из всех) вес содержащихся в нём 92 электронов меньше веса ядра атома в . . .	4 550 раз
11. Для получения 1 г радия из руды, содержащей 42% чистого урана, требуется переработать её в количестве	7 000 кг
12. 1 г радия выделяет в час энергию в количестве	140 калорий
13. В течение часа из миллиарда атомов радия подвергаются радиоактивному распаду	5 атомов
14. В 1 г радия ($2,68 \cdot 10^{21}$ атомов) в течение часа распадается	1 360 000 000 000 атомов
15. 1 г радия образует в 1 секунду α -частицы в количестве	37 000 000 000 ¹⁾
16. Вылетающая из радия α -частица обладает энергией в	5 000 000 электрон-вольт
17. Скорость α -частицы составляет примерно	20 000 км/сек.
18. Расстояние, которое α -частица проходит в воздухе, не превышает	10 см
19. Для получения тонны чистой тяжёлой воды (D_2O) требуется переработать (электролитически разложить) природную воду в количестве и затратить на это электроэнергию в количестве	1 000 000 т 100 000 000 квт-ч
20. Для разложения 1 моля молекулярного водорода на атомы требуется затратить энергию в количестве	4,5 электрон-вольта на моль ²⁾ = 103,5 ккал
21. Для разложения 1 моля ядер тяжёлого водорода (дейтерия) на протоны и нейтроны требуется затратить энергию в количестве	2 000 000 электрон-вольт на моль ²⁾ = 46 000 000 ккал
22. Энергия, которую надо затратить для разложения ядра атома на составляющие его протоны и нейтроны, составляет: для ядра атома тяжёлого водорода (дейтрона) для ядра атома гелия (α -частицы) для ядра атома лития	2 000 000 электрон-вольт 28 000 000 электрон-вольт 39 000 000 электрон-вольт
23. Энергия, выделяющаяся при разложении (облучением протонами) всех атомных ядер, содержащихся в 1 г лития, составит	56 000 000 ккал
24. Деление атомных ядер урана (при облучении нейтронами), содержащихся в 1 моле (238 г) элемента урана, должно	

1) Наружу из кусочка радия α -частицы выходит гораздо меньше, чем их образуется.

2) Электрон-вольт на моль — мера энергии, представляющая собой энергию в $6 \cdot 10^{23}$ раз большую, чем 1 эВ ($6 \cdot 10^{23}$ — число Авогадро). Округленно $1 \text{ эВ} \times 6 \cdot 10^{23} = 1,6 \cdot 10^{-19} \times 6 \cdot 10^{23} \text{ эргов} = 9,6 \cdot 10^{4} \text{ эргов} = 23 \text{ ккал}$.

сопровождаться выделением энергии в количестве

$$200\,000\,000 \text{ электрон-вольт на моль} =$$

$$= 4\,600\,000\,000 \text{ ккал} =$$

$$= 2\,000\,000\,000\,000 \text{ кГм} =$$

$$= 5\,400\,000 \text{ квт-ч}$$

- Это количество энергии способно нагреть от 0 до 100° воду в количестве 46 000 т
25. Расщепление всех атомных ядер, содержащихся в 1 кг изотопа урана с атомным весом 235, сопровождается выделением энергии в таком же количестве, как и при сгорании угля в количестве . . . 2 000 т
или при взрыве нитротолуола в количестве 20 000 т
26. В соответствии с принципом эквивалентности массы и энергии при нагревании тонны воды на 100° её масса увеличивается на 0,000005 г
27. Вследствие выделения энергии (тепла), в количестве 96 ккал, при сгорании 12 г углерода в 32 г кислорода, образуется не 44 г углекислого газа, а меньше на 0,000000004 г
28. Энергия, излучаемая Солнцем в течение года, обладает массой в 1 200 000 000 т
29. При превращении 1 г любого вещества полностью в энергию её количество составило бы $9 \cdot 10^{20}$ эргов $= 2,15 \cdot 10^{10}$ ккал $= 2,50 \cdot 10^4$ квт-ч
- Этой энергии достаточно, чтобы нагреть от 0 до 100° воду в количестве 200 000 т
30. Масса электрона, выраженная в единицах энергии, составляет 500 000 электрон-вольт
31. Встреча позитрона и электрона сопровождается исчезновением этих частиц и излучением энергии в количестве . . . 1 000 000 электрон-вольт
32. Число обнаруженных ядерных реакций в настоящее время превышает 1 000

297. Радиоактивные семейства

Радиоактивным семейством называют совокупность различных атомов (различных элементов), получающихся друг из друга в процессе радиоактивного распада. Все радиоактивные элементы можно разбить на три естественных семейства, называемых по первоначально открытым родоначальникам, а именно: семейство урана, семейство актиния, семейство тория, и на четвёртое — искусственно полученное радиоактивное семейство.

В таблице указан характер радиоактивности, присущей данным атомам (элементам), и стрелками обозначено направление превращения одних атомов (элементов) в другие.

Надо помнить, что альфа-радиоактивность приводит к уменьшению массового числа на четыре единицы и заряда (порядкового номера) на две единицы, а бета-радиоактивность увеличивает только заряд на одну единицу, не изменяя массового числа.

Приведённый в таблице период полураспада (T) представляет собой время, необходимое для того, чтобы распалось 50% атомов данного вещества. Эта величина связана с постоянной распада (λ), выражающей вероятность распада радиоактивного атома в единицу времени, соотношением: $T = \frac{0,693}{\lambda}$, при усло-

вин, что за единицу времени выбраны сутки. Величина, обратная постоянной распада, называется средним временем жизни (θ) радиоактивного атома $\theta = \frac{1}{\lambda}$. С помощью перечисленных величин можно рассчитать то количество (N) атомов, которое по истечении времени t останется неразложившимся из первоначально взятых (N_0) атомов: $N = N_0 e^{-\lambda t}$, а также число атомов, распадающихся за промежуток времени dt в момент t : $dN = \lambda N_0 e^{-\lambda t} dt$ (t должно быть измерено в тех же единицах времени, которые были приняты при определении λ ; e — основание натуральных логарифмов).

В таблице содержатся только наблюдаемые превращения; возможные ядра и превращения не указываются.

Заряд ядра (по радиоактивному элементу)	Массовое число	Название элемента	Химический символ элемента	Вид испускаемого излучения (стрелка указывает направление превращения)	Период полураспада
Семейство урана ¹⁾					
96	242	Кюри	Cu ²⁴²	$\downarrow \alpha$	150 дней
94	238	Плутоний	Pu ²³⁸	$\downarrow \alpha$	50 лет
92	238	Уран I	UI	$\downarrow \alpha$	$4,51 \cdot 10^9$ лет
90	234	Уран X ₁	UX ₁	$\downarrow \beta$	24,5 дня
91	234	Уран X ₂	UX ₂	$\downarrow \beta$	1,14 мин.
91	234	Уран Z	UZ	$\downarrow \beta$	6,7 часа
92	234	Уран II	UII	$\downarrow \alpha$	$2,69 \cdot 10^5$ лет
90	230	Ионий	Io	$\downarrow \alpha$	$8,3 \cdot 10^4$ лет
88	226	Радий	Ra	$\downarrow \alpha$	1590 лет
86	222	Радон (эманация радия)	Rn	$\downarrow \alpha$	3,825 дня
84	218	Радий A	RaA	$\downarrow \alpha$	3,05 мин.
82	214	" B	RaB	$\downarrow \beta$	26,8 мин.
83	214	" C	RaC	$\downarrow \beta$	19,7 мин.
84	214	" C'	RaC'	$\downarrow \alpha$	$1,5 \cdot 10^{-4}$ сек.
81	210	" C''	RaC''	$\downarrow \beta$	1,32 мин.
82	210	" D	RaD	$\downarrow \beta$	22 года
83	210	" E	RaE	$\downarrow \beta$	5,0 дней
84	210	Полоний	Po	$\downarrow \alpha$	140 дней
82	206	Радиевый свинец	Pb		Нерadioактивен
Семейство актиния					
94	239	Плутоний	Pu ²³⁹	$\downarrow \alpha$	$2,41 \cdot 10^4$ лет
92	235	Актиний U	AcU	$\downarrow \alpha$	$7,07 \cdot 10^8$ лет
90	231	Уран Y	UY	$\downarrow \beta$	24,6 часа
91	231	Протактиний	Pa	$\downarrow \alpha$	$3,2 \cdot 10^4$ года
89	227	Актиний	Ac	$\downarrow \beta$	13,5 лет
90	227	Радюактивный	RaAc	$\downarrow \alpha$	18,9 дня
87	223	Актиний K	AcK	$\downarrow \beta$	21 мин.
88	223	" X	AcX	$\downarrow \alpha$	11,2 дня
86	219	Актиний (эманация актиния)	Ap	$\downarrow \alpha$	3,92 сек.
84	215	Актиний A	AcA	$\downarrow \alpha$	$1,83 \cdot 10^{-3}$ сек.
82	211	" B	AcB	$\downarrow \beta$	36,1 мин.
83	211	" C	AcC	$\downarrow \beta$	2,16 мин.
84	211	" C'	AcC'	$\downarrow \alpha$	$5 \cdot 10^{-3}$ сек.
81	207	" C''	AcC''	$\downarrow \beta$	4,76 мин.
82	207	Актиниевый свинец	Pb		Нерadioактивен

¹⁾ Имеет двух родоначальников — UI и Cu²⁴².

Заряд ядра (по таблице Менделеева)	Массовое число	Название элемента	Химический символ элемента	Вид испускаемого излучения (стрелка указывает направление превращения)	Период полураспада
Семейство тория					
90	232	Торий	Th	$\downarrow \alpha$	$1,39 \cdot 10^{10}$ года
88	228	Мезоторий 1	MTh1	$\downarrow \beta$	6,7 лет
89	228	Мезоторий 2	MTh2	$\downarrow \beta$	6,13 часа
90	228	Радиоторий	RaTh	$\downarrow \alpha$	1,9 года
88	224	Торий X	ThX	$\downarrow \alpha$	3,64 дня
86	220	Торон (эманация тория)	Tn	$\downarrow \alpha$	54, 5 сек.
84	216	Торий A	ThA	$\downarrow \alpha$	$1,58 \cdot 10^{-1}$ сек.
82	212	" B	ThB	$\downarrow \beta$	10,6 часа
83	212	" C	ThC	$\downarrow \alpha$	60,5 мин.
84	212	" C'	ThC'	$\downarrow \alpha$	$3 \cdot 10^{-7}$ сек.
81	208	" C"	ThC"	$\downarrow \beta$	3,1 мин.
82	208	Ториевый свинец	Pb	$\downarrow \beta$	Нерадиоактивен
Семейство искусственных радиоактивных элементов ¹⁾					
94	241	Плутоний-241	Pu ²⁴¹	$\downarrow \beta$	длинный
95	241	Америций-241	Am ²⁴¹	$\downarrow \alpha$	500 лет
93	237	Нептуний-237	Np ²³⁷	$\downarrow \alpha$	$2,25 \cdot 10^6$ лет
91	233	Протактиний-233	Pa ²³³	$\downarrow \beta$	27,4 дня
92	233	Уран-233	U	$\downarrow \alpha$	$1,63 \cdot 10^5$ лет
90	229	Торий-229	Th	$\downarrow \alpha$	$5 \cdot 10^4$ лет
88	225	Радий-225	Ra	$\downarrow \beta$	14 дней
89	225	Актиний-225	Ac	$\downarrow \alpha$	10 дней
87	221	Франций-221	Fr	$\downarrow \alpha$	5 мин.
85	217	Астатин-217	At	$\downarrow \alpha$	$2,1 \cdot 10^{-2}$ сек.
83	213	Висмут-213	Bi ²¹³	$\downarrow \beta$	46 мин.
84	213	Полоний-213	Po	$\downarrow \alpha$	$3,2 \cdot 10^{-6}$ сек.
81	209	Таллий-209	Tl	$\downarrow \beta$	?
82	209	Свинец-209	Pb	$\downarrow \beta$	3 часа
83	209	Висмут	Bi	$\downarrow \beta$	Нерадиоактивен

Элементы RaC, Ac, AcC, ThC, Bi²¹³ обладают альфа- и бета-радиоактивностью, т. е. различные атомы этих элементов могут распадаться или с испусканием альфа-частиц, или с испусканием бета-частиц (одни и тот же атом не может одновременно испускать частицы обоих видов). Вероятность распада атомов этих элементов с испусканием альфа- или бета-частиц следующая:

$$\begin{array}{ll} \text{RaC: } \alpha - 0,04\% & \beta - 99,96\% \\ \text{Ac: } \alpha - 1\% & \beta - 99\% \\ \text{AcC: } \alpha - 99,68\% & \beta - 0,32\% \end{array} \quad \begin{array}{ll} \text{ThC: } \alpha - 35\% & \beta - 65\% \\ \text{Bi}^{213}: \alpha - 4\% & \beta - 96\% \end{array}$$

В настоящее время установлено, что кроме элементов, приведённых в таблице, естественной радиоактивностью обладают ещё пять следующих элементов¹⁾: калий — ^{40}K , рубидий — ^{87}Rb , самарий — ^{62}Sm , кассиопей — ^{71}Cr (или лютеций, — ^{71}Lu) и рений — ^{187}Re , хотя они и не принадлежат ни к одному из указанных семейств.

¹⁾ См. таблицу № 302.

298. Пробег α -частиц различных радиоактивных веществ в воздухе при давлении 760 мм и 15°C

Атомный (порядковый) номер	Название радиоактивного изотопа	Символ	Пробег в см при 15°C и 760 мм рт. ст.
Ряд урана			
92	Уран I	U/I	2,53
92	Уран II	U/II	2,96
90	Ионий	Io	3,03
88	Радий	Ra	3,21
86	Радон	Rn	3,91
84	Радий A	RaA	4,48
83	Радий C	RaC	3,19
84	Радий C'	RaC'	6,60
84	Радий F	RaF	3,72
Ряд актиния			
91	Протактиний	Pa	3,67
90	Радиоактиний	RaAc	4,68
86	Актинон	Ap	5,79
84	Актиний A	AcA	6,58
83	Актиний C	AcC	5,51
84	Актиний C'	AcC'	6,1
Ряд тория			
90	Торий	Th	2,9
90	Радиоторий	RaTh	4,08
88	Торий X	ThX	4,35
86	Торон	Tn	5,06
84	Торий A	ThA	5,68
83	Торий C	ThC	4,79
84	Торий C'	ThC'	8,62

299. Изменение атомного веса и атомного (порядкового) номера элемента, происходящее при некоторых ядерных реакциях, протекающих с захватом и испусканием частиц различного типа

Падающая частица	Испускаемая частица	Атомный номер Z перед- дит и	Атомный вес A перед- дот и
α	Протон	$Z+1$	$A+3$
α	Нейтрон	$Z+2$	$A+3$
Протон	—	$Z+1$	$A+1$
Протон	α	$Z-1$	$A-3$
Протон	Нейтрон	$Z+1$	A
Протон	Дейтрон	Z	$A-1$
Дейтрон	Протон	Z	$A+1$
Дейтрон	Нейтрон	$Z+1$	$A+1$
Дейтрон	α	$Z-1$	$A-2$
Нейтрон	—	Z	$A+1$
Нейтрон	Протон	$Z-1$	A
Нейтрон	α	$Z-2$	$A-3$

300. Примеры некоторых ядерных реакций

Ядерными реакциями называют искусственно вызванные превращения атомных ядер, которые происходят в результате проникновения извне в атомы веществ таких ускоренно движущихся частиц, как, например: α -частицы, протоны, дейтроны или нейтроны.

Ядерные реакции записываются в виде уравнений, в которых символ каждого химического элемента (часто и атомных частиц), участвующего в данной реакции, снабжён двумя индексами: индекс, стоящий слева внизу (иногда ставится и справа внизу) символа, означает заряд ядра (атомный или порядковый номер), а индекс, стоящий справа сверху символа, — массовое число (округлённый до целого числа атомный вес). Обозначения:

${}_1\text{H}^1$ — или p — символ протона, т. е. ядра атома обычного водорода (заряд +1, масса 1).

${}_1\text{D}^2$ — символ дейтрона, т. е. ядра атома тяжёлого водорода или иначе дейтерия (заряд +1, масса 2).

${}_2\text{He}^4$ — символ ядра атома гелия (заряд +2, масса 4) или иначе α -частицы.

n — символ нейтрона (заряд 0, масса 1).

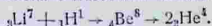
e^- — символ электрона, т. е. отрицательной β -частицы (заряд -1, масса незначительна).

e^+ — символ позитрона, т. е. положительной β -частицы (заряд +1, масса — незначительна).

γ — гамма-лучи (коротковолновое электромагнитное излучение).

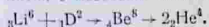
Примеры реакций, протекающих при бомбардировке веществ протонами и дейтронами:

1) Облучение изотопа лития с массовым числом 7 — протонами:



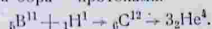
При этом расщеплении ядра лития освобождается внутриатомная энергия в количестве 17 MeV.

2) Облучение изотопа лития с массовым числом 6 — дейтронами:



Внутриатомная энергия, освобождаемая при этой реакции, равна 22 MeV.

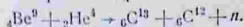
3) Облучение элемента бора — протонами:



Получающийся избыток внутриатомной энергии составляет 11 MeV.

Примеры реакций получения нейтронов:

1) Облучение элемента бериллия ядрами гелия, т. е. α -частицами:

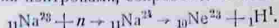


2) Облучение элемента бериллия дейтронами:

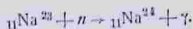


Примеры реакций, протекающих при бомбардировке веществ нейтронами:

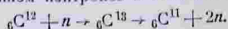
1) Облучение натрия нейтронами, сопровождающееся испусканием протона:



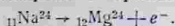
2) Облучение натрия нейтронами, сопровождающееся испусканием γ -лучей и возникновением нового изотопа:



3) Облучение углерода нейтронами, сопровождающееся образованием нового изотопа и излучением нейтронов в большем количестве:

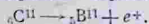


4) Самопроизвольный (радиоактивный) распад возбуждённых (неустойчивых) ядер, получающихся в результате облучения веществ нейтронами, сопровождающийся излучением электронов и образованием устойчивых ядер¹⁾:



Период полураспада $_{11}\text{Na}^{24}$ — 14,8 часа.

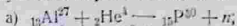
5) Самопроизвольный (радиоактивный) распад возбуждённых (неустойчивых) ядер, получающихся в результате облучения веществ нейтронами, сопровождающийся излучением позитронов и образованием устойчивых ядер¹⁾:



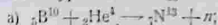
Период полураспада $_6\text{C}^{11}$ — 20,5 минут.

Примеры реакций получения искусственных радиоактивных изотопов элементов:

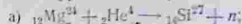
1) Облучением ядрами гелия, т. е. α -частицами:



Период полураспада для $_{15}\text{P}^{30}$ — 2,55 минуты.



Период полураспада для $_7\text{N}^{13}$ — 9,93 минуты.

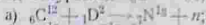


Период полураспада для $_{14}\text{Si}^{27}$ — 4,9 секунды.

2) Облучение дейтронами:

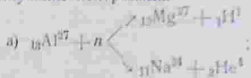


Период полураспада $_6\text{C}^{11}$ — 20,5 минуты.



Период полураспада $_7\text{N}^{13}$ — 9,93 минуты.

3) Облучение нейтронами:

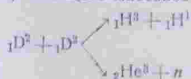


Период полураспада $_{12}\text{Mg}^{27}$ — 10,2 минуты, а $_{11}\text{Na}^{24}$ — 14,8 часа.



Период полураспада $_{29}\text{Cu}^{61}$ — 12,8 часа.

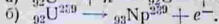
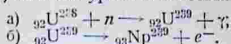
Пример реакции между двумя дейтронами с образованием изотопа водорода, имеющего массовое число 3:



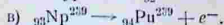
¹⁾ Ядерные реакции образования $_{11}\text{Na}^{24}$ и $_6\text{C}^{11}$ являются примерами получения искусственных радиоактивных изотопов.

Реакции, происходящие при бомбардировке урана нейтронами:

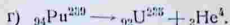
1) Получение трансурановых элементов при облучении медленными нейтронами¹⁾ изотопа урана с массовым числом 238:



Период полураспада ${}_{92}\text{U}^{239} = 23$ минуты.



Период полураспада нептуния ${}_{93}\text{Np}^{239}$ (первого трансуранового элемента) 2,3 дня.



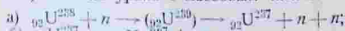
Период полураспада плутония ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ (второго трансуранового элемента) — около 24 000 лет.

2) Схема одного из возможных вариантов деления изотопа урана с массовым числом 235, которое происходит в результате облучения его нейтронами и сопровождается излучением нейтронов в повышенном количестве (основа цепной реакции):

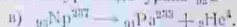


(деление ${}_{92}\text{U}^{236}$ может происходить различными способами, так как среди продуктов деления кроме криптона и бария обнаруживались: бром, иод, стронций и другие элементы).

3) Получение второго изотопа нептуния ${}_{93}\text{Np}^{237}$ при облучении быстрыми нейтронами²⁾ изотопа урана с массовым числом 238:



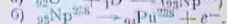
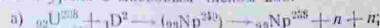
Период полураспада урана ${}_{92}\text{U}^{237} = 6,8$ дня.



Период полураспада нептуния ${}_{93}\text{Np}^{237} = 2,25 \cdot 10^6$ лет.

Реакция, происходящая при бомбардировке урана дейтронами:

Получение второго изотопа плутония ${}_{94}\text{Pu}^{238}$ при бомбардировке дейтронами изотопа урана с массовым числом 238:



Период полураспада нептуния ${}_{93}\text{Np}^{238} = 2,0$ дня.



Период полураспада плутония ${}_{94}\text{Pu}^{238} = 50$ лет.

„Реакции откалывания“

Проведенная в последнее время бомбардировка различных элементов дейтронами или ионами гелия большой энергии (до 400 MeV) показала, что при этом образуется большое число радиоактивных изотопов, которые в течение процесса бомбардировки в свою очередь также дают ряд других радиоактивных изотопов. Таким образом, общее число продуктов превращения получается весьма значительным и во многих случаях путь образования конечного продукта реакции окажется неустояченным. Этот тип реакций, в отличие от обычных ядерных реакций и реакций деления ядра, предлагается³⁾ называть реакциями откалывания.

Удобен также такой способ получения следующего примера: например, для бомбардировки меди ионами гелия, в результате которой среди конечных продуктов реакции был обнаружен 46-минутный изотоп $\text{Mn}^{54}\text{Cu}^{56}$ (α , 62, 18a) Mn^{54} , или для бомбардировки мышьяка ионами гелия, когда среди многих продуктов реакции получается и 37-минутный изотоп $\text{Cl}^{36}\text{As}^{76}$ (α , 182, 41a) Cl^{36} , при этом Z и α обозначают, в соответствующих единицах, уменьшение заряда и массы ядра элемента, являющегося объектом бомбардировки.

¹⁾ Нейтронами, имеющими энергию в области между 10 и 100 eV.

²⁾ Нейтронами, имеющими энергию, превышающую 1 MeV.

³⁾ Редакцией журнала „Успехи химии“, т. XVII, вып. 3, 1948, стр. 343.