

А. С. ЕНОХОВИЧ

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ПО ФИЗИКЕ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Рекомендовано
Министерством высшего и среднего специального
образования СССР в качестве
справочного пособия для средних
специальных учебных заведений



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1976

Рецензент:
кандидат физико-математических наук
А. Б. Успенская

Анатолий Сергеевич Енохович
КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ПО ФИЗИКЕ

Редактор *И. Дьяченко*. Художник *И. Федулов*. Художественный редактор
З. Нуждина. Корректор *В. Кожуткина*

Т-16183 Сдано в набор 16/1 1976 г. Подп. к печати 10/IX 1976 г. Формат
84×108^{1/2} Бум. тип. № 3. Объем 9 печ. л. + форзац 0,0625 печ. л. Усл. п.
л. 15,225. Уч.-изд. л. 13,31 + форзац 0,12. Изд. № ФМ-551. Тираж 225000 экз.
Зак. 253. Цена 57 коп.

План выпуска литературы издательства «Высшая школа»
для вузов и техникумов на 1976 г. Позиция № 294
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14, Издательство «Высшая школа»

Типография им. Анохина
Управления по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Совета Министров Карельской АССР
г. Петрозаводск, ул. «Правды», 4.

Енохович А. С.

Е 61 Краткий справочник по физике. Изд. 2-е, пере-
раб. и доп. М., «Выш. школа», 1976.

288 с. с ил.

Справочник составлен в соответствии с программой по физике для
средних специальных учебных заведений.

В нем приведены сведения о Международной системе единиц (СИ),
таблицы перевода различных единиц в СИ, условные графические изобра-
жения на электрорадиосхемах; помещены значения физических постоянных
и величин, встречающихся в технике, природе, быту; даны основные физи-
ко-технические параметры наиболее известных технических объектов, ма-
шин, установок; показаны научно-технические достижения нашей страны;
введены краткие сведения из математики, химии, астрономии.

Предназначается для учащихся средних специальных учебных заведе-
ний. Может быть полезен учащимся профессионально-технических училищ.

60602 — 372
Е 001 (01) — 76 294 — 76

53

ПРЕДИСЛОВИЕ

Важная задача средней школы любого типа — формировать у учащихся умение самостоятельно учиться, пополнять и обновлять свои знания. Составная часть этого — умение работать со справочной литературой, „добывать“ знания, разыскивать в огромном потоке информации сведения, цифры, данные, необходимые для труда или учения. Наличие у учащихся справочника по физике позволит им приобрести и закрепить соответствующее умение, а для многих учащихся послужит источником, способствующим развитию интереса к физике и ее практическим приложениям, углублению и расширению знаний по этому предмету

„Краткий справочник по физике“ подготовлен с учетом содержания программ и учебников по физике для средних специальных учебных заведений. Он включает таблицы физических величин по всем основным разделам курса физики, изучаемого в этих учебных заведениях. Большое число таблиц содержит числовые значения физических величин, встречающиеся в окружающей жизни. Приведены сведения о физических свойствах различных веществ и материалов, данные, характеризующие физические явления в живой природе. Для того чтобы полнее удовлетворить интересы и любознательность возможно более широкого круга учащихся, получающих профессиональную подготовку по самым разнообразным специальностям, в справочник включены сведения о значениях физических величин в различных областях науки и техники, а также производства (строительство, транспорт, энергетика, сельскохозяйственное производство, машиностроение, бытовая техника и т. д.) Поэтому настоящий справочник, рассчитанный главным образом на учащихся средних специальных учебных заведений, может быть использован и учащимися профессионально-технических училищ.

В справочнике содержатся сведения о Международной системе единиц (СИ), в нем приведены условные графические изображения для электрических схем, краткие сведения из смежных наук (математики, астрономии, химии), которые могут понадобиться учащимся при изучении курса физики. Кроме того, читатель найдет и краткие сведения из области техники, основные физико-технические параметры наиболее важных и распространенных технических объектов, машин, установок, научные принципы устройства или действия которых рассматриваются в курсе физики. При этом отражены развитие и успехи современных отраслей техники и науки и особое место уделено сведениям, характеризующим новейшую советскую технику (атомную, космическую и др.)

Значения физических величин выражены в единицах Международной системы, а наименование и обозначение единиц даны в соответствии с проектом ГОСТа (1973 г.) на единицы физических

величин. В учебной, научной, технической и научно-популярной литературе еще часто встречаются единицы, не входящие в СИ (например, калории, технические атмосферы, миллиметры ртутного столба, лошадиные силы и т. п.). Чтобы облегчить читателю переход от этих единиц к единицам СИ, в справочнике приводятся таблицы для соответствующего перевода единиц, а в ряде таблиц введены дополнительные графы (или использованы скобки), в которых значение физической величины указывается в единицах СИ и параллельно — в других единицах, получивших широкое применение (например, значения для удельной теплоемкости тел даны в единицах СИ и в единицах, основанных на калории).

В некоторых таблицах в головке перед обозначением единицы измерения имеется множитель вида 10^n или 10^{-n} . Наличие такого множителя указывает на необходимость умножения всех чисел, помещенных в этой графе, соответственно на 10^n или 10^{-n} .

Для облегчения пользования справочником дан подробный алфавитно-предметный указатель.

Все замечания и пожелания по расположению материала, по содержанию справочника в целом и отдельных его таблиц направлять по адресу: Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, Издательство „Высшая школа“, редакция физико-математической литературы.

1. ВВОДНЫЙ РАЗДЕЛ

1. Знаки, часто встречающиеся в литературе по физике

$\neq$ неравно	$\geq$ больше или равно
$\equiv$ тождественно равно	$\ll$ значительно меньше
$\sim$ подобно	$\gg$ значительно больше
$\approx$ приближению равно	Δ приращение
$<$ меньше	∞ бесконечность
$>$ больше	Σ сумма
$\leq$ меньше или равно	

2. Латинский алфавит

Печатная буква	Название	Печатная буква	Название
Aa	а	Nn	эн
Bb	бе	Oo	о
Cc	це	Pp	пэ
Dd	де	Qq	ку
Ee	е	Rr	эр
Ff	эф	Ss	эс
Gg	ге	Tt	тэ
Hh	аш	Uu	у
Ii	и	Vv	ве
Jj	йот	Ww	дубль-ве
Kk	ка	Xx	икс
Ll	эль	Yy	игрек
Mm	эм	Zz	зет

3. Греческий алфавит

Печатная буква	Название	Печатная буква	Название
Αα	альфа	Νν	ню
Ββ	бета	Ξξ	кси
Γγ	гамма	Οο	омикрон
Δδ	дельта	Ππ	пи
Εε	эпсилон	Ρρ	ро
Ζζ	дзета	Σσς	сигма
Ηη	эта	Ττ	тау
Θθ	тэта	Υυ	ипсилон
Ιι	йота	Φφ	фи
Κκ	каппа	Χχ	хи
Λλ	ламбда	Ψψ	пси
Μμ	мю	Ωω	омега

4. Римские цифры

I — 1 C — 100

V — 5 D — 500

X — 10 M — 1000

L — 50

При помощи указанных основных знаков (цифр) записываются все натуральные числа. Для получения числа нужно сложить все записанные римские цифры, например, VII = 5 + 1 + 1 = 7. Однако если перед большей цифрой стоит меньшая, то из цифры большего значения следует вычесть цифру меньшего значения. Например, IV = 5 — 1 = 4, XIX = 10 + (10 — 1) = 19.

Примеры

I = 1	XII = 12	XX = 20	CCC = 300
III = 3	XIV = 14	XXIV = 24	CD = 400
V = 5	XV = 15	XXX = 30	D = 500
VI = 6	XVI = 16	XL = 40	DC = 600
VIII = 8		LX = 60	DCC = 700
IX = 9		LXX = 70	CM = 900
X = 10		XC = 90	M = 1000
		C = 100	MM = 2000
			MCMLXXIV = 1974

5. Степени числа 10 и названия больших чисел

$$10^n = 10 \cdot 10 \cdot \underbrace{\dots \cdot 10}_{n \text{ раз}}$$

$$10^0 = 1$$

$$10^1 = 10$$

$$10^3 = 1000$$

$$10^6 = 1\,000\,000 \text{ (миллион)}$$

$$10^9 = 1\,000\,000\,000 \text{ (миллиард)}$$

$$10^{12} = 1\,000\,000\,000\,000 \text{ (триллион)}$$

$$10^{15} = \text{(квадриллион)}$$

$$10^{18} = \text{(квинтиллион)}$$

$$10^{21} = \text{(секстиллион)}$$

$$10^{24} = \text{(септиллион)}$$

$$10^{27} = \text{(октиллион)}$$

$$10^{-n} = \frac{1}{10^n} = \frac{1}{10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot \underbrace{\dots \cdot 10}_{n \text{ раз}}}$$

$$10^{-1} = 0,1$$

$$10^{-4} = 0,0001 \text{ (одна десятитысячная)}$$

$$10^{-6} = 0,000001 \text{ (одна миллионная)}$$

$$10^{-9} = 0,000000001 \text{ (одна миллиардная)}$$

$$10^{-12} = 0,000000000001 \text{ (одна триллионная) и т. д.}$$

6. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименование

Приставка				Примеры		
Кратность и дольность	Наименование	Обозначение		Произношение	Обозначение	
		русское	международное		русское	международное
$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$	тера	Т	T	терасекунда	Тс	<i>Ts</i>
$1\,000\,000\,000 = 10^9$	гига	Г	G	гигагерц	ГГц	<i>GHz</i>
$1\,000\,000 = 10^6$	мега	М	M	мегаватт	МВт	<i>MW</i>
$1\,000 = 10^3$	кило	к	k	килоом	кОм	<i>kΩ</i>
$100 = 10^2$	гекто	г	h	гектоватт-час	гВт · ч	<i>hW · h</i>
$10 = 10^1$	дека	да	da	декалитр	дал	<i>dal</i>
$0,1 = 10^{-1}$	деци	д	d	дециметр	дм	<i>dm</i>
$0,01 = 10^{-2}$	санти	с	c	сантиграмм	сг	<i>cq</i>
$0,001 = 10^{-3}$	милли	м	m	милливольт	мВ	<i>mV</i>
$0,000\,001 = 10^{-6}$	микро	мк	μ	микроампер	мкА	<i>μA</i>
$0,000\,000\,001 = 10^{-9}$	нано	н	n	нанолюкс	нлк	<i>nlx</i>
$0,000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$	пико	п	p	пикофарада	пФ	<i>pF</i>
$0,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15}$	фемто	ф	f	фемтосекунда	фс	<i>fs</i>
$0,000\,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-18}$	атто	а	a	аттограмм	аг	<i>ag</i>

7. Обозначение основных физических величин

Величина	Обозначение
Амплитуда колебания	a, A
Атомная масса относительная	A_r
Вес	G, P, W
Влажность абсолютная	a
Влажность относительная	φ, r
Время	t, T
Высота	h
Вязкость динамическая	η, μ
Давление	p
Диаметр	d
Диэлектрическая проницаемость абсолютная . .	ϵ_a
Диэлектрическая проницаемость относительная .	ϵ
Длина	l
Длина волны	λ
Емкость электрическая	C
Импульс силы	I
Индуктивность	L
Индукция магнитная	B
Индукция электрическая	D
Интенсивность звука	I
Количество движения (импульс)	p
Количество теплоты	Q
Количество электричества; заряд электрический	Q, q
Коэффициент запаса прочности	k, n
Коэффициент линейного расширения темпера- турный	α, β
Коэффициент мощности	$\cos \varphi$
Коэффициент объемного расширения темпера- турный	β, α
Коэффициент полезного действия	η
Коэффициент самоиндукции	L
Коэффициент трансформации	n, k
Коэффициент трения качения	k

Величина	Обозначение
Коэффициент трения скольжения	μ, f
Коэффициент электрического сопротивления температурный	α
Магнитная проницаемость абсолютная	μ_a
Магнитная проницаемость относительная	μ
Магнитный поток	Φ
Масса	m
Масса атома	m_a
Масса нейтрона	m_n
Масса протона	m_p
Масса ядра	m_N
Модуль упругости	E
Момент количества движения (момент импульса)	b
Момент инерции	J, I
Момент силы	M
Мощность	N, P
Мощность электрической цепи активная	P
Мощность электрической цепи полная	S, P_s
Мощность электрической цепи реактивная	Q, P_q
Напор	H
Напряжение механическое	σ
Напряжение электрическое	U, V
Напряженность магнитного поля	H
Напряженность электрического поля	E
Объем	V, v
Оптическая сила	D
Освещенность	E
Период колебаний	T
Период полураспада	$T_{1/2}$
Плотность	ρ
Плотность энергии магнитного поля	w_m
Плотность энергии электрического поля	w_e
Площадь	A, S

Величина	Обозначение
Поверхностное натяжение	σ
Показатель преломления	n, n_λ
Постоянная газовая универсальная (молярная газовая постоянная)	R
Постоянная гравитационная	G
Постоянная магнитная	μ_0
Постоянная Планка	$h, \hbar$
Постоянная Стефана — Больцмана	σ
Постоянная электрическая	ε_0
Потенциал электрический	V, φ
Предел прочности	$\sigma_{пч}$
Предел упругости	$\sigma_{уп}$
Проводимость электрическая	g, G
Проводимость электрическая удельная	σ, γ
Путь, перемещение	s, l
Работа	A, W
Радиус	r
Разность фаз напряжения и тока	φ, ψ, θ
Расход топлива удельный	q_F
Световой поток	Φ
Сжимаемость	k, κ
Сила	F
Сила света	I
Сила тока	I
Скорость звука	c, a
Скорость линейная	u, v, w, c
Скорость света	c
Скорость угловая	ω
Сопротивление электрическое, сопротивление электрической цепи активное	r, R
Сопротивление электрической цепи полное	z, Z
Сопротивление электрической цепи реактивное	x, X
Сопротивление электрическое удельное	ρ

Величина	Обозначение
Средний свободный пробег молекулы	l, λ
Температура термодинамическая	T
Температура Цельсия	t
Теплоемкость удельная	c
Теплопроводность	λ
Теплота парообразования удельная	r
Теплота плавления удельная	λ
Теплота сгорания удельная	Q, q
Толщина	d, δ
Увеличение линейное	Γ
Угол падения луча	i, α
Угол поворота	φ
Угол телесный	Ω, ω
Удлинение абсолютное	Δl
Удлинение относительное	ε
Ускорение линейное	a
Ускорение свободного падения	g
Ускорение угловое	α
Фаза колебания	φ
Фокусное расстояние	F
Частота	f, ν
Частота вращения	ν
Число витков обмотки	w, N
Число пар полюсов	p
Число фаз	m
Ширина	b
Электродвижущая сила	E
Электрохимический эквивалент	k
Энергия	E, W
Энергия внутренняя	U, E
Энергия кинетическая	T, E_k, K
Энергия лучистая	Q, W
Энергия магнитного поля	W_m

Величина	Обозначение
Энергия потенциальная	E_p, U
Энергия электрического поля	$W_э$
Энергия электромагнитного поля, энергия электрическая	W
Яркость	L

8. Обозначение единиц основных физических величин

Наименование	Обозначение	
	русское	международное
Ампер	А	А
Ампер на метр	А/м	А/м
Ампер-час	А · ч	А · h
Ангстрем	Å	Å
Астрономическая единица	а. е.	—
Атомная единица массы	а. е. м.	u
Бар	бар	bar
Бэр	бэр	rem
Вар	вар	var
Ватт	Вт	W
Ватт на квадратный метр	Вт/м ²	W/m ²
Ватт на килограмм	Вт/кг	W/kg
Ватт на метр-кельвин	Вт/(м · К)	W/(m · K)
Ватт-час	Вт · ч	W · h
Вебер	Вб	Wb
Вольт	В	V
Вольт-ампер	В · А	V · A
Вольт на метр	В/м	V/m
Гаусс	Гс	Gs
Гектар	га	ha
Генри	Г	H
Генри на метр	Г/м	H/m
Герц	Гц	Hz
Год	год	a

Наименование	Обозначение	
	русское	международное
Градус	°	°
Градус Цельсия	°C	°C
Грамм	г	g
Грамм на кубический сантиметр	г/см ³	g/cm ³
Джоуль	Дж	J
Джоуль на квадратный метр	Дж/м ²	J/m ²
Джоуль на кельвин	Дж/К	J/K
Джоуль на килограмм	Дж/кг	J/kg
Джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг · К)	J/(kg · K)
Дина	дин	dyn
Дина на квадратный сантиметр	дин/см ²	dyn/cm ²
Икс единица	икс-ед	X
Калория	кал	cal
Калория на градус Цельсия	кал/°C	cal/°C
Калория на грамм	кал/г	cal/g
Калория на грамм-градус Цельсия	кал/(г · °C)	cal/(g · °C)
Кандела	кд	cd
Кандела на квадратный метр	кд/м ²	cd/m ²
Карат	кар	ct
Квадратный метр	м ²	m ²
Квадратный сантиметр	см ²	cm ²
Кельвин	°K	K
Киловатт час	кВт · ч	kW · h
Килограмм	кг	kg
Килограмм-метр в квадрате в секунду	кг · м ² /с	kg · m ² /s
Килограмм метр в секунду	кг · м/с	kg · m/s
Килограмм на кубический метр	кг/м ³	kg/m ³
Килограмм-сила	кгс	kgf
Килограмм-сила метр	кгс · м	kgf · m
Килограмм-сила-метр в секунду	кгс · м/с	kgf m/s
Килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм ²	kgf/mm ²

Наименование	Обозначение	
	русское	международное
Килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см ²	kgf/cm ²
Килокалория	ккал	kcal
Килокалория на градус Цельсия	ккал/°C	kcal/°C
Килокалория на килограмм	ккал/кг	kcal/kg
Килокалория на килограмм-градус Цельсия	ккал/(кг·°C)	kcal/(kg·°C)
Километр в час	км/ч	km/h
Киломоль	кмоль	kmol
Кубический метр	м ³	m ³
Кубический сантиметр	см ³	cm ³
Кулон	Кл	C
Кюри	Ки	Ci
Литр	л	l
Лошадиная сила	л. с.	—
Люкс	лк	lk
Люмен	лм	lm
Максвелл	Мкс	Mx
Метр	м	m
Метр в секунду	м/с	m/s
Метр на секунду в квадрате	м/с ²	m/s ²
Миллиметр	мм	mm
Миллиметр водяного столба	мм вод. ст	mm H ₂ O
Миллиметр ртутного столба	мм рт. ст	mm Hg
Минута (единица времени)	мин	min
Минута (единица плоского угла)	..'	'
Моль	моль	mol
Морская миля	м. миля	n mile
Ньютон	Н	N
Ньютон метр	Н·м	N·m
Ньютон на метр	Н/м	N/m
Ньютон-секунда	Н·с	N·s
Оборот в минуту	мин ⁻¹	—
Оборот в секунду	с ⁻¹	—

Наименование	Обозначение	
	русское	международное
Ом	Ом	Ω
Ом-квадратный миллиметр на метр	Ом · мм ² /м	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Ом-метр	Ом · м	$\Omega \cdot \text{m}$
Парсек	пк	pc
Паскаль	Па	Pa
Паскаль-секунда	Па · с	Pa · s
Рад	рад	rad
Радан	рад	rad
Радан в секунду	рад/с	rad/s
Рентген	Р	R
Сантиметр	см	cm
Сантиметр в секунду	см/с	cm/s
Сантиметр на секунду в квадрате	см/с ²	cm/s ²
Световой год	св. год	l · y
Секунда (единица плоского угла)	... "	... "
Секунда (единица времени)	с	s
Секунда в минус первой степени	с ⁻¹	s ⁻¹
Сименс	См	S
Сименс на метр	См/м	S/m
Стерadian	ср	sr
Сутки	сут	d
Тесла	Т	T
Тонна	т	t
Тонна-сила	тс	tf
Узел	уз	kn
Фарада	Ф	F
Фарада на метр	Ф/м	F/m
Центнер	ц	q
Час	ч	h
Электронвольт	эВ	eV
Эрг	эрг	erg
Эрг в секунду	эрг/с	erg/s
Эрстед	Э	Oe

9. Международная система единиц (СИ)

Наименование величины	Единица			
	наименование	обозначение		определение
		русское	между-народное	

I. Основные единицы

Длина	метр	м	m	Метр равен длине 1 650 763, 73 волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86
Масса	килограмм	кг	kg	Килограмм равен массе международного прототипа килограмма
Время	секунда	с	s	Секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133
Сила электрического тока	ампер	A	A	Ампер равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н
Термодинамическая температура	кельвин	K	K	Кельвин равен $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды

Наименование величины	Единица			
	наименование	обозначение		определение
		русское	между-народное	
Сила света	кандела	кд	cd	Кандела равна силе света, испускаемого с поверхности площадью $1/600000 \text{ м}^2$ полного излучателя в перпендикулярном направлении, при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при давлении $101\,325 \text{ Па}$.
Количество вещества	моль	моль	mol	Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов*, сколько содержится атомов в углероде-12 массой $0,012 \text{ кг}$

II. Дополнительные единицы

Плоский угол	радиан	рад	rad	Радан равен углу между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу
Телесный угол	стерадиан	ср	sr	Стерadian равен телесному углу с вершиной в центре сферы, вырезающему на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы

* Структурные элементы могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами.

III. Производные единицы

а) производные единицы пространства и времени

Площадь	квадратный метр	m^2	m^2	Квадратный метр равен площади квадрата со сторонами, длины которых равны 1 м
Объем, вместимость	кубический метр	m^3	m^3	Кубический метр равен объему куба с ребрами, длины которых равны 1 м
Скорость	метр в секунду	м/с	m/s	Метр в секунду равен скорости прямолинейно и равномерно движущейся точки, при которой эта точка за время 1 с перемещается на расстояние 1 м
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с ²	m/s ²	Метр на секунду в квадрате равен ускорению прямолинейно и равноускоренно движущейся точки, при котором за время 1 с скорость точки возрастает на 1 м/с
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	rad/s	Радий в секунду равен угловой скорости равномерно вращающегося тела, при которой за время 1 с совершается поворот тела относительно оси вращения на угол 1 рад
Частота периодического процесса	герц	Гц	Hz	Герц равен частоте периодического процесса, при которой за время 1 с происходит один цикл периодического процесса
Частота вращения	секунда в минус первой степени	с ⁻¹	s ⁻¹	Секунда в минус первой степени равна частоте вращения, при которой за время 1 с происходит один цикл вращения (один оборот)

Наименование величины	Единица			
	наименование	обозначение		определение
		русское	между-народное	
б) производные единицы механических величин				
Сила	ньютон	Н	N	Ньютон равен силе, сообщаемой телу массой 1 кг ускорение 1 м/с ² в направлении действия силы
Плотность	килограмм на кубический метр	кг/м ³	kg/m ³	Килограмм на кубический метр равен плотности однородного вещества, масса которого при объеме 1 м ³ равна 1 кг
Момент силы	ньютон-метр	Н·м	N·m	Ньютон-метр равен моменту силы, создаваемому силой 1 Н относительно точки, расположенной на расстоянии 1 м от линии действия силы
Поверхностное натяжение	ньютон на метр	Н/м	N/m	Ньютон на метр равен поверхностному натяжению, создаваемому силой 1 Н, приложенной к участку контура свободной поверхности длиной 1 м и действующей нормально к контуру и по касательной к поверхности
Давление (механическое напряжение)	паскаль	Па	Pa	Паскаль равен давлению (механическому напряжению), вызываемому силой 1 Н, равномерно распределенной по нормальной к ней поверхности площадью 1 м ²
Количество движения (импульс)	килограмм-метр в секунду	кг·м/с	kg·m/s	Килограмм-метр в секунду равен количеству движения тела массой 1 кг, движущегося поступательно со скоростью 1 м/с

Момент количества движения (момент импульса)	килограмм-метр в квадрате в секунду	$\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$	Килограмм-метр в квадрате в секунду равен моменту количества движения тела с моментом инерции $1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, вращающегося с угловой скоростью 1 рад/с
Работа (энергия)	джоуль	Дж	J	Джоуль равен работе, совершаемой при перемещении точки приложения силы 1 Н на расстояние 1 м в направлении действия силы
Мощность	ватт	Вт	W	Ватт равен мощности, при которой за время 1 с совершается работа 1 Дж

в) производные единицы акустических величин

Звуковая энергия	джоуль	Дж	J	Джоуль равен звуковой энергии, эквивалентной работе 1 Дж
Звуковая мощность	ватт	Вт	W	Ватт равен звуковой мощности, эквивалентной механической мощности 1 Вт
Интенсивность звука	ватт на квадратный метр	$\text{Вт}/\text{м}^2$	W/m^2	Ватт на квадратный метр равен интенсивности звука, при которой через поверхность площадью 1 м^2 , перпендикулярную направлению распространения звука, передается поток звуковой энергии 1 Вт

г) производные единицы тепловых величин

Количество теплоты	джоуль	Дж	J	Джоуль равен количеству теплоты, эквивалентному работе 1 Дж
Удельное количество теплоты	джоуль на килограмм	$\text{Дж}/\text{кг}$	J/kg	Джоуль на килограмм равен удельному количеству теплоты системы, в которой веществу массой 1 кг сообщается (или отбирается от него) количество теплоты 1 Дж

Наименование величины	Единица			
	наименование	обозначение		определение
		русское	международное	
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг · К)	J/(kg · K)	Джоуль на килограмм-кельвин равен удельной теплоемкости вещества, имеющего при массе 1 кг теплоемкость 1 Дж/К
Теплопроводность	ватт на метр-кельвин	Вт/(м · К)	W/(m · K)	Ватт на метр-кельвин равен теплопроводности вещества, в котором при стационарном режиме с поверхностной плотностью теплового потока 1 Вт/м ² устанавливается температурный градиент 1 К/м

д) производные единицы электрических и магнитных величин

Количество электричества, электрический заряд	кулон	Кл	С	Кулон равен количеству электричества, проходящему через поперечное сечение при токе силой 1 А за время 1 с
Электрическое напряжение	вольт	В	V	Вольт равен электрическому напряжению на участке электрической цепи, при котором в участке проходит постоянный ток силой 1 А и затрачивается мощность 1 Вт
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м	V/m	Вольт на метр равен напряженности однородного электрического поля, при которой между двумя точками, находящимися на линии напряженности поля на расстоянии 1 м, создается разность потенциалов 1 В

Электрическая емкость	фарада	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Удельное электрическое сопротивление	ом-метр	Ом·м
Электрическая проводимость	сименс	См
Удельная электрическая проводимость	сименс на метр	См/м
Магнитный поток	вебер	Вб
Магнитная индукция	тесла	Т

F	Фарада равна электрической емкости конденсатора, при которой заряд 1 Кл создает на конденсаторе напряжение 1 В
Ω	Ом равен электрическому сопротивлению участка электрической цепи, при котором постоянный ток силой 1 А вызывает падение напряжения 1 В
$\Omega \cdot m$	Ом-метр равен удельному электрическому сопротивлению вещества, при котором участок выполненной из этого вещества электрической цепи длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м ² имеет сопротивление 1 Ом
S	Сименс равен электрической проводимости участка электрической цепи сопротивлением 1 Ом
S/m	Сименс на метр равен удельной электрической проводимости вещества, при которой участок, выполненной из этого вещества электрической цепи длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м ² , имеет электрическую проводимость 1 См
Wb	Вебер равен магнитному потоку, при убывании которого до нуля в сцепленной с ним электрической цепи сопротивлением 1 Ом через поперечное сечение проводника проходит количество электричества 1 Кл
T	Тесла равен магнитной индукции, при которой магнитный поток сквозь поперечное сечение площадью 1 м ² равен 1 Вб

Наименование величины	Единица			
	наименование	обозначение		определение
		русское	международное	
Напряженность магнитного поля	ампер на метр	А/м	А/м	Ампер на метр равен напряженности магнитного поля в центре длинного соленоида с равномерно распределенной обмоткой, по которой проходит ток силой $\frac{1}{n}$ А, где n — число витков на участке соленоида длиной 1 м
Индуктивность (взаимная индуктивность)	генри	Г	Н	Генри равен индуктивности электрической цепи, с которой при силе постоянного тока в ней 1 А сцепляется магнитный поток 1 Вб

е) производные единицы световых величин

Световой поток	люмен	лм	lm	Люмен равен световому потоку, испускаемому точечным источником в телесном угле 1 ср при силе света 1 кд
Освещенность	люкс	лк	lx	Люкс равен освещенности поверхности площадью 1 м ² при световом потоке падающего на нее излучения, равном 1 лм
Яркость	кандела на квадратный метр	кд/м ²	cd/m ²	Кандела на квадратный метр равна яркости равномерно светящейся плоской поверхности площадью 1 м ² в перпендикулярном к ней направлении при силе света 1 кд

ж) производные единицы

Энергия ионизирующего излучения	джоуль	Дж
Доза излучения	джоуль на килограмм	Дж/кг
Мощность дозы излучения	ватт на килограмм	Вт/кг
Интенсивность излучения	ватт на квадратный метр	Вт/м ²
Активность изотопа	секунда в минус первой степени	с ⁻¹

величин ионизирующих излучений

J	Джоуль равен энергии ионизирующего излучения, эквивалентной работе 1 Дж
J/kg	Джоуль на килограмм равен дозе излучения, при которой облученному веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж
W/kg	Ватт на килограмм равен мощности дозы излучения, при которой за время 1 с поглощенная доза излучения возрастает на 1 Дж/кг
W/m^2	Ватт на квадратный метр равен интенсивности направленного излучения, при которой через поверхность площадью 1 м ² , расположенную перпендикулярно направлению распространения излучения, за время 1 с переносится энергия 1 Дж
s^{-1}	Секунда в минус первой степени равна активности изотопа в радиоактивном источнике, в котором за время 1 с происходит один акт распада

10. Единицы системы СГС и другие важнейшие единицы, применяемые в физике и астрономии

Наименование величины	Единица			
	наименование	обозначение		значение в единицах СИ
		русское	международное	
Длина	икс-единица	икс-ед.	X	$1,00206 \cdot 10^{-13}$ м
	астрономическая единица	а. е.	—	$1,49600 \cdot 10^{11}$ м
	световой год	св. год	l. y.	$9,4605 \cdot 10^{15}$ м
	парсек	пк	pc	$3,0857 \cdot 10^{16}$ м
Масса	атомная единица массы	а. е. м.	u	$1,66053 \cdot 10^{-27}$ кг
Площадь	квадратный сантиметр	см ²	cm ²	10^{-4} м ²
Объем, вместимость	кубический сантиметр	см ³	cm ³	10^{-6} м ³
Скорость	сантиметр в секунду	см/с	cm/s	10^{-2} м/с
Ускорение	сантиметр на секунду в квадрате	см/с ²	cm/s ²	10^{-2} м/с ²
Плотность	грамм на кубический сантиметр	г/см ³	g/cm ³	10^3 кг/м ³
Сила, вес	дина	дин	dyn	10^{-5} Н
Момент силы	дина-сантиметр	дин · см	dyn · cm	10^{-7} Н · м
Давление, напряжение (механическое)	дина на квадратный сантиметр	дин/см ²	dyn/cm ²	0,1 Па

Работа, энергия	эрг	эрг	erg	10^{-7} Дж
	электронвольт	эВ	eV	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Дж
Мощность	эрг в секунду	эрг/с	erg/s	10^{-7} Вт
Динамическая вязкость	пуаз	П	P	0,1 Па · с
Интенсивность звука	эрг в секунду на квадратный сантиметр	эрг/(с · см ²)	erg/(s · cm ²)	10^{-3} Вт/м ²
Количество теплоты	эрг	эрг	erg	10^{-7} Дж
Удельные теплоты плавления, парообразования, сгорания топлива	эрг на грамм	эрг/г	erg/g	10^{-4} Дж/кг
Удельная теплоемкость	эрг на грамм-градус Цельсия	эрг/(г · °C)	erg/(g · °C ²)	10^{-4} Дж/(кг · К)
Сила электрического тока	единица силы тока СГС	—	—	$3,34 \cdot 10^{-10}$ А
Электрическая емкость	единица электрической емкости СГС	см	cm	$1,11 \cdot 10^{-12}$ Ф
Количество электричества, электрический заряд	единица количества электричества СГС	—	—	$3,34 \cdot 10^{-10}$ Кл
Электрическое напряжение, электрический потенциал, электродвижущая сила	единица электрического напряжения (электрического потенциала, электродвижущей силы) СГС	—	—	299,79 В $\approx$ 300 В

Наименование величины	Единица			
	наименование	обозначение		значение в единицах СИ
		русское	международное	
Напряженность электрического поля	единица напряженности электрического поля СГС	—	—	$3 \cdot 10^4$ В/м
Электрическое сопротивление	единица электрического сопротивления СГС	—	—	$9 \cdot 10^{11}$ Ом
Удельное электрическое сопротивление	единица удельного электрического сопротивления СГС	—	—	$9 \cdot 10^9$ Ом · м
Электрическая проводимость	единица электрической проводимости СГС	—	—	$1,11 \cdot 10^{-12}$ См
Удельная электрическая проводимость	единица удельной электрической проводимости СГС	—	—	$1,11 \cdot 10^{-10}$ См/м
Магнитный поток	максвелл	Мкс	Мх	10^{-8} Вб
Магнитная индукция	гаусс	Гс	Gs	10^{-4} Т
Напряженность магнитного поля	эрстед	Э	Ое	$\frac{10^3}{4\pi}$ А/м $\approx 79,6$ А/м
Индуктивность, взаимная индуктивность	единица индуктивности СГС (взаимной индукции)	—	—	10^{-9} Г
Освещенность	фот	ф	ph	$1 \cdot 10^4$ лк
Яркость	стильб	сб	sb	$1 \cdot 10^4$ кд/м ²

11. Единицы, временно допускаемые к применению

Наименование величины	Единица			
	наименование	обозначение		значение в единицах СИ, кратных и дольных от них
		русское	международное	
Длина	ангстрем	Å	Å	$10^{-10} \text{ м} = 10^{-8} \text{ см}$
	морская миля	м · миля	n · mile	1852 м
Масса	карат*	кар	ct	$2 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$
	центнер	ц	q	100 кг
Скорость	узел	уз	kn	$0,514 \text{ м/с} = 1,852 \text{ км/ч}$
Частота вращения	оборот в секунду	об/с	—	1 с^{-1}
	оборот в минуту	об/мин	—	$\text{мин}^{-1} = 0,0167 \text{ с}^{-1}$
Сила, вес	грамм-сила	гс	gf	$9,80665 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \approx 9,81 \text{ мН}$
	килограмм-сила	кгс	kgf	$9,80665 \text{ Н} \approx 9,81 \text{ Н}$
	тонна-сила	тс	tf	$9,80665 \cdot 10^3 \text{ Н} \approx 9810 \text{ Н} = 9,81 \text{ кН}$
Момент силы	килограмм-сила-метр	кгс · м	kgf · m	$9,80665 \text{ Н} \cdot \text{м} \approx 9,81 \text{ Н} \cdot \text{м}$
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см ²	kgf/cm ²	$98066,5 \text{ Па} \approx 0,1 \text{ МПа}$
	миллиметр водяного столба	мм вод. ст.	mm H ₂ O	$9,80665 \text{ Па} \approx 9,81 \text{ Па}$
	миллиметр ртутного столба	мм рт. ст.	mm Hg	133,322 Па
	бар	бар	bar	10^5 Па
	миллибар	мбар	mbar	10^2 Па

* В каратах выражается масса драгоценных камней.

Наименование величины	Единица			значение в единицах СИ, кратких и дольных от них
	наименование	обозначение		
		русское	международное	
Напряжение (механическое)	килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм ²	kgf/mm ²	9,80665 · 10 ⁶ Па ≈ 9,81 × 10 ⁶ Па ≈ 10 МПа
Модуль упругости	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см ²	kgf/cm ²	9,80665 · 10 ⁴ Па ≈ 0,1 МПа
Работа, энергия	килограмм-сила-метр лошадиная сила-час	кгс · м л. с. · ч	kgf · м —	9,80665 Дж ≈ 9,81 Дж 2,648 МДж
Мощность	килограмм-сила-метр в секунду лошадиная сила	кгс · м/с л. с.	kgf · м/s —	9,80665 Вт ≈ 9,81 Вт 735,499 Вт ≈ 735,5 Вт
Импульс силы	килограмм-сила-секунда	кгс · с	kgf · s	9,80665 Н · с
Динамическая вязкость	килограмм-сила-секунда на квадратный метр	кгс · с/м ²	kgf · s/m ²	9,80665 Па · с ≈ 9,81 Па · с
Количество теплоты, внутренняя энергия	калория килокалория мегакалория гигакалория теракалория	кал ккал Мкал Гкал Ткал	cal kcal Mcal Gcal Tcal	4,1868 Дж ≈ 4,19 Дж 4,1868 · 10 ³ Дж ≈ 4,19 кДж 4,1868 · 10 ⁶ Дж ≈ 4,19 МДж 4,1868 · 10 ⁹ Дж ≈ 4,19 ГДж 4,1868 · 10 ¹² Дж ≈ 4,19 ТДж
Теплопроводность	килокалория в час на метр-градус Цельсия калория в секунду на сантиметр-градус Цельсия	ккал/(ч × м · °C) кал/(с × см · °C)	kcal/(h × м · °C) cal/(s × см · °C)	1,163 Вт/(м · K) = = 1,163 Вт/(м · °C) 418,68 Вт/(м · K) = = 418,68 Вт/(м · °C)

Удельная теплота плавления или парообразования, удельная теплота сгорания	калория на грамм	кал/г	cal/g	$4,1868 \cdot 10^3$ Дж/кг $\approx$ $\approx 4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг
	килокалория на килограмм	ккал/кг	kcal/kg	$4,1868 \cdot 10^3$ Дж/кг $\approx$ $\approx 4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг
Удельная теплоемкость	калория на грамм-градус Цельсия	кал/(г · °С)	cal/(г · °С)	$4,1868 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К) $\approx$ $\approx 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)
	килокалория на килограмм-градус Цельсия	ккал/(кг · °С)	kcal/(кг · °С)	$4,1868 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К) $\approx$ $\approx 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)
Удельное электрическое сопротивление	ом-квадратный миллиметр на метр	Ом · мм ² /м	Ω · m ² /m	10^{-6} Ом · м
Поглощенная доза излучения	рад	рад	rad	0,01 Дж/кг
Эквивалентная доза излучения	бэр	бэр	rem	0,01 Дж/кг
Экспозиционная доза рентгеновского и гамма-излучения	рентген	Р	R	$2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг
Активность изотопа	кюри	Ки	Ci	$3,700 \cdot 10^{10}$ с ⁻¹

**12. Единицы, допускаемые к применению наравне
с единицами СИ**

Наименование величины	Единица			
	наимено- вание	обозначение		соотношение с единицей СИ
		русское	между- народ- ное	
Масса	тонна	т	t	1000 кг
Время	минута	мин	min	60 с
	час	ч	h	3600 с
	сутки	сут	d	86 400 с
Плоский угол	градус	.. °	... °	$\pi/180$ рад $\approx$ $\approx 1,745 \cdot 10^{-2}$ рад
	минута	...'	...'	$\pi/10\,800$ рад $\approx$ $\approx 2,909 \cdot 10^{-4}$ рад
	секунда	..."	..."	$\pi/648\,000$ рад $\approx$ $\approx 4,848 \cdot 10^{-6}$ рад
Площадь	гектар	га	ha	10^4 м ²
Объем, вместимость	литр	л	l	10^{-3} м ³
Температура Цельсия, разность температур	градус Цельсия	°C	°C	Температура Цельсия (символ t) определяется выражением $t = T - T_0$, где T — температура Кельвина, $T_0 = 273,15$ К. По размеру градус Цельсия равен кельвину

13. Перевод различных единиц в единицы СИ

Единицы длины

1 мкм = $10 \cdot 10^{-6}$ м	1 мм = $1 \cdot 10^{-3}$ м
1 Å (ангстрем) = $1 \cdot 10^{-10}$ м	1 км = $1 \cdot 10^3$ м
1 X (икс-единица) = $1,00206 \times 10^{-13}$ м $\approx 1 \cdot 10^{-13}$ м	1 дюйм = $254 \cdot 10^{-4}$ м
	1 кабельтов = 185,2 м

Единицы площади

1 мм ² = $1 \cdot 10^{-6}$ м ²	1 а (ар) = 100 м ²
1 см ² = $1 \cdot 10^{-4}$ м ²	1 га (гектар) = $1 \cdot 10^4$ м ²
1 дм ² = $1 \cdot 10^{-2}$ м ²	

Единицы объема

1 мм ³ = $1 \cdot 10^{-9}$ м ³	1 мл = $1 \cdot 10^{-6}$ м ³
1 см ³ = $1 \cdot 10^{-6}$ м ³	1 сл = $1 \cdot 10^{-5}$ м ³
1 дм ³ = $1 \cdot 10^{-3}$ м ³	1 гл = $1 \cdot 10^{-1}$ м ³
1 л = $1 \cdot 10^{-3}$ м ³	

Единицы массы

1 а. е. м. (атомная единица массы) = $1,6605 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг	1 г = $1 \cdot 10^{-3}$ кг
1 кар (карат) = $2 \cdot 10^{-4}$ кг	1 ц (центнер) = 100 кг
1 мкг = $1 \cdot 10^{-9}$ кг	1 Мг = $1 \cdot 10^3$ кг
1 мг = $1 \cdot 10^{-6}$ кг	1 т = $1 \cdot 10^3$ кг
	1 Мт = $1 \cdot 10^9$ кг

Единицы времени

1 мин = 60 с	1 год (тропический) =
1 ч = 3600 с	= 31 556 925,9747 с $\approx$
1 сут (сутки средние) = 86 400 с	$\approx 3,16 \cdot 10^7$ с

Единицы плоского угла

1" (секунда) = $\pi/648 \times 10^{-3}$ рад $\approx 4,85 \cdot 10^{-6}$ рад	1 прямой угол = $\pi/2$ рад $\approx 1,57$ рад
1' (минута) = $\pi/108 \times 10^{-2}$ рад $\approx 2,91 \cdot 10^{-4}$ рад	1 об (оборот) = 2π рад = 6,283185 рад $\approx 6,28$ рад
1° (градус) = $\pi/180$ рад $\approx 0,0175$ рад	$57,3^\circ = 3438' = 206\,265'' = 1$ рад

Единица ускорения

$$1 \text{ см/с}^2 = 0,01 \text{ м/с}^2$$

Единицы угловой скорости

$$\begin{aligned} 1 \text{ об/с (оборот в секунду)} &= 2\pi \text{ рад/с} \approx 6,28 \text{ рад/с} \\ 1 \text{ об/мин (оборот в ми-} &= \pi/30 \text{ рад/с} \approx \\ &\approx 0,105 \text{ рад/с} \end{aligned}$$

Единицы частоты

$$\begin{aligned} 1 \text{ цикл периодического про-} &1 \text{ МГц} = 1 \cdot 10^6 \text{ Гц} \\ \text{цесса в } 1 \text{ с} &= 1 \text{ Гц} \\ 1 \text{ кГц} &= 1 \cdot 10^3 \text{ Гц} \\ 1 \text{ ТГц} &= 1 \cdot 10^{12} \text{ Гц} \end{aligned}$$

Единицы частоты вращения

$$\begin{aligned} 1 \text{ об/с} &= 1 \text{ с}^{-1} \\ 1 \text{ об/мин} &= 1 \text{ мин}^{-1} = \\ &= 1/60 \text{ с}^{-1} \approx 0,01667 \text{ с}^{-1} \end{aligned}$$

Единицы скорости

$$\begin{aligned} 1 \text{ см/с} &= 0,01 \text{ м/с} \\ 1 \text{ см/мин} &= 0,1667 \cdot 10^{-3} \text{ м/с} \\ 1 \text{ м/мин} &= 0,01667 \text{ м/с} \\ 1 \text{ км/мин} &= 0,01667 \cdot 10^3 \text{ м/с} \\ 1 \text{ м/ч} &= 277,8 \cdot 10^{-6} \text{ м/с} \\ 1 \text{ км/ч} &= \frac{1}{3,6} \text{ м/с} \approx 0,2778 \text{ м/с} \\ 1 \text{ уз (узел)} &= 0,514 \text{ м/с} \end{aligned}$$

Единицы силы

$$\begin{aligned} 1 \text{ мкН} &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \\ 1 \text{ мгс (миллиграмм-сила)} &= \\ &= 9,80665 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \approx \\ &\approx 9,81 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \\ 1 \text{ дин} &= 1 \cdot 10^{-5} \text{ Н} \\ 1 \text{ гс} &= 9,80665 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \approx \\ &\approx 9,81 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \\ 1 \text{ кгс} &= 9,80665 \text{ Н} \approx 9,81 \text{ Н} \\ 1 \text{ кН} &= 1 \cdot 10^3 \text{ Н} \\ 1 \text{ тс} &= 9,80665 \cdot 10^3 \text{ Н} \approx \\ &\approx 9,81 \cdot 10^3 \text{ Н} \\ 1 \text{ МН} &= 1 \cdot 10^6 \text{ Н} \end{aligned}$$

Единицы давления (механического напряжения)

$$\begin{aligned} 1 \text{ кгс/см}^2 \text{ (техническая ат-} &1 \text{ атм (физическая атмо-} \\ \text{мосфера, ат)} &= 9,80665 \times \\ &\times 10^4 \text{ Па} \approx 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па} \\ &= 760 \text{ мм рт. ст} = \\ &= 101325 \text{ Па} \\ 1 \text{ кгс/м}^2 &= 9,80665 \text{ Па} \approx \\ &\approx 9,81 \text{ Па} \\ 1 \text{ тс/м}^2 &= 9,80665 \cdot 10^3 \text{ Па} \approx \\ &\approx 9,81 \cdot 10^3 \text{ Па} \\ 1 \text{ кгс/мм}^2 &= 9,80665 \cdot 10^6 \text{ Па} \approx \\ &\approx 9,81 \cdot 10^6 \text{ Па} \\ 1 \text{ мм рт. ст.} &= 133,322 \text{ Па} \end{aligned}$$

$$1 \text{ мм вод. ст.} = 9,80665 \text{ Па} \approx 9,81 \text{ Па}$$

$$1 \text{ бар} = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$1 \text{ мбар} = 1 \cdot 10^2 \text{ Па}$$

$$1 \text{ дин/см}^2 = 0,1 \text{ Па}$$

$$1 \text{ бария} = 1 \text{ дин/см}^2 = 0,1 \text{ Па}$$

Единицы мощности

$$1 \text{ эрг/с} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ Вт}$$

$$1 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} = 9,80665 \text{ Вт} \approx 9,81 \text{ Вт},$$

$$1 \text{ мкВт} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

$$1 \text{ мВт} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$$

$$1 \text{ гВт} = 100 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ кВт} = 1 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ МВт} = 1 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ л. с.} = 735,499 \text{ Вт} \approx 736 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ ккал/ч} = 1,163 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ кал/с} = 4,1868 \text{ Вт} \approx 4,19 \text{ Вт}$$

Единицы работы и энергии

$$1 \text{ эрг} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 9,80665 \text{ Дж} \approx 9,81 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ л. с.} \cdot \text{ч} = 2,65 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ Вт} \cdot \text{с} = 1 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ МВт} \cdot \text{ч} = 3,6 \cdot 10^9 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кал} = 4,1868 \text{ Дж} \approx 4,19 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ ккал} = 4186,8 \text{ Дж} \approx 4190 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ эВ} = 1,60206 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кэВ} = 1,60206 \cdot 10^{-16} \text{ Дж} \approx 1,602 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ МэВ} = 1,60206 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ ГэВ} = 1,60206 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \approx 1,602 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$$

Единицы поверхностного натяжения

$$1 \text{ дин/см} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

$$1 \text{ эрг/см}^2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

Единицы количества теплоты

$$1 \text{ кал} = 4,1868 \text{ Дж} \approx 4,19 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ ккал} = 4186,8 \text{ Дж} \approx 4190 \text{ Дж}$$

Единицы удельных теплот плавления и парообразования, теплот сгорания топлива

$$1 \text{ кал/г} = 4186,8 \text{ Дж/кг} \approx 4190 \text{ Дж/кг}$$

$$1 \text{ ккал/кг} = 4186,8 \text{ Дж/кг} \approx 4190 \text{ Дж/кг}$$

Единицы удельной теплоемкости

$$1 \text{ кал/(г} \cdot ^\circ\text{С)} = 4186,8 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} \approx 4190 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$$

$$1 \text{ ккал/(кг} \cdot ^\circ\text{С)} = 4186,8 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} \approx 4190 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$$

Единицы теплопроводности

$$1 \text{ кал/(см} \cdot \text{с} \cdot ^\circ\text{С)} = 418,68 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

$$1 \text{ ккал/(м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С)} = 1,163 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

Единицы удельного расхода топлива

$$1 \text{ г/(л. с.} \cdot \text{ч)} = 377,7 \times \\ \times 10^{-12} \text{ кг/Дж}$$

$$1 \text{ г/(кВт} \cdot \text{ч)} = 277,8 \times \\ \times 10^{-12} \text{ кг/Дж}$$

Единицы силы тока

$$1 \text{ мА} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$1 \text{ мкА} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ А}$$

$$1 \text{ кА} = 1 \cdot 10^3 \text{ А}$$

$$1 \text{ единица силы тока СГС} =$$

$$= \frac{10}{c} \text{ А} = \frac{1}{3 \cdot 10^9} \text{ А} =$$

$$= 3,336 \cdot 10^{-10} \text{ А}$$

Единицы количества электричества (заряда)

$$1 \text{ А} \cdot \text{с} = 1 \text{ Кл}$$

$$1 \text{ А} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Кл}$$

$$1 \text{ единица количества электричества}$$

$$1 \text{ элементарный электрический заряд} = 1,60219 \times \\ \times 10^{-19} \text{ Кл} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$\text{СГС} = \frac{1}{3 \cdot 10^9} \text{ Кл} \approx 3,34 \times \\ \times 10^{-10} \text{ Кл}$$

Единицы э. д. с., разности электрических потенциалов и напряжения

$$1 \text{ мкВ} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ В}$$

$$1 \text{ мВ} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ В}$$

$$1 \text{ единица напряжения} \\ \text{СГС} = 299,7925 \text{ В} \approx 300 \text{ В}$$

Единицы напряженности электрического поля

$$1 \text{ мкВ/см} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ В/м}$$

$$1 \text{ мВ/см} = 0,1 \text{ В/м}$$

$$1 \text{ В/см} = 100 \text{ В/м}$$

$$1 \text{ кВ/мм} = 1 \cdot 10^5 \text{ В/м}$$

$$1 \text{ единица напряженности электрического поля} \\ \text{СГС} = 29979,25 \text{ В/м} \approx \\ \approx 30 \text{ 000 В/м}$$

Единицы электрической емкости

$$1 \text{ Кл/В} = 1 \text{ Ф}$$

$$1 \text{ пФ} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ мкФ} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ единица электрической емкости} \\ \text{СГС} = \frac{1}{c^2} \times \\ \times 10^9 \text{ Ф} = 1,113 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$$

Единицы электрического сопротивления

$$1 \text{ кОм} = 1 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$1 \text{ МОм} = 1 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

Единицы удельного электрического сопротивления

$$\begin{aligned} 1 \text{ мкОм} \cdot \text{см} &= 1 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} & 1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м} \\ 1 \text{ Ом} \cdot \text{см} &= 0,01 \text{ Ом} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

Единица электрической проводимости

$$1 \text{ Ом}^{-1} = 1 \text{ См}$$

Единицы удельной электрической проводимости

$$1 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1} = 100 \text{ См/м} \quad 1 \text{ м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2) = 1 \cdot 10^6 \text{ См/м}$$

Единицы магнитного потока

$$1 \text{ мВб} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} \quad 1 \text{ Мкс} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ Вб}$$

Единицы магнитной индукции

$$\begin{aligned} 1 \text{ Вб/см}^2 &= 1 \cdot 10^4 \text{ Т} & 1 \text{ Гс} &= 1 \cdot 10^{-4} \text{ Т} \\ 1 \text{ мВб/см}^2 &= 10 \text{ Т} \end{aligned}$$

Единицы напряженности магнитного поля

$$\begin{aligned} 1 \text{ А/см} &= 100 \text{ А/м} & 1 \text{ Э} &= 79,6 \text{ А/м} \\ 1 \text{ Ав/см (ампер-виток на} & & & \\ \text{сантиметр)} &= 100 \text{ А/м} \end{aligned}$$

Единицы индуктивности и взаимной индуктивности

$$1 \text{ мГ} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Г} \quad 1 \text{ см} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ Г}$$

Единицы электрической энергии

$$\begin{aligned} 1 \text{ Вт} \cdot \text{ч} &= 3600 \text{ Дж} & 1 \text{ эВ} &= 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \\ 1 \text{ гВт} \cdot \text{ч} &= 3,6 \cdot 10^5 \text{ Дж} & 1 \text{ МэВ} &= 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \\ 1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} &= 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж} \end{aligned}$$

Единицы мощности электрической цепи

$$\begin{aligned} 1 \text{ мкВт} &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ Вт} & 1 \text{ МВт} &= 10^6 \text{ Вт} \\ 1 \text{ мВт} &= 1 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} & 1 \text{ ГВт} &= 10^9 \text{ Вт} \\ 1 \text{ кВт} &= 1 \cdot 10^3 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Единица светового потока

$$1 \text{ клм} = 1 \cdot 10^3 \text{ лм}$$

Единицы яркости

$$1 \text{ кд/см}^2 = 1 \cdot 10^4 \text{ кд/м}^2$$

$$1 \text{ стильб} = 1 \cdot 10^4 \text{ кд/м}^2$$

Единица экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучения

$$1 \text{ Р (рентген)} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг}$$

Единица поглощенной дозы излучения

$$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Дж/кг}$$

Единица эквивалентной дозы излучения

$$1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Дж/кг}$$

14. Соотношения между единицами для измерения малых длин

Единица	мкм	нм	Å	пм	икс-ед.	Отношение к основной единице длины (метру)
1 микрометр (мкм)	1	10^3	10^4	10^6	10^7	10^{-6}
1 нанометр (нм)	10^{-3}	1	10	10^3	10^4	10^{-9}
1 ангстрем (Å)	10^{-4}	10^{-1}	1	10^2	10^3	10^{-10}
1 пикометр (пм)	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	1	10	10^{-12}
1 икс-единица (икс-ед.)*	10^{-7}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-1}	1	10^{-13}

Примечание. Не рекомендуется вместо наименования микрометр применять наименование микрон (мк, μ), вместо нанометра — миллимикрон (ммк, $\text{т}\mu$), вместо пикометра — микромикрон (мкмк, $\mu\mu$) и т. д.

* Точное значение икс-единицы: икс-ед. = $1,00206 \cdot 10^{-13}$ м.

15. Старые русские единицы

В таблице приведены наименования некоторых единиц и их приближенное значение в СИ или кратных и дольных единицах ее

Единицы длины

точка	0,254 мм	фут	304,80 мм
линия	2,54 мм	аршин	0,71 м
дюйм	25,40 мм	сажень	2,13 м
вершок	44,45 мм	верста	1,07 км

Единицы площади

квадратная линия	6,45 мм ²	квадратный аршин	0,51 м ²
квадратный дюйм	6,45 см ²	квадратная сажень	4,55 м ²
квадратный вершок	19,76 см ²	десятина	10925,40 м ²
квадратный фут	9,29 дм ²	квадратная верста	1,14 км ²

Единицы объема, вместимости

кубический дюйм	16,39 см ³	кубический фут	28,32 дм ³
кубический вершок	87,82 см ³	четверть	0,21 м ³
штоф	1,23 л	кубический аршин	0,36 м ³
гарнец	3,28 л	кубическая сажень	9,71 м ³
ведро	12,30 л		

Единицы массы

доля	44,43 мг	фунт	409,51 г
золотник	4,27 г	пуд	16,38 кг
лот	12,80 г	берковец	163,80 кг

Единица скорости

Верста в час 0,30 м/с
(1,07 км/ч)

16. Немеетрические единицы, применяемые в Англии, США и некоторых других странах

В таблице приведены приближенные значения некоторых единиц британской системы в СИ или кратных и дольных единицах ее.

Единицы длины

малая линия	2,12 мм	чейн	20,12 м
большая »	2,54 мм	кабельтов	185,2 м
дюйм	25,4 мм	форлонг	201,2 м
хэнд	101,6 мм	миля	1609,3 м
фут	304,8 мм	морская миля	1852 м
ярд	914,4 мм		

Единицы площади

квадратный дюйм	6,45 см ²	квадратный ярд	0,836 м ²
квадратный фут	0,093 м ²	акр	4046,86 м ²

Единицы объема

кубический дюйм . . .	16,39 см ³	галлон (англ.)	4,55 дм ³
пинта (США)	0,55 дм ³	бушель (США)	35,24 дм ³
» (англ.)	0,57 дм ³	» (англ.)	36,37 дм ³
галлон (США)	3,78 дм ³	тонна регист- ровая . . .	2,83 м ³

Единицы массы

гран	64,80 мг	центнер . . .	50,80 кг
драхма (англ.)	1,77 г	тонна (корот- кая)	907,18 кг
унция (торго- вая)	28,35 г	тонна (длинная)	1016,05 кг
фунт (торго- вый)	453,59 г		

Единицы скорости

фут в секунду	0,305 м/с (1,1 км/ч)	морская миля в час (узел)	0,514 м/с (1,852 км/ч)
миля в час . .	0,477 м/с (1,609 км/ч)		

II. ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

17. Основные физические постоянные (константы) *

Название	Обозначение	Значение постоянной в СИ
Заряд электрона (элементарный заряд)	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса атома водорода . . .	m_H	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг
„ (покоя) электрона . .	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$ кг
„ „ протона . . .	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг
„ „ нейтрона . .	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг
Объем моля идеального газа при нормальных условиях	V_0	$22,4 \cdot 10^{-3}$ м ³ /моль
Плотность воды максимальной (3,98° С; 101 325 Па) . . .	ρ_{H_2O}	999,973 кг/м ³
„ ртути (0° С, 101 325 Па)	$\rho_{рт}$	13595,04 кг/м ³
101 325 „ сухого воздуха (0° С; 101 325 Па)	$\rho_{возд}$	1,293 кг/м ³
Постоянная Больцмана . .	k	$1,381 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
„ Вина	b, c	$0,2897 \cdot 10^{-2}$ м · К
„ газовая	R	8,314 · Дж/(моль · К)
„ гравитационная	G	$6,672 \cdot 10^{-11}$ Н · м ² /кг ²
„ Планка	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж · с
„ Ридберга (для водорода) . . .	R_H	$10973731,4$ м ⁻¹
„ Стефана—Больцмана	σ	$5,669 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м ² · К ⁴)
Скорость звука в воздухе при нормальных условиях	c, a	331,46 м/с
„ света в вакууме .	c	$2,9979250 \cdot 10^8$ м/с
Ускорение свободного падения (нормальное)	g_n	9,80665 м/с ²

* Постоянные атомной физики помещены также в табл. 203,

Название	Обозначение	Значение постоянной в СИ
Температурный коэффициент объемного расширения газов (при постоянном давлении)	β	$0,00366 \text{ К}^{-1}$
Физическая атмосфера . . .	атм	101 325 Па
Число Авогадро	N_A, L	$6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
„ Лошмидта	N_L, L_0	$2,687 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$
„ Фарадея	F	$9,649 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль}$

18. Физические постоянные воды

Критические константы:

температура, °C	374,15
давление, МПа (ат)	24,2 (225,7)
плотность, кг/м³	307
Молекулярная масса	18,016

Относительная диэлектрическая проницаемость:

воды при 0 °C	88,3
„ 20 °C	81,0
„ 100 °C	55,1
льда при 0 °C	74,6

Плотность, кг/м³

воды при 0 °C	999,841
„ 3,98 C	999,973
„ 20 °C	998,203
льда при 0 °C	916,8
пара насыщенного (при 100 °C)	0,598

Поверхностное натяжение (на границе с воздухом), мН/м:

при 0 °C	75,6
„ 20 °C	72,7
„ 100 °C	58,8
Показатель преломления (при 20 °C)	1,33299
Радиус молекулы, нм	0,138
Скорость звука (при 25 °C), м/с . .	1497

Температура (при 101 325 Па), °С:

замерзания	0,00
кипения	100,00
максимальной плотности	3,98

Тройная точка*:

температура, К	273,16 (0,01°С)
давление, Па (мм рт. ст.)	610 (4,58)

Удельная теплоемкость при постоянном давлении, равном 98,1 кПа (или 1 ат), кДж/(кг · К) [ккал/(кг · °С)]:

воды при 0°С	4,218 [1,006]
„ „ 20°С	4,182 [0,999]
льда при 0°С	2,039 [0,487]
водяного пара при 100°С	2,135 [0,510]

Удельная теплота парообразования (при 101 325 Па), МДж/кг (ккал/кг):

при 0°С	2,50 (597,3)
„ 20°С	2,45 (586,0)
„ 100°С	2,26 (539,0)

Удельная теплота плавления (0°С; 101 325 Па), МДж/кг (ккал/кг) 0,32 (79,4)

Удельная электрическая проводимость чистой воды, мкСм/м:

при 0°С	1,5
„ 18°С	4,4
„ 50°С	18,9
льда при 0°С	0,4

Водные ресурсы Земли составляют 1,4—1,5 млрд. км³, в том числе:

Мировой океан	1 370 000 тыс. км ³
Подземные воды	60 000 „ „
Ледники	24 000 тыс. км ³
Озера	230 „ „

*В тройной точке вода находится одновременно в трех агрегатных состояниях—жидком (вода), твердом (лед), газообразном (водяной пар), при этом между водой, ее паром и льдом сохраняется количественное равновесие.

Почвенная влага	82 тыс км ³
Речные воды	1,2 . . .
Пары в атмосфере	14 . . .

П р и м е ч а н и е. В течение года испаряется и выпадает в виде осадков одно и то же количество воды: 520 000 км³.

19. Физические постоянные воздуха

Критические константы:

температура, °С	—140,6
давление, МПа (ат)	3,7 (37,2)
плотность, кг/м ³	350
Молекулярная масса (средняя)	28,96

Относительная диэлектрическая проницаемость (при 101 325 Па):

при 0 °С	1,00059
„ 19 °С	1,00058

Плотность сухого воздуха (при 101 325 Па), кг/м³:

при —25 °С	1,424
„ 0 °С	1,2928
„ 20 °С	1,205
„ 100 °С	0,946
„ 500 °С	0,456
„ 1000 °С	0,276

Показатель преломления (по отношению к вакууму)

1,00029

Скорость звука в сухом воздухе (при 0 °С), м/с

331,46

Температура, °С:

кипения	—192,0
плавления	—213

Температурный коэффициент объемного расширения (0—100 °С), К^{—1}

0,00366

Удельная проводимость (γ земной поверхности), См/м

(1—2) · 10^{—18}

Удельная теплоемкость кДж/(кг · К) [ккал/(кг · °С)]:

от 0 до 100 °С	1,00 [0,24]
„ 0 „ 1400 °С	1,04 [0,25]

Масса воздуха, окружающего Землю, составляет около $5,15 \cdot 10^{18}$ кг. У поверхности Земли (на высоте уровня моря) сухой атмосферный воздух имеет следующий состав (вследствие перемешивания воздуха состав атмосферы почти не меняется до высот 100—150 км).

Газ	Содержание, %		Газ	Содержание, %	
	по объему	по массе		по объему	по массе
Азот	78,09	75,53	Метан	0,00015	0,000084
Кислород	20,95	23,14	Криптон	0,0001	0,003
Аргон	0,93	1,28	Закись азота	0,00005	0,000008
Углекислый газ	0,03	0,045	Водород	0,00005	0,000003
Неон	0,0018	0,0012	Озон	0,00004	0,00007
Гелий	0,00053	0,000073	Ксенон	0,000008	0,00004

МЕХАНИКА

20. Масса некоторых тел, кг

Электрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	Трактор:	
Атом водорода	$1,67 \cdot 10^{-27}$	ДТ-20	1500
Молекула воды	$3 \cdot 10^{-26}$	ДТ-75	5850
Первый ИСЗ	83,6	К-700	11000
Мотоцикл М-106	100	Т-130	12695
Мотороллер В-150 М,	120	Космический корабль:	
Луноход-1	756	„Восток“	4725
Автомобиль (без нагрузки):		„Восход“	5320
„Запорожец-968“	790	„Союз-3“	6575
„Жигули“ (ВАЗ-2101)	945	Самолет (без нагрузки):	
„Москвич-412“	1000	Як-40	$9,3 \cdot 10^3$
„Волга“ (ГАЗ-24)	1400	Ил-14М	$12,6 \cdot 10^3$
„Волга“ (ГАЗ-21)	1450	Ил-18	$32,4 \cdot 10^3$
		Ту-154	$47,0 \cdot 10^3$
		Ил-62	$67,9 \cdot 10^3$

Железнодорож-
ный вагон (без
нагрузки):

товарный
двухосный . . 10,4 · 10³
товарный
четырехосный 22,6 · 10³
цельнометал-
лический пас-
сажирский . 54 · 10³

Локомотив:

тепловоз
ТЭ10Л . . . 129 · 10³
электровоз
ВЛ10 . . . 184 · 10³
Луна 73 · 10²¹
Земля 6 · 10²⁴
Солнце 199 · 10²⁸

21. Соотношения между единицами времени

Единица	с	мин	ч	сут	лет
1 секунда	1	1,667 · 10 ⁻²	2,778 · 10 ⁻⁴	1,157 · 10 ⁻⁵	3,169 · 10 ⁻⁸
1 минута	60	1	1,667 · 10 ⁻²	6,944 · 10 ⁻⁴	1,901 · 10 ⁻⁶
1 час	3,6 · 10 ³	60	1	4,167 · 10 ⁻²	1,141 · 10 ⁻⁴
1 сутки	8,64 · 10 ⁴	1,44 · 10 ³	24	1	2,738 · 10 ⁻³
1 год (граж- данский)	3,156 · 10 ⁷	5,259 · 10 ⁵	8,766 · 10 ³	365,2	1

1 год (тропический) = 365,24219878 среднесолнечных суток =
= 31556925,9747 с.

22. Плотность газов и паров (0° С; 101 325 Па), кг/м³

Азот	1,250	Кислород . . .	1,429
Аммиак	0,771	Криптон	3,743
Аргон	1,784	Ксенон	5,851
Водород	0,090	Метан	0,717
Водяной пар (100 °С)	0,598	Неон	0,900
Воздух	1,293	Окись угле- рода	1,250
Воздух (при 0 °С и давле- нии 1,0 МПа)	12,990	Углекислый газ	1,977
Гелий	0,178	Хлор	3,214
		Этилен	1,260

23. Плотность ρ воздуха при различной температуре (при 101 325 Па)

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
-30	1,453	6	1,265	100	0,946
-20	1,418	10	1,247	150	0,834
-10	1,342	18	1,213	200	0,746
-6	1,322	20	1,205	250	0,675
-2	1,303	30	1,165	300	0,617
0	1,293	50	1,092	400	0,525
2	1,284	80	0,999	1000	0,276

24. Плотность атмосферы на различной высоте над Землей

Плотность атмосферы подвержена вариациям, обусловленным широтой места, временем года и суток, а для больших высот (особенно выше 100 км) — и солнечной активностью (с наступлением минимума солнечной активности на больших высотах происходит значительное понижение температуры). В таблице приведены средние значения плотности ρ атмосферы для различных высот h над Землей

$h, \text{км}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$h, \text{км}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
0	1,225	30	$1,841 \cdot 10^{-2}$
1	1,112	40	$4,000 \cdot 10^{-3}$
2	1,007	50	$1,027 \cdot 10^{-3}$
4	0,819	60	$3,097 \cdot 10^{-4}$
6	0,660	70	$8,285 \cdot 10^{-5}$
8	0,526	80	$1,846 \cdot 10^{-5}$
10	0,414	90	$3,418 \cdot 10^{-6}$
12	0,312	100	$5,550 \cdot 10^{-7}$
16	0,166	120	$2,440 \cdot 10^{-8}$
20	$8,891 \cdot 10^{-2}$		

Примечание Давление и температура атмосферы при указанных в таблице высотах и плотностях приведены в табл. 39, 108.

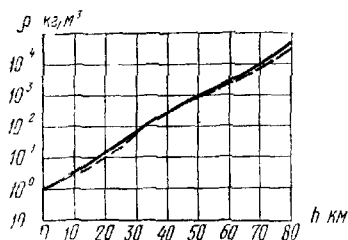


Рис. 1. Зависимость плотности воздуха от высоты над поверхностью Земли по данным ракетных исследований

сплошная линия — по данным исследований, проведенных в СССР, пунктирная — в США

25. Плотность жидкостей, кг/м³

Азот (—196 °С)	804	Масло трансформаторное	840—890
Азотная кислота (100 %-ная)	1500	Медный купорос (10 %-ный)	1107
Бензин	700—800	Медный купорос (20 %-ный)	1230
Вода морская	1010—1050	Мед натуральный	1345
Вода морская в заливе Кара-Богаз-Гол	1200	Молоко снятое	1032
Вода тяжелая	1105,3	„ цельное	1028
Водород (—253 °С)	70,8	Нефть	730—940
Воздух (—194 °С)	873	Раствор поваренной соли в воде	
Глицерин	1260	10 %-ный	1071
Дизельное топливо	860	20 %-ный	1148
Керосин	790—820	Ртуть	
Кислород (—182 °С)	1142	при 0 °С	13 595
Масла растительные	910—970	„ 20 °С	13 546
Масло кастровое	960	Серная кислота (дымящаяся)	1830
Масло подсолнечное рафинированное	926	Скипидар	870
		Соляная кислота (20 %-ная)	1100
		Спирт метиловый и этиловый	790

Топливо для реактивных самолетов

Т-1	800—820	Уксус	1020
ТС-1	775	Эфир этиловый .	710

Примечание Плотности жидкостей указаны при температуре 20 °С (если не указана иная температура).

26. Плотность ρ воды при различной температуре (при 101 325 Па)

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
0	999,84	10	999,70	20	998,20
1	999,90	11	999,60	25	997,04
2	999,94	12	999,49	30	995,64
3	999,96	13	999,37	40	992,21
4	999,97	14	999,24	50	988,04
5	999,96	15	999,10	60	983,21
6	999,94	16	998,94	70	977,78
7	999,90	17	998,77	80	971,80
8	999,85	18	998,59	90	965,31
9	999,78	19	998,40	100	958,35

Примечание. Наибольшую плотность вода имеет при температуре 3,98 °С (999,973 кг/м³). Для расчетов принято, что наибольшая плотность воды (1000 кг/м³) соответствует температуре 4 °С.

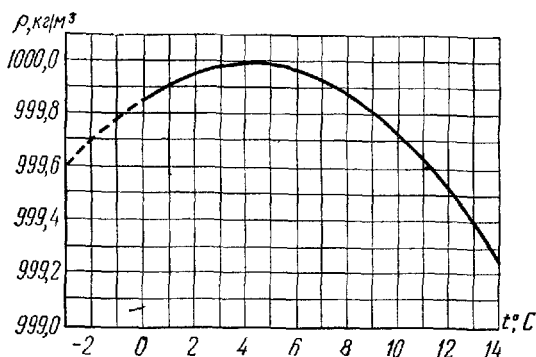


Рис 2 Зависимость плотности воды от температуры (при нормальном атмосферном давлении)

27. Плотность ρ некоторых расплавленных металлов

Металл	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	Металл	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
Алюминий .	661	2 380	Натрий . .	97,8	930
	700	2 369		100	927
	900	2 315		300	881
	1100	2 261		600	809
Висмут . .	300	10 030	Олово . .	232	6 980
	600	9 660		409	6 834
Железо . .	1535	6 900		648	6 671
Калий . . .	63,6	830	Свинец . .	704	6 640
	100	819		400	10 510
	300	771		600	10 270
	600	701		1000	9 810
Магний . .	651	1 572	Серебро . .	960,5	9 300
	700	1 536		1000	9 260
	750	1 470		1300	9 000
Медь . . .	1085	8 300	Цезий . . .	28,5	1 840

28 Плотность твердых тел (при 20°C), кг/м^3

Алмаз	3511	кедр	300—400
Алюминий	2700	клен	500—800
Асфальт	1100—2800	липа	300—600
Бетон	1800—2400	ольха	400—600
Бумага писчая .	700—1100	орех	600—700
Вольфрам	19300	сосна	400—700
Воск	960	тополь	300—500
Гранит	2500—2800	черное де-	
Графит	2100—2520	рево	1200
Дерево сухое		ясень	600—800
бальза	200	Дуралюмин . . .	2700—2900
бамбук	400	Железо	7900
береза	600—800	Золото	19320
дуб	700—1000	Инвар	7900
ель	400—700	Каменный уголь	1200—1500
		Каифоль	1070

Каучук на- ральный

технический .	911
чистый . . .	906
Кирпич	1400—1600
Константан . . .	8900
Латунь	8500—8700
Лед (при 0 °С) .	917
Магний	1738
Масло коровье .	900
Медь	8960
Мрамор	2600—2800
Натрий	971
Никелин	8500—8800
Нихром	8200—8500
Олово	7310
Парафин	900
Платина	21 450
Платино-ириди- евый сплав . .	21 600
Пробка	220—260
Сало	930
Свинец	11 350

Сельскохозяйственные продукты:

горох	1300—1500
картофель . .	1100
кукуруза (зерно)	1300
овес	1200—1400
рожь	1200—1500
Серебро	10 500
Смола	1070
Соль поваренная .	2200
Сталь	7700—7900
Стеарин	1000
Стекло:	
бутылочное .	2600—2760
оконное . . .	2400—2600
Уран	19 000
Фарфор	2200—2500
Цинк	7140
Чугун:	
белый	7200—7700
серый	6600—7400
Эбонит	1200
Янтарь	1100

Примечание. Состав названных в таблице сплавов см.
в табл. 162, 239.

29. Плотность ρ газов в твердом состоянии

Газ	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	Газ	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
Азот . . .	—252	1026	Кислород .	—252	1426
Аргон . . .	—233	1650	Неон . . .	—219	1000
Водород . .	—262	81	Окись угле- рода . .	—208	929

**30. Плотность некоторых небесных тел
Солнечной системы кг/м³**

Средняя плотность тела

Звезда:	
белые карлики	
белые АС + +70°8247 .	36·10 ⁹
белые ван- Маанена . .	400·10 ⁹
сверхгиганты:	
Антарес . .	0,0014
Бетельгейзе	0,0006
Канопус . .	0,11
VV Цефея .	0,00001

Земная кора . . .	2800
Земля	5518
Луна	3350
Марс	3940
Солнце	1410

Плотность в центре

Звезда:	
ван-Маанена .	150·10 ⁷
Сириус В . .	550·10 ⁹
40 Эридана В	680·10 ⁹
Земля	17 300
Солнце	98 000

**31. Объемная масса различных материалов
и продуктов, кг/м³**

Вата	80
Гравий	1500—1700
Древесные опилки	150—200
Дрова	400—650
Земля влажная .	1900—2000
Земля сухая . . .	1400—1600
Каменный уголь .	800—850
Лунный грунт . .	1100—1200
Мох	130
Пенопласт . . .	30—180
Песок сухой . . .	1200—1650
Рожь в снопах .	75—100
Сахарный песок .	1600

Сельскохозяйственные продукты:

горох	700
картофель . . .	670
кукуруза	700
мука	400—500
пшеница	760
рожь	720
свекла, мор- ковь, брюква	650
сено сухое, свежее	50
сено сухое слежавшееся	100

Снег

свежевыпав- ший	80—190
сырой	200—800
Солома	40—100

32. Силы, действующие в различных случаях

Объект	Сила (тяга)	
	кН	кгс
Винт (несущий) вертолета Ми-6 при взлете	390	40 000
Двигатели 1-й ступени ракеты-носителя космического корабля „Восток“ (жидкостно-ракетные)	4000	408 000
Двигатель самолета Ил-62 (реактивный) .	до 103	до 10 500
Лошадь при длительной работе	0,54	55
Тепловоз 2ТЭ10Л (двухсекционный):		
при скорости 24 км/ч	529,6	54 000
при трогании с места	835,5	85 200
Трактор ДТ-75 (гусеничный) на крюке:		
при скорости 5 км/ч	29,4	3 000
„ 7,7 км/ч	16,7	1 700
Электровоз ВЛ80к:		
при скорости 51,6 км/ч	461,9	47 100
при трогании с места	649,2	66 200

33. Соотношения между единицами силы

Единица	Н	кгс	дин
1 ньютон	1	0,102	10 ⁵
1 килограмм-сила	9,81	1	9,81 · 10 ⁵
1 дина	10 ⁻⁵	0,102 · 10 ⁻⁵	1

34. Поверхностное натяжение различных жидкостей на границе «жидкость — воздух», мН/м или дин/см

Алюминий расплавленный (700 °C) .	840	при 50 °C . . .	67,9
Ацетон	24	„ 100 °C . . .	58,8
Белок куриного яйца	53	Золото расплавленное (при 1130 °C)	1102
Бензин авиационный		Глицерин	63
Б-70	22	Керосин (при 0 °C)	28,9
Вода:		Керосин	24,0
при 0 °C . . .	75,6	Кровь	60
„ 20 °C . . .	72,7	Масло касторовое .	36,4

Молоко	42—46	при 20 °С . . .	472
Нафталин (при 80,1 °С)	32,3	" 100 °С . . .	456
Нефть	26,0	Свинец расплавлен- ный (при 330 °С) .	410
Парафин (при 54 °С) .	30,6	Скипидар	28,8
Раствор мыла	40,0	Спирт этиловый . .	22
Ртуть: при 0 °С	479,5	Эфир этиловый . . .	17

Примечания: 1. Поверхностное натяжение указано при температуре 20 °С (если не указана иная температура).
2. См. также табл. 136.

35. Динамическая вязкость η некоторых веществ

Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	η , мкПа·с	Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	η , мкПа·с
<i>Газы</i>			Глицерин	—20	$134 \cdot 10^6$
Азот	0	16,5		0	$121 \cdot 10^5$
Водород	0	8,5		20	$150 \cdot 10^4$
Воздух	0	17,1		100	$130 \cdot 10^2$
	20	18,1	Кислород		
	100	21,2	(жидкий)	—219	873
Гелий	0	18,8	Масло касторовое	10	$242 \cdot 10^4$
Кислород	0	19,2	Молоко	20	1800
<i>Жидкости</i>			Ртуть	—20	1850
Азот (жидкий) . .	—196	158		0	1680
Бензин	20	530		20	1550
Вода	0	1790	Рыбий жир	20	45600
	20	1000	Спирт	20	1190
	100	280	<i>Твердые тела</i>		
Водород (жидкий)	—258	23,4	Алюминий	9	$7,5 \cdot 10^{13}$
Воздух	—183	167	Лед	0	$1,0 \cdot 10^{18}$
Гелий*	—271	2,5	Свинец	9	$4,7 \cdot 10^{14}$

Примечания 1. В системе СГС единицей динамической вязкости является пуаз (П; Р). 1 пуаз = 100 сантипуаз (сП; сР). 1П = 0,1 Па·с; 1 Па·с = 10 П = 1000 сП. 2. Вязкость воды при 20 °С близка к 1 сП (точнее 1,005 сП).

* При температуре ниже —271 °С вязкость жидкого гелия оказывается практически равной нулю (становится меньше 1 пПа·с), и жидкий гелий приобретает свойство сверхтекучести.

36. Относительная вязкость жидкостей (при 20° С)

В таблице приведены примерные значения относительной вязкости некоторых жидкостей по сравнению с вязкостью воды, условно принятой за 1.

Вода	1	Кровь	4,5
Ацегон	0,33	Масло льняное . . .	51
Беизин	0,53	Масло касторовое .	970
Ртуть	1,6	Глицерин	1 500
Керосин	1,8	Пагока	27 000

37. Перевод значений силы из килограмм-сил в ньютон

кгс	кгс				
	0	1	2	3	4
	Н				
0	0	9,807	19,61	29,42	39,23
10	98,07	107,87	117,68	127,49	137,29
20	196,13	205,94	215,75	225,55	235,36
30	294,20	304,01	313,81	323,62	333,43
40	392,27	402,07	411,88	421,69	431,49
50	490,33	500,14	509,95	519,75	529,56
60	588,40	598,21	608,01	617,82	627,63
70	686,47	696,27	706,08	715,89	725,69
80	784,53	794,34	804,15	813,95	823,76
90	882,60	892,41	902,21	912,02	921,83

Продолжение

кгс	кгс				
	5	6	7	8	9
	Н				
0	49,03	58,84	68,65	78,45	88,26
10	147,10	156,91	166,71	176,52	186,33
20	245,17	254,97	264,78	274,59	284,39
30	343,23	353,04	362,85	372,65	382,46
40	441,30	451,11	460,91	470,72	480,53

кгс	кгс				
	5	6	7	8	9
	Н				
50	539,37	549,17	558,98	568,79	578,59
60	637,43	647,24	657,05	666,85	676,66
70	735,50	745,31	755,11	764,92	774,73
80	833,57	843,37	853,18	862,99	872,79
90	931,63	941,44	951,25	961,05	970,86

Примеры. 1. $43 \text{ кгс} = 421,69 \text{ Н} \approx 420 \text{ Н}$. 2. $0,51 \text{ кгс} = 51 \text{ кгс} \times 10^{-2} = 500,14 \text{ Н} \cdot 10^{-2} \approx 5 \text{ Н}$. 3. $182 \text{ кгс} = 180 \text{ кгс} + 2 \text{ кгс} = 18 \text{ кгс} \times 10 + 2 \text{ кгс} = 176,52 \text{ Н} \cdot 10 + 19,61 \text{ Н} = 1784,8 \text{ Н} \approx 1785 \text{ Н}$. 4. $1055 \text{ кгс} = 1000 \text{ кгс} + 55 \text{ кгс} = 10 \text{ кгс} \cdot 10^3 + 55 \text{ кгс} = 98,07 \text{ Н} \times 10^3 + 539,37 \text{ Н} = 10346,37 \text{ Н} \approx 10350 \text{ Н}$.

38. Давления p , встречающиеся в жизни (примерные значения)

Среда, объект	p	
	кПа	ат или кгс/см ²
<i>Газы и пары</i>		
Лунная атмосфера . . .	$2,7 \cdot 10^{-11}$	$2,7 \cdot 10^{-13}$
Пар в конденсаторе мощной паровой турбины . . .	3	0,03
Давление (атмосферное), отмеченное на уровне моря:		
наименьшее	91,2	0,93 (684 мм рт. ст.)
наибольшее	107,8	1,10 (808,7 мм рт. ст.)
Воздух в шинах легкового автомобиля	170—230	1,7—2,3
Воздух в пневмозажимах металлообрабатывающих станков	200—600	2—6
Воздух в пневматической системе дверей вагонов метрополитена	300	3

Среда, объект	p	
	кПа	ат или тс/см ²
Воздух в тормозной системе поезда	500	5
Воздух в пневматических инструментах	800—900	8—9
Пар в паровых котлах (по ГОСТу)	880; 1370; 2350; 9800; 13 700; 25 000	9; 14; 24; 100; 140; 255
Газ в магистральных газопроводах (начальное давление)	5000—5500	50—56
Пороховые газы в стволе (наибольшее значение):		
миномета	120 000	1200
76-мм пушки образца 1942 г.	247 000	2520
автомата	270 000	2800
современной пушки .	390 000	4000
<i>Жидкости</i>		
Масло в системе смазки автомобилей и тракторов .	150—400	1,5—4,0
Топливо в форсунке гусеничных тракторов (давление перед началом впрыска в цилиндр)	12 200	125
Жидкость в напорной системе гидропресса средней мощности	20 000—39 000	200—400
<i>Твердые тела</i>		
Гусеничный трактор на почву:		
болотный	24	0,24
обычный	39—59	0,4—0,6
Гусеничный артиллерийский тягач на почву:		
АТ-Л	44	0,45
АТ-Т	67	0,68

Среда, объект	p	
	кПа	ат или кгс/см ²
Колеса легкового автомобиля на дороге	230—300	2,3—3,0
Фундамент высотного здания на почву	440	4,5
Четырехосный товарный вагон на подшпикники оси	4020	41
Колеса вагона на рельсы	290 000	3000
Стальная стружка на переднюю грань резца . . .	до 2 450 000	до 25 000

39. Давление атмосферы на различной высоте над Землей

Давление атмосферы подвержено вариациям и зависит от широты места, времени года, суток и других причин. В таблице приведены средние значения давления p атмосферы для различных высот h над Землей.

h , км	p		h , км	p	
	кПа	мм рт. ст.		кПа	мм рт. ст.
0	101,325	760,0	8	35,652	267,4
1	89,876	674,1	9	30,801	231,0
2	79,501	596,3	10	26,500	198,8
3	70,120	525,9	20	5,5	41,5
4	61,660	462,5	30	1,2	8,9
5	54,048	405,4	50	$8,0 \cdot 10^{-1}$	0,6
6	47,218	354,2	100	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$
7	41,105	308,3	120	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$

Примечание. Плотность и температура атмосферы при указанных в таблице высотах и давлениях приведены в табл. 24, 108.

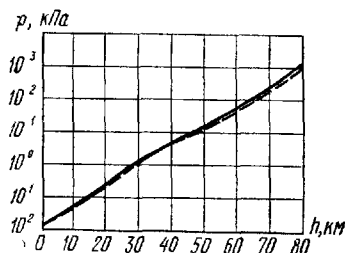


Рис. 3. Зависимость атмосферного давления от высоты над поверхностью Земли по данным ракетных исследований: сплошная линия — по данным исследований, проведенных в СССР, пунктирная — в США

40. Давления p , встречающиеся в технике и природе

Среда, объект	p	
	Па	мм рт. ст.
Аппарат доильный	$(40-46) \cdot 10^3$	300—350
Атмосфера Луны	$2,7 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-10}$
Атмосфера Земли на высоте:		
1 км	$90 \cdot 10^3$	674
5 „	$54 \cdot 10^3$	405
10 „	$26,5 \cdot 10^3$	199
50 „	84	0,63
100 „	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$
200 „	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$
Вакуум, достижимый в современной технике (наибольший) . .	$133 \cdot 10^{-15}$	10^{-15}
Газы „в хвостах“ комет . . .	$133 \cdot 10^{-10}$	10^{-10}
Камера пылесоса „Вихрь“ (ЭП-2)	$12,3 \cdot 10^3$	92
Лампа накаливания:		
газополная	$80 \cdot 10^3$	600
пустотная	$133(10^{-4} - 10^{-5})$	$10^{-4} - 10^{-5}$
Радиолампы	$133(10^{-6} - 10^{-7})$	$10^{-6} - 10^{-7}$
Рентгеновская трубка	$133 \cdot 10^{-9}$	10^{-9}

41. Соотношения между единицами давления

Единица	Па	дин/см²	кгс/см² (ат)	атм	мм рт. ст.
1 паскаль . . .	1	10	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$9,87 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
1 дина на квадратный сантиметр	0,1	1	$1,02 \cdot 10^{-6}$	$9,87 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$
1 килограмм-сила на квадратный сантиметр (атмосфера техническая)	$9,81 \cdot 10^4$	$9,81 \cdot 10^5$	1	0,968	735,6
1 физическая (нормальная) атмосфера	101 325	1 013 250	1,033	1	760
1 миллиметр ртутного столба	133,32	$1,33 \cdot 10^3$	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	1

1 атм = 101325 Па = 101,325 кПа = 760 мм рт. ст. = 1,0332 кгс/см² = 10,332 м вод. ст. $\approx$ 0,1 МПа. 1 кгс/см² = $98,0665 \cdot 10^3$ Па = 98,0665 кПа = 0,967841 атм = 0,980665 бар = 735,559 мм рт. ст. = 10 м вод. ст. = 0,980665 МПа $\approx$ 0,1 МПа. 1 мм вод. ст. = 9,80665 Па = $73,5559 \cdot 10^{-3}$ мм рт.ст. = $96,7841 \cdot 10^{-6}$ атм = 1 кгс/м². 1 бар = 10^5 Па = 10^3 мбар = 0,1 МПа = 1,01972 кгс/см² = 1,01972 ат = 0,98692 атм = 750,06 мм рт.ст. 1 паскаль = 1 Н/м² = 10^{-5} бар = 10 мкбар = $10,1972 \cdot 10^{-6}$ кгс/см² = $10,1972 \cdot 10^{-6}$ ат = $9,8692 \cdot 10^{-6}$ атм = $7,5006 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.

42. Перевод значений давления, механического напряжения из килограмм-силы на квадратный миллиметр в паскали

кгс/мм ²	кгс/мм ²									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Для получения давления, механического напряжения в паскалях числа, помещенные в таблице, следует умножить на 10 ⁷									
0	0	0,980665	1,96133	2,94200	3,9266	4,90332	5,88399	6,86466	7,84532	8,82598
10	9,80665	10,787	11,768	12,749	13,729	14,710	15,691	16,671	17,652	18,633
20	19,6133	20,594	21,575	22,555	23,536	24,517	25,497	26,478	27,459	28,439
30	29,4200	30,401	31,381	32,362	33,343	34,323	35,304	36,285	37,265	38,246
40	39,2266	40,207	41,188	42,169	43,149	44,130	45,111	46,091	47,072	48,053
50	49,0332	50,014	50,995	51,975	52,956	53,937	54,917	55,898	56,879	57,852
60	58,8399	59,821	60,801	61,782	62,763	63,743	64,724	65,701	66,685	67,666
70	68,6466	69,627	70,608	71,589	72,569	73,550	74,531	75,511	76,492	77,473
80	78,4532	79,434	80,415	81,395	82,376	83,357	84,337	85,318	86,299	87,279
90	88,2598	89,240	90,221	91,202	92,183	93,163	94,144	95,125	96,105	97,086

Примеры. 1. $48 \text{ кгс/мм}^2 = 47,072 \cdot 10^7 \text{ Па} = 470,72 \text{ МПа}$. 2. $168 \text{ кгс/мм}^2 = 100 \text{ кгс/мм}^2 + 68 \text{ кгс/мм}^2 =$
 $= 10 \text{ кгс/мм}^2 \cdot 10 + 68 \text{ кгс/мм}^2 = 9,80665 \cdot 10 \cdot 10^7 \text{ Па} + 66,685 \cdot 10^7 \text{ Па} = 980,665 \text{ МПа} + 666,85 \text{ МПа} = 1647,515 \text{ МПа} \approx$
 $\approx 1,65 \text{ ГПа}$. 3. $21\,000 \text{ кгс/мм}^2 = 21 \text{ кгс/мм}^2 \cdot 10^3 = 20,594 \cdot 10^3 \cdot 10^7 \text{ Па} \approx 205,9 \text{ ГПа}$.

43. Перевод значений давления, механического напряжения из килограмм-силы на квадратный сантиметр в паскали

кгс/см ²	кгс/см ²									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	для получения давления в паскалях (Па) числа, помещенные ниже, следует умножить на 10 ⁵									
0	0	0,981	1,96	2,94	3,92	4,90	5,88	6,87	7,85	8,83
10	9,81	10,79	11,77	12,75	13,73	14,71	15,69	16,67	17,65	18,63
20	19,61	20,59	21,57	22,55	23,54	24,52	25,50	26,48	27,46	28,44
30	29,42	30,40	31,38	32,36	33,34	34,32	35,30	36,29	37,27	38,24
40	39,23	40,21	41,19	42,17	43,15	44,13	45,11	46,09	47,07	48,05
50	49,03	50,01	50,99	51,97	52,96	53,94	54,92	55,90	56,88	57,86
60	58,84	59,82	60,80	61,78	62,76	63,74	64,72	65,71	66,69	67,67
70	68,65	69,63	70,61	71,59	72,57	73,55	74,53	75,51	76,49	77,47
80	78,45	79,43	80,41	81,39	82,38	83,36	84,34	85,32	86,30	87,28
90	88,26	89,24	90,22	91,20	92,18	93,16	94,14	95,13	96,11	97,09

Примеры. 1. $43 \text{ кгс/см}^2 = 42,17 \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 42 \cdot 10^5 \text{ Па}$. 2. $0,51 \text{ кгс/см}^2 = 51 \text{ кгс/см}^2 \cdot 10^{-2} = 50,01 \text{ Па} \cdot 10^{-2} \times 10^5 \approx 50 \text{ кПа}$. 3. $182 \text{ кгс/см}^2 = 180 \text{ кгс/см}^2 + 2 \text{ кгс/см}^2 = 18 \text{ кгс/см}^2 \cdot 10 + 2 \text{ кгс/см}^2 = 17,65 \cdot 10 \cdot 10^5 \text{ Па} + 1,96 \times 10^5 \text{ Па} = 176,5 \cdot 10^5 \text{ Па} + 1,96 \text{ Па} \cdot 10^5 = 178,56 \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 179 \cdot 10^5 \text{ Па}$. 4. $1055 \text{ кгс/см}^2 = 1000 \text{ кгс/см}^2 + 55 \text{ кгс/см}^2 = 10 \text{ кгс/см}^2 \cdot 10^2 + 55 \text{ кгс/см}^2 = 9,81 \cdot 10^2 \cdot 10^5 \text{ Па} + 53,94 \cdot 10^5 \text{ Па} = 981 \cdot 10^5 \text{ Па} + 53,94 \cdot 10^5 \text{ Па} = 1034,94 \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 1035 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Примечание. Таблица может также служить для перевода значений механического напряжения, выраженного в килограмм-силе на квадратный миллиметр (кгс/мм²), в паскали. Переводный множитель в таких случаях равен 10^7 . Например: $43 \text{ кгс/мм}^2 = 42,17 \cdot 10^7 \text{ Па} \approx 42 \cdot 10^7 \text{ Па}$.

44. Перевод значений давления из физических атмосфер в килопаскали

атм	атм									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	кПа									
0	0	101,33	202,65	303,98	405,30	506,62	607,95	709,28	810,60	911,92
10	1013,25	1114,58	1215,90	1317,22	1418,55	1519,88	1621,20	1722,52	1823,85	1925,18
20	2026,50	2127,82	2229,15	2330,48	2431,80	2533,12	2634,45	2735,78	2837,10	2938,42
30	3039,75	3141,08	3242,40	3343,72	3445,05	3546,38	3647,70	3749,02	3850,35	3951,68
40	4053,00	4154,32	4255,65	4356,98	4458,30	4559,62	4660,95	4762,28	4863,60	4964,92
50	5066,25	5167,58	5268,90	5370,22	5471,55	5572,88	5674,20	5775,52	5876,85	5978,18
60	6079,50	6180,82	6282,15	6383,48	6484,80	6586,12	6687,45	6788,78	6890,10	6991,42
70	7092,75	7194,08	7295,40	7396,72	7498,05	7599,38	7700,70	7802,02	7903,35	8004,68
80	8106,00	8207,32	8308,65	8409,98	8511,30	8612,62	8713,95	8815,28	8916,60	9017,92
90	9119,25	9220,58	9321,90	9423,22	9524,55	9625,88	9727,20	9828,52	9929,85	10031,18

Примеры. 1. 24 атм = 2431,80 кПа $\approx$ 2400 кПа. 2. 0,49 атм = 49 атм $\cdot 10^{-2}$ = 4964,92 кПа $\cdot 10^{-2}$ = 49,6492 кПа $\approx$ 50 кПа. 3. 2183 атм = 2100 атм + 83 атм = 21 атм $\cdot 10^2$ + 83 атм = 2127,82 кПа $\cdot 10^2$ + 8409,98 кПа = 212 782 кПа + 8409,98 кПа = 221 191,98 кПа $\approx$ 221 200 кПа.

45. Перевод значений давления из миллиметров ртутного столба в паскалы

мм рт ст	мм рт. ст.									
	.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Па									
0	0	133,322	266,64	399,97	533,29	666,61	799,93	933,25	1066,58	1199,90
10	1333,22	1466,54	1599,86	1733,19	1866,51	1999,83	2133,15	2266,47	2399,80	2533,12
20	2666,44	2799,76	2933,08	3066,41	3199,73	3333,05	3466,37	3599,69	3733,02	3866,34
30	3999,66	4132,98	4266,30	4399,63	4532,95	4666,27	4799,59	4932,91	5066,24	5199,56
40	5332,88	5466,20	5599,52	5732,85	5866,17	5999,49	6132,81	6266,13	6399,46	6532,78
50	6666,10	6799,42	6932,74	7066,07	7199,39	7332,71	7466,03	7599,35	7732,68	7866,00
60	7999,32	8132,64	8265,96	8399,29	8532,61	8665,93	8799,25	8932,57	9065,90	9199,22
70	9332,54	9465,86	9599,18	9732,51	9865,83	9999,15	10132,5	10265,8	10399,1	10532,4
80	10665,8	10799,1	10932,4	11065,7	11199,0	11332,4	11465,7	11599,0	11732,3	11865,7
90	11999,0	12132,3	12265,6	12398,9	12532,3	12665,6	12798,9	12932,2	13065,6	13198,9

Примеры. 1. 43 мм рт. ст. = 5732,85 Па. 2. 0,51 мм рт. ст. = 51 мм рт. ст. $\cdot 10^{-2}$ = 6799,42 $\cdot 10^{-2}$ Па = 67,9942 Па $\approx$ 68 Па. 3. 182 мм рт. ст. = 180 мм рт. ст. + 2 мм рт. ст. = 18 мм рт. ст. $\cdot 10$ + 2 мм рт. ст. = 2399,8 Па $\cdot 10$ + 266,64 Па = 2666,44 Па. 4. 1055 мм рт. ст. = 1000 мм рт. ст. + 55 мм рт. ст. = 10 мм рт. ст. $\times 10^2$ + 55 мм рт. ст. = 1333,22 Па $\cdot 10^2$ + 7332,71 Па = 133 322 Па + 7332,71 Па = 140654,71 Па $\approx$ 140,7 кПа.

46. Твердость некоторых материалов

Твердость — сопротивление материала вдавливанию или царапанию. В таблице приведены ориентировочные значения твердости. Для древесных пород указывается торцевая твердость.

Материал	Единица твердости по Бринеллю*	Материал	Единица твердости по Бринеллю*
Алюминий	20—35	Осина сухая	2,5
Береза сухая	4,1	Платина	25
Вольфрам	340	Свинец	4—6
Дуб сухой	6,2	Серебро	25
Ель сухая	2,2	Титан	130—150
Железо	50	Тополь сухой	2
Золото	18	Хром	70—100
Калий	0,037	Цезий	0,015
Магний	25	Цинк	30—42
Медь	35	Ясень сухой	7,6
Олово	5		

47. Шкала твердости

Твердость тел иногда оценивают по условной десятибалльной шкале (шкала Мооса)**. Шкалу составляют минералы, подобранные таким образом, что каждый последующий является более твердым, чем предыдущий. По десятибалльной шкале определяется относительная твердость исследуемых тел; эта твердость характеризуется числом и не имеет размерности.

В таблице а приведен перечень десяти минералов, выбранных в качестве эталонов шкалы твердости и приписанное каждому из них число твердости. В таблице б даны приближенные значения твердости некоторых химических элементов и материалов по шкале Мооса.

а

Тальк	1	Полевой шпат (орто- клаз)	6
Гипс	2	Кварц	7
Известковый шпат (кальцит)	3	Топаз	8
Плавиновый шпат	4	Корунд	9
Апатит	5	Алмаз	10

* По методу Бринелля твердость определяется вдавливанием в материал стального шарика. Единица твердости выражается отношением силы, действующей на шарик, к площади отпечатка, который образует этот шарик на поверхности исследуемого материала. Значения твердости зависят от ряда факторов (способа обработки материала, состава последнего и др.).

** Шкала предложена в 1811 г. немецким минералогом Ф. Моосом.

Если материал, твердость которого определяют, царапает, например, минералы 1—3, но сам царапается минералом 4, то его твердость заключена между 3 и 4*. Метод определения твердости царапанием — быстрый и простой, но он позволяет лишь приблизительно оценивать относительную твердость материалов

б

Алюминий	2,9	Медь	3
Береза (торец) . . .	2,5	Олово	1 8
Висмут	2,5	Свинец	1,5
Железо ок	4,5	Сталь	5,0—8,5
Золото	2,5	Стекло	4,5—6,5
Лед	1,5	Цинк	2,5

48. Модуль продольной упругости E некоторых материалов (при 20° С)

Материал	E		Материал	F	
	ГПа	кгс/мм ²		ГПа	кгс/мм ²
Алюминий	71	7200	Лед (при 0 °С)	3	300
Береза (вдоль волокон)	18	1800	Магний	43	4400
Бетон	10—30	1000—3000	Паутина	3	300
Вольфрам	410	41 000	Сосна (вдоль волокон)	12	1200
Дуб (вдоль волокон)	14	1400	Сталь инструментальная	210—280	21 000—29 000
Железо	210	21 000	Стекло	50—80	5000—8000
Кирпичная кладка	3	300	Шелковая нить	6,5	660
Кость	23	2300			

* Вещества с твердостью ниже 2 царапаются ногтем, с твердостью ниже 4 — ножом, ниже 7 — напильником; вещества с твердостью выше 8 царапают стекло, выше 9 — режут стекло.

**49. Предел упругости $\sigma_{уп}$ некоторых
материалов при растяжении (при 20° С)**

Материал	$\sigma_{уп}$		Материал	$\sigma_{уп}$	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
Алюминий	30	3	Магний	12	1,2
Железо	120	12	Сталь углеродистая	344	35,1

**50. Предел прочности $\sigma_{пч}$ некоторых
материалов при растяжении (при 20° С)**

Материал	$\sigma_{пч}$		Материал	$\sigma_{пч}$	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
Алюминий	130	13	Кость . . .	98—120	10—12
Береза (вдоль воло- кон)	70	7	Лес (при 0°С)	4	0,4
Вольфрам .	730—1500	74—150	Магний . .	180	18
Дуб (вдоль волокон) .	80	8	Сосна (вдоль воло- кон)	49	5
Железо . .	400	41	Сталь ин- струменталь- ная	440—590	45—60

51. Запас прочности

Стальные конструкции (при постоянной дли- тельной нагрузке)	2,4—2,6
Дерево, чугун, бетон (при постоянной дли- тельной нагрузке)	3,0—9,0
Сталь (при переменной нагрузке)	5,0—15,0
Сталь (ударная нагрузка)	2,8—5,0

52. Скорости v , встречающиеся в технике

Объект	v , км/ч	Объект	v , км/ч
Вертолет (крейсерская скорость*):		Трактор.**	
Ка-26	140	ДТ-75	9,2
Ми-4П	150	Т-4	10,7
Ми-6	160	ДТ-75М	11,2
Самолет (крейсерская скорость*):		Т-150	15,9
Ил-14М	310	К-701	33,7
Як-40	550	Груз, поднимаемый опускаемый) башенным краном	$\frac{м}{с}$ 0,17—1,30
Ил-18, Ан-10	650	Космический корабль вокруг Земли	$7,9 \cdot 10^3$
Ту-104, Ту-114	750	Лифт:	
Ту-134	800—870	пассажирский	$\approx 0,65$
Ил-62	850—870	скоростной	до 3,5
Самолет (скорость отрыва от Земли):		Магнитофонная лента	0,095, 0,19
Ил-14М	145—150	Поршень д. в. с. легкового автомобиля (средняя скорость)	10—12
Як-40	175	Поршень дизеля трактора (средняя скорость)	6—7
Ан-10	220	Ракета одноступенчатая	до $7,9 \cdot 10^3$
Ил-18	235	Электроны в катодных лучах при напряжении:	
Ту-134	270—280	1000 В	$19 \cdot 10^6$
Ил-62	300	10 000 В	$58 \cdot 10^6$
Самоходное шасси СШ-75**	34,4	16 000 В (телевизионная трубка)	$70 \cdot 10^6$
Самоходный комбайн**:		100 000 В	$165 \cdot 10^6$
„Колос“	18,2		
СК-4	18,8		
„Нива“	19,5		

* Крейсерская скорость — скорость полета вертолета или самолета на наиболее экономичном режиме.

** Наибольшая скорость движения.

53. Максимальная скорость транспортных машин, км/ч

Дизель-электроход
„Обь“ 28,7

Турбоход „Совет-
ский Союз“ 35,2

Океанский лайнер
„Михаил Лермон-
тов“ 37

Велосипед с мотором
Д-4 41,3

Трамвай: КТМ-5М,
РВЗ-6М 65

ЛМ-57, РВЗ-6 . . . 65

Троллейбус ЗИУ-5,
ЗИУ-9 70

Автобус ЛАЗ-265М . 75

Мотороллер:

„Вятка-3“ 80

„Турист-М“ . . . 90

Мотоцикл:

М-106 85

„Восход-2“ 95

„Ява-250“ 105

„Иж-Юпитер-3“ 125

Поезд метрополитена 90

Грузовой автомобиль
ЗИЛ-130 90

Локомотив:

тепловоз ТЭ10Л 100

„ ТЭП60 160

электровоз ВЛ8 100

„ ВЛ80к 110

Легковой автомобиль:

„Запорожец“
(АЗ-968) . . . 125

„Волга“ (ГАЗ-21) 130

„Жигули“
(ВАЗ-2101),

„Москвич-412“ . 140

„Волга“ (ГАЗ-24) 145

„Жигули“
(ВАЗ-2103) . . . 150

„Чайка“ 160

ЗИЛ-114 190

Вертолет:

Ка-26 170

Ми-4 180

Ми-6 300

Самолет пассажир-
ский

Ил-14М 412

Ил-18 666

Ту-104 1000

54. Скорости v , встречающиеся в военной технике

	v , км/ч		v , км/ч
Танк ПТ-76:		Лодка подводная	
по воде	До 10,2	(подводный ход):	
по шоссе	„ 44	атомная	60 и более
Танк Т-34	„ 55	дизельная	До 30
Тягач АТ-Л (ар- тиллерийский)	„ 42	Бронетранспортер	
		БТР-60П	„ 80

	v, км/ч		v, м/с
Катер (торпедный)	До 100	Начальная скорость:	
Истребитель		мины миномета	100—350
МИГ-21	2175	снаряда пушки	650—1000
Самолет (современный боевой) . .	3000	снаряда 76-мм пушки образца 1942 г.	680
		пули автомата Калашникова . .	715

55. Скорости движения в живой природе, км/ч

Акула	до 30	Лисица	до 36
Бабочка бражник . .	54	Лошадь скаковая . .	46
Борзая	60	Меч-рыба	95
Волк	55—60	Муха	18
Ворона	50—70	Орел	90
Гепард	до 110	Пчела со взятком	10—18
Голубь почтовый	60—70	Слон африкаиский	до 40
Дельфин	до 70	Страус африканский	80
Жираф	50	Стриж	100
Заяц-русак	60	Черепаха	0,4—0,8
Кит-полосатик . . .	40	Шмель	до 18
Ласточка	55—65	Ястреб-перепелятник	30—45

56. Мировые рекорды в беге
(на 1 июля 1976 г.)

Мужские			Женские		
дистанция, м	время	средняя скорость бега, м/с	дистанция, м	время	средняя скорость бега, м/с
100	9,9 с	10,1	100	10,8 с	9,3
200	19,8 с	10,1	200	22,0 с	9,1
400	43,8 с	9,1	400	49,77	8,0
800	1 мин 43,7 с	7,7	800	1 мин 56,0 с	6,9
1 500	3 мин 32,2 с	7,0	1500	4 мин 1,4 с	6,1
5 000	13 мин 13,0 с	6,3	3000	8 мин 53,0 с	5,6
10 000	27 мин 30,8 с	6,1			

**57. Мировые рекорды скорости транспортных машин
(на 1 января 1976 г.)**

Транспортная машина	Скорость км/ч	Год установления	Страна, кото- рой принадле- жит рекорд
Электровоз	374,0	1974	США
Вертолет	355,485	1970	"
Лодка (моторная)	451	1964	Англия
Мотоцикл	656,6	1963	США
Самолет (поршневой) . .	755,668	1947	"
" (турбовинтовой)	877,212	1960	СССР
Автомобиль	1014,294	1970	США
Самолет (реактивный) .	3331,507	1965	"

**58. Мировые рекорды, установленные при полете
человека на самолетах (на 1 января 1976 г.)**

Вид рекорда	Показатель рекорда	Год установления	Страна, кото- рой принадле- жит рекорд
Дальность беспоса- дочного полета по пря- мой	20168,78 км	1962	США
Высота	36 240 м	1973	СССР
Скорость	3331,507 км/ч	1965	США

59. Космические скорости, км/с

1-я космическая скорость (наименьшая начальная скорость, необходимая для того, чтобы тело смогло покинуть поверхность Земли и стать искусственным спутником Земли) 8,0

2-я космическая скорость (наименьшая начальная скорость, необходимая для того, чтобы тело смогло покинуть Землю и превратиться в планету-спутник Солнца) 11,2

3-я космическая скорость (скорость, необходимая для того, чтобы тело могло покинуть нашу Солнечную систему) . . . 16,7

**60. Вторая космическая скорость (скорость освобождения)
на поверхности некоторых небесных тел**

Небесное тело	Масса (по отношению к массе Земли)	2-я косми- ческая скорость, км/с	Небесное тело	Масса (по отношению к массе Земли)	2-я косми- ческая скорость, км/с
Меркурий .	0,055	4,3	Сатурн . .	95,3	36,0
Венера . .	0,82	10,4	Уран . . .	14,5	22,0
Земля . . .	1,00	11,2	Нептун . .	17,5	24,0
Марс . . .	0,108	5,0	Луна . . .	0,0123	2,4
Юпитер	318,3	61,0	Солнце . .	333,0	617,7

61. Соотношения между единицами скорости

Единица	м/с	см/с	м/мин	км/ч	км/с
1 метр в се- кунду	1	100	60	3,6	10^{-3}
1 сантиметр в секунду . .	0,01	1	0,6	0,036	10^{-5}
1 метр в минуту	0,0167	1,67	1	0,06	$16,7 \cdot 10^{-6}$
1 километр в час	0,278	27,8	16,7	1	$27,8 \cdot 10^{-5}$
1 километр в секунду . .	10^3	10^5	$60 \cdot 10^3$	3600	1

62. Перевод значений скорости из километров в час в метры в секунду

км/ч	км/ч									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	м/с									
0	0	0,278	0,556	0,833	1,111	1,389	1,667	1,944	2,222	2,500
10	2,778	3,056	3,333	3,611	3,889	4,167	4,444	4,722	5,000	5,278
20	5,556	5,833	6,111	6,389	6,667	6,944	7,222	7,500	7,778	8,056
30	8,333	8,611	8,889	9,167	9,444	9,722	10,000	10,278	10,556	10,833
40	11,111	11,389	11,667	11,944	12,222	12,500	12,778	13,056	13,333	13,611
50	13,889	14,167	14,444	14,722	15,000	15,278	15,556	15,833	16,111	16,389
60	16,667	16,944	17,222	17,500	17,778	18,056	18,333	18,611	18,889	19,167
70	19,444	19,722	20,000	20,278	20,556	20,833	21,111	21,389	21,667	21,944
80	22,222	22,500	22,778	23,056	23,333	23,611	23,889	24,167	24,444	24,722
90	25,000	25,278	25,556	25,833	26,111	26,389	26,667	26,944	27,222	27,500

Примеры. 1. $43 \text{ км/ч} = 11,944 \text{ м/с}$. 2. $0,51 \text{ км/ч} = 51 \text{ км/ч} \cdot 10^{-2} = 14,167 \text{ м/с} \cdot 10^{-2} \approx 0,14 \text{ м/с}$. 3. $182 \text{ км/ч} = 180 \text{ км/ч} + 2 \text{ км/ч} = 18 \text{ км/ч} \cdot 10 + 2 \text{ км/ч} = 5,000 \text{ м/с} \cdot 10 + 0,556 \text{ м/с} = 50,00 \text{ м/с} + 0,556 \text{ м/с} = 50,556 \text{ м/с} \approx 50,6 \text{ м/с}$. 4. $1055 \text{ км/ч} = 1000 \text{ км/ч} + 55 \text{ км/ч} = 10 \text{ км/ч} \cdot 10^2 + 55 \text{ км/ч} = 2,778 \text{ м/с} \cdot 10^2 + 15,278 \text{ м/с} = 277,8 \text{ м/с} + 15,278 \text{ м/с} = 293,078 \text{ м/с} \approx 293,1 \text{ м/с}$.

63. Перевод значений скорости из метров в секунду в километры в час

м/с	м/с									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	км/ч									
0	0,0	3,6	7,2	10,8	14,4	18,0	21,6	25,2	28,8	32,4
10	36,0	39,6	43,2	46,8	50,4	54,0	57,6	61,2	64,8	68,4
20	72,0	75,6	79,2	82,8	86,4	90,0	93,6	97,2	100,8	104,4
30	108,0	111,6	115,2	118,8	122,4	126,0	129,6	133,2	136,8	140,4
40	144,0	147,6	151,2	154,8	158,4	162,0	165,6	169,2	172,8	176,4
50	180,0	183,6	187,2	190,8	194,4	198,0	201,6	205,2	208,8	212,4
60	216,0	219,6	223,2	226,8	230,4	234,0	237,6	241,2	244,8	248,4
70	252,0	255,6	259,2	262,8	266,4	270,0	273,6	277,2	280,8	284,4
80	288,0	291,6	295,2	298,8	302,4	306,0	309,6	313,2	316,8	320,4
90	324,0	327,6	331,2	334,8	338,4	342,0	345,6	349,2	352,8	356,4

Примеры. 1. $98 \text{ м/с} = 352,8 \text{ км/ч}$. 2. $0,25 \text{ м/с} = 25 \text{ м/с} \cdot 10^{-2} = 90,0 \text{ км/ч} \cdot 10^{-2} = 0,900 \text{ км/ч}$. 3. $1280 \text{ м/с} = 1200 \text{ м/с} + 80 \text{ м/с} = 12 \text{ м/с} \cdot 10^2 + 80 \text{ м/с} = 43,2 \text{ км/ч} \cdot 10^2 + 288,0 \text{ км/ч} = 4320 \text{ км/ч} + 288,0 \text{ км/ч} = 4608 \text{ км/ч}$.

64. Частота ν вращения некоторых тел

Объект	ν	
	с^{-1}	мин^{-1}
Диск патефона	0,55; 1,3	33,3; 78
Рабочее колесо мощных гидротурбин	1,0 — 2,1	60 — 125
Винт легкого или среднего вертолета	3,3 — 6,6	250 — 400
Лопasti настольного вентилятора ВЭ-1	20	1200
Пропеллер самолета	20 — 25	1200 — 1500
Коленчатый вал двигателей тракторов	27 — 30	1600 — 1800
Шпиндель токарного станка 1К62	0,21 — 33,3	12,5 — 2000
Якорь асинхронных электродвигателей мощностью от 0,6 до 100 кВт	10; 12,5; 17; 25; 50	600; 750; 1000; 1500; 3000
Ротор мощных паровых турбин	50	3000
Коленчатый вал двигателей легковых автомобилей	60 — 100	3600 — 6000
Шпиндель шлифовальных станков	133 — 283	8000 — 17 000
Ротор газовых турбин авиационных двигателей	200 — 300	12 200 — 18 000
Веретено ткацких станков .	До 300	До 18 000
Снаряд в полете (76-мм пушка образца 1942 г.)	≈ 360	$\approx 21 600$
Ротор гироскопа	500 и более	30 000 и более
Электродвигатель сверхскоростной	До 2000	До 120 000
Пуля в полете	≈ 3000	$\approx 180 000$

Примечание. 1 об/с = 1 с^{-1} ; 1 об/мин = $1 \text{ мин}^{-1} \approx 0,0167 \text{ с}^{-1}$.

65. Зависимость массы электрона от скорости его движения

Эту зависимость определяют формулой

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где $m_0 = 9,109 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг — масса покоя электрона;
 v — скорость движения электрона; $c = 2,997925 \cdot 10^8$ м/с — скорость света.

v , м/с	m , кг
$0,593 \cdot 10^5 = 0,0002 c$	$9,11 \cdot 10^{-31} = m_0$
$0,593 \cdot 10^7 = 0,0198 c$	$9,11 \cdot 10^{-31} = m_0$
$0,187 \cdot 10^8 = 0,0623 c$	$9,12 \cdot 10^{-31} = 1,002 m_0$
$0,584 \cdot 10^8 = 0,195 c$	$9,29 \cdot 10^{-31} = 1,02 m_0$
$0,164 \cdot 10^9 = 0,547 c$	$10,9 \cdot 10^{-31} = 1,19 m_0$
$0,282 \cdot 10^9 = 0,941 c$	$26,9 \cdot 10^{-31} = 2,95 m_0$
$0,297 \cdot 10^9 = 0,990 c$	$64,2 \cdot 10^{-31} = 7,05 m_0$

66. Ускорение некоторых тел, м/с²

<i>Положительные</i>	<i>Лифт скоростной . 0,9—1,6</i>
Лифт (пассажирский) 0,3—0,6	при остановке кнопок
Автомобиль:	„Стоп“ 3,0
грузовой . . . 0,3—2,0	Электропоезд . . . 0,8
легковой . . . 0,5—2,5	Трамвай, троллейбус, поезд метрополитена (эксплуатационное ускорение при остановке) . . . 0,8—1,5
гоночный . . . до 4,5	Самолет Ил-62
Трамвай (эксплуатационное ускорение) 0,5—1,0	при пробеге во время посадки . . . ≈ 2
Электропоезд . . . 0,6—0,7	Трамвай (экстренное торможение) . . до 3
Поезд метрополитена 0,8—1,0	Троллейбус (экстренное торможение) 4,0—5,1
Лифт (пассажирский скоростной) . 0,9—1,6	Мотоцикл (аварийное торможение) 5,0
Троллейбус (эксплуатационное ускорение) . . . 1,0—1,5	Автомобиль легковой (аварийное торможение) 5—7
Снаряд в стволе 76-мм пушки образца 1942 г. $\approx 72\,000$	
<i>Отрицательные</i>	
Лифт.	
пассажирский 0,3—0,6	

67. Тормозной путь легковых автомобилей

В таблице приведен наибольший допустимый тормозной путь s_T легковых автомобилей при различной начальной скорости v_0 и соответствующее этому пути ускорение a автомобиля. Предполагается, что автомобиль движется по сухой, ровной, горизонтальной асфальтобетонной дороге.

v_0 , км/ч	s_T , м	a , м/с ²	v_0 , км/ч	s_T , м	a , м/с ²
10	1,2	— 3,3	60	25,2	— 5,5
30	7,2	— 4,7	80	43,2	— 5,7
40	12,2	— 5,0	100	66,0	— 5,8

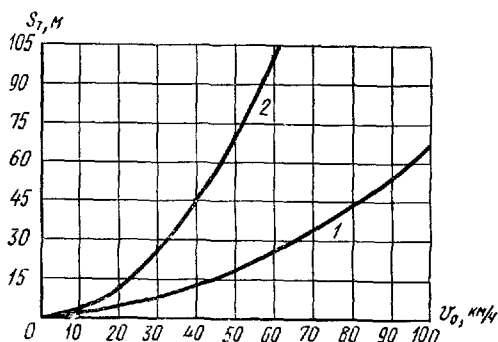


Рис. 4. Зависимость тормозного пути s_T легковых автомобилей на горизонтальном участке дороги от начальной скорости v_0 автомобиля:

1 — при сухой, ровной асфальтобетонной дороге; 2 — при обледенелой или загрязненной мокрой дороге

68. Ускорение свободного падения для разных географических широт на уровне моря, см/с²

Широта 0°	978,049	Широта 45°	980,616
„ 10	978,204	„ 60	981,924
„ 20	978,652	„ 70	982,614
„ 30	979,338	„ 80	983,065
„ 40	980,180	„ 90	983,235

Примечания. 1. Нормальное ускорение свободного падения $980,665 \text{ см/с}^2 \approx 9,81 \text{ м/с}^2$.

2. Ускорение свободного падения на полюсах $983,235 \text{ см/с}^2 \approx 9,83 \text{ м/с}^2$, на экваторе $978,049 \text{ см/с}^2 \approx 9,78 \text{ м/с}^2$.

**69. Ускорение свободного падения
для некоторых городов**

Город	Географические координаты (по Гринвичу)		Высота над уровнем моря, м	Ускорение свободного падения, см/с ²
	долгота, °*	широта,		
Берлин	13,40 в	52,50	40	981,280
Будапешт . .	19,06 в	47 48	108	980,852
Вашингтон . .	77,01 з	38,89	14	980,112
Вена	16,36 в	48,21	183	980,860
Гринвич . . .	0,00 в	51,48	48	981,188
Каир	31,28 в	30,07	30	979,317
Мадрид	3,69 в	40,41	655	979,981
Нью-Йорк . .	73,96 в	40,81	38	980,247
Осло	10,72 з	59,91	28	981,927
Париж	2,34 в	48,84	61	980,943
Прага	14,39 в	50,09	297	981,014
Рим	12,99 в	41,90	59	980,348
Стокгольм . .	18,06 в	59 34	45	981,843
Токио	139,80 в	35,71	18	979,801

* в — восточная долгота, з — западная долгота

**70. Ускорение свободного падения на поверхности
некоторых небесных тел, м/с²**

Луна	1,62	Сатурн	9,74
Меркурий . .	3,68—3,74	Земля	9,81
Марс	3,86	Нептун	11,0
Уран	7,51	Юпитер	23,95
Венера	8,88	Солнце	273,8

71. Ускорение свободного падения g на различной высоте h над Землей

h , км	g , м/с ²	h , км	g , м/с ²
0	9,8066	20	9,7452
1	9,8036	50	9,6542
2	9,8005	80	9,5644
3	9,7974	100	9,505
4	9,7943	120	9,447
5	9,7912	500	8,45
6	9,7882	1000	7,36
8	9,7820	10 000	1,50
10	9,7759	50 000	0,125
15	9,7605	400 000	0,0025

72. Перегрузки, действующие на человека

В таблице приведены примерные значения встречающихся в жизни перегрузок — увеличения веса тела, вызванные его ускоренным движением.

Человек, стоящий неподвижно	1
Пассажир в самолете при взлете самолета .	до 1,5
Парашютист при приземлении (при скорости приземления 6 м/с)	1,8
Парашютист при раскрытии парашюта (при изменении скорости от 60 до 5 м/с) . . .	5
Космонавты при спуске в космическом корабле „Союз“	до 3—4
Летчик при выведении самолета из пикирования	„ 8—9
Перегрузка (длительная), соответствующая пределу физиологических возможностей человека	8—10

73. Коэффициент трения f скольжения

Трущийся материал	f при покое		f при движении	
	насухо	со смазкой	насухо	со смазкой
Дерево по дереву . .	0,4—0,6	0,1	0,2—0,5	0,07—0,15
Дуб по дубу:				
вдоль волокон . . .	0,62	0,11	0,48	0,075
поперек „ . . .	0,54	—	0,34	—
Металл:				
по дереву	0,5—0,6	0,1—0,2	0,3—0,6	0,1—0,2
„ металлу	0,15—0,30	0,10—0,20	0,15—0,20	0,05—0,20
Полосья деревянные:				
по льду	—	—	0,035	—
„ обитые железом по льду . .	—	—	0,020	—
Ремень кожаный:				
по дереву	0,4—0,6	—	0,3—0,5	—
„ металлу	0,3—0,5	0,15	0,6	0,5
Сталь:				
по бронзе	—	0,10—0,15	—	0,07—0,15
„ льду (коньки) . .	0,02—0,03	—	0,015	—
„ стали	0,15—0,25	0,11—0,12	0,03—0,09	0,05—0,10
Сталь (или чугун) по феродо или райбесту .	0,25—0,45	—	—	—
Чугун по чугуну . .	—	0,16	0,15	0,08—0,10

74. Коэффициент трения качения, см

Стальное колесо по дереву 0,15—0,25

Колесо со стальным бандажом по стальному рельсу 0,05

Деревянный каток по дереву 0,05—0,08

Дерево по стали 0,03—0,04

Подшипник качения:

 шарикоподшипник 0,001—0,004

 роликподшипник 0,0025—0,0100

Шарик из закаленной стали по стали 0,0005—0,0010

75. Мощность N двигателей некоторых машин

Машина, двигатель	N	
	кВт	л. с.
Автобус ЛиАЗ-677	132	180
Автомобиль:		
„Запорожец“ (ЗАЗ-968)	33	45
„Жигули“ (ВАЗ-2101)	44	60
„Москвич-412“, „Волга“ (ГАЗ-21)	55	75
„Волга“ (ГАЗ-24)	72	98
Вертолет Ми-4	1250	1700
Комбайн зерновой:		
„Нива“	73	100
„Колос“	110	150
Космический корабль „Восток“ (суммарная мощность шести двигателей)	$15 \cdot 10^6$	$20 \cdot 10^6$
Ледокол „Ленин“ (атомный)	32 400	44 000
„ „Арктика“	55000	75000
Мопед „Рига-4“	1,6	2,2
Мотор для велосипеда:		
„Иртыш“	0,6	0,8
Д-1	0,7	1,0
Мотороллер „Турист“	7,4	10
Мотоцикл:		
М-106	6,6	9
ИЖ-Планета-3	13,2	18
Пароход (крупный)	4 400	6 000
Самолет:		
Ил-14М (двухмоторный)	2 800	3 800
Ил-18, Ан-10 (четыrehмоторный)	11 800	16 000
Ан-22 („Антей“)	44 100	60 000
Танк Т-34	370	500
Тепловоз ТЭ10Л	2 200	3 000
Теплоход:		
крупный	4 200	5 700
„Украина“	8 460	11 500

Машина, двигатель	N	
	кВт	л.с.
Трактор		
МТЗ-80	59	80
ДТ-75, ДТ-75М, самоходное шасси СШ-75	55	75
„Кировец“ (К-700)	147	200
„Кировец“ (К-701)	220	300
Гурбина паровая	160 000	
	200 000	
	300 000	
	500 000	
	800 000	
Турбоход „Советский Союз“	20 600	28 000
Электровоз ВЛ 80к	4 400	
Электродвигатель токарного станка 1К62	10	

76. Тяговая мощность N тракторов

Марка колесного трактора	N		Марка гусеничного трактора	N	
	кВт	л.с.		кВт	л.с.
Т-25	7,4	10	Т-74, ДТ-75 . . .	35	48
Т-40	14	19	Т-4А	59	80
МТЗ-50	20	27	ДТ-75М	42	57
МТЗ-80	30	41	Т-100М	53	72
К-700	79	108			

77. Мощность гидротурбин

Название гидроэлектростанции	Год пуска первых гидротурбин	Мощность одной гидро-турбины МВт
Волховская имени В. И. Ленина	1926	8
Днепроовская имени В. И. Ленина	1932	72
Волжская имени В. И. Ленина .	1955	118
Волжская имени XXII съезда КПСС	1958	118
Братская имени 50-летия Велико-го Октября	1961	230
Красноярская имени 50-летия СССР	1967	508
Саяно-Шушенская	1978	640

78. Соотношения между единицами мощности

Единицы	Вт	кВт	МВт	кгс · м/с	эрг/с	л. с.
1 ватт	1	10^{-3}	10^{-6}	0,102	10^7	$1,36 \cdot 10^{-3}$
1 киловатт	10^3	1	10^{-3}	102	10^{10}	1,36
1 мегаватт	10^6	10^3	1	$102 \cdot 10^3$	10^{13}	$1,36 \cdot 10^3$
1 килограмм-сила-метр в секунду	9,81	$9,81 \cdot 10^{-3}$	$9,81 \cdot 10^{-6}$	1	$9,81 \cdot 10^7$	$1,33 \cdot 10^{-2}$
1 эрг в секунду	10^{-7}	10^{-10}	10^{-13}	$1,02 \cdot 10^{-8}$	1	$1,36 \cdot 10^{-10}$
1 лошадиная сила	735,5	$735,5 \cdot 10^{-3}$	$735,5 \cdot 10^{-6}$	75	$7,355 \cdot 10^8$	1

1 л. с. = 75 кгс · м/с = $735,499 \cdot 10^{-3}$ кВт = 632,416 ккал/ч = $7,35499 \cdot 10^8$ эрг/с.

1 ккал/ч = 1,163 Вт = $11,63 \cdot 10^6$ эрг/с = $277,778 \cdot 10^{-3}$ ккал/с = $118,593 \cdot 10^{-3}$ кгс · м/с = $1,58124 \cdot 10^{-3}$ л. с.

1 кал/с = 4,1866 Вт = 41,868 10^6 эрг/с = 3,600 ккал/ч = 5,6925 10^{-3} л. с. = $426,935 \cdot 10^{-3}$ кгс · м/с.

1 кгс · м/с = 9,80665 Вт = $13,333 \cdot 10^{-3}$ л. с. = 8,432 ккал/ч.

1 Вт = $869,845 \cdot 10^{-3}$ ккал/ч = $238,846 \cdot 10^{-3}$ кал/с = $101,972 \cdot 10^{-3}$ кгс · м/с = $1,3596 \cdot 10^{-3}$ л. с.

1 кВт = 1,3596 л. с. = 101,972 кгс · м/с = $367,098 \cdot 10^3$ кгс · м/ч = 859,845 ккал/ч.

79. Перевод значений мощности из лошадиных сил в киловатты

л. с.	л. с.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	кВт									
0	0	0,735	1,47	2,21	2,94	3,68	4,41	5,15	5,88	6,62
10	7,35	8,09	8,83	9,56	10,30	11,03	11,77	12,50	13,24	13,97
20	14,71	15,45	16,18	16,91	17,65	18,39	19,12	19,86	20,59	21,33
30	22,07	22,80	23,53	24,27	25,01	25,74	26,48	27,21	27,95	28,68
40	29,42	30,16	30,89	31,63	32,36	33,10	33,83	34,57	35,30	36,04
50	36,77	37,51	38,25	38,98	39,71	40,45	41,19	41,92	42,66	43,39
60	44,13	44,87	45,60	46,33	47,07	47,81	48,54	49,28	50,01	50,75
70	51,49	52,22	52,95	53,69	54,43	55,16	55,90	56,63	57,37	58,10
80	58,84	59,57	60,31	61,05	61,78	62,52	63,25	63,99	64,72	65,46
90	66,19	66,93	67,67	68,40	69,14	69,87	70,61	71,34	72,08	72,81

Примеры. 1. 43 л. с. = 31,63 кВт $\approx$ 32 кВт. 2. 0,51 л. с. = 51 л. с. $\cdot 10^{-2}$ = 37,51 кВт $\cdot 10^{-2}$ = 0,3751 кВт $\approx$ 0,38 кВт. 3. 182 л. с. = 180 л. с. + 2 л. с. = 18 л. с. $\cdot 10$ + 2 л. с. = 13,24 кВт $\cdot 10$ + 1,47 кВт = 132,4 кВт + 1,47 кВт = 133,87 кВт $\approx$ 134 кВт. 4. 1055 л. с. = 1000 л. с. + 55 л. с. = 10 л. с. $\cdot 10^2$ + 55 л. с. = 7,35 кВт $\cdot 10^2$ + 40,45 кВт = 735 кВт + 40,45 кВт $\approx$ 775 кВт.

**80. Перевод значений мощности из килограмм-сил-метров
в секунду в киловатты**

кгс·м/с	кгс·м/с									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	кВт									
0	0	0,0098	0,0196	0,0294	0,0392	0,0490	0,0588	0,0686	0,0785	0,0883
10	0,0981	0,1079	0,1177	0,1275	0,1373	0,1471	0,1569	0,1667	0,1765	0,1863
20	0,1961	0,2059	0,2157	0,2256	0,2354	0,2452	0,2550	0,2648	0,2746	0,2844
30	0,2942	0,3040	0,3138	0,3236	0,3334	0,3432	0,3530	0,3628	0,3727	0,3825
40	0,3923	0,4021	0,4119	0,4217	0,4315	0,4413	0,4511	0,4609	0,4707	0,4805
50	0,4903	0,5001	0,5099	0,5197	0,5296	0,5394	0,5492	0,5590	0,5688	0,5786
60	0,5884	0,5982	0,6080	0,6178	0,6276	0,6374	0,6472	0,6570	0,6669	0,6767
70	0,6865	0,6963	0,7061	0,7159	0,7257	0,7355	0,7453	0,7551	0,7649	0,7747
80	0,7845	0,7943	0,8041	0,8139	0,8238	0,8336	0,8434	0,8532	0,8630	0,8728
90	0,8826	0,8924	0,9022	0,9120	0,9218	0,9316	0,9414	0,9512	0,9611	0,9709

Примеры. 1. $53 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} = 0,5197 \text{ кВт}$. 2. $0,68 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} = 68 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} \cdot 10^{-2} = 0,6669 \text{ кВт} \cdot 10^{-2} = 0,006669 \text{ кВт} \approx 66,7 \cdot 10^{-4} \text{ кВт}$. 3. $1083 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} = 1000 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} + 83 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} = 10 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} \cdot 10^2 + 83 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} = 0,0981 \text{ кВт} \cdot 10^3 + 0,8139 \text{ кВт} = 9,81 \text{ кВт} + 0,8139 \text{ кВт} \approx 10,62 \text{ кВт}$.

81. Соотношения между единицами энергии (работы)

Единица	Дж	кгс · м	эрг	кал	Вт · ч	эВ
1 джоуль	1	0,102	10^7	0,239	$278 \cdot 10^{-6}$	$6,24 \cdot 10^{18}$
1 килограмм-сила-метр	9,81	1	$9,81 \cdot 10^7$	2,34	$272 \cdot 10^{-3}$	$6,12 \cdot 10^{19}$
1 эрг	10^{-7}	$102 \cdot 10^{-10}$	1	$239 \cdot 10^{-10}$	$278 \cdot 10^{-3}$	$6,24 \cdot 10^{11}$
1 калория	4,19	$427 \cdot 10^{-5}$	$4,19 \cdot 10^7$	1	$1,16 \cdot 10^{-3}$	$2,62 \cdot 10^{19}$
1 ватт-час	3600	367	$3600 \cdot 10^7$	860	1	$225 \cdot 10^{20}$
1 электронвольт	$1,60 \cdot 10^{-19}$	$1,63 \cdot 10^{-20}$	$160 \cdot 10^{-12}$	$3,83 \cdot 10^{-20}$	$4,45 \cdot 10^{-23}$	1

1 ккал = 10^{-6} Гкал = 4186,8 Дж = 4,1868 кДж = $41,868 \cdot 10^9$ эрг = 426,935 кгс · м = $1,163 \cdot 10^{-3}$ кВт · ч = $1,5812 \cdot 10^{-3}$ л. с. · ч.

1 кгс · м = 9,80665 Дж = $2,72407 \cdot 10^{-6}$ кВт · ч = $3,70370 \cdot 10^{-6}$ л. с. · ч = $2,34228 \cdot 10^{-3}$ ккал.

1 л. с. · ч (лошадиная сила-час) = $270 \cdot 10^3$ кгс · м = $735,499 \cdot 10^{-3}$ кВт · ч = 632,416 ккал = $2,6478 \cdot 10^6$ Дж = $26,478 \cdot 10^{12}$ эрг

1 Дж = 1 Вт · с = $277,778 \cdot 10^{-9}$ кВт · ч = 238,846 10^{-6} ккал = $238,846 \cdot 10^{-12}$ Гкал = $337,67 \cdot 10^{-9}$ л. с. · ч = $101,972 \cdot 10^{-3}$ кгс · м.

1 кДж = 10^3 Дж = 10^{10} эрг.

1 кВт · ч = $3,6 \cdot 10^6$ Дж = 3,6 МДж = $36 \cdot 10^{12}$ эрг = 367,098 кгс · м = 1,3596 л. с. · ч. = $22,471 \cdot 10^{24}$ эВ = 859,845 ккал.

82. Перевод значений работы из килограмм-сил-метров в джоули

кгс · м	кгс · м									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Дж									
0	0	9,80665	19,6133	29,4200	39,2266	49,0332	58,8399	68,6466	78,4532	88,2598
10	98,0665	107,873	117,680	127,486	137,293	147,100	156,906	166,713	176,520	186,326
20	196,133	205,940	215,746	225,553	235,360	245,166	254,973	264,780	274,586	284,393
30	294,200	304,006	313,813	323,619	333,426	343,233	353,039	362,846	372,653	382,459
40	392,266	402,073	411,879	421,686	431,493	441,299	451,106	460,913	470,719	480,526
50	490,332	500,139	509,946	519,752	529,559	539,366	549,172	558,979	568,786	578,592
60	588,399	598,206	608,012	617,819	627,626	637,432	647,239	657,046	666,852	676,659
70	686,466	696,272	706,079	715,885	725,692	735,499	745,305	755,112	764,919	774,725
80	784,532	794,339	804,145	813,952	823,759	833,565	843,372	853,179	862,985	872,792
90	882,598	892,405	902,212	912,018	921,825	931,632	941,438	951,245	961,052	970,858

Примеры. 1. $59 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 578,592 \text{ Дж}$. 2. $0,48 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 48 \text{ кгс} \cdot \text{м} \cdot 10^{-2} = 470,719 \text{ Дж} \cdot 10^{-2} \approx 4,7 \text{ Дж}$. 3. $1974 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 1000 \text{ кгс} \cdot \text{м} + 900 \text{ кгс} \cdot \text{м} + 74 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 10 \text{ кгс} \cdot \text{м} \cdot 10^2 + 90 \text{ кгс} \cdot \text{м} \cdot 10 + 74 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 98,0665 \text{ Дж} \cdot 10^2 + 882,598 \cdot 10 \text{ Дж} + 725,692 \text{ Дж} = 9806,65 \text{ Дж} + 8825,98 \text{ Дж} + 725,692 \text{ Дж} = 19358,32 \text{ Дж} \approx 19,4 \text{ кДж}$.

83. Перевод значений энергии частиц из мегаэлектронвольт в джоули

МэВ	МэВ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Для получения энергии в джоулях числа, помещенные ниже, следует умножать на 10^{-13}									
0	0	1,602	3,204	4,806	6,408	8,010	9,612	11,21	12,82	14,42
10	16,02	17,62	19,22	20,83	22,43	24,03	25,63	27,23	28,84	30,44
20	32,04	33,64	35,24	36,85	38,45	40,05	41,65	43,25	44,86	46,46
30	48,06	49,66	51,26	52,87	54,47	56,07	57,67	59,27	60,88	62,48
40	64,08	65,68	67,28	68,89	70,49	72,09	73,69	75,29	76,90	78,50
50	80,10	81,70	83,30	84,91	86,51	88,11	89,71	91,31	92,92	94,52
60	96,12	97,72	99,32	100,9	102,5	104,1	105,7	107,3	108,9	110,5
70	112,1	113,7	115,3	116,9	118,5	120,2	121,8	123,4	125,0	126,6
80	128,2	129,8	131,4	133,0	134,6	136,2	137,8	139,4	141,0	142,6
90	144,2	145,8	147,8	149,0	150,6	152,2	153,8	155,4	157,0	158,6

Примеры. 1. $48 \text{ МэВ} = 76,90 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$ 2. $0,51 \text{ МэВ} = 51 \text{ МэВ} \cdot 10^{-2} = 81,70 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = 81,7 \times 10^{-15} \text{ Дж}$ 3. $182 \text{ МэВ} = 180 \text{ МэВ} + 2 \text{ МэВ} = 18 \text{ МэВ} \cdot 10 + 2 \text{ МэВ} = 28,84 \cdot 10 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} + 3,204 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = 288,4 \times 10^{-13} \text{ Дж} + 3,20 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = 291,60 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$.

84. Коэффициент полезного действия простых механизмов, %

Домкрат.

винтовой	30—40
гидравлический	75—80
рычажно-реечный	95—97

Полиспаст:

из 10 блоков	78
„ 8 „	82
„ 6 „	86
„ 4 „	91

Лебедка ручная (одна пара шестерен) . . . 80

Пресс гидравлический 80—90

Блок (подвижный и неподвижный) 94—98

ЗВУК

85. Скорость звука в газах (0° С; 101 325 Па), м/с

Азот	334	Кислород	316
Аммиак	415	Метан	430
Ацетилен	327	Окись углерода	338
Водород	1284	Углекислый газ	259
Воздух	331,46	Хлор	206
Гелий	965		

Примечание Скорость звука в газах увеличивается с повышением температуры (см. табл. 86, 87).

86. Температурный коэффициент скорости звука в газах

Температурный коэффициент скорости звука показывает, на сколько метров в секунду увеличивается скорость звука в веществе при повышении его температуры на 1°С.

Азот	0,6	Кислород	0,56
Аммиак	0,7	Окись углерода	0,6
Воздух	0,59	Углекислый газ	0,4
Гелий	0,8		

87. Скорость c звука в воздухе при различной температуре

$t, ^\circ\text{C}$	$c, \text{ м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$c, \text{ м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$c, \text{ м/с}$
-100	264	-30	312	40	354
-90	271	-20	319	50	360
-80	278	-10	325	60	366
-70	286	0	331	70	371
-60	292	10	337	80	376
-50	299	20	343	90	382
-40	306	30	349	100	387

88. Скорость c звука в атмосфере на различной высоте h над Землей

$h, \text{ км}$	$t, ^\circ\text{C}$	c		$h, \text{ км}$	$t, ^\circ\text{C}$	c	
		м/с	км/ч			м/с	км/ч
0	15,0	340,3	1225,0	8	-37,0	308,1	1109,2
1	8,5	336,4	1211,1	9	-43,4	303,8	1093,9
2	2,0	332,5	1197,1	10	-50,0	299,5	1078,3
3	-4,5	328,6	1183,9	15	-56,5	295,1	1062,4
4	-11,0	324,6	1168,5	20	-56,5	295,1	1062,4
5	-17,5	320,5	1153,9	30	-46,6	301,7	1086,2
6	-24,0	316,4	1139,2	50	-2,5	329,8	1187,3
7	-30,5	312,3	1124,3	80	-74,5	282,5	1017,1

89. Скорость c звука в жидкостях

Жидкость	$t, ^\circ\text{C}$	$c, \text{ м/с}$	Жидкость	$t, ^\circ\text{C}$	$c, \text{ м/с}$
Бензин	17	1166	Нефть	15	1330
Вода:			Раствор поваренной соли (5%)	15	1540
обычная . . .	25	1497	Ртуть	20	1451
морская . . .	20	1490	Спирт этиловый	20	1180
тяжелая . . .	25	1399	Толуол	20	1382
Глицерин	20	1923	Эфир этиловый	20	1008
Керосин	20	1330			
Кислород жидкий	-210	1130			

Примечание. Для большинства жидкостей (за исключением воды и некоторых растворов) скорость звука уменьшается с повышением температуры (см. табл. 90, 91).

90. Температурный коэффициент скорости звука * в жидкостях

Вода:	Раствор соли
обычная 2,5	(5%-ный) 2,9
тяжелая 2,8	Ртуть -0,5
Глицерин -1,8	Спирт этиловый . -3,6
Кислород жидкий	Эфир этиловый . -5,4
(при -210 °C) . -8,3	

Примечание. Знак минус показывает, что данная жидкость имеет отрицательный температурный коэффициент скорости. Это значит, что при увеличении температуры скорость звука в жидкости уменьшается. Исключение — вода, при повышении температуры от 0 до 74 °C скорость звука в ней увеличивается. Наибольшая скорость звука в воде при 74 °C (см. табл. 91).

* См. табл. 86.

91. Скорость v звука в воде при различной температуре

$t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$v, \text{м/с}$									
0	1402,7	1407,7	1412,6	1417,3	1422,0	1426,5	1430,9	1435,2	1439,5	1443,6
10	1447,6	1451,5	1455,3	1459,1	1462,7	1466,2	1469,7	1473,1	1476,4	1479,6
20	1482,7	1485,7	1488,6	1491,5	1494,3	1497,0	1499,6	1502,2	1504,7	1507,1
30	1509,4	1511,7	1513,9	1516,0	1518,1	1520,1	1522,1	1523,9	1525,7	1527,5
40	1529,2	1530,8	1532,4	1533,9	1535,3	1536,7	1538,1	1539,3	1540,6	1541,7
50	1542,9	1543,9	1545,0	1545,9	1546,8	1547,7	1548,5	1549,3	1550,0	1550,7
60	1551,3	1551,9	1552,4	1552,9	1553,4	1553,8	1554,1	1554,4	1554,7	1554,9
70	1555,1	1555,3	1555,4	1555,4	1555,5	1555,4	1555,4	1555,3	1555,2	1555,0
80	1554,8	1554,6	1554,3	1554,0	1553,6	1553,2	1552,8	1552,4	1551,9	1551,5
90	1550,8	1550,2	1549,6	1548,9	1548,2	1547,5	1546,8	1546,0	1545,1	1544,3
100	1543,4									

Пример. Скорость звука в воде при температуре 23°C равна $1491,5 \text{ м/с}$.

92. Скорость звука в твердых веществах, м/с

Алюминий	6260	Магний	4600
Дуралюмин	6400	Медь	4700
Бетон (в среднем)	4500	Мрамор	6100
Бумага натянутая	2100	Никель	4780
Вольфрам	5460	Олово	3320
Гранит	3850	Пробка	430—530
Дерево:		Ртуть (при -40°C)	2670
мягких пород	ок. 3000	Свинец	2160
твердых пород	до 5000	Серебро	3620
Железо	5850	Сталь:	
Каменная соль	4400	мягкая	ок. 5000
Кирпич	3600	твердая	до 6000
Латунь	4280—4700	Стекло:	
Лед (при -4°C)	3980	флинт	4450
		крон	5220
		органическое	2550
		Эбонит	2400

Примечание. В таблице даны приближенные значения скорости звука при температуре 20°C (если не указана иная температура).

93. Диапазон частот звука при пении, Гц

Бас	80—350	Меццо-сопрано	200—900
Баритон	100—400	Сопрано	150—1000
Тенор	130—500	Колоратурное сопрано	260—1300
Контральто	170—780		

94. Интенсивность звука для частот 1—4 кГц, Вт/м² (примерные значения)

Порог слышимости звука	10^{-12}
Тихий шепот; лес при безветрии	10^{-11}
Тиканье часов	10^{-10}
Перелистывание страниц газеты	10^{-9}
Тихое учреждение	10^{-7}
Обычный разговор, улица средней оживленности	10^{-6}
Громкая речь	10^{-5}
Машинописное бюро	10^{-4}

В вагоне метрополитена, шумная улица	10^{-3}
Сирена, кабина пассажирского самолета	10^{-2}
Поезд-экспресс (большая скорость)	10^{-1}
Реактивный двигатель, гром	1
Болевой порог	10

95. Мощность звука в различных случаях, Вт (примерные значения)

Рояль	$2 \cdot 10^{-9} - 2 \cdot 10^{-1}$	Большой оркестр	$7 \cdot 10^{-5} - 70$
Человеческий голос	$1 \cdot 10^{-9} - 2 \cdot 10^{-3}$	Большой барабан	до 25
Шепот тихий	$1 \cdot 10^{-9}$	Мощный громкоговоритель	до 100
Речь нормальной громкости	$(0,5 - 10) \cdot 10^{-6}$		

96. Некоторые данные о слуховом аппарате человека

В таблице приведены средние значения величин, характеризующих слуховой аппарат человека.

Расстояние между левым и правым ухом, см	18
Площадь наружного слухового канала уха, см ²	0,33—0,50
Диаметр барабанной перепонки, см:	
горизонтальный	1
вертикальный	0,85
Площадь барабанной перепонки, см ²	0,65
Толщина мм	0,10
Масса, мг:	
молоточка	23
наковальни	25
стремечка	3
Число эластичных волокон, из которых состоит основная мембрана	$\approx 20\,000$
Длина эластичных волокон, мм:	
наиболее коротких	0,04
„ длинных	0,5
Диапазон частот, Гц:	
воспринимаемый ухом	16—20 000
наиболее чувствительный для уха	1000—1400

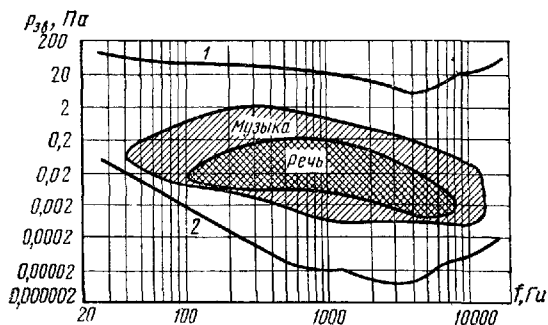


Рис 5. Область звуковых колебаний, воспринимаемых нормальным ухом человека: 1 — кривая соответствует громким звукам, слуховое восприятие которых вызывает болевое ощущение; 2 — кривая представляет собой "порог слышимости", соответствует самым слабым звукам. Между этими кривыми находится область слышимых нами звуков. Заштрихованные части рисунка заключают по частоте f и звуковому давлению p_{zv} звуки, встречающиеся в речи и музыке

97. Некоторые данные об ультразвуке

Примерный диапазон частот, Гц:

ультразвуковых колебаний $20 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^9$

ультразвуков, применяемых при:

механической обработке твердых и хрупких материалов	$(18-30) \cdot 10^3$
дефектоскопии	$(500-5000) \cdot 10^3$
измерении расстояний (эхолоты) и обнаружении объектов (гидролокаторы)	$(18-30) \cdot 10^3$
лечении заболеваний	$(800-1000) \cdot 10^3$

Наибольшая частота ультразвуковых колебаний, Гц,

полученная $2 \cdot 10^9$

воспринимаемая органами слуха:

собаки	$4 \cdot 10^4$
летучие мыши	$9 \cdot 10^4$
совы, барсука, серой мыши морской свинки	10^5
дельфина	$1,5 \cdot 10^5$
ночной бабочки	$2 \cdot 10^5$

Длина волны ультразвука в воздухе при частоте 10^8 Гц, см. $30 \cdot 10^{-5} (3000 \text{ нм}^*)$

Скорость ультразвука в различных телах см. в табл. 88, 89, 92.

* Для сравнения: длина электромагнитной волны красного луча $7,8 \times 10^{-5}$ см = 780 нм.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕПЛОТА

98. Масса m некоторых атомов и молекул

В таблице указаны масса атомов элементов, а также округленные значения масс молекул элементов или соединений, в которые входят перечисленные в таблице атомы

Атомы	$m, 10^{-27}$ кг	Молекулы	$m, 10^{-27}$ кг
Азот	23,2	Азот (N_2)	46
Алюминий	44,8	Азотнокислое серебро ($AgNO_3$)	282
Водород	1,67	Вода (H_2O)	29,9
Железо	92,8	Водород (H_2)	3,3
Золото	327	Двуокись урана (UO_2)	448
Кислород	26,6	Едкий натр ($NaOH$)	66
Медь	105	Кислород (O_2)	53
Натрий	38,1	Озон (O_3)	80
Ртуть	333	Окись алюминия (Al_2O_3)	169
Свинец	344	Окись ртути (HgO)	360
Сера	53,2	Окись хлора (Cl_2O)	144
Серебро	179	Сернистое железо (FeS)	146
Углерод	19,9	Сернокислая медь ($CuSO_4$)	265
Уран	395	Сернокислый свинец ($PbSO_4$)	503
Хлор	58,9	Углекислый газ (CO_2)	73
Цинк	109	Углекислый цинк ($ZnCO_3$)	208
		Хлористый натрий ($NaCl$)	97
		Хлорное золото ($AuCl_3$)	504

**99. Средняя скорость $v_{\text{ср}}$ теплового движения,
диаметр d молекул некоторых газов
и водяного пара (0°C ; 101 325 Па)**

Газ или пар	$v_{\text{ср}}$, м/с	d , нм	Газ	$v_{\text{ср}}$, м/с	d , нм
Азот	454,3	0,31	Кислород	425,1	0,29
Аргон	380,8	0,28	Ксенон	210,8	0,35
Водород	1692	0,26	Неон	535,1	0,23
Водяной пар . . .	566,5	0,23	Окись углерода	454,5	0,32
Гелий	1204	0,19	Хлор	285,6	0,36

**100. Средняя скорость $v_{\text{ср}}$ молекул газов
при различной температуре
(при 101 325 Па), м/с**

Газ	$v_{\text{ср}}$			
	0°C	25°C	100°C	200°C
Водород	1692	1770	1980	2232
Кислород	425	444	496	556
Углекислый газ	362	379	422	475

**101. Распределение скоростей между молекулами
кислорода (0°C ; 101 325 Па)**

Интервал скоростей, м/с	Процент молекул, имеющих скорость в указанном интервале	Интервал скоростей, м/с	Процент молекул, имеющих скорость в указанном интервале
Менее 100	1,4	400—500	20,3
100—200	8,1	500—600	15,1
200—300	16,7	600—700	9,2
300—400	21,5	Более 700	7,7

102. Примерное число молекул в 1 см³ различных сред

При максимальном вакууме, достигнутом экспериментально в небольших объемах [т. е. при $133,3 \times 10^{-15}$ Па (10^{-15} мм рт. ст.)]

несколько десятков

Газ при давлении:

$133,3 \cdot 10^{-12}$ Па (10^{-12} мм рт. ст.)	10^5
$133,3 \cdot 10^{-10}$ Па (10^{-10} мм рт. ст.)	10^7
$133,3 \cdot 10^{-6}$ Па (10^{-6} мм рт. ст.); атмосфера на высоте 200 км	10^{10}
10^{-2} Па ($7,5 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст.); „Торичеллиева пустота“; атмосфера на высоте 112 км	10^{13}
$133,3$ Па (1 мм рт. ст.); атмосфера на высоте 46 км	10^{16}

Пространство внутри пустотной вольфрамовой электрической лампочки; атмосфера на высоте 75 км 10^{14}

Пространство внутри газонаполненной электрической лампочки; атмосфера на высоте 20 км . . . 10^{18}

Любой газ при нормальных условиях 10^{19}

Вода 10^{22}

Твердые тела 10^{23}

Внутренние слои Земли 10^{24}

103. Число n ударов молекул газа за 1 с о площадку 1 см² и средняя скорость $v_{\text{ср}}$ движения молекул (при 0° С)

Газ или пар	$v_{\text{ср}}$, м/с	10 ²⁰ · n при давлении	
		133,322 Па (1 мм рт. ст.)	101 325 Па (760 мм рт. ст.)
Азот	454	4,0	3000
Водород	1692	15,0	11400
Водяной пар	566	5,0	3800
Воздух	447	4,0	3000
Кислород	425	3,8	2700
Углекислый газ	362	3,2	2300
Хлор	286	2,5	1900

**104. Средняя длина свободного пробега молекул
некоторых газов (0° С; 101 325 Па), нм**

Азот	63	Кислород	63
Аргон	63	Воздух	60
Водород	110		

**105. Средняя длина l свободного пробега молекул
воздуха в зависимости от давления p
(при 20° С)**

p		l	
Па	мм рт. ст.	м	другие единицы длины
101 325	760	$6,2 \cdot 10^{-8}$	0,062 мкм
133,3	1	$4,7 \cdot 10^{-5}$	47 мкм
13,33	10^{-1}	$4,7 \cdot 10^{-4}$	470 мкм $\approx$ 0,5 мм
$133,3 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$4,7 \cdot 10^{-3}$	4,7 мм
$133,3 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	$4,7 \cdot 10^{-2}$	47 мм
$133,3 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}	$4,7 \cdot 10^{-1}$	470 мм $\approx$ 0,5 м
$133,3 \cdot 10^{-5}$	10^{-5}	4,7	
$133,3 \cdot 10^{-6}$	10^{-6}	$4,7 \cdot 10$	
$133,3 \cdot 10^{-7}$	10^{-7}	$4,7 \cdot 10^2$	$\approx$ 0,5 км
$133,3 \cdot 10^{-8}$	10^{-8}	$4,7 \cdot 10^3$	4,7 км
$133,3 \cdot 10^{-9}$	10^{-9}	$4,7 \cdot 10^4$	47 км

106. Температура некоторых тел, ° С

Воздух:

среднегодовая в Москве	3,6
наиболее высокая, зарегистрированная на Земле (вблизи г. Триполи, Северная Аф- рика, 1922 г.)	57,7
наиболее низкая, зарегистрированная на Земле (вблизи научной станции „Восток“, Антарктида, 1960 г.)	-88,7
в цилиндре двигателя (дизеля) трактора МТЗ-5 (при такте сжатия)	550—600

Пар при конденсации в конденсаторах паро- вых турбин	30
---	----

Поверхность фюзеляжа самолета при скорости полета:

1200 км/ч	ок. 60
3200 „	230—260

Вода в системе охлаждения тракторных и автомобильных двигателей (в среднем) . . .

85

Газы:

уходящие в трубу из современного котлоагрегата	140—160
в конце топки котлоагрегата	1200
выходящие из сопла реактивного самолета	500—700
поступающие на рабочее колесо газовой турбины	
стационарной	600—750
авиационной	850—900

Земля на глубине:

20 км	≈ 600
100 „	≈ 1000
500 „	≈ 2200
6370 „	≈ 6000

Звезды

α Лебедь (самая холодная)	ок. 1300
Бетельгейзе, Антарес и др., имеющие красный цвет	3000—3500
Сириус, Вега и др., имеющие белый цвет	9000—12 000
ι Орион и др., имеющие голубой цвет .	25 000—35 000
ι Орион (в центре)	≈ 54 млн.

Солнце:

поверхность	≈ 6000
в центре	≈ 15 млн.

Нить накала вольфрамовой лампы:

пустотной	2180
газополной	2530

Марс:

поверхность ночью	до —60
днем	27

Луна:

поверхность ночью	до -150
днем	130
Гелий (плавление)	-272,2

Максимальные значения температур, полученные в лабораторных условиях:

высокая (при мощных импульсных разрядах)	до 10 ⁸
низкая	-273, 1499988 (0,0000012 K)

107. Охлаждающие смеси

Смесь m граммов соли со 100 г воды при 10—15 °C дает снижение температуры на Δt °C

Смесь m граммов соли со 100 г льда (или снега) вызывает понижение температуры до t °C

Соль	m , г	Δt , °C	Соль	m , г	t , °C
Азотнокислый аммоний (NH_4NO_3); селитра аммиачная	60	27,2	Азотнокислый аммоний (NH_4NO_3) .	45	-17,3
Азотнокислый натрий (NaNO_3) . . .	75	18,5	Азотнокислый натрий (NaNO_3) . . .	59	-18,5
Хлористый аммоний (NH_4Cl) . . .	30	18,4	Хлористый аммоний (NH_4Cl) . . .	25	-15,8
Хлористый калий (KCl)	30	12,6	Хлористый калий (KCl)	30	-11
Хлористый кальций (CaCl_2)	127	23	Хлористый кальций (CaCl_2)	30	-11
натрий (NaCl), поваренная соль	36	2,5	Хлористый натрий (NaCl)	33	-21,2

При смешении указанных ниже солей со 100 г льда (или снега) происходит охлаждение на Δt °C.

Смесь солей	Δt , °C	Смесь солей	Δt , °C
38 г KNO_3 + 13 г NH_4Cl	31	13 г NH_4Cl + 37,5 г NaNO_3	30,7
20 г NH_4Cl + 40 г NaCl	30	41,6 г NH_4NO_3 + 41,6 г NaCl	40

При смешении жидкостей с „сухим льдом“ (углекислотой CO_2) достигается температура смеси: со спиртом (этиловым) -72 °C, с эфиром (этиловым) -77 °C, с ацетоном < -78 °C.

108. Температура атмосферы на различной высоте над Землей

Температура атмосферы подвержена изменениям, обусловленным широтой места, временем года, а для больших высот (особенно выше 100 км) — и солнечной активностью (с наступлением минимума солнечной активности на больших высотах происходит значительное понижение температуры). В таблице приведены средние значения температуры T атмосферы для различных высот h над Землей. На уровне Земли температура принята равной 15 °C.

h , км	T		h , км	T	
	°C	K		°C	°K
0	15,0	283,2	30	—46,7	226,5
1	8,5	281,7	40	—22,8	250,4
2	2,0	275,2	50	—2,5	270,7
4	—11,0	262,2	60	—26,1	247,1
6	—24,0	249,2	70	—53,6	219,6
8	—37,0	236,2	80	—74,5	198,7
10	—50,0	223,2	90	—86,5	186,7
12	—56,5	216,7	100	—76,6	196,6
16	—56,5	216,7	120	61,3	334,4
20	—56,5	216,7			

Примечание. Плотность и давление при указанных в таблице высотах и температурах приведены в табл. 24, 39.

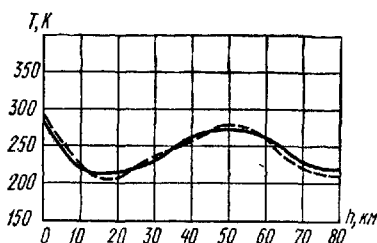


Рис 6. Зависимость температуры воздуха от высоты над поверхностью Земли по данным ракетных исследований

сплошная линия — по данным исследований, проведенных в СССР, пунктирная — в США

109. Температурный коэффициент линейного расширения α различных веществ

В таблице приведены средние значения коэффициентов в зависимости от температурных интервалов. Если дана одна температура (а не температурный интервал), то табличное значение α можно применять при температурах, отличных от указанной примерно на $\pm 10^\circ\text{C}$.

Через t обозначен температурный интервал или температура.

Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	$\alpha, 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$	Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	$\alpha, 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$
<i>Металлы</i>					
Алюминий .	0—200	24,5	Хром . .	0—200	7,3
	0—600	27,9		0—700	9,4
Висмут . .	0—100	13,4	Цинк . . .	0—400	38,0
Вольфрам .	0—200	4,5	<i>Сплавы*</i>		
	0—2100	5,8	Бронза оловянистая	20—300	18,2
Железо .	0—100	12,2	Дуралюмин	20	22,6
	0—800	14,8	Инвар .		1,6
Золото . .	0—200	14,5	Константан	20—100	15,2
	0—1000	16,8	Лагунь желтая		17,8
Иридий . .	0—200	6,8	Нихром		14,5
	0—800	7,7	Платина-иридий	20—100	8,8
Магний . .	0—200	27,0	Платини	20	8—10
	0—600	31,7	Сталь обычная углеродистая .	20	ок. 11
Медь . . .	0—200	17,4	Сталь нержавеющая . .	20—200	11,1
	0—1000	20,3		20—700	12,8
Никель . .	0—200	14,0	Чугун обычный серый .	20—500	10,5
	0—800	16,1		20—800	14,0
Олово . .	0—200	31,6			
Платина	0—200	9,2			
	0—1100	10,4			
Свинец . .	0—300	31,3			
Серебро .	0—200	19,8			
	0—900	22,4			
Титан . .	0—200	8,5			
	0—700	10,4			

* Состав сплавов см. в табл. 238.

Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	$\alpha, 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$	Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	$\alpha, 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$
<i>Строительные материалы</i>			Стекло оконное	20—200	9,5
Асбоцемент	20	6,0	Цемент	20	10—14
Бетон . .	20	10—14	Шифер .	20	6—12
Гранит . .	20	6—9			
Дуб			<i>Различные материалы</i>		
вдоль волокон	2—34	4,9			
поперек волокон	2—34	54,4	Алмаз . .	0—100	1,2
Дерево (типичные значения).			Бакелит .	20—60	22
вдоль волокон	20	ок. 3—5	Воск . . .	10—25	230
поперек волокон	20	ок. 35—60	Графит . .	0—100	7,9
Известняк .	25—100	9	Лед . . .	от —10 до 0	50,7
Кирпич . .	20	3—9		от —20 до 0	51
Кирпичная кладка .	20	4—7	Каучук . .	17—25	77,0
Клен			Парафин .	0—38	130,3
вдоль волокон	2—34	6,0	Песчаник .	38—49	477
поперек волокон	2—34	48		20	7,1
Мрамор . .	20	3—15	Полиэтилен	20	220
Сосна . . .			Стекло кварцевое	20—200	0,6
вдоль волокон	2—34	5,4	Фарфор .	20—700	3,4—4,1
поперек волокон	2—34	34		0	2,5
			Эбонит .	20	70

Примечание. Температурный коэффициент линейного расширения, как правило, увеличивается с повышением температуры.

**110. Температурный коэффициент объемного
расширения некоторых жидкостей
(при 20° С), °С⁻¹**

Авиабензин Б-70	0,00110	Раствор поваренной соли (26 %-ный)	0,000436
Азот (от —250 до —181 °С)	0,00588	Ртуть	0,000181
Анилин	0,000858	Скипидар	0,00094
Ацетон	0,00143	Спирт метиловый	0,001259
Бензол	0,001237	" этиловый	0,00110
Бром	0,001113	Топливо для реактивных самолетов:	
Вода	0,000208	Т-1	0,00094
Воздух (от —259 до —253 °С)	0,0126	ТС-1	0,00098
Глицерин	0,000505	Трансформаторное масло	0,0006
Керосин	0,000955	Хлороформ	0,001273
Кислота азотная (50 %)	0,00091	Эфир этиловый	0,00166
Кислота серная (96 %)	0,00055		

Примечание. Значения температурных коэффициентов объемного расширения приведены для температуры 20° С (если температура не указана особо).

**111. Температурные коэффициенты объемного
расширения β воды и льда**

$t, ^\circ\text{C}$	$\beta, ^\circ\text{C}^{-1}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\beta, ^\circ\text{C}^{-1}$
<i>Вода</i>		<i>Лед</i>	
0	—0,000067	—20	0,000123
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		
20	0,000208		

112. Перевод значений количества теплоты из килокалорий в джоули

ккал	ккал									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дж										
0	0	4186,8	8373,6	12560,4	16747,2	20934,0	25120,8	29307,6	33494,4	37681,2
10	41868,0	46054,8	50241,6	54428,4	58615,2	62802,0	66988,8	71175,6	75362,4	79549,2
20	83736,0	87922,8	92109,6	96296,4	100483,0	104670,0	108857,0	113044,0	117230,0	121417,0
30	125604,0	129791,0	133978,0	138164,0	142351,0	146538,0	150725,0	154912,0	159098,0	163285,0
40	167472,0	171659,0	175846,0	180032,0	184219,0	188406,0	192593,0	196780,0	200966,0	205153,0
50	209340,0	213527,0	217714,0	221900,0	226087,0	230274,0	234461,0	238648,0	242834,0	247021,0
60	251208,0	255395,0	259582,0	263768,0	267955,0	272142,0	276329,0	280516,0	284702,0	288889,0
70	293076,0	297263,0	301450,0	305636,0	309823,0	314010,0	318197,0	322384,0	326570,0	330757,0
80	334944,0	339131,0	343318,0	347504,0	351691,0	355878,0	360065,0	364252,0	368438,0	372625,0
90	376812,0	380999,0	385186,0	389372,0	393559,0	397746,0	401933,0	406120,0	410306,0	414493,0

Примеры. 1. $43 \text{ ккал} = 180032,0 \text{ Дж} \approx 180 \text{ кДж}$ 2. $0,51 \text{ ккал} = 51 \text{ ккал} \cdot 10^{-2} = 213527 \text{ Дж} \cdot 10^{-2} = 2135,27 \text{ Дж} \approx 2,1 \text{ кДж}$ 3. $182 \text{ ккал} = 180 \text{ ккал} + 2 \text{ ккал} = 18 \text{ ккал} \cdot 10 + 2 \text{ ккал} = 75362,4 \text{ Дж} \cdot 10 + 8373,6 \text{ Дж} = 753624 \text{ Дж} + 8373,6 \text{ Дж} = 761997,6 \text{ Дж} \approx 762 \text{ кДж}$ 4. $1055 \text{ ккал} = 1000 \text{ ккал} + 55 \text{ ккал} = 10 \text{ ккал} \cdot 10^3 + 55 \text{ ккал} = 41868 \text{ Дж} \times 10^3 + 230274,0 \text{ Дж} = 4186800 \text{ Дж} + 230274 \text{ Дж} = 4417074 \text{ Дж} \approx 4,4 \text{ МДж}$.

Примечание. Таблица может также служить.

1 Для перевода калорий в джоули. В этом случае числовые значения джоулей, найденные по таблице, следует уменьшить в 1000 раз.

Пример. $43 \text{ ккал} = 180032 \text{ Дж}$; $1000 = 180,032 \text{ Дж} \approx 180 \text{ Дж}$.

2. Для перевода килокалорий на килограмм (или калорий на грамм) в джоули на килограмм.

Примеры. Удельная теплота сгорания древесного угля 7400 ккал/кг . В СИ она равна $74 \text{ ккал} \cdot 100 = 7400 \text{ ккал} = 3098230 \text{ Дж/кг} \cdot 10 = 30982300 \text{ Дж/кг} \approx 31 \text{ МДж/кг}$

Удельная теплота плавления серебра 25 ккал/г В СИ она равна $104670,0 \text{ Дж/кг} \approx 105 \text{ кДж/кг}$.

3. Для перевода килокалорий на килограмм-градус Цельсия (или калорий на грамм-градус Цельсия) в джоули на килограмм-кельвин.

Пример. Удельная теплоемкость воды $= 1 \text{ ккал/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$. В СИ она равна $4186,8 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K}) = 4,1868 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)} \approx 4,19 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$.

113. Удельная теплоемкость c твердых тел

Твердое тело	$t, ^\circ\text{C}$	c	
		кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °C)
Алюминий	16—100	0,88	0,21
Бетон	18	0,92	0,22
Бронза	14—98	0,38	0,09
Вольфрам	20—100	0,13	0,03
Дерево:			
дуб	0—100	2,40	0,57
ель сосна	0—100	2,70	0,65
Железо	18—100	0,46	0,11
Золото	0—100	0,13	0,03
Каменная соль	0—100	0,92	0,22
Камень	—	0,84	0,20
Кирпич	18	0,75	0,18
Кремний	0—99	0,71	0,17
Латунь	20—100	0,38	0,09
Лед	—40—0	2,09	0,50
Магний	17—100	1,05	0,25
Марганец	20—100	0,50	0,12
Медь	18—100	0,38	0,09
Натрий	0—20	1,20	0,29
Нафталин	20	1,30	0,31
Никелин	18—100	0,46	0,11
Никель	15—100	0,46	0,11
Нихром	20	0,46	0,11
Олово	18—100	0,20	0,05
Парафин	18	3,20	0,77
Песок	20—100	0,79	0,19
Платина	0—100	0,13	0,03
Пробка	18	2,05	0,49
Свинец	18—100	0,13	0,03
Серебро	15—100	0,20	0,05
Сталь (1,25% С)	10—13	0,50	0,12
Сталь (0,07—0,15% С)	0—100	0,46	0,11
Стекло	10—50	0,67—0,83	0,16—0,20
Углерод (графит)	0—20	0,46—0,71	0,11—0,17
Фарфор	15—200	0,75	0,18
Цинк	0	0,38	0,09
Чугун	0—100	0,54	0,13
Эбонит	20—100	1,38	0,33

114. Удельная теплоемкость c жидкостей

Жидкость	$t, ^\circ\text{C}$	c	
		кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)
Бензин	20	2,09	0,50
Вода	20	4,22	1,006
Глицерин	15—50	2,43	0,58
Керосин	20	2,21	0,53
Кровь	20	3,89	0,93
Масло трансформаторное . .	20	2,09	0,50
Молоко	20	3,94	0,94
Нефть	20	1,67—2,09	0,40—0,50
Ртуть	20	0,14	0,033
Скипидар	18	1,76	0,42
Спирт этиловый	15—30	2,51	0,60
Топливо для реактивных само-			
летов:			
Т-1	20	1,97	0,47
ТС-1	20	2,01	0,48
Эфир этиловый	18	2,34	0,56

115. Удельная теплоемкость c воды при различной температуре t (при 101 325 Па)

$t, ^\circ\text{C}$	c		$t, ^\circ\text{C}$	c		$t, ^\circ\text{C}$	c	
	кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)		кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)		кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)
0	4,212	1,006	40	4,174	0,997	80	4,195	1,002
10	4,191	1,001	50	4,174	0,997	90	4,208	1,005
20	4,183	0,999	60	4,178	0,998	100	4,220	1,008
30	4,174	0,997	70	4,187	1,000			

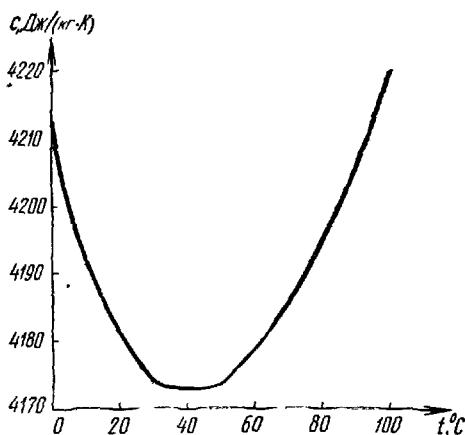


Рис. 7. Зависимость удельной теплоемкости воды от температуры

116. Удельная теплоемкость c воды при различных температурах t и давлениях p

$t, ^\circ\text{C}$	p		c		$t, ^\circ\text{C}$	p		c	
	10^6 Па	ат	кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)		10^6 Па	ат	кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)
100	1,013	1,033	4,217	1,008	300	85,92	87,61	5,75	1,370
120	1,985	2,024	4,245	1,015	320	112,90	115,12	6,56	1,570
150	4,760	4,854	4,311	1,030	350	165,37	168,63	13,98	2,27
200	15,551	15,857	4,498	1,076	370	210,53	214,68	40,32	9,63
270	55,05	56,14	5,118	1,211					

117. Удельная теплоемкость c металлов в расплавленном состоянии

Металл	$t, ^\circ\text{C}$	c		Металл	$t, ^\circ\text{C}$	c	
		Дж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)			Дж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)
Алюминий	от 661	1090	0,259	Калий . . .	100	812	0,194
	до 1000				300	775	0,185
Висмут . .	271,4	142	0,034		600	766	0,183
	800	167	0,040	Магний . .	651	1330	0,317

Металл	$t, ^\circ\text{C}$	c		Металл	$t, ^\circ\text{C}$	c	
		Дж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)			Дж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)
Натрий . .	97,8	1386	0,331	Серебро .	от 962	290	0,062
	300	1306	0,312		до 1300		
	600	1260	0,300	Цезий . . .	28,5	250	0,060
Олово . . .	250	243	0,058	Цинк . .	419,6	502	0,120
Свинец . .	327,5	163	0,039		1000	423	0,101
	500	155	0,037				

**118. Удельная теплоемкость c газов
и водяного пара (при 101 325 Па)**

Газ или пар	$t, ^\circ\text{C}$	c	
		кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)
Азот	0—20	1,04	0,248
Водяной пар	100	2,13	0,510
Водород	10—200	14,27	3,409
Воздух	0—100	1,01	0,240
Гелий	0—600	5,20	1,243
Двуокись углерода (CO_2) . .	15	0,88	0,199
Кислород	13—200	0,91	0,217
Метан	10—200	2,48	0,593
Окись углерода	26—200	1,04	0,248

**119. Удельная теплоемкость c воздуха
при различной температуре (при 101 325 Па)**

$t, ^\circ\text{C}$	c		$t, ^\circ\text{C}$	c		$t, ^\circ\text{C}$	c	
	кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)		кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)		кДж/(кг · К)	ккал/(кг · °С)
—100	0,9986	0,2385	20	1,0090	0,2410	200	1,0228	0,2443
— 50	1,0023	0,2394	50	1,0111	0,2415	500	1,093	0,261
0	1,0069	0,2405	100	1,0149	0,2424	1000	1,185	0,283

**120. Температура плавления (отвердевания)
различных веществ (при 101 325 Па), ° С**

Азот	—210,0	Медь	1084,5
Алмаз	более 3500	Молоко	—0,6
Алюминий	660,4	Натрий	97,8
Бензин	ниже —60	Нафталин	80,1
Висмут	271,44	Никель	1455
Вода:		Нихром	1380—1500
обычная	0,00	Олово	231,968
тяжелая	3,82	Парафин	ок. 54
Водород	—259,14	Платина	1772
Воздух	—213	Раствор поваренной соли (насыщенный)	—18
Вольфрам	3387	Ртуть	—38,862
Воск	ок. 64	Свинец	327,50
Германий	937,4	Сера	112,8
Глицерин	—17,9	Серебро	961,93
Железо	1535	Скипидар	—10
Золото	1064,43	Спирт этиловый	—114,2
Иридий	2447	Сталь	1300—1500
Калий	63,6	Стеарин	ок. 72
Кальций	839	Уран	1132,3
Керосин	ниже —50	Хлор	—100,98
Кислород	—218,4	Цинк	419,58
Кремний	1410	Чугун обычный серый	1100—1300
Кровь	—0,57	Эфир этиловый	—116,0
Латунь	ок. 1000		
Литий	180,5		
Магний	648,8		
Марганец	1244		
Масло коровье	28—32		

**121. Температура плавления t некоторых веществ
при различном давлении p**

Вещество	p		$t, ^\circ\text{C}$	Вещество	p		$t, ^\circ\text{C}$
	МПа	атм			МПа	атм	
Висмут . .	0,1	1	271,4	Лед	197	1 970	-20,0
	100	1 000	267,5	Натрий .	0,1	1	97,8
	1000	10 000	228,8		100	1 000	105,9
Галлий .	0,1	1	29,8		1000	10 000	177,5
	400	4 000	21,5	Нафталин .	0,1	1	80,1
	1200	12 000	2,5		58	580	100
Калий . . .	0,1	1	63,6	Ртуть	0,1	1	-38,9
	100	1 000	78,7		200	2 000	-28,7
	1000	10 000	167,0		1003	10 030	12,1
Лед	0,1	1	0	Цезий	0,1	1	28,4
	13	130	-1,0		100	1 000	51,9
	61	610	-5,0		400	4 000	98,5
	113	1 130	-10,0				

Примечание. Для большинства веществ с увеличением давления температура плавления повышается. Однако для некоторых веществ [тех, которые при плавлении уменьшают свой объем (лед, висмут, галлий, некоторые сорта чугуна)] увеличение давления сопровождается понижением температуры плавления.

**122. Температура плавления тугоплавких металлов
и их соединений, $^\circ\text{C}$**

Титан	1660	Тантал	2996
Цирконий	1852	Осмий	3045
Хром	1857	Нитрид тантала .	3090
Бор	2300	Карбид титана .	3150
Гафний	2227	Вольфрам	3387
Иридий	2447	Карбид циркония	3760
Ниобий	2468	Карбид ниобия .	3760
Молибден	2617	Карбид гафния .	3890
Борид титана . .	2980		

123. Изменение объема некоторых веществ при плавлении, %

Относительное изменение объема определяют формулой

$$\frac{v_{\text{жид}} - v_{\text{тв}}}{v_{\text{тв}}}$$

Алюминий	6,6	Олово	2,6
Висмут	-3,3	Ртуть	3,6
Золото	5,2	Свинец	3,6
Калий	2,4	Серебро	5,0
Кремний	-10,0	Сурьма	-0,94
Лед	-8,3	Цинк	6,9
Магний	4,2		

124. Сжимаемость некоторых веществ

Сжимаемость веществ характеризуют коэффициентом сжимаемости k . Он показывает, на какую долю уменьшается первоначальный объем вещества при увеличении давления на единицу давления. $k = \frac{\Delta v}{v \Delta p}$ (v — первоначальный объем, Δv — изменение объема, Δp — изменение всестороннего давления) Значения k относятся к температуре 20 °С (если не указана иная температура).

Твердые вещества

Вещество	$k, 10^{-11} \text{ Па}^{-1}$ (или 10^{-6} ат^{-1})	Вещество	$k, 10^{-11} \text{ Па}^{-1}$ (или 10^{-6} ат^{-1})
Алюминий	1,4	Свинец . .	0,36
Вольфрам .	0,3	Серебро .	1,0
Железо .	0,6	Стекло .	1,3—2,9
Золото . .	0,6	Углерод	
Калий . . .	32,0	алмаз .	0,23
Медь . . .	0,7	графит	3,0
Олово . .	1,9	Цезий . .	62,0
Платина . .	0,36	Цинк . .	1,7

Жидкие вещества

Вещество	Интервал давлений		$k, 10^{-11} \text{ Па}^{-1}$ (или 10^{-6} ат^{-1})
	МПа	ат	
Ацетон	0,1—50	1—500	82
Вода	0,1—2,5	1—25	49,8
при 20 °С	0,1—10	1—100	47,4
" 0 °С	0,1—2,5	1—25	53,2
" 0 °С	0,1—10	1—100	51,8
Глицерин при 15 °С . .	0,1—1	1—10	22
Керосин при 16 °С . . .	0,1—50	1—500	79
Ртуть	0,1—50	1—500	3,8
Спирт			
метиловый (при			
0 °С)	0,1—50	1—500	79
этиловый	0,1—5	1—50	112

125. Удельная теплота λ плавления веществ

Вещество	λ		Вещество	λ	
	кДж/кг	ккал/кг		кДж/кг	ккал/кг
Азот	25,0	6,1	Олово	60,7	14,5
Алюминий	400	96	Парафин	147	35
Водород	58,6	14,0	Платина	101,0	24,1
Вольфрам	184,6	44,1	Ртуть	12,0	2,8
Воск	176	42	Свинец	25,0	5,9
Глицерин	199,0	47,5	Серебро	105	25
Железо	277,0	66,2	Спирт этиловый	108,0	25,8
Золото	66,2	15,8	Сталь	83,7	20,0
Кислород	14,0	3,3	Стеарин	201	48
Лед	332,0	79,4	Уран	83,4	19,9
Магний	344,0	82,2	Хлор	96,3	23,0
Медь	213,0	48,9	Цинк	102,0	24,4
Натрий	115,0	27,5	Чугун	96—140	23—33
Нафталин	151	36	Эфир этиловый .	96,5	23,5

**126. Температура кипения различных веществ
(при 101 325 Па), °С**

Азот	—195,80	Литий	1347
Алюминий	2467	Магний	1090
Аммиак	—33,4	Марганец	1962
Ацетон	56,5	Медь	2567
Бензин:		Натрий	882,9
авиационный	40—180*	Натрий хлористый	1467
автомобиль-		Нафталин	218
ный	70—205*	Никель	2732
Висмут	1560	Олово	2270
Вода	100,00	Парафин	350—450
Вода тяжелая . . .	101,43	Платина	3827
Водород	—252,87	Ртуть	356,66
Воздух	от —192 до —195	Свинец	1740
Вольфрам	5660	Сера	444,67
Гелий	—268,9	Серебро	2212
Глицерин	290,0	Скипидар	≈ 160
Графит	4200	Спирт этиловый .	78,5
Железо	2750	Стеарин	370
Золото	2807	Титан	3287
Иридий	4130	Уран	3818
Калий	774	Фреон-12	—29,8
Кальций	1484	Хлор	—34,6
Керосин	150—300*	Хром	2672
Кислород	—182,96	Цинк	907
Кремний	2355	Эфир этиловый .	34,6

* Бензины, как и керосины, состоят из смесей углеводородов и поэтому не имеют определенной точки кипения: вначале закипают наиболее легкоиспаряющиеся компоненты, а с повышением температуры и остальные.

**127. Температура кипения t некоторых веществ
при различных давлениях**

Вещество	$t, ^\circ\text{C}$				
	1,33 кПа (10 мм рт. ст.)	13,3 кПа (100 мм рт. ст.)	101,3 кПа (760 мм рт. ст.)	1,01 МПа (10 атм)	5,1 МПа (50 атм)
Ацетон	-31,1	7,7	56,5	144,5	...
Вода	11,2	51,6	100,0	180,3	264,7
Кислород	-210,7	-198,7	-183,0	-153,3	-118,5
Ртуть	184,0	260,4	356,66	519,2	...
Хлор	—	-71,9	-34,6	35,0	109,3

**128. Температура кипения t воды при повышенных
давлениях p**

p		$t, ^\circ\text{C}$	p		$t, ^\circ\text{C}$
10^5 Па	ат		10^5 Па	ат	
0,98	1,0	99,1	29,4	30,0	232,8
1,96	2,0	119,6	49,0	50,0	262,7
2,9	3,0	132,9	98,1	100,0	309,5
3,9	4,0	142,9	117,7	120,0	323,2
4,9	5,0	151,1	137,3	140,0	335,1
5,9	6,0	158,1	156,9	160,0	345,7
6,9	7,0	164,2	176,9	180,0	355,4
7,8	8,0	169,6	196,1	200,0	364,1
8,8	9,0	174,5	215,7	220,0	372,1
9,8	10,0	179,0	219,6	224,0	373,6
14,7	15,0	197,4	221,29	225,65	374,15
19,6	20,0	211,4			

**129. Удельная теплота парообразования r жидкостей
(при температуре кипения)**

Жидкость	r		Жидкость	r	
	кДж/кг	ккал/кг		кДж/кг	ккал/кг
Аммиак	1370	327	Бензол	394	94
Бензин:			Вода:		
авиационный	230—310	55—75	обычная . . .	-2260	539
Б-70	293	70	тяжелая . . .	2070	494,5
			Водород жидкий	452	108
			Керосин	210—230	50—55
			Кислород жидкий	214	51

Жидкость	r		Жидкость	r	
	кДж/кг	ккал/кг		кДж/кг	ккал/кг
Нафталин . . .	341	81,4	Топливо для реактивных самолетов:		
Ртуть	290	70	Т-1	209	50
Скипидар . . .	290	70	ТС-1	230	55
Спирт этиловый	963	230	Фреон-12	168	40,4
			Эфир этиловый .	355	84,8

130. Удельная теплота парообразования (испарения) r воды при различной температуре

$t, ^\circ\text{C}$	r		$t, ^\circ\text{C}$	r	
	МДж/кг	ккал/кг		МДж/кг	ккал/кг
0	2,50	597	180	2,01	481
10	2,47	592	200	1,94	464
20	2,45	586	220	1,86	444
30	2,40	580	250	1,70	410
50	2,38	568	300	1,40	335
70	2,32	557	350	0,89	213
90	2,28	545	370	0,44	105
100	2,26	539	374	0,11	27
120	2,20	526	374,15	0	0
150	2,11	505			

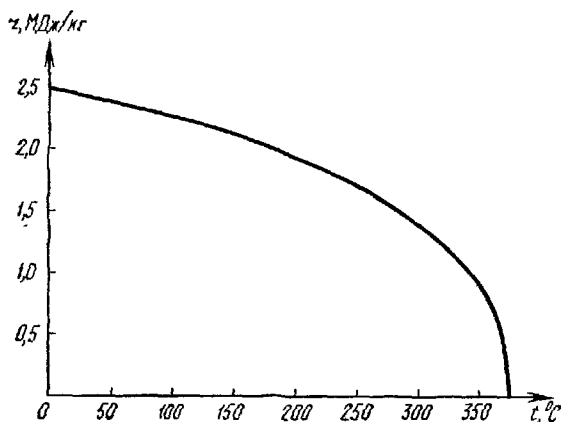


Рис. 8. Зависимость удельной теплоты парообразования воды от температуры

**131. Удельная теплота парообразования (испарения) r
некоторых жидкостей при различной температуре**

Жидкость	$t, ^\circ\text{C}$	r	
		кДж/кг	ккал/кг
Ртуть	118,5	303	72,3
	207,6	300	71,7
	356,6	292	69,7
	677 0	283	67,7
Фреон-12	—29,8	168	40,4
	—20	164	39,1
	0	155	37,0
	20	144	34,5
	100	68	16,2
Эфир этиловый	30	354	84,5
	34,6	355	84,8
	50	337	80,5
	100	287	68,5

**132. Удельная теплота парообразования r металлов
в расплавленном состоянии
(при температуре кипения)**

Металл	$t, ^\circ\text{C}$	$r, \text{кДж/кг}$	Металл	$t, ^\circ\text{C}$	$r, \text{кДж/кг}$
Алюминий .	2467	9210	Медь . . .	2567	4800
Висмут . . .	1560	856	Натрий . .	882,9	4345
Вольфрам . .	5660	4960	Олово . . .	2270	3014
Железо . . .	2750	6300	Свинец . .	1740	860
Калий	774	2076	Цезий . . .	678,4	603
Магний . . .	1090	5443			

**133. Давление p и плотность ρ насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	p		$\rho, \text{г/м}^3$		$t, ^\circ\text{C}$	p		$\rho, \text{г/м}^3$
	Па	мм рт. ст.				Па	мм рт. ст.	
-20	106	0,8	0,9		11	1306	9,8	10,0
-10	253	1,9	2,1		12	1400	10,5	10,7
-5	400	3,0	3,2		13	1493	11,2	11,4
-1	560	4,2	4,5		14	1600	12,0	12,1
0	613	4,6	4,8		15	1707	12,8	12,8
1	653	4,9	5,2		16	1813	13,6	13,6
2	707	5,3	5,6		17	1933	14,5	14,5
3	760	5,7	6,0		18	2066	15,5	15,4
4	813	6,1	6,4		19	2200	16,5	16,3
5	867	6,5	6,8		20	2333	17,5	17,3
6	933	7,0	7,3		25	3173	23,8	23,0
7	1000	7,5	7,8		30	4240	31,8	30,3
8	1067	8,0	8,3		50	12 330	92,5	83
9	1147	8,6	8,8		80	47 343	355,1	293,0
10	1226	9,2	9,4		100	101 325	760,0	598,0

Примечание. Для температур ниже 0°C приведены давления и плотности насыщенного пара надо льдом.

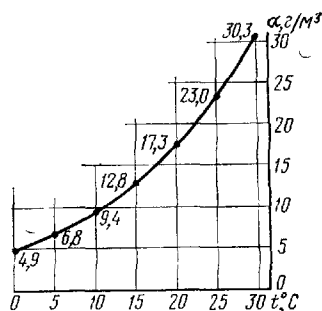


Рис. 9. Зависимость абсолютной влажности воздуха от температуры

134. Психрометрическая таблица

Показания сухого термо- метра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
1	100	83	65	48	32	16	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
3	100	84	69	54	39	24	10	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
5	100	86	72	58	45	32	19	6	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
7	100	87	74	61	49	37	26	14	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

**135. Критические температура, давление
и плотность для различных веществ**

Вещество	$t_{кр}, ^\circ\text{C}$	$p_{кр}$		$\rho_{кр}, \text{кг/м}^3$
		МПа	ат	
Азот	-147,1	3,39	34,6	311
Аммиак	132,4	11,39	116,2	235
Аргон	-122,5	4,86	49,6	531
Ацетилен	36	6,24	63,6	231
Ацетон	235,5	4,72	48,1	273
Бром	311	10,33	105,4	1180
Вода	374,15	22,13	225,65	307
Водород	-239,9	1,27	13,0	31
Воздух	-140,7	3,75	38,2	350
Гелий	-267,9	0,23	2,3	69
Кислород	-118,8	5,04	51,4	430
Криптон	- 63,8	5,50	56,1	908
Ксенон	16,6	5,89	60,1	1105
Метан	-82,1	4,64	47,3	162
Неон	-228,7	2,72	27,8	484
Озон	-12,1	5,53	56,4	540
Окись углерода	-140,2	3,43	35,0	301
Спирт этиловый	243,6	6,38	65,1	276
Углекислый газ	31,1	7,38	75,3	468
Фреон-12	111,5	4,02	41,0	555
Хлор	144,0	7,45	76,0	573
Хлороформ	263,4	5,47	55,8	500
Эфир этиловый	193,8	3,53	36,0	264

136. Основные физические свойства жидких газов (при 101 325 Па)

Физические свойства	Жидкий газ				
	азот	водород	воздух	гелий	кислород
Плотность, кг/м ³	804	70,8	873	125	1142
Точка кипения, °С	—195,8	—252,87	от —192 до —195	—268,9	—183
Точка плавления, °С	—210	—259,1	—213	—272,2	—218,4
Удельная теплота парообразования, кДж/кг (ккал/кг)	199 (48)	452 (108)	205 (49)	23 (5,5)	214 (51)
Удельная теплота плавления, Дж/кг (ккал/кг)	25 (6,1)	59 (14)		5,5 (1,4)	14 (3,3)
Удельная теплоемкость, кДж/(кг · К) [(ккал/(кг · °С))]	1,99 [0,48] (при —200,4 °С)	7,41 [1,77] (при —257,4 °С)	1,98 [0,47] (при —193 °С)	4,87 [1,02] (при —269 °С)	1,64 [0,39] (при —200,3 °С)
Поверхностное натяжение на границе с собственным паром, мН/м	10,5 (при —203,1 °С)	2,8 (при —258,1 °С)	...	0,07 (при —271,0 °С)	15,7 (при —193,1 °С)
Скорость звука, м/с	880 (при —196 °С)	1199 (при —253 °С)	...	180 (при —269 °С)	1133 (при —212 °С)
Объем жидкости, образующейся из 1 м ³ газа, л	1,4	1,2	1,4	1,3	1,1

137. Теплопроводность веществ, Вт/(м·К)

Теплопроводность веществ измеряют количеством теплоты, проходящим в 1 с через 1 м² площади толщиной 1 м при разности температур 1 К (1 °С).

<i>Твердые тела</i>		<i>Жидкости</i>	
Алюминий	211	Бензин	0,15
Бетон	0,84—1,30	Вода	0,60
Войлок	0,06	Керосин	0,15
Дерево	0,13—0,42	Ртуть	7,90
Земля	0,42—2,10	Спирт	0,17
Золото	293	<i>Газы и пар</i>	
Железо	71	Азот	0,024
Кирпич	0,63—0,84	Водород	0,170
Лед	2,3	Водяной пар (при 100 °С)	0,024
Медь	385	Воздух	0,024
Пробка	0,04	Воздух (при 20 °С)	0,026
Серебро	419	Гелий	0,140
Снег плотный	0,10	Кислород	0,024
Снег свежеевыпавший	0,21	Окись углерода	0,023
Сталь	46	Хлор	0,007
Стекло	0,59—0,75		
Фланель	0,01		

Пр и м е ч а н и е. Значение теплопроводности указано для твердых тел и жидкостей при комнатной температуре, а для газов и паров при температуре 0 °С и давлении 101 325 Па.

138. Удельная теплота сгорания Q основных видов топлива

Топливо	Q	
	МДж/кг	ккал/кг
Условное	29,3	7000
<i>Твердое</i>		
Антрацит	32,6—34,8	7800—8300
Бурый уголь	9,3	2290
Древесный уголь	31	7400
Дрова сухие	8,4—10,5	2000—2500

Топливо	Q	
	МДж/кг	ккал/кг
Каменный уголь:		
донецкий (марки Т)	25,5	6100
экибастузский	16,3	3900
Ракетное топливо	4,2—10,5	1000—2500
Сланцы горючие	7,3—15,1	1750—3600
Торф	10,5—14,7	2500—3500
Ядерное топливо	$740 \cdot 10^5$	$17,8 \cdot 10^5$
<i>Жидкое</i>		
Бензин	44—47	10 500—11 200
Дизельное топливо	42,7	10 200
Керосин	44—46	10 500—11 000
Мазут	39,8	9500
Нефть	43,5—46	10 400—11 000
Соляровое масло	42,3	10 100
Топливо:		
Т-1, ТС-1 для реактивных двигателей самолетов	42,9	10 250
для жидкостно-ракетных двигателей		
керосин+азотная кислота	6,1	1 460
керосин+жидкий кислород	9,2	2 200
<i>Горючие газы*</i>		
Водород	10,8	2 575
Метан	35,8	8 560
Природный газ	34—36	8200—8500

* Удельная теплота сгорания для горючих газов дана соответственно в МДж/м³ и ккал/м³. Масса 1 м³ водорода 0,09 кг, метана 0,7 кг, природного газа 0,8 кг (при нормальных условиях).

**139. Удельная теплота сгорания Q
взрывчатых веществ**

Взрывчатое вещество	Q	
	МДж/кг	ккал/кг
Порох:		
дымный (для охотничьих ружей, огне- проводных шнуров и др.)	2,8	660
нитроглицериновый (для минометов) . .	5,0	1200
пироксилиновый (для стрелкового ору- жия и ствольной артиллерии)	3,8	900
Тротил (для взрывных работ, артиллерий- ских снарядов и др.)	4,2	1000

**140. Удельная теплота сгорания Q
пищевых продуктов**

Продукт	Q		Продукт	Q	
	МДж/кг	ккал/кг		МДж/кг	ккал/кг
Говядина (сред- ней упитанности)	7,52	1800	Окунь	3,53	842
Груши	2,20	525	Сахар	17,15	4096
Картофель . .	3,78	902	Сельдь	12,90	3082
Кефир, просто- кваша	2,70	645	Сметана	14,79	3533
Крупа (гречие- вая, перловая) . .	14,69	3508	Хлеб:		
Масло сливочное	32,69	7807	пшеничный . .	9,26	2210
Молоко	2,80	668	ржаной	8,88	2120
Мороженое сли- вочное	7,50	1790	Щука	3,50	836
Мясо куриное .	5,38	1290	Яблоки	2,00	480
			Яйца	6,90	1650

**141. Калорийность (рекомендуемая) суточного
рациона пищи у лиц разных профессий и учащихся**

Вид труда	Калорийность суточного рациона пищи	
	МДж	ккал
Умственный (педагог, врач, ученый, инженер, студент, канцелярский работник и т. д.)	12—13	3000—3200
Механизованный (токарь, фрезеровщик, строгальщик, инструментальщик, тракторист, столяр, аппаратчик-химик и др.)	15	3500
Немеханизованный или частично механизированный физический труд (кузнец, слесарь, водопроводчик, колхозник, штукатур)	17	4000
Тяжелый физический труд (землекоп, лесоруб, камнетес, шахтер, грузчик)	19—21	4500—5000
Учеба в возрасте:		
от 11 до 15 лет	12,3	2940
„ 15 „ 18 „	14	3340

142. Мощность *N* некоторых современных тепловых двигателей

Двигатель	<i>N</i>	
	кВт	л. с.
Двигатель:		
автомобиля ЗИЛ-130	110	150
бронетранспортера БТР-60П	130	180
гусеничного транспортера ГТ-Т	147	200
артиллерийского тягача АТ-Т	305	415
поршневого самолета Ил-14	1 130	1 530
турбовинтового самолета		
Ил-18 или Ан-10	2 900	4 000
Ту-114 или Ан-22	11 000	15 000
Дизель		
автомобиля КамАЗ-5320	150	210
автопоезда БелАЗ-37420 грузоподъемностью 120 тонн	880	1200
тепловоза ТЭ 10Л	2 200	3000

Двигатель	N	
	кВт	л. с.
Судовой (рекордный в СССР по мощности)	15 500	21 000
Паровая турбина		
К-300-240	300 000	408 000
К-500-240	500 000	680 000
К-800-240	800 000	1 090 000

Примечание См также табл 242—247, 249—254.

143 Рост производства тепловых машин в СССР

В 1975 г. было выпущено 1964 тыс. автомобилей (из них 1201 тыс. легковых и 696 тыс. грузовых), 550 тыс. тракторов, 97,5 тыс. зерноуборочных комбайнов

Принятые XXV съездом КПСС «Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» предусматривают производство в 1980 г. 2,1—2,2 млн. автомобилей, в том числе 800—825 тыс. грузовых, 580—600 тыс. тракторов, 125 тыс. зерновых комбайнов «Нива», «Колос», «Сибиряк». В течение десятой пятилетки железнодорожному транспорту намечено поставить 6,4 тыс. секций магистральных и 2,5 тыс. маневровых тепловозов.

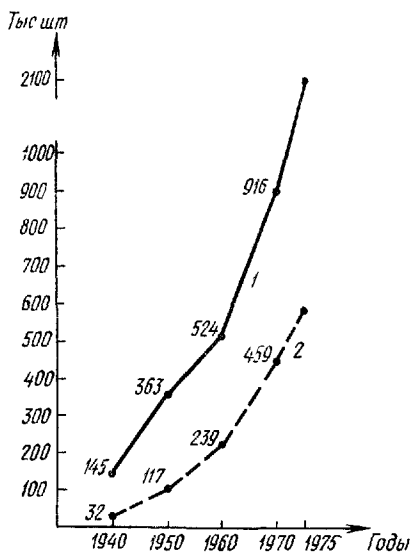


Рис. 10. Рост производства тепловых машин в СССР:

1 — автомобили; 2 — тракторы

144. Коэффициент полезного действия тепловых двигателей, %

Паровая машина (стационарная)	≈ 15
Дизель:	
стационарный	34—36
тракторный	28—32
Двигатель:	
турбореактивный	20—30
карбюраторный (автомобильный)	≈ 25
Газотурбинная установка (стационарная)	25—29
Паровая турбина большой мощности при начальных параметрах пара:	
435 °С; 3,5 МПа (35 ат)	≈ 25
480 °С; 9 МПа (90 ат)	≈ 30
550 °С; 17 МПа (170 ат)	36—37
560 °С; 24 МПа (240 ат)	≈ 40

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО. МАГНЕТИЗМ

145. Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

В таблице приведены значения относительной ϵ и абсолютной ϵ_a диэлектрических проницаемостей для некоторых веществ при 20 °С ϵ и ϵ_a связаны соотношением $\epsilon_a = \epsilon \epsilon_0$, где ϵ_0 — электрическая постоянная (диэлектрическая проницаемость вакуума), равная

$$\frac{10^7}{4\pi c^2} \text{ Ф/м} \approx 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} = 8,85 \text{ пФ/м} \quad (c — \text{скорость света}).$$

Вещество	ϵ	ϵ_a , пФ/м	Вещество	ϵ	ϵ_a , пФ/м
<i>Газы</i>			Вода	81,0	717
Азот	1,00060	8,85531	Глицерин	39,1	346
Водород	1,00027	8,85238	Керосин	2,1	18,6
Воздух	1,00058	8,85491	Масло:		
Кислород	1,00055	8,85487	касторовое	4,5—4,8	40—42
Углекислый газ	1,00096	8,85850	трансформаторное	2,1—2,4	18—21
<i>Жидкости</i>			Скипидар	2,2	19
Бензин	1,9—2,0	17—18	Спирт этиловый	25,0	221
Вазелин	2,2	19	Эфир этиловый	4,4	39

Вещество	ε	ε ₀ , пФ/м	Вещество	ε	ε ₀ , пФ/м
<i>Твердые тела</i>			Плексиглас . .	3,0—3,6	27—32
Бумага сухая .	2,0—2,5	18—22	Полихлорвинил	3,0—5,0	27—44
Воск пчелиный	2,8—2,9	25—26	Полиэтилен .	2,2—2,4	19—21
Гетинакс . . .	3,5—6,5	31—57	Резина	2,6—3,0	23—27
Дерево	2,2—3,7	19—33	Слюда	4,0—8,0	35—71
Канифоль . . .	3,0—3,5	27—32	Стекло	5,0—10,0	44—88
Капрон	3,6—5,0	32—44	Текстолит . .	7,0	62
Мрамор	8,0—10,0	71—89	Титанат бария	1200	10600
Парафин . . .	1,9—2,2	17—19	Фарфор	4,4—6,8	39—60
			Эбонит	4,0—4,5	35—40

146. Данные о гальванических элементах и аккумуляторах

Название	Электрод		Раствор	Приближенное значение $\mathcal{E}$, в. д. с., В
	отрицательный	положительный		
Элемент:				
Вольта	Цинк	Медь	Раствор серной кислоты	1,0
Грене	„	Уголь	Раствор серной кислоты; деполяризатор — двуххромовокислый калий	2,0
Даниеля . . .	„	Медь	Цинк в растворе серной кислоты, медь в растворе медного купороса; растворы разделены пористым сосудом	1,1
Лекланше . .	„	Уголь	Раствор нашатыря; деполяризатор — перекись марганца	1,46

Название	Электрод		Раствор	Приближенное значение э. д. с., В
	отрицательный	положительный		
Лекланше (сухой) . . .	Цинк	Уголь	Пространство между электродами заполнено пористой массой (гипс, древесные опилки), смоченной нашатырем	1,3
Аккумулятор свинцовый, кислотный .	Губчатый свинец	Двуокись свинца	Раствор серной кислоты плотностью 1200 кг/м ³	2,0
щелочной .				
железо-никелевый .	Порошкообразное железо	Окись никеля	Раствор едкого калия	1,8
кадмиево-никелевый	Кадмий в смеси с железом	Гидрат закиси никеля	То же	1,8

147. Электроны в проводниках

Число свободных электронов в 1 см³ металла* $10^{22} \div 10^{23}$

Число свободных электронов в 1 см³ меди $8,4 \cdot 10^{22}$

Средняя скорость хаотического (теплого) движения электронов в проводнике при комнатной температуре, м/с $\approx 10^7$

Скорость упорядоченного (направленного) движения электронов (т. е. скорость электронов, составляющих электрический ток) в металле под действием электрического поля напряженностью 1 В/м, м/с $0,001 \div 0,005$

Число электронов, проходящих в 1 с через сечение проводника при силе тока 1 А $6,25 \cdot 10^{18}$

* Для сравнения число свободных электронов в 1 см³ полупроводника при обычных условиях $10^{16} \div 10^{20}$

**148. Подвижность μ электронов и дырок
в полупроводниках (при 20° С)**

Подвижность носителей зарядов определяют скоростью их перемещения под действием электрического поля, напряженности которого 1 В/м.

Вещество	$\mu, 10^{-2} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$	
	электронов	дырок
Германий	36	18
Кремний	19	5
Селенистый свинец	14	14
Сериистый свинец	6,5	8
Теллур	17	12
Углерод (алмаз)	18	12

**149. Подвижность μ ионов * в электролитах
(при 20° С)**

Катионы	$\mu, 10^{-8} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$	Анионы	$\mu, 10^{-8} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$
Na^+	4,5	OH^-	18
H^+	32	Cl^-	6,5
Ag^+	5,6	NO_3^-	6,4
Zn^{2+}	4,8	CO_3^{2-}	6,2
Fe^{3+}	4,6	SO_4^{2-}	6,8

* См табл 148.

150. Подвижность * μ ионов в газах

Газ	$\mu, 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$		Газ	$\mu, 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$	
	катионы	анионы		катионы	анионы
Азот . . .	1,3	1,8	Кислород .	1,3	1,8
Водород . .	5,9	8,6	Хлор . . .	6,5	5,1
Воздух . .	1,4	1,9			

* См. табл. 148

151. Сила тока в различных машинах и устройствах, А

Электрические лампы накаливания	0,1—5,0
Электрический чайник	до 5
Генератор:	
автомобилей „Москвич-412“, „Волга“ (ГАЗ-24)	28
мощностью 150 МВт	5 350
Двигатель:	
трамвая КТМ-2 или КТМ-3	105
моторвагонной секции	126
троллейбуса ЗИУ-5	180
тепловоза ТЭ10Л	700
Электропередача постоянного тока:	
Кашира—Москва	150
Волгоград—Донбасс	940
Дуговая сварка (под флюсом)	300—3 000

152. Электрическое напряжение в различных машинах и устройствах, В

Автомобильные аккумуляторы	12
Электрическая дуга	40—60
Электрические лампы в поездах	50
Электродвигатель:	
асинхронный трехфазного тока	127; 220; 330, 500
тепловоза ТЭ10Л (тяговый)	476
Троллейбус, трамвай	550
Контактные провода электрифици- рованной железной дороги:	
при постоянном токе	3 000
„ переменном „	25 000
Электропередача постоянного тока:	
Кашира—Москва	200 000
Волгоград—Донбасс	800 000

153. Данные о молнии

Наиболее часто встречающаяся сила тока в молнии, А	20 000—40 000
Заряд, протекающий в молнии, Кл	≈ 10—50
Скорость перемещения головной части молнии, км/с	150
Длина молнии между облаками, км	до 15—20 и более
Длина молнии между облаком и Землей, км	2—3
Диаметр канала молнии (в среднем), см	16
Разность потенциалов между облаком и Землей перед разрядом, В	до 10^9
Длительность молнии в среднем, с	0,2

154. Допустимая сила тока в изолированном проводе при продолжительной работе

Материал провода	Площадь сечения, мм ²							
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25
	допустимая сила тока, А							
Медь . . .	11	14	20	25	31	43	75	100
Алюминий .	8	11	16	20	24	34	60	80
Железо . .	—	—	8	10	12	17	30	—

155. Удельное электрическое сопротивление проводников (при 20° С), мкОм·м

Алюминий . . .	0,028	Молибден	0,057
Бронза оловянная (88% Cu, 12% Sn) . . .	0,18	Натрий	0,049
Висмут	1,06	Никель	0,073
Вольфрам	0,055	Олово	0,12
Графит	8,0—20,0	Осмий (0°С)	0,095
Дуралюмин	0,038	Платина	0,105
Железо	0,098	Ртуть	0,958
Золото	0,024	Свинец	0,21
Латунь (66% Cu, 34% Zn)	0,063	Серебро	0,016
Магний	0,047	Сталь	0,10—0,14
Медь	0,017	Цинк	0,059
		Чугун	0,5

Примечание. $1 \text{ Ом} \cdot \text{м} = 100 \text{ Ом} \cdot \text{см} = 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} = 1 \text{ МОм} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$. $1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} = 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м} = 1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$. Например, для меди $\rho = 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м} = 0,017 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{см} = 0,017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} = 17 \text{ нОм} \cdot \text{м}$

**156. Удельное сопротивление некоторых
электронизолирующих материалов
(при 20° С), Ом · м**

Битум	$10^{13}—10^{14}$	Слюда	$10^{13}—10^{16}$
Воск пчелиный	$10^{11}—10^{12}$	Стекло	$10^8—10^{15}$
Гетинакс	$10^8—10^9$	Текстолит	$10^8—10^9$
Древесина (сухая)	$10^6—10^7$	Фарфор элек- тротехниче- ский	$7 \cdot 10^{10}—4 \cdot 10^{11}$
Канифоль	$10^{12}—10^{13}$	Фибра	10^{11}
Капрон	$10^{10}—10^{11}$	Фторопласт-4	$10^{16}—10^{17}$
Лавсан	$10^{14}—10^{16}$	Церазин	10^{13}
Мрамор	$10^5—10^9$	Шифер	$10^4—10^8$
Парафин	$10^{14}—10^{16}$	Эбоит	$(2,6—8,4) \cdot 10^{13}$
Полистирол	$10^{13}—10^{15}$	Эскапон	$10^{13}—10^{15}$
Полиэтилен	$10^{13}—10^{15}$	Эпоксидные смолы	$10^{11}—10^{13}$
Резина элек- троизолиру- ющая	$\approx 10^{13}$		

**157. Удельное электрическое сопротивление жидкостей
(при 20° С), Ом · м**

Бензин	$10^{10}—10^{13}$	Касторовое масло	$10^{10}—10^{11}$
Вазелин	$10^{12}—10^{13}$	Керосин	10^{10}
Вода:		Кровь	1,8
дистиллиро- ванная	$10^3—10^4$	Нефть	$3 \cdot 10^9$
морская	0,3	Скипидар	$5 \cdot 10^{10}$
речная	10—100	Спирт этиловый	$10^4—10^5$
Воздух жидкий	10^{16}	Трансформаторное масло	$10^{10}—10^{13}$

**158. Удельное электрическое сопротивление ρ
электролитов (при 18° С)**

Раствор	Концентра- ция рас- твора, %	ρ , Ом · м	Раствор	Концентра- ция рас- твора, %	ρ , Ом · м
Едкий натр	5	0,051	Кислота:		
	20	0,030	серная	5	0,048
Медный купорос	5	0,529		20	0,015
	10	0,315	соляная	5	0,025
Поваренная соль	5	0,149		20	0,013
	20	0,051			

Примечание. Удельное электрическое сопротивление электролитов с повышением температуры уменьшается.

159. Зависимость удельного электрического сопротивления некоторых металлов от температуры вблизи абсолютного нуля

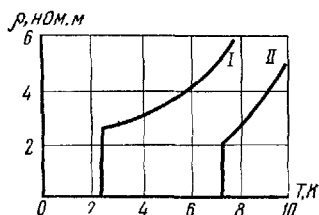


Рис. 11. Зависимость удельного электрического сопротивления ρ от температуры T (вблизи абсолютного нуля).

I — для таллия, II — для свинца

160. Удельная проводимость σ проводников (при 20° С), МСм/м

Электрическая проводимость g — величина, обратная электрическому сопротивлению r ($g = 1/r$); ее единица измерения в СИ — *сименс* (См). Удельная электрическая проводимость σ — величина, обратная удельному электрическому сопротивлению ($\sigma = 1/\rho$); ее единица измерения *сименс на метр* (См/м) [$1/(\text{Ом} \cdot \text{м})$].

Алюминий	36,0	Натрий	20,4
Висмут	0,94	Никель	14,7
Вольфрам	18,2	Платина	9,54
Графит	0,05—0,12	Ртуть	1,06
Железо	9,7	Свинец	4,76
Золото	42,0	Серебро	62,5
Латунь	$\approx 12,5$	Сталь	7,1—10
Магний	21,3	Цинк	16,9
Медь	58,8	Чугун	2

161. Температурный коэффициент удельного сопротивления металлов, применяемых в электротехнике, °С⁻¹

Алюминий	0,0042	Медь	0,0043
Вольфрам (при 20°С)	0,0046	Молибден	0,0046
Железо	0,0065	Никель	0,0068
Золото	0,0039	Олово	0,0042

Платина	0,0039	Сталь (0,10—0,15% С) .	0,006
Ртуть	0,0009	Титан (при 20 °С) .	0,0044
Свинец	0,0037	Цинк	0,0042
Серебро	0,0041	Чугун (при 20 °С) .	0,001

П р и м е ч а н и я

1. Температурный коэффициент удельного сопротивления приведен для интервала температур 0—100 °С (если температура не указана особо).

2. См. также табл. 162.

162. Сплавы высокого сопротивления

В таблице приведено удельное электрическое сопротивление ρ , температурный коэффициент сопротивления α , предельно допустимая рабочая температура t и основные области применения сплавов.

Наименование сплава	ρ , мкОм м	α , °С ⁻¹	t , °С	Применение
Константан .	0,48—0,52	$-(5-25) \times 10^{-6}$	450—500	Реостаты, терморпары и др.
Манганин .	0,42—0,48	$(5-30) \cdot 10^{-6}$	100—200	Для электроизмерительных приборов и образцовых сопротивлений
Никелин (марка НММц-68-1,5)	0,35	$3,0 \cdot 10^{-4}$	350—400	Реостаты и др.
Хромоникелевые сплавы (нихромы)				
Х15Н60 .	1,0—1,2	$(1-2) \cdot 10^{-4}$	1000	Нагревательные элементы электрических печей, плиток, паяльников и т. д.
Х20Н80 .	1,0—1,1	$(1-2) \cdot 10^{-4}$	1100	
Хромоалюминиевые сплавы (типа „фехраль“ и „хромаль“)				Нагревательные элементы электрических бытовых приборов
Х13Ю4 . .	1,2—1,4	$1 \cdot 10^{-4}$	850	Мощные электронагревательные устройства промышленных печей
Х25Ю5 . .	1,3—1,5	$6,5 \cdot 10^{-5}$	1200	

П р и м е ч а н и е. Состав сплавов см. в табл. 239.

**163. Электрическое сопротивление r 1 м проволоки
в зависимости от ее диаметра d
и материала (при 20° С)**

d , мм	r , Ом				
	медной	вольфра- мовой	стальной	никельни- вой	нихромовой
0,05	8,66	28	51	204	510
0,10	2,16	7,0	12,7	51	128
0,30	0,240	0,778	1,41	5,66	14,14
0,50	0,087	0,280	0,51	2,04	5,10
0,70	0,044	0,143	0,260	1,04	2,60
1,0	0,0216	0,070	0,127	0,51	1,28
1,2	0,0150	0,0486	0,088	0,354	0,884
1,4	0,0110	0,0357	0,065	0,260	0,650
1,6	0,0085	0,0273	0,0497	0,199	0,498
1,8	0,0067	0,0216	0,0393	0,157	0,393
2,0	0,0054	0,0175	0,0318	0,127	0,318
2,6	0,0035	0,0112	0,0204	0,081	0,204
3,0	0,0024	0,0078	0,0141	0,057	0,142

**164. Длина l проводника, имеющего электрическое
сопротивление 1 Ом**

Материал	l , м		Материал	l , м	
	при диа- метре 1 мм	при площа- ди попереч- ного сече- ния 1 мм ²		при диа- метре 1 мм	при площа- ди попереч- ного сече- ния 1 мм ²
Алюминий .	29,0	37,0	Никелин . .	0,9	1,8
Вольфрам .	14,3	18,1	Нихром .	0,7	0,9
Железо . .	8,0	10,3	Свинец . .	3,8	4,8
Медь . . .	46,2	58,8	Серебро . .	49,0	62,5

**165. Электрическая прочность некоторых
электроизоляционных материалов, кВ/мм**

Электрическую прочность определяют напряженностью поля, при которой происходит пробой диэлектрика толщиной 1 мм.

Береза сухая . . .	4	Полиэтилен	40
Парафин	25	Резина	20
Плексиглас	18	Слюда	100
Полистирол	30	Стекло	25

Фарфор электро- технический	20	Фторопласт-4	25
Фибра	5	Эбонит	25

Примечание. Электрическая прочность газообразных диэлектриков составляет примерно 1,8—7,8 кВ/мм; жидких 10—20 кВ/мм; твердых 1—40 кВ/мм.

166. Температура перехода чистых металлов в сверхпроводящее состояние, К

Алюминий	1,19	Осмий	0,71
Ванадий	5,3	Ртуть	4,15
Иридий	0,14	Свинец	7,19
Ниобий	9,28	Тантал	4,46
Олово	3,72	Цинк	0,91

Наиболее высокая температура перехода в сверхпроводящее состояние у соединений ниобия с оловом (≈ 18 К), алюминием и германием (≈ 20 К); рекордно высокая температура у соединения Nb_3Ge (22,3 К).

167. Работа выхода электрона для различных веществ, эВ

Барий	2,4	Платина	5,3
Барий на воль- фраме	1,1	Рубидий	2,2
Вольфрам	4,5	Серебро	4,3
Германий	4,8	Торий	3,4
Закаись меди	5,2	Торий на воль- фраме	2,6
Золото	4,3	Цезий	1,8
Кальций	2,8	Цезий на воль- фраме	1,4
Молибден	4,3	Цезий на платине	1,3
Никель	4,5		
Окись бария	1,0		

168. Термоэлектродвижущая сила некоторых металлов и сплавов в паре с чистой платиной, мВ

Сурьма	+4,9	Молибден	+1,31
Хромель	+2,95	Вольфрам	+0,79
Нихром	+2,0	Медь	+0,75
Железо	+1,8	Алюмель	-1,2

Никель	—1,52	Копель	—4,0
Константан	—3,4	Висмут	—12,1

Примечания.

1. Значение термоэлектродвижущей силы приводится для случая, когда температура горячего спая 100 °С, а холодного 0 °С.

2. Знак (+) или (—) перед значением термоэлектродвижущей силы означает, что электрод, изготовленный из данного металла или сплава в паре с платиновым электродом, может быть положительным или отрицательным. Для определения термо-э. д. с. термопары с электродами из двух каких-либо указанных в таблице материалов следует взять разность термо-э. д. с. этих материалов. Например, железо-никелевая термопара имеет термо-э. д. с., равную +1,8 — (—1,52) = 3,32 (мВ).

3. Состав сплавов см. в табл. 239.

169. Электрохимические эквиваленты веществ

Анионы	Электрохимический эквивалент, мг/Кл	Масса вещества, выделяемая 1 А · ч, г	Катионы	Электрохимический эквивалент, мг/Кл	Масса вещества, выделяемая 1 А · ч, г
Br^-	0,828	2,98	Ag^+	1,1180	4,025
Cl^-	0,367	1,32	Al^{3+}	0,0932	0,335
I^-	1,315	4,74	Au^{3+}	0,683	2,451
$[\text{NO}_3]^-$	0,643	2,31	Ca^{2+}	0,208	0,75
O_2^{2-}	0,0829	0,293	Cu^{2+}	0,329	1,19
$[\text{OH}]^-$	0,177	0,635	Fe^{3+}	0,1930	0,695
$[\text{SO}_4]^{2-}$	0,499	1,79	H^+	0,01045	0,0376
$[\text{CO}_3]^{2-}$	0,311	1,12	Hg^{2+}	2,079	7,48
			K^+	0,405	1,46
			Li^+	0,072	0,26
			Mg^{2+}	0,126	0,45
			Na^+	0,238	0,86
			Ni^{2+}	0,203	0,73
			Pb^{2+}	1,074	3,87
			Zn^{2+}	0,339	1,22

170. Глубина h проникновения токов высокой частоты в металл (при 15° С)

Глубиной проникновения называют такое расстояние от поверхности проводника, на котором плотность тока уменьшается по сравнению с его плотностью на поверхности проводника на 36,9%. В этом слое выделяется 86,5% всей энергии тока.

Упрощенные формулы для расчета глубины проникновения тока в различные проводниковые материалы в зависимости от частоты f тока:

Алюминий	$\frac{82,6}{\sqrt{f}}$	Медь	$\frac{66,0}{\sqrt{f}}$
Латунь	$\frac{127}{\sqrt{f}}$	Серебро	$\frac{64,2}{\sqrt{f}}$

f , Гц	h , мм		f , Гц	h , мм	
	медь	сталь		медь	сталь
50	10	5	50 000	0,3	0,15
500	3	1,5	500 000	0,1	0,05
5000	1	0,5	5 000 000	0,03	0,015

171. Магнитная проницаемость пара- и диамагнетиков

В таблице приведены значения относительной магнитной проницаемости (μ) для некоторых веществ (μ — величина безразмерная). Абсолютная магнитная проницаемость

$$\mu_a = \mu \mu_0,$$

где μ_0 — магнитная постоянная, равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Г/м $\approx 12,57 \cdot 10^{-7}$ Г/м.

Парамагнетики (вещества с $\mu > 1$)	Диамагнетика (вещества с $\mu < 1$)
Алюминий . . . 1,000023	Висмут 0,999824
Воздух 1,00000038	Вода 0,999991
Вольфрам 1,000176	Водород 0,99999937
Кислород 1,0000019	Медь 0,999990
Кислород жид- кий 1,003400	Стекло 0,999987

172. Магнитная проницаемость ферромагнетиков (максимальная)

Железо мягкое . . . 8000	Пермаллой (сплав из 78% никеля и 22% железа для сердеч- ников трансформа- торов) 80000
Железо transforma- торное 15000	Чугун 2000
Железо углеродистое 3000	

Примечание. Относительная магнитная проницаемость для ферромагнетиков (т. е. веществ, для которых $\mu \gg 1$: железо, чугун, сталь, никель и др.) не постоянна и зависит от напряженности магнитного поля (рис. 12).

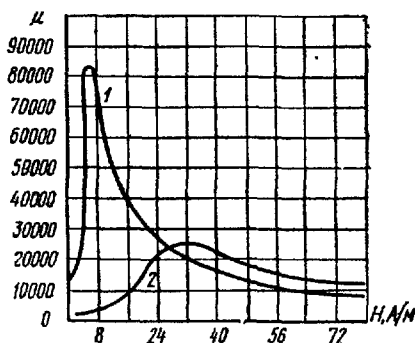


Рис. 12. Зависимость относительной магнитной проницаемости μ от напряженности H магнитного поля:
1 — для пермаллоя; 2 — для железа

173. Точка Кюри, °С

Точка Кюри — температура, при достижении которой ферромагнетик размагничивается.

Железо	770
Кобальт	1120
Никель	358

Пермаллой (сплав из 78% никеля и 22% железа)	550
--	-----

174. Мощность P некоторых электрических устройств и машин

Электрическая машина или устройство	P , Вт	Электрическая машина или устройство	P , Вт
Лампы:		Паяльник	35; 50; 65; 90; 120; 220
люминесцентные	15; 20; 30; 40; 65; 80	Телевизор	150—180
накаливания .	15; 25; 40; 60; 100; 150; 200; 300; 500; 1000; 1500	Полотер	250—350
Машинка для стрижки волос . . .	20	Утюг:	
Двигатель швей- ной машины	20; 40	без регулировки температуры .	300—400
Вентилятор (на- стоящий)	20—55	с регулировкой температуры .	600—1000
		Пылесос:	
		напольный . . .	300—600
		напольный ЭП-2 („Вихрь“) . . .	500

Электрическая машина или устройство	P, Вт	Электрическая машина или устройство	P, кВт
Машина стираль- ная	400—500	тепловоза ТЭ10Л (тяговый) . . .	307
Чайник	400—800	электровоза ВЛ10 (тяговый) . . .	650
Плитка:		прокатного стана	до 19 500
одноступенчатая	600	Опытно-промыш- ленный советский	
двух- и трехсту- пенчатая . . .	600, 800, 1000, 1250	МГД-генератор У-25	25 000
Камин „Кварц“ . .	1000	Электропередача постоянного тока	
Двигатель.		Кашира—Москва . .	300 000
токарного стан- ка 1К62	$10 \cdot 10^3$	Гидрогенератор Красноярской ГЭС .	500 000
трамвая КТМ-2 или КТМ-3 . . .	$50 \cdot 10^3$	Электропередача Волжская ГЭС	
троллейбуса		им. В. И. Ленина—	
ЗИУ-5	$95 \cdot 10^3$	Москва	1,15 млн.

**175. Коэффициент полезного действия
некоторых электрических приборов,
устройств, машин, сооружений, %**

*Тепловая конденсационная электростанция при раз-
личных параметрах пара*

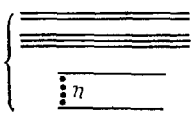
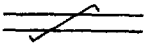
низких (350 °С; 1,5 МПа или 15 ат)	15
средних (435 °С; 3,5 МПа или 35 ат)	25
высоких (480 °С; 9 МПа или 90 ат)	30
сверхвысоких (550 °С; 17 МПа или 170 ат) . .	36—37
(560 °С; 24 МПа или 240 ат) . .	40

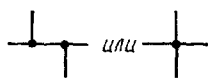
*Электрическая тяга на железных дорогах при пи-
тании:*

от тепловой электростанции	25
„ гидроэлектростанции	60 62

Электроплитка с нагревательным элементом	
открытым	50
закрытым	65
Электродвигатель мощностью 9000 кВт для прокатного стана	94,5
Электровоз	85
Трансформатор для бытовых приборов при мощности.	
200—500 Вт	85—90
500—1000 „	90—95
Трансформатор большой мощности (250 МВА), установленный на Братской ГЭС	99,58 %
Электрочайник с трубчатым герметическим нагревательным элементом	86
Гидроэлектростанция большой мощности	89
Гидрогенератор:	
мощностью 120 кВт	90
Волховской ГЭС	95,8
Красноярской ГЭС	98,2
Линия электропередачи Волжская ГЭС им. В. И. Ленина—Москва	
Турбогенератор мощностью 800 МВт	98,8

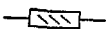
176. Условные графические изображения на электро- и радиосхемах

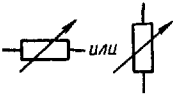
Наименование	Обозначение
Линия электрической связи, провод, кабель. Общее обозначение	
Цепь из двух, трех и <i>n</i> линий электрической связи	
Линии электрической связи, осуществленные скрученными проводами	

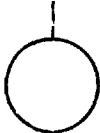
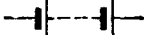
Наименование	Обозначение
Провода и кабели пересекающиеся, электрически не соединенные	
Линии электрической связи пересекающиеся, электрически соединенные	
Ответвление линий электрической связи: одной линии	
двух линий	
Ток постоянный	
„ переменный	
„ постоянный и переменный	
„ переменный с числом фаз m и частотой f	$m \sim f$
Например, ток переменный трехфазный 50 Гц	$3 \sim 50 \text{ Гц}$
Полярность отрицательная	
„ положительная	

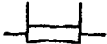
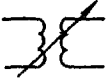
Наименование	Обозначение
Обмотка трехфазная, соединенная: в звезду	
в треугольник	
Регулирование. Общее обозначение .	
Регулирование плавное	
„ ступенчатое	
Магнит постоянный	
Электромагнит. Общее обозначение . .	
Электромагнит однообмоточный . . .	
„ трехфазного тока	
Прибор электроизмерительный*: показывающий	

* Для указания назначения прибора в его обозначение вписывают буквенные обозначения единиц измерения или измеряемых величин, например: *A* — амперметр, *V* — вольтметр, *W* — ваттметр, μA — микроамперметр, Ω — омметр, *Hz* — частотомер, *Wh* — счетчик ватт-часов и др.

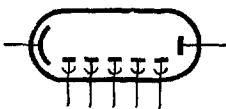
Наименование	Обозначение
регистрирующий	
Осциллограф	
Гальванометр	
Резистор нерегулируемый	
Примечание При необходимости в условное обозначение вписываются следующие знаки или римские цифры, показывающие номинальную мощность рассеяния резистора	
для мощности рассеяния 0,05 Вт . .	
" " " 0,12 " . .	
" " " 0,25 " . .	
" " " 0,5 " . .	
" " " 1 " . .	
" " " 5 " . .	

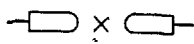
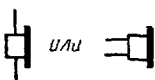
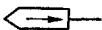
Наименование	Обозначение
Резистор регулируемый (реостат) . . .	
„ подстроечный	
„ регулируемый (потенциометр) .	
Предохранитель плавкий Общее обозначение	
Контакт выключателя и переключателя	
а) замыкающий	 
б) размыкающий	 
в) переключающий	
Соединение штепсельное разъемное, разъем (соединитель) штепсельный . . .	
Гнездо	
Штепсель	
Обмотка реле, контактора и магнитного пускателя. Общее обозначение	

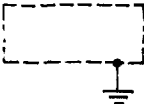
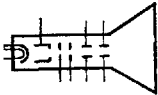
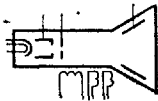
Наименование	Обозначение
Допускается применять следующее обозначение реле	
Примечание. Для указания типа реле в его обозначение вписывают буквы: <i>T</i> —реле тока, <i>H</i> —напряжения, <i>M</i> —мощности; <i>B</i> —времени; <i>C</i> —сопротивления, <i>T°</i> —температурное и т. д.	
Машина электрическая. Общее обозначение	
Примечание. Внутри окружности допускается указывать:	
а) род машины (генератор — Г, двигатель — М, возбудитель — В, гидротурбогенератор — ГТГ и др.);	
б) род тока, число фаз или вид соединения обмоток. Например: генератор трехфазный	
Элемент гальванический или аккумуляторный (допускается знаки полярности не указывать)	
Батарея элементов	
Батарея элементов (разрешается обозначать как элемент, если проставить над обозначением напряжение батареи, например 12 В)	
Термопара (утолщенная сторона изображения обозначает отрицательную полярность)	

Наименование	Обозначение
Шунт	
Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя	
Сердечник (магнитопровод) магнито- диэлектрический	
Сердечник (магнитопровод) ферромаг- нитный	
Трансформатор с постоянной связью без сердечника	
Трансформатор с переменной связью без сердечника	
Конденсатор нерегулируемый	
„ регулируемый	
„ подстроечный	
„ проходной	

Наименование	Обозначение
Конденсатор электролитический:	
полярный	
неполярный	
Баллон электронного электровакуумного прибора	
Анод электронной лампы и ионного прибора	
Анод рентгеновской трубки	
Диод:	
прямого накала	
косвенного накала	
Сетка	

Наименование	Обозначение
Триод	
Фотоэлемент электронный	
Фотоэлектронный умножитель (например, пятикаскадный)	
Трубка электронная рентгеновская (рентгеновский диод)	
Диод полупроводниковый	
Триод полупроводниковый типа $p-n-p$	
Триод полупроводниковый типа $n-p-n$	
Фоторезистор	

Наименование	Обозначение
Лампы накаливания осветительная и сигнальная	
Лампа дуговая	
Антенна	
Заземление	
Телефон	
Микрофон	
Громкоговоритель (репродуктор) с ре- гулируемой громкостью	
Головка звуковоспроизводящая	
Звонок электрический	
Экран	

Наименование	Обозначение
Экран соединен с землей	
Пластинь отклоняющие электроннолучевого прибора	
Катушки электромагнитного отклонения электроннолучевых приборов:	
в одном направлении	
в двух взаимно перпендикулярных направлениях	
Электрод управляющий	
Электрод фокусирующий (анод электроинной пушки)	
Электромагнитная система фокусировки	
Трубка электроннолучевая и кинескоп двуханодные с электростатической фокусировкой и электростатическим отклонением	
Трубка осциллографическая с электромагнитной фокусировкой и электромагнитным отклонением	

**177. Буквенные обозначения элементов
электрорадиосхем**

Элемент схемы	Обозначение	Элемент схемы	Обозначение
Антенна	<i>Ан</i>	Прибор звуковой сигнализации (звонок, сирена и др.)	<i>Зв</i>
Батарея аккумуляторная гальваническая, батарея из гермоэлементов	<i>Б</i>	Прибор электронный (лампа, трубка), ионный, осветительный (лампа накаливания, лампа газоразрядная)	<i>Л</i>
Выключатель, переключатель, контроллер	<i>В</i>	Резистор	<i>R</i>
Генератор	<i>Г</i>	Реле, контактор, пускатель	<i>P</i>
Громкоговоритель (репродуктор)	<i>Гр</i>	Соединение разъемное, электрическое (клемма; зажим)	<i>Кл</i>
Двигатель (мотор)	<i>М</i>	Телефон	<i>Тф</i>
Диод полупроводниковый	<i>Д</i>	Термопара	<i>Тп</i>
Дроссель	<i>Др</i>	Трансформатор, автотрансформатор	<i>Тр</i>
Катушка индуктивности	<i>Л</i>	Триод полупроводниковый, транзистор	<i>Т</i>
Кнопка	<i>Кн</i>		
Конденсатор	<i>С</i>		
Микрофон	<i>Мк</i>		
Предохранитель	<i>Пр</i>		

178. Условные обозначения на электроизмерительных приборах

Наименование	Обозначение
<i>Обозначение принципа действия</i>	
Магнитоэлектрический с подвижной рамкой	
Магнитоэлектрический с подвижным магнитом	

Наименование	Обозначение
Электромагнитный	
Электродинамический	
Электростатический	
Вибрационный	
Тепловой (с нагреваемой проволокой)	
Биметаллический	
<i>Обозначение рода тока</i>	
Постоянный	
Переменный (однофазный)	
Постоянный и переменный	
Трехфазный	
<i>Обозначение класса точности, положения и прочности изоляции</i>	
Класс точности (погрешность в % от диапазона измерения, например 1,5)	1,5
Класс точности (погрешность в % от длины шкалы, например 1,5)	

Наименование	Обозначение
Положение шкалы:	
горизонтальное	
вертикальное	
под углом, например, 60°	$\angle 60^\circ$
Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением, например, 2 кВ	
Внимание! См. дополнительные указания в паспорте и инструкции по эксплуатации	
<i>Обозначение зажимов, корректора и арретира</i>	
Отрицательный зажим	—
Положительный	+
Общий	*
Зажим переменного тока	
Зажим, соединенный с корпусом	
Зажим для заземления	
Корректор	
Арретир	Арр или Арретир

ОПТИКА

179. Показатель преломления газов и водяного пара

Азот	1,000297	Кислород	1,000272
Водород	1,000138	Ксенон	1,000702
Водяной пар	1,000252	Неон	1,000067
Воздух	1,000292	Окись угле-	
Гелий	1,000035	рода	1,000334
		Углекислый газ	1,000450

Примечание. Значения показателя преломления даны при нормальных условиях для желтой линии D натрия ($\lambda = 589,3$ нм).

180. Показатель преломления жидких и твердых тел (относительно воздуха)

<i>Жидкости</i>			
Бензин	1,38—1,41	Скипидар	1,47
Вода	1,333	Спирт этиловый	1,362
Глицерин	1,47	Эфир этиловый	1,354
Жидкий:		<i>Твердые тела</i>	
азот	1,197	Алмаз	2,417
водород	1,12	Желатин	1,525
кислород	1,221	Каменная соль	1,544
Кислота:		Камфора	1,546
серная	1,43	Кварц	1,54
соляная	1,254	Лед	1,31
Масло		Рубин	1,76
касторовое	1,48	Сахар	1,56
льбяное	1,47	Слюда	1,56—1,60
подсолнечное	1,47	Стекло оптиче-	
Нафталин (рас-		ское:	
плавленный)	1,58	легкий крон	1,51
Графин (рас-		тяжелый	
плавленный)	1,48	флнт	1,77
		Янтарь	1,546

Примечания: 1. Данные таблицы относятся к желтой линии D натрия ($\lambda = 589,3$ нм).

2. Показатель преломления для жидкостей лежит в интервале от 1,2 до 1,9, для твердых тел — в интервале от 1,3 до 4,0.

**181. Скорость света в некоторых средах
(при 20° С), км/с**

Вакуум	299793	<i>Твердые тела</i>	
<i>Газы</i>		Алмаз	123600
Азот	299700	Кварц	194000
Водород	299750	Лед	229000
Воздух	299705	Оптическое стекло:	
Кислород	299710	С-18 (тяжелый флинт)	169000
<i>Жидкости</i>		С-24 (легкий крон)	190000
Бензин	214000	Янтарь	194000
Вода	224840		
Глицерин	203000		

182. Предельный угол внутреннего отражения

Алмаз	24°	Спирт этиловый	47°
Вода	49	Стекло различных сортов	30 — 42
Глицерин	43	Эфир этиловый	47

183. Сила света некоторых источников света, кд

Фара велосипеда	60
„ мотоцикла	
дальний свет	10000
ближний свет	5000
„ автомобиля „Москвич-412“:	
дальний свет	11000
ближний свет	5000
„ автомобиля „Волга“:	
дальний свет	12000
ближний свет	6000
Пржектор ПЗС-45 (диаметр отражателя 45 см; мощность лампы 1,5 кВт)*	225000
Кинопржектор КПЛ-35 (диаметр отражателя 35 см; мощность лампы 5 кВт)	550000
Пржектор зенитный (диаметр отражателя 1,5 м, электрическая дуга)	8 · 10 ⁸

*580 таких пржекторов освещают большую спортивную арену стадиона им В И Ленина в Лужниках (Москва), создавая на поле освещенность 175—300 лк.

184. Нормы освещенности помещений жилых и общественных зданий

Наименование помещения	Наименьшая освещенность, лк		Уровень поверхности, к которой относится норма освещенности
	при лампах накаливания	при люминесцентных лампах	
Кабинеты черчения, рисования и ручного труда . . .	200	400	0,8 м от пола
Проектные залы, чертежные, машинописные бюро . .	150	300	То же
Школьные классы, лаборатории, учебные кабинеты . .	150	300	"
Классные доски	150	300	Вертикальная плоскость
Торговые залы в магазинах готового платья, обуви, тканей, галантерейных, книжных, продовольственных и др . .	150	300	0,8 м от пола
Читальные залы библиотек	100	300	"
Актные залы	100	200	На полу
Торговые залы в магазинах посудных, мебельных и др .	100	200	0,8 м от пола
Кабинеты и рабочие комнаты для конторских занятий .	75	200	То же
Зрительные залы театров, клубов, домов культуры и т.п., фойе, залы столовых, чайных, буфетов и т.п	75	200	"
Учительские, комнаты общественных организаций . .	75	150	"
Спортивные залы	75	150	На полу
Жилые комнаты в общежитиях и интернатах	50	100	0,8 м от пола
Жилые комнаты в квартирах	30	75	То же

185. Освещенность некоторых поверхностей, лк

Снег:

в безлунную ночь	0,0003
" полнолуние	0,2
" солнечный полдень	10 ⁵
Экран кинотеатра	50—100
Футбольное поле большой спортивной арены стадиона им. В И Ленина в Лужниках (Москва) вечером	175—300

186. Световой поток электрических ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
В 220-15	15	105	Г 220-300	300	4 600
В 220-25	25	220	Г 220-500	500	8 300
Б 220-40	40	400	Г 220-1000	1 000	18 600
БК 220-40	40	460	Г 220-1500	1 500	29 000
Б 220-60	60	715	л. л.*	15	460—760
Б 220-100	100	1 350	"	30	860—2100
Г 220-150	150	2 000	"	40	1750—3000
Б 220-200	200	2 920	"	80	3225—5220

Примечание. В условном обозначении типов ламп буквы и цифры означают: В — вакуумная, Г — газополная, Б — биспиральная, БК — биспиральная криптоновая; 220 — напряжение в вольтах; последние две цифры — мощность в ваттах.

* л. л. — люминесцентная лампа.

187. Световой поток некоторых кинопроекторов, лм

Любительский кинопроектор „Луч“ (лампа мощностью 90 Вт)	25
Кинопроектор передвижки „Украина“ (лампа мощностью 400 Вт)	350
Кинопроектор стационарной установки КИТ-2 (электрическая дуговая лампа)	4000

188. Яркость некоторых поверхностей, кд/м²

Наименьшая яркость, различимая глазом . .	10 ⁻⁶
Снег:	
в безлунную ночь	0,0005
„ полнолуние	5
освещенный прямым солнечным светом	30 000
Ночное безлунное небо	0,0001
Белая бумага:	
при освещенности 30—50 лк	10—15

в тени (солнечный день)	2000—3000
освещенная прямым солнечным светом	22 000
Экран	
кинотеатра (высококачественный) . .	35—50
телевизора	≈ 200
Луна (полный диск)	2500
Пламя свечи	5000
Люминесцентная лампа	7000
Наибольшая допускаемая яркость светильников в учебных помещениях	8000
Нить вольфрамовой вакуумной лампы мощностью	
40 Вт	$2 \cdot 10^6$
100 Вт	$5,5 \cdot 10^6$
Солнце	
на горизонте	$3,6 \cdot 10^6$
в зените	$1,5 \cdot 10^9$
Электрическая дуга	$1,5 \cdot 10^7$
Фотовспышка (лампа „Молния“)	10^{10}

189. Основные цвета видимого спектра
и соответствующие им длины λ
световых волн

Цвет	λ		Цвет	λ	
	10^{-7} м	нм		10^{-7} м	нм
Красный . .	7,6—6,2	760—620	Голубой . .	5,0—4,8	500—480
Оранжевый .	6,2—5,9	620—590	Синий . . .	4,8—4,5	480—450
Желтый . .	5,9—5,6	590—560	Фиолетовый	4,5—3,8	450—380
Зеленый . .	5,6—5,0	560—500			

190. Распределение энергии в спектре излучения раскаленного угля

E , усл. ед.

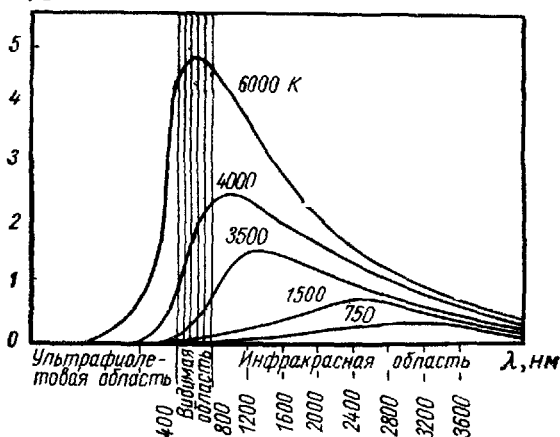


Рис. 13. Распределение энергии E в спектре излучения раскаленного угля в зависимости от длины волны λ (при различных температурах). Характер графика для раскаленных металлов остается примерно таким же

191. Распределение интенсивности лучистого потока в спектрах различных источников света

Φ_λ , усл. ед.

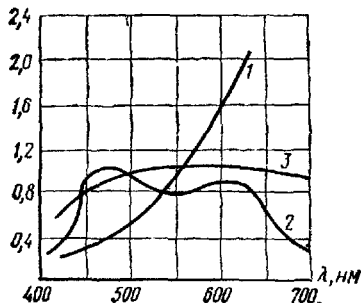


Рис. 14. Распределение лучистого потока Φ_λ в зависимости от длины волны λ в спектрах, даваемых:

1 — вакуумной лампой накаливания; 2 — люминесцентной лампой; 3 — рассеянным дневным светом

192. Фраунгоферовы линии

В таблице указаны обозначения и длина волны некоторых главных фраунгоферовых линий в солнечном спектре, а также области спектра, в которой находятся эти линии.

Обозначение линии	Длина волны, нм	Область солнечного спектра	Обозначение линии	Длина волны, нм	Область солнечного спектра
A	759,4	Темно-красная	F	486,1	Синяя
B	687,0	"	G'	434,0	Фиолетовая
C	656,3	Красная	G	430,8	"
D ₁	589,6	Оранжевая	H	396,8	Темно-фиолетовая
D ₂	589,0	"	K	393,4	"
E	527,0	Зеленая			

193. Энергия в кванта различных видов электромагнитного излучения

Длина волны	Э		
	Дж	эрг	эВ
1 мм	$2 \cdot 10^{-22}$	$2 \cdot 10^{-15}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
300 мкм	$6,6 \cdot 10^{-22}$	$6,6 \cdot 10^{-15}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$
1 мкм	$2 \cdot 10^{-19}$	$2 \cdot 10^{-12}$	1,2
700 нм	$2,9 \cdot 10^{-19}$	$2,9 \cdot 10^{-12}$	1,8
500 нм	$4,0 \cdot 10^{-19}$	$4,0 \cdot 10^{-12}$	2,5
300 нм	$6,6 \cdot 10^{-19}$	$6,6 \cdot 10^{-12}$	4,1
100 нм	$2 \cdot 10^{-18}$	$2 \cdot 10^{-11}$	12
0,1 нм	$2 \cdot 10^{-15}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$12 \cdot 10^3$
0,0001 нм	$2 \cdot 10^{-12}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$12 \cdot 10^6$

194. Характеристика излучения лазеров

Показатель	Оптический квантовый генератор		
	на твердом диэлектрике	газовый	жидкостный
Диапазон длин волн излучения, нм	310—2600	120—774 000	340—1750
Максимальная энергия импульса, Дж . . .	10 000	2 000	350
Максимальная мощность импульса, Вт . .	$2,5 \cdot 10^{13}$	$2 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^7$
Максимальная мощность непрерывного излучения при 27 °С, Вт .	1 100	60 000	1,

195. Красная граница фотоэффекта для некоторых веществ, нм

Барий	484	Платина	190
Барий на вольфраме	1130	Рубидий	573
Вольфрам	272	Серебро	261
Германий	272	Торий на вольфраме	473
Закись меди	239	Цезий	662
Никель	249	Цезий на вольфраме	909
Окись бария	1235	Цезий на платине	895

196. Длина волны де Бройля для некоторых движущихся частиц и тел

Движущаяся частица или тело	Масса, кг	Скорость, м/с	Длина волны сопровождающей геле или частицу, м
Электрон, обладающий энергией 100 эВ . .	$9,1 \cdot 10^{-31}$	$5,9 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^{-11}$
Нейтрон	$1,67 \cdot 10^{-27}$	10^7	$3,9 \cdot 10^{-14}$
α -частица радия . . .	$6,6 \cdot 10^{-27}$	$1,5 \cdot 10^7$	$6,6 \cdot 10^{-15}$
Пылинка	10^{-15}	0,01	$6,6 \cdot 10^{-17}$
Теннисный мяч . . .	$40 \cdot 10^{-3}$	25	$6,5 \cdot 10^{-34}$
Пуля	$9 \cdot 10^{-3}$	860	$9,0 \cdot 10^{-35}$

197. Масса m , энергия ε и импульс p фотонов

Длина электро-магнитной волны, м	Вид излучения	m , кг	ε		p , кг · м/с
			Дж	эВ	
1	Радиоизлучение	$2,2 \cdot 10^{-42}$	$1,99 \cdot 10^{-25}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$6,63 \cdot 10^{-34}$
$3 \cdot 10^{-4}$	Инфракрасное	$7,4 \cdot 10^{-36}$	$6,62 \cdot 10^{-22}$	$4,41 \cdot 10^{-3}$	$2,21 \cdot 10^{-31}$
$7 \cdot 10^{-7}$	Видимое (красная область спектра)	$3,2 \cdot 10^{-36}$	$2,94 \cdot 10^{-19}$	1,77	$9,47 \cdot 10^{-28}$
$5 \cdot 10^{-7}$	Видимое (зелено-голубая область спектра)	$4,4 \cdot 10^{-36}$	$3,97 \cdot 10^{-19}$	2,48	$1,33 \cdot 10^{-27}$
$4 \cdot 10^{-7}$	Видимое (фиолетовая область спектра)	$5,5 \cdot 10^{-36}$	$4,97 \cdot 10^{-19}$	3,10	$1,66 \cdot 10^{-27}$
$5 \cdot 10^{-8}$	Ультрафиолетовое	$4,4 \cdot 10^{-35}$	$3,97 \cdot 10^{-18}$	24,6	$1,33 \cdot 10^{-26}$
$1 \cdot 10^{-9}$	Рентгеновское	$2,2 \cdot 10^{-33}$	$3,97 \cdot 10^{-17}$	$2,48 \cdot 10^2$	$1,33 \cdot 10^{-25}$
$1 \cdot 10^{-12}$	Гамма-излучение	$2,2 \cdot 10^{-30}$	$1,99 \cdot 10^{-13}$	$1,24 \cdot 10^5$	$6,63 \cdot 10^{-22}$
$1 \cdot 10^{-15}$	Гамма-излучение	$2,2 \cdot 10^{-27}$	$1,99 \cdot 10^{-10}$	$1,24 \cdot 10^8$	$6,63 \cdot 10^{-19}$

198. Некоторые характеристики глаза человека

Диаметр, мм:

глазного яблока	24
зрачка при освещении:	
сильном	до 2
слабом	7
хрусталика	ок. 10

Длина, мм:

колбочек	до 0,07
палочек	ок. 0,06

Масса хрусталика, г	0,2
Объем глазного яблока, см ³	6,5
Показатель преломления:	
водянистой влаги и стекловидного тела . .	1,336
роговицы	1,376
хрусталика	1,386
Преломляющая сила, диоптрия:	
полной системы глаза	58,64
хрусталика	19,11
Размеры слепого пятна (форма — овальная) . . .	1,5 × 2 мм ²
Толщина, мм:	
роговицы	0,8—1,0
сетчатки	0,1—0,4
склеры	0,4—1,0
сосудистой оболочки	до 0,35
хрусталика (наибольшая)	3,7—4,0
Фокусное расстояние полной системы глаза, мм:	
переднее	17,055
заднее	22,78
Число светочувствительных клеток в сетчатке глаза, млн:	
палочки	ок. 130
колбочки	ок. 7
Фокусное расстояние хрусталика, мм	69,9

199. Чувствительность глаза к различным лучам видимого спектра

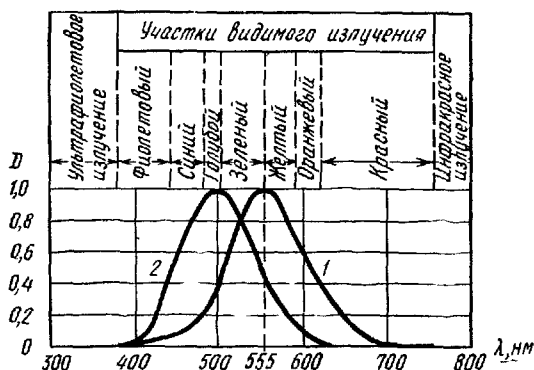


Рис. 15. Чувствительность глаза D в зависимости от длины волны λ при освещении:
1 — дневном; 2 — сумеречном

200. Дополнительные спектральные цвета

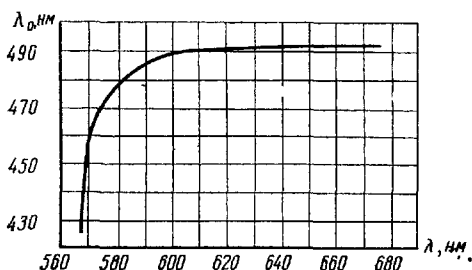


Рис. 16. Взаимно дополнительные спектральные цвета:

λ — длина волны, соответствующая цвету В;
 λ_0 — длина волны цвета, дополнительного к цвету В. Абсцисса и ордината каждой точки кривой указывают длины волн двух цветов, являющихся дополнительными. Средний участок спектра — от голубого до желто-зеленого (т. е. имеющий длины волн от 493 до 567 нм) — дополнительных цветов не имеет. График показывает, что в спектре существует бесчисленное множество пар дополнительных цветов. Приведем несколько пар дополнительных цветов: красный (656 нм) + синева-зеленый (492 нм), желтый (585 нм) + синий (485 нм)

201. Химические элементы, открытые с помощью спектрального анализа

Название и символ элемента	Год, в котором был открыт элемент	Название и символ элемента	Год, в котором был открыт элемент
Цезий (Cs) . . .	1860	Гелий (He)* . . .	1895
Рубидий (Rb) . .	1861	Неон (Ne)	1898
Таллий (Tl) . . .	1861	Криптон (Kr) . .	1898
Индий (In) . . .	1863	Ксенон (Xe) . . .	1898
Галлий (Ga) . . .	1875	Гафний (Hf) . . .	1923
Самарий (Sm) . .	1879		

* В 1868 г. в солнечном спектре была обнаружена ярко-желтая линия, которую нельзя было приписать ни одному из известных в то время на Земле химических элементов. Лишь в 1895 г. английский ученый У. Рамзай открыл гелий на Земле — в спектре газа, выделенного из минерала клевеита.

202. Шкала электромагнитных волн

Название диапазона волн	Примерная длина волн диапазона, м	Частота, Гц
Низкочастотные электрические . . .	$\infty - 10^5$	До $3 \cdot 10^3$
Радиоволны . . .	$10^5 - 10^{-6}$	$3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^{11}$
Инфракрасные . .	$3 \cdot 10^{-4} - 76 \cdot 10^{-8}$	$10^{12} - 4 \cdot 10^{14}$
Видимое излучение	$76 \cdot 10^{-8} - 38 \cdot 10^{-8}$	$4 \cdot 10^{14} - 8 \cdot 10^{14}$
Ультрафиолетовые	$38 \cdot 10^{-8} - 1,3 \cdot 10^{-10}$	$8 \cdot 10^{14} - 2,3 \cdot 10^{18}$
Рентгеновское излучение	$2 \cdot 10^{-8} - 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{16} - 3 \cdot 10^{20}$
Гамма-излучение .	$10^{-12} - \text{менее } 10^{-13}$	$3 \cdot 10^{20} - \text{более } 3 \cdot 10^{21}$

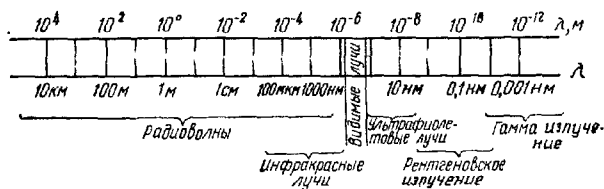


Рис. 17. Шкала электромагнитных волн

СТРОЕНИЕ АТОМА

203. Некоторые данные из атомной физики

Атомная единица массы (а. е. м.), кг $1,66053 \cdot 10^{-27}$

Электрон:

масса покоя, кг $9,10953 \cdot 10^{-31}$

заряд, Кл $1,60219 \cdot 10^{-19}$

скорость электрона с энергией 1 эВ, км/с, $5,93$

Нейтрон:

масса покоя, кг $1,67495 \cdot 10^{-27}$

отношение массы нейтрона к массе электрона $1838,6$

Протон:

масса покоя, кг $1,67265 \cdot 10^{-27}$

отношение массы протона к массе электрона $1836,1$

Масса атома водорода, кг $1,67343 \cdot 10^{-27}$

Радиус траектории электрона в атоме водорода (т. е. радиус первой водородной орбиты), м $5,26 \cdot 10^{-11}$

Радиус, м:

атома	$\approx 10^{-10}$
„ урана	$1,5 \cdot 10^{-10}$
атомного ядра	$\approx 10^{-15}$
ядра гелия	$(2-3) \cdot 10^{-15}$
„ урана	$8,5 \cdot 10^{-15}$

Расстояние между атомами в твердом теле, м $\approx 10^{-10}$

Полная энергия, высвобождающаяся при делении одного ядра урана-235, Дж . . . $\approx 32 \cdot 10^{-12}$

Атомная масса, а. е. м.:

электрона	$5,4859 \cdot 10^{-4}$
нейтрона	1,008665
протона	1,007276
атома водорода	1,007825

Энергетические эквиваленты, МэВ:

электронной массы	0,511
нейтронной „	939,550
протонной „	938,256
единицы атомной „	931,478

204. Изотопы элементов

Каждый химический элемент (за небольшим исключением) состоит из смеси изотопов. В природных, естественных условиях большинство изотопов стабильны (нерадиоактивны); их насчитывается более 270. Однако среди природных изотопов, входящих в состав элементов (особенно тяжелых), имеется несколько десятков изотопов, обладающих естественной радиоактивностью. Например, все три изотопа, образующие природный уран (изотопы $^{238}_{92}\text{U}$, $^{235}_{92}\text{U}$, $^{234}_{92}\text{U}$), радиоактивны. Число искусственно полученных радиоактивных изотопов превышает в настоящее время тысячу.

В природной смеси изотопов элемента они содержатся в различных количествах. В таблице показано процентное содержание каждого изотопа в элементе. Например, природный кислород состоит из смеси трех стабильных изотопов $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$, причем на долю каждого из указанных изотопов кислорода в этой смеси приходится соответственно 99,759, 0,037 и 0,204% от общего числа изотопов, образующих природный кислород.

В таблицу включены изотопы, входящие в состав первых 20 элементов таблицы Менделеева.

Символ		Порядковый номер элемента	Массовое число изотопа	Содержание изотопа в элементе, %	Символ		Порядковый номер элемента	Массовое число изотопа	Содержание изотопа в элементе, %
эле-мента	изо-топа				эле-мента	изо-топа			
H	${}^1_1\text{H}$	1	1	99,985	Al	${}^{27}_{13}\text{Al}$	13	27	100
	D		2	0,015		${}^{28}_{13}\text{Al}$	14	28	92,21
${}^4_2\text{He}$	${}^3_2\text{He}$	2	3	0,0001				29	4,70
	${}^4_2\text{He}$		4	99,9999		${}^{30}_{14}\text{Si}$		30	3,09
Li	${}^6_3\text{Li}$	3	6	7,42	P	${}^{31}_{15}\text{P}$	15	31	100
	${}^7_3\text{Li}$		7	92,58	S	${}^{32}_{16}\text{S}$	16	32	95,0
Be	${}^9_4\text{Be}$	4	9	100		${}^{33}_{16}\text{S}$		33	0,76
B	${}^{10}_5\text{B}$	5	10	19,6		${}^{34}_{16}\text{S}$		34	4,22
	${}^{11}_5\text{B}$		11	80,4		${}^{36}_{16}\text{S}$		36	0,014
C	${}^{12}_6\text{C}$	6	12	98,89	Cl	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	17	35	75,53
	${}^{13}_6\text{C}$		13	1,11		${}^{37}_{17}\text{Cl}$		37	24,47
N	${}^{14}_7\text{N}$	7	14	99,63	Ar	${}^{36}_{18}\text{Ar}$	18	36	0,337
	${}^{15}_7\text{N}$		15	0,37		${}^{38}_{18}\text{Ar}$		38	0,063
O	${}^{16}_8\text{O}$	8	16	99,759		${}^{40}_{18}\text{Ar}$		40	99,60
	${}^{17}_8\text{O}$		17	0,037	K	${}^{39}_{19}\text{K}$	19	39	93,10
	${}^{18}_8\text{O}$		18	0,204		${}^{40}_{19}\text{K}$		40	0,0118
F	${}^{19}_9\text{F}$	9	19	100		${}^{41}_{19}\text{K}$		41	6,88
Ne	${}^{20}_{10}\text{Ne}$	10	20	90,92	Ca	${}^{40}_{20}\text{Ca}$	20	40	96,97
	${}^{21}_{10}\text{Ne}$		21	0,26		${}^{42}_{20}\text{Ca}$		42	0,64
	${}^{22}_{10}\text{Ne}$		22	8,82		${}^{43}_{20}\text{Ca}$		43	0,145
Na	${}^{23}_{11}\text{Na}$	11	23	100		${}^{44}_{20}\text{Ca}$		44	2,06
Mg	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	12	24	78,70		${}^{46}_{20}\text{Ca}$		46	0,0033
	${}^{25}_{12}\text{Mg}$		25	10,13		${}^{48}_{20}\text{Ca}$		48	0,185
	${}^{26}_{12}\text{Mg}$		26	11,17					

205. Искусственные радиоактивные изотопы

В таблице приведены данные о некоторых широко используемых искусственных радиоактивных изотопах и указаны области их применения. Реакции получения некоторых из этих изотопов приведены в табл. 209.

Название элемента	Символ радиоактивного изотопа	Период полураспада	Применение
Водород . .	${}^3_1\text{H}$ или T	12,3 года	Важнейшее вещество для осуществления термоядерных реакций
Иод	${}^{131}_{53}\text{I}$	8,08 суток	Для диагностики и лечения заболеваний, для исследования хода химических реакций
Кобальт . .	${}^{60}_{27}\text{Co}$	5,2 года	Для определения толщины изделий, изучения износа деталей машины и режущего инструмента, производственной дефектоскопии, лечения заболеваний (воспалительных, опухолевых)
Цезий . . .	${}^{137}_{55}\text{Cs}$	26,6 года	При гаммадефектоскопии материалов
Иридий . .	${}^{192}_{77}\text{Ir}$	74,4 суток	Для научных исследований, при гаммадефектоскопии материалов
Углерод . .	${}^{14}_6\text{C}$	5600 лет	Для исследования перемещения питательных веществ в растениях, процессов усвоения этих веществ, фотосинтеза и др.
Фосфор . .	${}^{32}_{15}\text{P}$	14,2 суток	Для исследования усвоения удобрений растениями, для исследования износа штампов, шин и др.

Примечание. В настоящее время известно более тысячи искусственно полученных изотопов химических элементов.

**206. Период полураспада некоторых
радиоактивных изотопов**

Элемент	Символ радиоактивного изотопа	Период полураспада
Водород	${}^3_1\text{H}$	12,3 года
Бериллий	${}^7_4\text{Be}$	53 суток
Литий	${}^8_3\text{Li}$	0,8 секунд
Углерод	${}^{14}_6\text{C}$	5600 лет
Азот	${}^{13}_7\text{N}$	10,1 минут
Натрий	${}^{24}_{11}\text{Na}$	15 часов
Калий	${}^{40}_{19}\text{K}$	$25 \cdot 10^9$ лет
Хлор	${}^{36}_{17}\text{Cl}$	$3,1 \cdot 10^5$ лет
Кальций	${}^{45}_{20}\text{Ca}$	164 суток
Стронций	${}^{90}_{38}\text{Sr}$	27,7 года
Иод	${}^{131}_{53}\text{I}$	8,08 суток
Цезий	${}^{137}_{55}\text{Cs}$	26,6 года
Вольфрам	${}^{185}_{74}\text{W}$	78,5 суток
Золото	${}^{198}_{79}\text{Au}$	2,7 суток
Ртуть	${}^{205}_{80}\text{Hg}$	5,5 минут

207. Атомная масса некоторых изотопов

Символ		Изотоп содержит число			Массовое число*	Масса, а. е. м.
эле- мента	изотопа	электро- нов	нейтронов	протонов		
H	${}^1_1\text{H}$	1	—	1	1	1,00782
H	${}^2_1\text{H}$ (D)	1	1	1	2	2,01410
H	${}^3_1\text{H}$ (T)	1	2	1	3	3,01605
He	${}^3_2\text{He}$	2	1	2	3	3,01603
He	${}^4_2\text{He}$	2	2	2	4	4,00260
Li	${}^6_3\text{Li}$	3	3	3	6	6,01513
Li	${}^7_3\text{Li}$	3	4	3	7	7,01600

Символ		Изотоп содержит число			Массовое число*	Масса, а. е. м.
эле-мента	изотопа	электро-нов	нейтронов	протонов		
Be	${}^9_4\text{Be}$	4	5	4	9	9,01219
B	${}^{10}_5\text{B}$	5	5	5	10	10,01294
B	${}^{11}_5\text{B}$	5	6	5	11	11,00931
C	${}^{12}_6\text{C}$	6	6	6	12	12,00000
C	${}^{13}_6\text{C}$	6	7	6	13	13,00335
N	${}^{14}_7\text{N}$	7	7	7	14	14,00307
N	${}^{15}_7\text{N}$	7	8	7	15	15,00011
O	${}^{16}_8\text{O}$	8	8	8	16	15,99491
O	${}^{17}_8\text{O}$	8	9	8	17	16,99913
O	${}^{18}_8\text{O}$	8	10	8	18	17,99916
U	${}^{234}_{92}\text{U}$	92	142	92	234	234,0409
U	${}^{235}_{92}\text{U}$	92	143	92	235	235,0439
U	${}^{238}_{92}\text{U}$	92	146	92	238	238,0508

* Массовое число — целое число, ближайшее к атомной массе изотопа, т. е. число нейтронов и протонов в атомном ядре данного химического элемента.

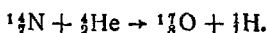
208. Дефект массы некоторых ядер

Элемент	Состав ядра (p — прото- нов, n — ней- тронов)	Масса ядра, а. е. м.	Сумма масс протонов и нейтронов, а. е. м.	Дефект массы, а. е. м.
Водород тяжелый . . .	$1p + 1n$	2,01355	2,01594	0,00239
Гелий	$2p + 2n$	4,00150	4,03188	0,03038
Литий	$3p + 4n$	7,01584	7,05649	0,04065
Углерод	$6p + 6n$	11,09670	12,09565	0,09895
Кислород	$8p + 8n$	15,99051	16,12753	0,13702
Уран	$92p + 146n$	238,002	239,935	1,933

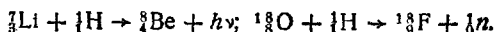
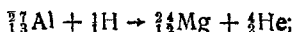
209. Примеры ядерных реакций

Принятые обозначения: ${}^1_1\text{H}$ — протон, D — дейтрон (дейтон), T — тритий, ${}_0^1n$ — нейтрон, ${}^4_2\text{He}$ — альфа-частица, $h\nu$ (γ) — фотон (гамма-квант).

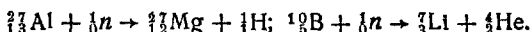
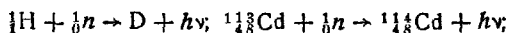
Первая искусственно проведенная ядерная реакция (1919 г.):



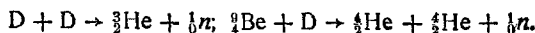
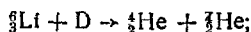
Реакции, вызываемые протонами:



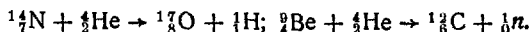
Реакции, вызываемые нейтронами:



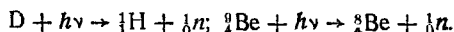
Реакции, вызываемые дейтронами:



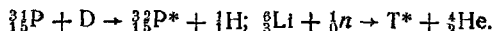
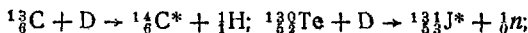
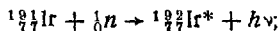
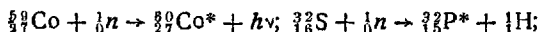
Реакции, вызываемые альфа-частицами:



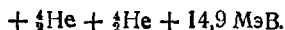
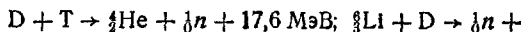
Реакции, вызываемые фотонами:



Реакции получения радиоактивных изотопов (последние обозначены звездочкой):

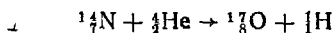


Термоядерные реакции (идущие с выделением энергии):

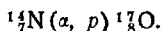


Примечание. В учебной и научной литературе встречается сокращенная запись ядерных реакций. В этом случае за символом исходного ядра элемента в скобках указываются частица,

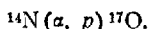
обстреливающая ядро, и вылетающие из ядра частицы (p — протон, α — альфа-частица, n — нейтрон, d — дейтрон, γ — гамма-частица). За скобками указывается символ конечного продукта распада — новое ядро. Например, реакция



сокращенно записывается так:



Иногда в сокращенной записи порядковый номер элемента опускается и запись предыдущей реакции будет иметь вид:



210. Энергетический баланс деления ядра урана-235

Вид энергии	Количество высвобождающейся энергии		
	пДж	МэВ	%
Кинетическая энергия осколков деления	26,9	168	83,5
Кинетическая энергия свободных электронов, получающихся при делении	0,8	5	2,5
Энергия радиоактивного излучения продуктов деления	2,9	18	9,0
Энергия нейтрино, испускаемых продуктами деления	1,6	10	5,0
Общее количество энергии деления	32,2	201	100

П р и м е ч а н и е. При делении одного ядра урана-235 освобождается примерно 201 МэВ, из них около 190 МэВ переходит в тепло. Нейтрино в основном рассеиваются (поглощаются крайне незначительно) и поэтому их энергия не может быть использована для энергетических целей.

211. Параметры ядерного взрыва

Длительность взрыва, с*	миллионные доли (тысячные доли)
Давление в центре взрыва*, ГПа	2000 (29 ГПа)
Температура при взрыве, °С*	десятки миллионов (до 4000—5000)

* В скобках приведены характеристики взрыва обычной бомбы.

Энергия взрыва бомбы с тротильным эквивалентом* 1 млн. т, ТДж	4200
Радиус разрушающего действия взрыва бомбы с тротильным эквивалентом 10 млн т (при взрыве бомбы на высоте 2,5 км над Землей)**, км:	
полного разрушения	7 (150 км ²)
сильного "	10 (300 км ²)
легкого "	38 (4500 км ²)
Давление (сверхатмосферное) в ударной волне, вызывающее:	
сильное разрушение кирпичных жилых зданий, кПа (кгс/см ²)	34 (0,35)
тяжелые травмы у человека, кПа (кгс/см ²)	более 50 (0,5)
легкие " " "	20—40 (0,2—0,4)
Расстояние от центра взрыва бомбы тротильным эквивалентом 1 млн. т, на котором давление (сверхатмосферное) в ударной волне имеет значение 34 кПа, км	6,9
Световой импульс, вызывающий ожоги от открытых участков тела, кДж/м ² (кал/см ²):	
первой степени	80—170 (2—4)
третьей "	250—500 (6—12)
Расстояние от центра взрыва бомбы тротильным эквивалентом 1 млн. т, на котором человек может получить ожоги первой степени, км	22,4
Доза излучения, вызывающая при ядерном взрыве поражение организма человека, Кл/кг(Р):	
легкую степень лучевой болезни	$2,58 \cdot 10^{-2}$ (100)
смертельное поражение	$20,6 \cdot 10^{-2}$ (800)
Расстояние (в км) от центра взрыва бомбы тротильным эквивалентом 1 млн. т, на котором человек получает дозу излучения, вызывающую:	
легкую степень лучевой болезни	2,9
смертельное поражение	2,4

* Ядерный взрыв характеризуется тротильным эквивалентом, т. е. количеством взрывчатого вещества тротила, при взрыве которого выделяется столько же энергии, что и при данном ядерном взрыве. Тротильный эквивалент выражается в тоннах, килотоннах, мегатоннах.

** В скобках указана площадь разрушения. Площадь, занимаемая крупнейшими городами мира, составляет примерно 1500—2000 км².

212. Элементарные частицы

Группа	Частица	Название частицы (в скобках — название античастицы)	Символ		Масса покоя (в массах электрона)	Заряд (в элементарных зарядах)		Время жизни частицы (античастицы), с
			частицы	античастицы		частицы	античастицы	
	Фотоны	Фотон	γ	—	0	0	—	Стабилен
Лептоны	Нейтрино	Нейтрино (антинейтрино) электронное	ν_e	$\bar{\nu}_e$	0	0	0	Стабильны
		Нейтрино (антинейтрино) мезонное	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	0	Стабильны
	Электроны	Электрон (позитрон)	e^-	e^+	1	-1	+1	Стабильны
	Мюоны	Отрицательный мюон (положительный мюон)	μ^-	μ^+	206,8	-1	+1	$2,2 \cdot 10^{-6}$
Мезоны	Пионы	Пи-ноль-мезон	π^0	—	264,3	0	—	$0,8 \cdot 10^{-16}$
		Пи-плюс-мезон (пи-минус-мезон)	π^+	π^-	273,1	+1	-1	$2,6 \cdot 10^{-8}$
	Каоны	Ка-плюс-мезон (ка-минус-мезон)	K^+	K^-	966	+1	-1	$1,2 \cdot 10^{-8}$
		Ка-ноль-мезон (анти-ка-ноль-мезон)	K^0	$\bar{K}^0$	974	0	0	$0,9 \cdot 10^{-10}$ (для K_S^0)* $5,4 \cdot 10^{-8}$ (для K_L^0)*

Группа	Частица	Название частицы (в скобках — название античастицы)	Символ		Масса покоя (в массах электрона)	Заряд (в элементарных зарядах)		Время жизни частицы (античастицы), с
			частицы	анти-частицы		частицы	анти-частицы	
Барныоны	Нуклоны	Протон (антипротон)	p	$\bar{p}$	1836,1	+1	-1	Стабильны 1013**
		Нейтрон (антинейтрон)	n	$\bar{n}$	1838,6	0	0	
	Гипероны	Ламбда-ноль-гиперон (анти-ламбда-ноль-гиперон)	Λ^0	$\bar{\Lambda}^0$	2182	0	0	$2,51 \cdot 10^{-10}$
		Сигма-плюс-гиперон (анти-сигма-плюс-гиперон)	Σ^+	$\bar{\Sigma}^+$	2328	+1	-1	$8,0 \cdot 10^{-11}$
		Сигма-ноль-гиперон (анти-сигма-ноль-гиперон)	Σ^0	$\bar{\Sigma}^0$	2331	0	0	$1,0 \cdot 10^{-14}$
		Сигма-минус-гиперон (анти-сигма-минус-гиперон)	Σ^-	$\bar{\Sigma}^-$	2341	-1	+1	$1,49 \cdot 10^{-10}$
		Кси-ноль-гиперон (анти-кси-ноль-гиперон)	Ξ^0	$\bar{\Xi}^0$	2565	0	0	$3,0 \cdot 10^{-10}$
		Кси-минус-гиперон (анти-кси-минус-гиперон)	Ξ^-	$\bar{\Xi}^-$	2580	-1	+1	$1,66 \cdot 10^{-10}$
		Омега-минус-гиперон (анти-омега-минус-гиперон)	Ω^-	$\bar{\Omega}^-$	3300	-1	+1	$1,3 \cdot 10^{-10}$

* У K^0 мезона имеются две разновидности: долгоживущий K_2^0 и короткоживущий K_1^0 .

** Время жизни указано для свободных нейтронов. Для нейтронов, входящих в стабильные ядра, время жизни равно бесконечности.

Дополнительные сведения об элементарных частицах

Сейчас открыто более тридцати стабильных и относительно стабильных элементарных частиц с временем жизни, не меньшим 10^{-17} с. Кроме того известно более двухсот резонансов—частиц, время жизни которых порядка 10^{-23} — 10^{-22} с.

Открытые элементарные частицы подразделяются на три группы лептоны, мезоны и барионы,* в особую группу выделяются фотоны—частицы, не связанные со структурой вещества и не имеющие массы покоя. Основу классификации элементарных частиц составляют их различия в массах покоя.

За немногими исключениями каждой элементарной частице соответствует ее античастица. Масса покоя, время жизни у частицы и ее античастицы одинаковы, а их электрические заряды равны по абсолютному значению, но противоположны по знаку. Отличительной особенностью пары «частица—античастица» является ее способность к аннигиляции—процессу превращения частицы и ее античастицы в другие частицы—при столкновении друг с другом.

* Лептоны (от греч. leptos—легкий)—легкие частицы, мезоны (от греч. mésoz—средний промежуточный)—частицы, значения масс которых промежуточны между массой электрона и нуклона, барионы (от греч. baryon—тяжелый)—тяжелые частицы.

213. Неэлементарные частицы

Название частицы	Символ	Масса		Заряд (в элементарных зарядах)	Время жизни, с
		в массах электрона	10^{-27} кг		
Дейтрон или дентрон (ядро дейтерия—тяжелого водорода, состоящее из протона и нейтрона)	$d, D, {}^2_1\text{H}$	3670,2	3,343	+1	Стабилен
Альфа-частица (ядро атома гелия, состоящее из двух протонов и двух нейтронов)	$\alpha, {}^4_2\text{He}$	7293	6,644	+2	Стабильна
Тритон (ядро сверхтяжелого водорода—триция, состоящее из одного протона и двух нейтронов)	$t, {}^3_1\text{H}, T$	5497,7	5,007	+1	$5,6 \cdot 10^8$

214. Искусственно полученные элементы

Порядковый номер элемента в таблице Менделеева	Название	Год, в котором был получен	Способ получения	Первый полученный изотоп и период его полураспада	Массовое число наиболее долгоживущего изотопа	Период полураспада наиболее долгоживущего изотопа
43	Технеций	1937	Бомбардировка молибдена дейтонами	$^{99}_{43}\text{Tc}$; 4,3 мин	97	$2,6 \cdot 10^6$ лет
61	Прометий	1947	Выделен из продуктов деления урана	$^{147}_{61}\text{Pm}$; 2,6 г	145	18 лет
85	Астат	1940	Бомбардировка висмута-209 α -частицами	$^{211}_{85}\text{At}$; 7,2 ч	210	8,3 ч
87	Франций	1939	Выделен из продуктов радиоактивного распада актиния	$^{223}_{87}\text{Fr}$; 21 мин	223	21 мин
93	Нептуний	1940	Облучение урана-238 нейтронами	$^{237}_{93}\text{Np}$; 2,3 сут	237	$2,20 \cdot 10^6$ лет
94	Плутоний	1941	Бомбардировка урана-238 дейтонами	$^{238}_{94}\text{Pu}$; 86,4 г	244	$7,6 \cdot 10^7$ лет
95	Америций	1945	Облучение плутония-239 нейтронами	$^{241}_{95}\text{Am}$; 458 лет	243	7950 лет
96	Кюрий	1944	Бомбардировка плутония-239 α -частицами	$^{248}_{96}\text{Cm}$; 162,7 сут	247	$> 4 \cdot 10^7$ лет

97	Берклий	1949	Бомбардировка америция-241 α -частицами	$^{243}_{97}\text{Bk}$; 4,5 ч	247	≈ 104 г
98	Калифорний	1950	Бомбардировка кюрия-242 α -частицами	$^{245}_{98}\text{Cf}$; 44 мин	251	≈ 800 лет
99	Эйнштейний	1952	Облучение урана-238 нейтронами во время термоядерного взрыва	$^{253}_{99}\text{Es}$; 20 сут	254	480 сут
100	Фермий	1953	То же	$^{255}_{100}\text{Fm}$; 22 ч	257	79 сут
101	Менделевий	1955	Бомбардировка эйнштейния-253 α -частицами	$^{256}_{101}\text{Md}$; 1,5 ч	258	53 сут
102	Нобелий*	1958	Бомбардировка кюрия-246 ионами углерода-12	$^{254}_{102}\text{No}$; 3 с	255	3 мин
103	Лоуренсий*	1961	Бомбардировка калифорния-252 ионами бора	$^{257}_{103}\text{Lr}$; 8 с	256	60 с
104	Курчатовий	1964	Бомбардировка плутония-242 ионами неона-22	$^{261}_{104}\text{Ku}$; 4,5 с	261	4,5 с
105	Нильсборий*	1970	Бомбардировка америция-243 ионами неона-22	$^{261}_{105}\text{Ns}$; 2 с	261	2 с
106		1974	Бомбардировка свинца ионами хрома-54			

* Название элемента не является общепринятым.

Физическая величина или физический закон	Уравнение
<i>Механика</i>	
Плотность вещества	$\rho = \frac{m}{V}$
Уравнение равномерного движения	$s = vt$
Средняя скорость неравномерного движения	$v_{\text{ср}} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2 + \dots + v_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$
Средняя скорость равнопеременного движения	$v_{\text{ср}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$
Ускорение равнопеременного движения	$a = \frac{v_t - v_0}{t}$
Скорость равнопеременного движения*	$v_t = v_0 + at$
Путь при равнопеременном движении*	$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
Соотношение между пройденным путем и скоростью при равнопеременном движении*	$v_t^2 - v_0^2 = 2as$
Свободное падение тела без начальной скорости	$v_t = gt; h = \frac{gt^2}{2}; h = \frac{v_0^2}{2g}$
Движение тела, брошенного вертикально вверх	$v_t = v_0 - gt;$ $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}; h = \frac{v_0^2}{2g}$
Максимальная высота подъема тела, брошенного под углом к горизонту	$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
Дальность полета тела, брошенного под углом к горизонту	$s = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g}$
Первая космическая скорость	$v = \sqrt{G \frac{M}{R+h}}$
Второй закон Ньютона	$a = \frac{F}{m}; Ft = mv_2 - mv_1$
Закон сохранения количества движения (импульса)	$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2';$ $mv = \text{const}$
Третий закон Ньютона	$m_1 a_1 = -m_2 a_2$
Вес тела	$P = mg$

Физическая величина или физический закон	Уравнение
Сила трения	$F_{\text{тр}} = fF_{\text{норм}}$
Механическая работа	$A = Fs \cos \alpha$
Мощность	$N = \frac{A}{t}; N = Fv$
Кинетическая энергия	$E_k = \frac{mv^2}{2}$
Сила поверхностного натяже- ния (l — длина границы поверх- ности жидкости)	$F = \sigma l$
Закон Гука	$F = -kx; \sigma = E\varepsilon; \frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{ES}$
Соотношение между работой и изменением кинетической энер- гии тела	$Fs = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$
Потенциальная энергия тела, поднятого над Землей	$E_p = mgh$
Коэффициент полезного дейст- вия	$\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затр}}}$
Момент силы	$M = Fl$
Условие равновесия тела, име- ющего ось вращения	$M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n =$ $= M'_1 + M'_2 + \dots + M'_n$ или $\sum M = 0$
Условие равновесия тела на наклонной плоскости (без учета трения)	$F_{\text{ск}} = P \frac{h}{l}$
Период вращения	$T = \frac{1}{f}$
Частота вращения	$f = \frac{1}{T}$
Линейная скорость точки	$v = r\omega$
Угловая скорость тела	$\omega = \frac{\varphi}{t}; \omega = \frac{2\pi}{t} = 2\pi n; \omega = \frac{v}{r}$
Центростремительное ускоре- ние точки при равномерном вра- щении	$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{r}; a_{\text{ц}} = \omega^2 r = 4\pi^2 n^2 r =$ $= \frac{4\pi^2 r}{T^2}$

Физическая величина или физический закон	Уравнение
Центростремительная сила . . .	$F_{ц} = \frac{mv^2}{r}; F_{ц} = m\omega^2 r = 4\pi^2 mn^2 r$
Закон всемирного тяготения .	$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$
Уравнение гармонических колебаний	$x = A \sin \omega t$
Период колебаний	$T = \frac{1}{f}$
Период колебаний математического маятника	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
Скорость волны	$a = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$
<i>Теплота</i>	
Количество теплоты, нужное для нагревания тела	$Q = cm(t_2 - t_1)$
Количество теплоты, получаемое при сгорании топлива . . .	$Q = qm$
Количество теплоты, идущее на плавление тела	$Q = \lambda m$
Количество теплоты, идущее на парообразование жидкости .	$Q = rm$
Закон Бойля—Мариотта . . .	$V_1 p_1 = V_2 p_2; Vp = \text{const}$
Закон Гей-Люссака	$V_t = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right),$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$
Закон Шарля	$p_t = p_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right);$ $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$
Объединенный закон газового состояния	$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}; \frac{pV}{T} = \text{const}$
Уравнение Клапейрона—Менделеева	$pV = \frac{m}{\mu} RT$

Физическая величина или физический закон	Уравнение
Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул	$\bar{E}_n = \frac{mv^2}{2}; \bar{E}_n = \frac{3}{2} kT$
Основное уравнение кинетической теории газов (n_0 — число молекул газа в единице объема) . .	$p = \frac{2}{3} n_0 \bar{E}_n; p = \frac{1}{3} n_0 m \bar{v}^2$
Зависимость линейного размера тела от температуры	$l_t = l_0 (1 + \alpha t)$
Зависимость объема тела от температуры	$V_t = V_0 (1 + \beta t)$
Соотношение между коэффициентами линейного и объемного расширений	$\beta = 3\alpha$
Зависимость плотности вещества от температуры	$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta t}$
К.п.д. тепловой машины . . .	$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$
Относительная влажность (e — упругость водяного пара, находящегося в воздухе, E — упругость насыщающего водяного пара)	$\varphi = \frac{e}{E} \cdot 100\%$
<i>Электромагнетизм**</i>	
Закон Кулона	$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \varepsilon_a r^2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon r^2}$ $\left(F = \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2} \right)$ $\varepsilon_a = \varepsilon \varepsilon_0$
Соотношение между диэлектрическими проницаемостями . .	
Напряженность электрического поля точечного заряда . . .	$E = \frac{q}{4\pi \varepsilon_a r^2} \left(E = \frac{q}{\varepsilon r^2} \right)$
Сила, действующая на заряд в электрическом поле	$F = qE$
Связь между разностью потенциалов (напряжением) и работой перемещения заряда в электрическом поле	$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$
Соотношение между напряженностью и разностью потенциалов	$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d} = \frac{U}{d}$

Физическая величина или физический закон	Уравнение
Поверхностная плотность за- ряда	$\sigma = \frac{q}{S}$
Емкость	$C = \frac{q}{\varphi}; C = \frac{q}{U}$
Емкость плоского кон- денсатора	$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \left(C = \frac{\epsilon S}{4\pi d} \right)$
Емкость батареи кон- денсаторов:	
при параллельном соедине- нии	$C_{\text{пр}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$
при последовательном соеди- нении	$\frac{1}{C_{\text{пс}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ $\dots + \frac{1}{C_n}$
Энергия электрического поля заряженного конденсатора . . .	$W_э = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2}$
Энергия электрического поля в единице объема (плотность энергии электрического поля) . .	$w_э = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \left(w_э = \frac{\epsilon E^2}{8\pi} \right)$
Сила тока	$I = \frac{q}{t}$
Закон Ома для участка цепи	$I = \frac{U}{R}$
Закон Ома для полной (замкну- той) цепи	$I = \frac{E}{R + r}$
Закон Ома для полной цепи, если источники одинаковой э.д.с. соединены:	
последовательно (n источни- ков)	$I = \frac{nE}{R + rn}$
параллельно (m источников)	$I = \frac{E}{R + \frac{r}{m}}$
смешанно	$I = \frac{nE}{R + \frac{rn}{m}}$
Сопротивление однородного проводника при данной темпера- туре	$R = \rho \frac{l}{S}$

Физическая величина или физический закон	Уравнение
Зависимость сопротивления проводника от температуры . . .	$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$
Электрическое сопротивление цепи при последовательном соединении n проводников	$R_{\text{пс}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$
Электрическая проводимость цепи при параллельном соединении n проводников	$\frac{1}{R_{\text{пр}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$
Работа постоянного электрического тока	$A = IUt$
Закон Джоуля — Ленца для расчетов:	
при последовательно соединенных проводниках	$Q = I^2 R t$
при параллельно соединенных проводниках	$Q = \frac{U^2}{R} t$
Мощность постоянного тока на участке цепи	$P = IU$
Первый закон для электролиза	$m = k I t$
Второй закон для электролиза (F — постоянная Фарадея, A — атомная масса, n — валентность)	$k = \frac{1}{F} \frac{A}{n}$
Объединенный закон Фарадея для электролиза	$m = \frac{A}{F n} I t$
Напряженность магнитного поля прямого тока	$H = \frac{I}{2\pi r} \left(H = \frac{1}{c} \frac{2I}{r} \right)$
Напряженность магнитного поля внутри длинной прямой катушки с током (соленоида)	$H = \frac{In}{l} \left(H = \frac{4\pi In}{cl} \right)$
Сила, действующая на ток в магнитном поле	$F = IlB \sin \alpha \left(F = \frac{1}{c} IlB \sin \alpha \right)$
Сила взаимодействия параллельных токов	$F = \frac{\mu_a I_1 I_2 l}{2\pi r} \left(F = \frac{1}{c^2} \frac{2\mu I_1 I_2 l}{r} \right)$
Соотношение между магнитными проницаемостями	$\mu_a = \mu \mu_0$
Сила Лоренца	$F = qvB \sin \alpha \left(F = \frac{1}{c} qvB \sin \alpha \right)$

Физическая величина или физический закон	Уравнение
Зависимость между индукцией и напряженностью магнитного поля	$B = \mu_a H (B = \mu H)$
Магнитный поток	$\Phi = BS$
Индукция магнитного поля внутри длинной прямой катушки с током	$B = \mu_a \frac{nI}{l} \left(B = \mu \frac{4\pi nI}{cl} \right)$
Индукция магнитного поля прямого проводника с током	$B = \mu_a \frac{I}{2\pi r} \left(B = \mu \frac{2I}{cr} \right)$
Энергия магнитного поля в единице объема (плотность энергии магнитного поля)	$w_m = \frac{\mu_a H^2}{2} \left(w_m = \frac{\mu H^2}{8\pi} \right)$
Э.д.с. индукции (n —число витков в катушке)	$E_{\text{инд}} = -n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \left(E_{\text{инд}} = -\frac{n}{c} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right)$
Э.д.с. самоиндукции	$E_c = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
	$\left(E_c = -\frac{L}{c^2} \frac{\Delta I}{\Delta t} \right)$
Зависимость мгновенных э.д.с. и силы тока от времени при вращении рамки в магнитном поле	$E_{\text{мгн}} = E_{\text{макс}} \sin \frac{2\pi}{T} t;$
	$I_{\text{мгн}} = I_{\text{макс}} \sin \frac{2\pi}{T} t$
Коэффициент трансформации трансформатора	$n = \frac{w_1}{w_2} = \frac{E_1}{E_2}$
Зависимость периода электромагнитных колебаний от емкости и индуктивности контура (формула Томсона)	$T = 2\pi \sqrt{CL} \left(T = \frac{2\pi}{c} \sqrt{CL} \right)$
Мощность в цепи переменного тока	$P = U_d I_d \cos \varphi$
Действующие (эффективные) значения тока и напряжения для синусоидального переменного тока	$I_d = \frac{I_{\text{макс}}}{\sqrt{2}}; \quad U_d = \frac{U_{\text{макс}}}{\sqrt{2}}$
<i>Оптика. Строение атома</i>	
Сила света	$I = \frac{\Phi}{\omega}$
Освещенность	$E = \frac{\Phi}{S}$

Физическая величина или физический закон	Уравнение
Освещенность поверхности при перпендикулярном падении лучей	$E_0 = \frac{I}{r^2}$
Освещенность при наклонном падении лучей	$E = E_0 \cos i = \frac{I}{r^2} \cos i$
Второй закон преломления света	$n = \frac{\sin i}{\sin i'}$
Предельный угол падения лучей	$\sin i_{\text{пр}} = \frac{1}{n}$
Оптическая сила линзы	$D = \frac{1}{f}$
Формула линзы	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$
Увеличение лупы ($D \approx 25$ см—расстояние наилучшего зрения)	$\Gamma = \frac{D}{F}$
Увеличение микроскопа ($\delta \approx 16$ см—расстояние между фокусами объектива и окуляра; $D \approx 25$ см—расстояние наилучшего зрения)	$\Gamma = \frac{D\delta}{F_{\text{об}} \cdot F_{\text{ок}}}$
Закон Стефана — Больцмана для излучения абсолютно черного тела	$E = \sigma T^4$
Энергия кванта	$\epsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$
Соотношение между массой и энергией	$E = mc^2$
Зависимость массы тела от скорости его движения	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Длина волны движущейся частицы	$\lambda = \frac{h}{mv}$
Формула Бальмера (R —постоянная Ридберга; $m = 3, 4, 5, \dots$)	$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right)$

* При равноускоренном движении значение ускорения положительно, при равнозамедленном — отрицательно.

** Уравнения (формулы) электромагнетизма даны в СИ, в скобках указывается запись уравнения в системе СГС. Когда вид уравнения в обеих системах одинаков, уравнение в скобках отсутствует.

III. НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ИЗ СМЕЖНЫХ НАУК.

МАТЕМАТИКА

216. Действия с числами π и g

Величина	Числовое значение	Логарифм	Величина	Числовое значение	Логарифм
π	3,14159	0,49715	$\sqrt{2\pi}$	2,50663	0,39909
2π	6,28319	0,79818	$1/\sqrt{\pi}$	0,56419	$\bar{1},75143$
3π	9,42478	0,97427	$1/\sqrt{2\pi}$	0,39894	$\bar{1},60091$
$\pi/2$	1,57080	0,19612	$\sqrt{\pi/2}$	1,25331	0,09806
$\pi/3$	1,04720	0,02003	$\sqrt{2/\pi}$	0,79788	$\bar{1},90194$
$\pi/4$	0,78540	$\bar{1},89509$	$\sqrt{3/\pi}$	0,97720	$\bar{1},98998$
$\pi/180$	0,01745	$\bar{2},24188$	$\pi\sqrt{2}$	4,44288	0,64766
$4\pi/3$	4,18879	0,62209	$\pi\sqrt{3}$	5,44140	0,73571
$1/\pi$	0,31831	$\bar{1},50285$	$\pi/\sqrt{2}$	2,22144	0,34663
$1/2\pi$	0,15916	$\bar{1},20182$	$\sqrt[3]{\pi}$	1,46459	0,16572
$1/3\pi$	0,10610	$\bar{1},02573$	$\sqrt[3]{\pi^2}$	2,14503	0,33143
$1/4\pi$	0,07958	$\bar{2},90079$	$\sqrt[3]{1/\pi}$	0,68278	$\bar{1},83428$
$2/\pi$	0,63662	$\bar{1},80388$	g	9,81	0,99167
$3/4\pi$	0,23873	$\bar{1},37791$	g^2	96,2361	1,98334
$180/\pi$	57,29578	1,75812	$\sqrt{g}$	3,13209	0,49583
π^2	9,86960	0,99430	$\sqrt{2g}$	4,42945	0,64635
$2\pi^2$	19,73921	1,29533	$1/g$	0,10194	$\bar{1},00833$
$1/\pi^2$	0,10132	$\bar{1},00570$	$1/2g$	0,05097	$\bar{2},70730$
$1/4\pi^2$	0,02533	$\bar{2},40364$	$\pi\sqrt{g}$	9,83976	0,99298
π^3	31,00628	1,49145	$\pi\sqrt{2g}$	13,91552	1,14350
π^4	97,40909	1,98860			
$\sqrt{\pi}$	1,77245	0,24857			

**217. Перевод простых дробей в десятичные
(с точностью до 0,001)**

$1/3 = 0,333$	$1/33 = 0,030$	$1/61 = 0,016$	$1/88 = 0,011$
$1/5 = 0,200$	$1/34 = 0,029$	$1/62 = 0,016$	$1/89 = 0,011$
$1/6 = 0,167$	$1/35 = 0,029$	$1/63 = 0,016$	$1/90 = 0,011$
$1/7 = 0,143$	$1/36 = 0,028$	$1/64 = 0,016$	$1/91 = 0,011$
$1/8 = 0,125$	$1/37 = 0,027$	$1/65 = 0,015$	$1/92 = 0,011$
$1/9 = 0,111$	$1/38 = 0,026$	$1/66 = 0,015$	$1/93 = 0,011$
$1/11 = 0,091$	$1/39 = 0,026$	$1/67 = 0,015$	$1/94 = 0,011$
$1/12 = 0,083$	$1/40 = 0,025$	$1/68 = 0,015$	$1/95 = 0,011$
$1/13 = 0,077$	$1/41 = 0,024$	$1/69 = 0,014$	$1/96 = 0,010$
$1/14 = 0,071$	$1/42 = 0,024$	$1/70 = 0,014$	$1/97 = 0,010$
$1/15 = 0,067$	$1/43 = 0,023$	$1/71 = 0,014$	$1/98 = 0,010$
$1/16 = 0,063$	$1/44 = 0,023$	$1/72 = 0,014$	$1/99 = 0,010$
$1/17 = 0,059$	$1/45 = 0,022$	$1/73 = 0,014$	$2/3 = 0,667$
$1/18 = 0,056$	$1/46 = 0,022$	$1/74 = 0,014$	$2/7 = 0,286$
$1/19 = 0,053$	$1/47 = 0,021$	$1/75 = 0,013$	$2/9 = 0,222$
$1/20 = 0,050$	$1/48 = 0,021$	$1/76 = 0,013$	$3/7 = 0,429$
$1/21 = 0,048$	$1/49 = 0,020$	$1/77 = 0,013$	$3/8 = 0,375$
$1/22 = 0,045$	$1/50 = 0,020$	$1/78 = 0,013$	$4/7 = 0,571$
$1/23 = 0,043$	$1/51 = 0,020$	$1/79 = 0,013$	$4/9 = 0,444$
$1/24 = 0,042$	$1/52 = 0,019$	$1/80 = 0,013$	$5/6 = 0,833$
$1/25 = 0,040$	$1/53 = 0,019$	$1/81 = 0,012$	$5/7 = 0,714$
$1/26 = 0,038$	$1/54 = 0,019$	$1/82 = 0,012$	$5/8 = 0,625$
$1/27 = 0,037$	$1/55 = 0,018$	$1/83 = 0,012$	$5/9 = 0,556$
$1/28 = 0,036$	$1/56 = 0,018$	$1/84 = 0,012$	$6/7 = 0,857$
$1/29 = 0,034$	$1/57 = 0,018$	$1/85 = 0,012$	$7/8 = 0,875$
$1/30 = 0,033$	$1/58 = 0,017$	$1/86 = 0,012$	$7/9 = 0,778$
$1/31 = 0,032$	$1/59 = 0,017$	$1/87 = 0,011$	$8/9 = 0,889$
$1/32 = 0,031$	$1/60 = 0,017$		

218. Степени, корни, обратная величина,
длина окружности и площадь круга
для чисел n (от 1 до 100)

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
1	1	1	1,0000	1,0000	1,00000	3,142	0,785
2	4	8	1,4142	1,2599	0,50000	6,283	3,142
3	9	27	1,7321	1,4422	0,33333	9,425	7,069
4	16	64	2,0000	1,5874	0,25000	12,57	12,57
5	25	125	2,2361	1,7100	0,20000	15,71	19,63
6	36	216	2,4495	1,8171	0,16667	18,25	28,27
7	49	343	2,6458	1,9129	0,14286	21,99	38,48
8	64	512	2,8284	2,0000	0,12500	25,13	50,27
9	81	729	3,0000	2,0801	0,11111	28,27	63,62
10	100	1 000	3,1623	2,1544	0,10000	31,42	78,54
11	121	1 331	3,3166	2,2240	0,09091	34,56	95,03
12	144	1 728	3,4641	2,2894	0,08333	37,70	113,1
13	169	2 197	3,6056	2,3513	0,07692	40,84	132,7
14	196	2 744	3,7417	2,4101	0,07143	43,98	153,9
15	225	3 375	3,8730	2,4662	0,06667	47,12	176,7
16	256	4 096	4,0000	2,5198	0,06250	50,27	201,1
17	289	4 913	4,1231	2,5713	0,05882	53,41	227,0
18	324	5 832	4,2426	2,6207	0,05556	56,55	254,5
19	361	6 859	4,3589	2,6684	0,05263	59,69	283,5
20	400	8 000	4,4721	2,7144	0,05000	62,83	314,2
21	441	9 261	4,5826	2,7589	0,04762	65,97	346,4
22	484	10 648	4,6904	2,8020	0,04545	69,12	380,1
23	529	12 167	4,7958	2,8439	0,04348	72,26	415,5
24	576	13 824	4,8990	2,8845	0,04167	75,40	452,4
25	625	15 625	5,0000	2,9240	0,04000	78,54	490,9
26	676	17 576	5,0990	2,9625	0,03846	81,68	530,9
27	729	19 683	5,1962	3,0000	0,03704	84,82	572,6
28	784	21 952	5,2915	3,0366	0,03571	87,97	615,8
29	841	24 389	5,3852	3,0723	0,03448	91,11	660,5
30	900	27 000	5,4772	3,1072	0,03333	94,25	706,9

n	n'	n''	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
31	961	29 791	5,5678	3,1414	0,03226	97,39	754,8
32	1024	32 768	5,6569	3,1748	0,03125	100,5	804,2
33	1089	35 937	5,7446	3,2075	0,03030	103,7	855,3
34	1156	39 304	5,8310	3,2396	0,02941	106,8	907,9
35	1225	42 875	5,9161	3,2711	0,02857	110,0	962,1
36	1296	46 656	6,0000	3,3019	0,02778	113,1	1018
37	1369	50 653	6,0828	3,3322	0,02703	116,2	1075
38	1444	54 872	6,1644	3,3620	0,02632	119,4	1134
39	1521	59 319	6,2450	3,3912	0,02564	122,5	1195
40	1600	64 000	6,3246	3,4200	0,02500	125,7	1257
41	1681	68 921	6,4031	3,4482	0,02439	128,8	1320
42	1761	74 088	6,4807	3 4760	0,02381	131,9	1385
43	1849	79 507	6,5574	3,5034	0,02326	135,1	1452
44	1936	85 184	6,6332	3,5303	0,02273	138,2	1527
45	2025	91 125	6,7082	3,5569	0,02222	141,4	1590
46	2116	97 336	6,7823	3,5830	0,02174	144,5	1662
47	2209	103 823	6,8557	3,6088	0,02128	147,7	1735
48	2304	110 592	6,9282	3,6342	0,02083	150,8	1810
49	2401	117 649	7,0000	3,6593	0,02041	153,9	1886
50	2500	125 000	7,0711	3 6840	0,02000	157,1	1963
51	2601	132 651	7,1414	3,7084	0,01961	160,2	2043
52	2704	140 608	7,2111	3,7325	0,01923	163,4	2124
53	2809	148 877	7,2801	3,7563	0,01887	166,5	2206
54	2916	157 464	7,3485	3,7798	0,01852	169,7	2290
55	3025	166 375	7,4162	3,8030	0,01818	172,8	2376
56	3136	175 616	7,4833	3,8259	0,01786	175,9	2463
57	3249	185 193	7,5498	3,8485	0,01754	179,1	2552
58	3364	195 112	7,6158	3,8709	0,01724	182,2	2642
59	3481	205 379	7,6811	3,8930	0,01695	185,4	2734
60	3600	216 000	7,7460	3,9149	0,01667	188,5	2827

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
61	3721	226 981	7,8102	3,9365	0,01639	191,6	2922
62	3844	238 328	7,8740	3,9579	0,01613	194,8	3019
63	3969	250 047	7,9373	3,9791	0,01587	197,9	3117
64	4096	262 144	8,0000	4,0000	0,01563	201,1	3217
65	4225	274 625	8,0623	4,0207	0,01538	204,2	3318
66	4356	287 496	8,1240	4,0412	0,01515	207,4	3421
67	4489	300 763	8 1854	4,0615	0,01493	210,5	3526
68	4624	314 432	8,2462	4,0817	0,01471	213,6	3632
69	4761	328 509	8,3066	4,1016	0,01449	216,8	3739
70	4900	343 000	8,3666	4,1213	0,01429	219,9	3848
71	5041	357 911	8,4261	4,1408	0,01408	223,1	3959
72	5184	373 248	8,4853	4,1602	0,01389	226,2	4072
73	5329	389 017	8,5440	4,1793	0,01370	229,3	4185
74	5476	405 224	8,6023	4,1983	0,01351	232,5	4301
75	5625	421 875	8,6603	4,2172	0,01333	235,6	4418
76	5776	438 976	8,7178	4,2358	0,01316	238,8	4536
77	5929	456 533	8,7750	4,2543	0,01299	241,9	4657
78	6084	474 552	8,8318	4,2727	0,01282	245,0	4778
79	6241	493 039	8,8882	4,2908	0,01266	248,2	4902
80	6400	512 000	8,9443	4,3089	0,01250	251,3	5027
81	6561	531 441	9,0000	4,3267	0,01235	254,5	5153
82	6724	551 368	9,0554	4,3445	0,01220	257,6	5281
83	6889	571 787	9,1104	4,3621	0,01205	260,8	5411
84	7056	592 704	9,1652	4,3795	0,01190	263,9	5542
85	7225	614 125	9,2195	4,3968	0,01176	267,0	5675
86	7396	636 056	9,2736	4,4140	0,01163	270,2	5809
87	7569	658 503	9,3274	4,4310	0,01149	273,3	5945
88	7744	681 472	9,3808	4,4480	0,01136	276,5	6082
89	7921	704 969	9,4340	4,4647	0,01124	279,6	6221
90	8100	729 000	9,4868	4,4814	0,01111	282,7	6362

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
91	8 281	753 571	9,5394	4,4979	0,01099	285,9	6504
92	8 464	778 688	9,5917	4,5144	0,01087	289,0	6648
93	8 649	804 357	9,6437	4,5307	0,01075	292,2	6793
94	8 836	830 584	9,6954	4,5468	0,01064	295,3	6940
95	9 025	857 375	9,7468	4,5629	0,01053	298,5	7088
96	9 216	884 736	9,7980	4,5789	0,01042	301,6	7238
97	9 409	912 673	9,8489	4,5947	0,01031	304,7	7390
98	9 604	941 192	9,8995	4,6104	0,01020	307,9	7543
99	9 801	970 299	9,9499	4,6261	0,01010	311,0	7698
100	10 000	1 000 000	10,0000	4,6416	0,01000	314,2	7854

219. Логарифмы чисел n (от 1 до 100)

n	$\log n$	n	$\log n$	n	$\log n$
1	0,000	21	1,322	41	1,613
2	0,301	22	1,342	42	1,623
3	0,477	23	1,362	43	1,633
4	0,602	24	1,380	44	1,643
5	0,699	25	1,398	45	1,653
6	0,778	26	1,415	46	1,663
7	0,845	27	1,431	47	1,672
8	0,903	28	1,447	48	1,681
9	0,954	29	1,462	49	1,690
10	1,000	30	1,477	50	1,699
11	1,041	31	1,491	51	1,708
12	1,079	32	1,505	52	1,716
13	1,114	33	1,519	53	1,724
14	1,146	34	1,531	54	1,732
15	1,176	35	1,544	55	1,740
16	1,204	36	1,556	56	1,748
17	1,230	37	1,568	57	1,756
18	1,255	38	1,580	58	1,763
19	1,279	39	1,591	59	1,771
20	1,301	40	1,602	60	1,778

n	$\log n$	n	$\log n$	n	$\log n$
61	1,785	75	1,875	88	1,944
62	1,792	76	1,881	89	1,949
63	1,799	77	1,886	90	1,954
64	1,806	78	1,892	91	1,959
65	1,813	79	1,898	92	1,964
66	1,820	80	1,903	93	1,968
67	1,826	81	1,908	94	1,973
68	1,833	82	1,914	95	1,978
69	1,839	83	1,919	96	1,982
70	1,845	84	1,924	97	1,987
71	1,851	85	1,929	98	1,991
72	1,857	86	1,934	99	1,996
73	1,863	87	1,939	100	2,000
74	1,869				

220. Решение квадратного уравнения

Полное квадратное уравнение

$$ax^2 + bx + c = 0,$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a};$$

$$x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}; \quad x_1 x_2 = \frac{c}{a}.$$

Приведенное квадратное уравнение

$$x^2 + px + q = 0;$$

$$x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q};$$

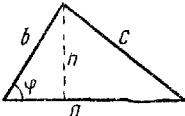
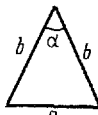
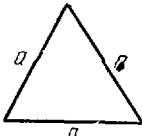
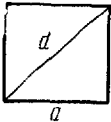
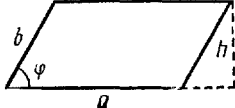
$$x_1 + x_2 = -p, \quad x_1 x_2 = +q.$$

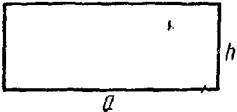
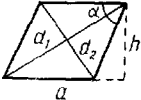
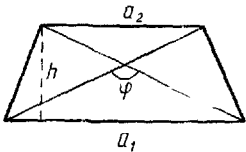
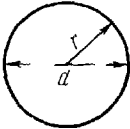
Неполное квадратное уравнение

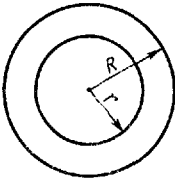
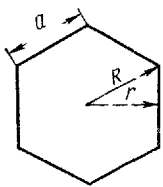
$$1) \quad ax^2 + c = 0, \quad x_{1,2} = \pm \sqrt{-\frac{c}{a}};$$

$$2) \quad ax^2 + bx = 0, \quad x_1 = 0; \quad x_2 = -\frac{b}{a}.$$

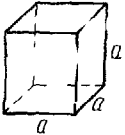
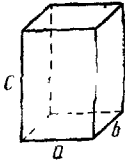
221. Площадь некоторых геометрических фигур

Фигура	Площадь S
1. Треугольник 	$\frac{1}{2} ah$ $\frac{1}{2} ab \sin \varphi, \sqrt{r(p-a)(p-b)(p-c)},$ где $p = \frac{a+b+c}{2}$ (формула Герона)
2. Равнобедренный треугольник 	$\frac{a}{4} \sqrt{4b^2 - a^2};$ $\frac{1}{2} b^2 \sin \alpha$
3. Равносторонний треугольник 	$\frac{a^2}{4} \sqrt{3}$
4. Квадрат 	$a^2, \frac{1}{2} d^2$
5. Параллелограмм 	$ah; ab \sin \varphi$

Фигура	Площадь S
6. Прямоугольник 	ah
7. Ромб 	$ah, a^2 \sin \alpha, \frac{1}{2} d_1 d_2$
8. Трапеция 	$\frac{1}{2} (a_1 + a_2) h, \frac{1}{2} d_1 d_2 \sin \varphi,$ где d_1, d_2 — диагонали трапеции
9. Круг 	$\pi r^2, \frac{\pi d^2}{4} = 0,7854 d^2$

Фигура	Площадь S
10 Кольцо 	$\pi (R^2 - r^2)$
11 Правильный много- угольник 	$\frac{1}{2} nar,$ $\frac{1}{2} nR^2 \sin \frac{360^\circ}{n},$ где $a = 2\sqrt{R^2 - r^2}$ — сторона, n — число сторон r — радиус вписанного круга (апофема) R — радиус описанного круга

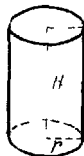
222. Поверхность и объем некоторых геометрических тел

Тело	Полная поверхность	Объем	Обозначения
1. Куб 	$6a^2$	a^3	a — ребро
2. Прямоугольный параллелепипед 	$2(ab + ac + bc)$	abc	a, b, c — ребра (длина, ширина, высота)

3. Цилиндр
круговой

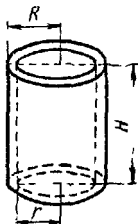
прямой

$$2\pi r H + 2\pi r^2 = 2\pi r (H + r)$$



4. Полый цилиндр
(труба)

$$2\pi R H + 2\pi r H + \pi (R^2 - r^2) + \pi (R^2 - r^2) = 2\pi (R H + r H + R^2 + r^2)$$



$$\pi r^2 H$$

r — радиус основания цилиндра;

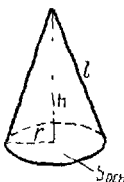
H — высота цилиндра

$$\pi H (R^2 - r^2)$$

r — внутренний радиус основания;

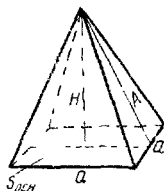
R — наружный радиус основания;

H — высота цилиндра

Тело	Полная поверхность
5. Конус прямой круговой 	$\pi r^2 + \pi r l = \pi r (r + l)$
6. Усеченный прямой круговой конус 	$S_1 + S_2 + \pi (R + r) l =$ $= \pi [R^2 + l(R + r) + r^2]$

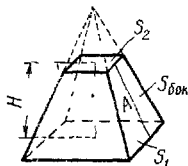
Объем	Обозначения
$\frac{S_{\text{осн}} H}{3} = \frac{\pi r^2 H}{3}$	r — радиус основания; $l = \sqrt{H^2 + r^2}$ — образующая конуса; $S_{\text{осн}}$ — площадь основания; H — высота конуса
$\frac{\pi H}{3} (R^2 + Rr + r^2)$	$l = \sqrt{H^2 + (R - r)^2}$ — образующая; H — высота усеченного конуса; S_1 — площадь большего основания с радиусом R; S_2 — площадь меньшего основания с радиусом r

7. Правильная пирамида



$$S_{осн} + \frac{aA}{2} n = S_{осн} + \frac{Ap}{2}$$

8. Правильная усеченная пирамида



$$S_1 + S_2 + S_{бок} = S_1 + S_2 + \frac{1}{2} (p_1 + p_2) A$$

$$\frac{S_{\text{осн}} H}{3}$$

$S_{\text{осн}}$ — площадь основания;

a — боковое ребро основания пирамиды;

A — апофема пирамиды (высота равнобедренного треугольника, являющегося боковой гранью пирамиды),

n — число боковых ребер основания пирамиды;

p — периметр основания (an);

H — высота пирамиды

$$\frac{H}{3} (S_1 + \sqrt{S_1 S_2} + S_2)$$

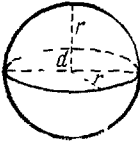
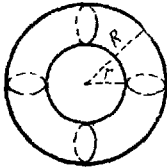
S_1 — площадь большего основания;

S_2 — площадь меньшего основания;

$S_{\text{бок}}$ — площадь боковой грани;

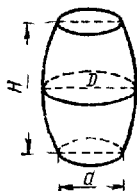
p_1, p_2 — периметры оснований;

A — апофема усеченной пирамиды (высота трапеции, являющейся боковой гранью); H — высота усеченной пирамиды

Тело	Полная поверхность
9. Шар 	$4\pi r^2 = \pi d^2$
10. Тор 	$\pi^2 (R^2 - r^2)$

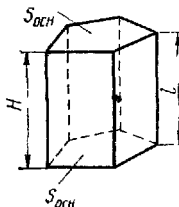
Объем	Обозначения
$\frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{\pi}{6} d^3$	r — радиус шара d — диаметр шара
$\frac{\pi^2}{4} (R + r)(R - r)^2$	R — радиус внешний, r — радиус внутренний

11. Бочка



Поверхность не может
быть выражена простыми
формулами

12. Призма прямая



$$pH + 2S_{осн}$$

$$\frac{\pi H}{12} (2D^2 + d^2)$$

d — диаметр дна (крышки);

D — диаметр среднего сечения бочки;

H — высота бочки

$$H(2S_{\text{осн}} + S_{\text{бок}}) =$$

H — высота;

$$= H(2S_{\text{осн}} + pH) =$$

l — боковое ребро ($H = l$),

$$= HS_{\text{полн}}$$

p — периметр основания;

$S_{\text{осн}}$ — площадь основания;

$S_{\text{бок}}$ — боковая поверхность,

$S_{\text{полн}}$ — полная поверхность

223. Тригонометрические функции острого угла

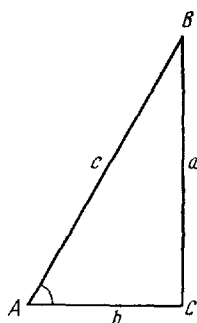


Рис. 18. Прямоугольный треугольник

Отношение катета a к гипотенузе c прямоугольного треугольника ABC есть синус угла A :

$$\sin A = \frac{a}{c}.$$

Другие тригонометрические функции:

$$\cos A = \frac{b}{c}, \quad \operatorname{tg} A = \frac{a}{b},$$

$$\operatorname{ctg} A = \frac{b}{a} = \frac{1}{\operatorname{tg} A};$$

$$\operatorname{cosec} A = \frac{c}{a} = \frac{1}{\sin A};$$

$$\sec A = \frac{c}{b} = \frac{1}{\cos A}.$$

Из этих соотношений следует.

$$a = c \sin A = c \cos B = b \operatorname{tg} A,$$

$$b = c \cos A = c \sin B = a \operatorname{tg} A$$

224. Некоторые тригонометрические функции углов от 0 до 90°

Угол	Синус	Косинус	Тангенс	Угол	Синус	Косинус	Тангенс
0°	0,0000	1,0000	0,0000	15°	0,2588	0,9659	0,2679
1	0175	0,9998	0175	16	2756	9613	2867
2	0349	9994	0349	17	2924	9563	3057
3	0523	9986	0524	18	3090	9511	3249
4	0698	9976	0699	19	3256	9455	3443
5	0,0872	0,9962	0,0875	20	0,3420	0,9397	0,3640
6	1045	9945	1051	21	3584	9336	3839
7	1219	9925	1228	22	3746	9272	4040
8	1392	9903	1405	23	3907	9205	4245
9	1564	9877	1584	24	4067	9135	4452
10	0,1736	0,9848	0,1763	25	0,4226	0,9063	0,4663
11	1908	9816	1944	26	4384	8988	4877
12	2079	9781	2126	27	4540	8910	5095
13	2250	9744	2309	28	4695	8829	5317
14	2419	9703	2493	29	4848	8746	5543

Угол	Синус	Косинус	Тангенс	Угол	Синус	Косинус	Тангенс
30°	0,5000	0,8660	0,5774	60°	0,8660	0,5000	1,732
31	5150	8572	6009	61	8746	4848	1,804
32	5299	8480	6249	62	8829	4695	1,881
33	5446	8387	6494	63	8910	4540	1,963
34	5592	8290	6745	64	8988	4384	2,050
35	0,5736	0,8192	0,7002	65	0,9063	0,4226	2,145
36	5878	8090	7265	66	9135	4067	2,246
37	6018	7986	7536	67	9205	3907	2,356
38	6157	7880	7813	68	9272	3746	2,475
39	6293	7771	8098	69	9336	3584	2,605
40	0,6428	0,7660	0,8391	70	0,9397	0,3420	2,747
41	6561	7547	8693	71	9455	3256	2,904
42	6691	7431	9004	72	9511	3090	3,078
43	6820	7314	9325	73	9563	2924	3,271
44	6947	7193	9657	74	9613	2756	3,487
45	0,7071	0,7071	1,0000	75	0,9659	0,2588	3,732
46	7193	6947	0355	76	9703	2419	4,011
47	7314	6820	0724	77	9744	2250	4,331
48	7431	6691	1106	78	9781	2079	4,705
49	7547	6561	1504	79	9816	1908	5,145
50	0,7660	0,6428	1,1918	80	0,9848	0,1736	5,671
51	7771	6293	2349	81	9877	1564	6,314
52	7880	6157	2799	82	9903	1392	7,115
53	7986	6018	3270	83	9925	1219	8,144
54	8090	5878	3764	84	9945	1045	9,514
55	0,8192	0,5736	1,4281	85	0,9962	0,0872	11,43
56	8290	5592	4826	86	9976	0698	14,30
57	8387	5446	5399	87	9986	0523	19,08
58	8480	5299	6003	88	9994	0349	28,64
59	8572	5150	6643	89	9998	0175	57,29
				90	1,0000	0,0000	∞

АСТРОНОМИЯ

225. Единицы для измерения расстояний в астрономии и соотношении между ними

Астрономическая единица (а. е.) — среднее расстояние между Землей и Солнцем:

$$1 \text{ а. е.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м} = 149\,600\,000 \text{ км.}$$

Световой год (св. год) — расстояние, которое проходит свет за один год:

$$1 \text{ св. год} = 9,4605 \cdot 10^{15} \text{ м} \approx 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км.}$$

Парсек (пк) — расстояние, с которого радиус орбиты Земли виден под углом, равным одной секунде

$$1 \text{ ПК} = 3,0857 \cdot 10^{16} \text{ м} \approx 3,086 \cdot 10^{13} \text{ км.}$$

Единицы	а. е.	св. год	пк	км
1 астрономическая единица	1	$157,9 \cdot 10^{-7}$	$4,848 \cdot 10^{-6}$	$1,496 \cdot 10^8$
1 световой год	63 240	1	0,3069	$9,46 \cdot 10^{12}$
1 парсек	206 265	3,263	1	$3,086 \cdot 10^{13}$
1 километр	$6,684 \cdot 10^{-9}$	$105,7 \cdot 10^{-15}$	$324,1 \cdot 10^{-16}$	1

226. Некоторые астрономические знаки

Небесное тело	Обозначение	Небесное тело	Обозначение
Солнце	☉	Уран	♅
Меркурий	☿	Нептун	♆
Венера	♀	Плутон	♇
Земля	♁	Луна	☾
Марс	♂	Звезда	*
Юпитер	♃	Метеор	☄
Сатурн	♄		

227. Данные о Земле

Объем, км ³	1 083 219 · 10 ⁸
Масса, кг	5,978 · 10 ²⁴
Площадь поверхности, км ² .	
Земли	510 069 000
суши	148 940 148
воды	361 128 852
Радиус, м:	
средний	6 371 032
экваториальный	6 378 160
полярный	6 356 777
Длина окружности, м:	
меридиана	40 008 550
экватора	40 075 696
Средняя плотность, кг/м ³ .	
Земли	5518*
земной коры	2800
Наибольшая высота суши над уровнем океана [гора Джомолунгма (Гималаи)], м	8848
Наибольшая глубина океана [Марианская впадина (Тихий океан)], м	11 022
Скорость (средняя)	
движения Земли по орбите, км/с (км/ч) . 29,76 (≈ 100 000)	
линейная точек, лежащих на экваторе	
Земли при ее вращении вокруг оси, м/с	465,12
Ускорение свободного падения, см/с ² :	
на экваторе	978,049
на полюсе	983,235 .
на широте 45°	980,616
нормальное (стандартное)	980,665
Масса воздуха, окружающего Землю, кг	5,158 · 10 ¹³
Возраст Земли, лет	≈ 4,5 · 10 ⁹

* Первое определение средней плотности Земли принадлежит И. Ньютону (1736 г.) — 5000—6000 кг/м³.

228. Физические параметры внутренних слоев Земли

Непосредственным наблюдениям доступны лишь самые верхние слои Земли. О строении и свойствах глубинных ее слоев имеются главным образом предположительные сведения.

Условно тело Земли подразделяют на несколько сфер (слоев). Верхняя сфера — земная кора простирается от поверхности Земли до глубины примерно 30—70 км. Следующая сфера до глубины 2900 км называется мантией и состоит из твердых каменных пород. Третья сфера — внешнее ядро — состоит из жидкого металлизированного вещества или металла. Она простирается на глубину от 2900 до 5000 км. Наконец, на глубине от 5000 до 6371 км расположено внутреннее ядро Земли (предположительно — твердое).

На границах раздела геосфер плотность резко, скачком, изменяется: на границе раздела земной коры и мантии — с 3000 до 3400 кг/м³, на глубине 2900 км — от 5500 до 9500 кг/м³, на глубине 5000 км — от 11 700 до 16 000 кг/м³.

Глубина, км	Температура, К	Плотность, кг/м ³	Ускорение свободного падения, м/с ²	Давление	
				ГПа	10 ⁹ ат
0	287	2 600	9,81	0	0
10	460	2 700	9,82	0,3	0,003
		3 000			
33	700		9,83	0,9	0,009
		3 400			
100	1200	3 500	9,86	3	0,03
600	2500	4 100	9,95	20	0,2
1000	3000	4 500	9,90	40	0,4
2000	3800	5 100	9,86	90	0,9
		5 500			
2900	4300		10,40	136	1,36
		9 500			
3000	4500	9 700	10,20	140	1,4
4500	5800	11 200	6,90	280	2,8
		11 700			
5000	6000		6,00	320	3,2
		16 000			
5500	6200	16 500	4,10	350	3,5
6000	6300	17 000	1,70	370	3,7
6371	6400	17 300	0	380	3,8

229. Данные о Солнце

Радиус, км	696 000 (≈ 109 земных радиусов)
Площадь поверхности, км ²	$608,7 \cdot 10^{10}$
Объем, км ³	$1,412 \cdot 10^{18}$ (1303800 объемов Земли)
Масса, кг	$1,99 \cdot 10^{30}$ (332 958 масс Земли)*
Плотность, кг/м ³ :	
средняя	1410
в центре Солнца	$\approx 98\,000$
Температура, °C:	
поверхности	≈ 6000
в центре	$\approx 15 \cdot 10^6$
Расстояние от Земли, км:	
наименьшее (в январе)	$147,1 \cdot 10^6$
наибольшее (в июне)	$152,1 \cdot 10^6$
среднее	$149,6 \cdot 10^6$
Ускорение свободного падения на поверхности, м/с ²	273,8
Скорость движения относительно окружающих звезд, км/с	19,4
Яркость центра диска вне земной атмосферы, кд/м ²	$2,54 \cdot 10^9$
Освещенность поверхности Земли в ясный полдень, лк	100 000
Сила света, кд	$3,02 \cdot 10^{27}$
Мощность общего излучения, кВт	$374 \cdot 10^{21}$
Солнечная постоянная**, Вт/м ² [кал/(см ² · мин)]	$1,39 \cdot 10^3$ [2,0]

* Масса Солнца включает в себе 99,87 % массы всей Солнечной системы.

** Солнечной постоянной называется количество энергии, которую приносят солнечные лучи за 1 с на площадку в 1 м², поставленную вне земной атмосферы перпендикулярно лучам на среднем расстоянии Земли от Солнца.

230. Данные о Луне

Радиус, км	1738
Площадь поверхности, км ²	$3,79 \cdot 10^7$
Объем, км ³	$2199 \cdot 10^7$
Масса, кг	$7,35 \cdot 10^{22}$ (1/81,3 массы Земли)

Плотность, кг/м³:

средняя	3350 (0,6 средней плотности Земли)
поверхностного слоя в районах морей на глубине нескольких сантиметров	600—700
на глубине 10—20 см . . .	1000
Температура поверхности, °С . . .	от +130 до —150
Средняя скорость движения по орбите, м/с	1023 (3681 км/ч)
Расстояние от Земли, км:	
наименьшее	356 410
наибольшее	406 740
среднее	384 440 ($\approx$ 60 земных радиусов)
Ускорение свободного падения на поверхности, м/с ²	1,62 (1/6 земного ускорения)
Освещенность Земли от Луны (в полнолуние), лк	0,24
Давление лунной атмосферы, Па	$2,7 \cdot 10^{-8}$

231. Данные о планете Венера

В таблице приведены некоторые физические параметры планеты, измеренные советскими межпланетными автоматическими станциями „Венера-5“ и „Венера-6“

Температура атмосферы на поверхности, °С	до 500
Давление атмосферы на поверхности, МПа (ат) . . .	≈ 10 (≈ 100)
Состав атмосферы, %:	
углекислый газ	93—97
азот (вместе с благородными газами)	2—5
кислород	0,4
Диэлектрическая проницаемость поверхности планеты	3—4*

* Такое значение диэлектрической проницаемости соответствует сухой песчаной или каменной почве.

232. Солнечная система

В состав Солнечной системы входят планеты со спутниками, кометы, астероиды, метеорные тела, межпланетная пыль и газ. К настоящему времени известно 9 больших планет с 32 спутниками, около 1700 малых планет (астероидов), свыше 600 комет. Границы Солнечной системы простираются примерно на 60 000 а. е.

На рис. 19 показан общий план Солнечной системы. Все большие планеты обращаются вокруг Солнца в одном направлении. Данные о больших планетах помещены в табл. 233.

Относительные масштабы Солнечной системы можно наглядно представить из следующих сравнений. Пусть Солнце — мяч диаметром 7 см. Тогда в принятом масштабе ближайшая к Солнцу планета Меркурий будет находиться от него на расстоянии 2,8 м. Земля — на расстоянии 7,6 м, Юпитер — на расстоянии около 40 м, а Плутон — на расстоянии около 300 м. Размеры Земного шара в принятом масштабе несколько больше 0,6 мм, а диаметр Луны — несколько больше 0,1 мм.

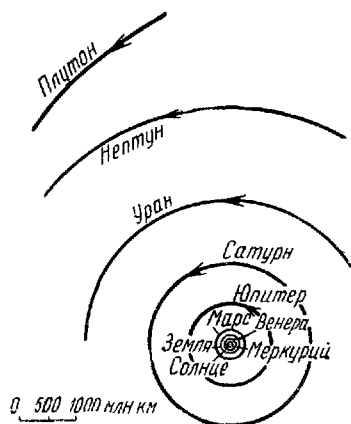


Рис. 19. План Солнечной системы

233. Планеты Солнечной системы

Планеты	Расстояние млн км		Диаметр экватора, км	Масса (без спутников)		Объем по сравнению с объемом Земли	Средняя плотность, кг/м ³	Средняя скорость движения по орбите, км/с
	от Земли	от Солнца (среднее)		кг	по сравнению с массой Земли			
Меркурий	82—217	57,9	4 874	$3,26 \cdot 10^{23}$	0,055	0,055	5490	47,83
Венера	39—260	108,2	12 112	$4,88 \cdot 10^{24}$	0,82	0,88	5258	34,99
Земля	—	149,6	12 756	$5,975 \cdot 10^{24}$	1,000	1,00	5518	29,76
Марс	56—400	227,9	6 772	$6,43 \cdot 10^{23}$	0,108	0,15	3940	24,11
Юпитер	591—965	778,3	142 800	$1,90 \cdot 10^{27}$	318,3	1320	1350	13,05
Сатурн	1199—1653	1427	120 800	$5,69 \cdot 10^{26}$	95,3	736	720	9,64
Уран	2586—3153	2869	49 600	$8,69 \cdot 10^{25}$	14,5	51	1090	6,80
Нептун	4309—4682	4498	49 000	$1,04 \cdot 10^{26}$	17,5	40	1630	5,43
Плутон	4309—7527	5900	<5800	$4,98 \cdot 10^{24} (?)$	0,8(?)	0,1(?)	10 (?)	4,8

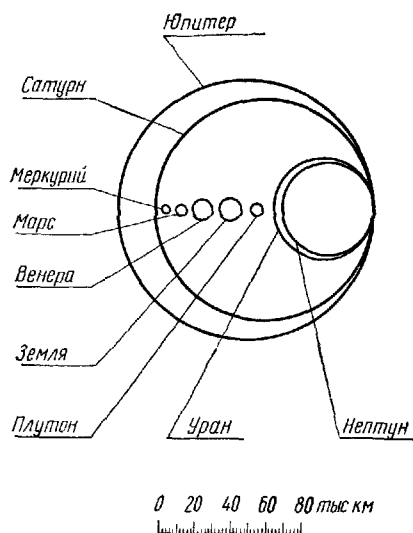


Рис. 20. Сравнительные размеры планет Солнечной системы

234. Данные о некоторых звездах

Название звезды	Температура, К		Диаметр по сравнению с диаметром Солнца	Масса по сравнению с массой Солнца	Средняя плотность звезды кг/м^3	Расстояние от Земли, св. год
	поверхности	в центре				
Ориона . .	28 000	$54 \cdot 10^6$	7	27	130	...
Спика . . .	20 000	$30 \cdot 10^6$	5	11	140	155,6
Вега	12 000	$18 \cdot 10^6$	2,2	2,8	280	26,4
Солнце	5 800	$15 \cdot 10^6$	1	1	1410	0,000015
<i>Звезды-гиганты</i>						
Арктур . . .	4 200	...	26	11	1	36,2
β Пегаса . .	3 000	...	141	14	0,007	...
<i>Звезды-сверхгиганты</i>						
Канопус . . .	8 000	...	85	50	0,11	181,1
Антарес . . .	3 200	...	328	50	0,0014	171,3
Бетельгейзе .	3 000	...	850	...	0,0006	652,6

Название звезды	Температура, К		Диаметр по сравнению с диаметром Солнца	Масса по сравнению с массой Солнца	Средняя плотность звезды, кг/м^3	Расстояние от Земли, св. год
	поверхности	в центре				
<i>Белые карлики</i>						
Сириус В . . .	9 400	...	0,024	0,89	52 000 000	8,8
40 Эридана В	12 500	...	0,016	0,31	110 000 000	...
Звезда ван Манаана . . .	8 000	...	0,007	0,12	400 000 000	..

Примечания. 1. Ближайшая к Земле звезда (не считая Солнца) — „ближайшая Кентавра“. Она находится на расстоянии $41,25 \cdot 10^{12}$ км (свет от нее до Земли идет $\approx 4,2$ года).

2. Самые маленькие из известных звезд: звезда Лейтена (LP768—500), звезда Кейпера и звезда Вольф 457. Диаметры этих звезд (белых карликов) равны соответственно ≈ 1200 , ≈ 6000 и 4600 км ($\approx 1/10$, $\approx 1/2$ и $\approx 1/3$ диаметра Земли).

3. Средние плотности звезд — белых карликов: Кейпера и AC + + $70^\circ 8247$ равны соответственно $2\,400\,000\,000$ и $36\,000\,000\,000 \text{ кг/м}^3$.

4. Самые большие по размеру звезды — S Золотой рыбы и VV Цефея. Их диаметры соответственно в 1400 и 1200 раз больше диаметра Солнца.

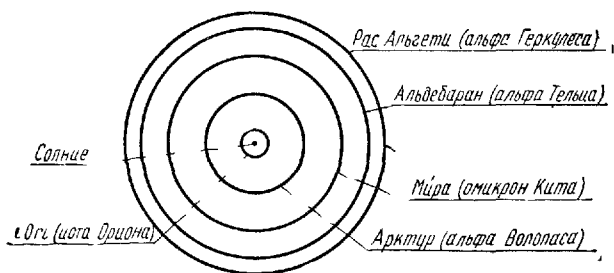


Рис. 21. Диаметр некоторых звезд-гигантов по сравнению с диаметром Солнца

235. Наиболее яркие звезды ночного неба

Собственное имя звезды и ее обозначение	Расстояние до звезды, пк
1. Сириус (α СMa — альфа Большого Пса) . . .	2,7
2. Канопус (α Саg — альфа Киля)	55,5
3. Вега (α Лиg — альфа Лиры)	8,1
4. Капелла (α Ауg — альфа Возничего)	13,7
5. Арктур (α Воо — альфа Волопаса)	11,1
6. Ригель (β Огi — бета Ориона)	330

Примечание. Яркие звезды, видимые на ночном небе, служат, в частности, для ориентировки космических летальных аппаратов.

236. Крупнейший в мире телескоп

Длина трубы телескопа, м	24
Масса телескопа, т	850
В том числе,	
масса трубы	280
" зеркала	42
Диаметр зеркала, м	6
Время, в течение которого охлаждалось отлитое из оптического стекла зеркало	2 года

Место и год установки телескопа Зеленчукская обсерватория (Карачаево-Черкесская автономная область), 1974 г.

Высота башни для телескопа, м . .	53
Диаметр " " " " . . .	44
Высота обсерватории над уровнем моря, м	2070

ХИМИЯ

237. Химические элементы и их основные физические свойства

В таблице приведены названия (по алфавиту) и символы химических элементов, атомные массы A , порядковые номера элементов (N) в таблице Менделеева, плотность ρ , температуры плавления $t_{пл}$ и кипения $t_{кип}$, температурные коэффициенты линейного расширения α для твердых тел и удельные электрические сопротивления ρ_R .

Атомная масса A элементов дана по углеродной шкале. Целые числа в этом столбце, взятые в скобки, показывают массовые числа (число протонов и нейтронов в ядре) радиоактивных элементов для наиболее устойчивого изотопа. В углеродной шкале атомных масс за единицу массы принята $1/12$ часть массы изотопа углерода-12.

Плотность указана для газов при нормальных условиях (0°C ; $101\,325\text{ Па}$), для жидкостей и твердых тел при температуре 20°C ; температуры плавления и кипения элементов даны при нормальном атмосферном давлении; температурный коэффициент линейного расширения и удельное электрическое сопротивление определены при температуре 20°C (если в скобках не указана иная температура).

№ п/п	Название и символ элемента	№	A	ρ , кг/м ³	$t_{пл}$, $^\circ\text{C}$	$t_{кип}$, $^\circ\text{C}$	α , $10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	ρ_R , мкОм · м
1	Азот N	7	14,0067	1,250	—210,0	—195,8	—	—
2	Активный As	89	(227)	10 050	1050	3200	—	—
3	Алюминий Al	13	26,9815	2 700	660,4	2467	24,5 (0÷200)	0,028
4	Америций Am	95	(243)	13 670	994	2607	—	—
5	Аргон Ar	18	39,94	1,784	—189,2	—185,7	—	—
6	Астат At	85	(210)	—	302	337	—	—
7	Барий Ba	56	137,34	3 510	725	1640	19 (0÷100)	0,60 (0)
8	Бериллий Be	4	9,0122	1 848	1278	2970	12,3	0,059
9	Берклий Bk	97	(247)	—	—	—	—	—

№ п/п	Название и символ элемента	№		ρ , кг/м ³
10	Бор В	5	10,81	2 340
11	Бром Br	35	79,904	3 120
12	Ванадий V	23	50,941	6 110
13	Висмут Bi	83	208,9804	9 750
14	Водород Н	1	1,0079	0,090
15	Вольфрам W	74	183,8	19 300
16	Гадолиний Gd	64	157,2	7 868
17	Галлий Ga	31	69,72	5 910
18	Гафний Hf	72	178,4	13 300
19	Гелий He	2	4,00260	0,178
20	Германий Ge	32	72,5	5 323
21	Гольмий Ho	67	164,9304	8 799
22	Диспрозий Dy	66	162,5	8 565
23	Европий Eu	63	151,96	5 250
24	Железо Fe	26	55,847	7 900
25	Золото Au	79	196,9665	19 320
26	Индий In	49	114,82	7 310

Продолжение

$t_{пл}, ^\circ\text{C}$	$t_{кип}, ^\circ\text{C}$	$\alpha, 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$	$\rho_R, \text{мКОм} \cdot \text{м}$
2300	2550	8,3 (20÷750)	$1,0 \cdot 10^{16}$
—7,2	58,8	—	—
1900	3350	8,3	0,25
271,4	1560	13,4 (0÷100)	1,06
—259,14	—252,87	—	—
3387	5660	4,5 (0÷200)	0,055
1311	3233	8 (400)	1,35 (0)
29,8	2403	18 (0÷30)	0,57
2227	4602	5,9 (0÷1000)	0,35
—272,2	—268,9	—	—
937,4	2830	6,1 (0÷300)	$6,5 \cdot 10^5$
1470	2720	9,5 (400)	0,87
1409	2335	8,5 (25)	0,91
822	1600	26 (400)	0,81
1535	2750	11,7	0,098
1064,4	2807	14,2	0,024
156,6	2080	24,8 (0÷100)	0,08

27	Иод J	53	126,9045	4 930
28	Иридий Ir	77	192,2	22 400
29	Иттербий Yb	70	173,0	6 972
30	Иттрий Y	39	88,9059	4 472
31	Кадмий Cd	48	112,40	8 650
32	Калий K	19	39,09	862
33	Калифорний Cf	98	(251)	—
34	Кальций Ca	20	40,08	1 550
35	Кислород O	8	15,999	1,43
36	Кобальт Co	27	58,9332	8 900
37	Кремний Si	14	28,08	2 328
38	Криптон Kr	36	83,80	3,743
39	Ксенон Xe	54	131,30	5,851
40	Курчатовий Kc	104	(261)	—
41	Кюрий Cm	96	(247)	—
42	Лантан La	57	138,905	6 200
43	Лоуренсий Lr	103	(256)	—
44	Литий Li	3	6,94	534*
45	Лютеций Lu	71	174,97	9 849
46	Магний Mg	12	24,305	1 738
47	Марганец Mn	25	54,94	7 440
48	Медь Cu	29	63,54	8 960

113,5	184,4	93	$1,3 \cdot 10^{19} (0)$
2447	4130	6,8 (0÷200)	0,053
824	1193	30	0,27
1523	3337	10,8 (25÷1000)	0,65
321,1	765	30 (25)	0,076
63,6	774	83 (0÷50)	0,07
—	—	—	—
839	1484	22 (0÷300)	0,05
—218,4	—183,0	—	—
1495	2870	12,3	0,06
1410	2355	4,7	10^{10}
—156,6	—152,3	—	—
—111,9	—107,1	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
920	3470	5	0,6
—	—	—	—
180,5	1347	0,56	0,09 (0)
1656	3315	12,5 (400)	0,79
648,8	1090	26 (0÷100)	0,045
1244	1962	22	1,85
1084,5	2567	17,4 (0÷200)	0,017

№ п/п	Название и символ элемента	№	A	ρ , кг/м ³
49	Менделевий Md . .	101	(258)	10 200
50	Молибден Mo . . .	42	95,9	10 200
51	Мышьяк As	33	74,9216	5 730
52	Натрий Na	11	22,98977	971
53	Неодим Nd	60	144,2	7 000
54	Неон Ne	10	20,17	0,90
55	Нептуний Np	93	(237)	20 250
56	Никель Ni	28	58,7	8 900
57	Ниобий Nb	41	92,9064	8 570
58	Нобелий No	102	(255)	—
59	Олово Sn	50	118,6	7 310
60	Осмий Os	76	190,2	22 570***
61	Палладий Pd	46	106,4	12 020 \
62	Платина Pt	78	195,0	21 450
63	Плутоний Pu	94	(244)	19 816
64	Полоний Po	84	(209)	9 320
65	Празеодим Pr	59	140,9077	6 772 \
66	Прометий Pm	61	(145)	—

Продолжение

$t_{пл}, ^\circ\text{C}$	$t_{кнп}, ^\circ\text{C}$	$\alpha, 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$\rho_K, \text{ мКОм}\cdot\text{м}$
2622	4804	—	—
2617	4612	5,0 (20÷100)	0,057
—	613**	5,6 (40)	0,32 (0)
97,8	882,9	71	0,049
1010	3067	6,7 (25)	0,64
—248,7	—246,0	—	—
640	3902	—	—
1455	2732	13,3 (25)	0,073
2468	4742	7,1 (20÷100)	0,18
—	—	—	—
231,97	2270	23 (0÷100)	0,12
3045	5027	4,6 (50)	0,095
1554	3140	11,8 (0)	0,108
1772	3827	9	0,105
641	3232	50,8 (0÷100)	1,5
254	962	—	1,4
931	3212	6 (400)	0,69 (18)
1080	2460	—	—

67	Протактиний Pa . . .	91	(231)	15 370
68	Радий Ra	88	(226)	5 000
69	Радон Rn	86	(222)	9,73
70	Рений Re	75	186,2	21 020
71	Родий Rh	45	102,9055	12 400
72	Ртуть Hg	80	200,5	13 546
73	Рубидий Rb	37	85,467	1 532
74	Рутений Ru	44	101,0	12 400
75	Самарий Sm	62	150,4	7 500
76	Свинец Pb	82	207,2	11 350
77	Селен Se	34	78,9	4 800
78	Сера S	16	32,06	2 070
79	Серебро Ag	47	107,868	10 500
80	Скандий Sc	21	44,9559	3 000
81	Стронций Sr	38	87,62	2 540
82	Сурьма Sb	51	121,7	6 691
83	Таллий Tl	81	204,3	11 850
84	Тантал Ta	73	180,947	16 650
85	Теллур Te	52	127,6	6 240
86	Тербий Tb	65	158,9254	8 230
87	Технеций Tc	43	(97)	11 487
88	Титан Ti	22	47,90	4 540

<1600	—	—	—
700	1140	—	—
—71	—62	—	—
3180	5627	12,5	0,21
1963	3727	8,5 (0÷100)	0,04
—38,9	356,7	—	0,96
39	688	90	0,12 (0)
2510	3900	9,1	0,076 (0)
1072	1778	...	0,88
327,5	1740	30,3 (0÷200)	0,21
217	648	37 (40)	0,12 (0)
112,8	444,67	64 (40)	$2 \cdot 10^{21}$
961,93	2212	20,6 (0÷500)	0,016
1539	2832	12 (25÷100)	0,66 (25)
769	1384	20	0,25 (0)
630,7	1750	10,8 (0÷100)	0,42
303,5	1457	28	0,18 (0)
2996	5425	6,5 (20÷100)	0,13
449,5	989	16,8 (0÷100)	$16 \cdot 10^2$
1360	3041	7 (25)	1,2 (25)
2172	4877	—	0,7 (100)
1660	3287	8,5 (0÷200)	0,55

№ п/п	Название и символ элемента	№	A
89	Торий Th	90	232,0381
90	Тулий Tm	69	168,9342
91	Углерод C	6	12,011
92	Уран U	92	238,02
93	Фермий Fm	100	(257)
94	Фосфор P	15	30,97376
95	Франций Fr	87	(223)
96	Фтор F	9	18,99840
97	Хлор Cl	17	35,453
98	Хром Cr	24	51,996
99	Цезий Cs	55	132,9054

Продолжение

ρ , кг/м ³	$t_{пл}$, °C	$t_{кип}$, °C	α , 10 ⁻⁶ °C ⁻¹	ρ_R , мкОм·м
11 720	1750	4790	11,3 (20÷100)	0,18
9 300	1545	1950	0,9	0,79
2100—2520 (графит)	3652—3697**	4200	3,5—8,0 (0÷1000)	13
3 511 (алмаз)	>3500	4200	1,2 (40)	10 ¹⁸
19 000	1132,3	3818	23 (25÷300)	0,30 (25)
—	—	—	—	—
1 800 (белый)	44,1	280	125 (0÷400)	10 ¹⁵
—	—	—	—	—
1,70	-219,6	-188,1	—	—
3,214	-100,98	-34,6	—	—
7 190	1857	2672	6,2	0,14
1 870	28,4	678,4	97	0,20

100	Церий Ce	58	140,12	6 800	798	3257	8,5 (25)	0,75
101	Цинк Zn	30	65,38	7 140	419,6	907	34 (0÷200)	0,059
102	Цирконий Zr	40	91,22	6 500	1852	4377	6,9 (20÷400)	0,44
103	Эйнштейний Es	99	(254)	—	—	—	—	—
104	Эрбий Er	68	167,2	9 051	1522	2510	9,2 (25)	1,07

Примечание. При обычных значениях температуры и давления азот, аргон, водород, гелий, кислород, криптон, ксеион, неон, радон, фтор и хлор находятся в газообразном состоянии, бром и ртуть — в жидком, остальные элементы — в твердом.

* Самый легкий металл.

** Указана температура возгонки, т. е. температура перехода вещества из твердого состояния в газообразное, минуя стадию жидкости

*** Самый тяжелый металл.

238. Физические свойства распространенных органических и неорганических соединений

Плотность ρ указана для твердых и жидких тел при температуре 20 °С, для газов при нормальных условиях (0 °С; 101 325 Па). Температуры плавления $t_{\text{пл}}$ и кипения $t_{\text{кип}}$ даны при нормальном давлении (101 325 Па).

Принятые сокращения: рзл. — соединение при указанной температуре разлагается (вз. — возгоняется); т — твердое, ж — жидкое, г — газообразное агрегатные состояния.

Название соединения	Формула	Агрегатное состояние	ρ , кг/м ³	$t_{\text{пл}}$, °С	$t_{\text{кип}}$, °С
Азотная кислота . . .	HNO ₃	ж	1530	—41,3	рзл. 86
Азотнокислое серебро	AgNO ₃	т	4350	208,6	рзл. 444
Аммиак	NH ₃	г	0,77	—77,7	—33,4
Ацетилен	C ₂ H ₂	г	1,17	—80,8	83,8
Ацетон	C ₃ H ₆ O	ж	791	—94,4	56,5
Белила:					
свинцовые	2PbCO ₃ × ×Pb(OH) ₂	т	6 140	рзл. 150	—
цинковые	ZnO	т	5 600	вз. 1800	—
Бензол	C ₆ H ₆	ж	880	5,5	80,1
Гипосульфит	Na ₂ S ₂ O ₃ × ×5H ₂ O	т	1 730	48	рзл. 220
Глицерин	C ₃ H ₈ O ₃	ж	1 260	—17,9	290
Едкий натр	NaOH	т	2 130	328	1388
Карбит вольфрама	WC	т	15 700	2770	ок. 6000
Камфара	C ₁₀ H ₁₆ O	т	990	176	вз. 204
Купорос медный	CuSO ₄ × ×5H ₂ O	т	2 290	>105	—
Марганцовокислый калий	KMnO ₄	т	2 700 2700—	рзл. >200	—
Мел	CaCO ₃	т	—2900	рзл. >550	—
Нафталин	C ₁₀ H ₈	т	1 140	80,1	218
Нашатырь	NH ₄ Cl	т	1 540	рзл.	—
Нитроглицерин	C ₃ H ₅ (ONO ₂) ₃	ж	1 600	13,5	260 взрывается
Озон	O ₂	г	2,14	—251	—112

Название соединения	Формула	Агрегатное состояние	ρ , кг/м ³	$t_{пл}$, °C	$t_{кип}$, °C
Перекись водорода	H ₂ O ₂	ж	1 450	—0 43	150,2
Поташ	K ₂ CO ₃	т	2 400	891	рзл.
Сахароза (сахар тростниковый, свекловичный)	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	т	1 590 (15 °C)	рзл. 184	—
Скипидар	*	ж	855—880	...	153—180
Сода:					
бельевая (стиральная, пушонка)	Na ₂ CO ₃	т	2 530	563,7	1496
питьевая (двууглекислая)	NaHCO ₃	т	2 200	рзл. 270	—
Спирт этиловый . .	C ₂ H ₅ OH	ж	790	—114,2	78,5
Сурик свинцовый . .	PbO ₄	т	9 100	рзл. 500	—
Сухой лед	CO ₂	т	1 512	вз. —78,5	—
Тиофос	(C ₂ H ₅ O) ₂ × × PSOC ₆ × × H ₄ NO ₂	ж	1 266	6,1	157—162
Тол (тротил, тринитротолуол)	C ₇ H ₅ O ₆ N ₃	т	1 641	80,8	рзл. >150
Толуол	C ₇ H ₈	ж	870	—95	110,6
Фенол	C ₆ H ₅ OH	т	1 070	41	181
Фреон-12	CCl ₂ F ₂	г	1,44 (—15 °C)	—155	—29,8
Хлористый натрий .	NaCl	т	2 160	800	1467
Хлороформ	CHCl ₃	ж	1 489	—63,5	61,2
Эфир этиловый . . .	(C ₂ H ₅) ₂ O	ж	710	—116,0	34,6

* Скипидар — сложная смесь, состоящая в основном из углеводородов

239. Химический состав некоторых сплавов

Сплав	Химические элементы, входящие в состав сплава
Алюмель	Никель 95%, остальное — алюминий, кремний и магний
Вуда	Висмут 50%, свинец 25%, олово 12,5%, кадмий 12,5%
Дуралюмин	Медь 3,8—4,8%, марганец 0,4—0,8%, магний 0,4—0,8%, кремний 0,6—0,8%, железо до 0,8%, остальное — алюминий
Инвар*	Железо $\approx$ 64%, никель 36%, углерод 0,15—0,25%
Константан	Медь 54—60%, никель 40—46%, и иногда до 2% марганца
Копель	Медь 56%, никель 43,5%, марганец 0,5%
Латунь	Медь 60,5—97%, остальное — цинк
Магганин	Медь 84—86%, марганец 12%, никель 2—4%
Мензильбер	Медь 62—65%, цинк 13—45%, никель 5—35%
Никелин	Медь 68,5%, никель 30%, марганец 1,5%
Нихром	Никель 55—78%, хром 15—23%, марганец 1,5%, остальное — железо
Платинит**	Никель 46%, углерод 0,15%, остальное — железо
Платино-иридиевый*** .	Платина 90%, иридий 10%
Сталь:	
нержавеющая . . .	Хром 12—18%, никель до 8%, углерод 0,14—0,23%, марганец, кремний — по 0,3%, остальное — железо
углеродистая . . .	Углерод — до 2%, марганец 0,3—0,7%, кремний 0,2—0,4%, фосфор 0,01—0,05%, сера 0,01—0,04%, остальное — железо

* Инвар имеет минимальный температурный коэффициент линейного расширения (см табл. 109) и практически не расширяется в интервале температур от — 100 до 100° С. Сплав используется в точном приборостроении для изготовления эталонов, деталей часовых механизмов, высотомеров и др.

** Температурный коэффициент линейного расширения у платинита такой же, как и у стекла. Используется как заменитель платины для проводников, впаиваемых в стекло (из него, например, изготавливаются электровводы в электрические лампы и др.).

*** Сплав обладает большой механической прочностью. Применяется для изготовления эталонов массы.

Сплав	Химические элементы, входящие в состав сплава
Хромель	Никель 90%, хром 10%
Хромоникелевые сплавы (типа „фехраль“ и „хромаль“)	Хром 12—30%, алюминий 3,5—6,5%, марганец 0,7%, никель 0,6%, остальное— железо
Чугун	Железо $\approx$ 96—98%, углерод 2—4%, кремний 0,3—5,0%, примеси марганца, серы, фосфора

240. Химический состав Земли

Земля в целом		Атмосфера*, гидросфера и литосфера	
элемент	массовая доля, %	элемент	массовая доля, %
Железо	39,76	Кислород	49,42
Кислород	27,71	Кремний	25,75
Кремний	14,53	Алюминий	7
Магний	8,69	Железо	4,70
Никель	3,46	Кальций	3,39
Кальций	2,32	Натрий	2,64
Алюминий	1,72	Калий	2,40
Сера	0,64	Магний	1,94
Натрий	0,38	Водород	0,88
Хром	0,20	Титан	0,58
Калий	0,14	Хлор	0,19
Фосфор	0,11	Фосфор	0,12
Марганец	0,07	Марганец	0,09
Углерод	0,04	Углерод	0,09
Титан	0,02	Сера	0,06
Остальные элементы	0,14	Остальные элементы	0,26

* Данные о составе атмосферы помещены в табл. 19.

241 Химический состав лунного грунта

Вещество грунта Луны представляет собой вулканическую горную породу — базальт, в которой определено около 70 химических элементов*.

Химический состав соединений	„Луна-16“	„Аполлон-11“	„Аполлон-12“	Химический состав соединений	„Луна-16“	„Аполлон-11“	„Аполлон-12“
	Массовая доля, %				Массовая доля, %		
SiO ₂	43,8	40,77	40	Na ₂ O	0,38	0,51	0,95
FeO	19,35	19,79	21,30	Cr ₂ O ₃	0,28	0,33	0,55
Al ₂ O ₃	13,65	11,82	11,2	MnO	0,2	0,22	0,26
CaO	10,4	10,58	10,70	K ₂ O	0,15	0,29	0,065
MgO	7,05	7,74	11,7	ZrO ₂	0,04	0,1	0,023
TiO ₂	4,9	7,92	3,7				

* Образцы лунного грунта, доставленные космонавтами кораблей „Аполлон-11“ и „Аполлон-12“, были взяты на расстоянии 900 и 2500 километров от места посадки станции „Луна-16“.

242. Химические элементы, из которых состоит организм человека

Элемент	Процентное содержание (по массе)	Элемент	Процентное содержание (по массе)
Кислород	65	Калий	0,35
Углерод	18	Сера	0,25
Водород	10	Натрий	0,15
Азот	3	Хлор	0,15
Кальций	2	Магний	0,05
Фосфор	1	Железо	0,004

IV. НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ИЗ ТЕХНИКИ

243. Легковые автомобили

Показатель	„Запоро- жец“ (ЗАЗ-968)	„Жигули“ (ВАЗ-2101)	„Моск- вич-412“	„Волга“ (ГАЗ-21)	„Волга“ (ГАЗ-24)	„Чайка“	ГАЗ-69
Число мест	4	5	4—5	5	5—6	7	8
Собственная масса в снаряженном состоянии, кг	790	945	1000	1450	1400	2100	1525
Масса с полной нагрузкой, кг . .	1110	1345	1340	1875	1825	2625	2175
Максимальная скорость, км/ч . .	125	140	140	130	145	160	90
Максимальная мощность двига- теля, кВт (л. с.)	33(45)	44(60)	55(75)	55(75)	72(98)	143(195)	38(52)
Частота вращения коленчатого ва- ла, с ⁻¹ (мин ⁻¹ или об/мин)	73,3 (4400)	93,3 (5600)	96,6 (5800)	66,6 (4000)	75 (4500)	70 (4200)	60 (3600)
Число цилиндров	4	4	4	4	4	8	4

Показатель	„Запоро- жец“ (ЗАЗ-968)	„Жигули“ (ВАЗ-2101)
Диаметр цилиндра, мм	76	76
Ход поршня, мм	66	66
Рабочий объем цилиндров (лит- раж), л	1,20	1,20
Емкость топливного бака, л . . .	30	39
Давление воздуха в шинах колес, МПа (ат):		
передних	0,13(1,3)	0,17(1,7)
задних	0,17(1,7)	0,18(1,8)

Продолжение

„Моск- вич-412“	„Волга“ (ГАЗ-21)	„Волга“ (ГАЗ-24)	„Чайка“	ГАЗ-69
82	92	92	100	82
70	92	92	88	100
1,48	2,44	2,44	5,5	2,12
46	60	55	80	75
0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,20(2,0)
0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,17(1,7)	0,21(2,2)

244. Грузовые автомобили и автобусы

Показатель	Грузовые автомобили				Автобусы			
	ГАЗ-51А	ГАЗ-52-03	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	РАФ-977Д	ПАЗ-672	ЛНАЗ-677	ЛАЗ-695М
Грузоподъемность, кг (для автобусов — число пассажиров)	2500	2500	4000	5000	10	45	80	32
Собственная масса в снаряженном состоянии, кг .	2500	2815	3250	4300	1720	4535	7800	6350
Масса с полной нагрузкой, кг	5150	5465	7400	9525	2550	8060	15 500	10 340
Максимальная скорость, км/ч	70	70	85	90	110	80	70	75
Максимальная мощность двигателя, кВт (л. с.) . . .	51(70)	55(75)	84(115)	110(150)	55(75)	110(115)	132(180)	110(150)
Частота вращения коленчатого вала, с ⁻¹ (мин ⁻¹ или об/мин)	46,6 (2800)	46,6 (2800)	53,3 (3200)	51,6 (3100)	66,6 (4000)	53,3 (3200)	53,3 (3200)	53,3 (3200)
Число цилиндров	6	6	8	8	4	8	8	8
Диаметр цилиндра, мм	82	82	92	100	92	92	108	100

Показатель	Грузовые автомобили				Автобусы			
	ГАЗ-51А	ГАЗ-52-03	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	РАФ-977Д	ПАЗ-672	ЛиАЗ-677	ЛАЗ-695М
Ход поршня, мм	110	110	80	95	92	80	95	95
Рабочий объем цилиндров, л	3,48	3,48	4,25	6,0	2,44	4,25	7,0	6,0
Емкость топливного бака, л	90	90	90	170	60	105	250	150
Давление воздуха в шинах колес, МПа (ат):								
передних	0,29(3,0)	0,29(3,0)	0,27(2,8)	0,34(3,5)	0,25(2,5)	0,44(4,5)	0,73(7,5)	0,49(5,0)
задних	0,34(3,5)	0,39(4,0)	0,42(4,3)	0,49(5,0)	0,25(2,5)	0,44(4,5)	0,66(6,7)	0,49(5,0)

245. Мопеды, мотороллеры, мотоциклы

Показатель	Мопеды			Мотороллеры		Мотоциклы			
	МП-047	„Рига-4“	„Верховина-3“ и „Гурист“	В-150М	„Турист-М“	М-106	„Восход-2“	ИЖ-Юпитер-3	„Урал-3“ (с коляской)
Масса (без нагрузки), кг .	40	52	51	120	145	100	112	158	320
Максимальная скорость, км/ч	40	50	50	70	90	85	95	125	105
Максимальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	0,9(1,2)	1,6(2,2)	1,5(2,0)	4,4(6,0)	8,8(12)	6,6(9)	8,1(11)	18,4(25)	23,6(32)
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, с ⁻¹ (мин ⁻¹ или об/мин)	75 (4500)	81,7—88,3 (4900—5300)	81,7—91,7 (4900—5500)	80 (4800)	86,6 (5200)	91,7 (5500)	86,6—90,0 (5200—5400)	88,3 (5300)	80,0—88,3 (4800—5300)
Диаметр цилиндра, мм . .	38	38	38	57	62	52	62	62	78

Показатель	Мопеды			Мотороллеры		Мотоциклы			
	МП-047	„Рига-4“	„Верховина-3“ и „Турист“	В-150М	„Турист-М“	М-106	„Восход-2“	ИЖ-Юпитер-3	„Урал-3“ (с коляской)
Ход поршня, мм	40	44	44	58	66	58	58	58	68
Рабочий объем цилиндра, см ³	45	50	50	148	199	123	174	347	649
Давление воздуха в шине колеса, кПа (ат):									
переднего	98,1(1,0)	160,0(1,6)	147,1(1,5)	78,4(0,8)	147,1(1,5)	117,8(1,2)	147,1(1,5)	147,1(1,5)	147,1(1,5)
заднего	165,6(1,8)	196,1(2,0)	245,2(2,5)	196,1(2,0)	245,2(2,5)	147,1(1,5)	196,1(2,0)	196,1(2,0)	255,0(2,6)

Примечания: 1. Путь торможения указанных в таблице машин со скорости 30 км/ч (8,3 м/с) равен 7,0 м. 2. Тип двигателей — двухтактный (у мотоцикла „Урал-3“ — четырехтактный). 3. Двигатели мотоциклов ИЖ-Юпитер-3 и „Урал-3“ имеют два цилиндра, все остальные — один.

246. Тракторы гусеничные

Показатель	Марка трактора						
	T-38M	ДТ-75	ДТ-75М	T-4	T-100 M	T-130	T-150
Масса (эксплуатационная), кг	4150	6370	6610	8100	11450	14540	7030
Мощность дизеля, кВт (л.с.)	35(48)	55(75)	66(90)	81(110)	74(108)	103(140)	110(150)
Частота вращения коленчатого вала, с ⁻¹ (мин ⁻¹ или об/мин) . .	26,7 (1600)	28,3 (1700)	29,1 (1750)	26,7 (1600)	17,8 (1070)	28,3 (1700)	33,3 (2000)
Число цилиндров . .	4	4	4	6	4	4	6
Диаметр цилиндра, мм	105	120	130	130	145	145	130
Ход поршня, мм . .	130	140	140	140	205	205	115
Рабочий объем цилиндров, л	4,5	6,33	7,45	11,15	13,53	13,53	9,15
Наибольшая сила тяги на крюке, кН (кгс); в знаменателе указана скорость, соответствующая этой силе, км/ч .	19,02(1940)	29,42(3000)	32,95(3360)	49,03(5000)	93,16(9500)	92,18(9400)	41,68(4250)
	4,3	5,0	5,3	3,3 — 4,5	3,78	3,77	7,65
Ширина гусеницы, м	0,28	0,39	0,39	0,42	0,5	0,5	0,39
Давление на грунт, кПа (кгс/см ²)	59,0(0,6)	43,1(0,44)	47,1(0,48)	37,3(0,38)	47,1(0,48)	49,0(0,5)	45,1(0,46)

247. Тракторы колесные

Показатель	Марка трактора				
	Т-25	Т-40	МТЗ-50	МТЗ-80	К-700
Масса, кг . . .	1625	2300	2720	3150	11 000
Мощность дизеля кВт (л. с.) . .	15—18 (20—24)	29(40)	40(55)	55(75)	147(200)
Частота вращения коленчатого вала, с ⁻¹ (мин ⁻¹)	26,7—30,0 (1600—1800)	26,7(1600)	28,3(1700)	36,7(2200)	28,3(1700)
Число цилиндров	2	4	4	4	8
Диаметр цилиндра, мм	105	105	110	110	130
Ход поршня, мм	120	120	125	125	140
Рабочий объем цилиндров, л . .	2,08	4,15	4,75	4,75	14,9
Наибольшая сила тяги на крюке, кН (кгс); в знаменателе указана скорость, соответствующая этой силе, км/ч . . .	686 (700) 5,7	10,87 (1100) 6,1	13,73(1400) 1,7	13,73(1400) 2,1	58,84(6000) 5,7
Давление воздуха в шинах колес, МПа (кгс/см ²):					
задних . . .	0,08—0,09(0,8—0,9)	0,08—0,12(0,8—1,2)	0,08—0,14(0,8—1,4)	0,08—0,20(0,8—2,0)	0,11—0,17(1,1—1,7)
передних . .	0,18—0,20(1,8—2,0)	0,18—0,20(1,8—2,0)	0,16—0,27(1,6—2,7)	0,17(1,7)	0,11—0,17(1,1—1,7)

248. Электровозы

Показатель	Серия электровоза					
	постоянного тока			переменного тока		
	ВЛ8	ВЛ10	ЧС3	ВЛ60 ^к	ВЛ80 ^к	ЧС4
Масса, т	184	184	85	138	184	123
Максимальная скорость, км/ч . .	100	100	120	100	110	160
К. п. д., %	89,1	90,2	90,7	84	84	—
Напряжение на токоприемнике, кВ	3	3	3	25	25	25
Мощность часового режима на валу тягового двигателя*, кВт	525	650	700	775	790	850
Число тяговых электродвигателей	8	8	4	6	8	6
Сила тяги часового режима на ободе колес, кН (кгс); в знаменателе указана соответствующая этой силе скорость, км/ч	343(35 000)	382(39 000)	141(14 400)	312(31 860)	432(44 080)	166(17 000)
	42	47	70,3	52	51,2	106

* Часовая мощность — наибольшая мощность, которую электродвигатель может развивать при непрерывной работе в течение одного часа без превышения температуры его обмоток сверх установленной нормы.

249. Тепловозы

Показате л ь	Серия тепловоза		
	ТЭЗ	2ТЭ10Л	ТЭП60
Масса, т	126	258	129
Максимальная скорость, км/ч . .	100	100	160
К, п. д., % . . .	27	29	27
Число секций .	1	2	1
Мощность ди- зеля секции, кВт (л. с.)	1470(2000)	2200(3000)	2200(3000)
Мощность глав- ного генератора секции, кВт . . .	1350	2000	2000
Число тяговых электродвигате- лей секции . . .	6	6	6
Длительная мощность одного тягового электро- двигателя*, кВт	206	307	310
Длительная си- ла тяги тепловоза, кН (кгс); в знаме- нате ле указана соответствующая этой силе ско- рость, км/ч . . .	198,1(20 200)	509,9(52 000)	122,6(12 500)
	20	24	50

* Длительная мощность —наибольшая мощность тягового электродвигателя при непрерывной работе в течение продолжительного времени без превышения темпе- ратуры его обмоток сверх допустимой нормы.

250. Пассажирские самолеты (турбовинтовые и реактивные)

Показатель	Турбовинтовые			Реактивные			
	Ан-10	Ил-18	Ту-114	Як-40	Ту-104Б	Ту-154	Ил-62
Число мест (пассажирских)	115	100	200	27	115	158	186
Масса ненагруженного самолета, т	32,5	32,4	94,5	9,3	42,3	47	67,9
Взлетная масса, т	56	61,2	173,5	13,7	76	90	160
Крейсерская скорость*, км/ч	660	650	750	550	800	850—920	870
Максимально допустимое число М**	0,70	0,65	0,82	0,65	0,85	...	0,86
Высота полета максимальная, км	10	9,2	12	11	11,9	12	12
Максимальная дальность полета, км	2500	6500	9500	510	2900	4000	10 000
Длина разбега при взлете, м	1000	1300	3000	550	2200	1215	2 000

* См. табл. 52.

** Число М показывает, во сколько раз скорость полета самолета на определенной высоте больше (или меньше) скорости звука на этой же высоте.

Показатель	Турбовинтовые			Реактивные			
	Ан-10	Ил-18	Ту-114	Як-40	Ту-104Б	Ту-154	Ил-62
Длина пробега при посадке, м	950	900	1 900	520	1800	710	1000
Скорость отрыва от земли, км/ч	220	235	300	175	300	270	300
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	2940 (4000)	2940 (4000)	11 000 (15 000)	—	—	—	—
Число двигателей . .	4	4	4	3	2	3	4
Сила тяги двигателя, кН (кгс)	—	—	—	14,7 (1500)	95,1 (9700)	93,2 (9500)	103 (10 500)
Габариты, м							
длина	34	35,9	54,1	20,4	40,0	48	53,1
высота	9,8	10,2	15,5	6,5	11,9	11,4	12,4
размах крыла . . .	38,0	37,4	51,1	25,0	34,5	37,5	43,3

251. Пассажирские самолеты (поршневые)

Показатель	Тип самолета	
	Ан-2	Ил-14М
Число мест (пассажирских)	12	24; 36
Масса ненагруженного самолета, т	3,4	12,6
Взлетная масса, т	5,25	17,5
Крейсерская скорость*, км/ч	180—210	280—350
Скорость, км/ч:		
полета (максимально допустимая)	256	415
посадочная	90	135—140
отрыва от земли	80—90	140—150
Максимальная дальность полета, км	1200	1900
Длина разбега при взлете, м	160—190	530—650
„ пробега при посадке, м	215—430	500
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	735(1000)	1400(1900)
Число двигателей	1	2
Габариты, м:		
длина	12,4	22,3
высота	5,4	7,8
размах крыла	18,2	31,7

* См. табл. 52.

252. Сверхзвуковой пассажирский самолет Ту-144

Число мест (пассажирских)	120
Масса ненагруженного самолета, т	77
Потолок, м	20 000
Крейсерская скорость*, км/ч	до 2500
Дальность полета, км	6500
Длина разбега при взлете, м	1900
Число двигателей	4
Сила тяги двигателя (при взлете), кН (кгс)	178(18 150)
Дата первого полета	31.XII. 1968 г.

* См. табл. 52.

253. Реактивные самолеты-истребители (послевоенные)

Показатель	Тип самолета	
	МиГ-19С	МиГ-21
Скорость, км/ч:		
полета максимальная	1454 (на высоте 10 км)	2175 (на высоте 11 км)
посадочная	235	. . .
Число двигателей	2	1
Тяга двигателя, кН (кгс)	2390 (3250)	2870 (3900)
Масса самолета, кг:		
ненагруженного	5172	5800
взлетная	8660	9080
Дальность полета, км	2200	. . .
Потолок, м	17500	19 000
Габариты, м:		
длина	12,5	≈ 16
размах крыла	9	11
Угол стреловидности крыла, °	55	53
Площадь крыла, м ²	25	29

254. Вертолеты

Показатель	Тип вертолета				
	Ми-4П	Ми-6	Ми-8	Ка-1 ^а	Ка-26
Число мест (пассажирских)	10—13	*	28	3	6
Масса ненагруженного вертолета, т	5,2—5,5	27,2	7,5	1,1	2,0
Взлетная масса, т	7,4	40,5—42,5	11—12	1,5	3,2
Крейсерская скорость**, км/ч	140	200—250	200	120	140

* Объем грузовой кабины 88 м³.

** См. табл. 52.

Показатель	Тип вертолета				
	Ми-4П	Ми-6	Ми-8	Ка-18	Ка-26
Максимальная скорость, км/ч .	180	300	230	130	170 .
Скорость подъема (у земли), м/с	5,6	5—8	5,1	4	6
Максимальная дальность полета, км	740	810	650	400	304
Максимальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	1250 (1700)	4060 (5500)	1100 (1500)	206 (280)	239 (325)
Число двигателей***	1п	2 гэт	2 гэт	1п	2п
Диаметр несущего винта, м . .	21	35	21,3	7	13
Диаметр рулевого винта, м . .	3,6	6,3	3,8	—	—
Высота вертолета, м	4,4	9,0	4,7	3,4	4,0

*** Буквы п и гэт обозначают тип двигателя — поршневой или газотурбинный.

255. Первый искусственный спутник Земли и первый корабль-спутник

Показатель	Первый искусственный спутник Земли	Первый корабль-спутник
Масса, кг	83,6	4540
Высота полета над Землей, км:		
наименьшая	228	312
наибольшая	947	369
Период обращения, мин	96,2	91,2
Число оборотов, совершенных вокруг Земли	ок. 1400	1017
Пройденный путь, км	ок. 60 млн	...
Время существования, сут	92	843
Дата запуска	4.X.1957 г.	15.V 1960 г.

256. Космический корабль «Восток»

Форма и размер спускаемого аппарата, внутри которого находилась кабина космонавта	шар диаметром 2,3 м
Масса, т:	
спускаемого аппарата	2,4
корабля (спускаемого аппарата и приборного отсека)	4,73
последней ступени ракеты-носителя	1,44
Длина (с последней ступенью ракеты-носителя), м	7,35
Давление воздуха в кабине, Па (мм рт. ст.)	10 ⁵ (750)
Температура воздуха в кабине (регулируемая), °С	12÷25
Относительная влажность воздуха в кабине (регулируемая), %	30÷70
Число иллюминаторов в кабине	3
Температура пограничного слоя воздуха при вхождении спускаемого аппарата в плотные слои атмосферы °С	≈ 10 000
Высота орбиты корабля над Землей, км.	
наибольшая	327
наименьшая	181
Период обращения вокруг Земли, мин	89,1
Летчик-космонавт	Ю. А. Гагарин
Дата запуска и приземления	12 апреля 1961 г.

257. Ракета-носитель космического корабля «Восход»

Общая длина, м	38
Диаметр, м:	
по воздушным рулям	10,3
по центральному блоку	3,0
Число ступеней	3
Топливо	жидкий кислород и керосин
Сила тяги ЖРД, кН (тс):	
первой ступени	1000 (102)
второй "	940 (96)
Число ЖРД:	
первой ступени	4
второй "	1
Общая мощность двигателей, кВт (л. с.)	14,7 · 10 ⁶ (20 · 10 ⁶)

258. Многоместный космический корабль «Восход»

Масса, кг	5320
Число двигателей	7
Сила тяги двигателей (максимальная), МН (тс)	6,4 (650)
Высота орбиты корабля над Землей, км.	
наибольшая	408
наименьшая	177,5
Период обращения вокруг Земли, мин . .	90
Количество оборотов вокруг Земли . . .	17
Пройденный путь в космосе, км	≈700 тыс.
Продолжительность полета, ч	24,3
Экипаж	В. М. Комаров, К. П. Феоктистов, Б. Б. Егоров
Дата полета	12—13 октября 1964 г.

259. Космический корабль «Союз»

„Союз“ — наименование серии многоместных пилотируемых космических кораблей, предназначенных для длительных полетов на орбите спутника Земли, маневрирования, стыковки на орбите.

Масса, кг	6450—6650
Общий объем орбитального отсека и спускае- мого аппарата, м ³	9
Перегрузки на участке спуска (в атмосфере) .	3—4 единицы
Скорость приземления спускаемого аппарата, м/с	2—3
Источник энергопитания бортовой аппаратуры	солнеч- ная батарея
Полезная площадь панелей солнечной батареи, м ²	14
Дата запуска первого корабля серии „Союз“ на орбиту	23.IV. 1967 г.

Корабль „Союз“ состоит из кабины пилота (спускаемого аппарата), орбитального и приборно-агрегатного отсеков.

В кабине пилота корабля „Союз“ космонавты находятся при выведении корабля на орбиту, при маневрировании на орбите и спуске на Землю. В кабине размещаются: пульт управления, средства радиосвязи, аппаратура обеспечения жизнедеятельности и система управления спуском, контейнеры с запасами пищи и воды. Снаружи кабина покрыта слоем тепловой защиты; на ее корпусе смонтированы микродвигатели системы управления спуском и тормозные пороховые двигатели мягкой посадки.

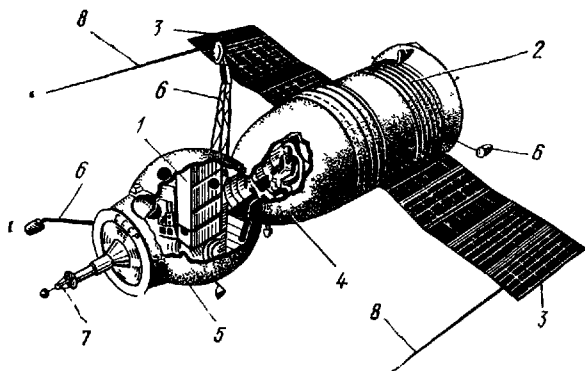


Рис. 22. Космический корабль „Союз“:

1— рабочее место космонавта; 2 — приборно-агрегатный отсек; 3—панели солнечных батарей; 4—кабина космонавта (спускаемый аппарат); 5 — орбитальный отсек; 6 — антенна радиотехнической системы сближения; 7 — штырь стыковочного устройства; 8 — антенны радиотелеметрических систем

Орбитальный отсек служит лабораторией для проведения наблюдений и исследований, местом отдыха космонавтов и играет роль шлюзовой камеры при выходе космонавтов в открытый космос и при возвращении в корабль. В отсеке размещаются: агрегаты системы жизнеобеспечения, аппаратура управления и связи, научные приборы, телекамера, кинофотоаппаратура, продукты питания и др. Во время полета в корабле можно находиться в легкой одежде без скафандров.

В герметичной части приборно-агрегатного отсека сосредоточены агрегаты системы терморегулирования, системы электропитания, приборы системы ориентации и управления движением. В негерметичной части отсека находится двигательная установка с двумя жидкостно-ракетными двигателями (основным и дублирующим) с силой тяги примерно 4000 Н каждый. Двигательная установка предназначена для коррекции орбиты корабля, дальнего сближения при встрече с другим кораблем и торможения для схода с орбиты при возвращении на Землю. Для маневрирования вблизи другого корабля на отсеке установлена система двигателей малой тяги. На кораблях „Союз“ возможно осуществление полетов продолжительностью до 30 суток.

260. Космический корабль «Аполлон»

„Аполлон“ — наименование серии американских трехместных пилотируемых космических кораблей. На таких кораблях были осуществлены полеты космонавтов на Луну

Общая масса корабля „Аполлон“ (с двигателями и запасами топлива), т ок. 44

В том числе:

масса орбитального корабля, т 27,4

масса посадочного корабля, т 14,5

Число ступеней ракеты-носителя корабля „Аполлон“	3
Стартовая масса ракеты-носителя, т	2750—3000
Сила тяги, развиваемая жидкостно-ракетными двигателями, МН (тс)	
1-й ступени	44(3450)
2-й ступени	4,3(438)
Сила тяги, развиваемая жидкостно-ракетным двигателем 3-й ступени, МН (тс)	0,89(91)
Общая длина ракеты-носителя с кораблем „Аполлон“, м	≈ 110

Космический корабль „Аполлон“ состоит из двух состыкованных кораблей — орбитального и посадочного.

Орбитальный корабль имеет два отсека — отсек экипажа (спускаемый аппарат), в котором космонавты находятся в течение всего полета, и двигательный отсек.

Посадочный корабль состоит из двух ступеней: посадочной и взлетной. На взлетной ступени находится герметичная кабина космонавтов

При доставке космонавтов на Луну корабль „Аполлон“ выводился сначала на селеноцентрическую орбиту (орбиту искусственного спутника Луны). На этой орбите два космонавта переходили в кабину посадочного корабля, и последний отстыковывался от орбитального корабля. В орбитальном корабле оставался один космонавт, который продолжал полет по орбите искусственного спутника Луны, а посадочный корабль совершал посадку на поверхность Луны. После завершения программы работ на Луне космонавты на взлетной ступени посадочного корабля стартовали на орбиту искусственного спутника Луны. Здесь осуществлялась стыковка взлетной ступени с орбитальным кораблем, и оба космонавта переходили в отсек экипажа орбитального корабля. После включения маршевого двигателя орбитальный корабль выходил на траекторию полета к Земле и приводнился в Тихом океане.

Космический корабль „Аполлон-11“, стартовавший с Земли 16 июля 1969 г., 20 июля доставил на Луну первых людей космонавтов Нила Армстронга и Эдвина Олдрина. Они пробыли

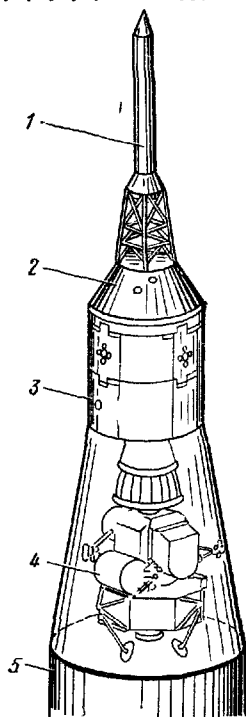


Рис. 23. Схема космического корабля „Аполлон“.

1 — ракетный двигатель системы аварийного спасения; 2 — отсек экипажа (спускаемый аппарат) орбитального космического корабля, 3 — двигательный отсек орбитального космического корабля; 4 — посадочный космический корабль (лунная кабина), 5 — последняя ступень ракеты-носителя корабля

на Луне 21,5 ч. 21 июля Н. Армстронг впервые ступил на поверхность Луны. В тот же день космонавты стартовали с Луны, и 24 июля 1969 г. вернулись на Землю.

В последующем космические корабли «Аполлон-12, 14, 15, 16, 17» также осуществили доставку космонавтов на Луну.

261. Полеты советских космических кораблей с космонавтами

Название корабля	Дата полета	Экипаж корабля	Продолжительность полета
„Восток“	12. IV. 1961 г.	Ю. А. Гагарин	1 ч 48 мин
„Восток-2“	6—7. VIII. 1961 г.	Г. С. Титов	25 ч 11 мин
„Восток-3“	11—15. VIII. 1962 г.	А. Г. Николаев	94 ч 10 мин
„Восток-4“	12—15. VIII. 1962 г.	П. Р. Попович	70 ч 44 мин
„Восток-5“	14—19. VI. 1963 г.	В. Ф. Быковский	118 ч 57 мин
„Восток-6“	16—19. VI. 1963 г.	В. В. Терешкова	70 ч 41 мин
„Восход“	12—13. X. 1964 г.	В. М. Комаров, К. П. Феоктистов, Б. Б. Егоров	24 ч 17 мин
„Восход-2“	18—19. III. 1965 г.	П. И. Беляев, А. А. Леонов	26 ч 2 мин
„Союз-1“	23—24. IV. 1967 г.	В. М. Комаров	24 ч 17 мин
„Союз-3“	26—30. X. 1968 г.	Г. Т. Береговой	94 ч 51 мин
„Союз-4“	14—17. I. 1969 г.	В. А. Шаталов	71 ч 21 мин
„Союз-5“	15—18. I. 1969 г.	Б. В. Волинов, А. С. Елисеев, Е. В. Хрунов	72 ч 46 мин
„Союз-6“	11—16. X. 1969 г.	Г. С. Шонин, В. Н. Кубасов	117 ч 42 мин
„Союз-7“	12—17. X. 1969 г.	А. В. Филипченко, В. Н. Волков, В. В. Горбатко	118 ч 20 мин
„Союз-8“	13—18. X. 1969 г.	В. А. Шаталов, А. С. Елисеев	118 ч 11 мин
„Союз-9“	1—19. IV. 1970 г.	А. Г. Николаев, В. И. Севастьянов	424 ч 59 мин
„Союз-10“	23—25. IV. 1971 г.	В. А. Шаталов, А. С. Елисеев, Н. Н. Рукавишников	47 ч 46 мин
„Союз-11“	6—30. VI. 1971 г.	Г. Т. Добровольский, В. Н. Волков, В. И. Пацаев	583 ч 43 мин

Название корабля	Дата полета	Экипаж корабля	Продолжительность полета
„Союз-12“	27—29. IX. 1973 г.	В. Г. Лазарев, О. Г. Макаров	47 ч 16 мин
„Союз-13“	18—26. XII. 1973 г.	П. И. Климук, В. В. Лебедев	164 ч 55 мин
„Союз-14“	3—19. VII. 1974 г.	П. Р. Попович, Ю. П. Артюхин	353 ч 21 мин
„Союз-15“	26—28. VIII. 1974 г.	Г. В. Сарафанов, Л. С. Демин	48 ч 12 мин
„Союз-16“	2—8. XII. 1974 г.	А. В. Филипченко, Н. Н. Рукавишников	144 ч
„Союз-17“	11. I—9. II. 1975 г.	А. А. Губарев, Г. М. Гречко	708 ч
„Союз-18“	24. V. — 26. VII. 1975 г.	П. И. Климук, В. И. Севастьянов	63 сут
„Союз-19“*	15—21. VII. 1975 г.	А. А. Леонов, В. Н. Кубасов	142 ч 31 мин

Примечания: 1. 25 октября 1968 г. на орбиту вокруг Земли был запущен беспилотный космический корабль „Союз-2“. Он предназначался для проведения совместных экспериментов с кораблем „Союз-3“. Последний осуществил ряд операций по сближению с кораблем „Союз-2“ и маневрированию вблизи него. 28 октября 1968 г. космический корабль „Союз-2“ совершил посадку в заданном районе.

2. 17 ноября 1975 г. был запущен беспилотный космический корабль „Союз-20“ с целью проведения совместных исследований и экспериментов с орбитальной научной станцией „Салют-4“. 19 ноября корабль был состыкован со станцией „Салют-4“, запущенной 26 декабря 1974 г. В ходе трехмесячного совместного полета получены важные результаты по отработке и испытанию конструкции и бортовых систем космических аппаратов. 16 февраля 1976 г. была выполнена расстыковка корабля и станции, и спускаемый аппарат корабля совершил управляемый спуск и мягкую посадку на Землю.

* Космический корабль „Союз-19“ успешно осуществил совместный экспериментальный космический полет с американским космическим кораблем „Аполлон“. В ходе полета были осуществлены две стыковки космических кораблей. В состав экипажа корабля „Аполлон“ входили Т. Стаффорд, Д. Слейтон и В. Бранд.

**262. Полеты некоторых советских межпланетных
автоматических станций (АМС)**

Название АМС	Дата запуска	Примечание
„Венера-1“	12.II. 1961 г.	Запущена в район орбиты планеты Венера для проверки методов вывода космического объекта на межпланетную трассу, управления полетом станций и др. Вышла на орбиту спутника Солнца
„Марс-1“	1.XI. 1962 г.	Запущена к планете Марс. При полете осуществлялись исследования космического пространства
„Зонд-1“	2.IV. 1964 г.	} Запущены для отработки космических аппаратов для дальних межпланетных полетов
„Зонд-2“	30.XI. 1964 г.	
„Зонд-3“	18.VII.1965г.	Запущена в сторону Луны; произвела научные исследования межпланетного пространства, фотографирование обратной стороны Луны
„Венера-2“	12.XI. 1965 г.	27 февраля 1966 г. прошла на расстоянии 24 тыс. км от поверхности планеты Венера и вышла на орбиту спутника Солнца
„Венера-3“	16.XI. 1965 г.	1 марта 1966 г. достигла планеты Венера, осуществив первый в мире межпланетный перелет
„Венера-4“	12.VI. 1967 г.	18 октября 1966 г. плавно опустилась на планету Венера, впервые непосредственно измерив параметры ее атмосферы
„Зонд-4“	2.III. 1968 г.	Запущена для изучения дальних областей околоземного космического пространства
„Зонд-5“	15.IX. 1968 г.	} Первые станции, которые совершив облет Луны и выполнив ряд научных исследований, возвратились на Землю. На АМС „Зонд-5“ находились черепахи
„Зонд-6“	10.XI. 1968 г.	
„Венера-5“	5. I. 1969 г.	} Достигли планеты Венера и плавно опустились (16 и 17 мая 1969 г. соответственно) на ее поверхность, доставив туда вымпелы с барельефом В. И. Ленина и изображением герба СССР. АМС сообщили большой объем научной информации
„Венера-6“	10. I. 1969 г.	

Название АМС	Дата запуска	Примечание
„Зонд-7“	8.VIII.1969 г.	Облетела Луну, а затем (14 августа) возвратилась на Землю, совершив управляемый спуск и мягкую посадку
„Венера-7“	17.VIII.1970 г.	Продолжила исследования планеты Венера, совершив 15 декабря 1970 г. посадку на ее поверхность
„Зонд-8“	20.X. 1970 г.	Облетела Луну и 27 октября 1970 г., выполнив программу исследований, возвратилась на Землю
„Марс-2“	19.V. 1971 г.	Спускаемые аппараты станций (27 ноября и 2 декабря 1971 г. соответственно) достигли поверхности планеты, а сами станции были переведены на орбиты искусственных спутников Марса
„Марс-3“	28.V. 1971 г.	
„Венера-8“	27.III. 1972 г.	Продолжила исследования планеты Венера. 22 июля 1972 г., пролетев по траектории более 300 млн. км, АМС достигла освещенной поверхности планеты и совершила мягкую посадку. Во время снижения спускаемого аппарата и в течение 50 мин после посадки научная аппаратура проводила исследования атмосферы и поверхностного слоя планеты в месте посадки
„Марс-4“	21.VII.1973 г.	Запущены для комплексного исследования планеты Марс. АМС „Марс-4“ 10 февраля 1974 г. прошла на расстоянии 2200 км от планеты, проведя ее фотографирование, а АМС „Марс-5“ 12 февраля была выведена на орбиту искусственного спутника Марса. Спускаемый аппарат „Марс-6“ 12 марта 1974 г. совершил посадку на поверхность планеты и впервые передал данные о марсианской атмосфере, полученные прямыми измерениями. АМС „Марс-7“ 9 марта 1974 г. достигла окрестности планеты, а спускаемый аппарат этой станции прошел на расстоянии 1300 км от поверхности Марса
„Марс-5“	25.VII.1973 г.	
„Марс-6“	5.VIII.1973 г.	
„Марс-7“	9.VIII.1973 г.	

Название АМС	Дата запуска	Примечание
„Венера-9“ „Венера-10“	8.VI.1975 г. 14.VI.1975 г.	22 и 25 октября 1975 г. АМС „Венера-9“ и „Венера-10“ были выведены на орбиты искусственных спутников Венеры, а спускаемые аппараты этих станций совершили мягкую посадку на поверхность планеты и впервые в истории передали на Землю изображения поверхности планеты.

263. Полеты советских автоматических станций «Луна»

Название станции	Дата запуска	Примечание
„Луна-1“	2.I. 1959 г.	4 января 1959 г. прошла на расстоянии 5—6 тыс. км от Луны и стала первой искусственной планетой, выйдя на орбиту вокруг Солнца
„Луна-2“	12.IX. 1959 г.	14 сентября 1959 г. достигла поверхности Луны, впервые в истории осуществив полет с Земли на другое небесное тело
„Луна-3“	4.X. 1959 г.	Впервые сфотографировала из космоса (с расстояния 60—70 тыс. км) невидимую с Земли сторону Луны и передала снимки на Землю
„Луна-4“	2.IV. 1963 г.	Прошла над поверхностью Луны на расстоянии 8,5 тыс. км; выполнила программу исследований космического пространства
„Луна-5“	9.V. 1965 г.	12 мая 1965 г. достигла поверхности Луны; получены первые опытные данные о работе системы мягкой посадки
„Луна-6“	8.VI. 1965 г.	Прошла на расстоянии около 160 тыс. км от Луны
„Луна-7“	4.X. 1965 г.	8 октября 1965 г. достигла поверхности Луны; получены данные о работе систем посадки
„Луна-8“	3.XII. 1965 г.	Достигла поверхности Луны. Цель запуска — отработка аппаратуры мягкой посадки

Название станции	Дата запуска	Примечание
„Луна-9“	31.I. 1966 г.	3 февраля 1966 г. впервые в мире осуществила мягкую посадку на поверхность Луны
„Луна-10“	31.III. 1966 г.	Вышла на окололунную орбиту и стала первым искусственным спутником Луны (ИСЛ)
„Луна-11“	24.VIII. 1966 г.	28 августа стала вторым советским ИСЛ
„Луна-12“	22.X. 1966 г.	25 октября стала третьим советским ИСЛ
„Луна-13“	21.XII. 1966 г.	Совершила мягкую посадку на поверхность Луны; передала телевизионные изображения лунной поверхности; провела измерения механических свойств грунта Луны
„Луна-14“	7.IV. 1968 г.	Стала четвертым советским ИСЛ
„Луна-15“	13.VII. 1969 г.	Совершила 52 оборота вокруг Луны, а затем 21 июля 1969 г. по команде с Земли совершила посадку на ее поверхность
„Луна-16“	12.IX. 1970 г.	20 сентября осуществила мягкую посадку на поверхность Луны; 21 сентября стартовала с ее поверхности, доставив на Землю образцы лунного грунта
„Луна-17“	10.XI. 1970 г.	17 ноября совершила мягкую посадку на поверхность Луны; доставила туда первый в мире самоходный аппарат „Луноход-1“, управляемый с Земли
„Луна-18“	2.IX. 1971 г.	Совершила 54 оборота вокруг Луны. Посадка станции на лунную поверхность (11 сентября 1971 г.) оказалась неблагоприятной
„Луна-19“	28.IX. 1971 г.	Выведена на окололунную орбиту для научных исследований Луны и окололунного пространства
„Луна-20“	14.II. 1972 г.	18 февраля была выведена на окололунную орбиту; 21 февраля совершила мягкую посадку. После забора лунного грунта 23 февраля станция стартовала к Земле и 25 февраля 1972 г. спускаемый аппарат станции доставил грунт на Землю

Название станции	Дата запуска	Примечание
„Луна-21“	8. I. 1973 г.	16 января доставила на Луну „Луноход-2“. Он выполнил большой объем научных исследований, прошел по поверхности Луны 37 км
„Луна-22“	29. V. 1974 г.	2 июня 1974 г. выведена на окололунную орбиту для научных исследований Луны и окололунного пространства
„Луна-23“	28. X. 1974 г.	6 ноября 1974 г. совершила посадку на поверхности Луны. Посадка произошла на участке лунной поверхности с неблагоприятным рельефом, вследствие чего было повреждено устройство для взятия образцов лунных пород

264. Крупные морские пассажирские суда

Показатели	„Россия“ (СССР)	„Иван Франко“ (СССР)	„Советский Союз“ (СССР)	„Микель-анджело“ (Италия)	„Франция“ (Франция)
Водоизмещение, т	18 000	19 000	26 400	45 900	66 800
Длина, м	182,2	176,1	205,2	274,3	315,5
Ширина, м	22,5	23,6	24,0	31,0	33,8
Осадка, м	7,1	8,1	8,6	9,7	10,5
Наибольшая скорость, км/ч . .	31,5	37,8	35,2	47,2	56
Общая мощность главной силовой установки, кВт (л. с.)	12 690 (17 250)	15 400 (21 000)	20 600 (28 000)	74 300 (101 000)	120 000 (160 000)
Тип главных двигателей	Дизели		Паровые турбины		
Число пассажиров, чел	792	742	1176	1775	2044
Экипаж, чел	184	170	281		
Год постройки	1938	1964	1923	1965	1962

265. Современные военные корабли

Таблица содержит ориентировочные данные о современных боевых кораблях и составлена на основе данных, опубликованных в иностранной и советской открытой печати

Боевой корабль	Максимальная скорость. км/ч	Мощность двигателей		Водоизмещение, т	Габариты, м	
		кВт	л. с.		длина	ширина
Катер:						
ракетный	Более 75	1 500—4 400	2 000—6 000	75—200	. . .	. . .
торпедный	100	500—4 400	750—6 000	50—200	до 45	до 6
Эсминец	70	22 000—74 000	30 000—100 000	1800—4000	100—130	11—13
Крейсер	65	74 000—110 000	100 000—150 000	6000—25 000	160—245	16—23
Подводная лодка:						
большая (дизельная) .	30 (подводный ход)	. . .	. . .	1500—3000	75—100	≈ 8
	46 (надводный ход)					
ракетная (атомная) . .	60 и более (подводный ход)	. . .	. . .	6500—8200	110—130	≈ 10

266. Мощные паровые турбины

Показатель	Мощность турбины, МВт			
	300	500	800	
			двухвальная	одновальная
Масса, т	625	905	1600	1300
Длина, м	21,9	27,7	46 (первый вал) 39,5 (второй вал)	39,5
Давление свежего пара, МПа (ат)	23,5 (240)			
Температура пара, °С	560			
Расход пара, т/ч	853	1480	2390	2410
Частота вращения ротора, с ⁻¹ (мин ⁻¹ или об/мин)	50 (3000)			
Давление пара в конденсаторе, кПа (ат)	3,4 (0,035)			3,9 (0,04)

267. Мощные турбогенераторы

Показатель	Мощность турбогенератора, МВт				
	200	300	500	800	1200
Длина (с возбудителем), м	13,9	15,5	17,3	20,4	24,6
Масса, т	255	350	384	526	610
К. п. д., %	98,7	98,7	98,6	98,8	99
Напряжение, кВ	15,75	20	20	24	24
Коэффициент мощности (cos φ)	0,85				
Частота вращения ротора, с ⁻¹ (мин ⁻¹ или об/мин)	50 (3000)				
Наружный диаметр статора, м	4,2	4,8	4,9	5,6	6,0
Охлаждение	Водородное		Водородно-водяное		

268. Мощные гидравлические турбины

Показатель	Мощность гидротурбины, МВт			
	118	230	310	508
Масса, т	1450	628	460	1400
К. п. д., %	94	93,5	94,2	94
Частота вращения рабочего колеса, с ⁻¹ (мин ⁻¹ или об/мин)	1,1 (68,2)	2,1 (125)	3,3 (214)	1,6 (93,8)
Расчетный напор воды, м	19	96	230	93
Расход воды через турбину при расчет- ном напоре, м ³ /с . .	713	257	155	600
Диаметр рабочего колеса, м	9,3	5,5	4,8	7,5
ГЭС, на которой размещаются тур- бины	Волжские им. В. И. Ле- нина и им. XXII съезда КПСС	Братская им. 50-летия Великого Октября	Нурек- ская	Краснояр- ская им. 50-летия СССР

269. Мощные гидрогенераторы

Показатель	Мощность гидрогенератора, МВт			
	115	225	300	500
Масса, т	1650	1310	1230	1650
К. п. д., %	97,3	98,2	98,2	98,25
Напряжение, кВ . .	13,8	15,75	15,75	15,75
Коэффициент мощ- ности (cos φ)		0,85		
Частота вращения вала генератора, с ⁻¹ (мин ⁻¹ или об/мин)	1,1 (68,2)	2,1 (125)	3,3 (214)	1,6 (93,8)
ГЭС, на которой размещаются гидро- генераторы	Волжские им. В. И. Ле- нина и им. XXII съезда КПСС	Братская им. 50-летия Великого Октября	Нурек- ская	Краснояр- ская им. 50-летия СССР

270. План ГОЭЛРО

Дата утверждения декабрь 1920 г.

Период, на который был рассчитан план . . 10—15 лет

Число крупных электростанций, намеченных
планом к постройке 30

в том числе гидроэлектростанций 10

Общая мощность станций, намеченных к по-
стройке, ГВт (или млн. кВт) 1,75

Годовое производство электроэнергии, кото-
рое намечалось достигнуть, ТВт·ч (или
млрд·кВт·ч) 8,8

Число мощных станций, построенных к 1935 г. 40

Мощность станций, построенных к 1935 г.,
ГВт (или млн. кВт) 4,1

271. Рост мощности электростанций и производства электроэнергии в СССР

Годы	Мощность, ГВт (или млн. кВт)	Производство электроэнергии, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч)	Годы	Мощность, ГВт (или млн. кВт)	Производство электроэнергии, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч)
1913	1,1	2,0	1960	66,7	292,3
1921	1,2	0,5	1965	115,0	506,7
1928	1,9	5,0	1970	166,1	740,9
1932	4,7	13,5	1971	175,4	800,4
1940	11,2	48,3	1972	186,2	857,4
1945	11,1	43,3	1973	195,6	914,6
1950	19,6	91,2	1974	205,4	975,8
1955	37,2	170,2	1975	218	1038
1958	53,6	235,4	1980 (план)	285—288	1340—1380

**272. Рост производства электроэнергии
в союзных республиках**

	Производство электроэнергии, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч)					
	1913 г. (в совре- менных границах)	1940 г.	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1975 г.
РСФСР	1,3	30,8	63,4	197	470	639
Украинская ССР	0,54	12,4	14,7	53,9	138	194
Белорусская ССР	0,003	0,5	0,7	3,6	15,1	26,4
Узбекская ССР	0,0033	0,5	2,7	5,9	18,3	33,6
Казахская ССР	0,0013	0,6	2,6	10,5	34,7	52,5
Грузинская ССР	0,02	0,7	1,4	3,7	9,0	11,6
Азербайджанская ССР . .	0,11	1,8	2,9	6,6	12,0	14,7
Лиговская ССР	0,0057	0,04	0,2	1,1	7,4	9,0
Молдавская ССР	0,0009	0,02	0,1	0,7	7,6	13,7
Латвийская ССР	0,015	0,13	0,5	1,7	2,7	2,9
Киргизская ССР	—	0,05	0,2	0,9	3,5	4,4
Таджикская ССР	—	0,06	0,2	1,3	3,2	4,7
Армянская ССР	0,005	0,4	0,9	2,7	6,1	9,2
Туркменская ССР	0,0025	0,08	0,2	0,8	1,8	4,5
Эстонская ССР	0,0055	0,1	0,4	2,0	11,6	16,7
Всего по СССР	2	48	91	292	741	1038

**273. Производство электроэнергии в СССР
на электростанциях различного типа**

	Годы			Рост произ- водства элек- троэнергии, в % к 1970 г.
	1970	1974	1975	
Производство электроэнергии, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч) . . .	740,9	975	1038	≈ 140
В том числе:				
на тепловых электростанциях	613,0	827	888	≈ 145
„ гидроэлектростанциях . . .	124,4	130	130	≈ 104
„ атомных электростанциях . .	3,5	18	20	≈ 570

**274. Потребление электроэнергии различными
отраслями народного хозяйства СССР**

Отрасль народного хозяйства	Потребление, ТВт ч (или млрд·кВт·ч)			
	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.
Промышленность	188,7	314,2	437,9	582,0
Сельское хозяйство	9,9	21,1	38,5	74,0
Транспорт	17,6	37,1	54,3	74,4
Коммунально-бытовые нужды	30,5	70,3	81,1	123,5
Строительство	8,9	11,4	15,0	20,0

**275. Рост протяженности высоковольтных линий
электропередачи в СССР**

Напряжение, кВ	Протяженность воздушных линий электропередачи, тыс. км				
	1940 г	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.
35	8,0	36,7	122,3	175,7	490
110	10,6	64,6	128,1	185,8	
154	0,5	2,0	5,1	5,8	
220	1,1	15,6	35,2	50,2	70,0
330	—	1,1	7,3	14,2	19,5
400—500	—	4,4	8,3	13,2	19,0
750—800	—	—	0,5	0,6	2,2

В десятой пятилетке намечается построить не менее 170 тыс км линий электропередачи напряжением 750, 500, 220 и 110 кВ.

276. Характеристика некоторых гидроэлектростанций СССР

Показатель	Гидроэлектростанция				
	Днепровская им. В. И. Ле- нина	Волжская им. В. И. Ленина	Волжская им. XXII съезда КПСС	Нурекская	Братская им. 60-летия Великого Октября
Мощность, МВт	650*	2300	2530	2700	4100
Выработка электроэнергии в год, ТВт · ч (или млрд. кВт · ч)	3,64	10,9	11,1	11,8	22,4
Длина водосливной плотины, км	0,76	0,98	0,73	0,73	0,84
Напор, м:					
расчетный	36,3	19	19	230	96
максимальный	38,7	30	27	275	106
Высота водосливной плотины, м	62	45	44	310	126
Водохранилище ГЭС:					
общая площадь, км ²	400	6500	3120	98	5500
общий объем, км ³	3,3	58,0	31,5	4,5	169,3

* Мощность второй очереди Днепрогэса, сооружаемой на левом берегу реки, превысит 800 МВт. Из 8 новых гидроагрегатов, которые будут установлены к концу 1975 г., 6 введены в эксплуатацию.

Показатель	Гидроэлектростанция				
	Днепровская им. В. И. Ле- нина	Волжская им. В. И. Ленина	Волжская им. XXII съезда КПСС	Нурекская	Братская им. 50-летия Великого Октября
Число турбин	9	20	22	9	18**
Частота вращения рабочего колеса турбины, с^{-1} (мин^{-1} или об/мин)	1,5 (83,3)	1,1 (68,2)	1,1 (68,2)	3,3 (214)	2,1 (125)
Расход воды через турбину при расчетном напоре, $\text{м}^3/\text{с}$	250	713	713	155	257
К. п. д. турбины, %	93	94	94	94,2	93,5
Диаметр рабочего колеса турбины м	5,5	9,3	9,3	4,8	5,5
Общая масса турбины, т	660	1450	1450	460	628
Годы строительства ГЭС	1927—1932	1950—1957	1951—1963	1961 (нача- ло строи- тельства)***	1954—1966

** Из них: 16 агрегатов по 225 МВт и 2 по 250 МВт

*** На полную мощность Нурекская ГЭС будет введена в X пятилетке.

**277. Крупнейшая гидроэлектростанция мира —
Красноярская ГЭС имени 50-летия СССР**

Мощность, МВт:

гидроэлектростанции 6000

одного гидроагрегата 500

Среднегодовая выработка электроэнергии,
ТВт·ч (или млрд. кВт·ч) 20,4

Число гидроагрегатов 12

Напор, м:

расчетный 93

максимальный 103

Высота плотины, м 120

Длина плотины, км 1,1

Длина машинного зала, м 360

Ширина машинного зала, м 31

Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, коп. 0,05

Полный объем водохранилища, км³ 73,3

Площадь зеркала водохранилища, км² 2000

Начало строительства 1956 г.

Начало эксплуатации ноябрь 1967 г.

Дата пуска ГЭС на полную мощность апрель 1970 г.

**278. Первая в мире промышленная атомная
электростанция (СССР)**

Мощность турбогенератора, кВт 5000

Общая загрузка реактора ураном, кг 550*

Расход урана-235 в сутки, г 30

Замедлитель нейтронов графит

Толщина слоя воды боковой водяной за-
щиты, см 300

Размер реактора**, м:

диаметр	3
высота	4,5
Диаметр активной зоны, м	1,5
Высота активной зоны, м	1,7
Теплоноситель	вода под давлением 10 МПа (100 ат)
Максимальная температура графита в отдельных точках реактора, °С	700***
Давление пара, МПа (ат)	1,25(12,5)
Температура пара, °С	270
Время, необходимое для запуска реактора, ч	3
К. п. д. электростанции, %	15÷17
Начало эксплуатации	27 июня 1954 г.
Место расположения атомной электростанции	г. Обнинск, Калужской обл.

Станция работает по двухконтурной схеме. Итоги эксплуатации первой в мире атомной электростанции свидетельствуют о ее надежности и безопасности. Опыт работы Обнинской АЭС и проведенные на этой станции многочисленные экспериментальные исследования позволили решить многие задачи по дальнейшему совершенствованию схем будущих АЭС, увеличению их мощности, улучшению технико-экономических показателей.

Первая атомная электростанция в Англии была пущена в 1956 г., в США — в 1957 г.

* В том числе 27,5 кг изотопа урана-235.

** Реактор цилиндрической формы сложен из графитовых блоков. Корпус реактора—стальной, герметический.

*** При такой температуре графит, находясь в воздухе, окисляется. Чтобы избежать окисления, графитовая кладка реактора заполнена инертным газом (азотом).

279. Данные о некоторых атомных электростанциях СССР

Показатели	Белоярская АЭС им. И. В. Курчатова			Нововоронежская АЭС им. 50-летия СССР				Шевченков- ская АЭС	Ленинградская АЭС им. В. И. Ле- нина
	1-й блок	2-й блок	3-й блок (соору- жается)	1-й блок	2-й блок	3-й и 4-й блоки	5-й блок (соору- жается)		1-й и 2-й блоки
Тепловая мощность реак- тора, МВт	286	530	1430	760	1320	1375	3000	1000	3200
Электрическая мощность блока, МВт	100	200	600	210	365	440	1000	**	1000
Загрузка урана, т	67	50		38	40	42	66		180
Высота активной зоны, м	6,0	6,0	0,75	2,5	2,5	2,5	3,5	1,1	7
Диаметр активной зо- ны, м	7,2	7,2	2,0	2,9	2,9	2,9	3,1	1,5	11,8
Продолжительность кам- пании*, сут	730	900	450	...	...	≈1000		250	
Давление пара перед турбиной, МПа (ат) . . .	8,8 (90)	8,8 (90)	13,7 (140)	2,8 (29)	2,8 (29)	4,4 (45)	5,9 (60)	4,9 (50)	6,4 (65)

* Кампанией реактора называют промежуток времени непрерывной работы реактора на полной мощности от одной перезарядки ядерным горючим до другой.

** АЭС предназначена для выработки электроэнергии и опреснения морской воды (из Каспийского моря). Расчетные параметры станции: электрическая мощность 150 МВт и 120 тыс. т опресненной воды в сутки.

Показатели	Белоярская АЭС им. И. В. Курчатова			Нововоронежская АЭС им. 50-летия СССР				Шевченков- ская АЭС	Ленинградская АЭС им. В. И. Ле- нина
	1-й блок	2-й блок	3-й блок (соору- жается)	1-й блок	2-й блок	3-й и 4-й блоки	5-й блок (соору- жается)		1-й и 2-й блоки
Температура пара перед турбиной, °С	500	500	540	230	230	230		440	280
К.п.д., %	36,3	37,8	42,0	27,6	27,6	32		35,0	31,2
Год пуска	1964	1967		1964	1969	1971 (3-й блок), 1972 (4-й блок)	33	1973	1973 (1-й блок), 1975 (2-й блок)

Помимо указанных в таблице атомных электростанций, в СССР работает или строится ряд других АЭС. Ниже приводятся сведения о некоторых из них.

В 1958 г. была пущена первая очередь Сибирской АЭС электрической мощностью 100 МВт. Позднее мощность этой станции превысила 600 МВт. В 1973 г. введен в действие первый, а в 1974 г. — второй блок Кольской АЭС, расположенной на Кольском полуострове за Северным полярным кругом. Электрическая мощность каждого блока 440 МВт. В том же 1973 г. был введен в эксплуатацию первый блок Билибинской атомной теплоэлектроцентрали (Магаданская область). Общая мощность всех ее четырех блоков составит 48 МВт. На строящейся Армянской АЭС устанавливаются два блока мощностью по 440 МВт/440 тыс. кВт, идет сооружение третьего энергоблока на Кольской станции. По типу Ленинградской АЭС осуществляется строительство ряда крупных атомных электростанций — Курской, Чернобыльской, Смоленской, Калининской, Западно-Украинской; сооружается вторая очередь Ленинградской АЭС. В десятой пятилетке развернется строительство Игналинской АЭС (Литовская ССР) с реакторами единичной мощностью 1,5 ГВт (1,5 млн. кВт), продолжится сооружение Приволжской, Ростовской и других атомных электростанций: атомная энергетика получит в европейской части СССР опережающее развитие. К концу 1980 г. суммарная мощность АЭС приблизится здесь к 20 ГВт (20 млн. кВт).

280. Атомный ледокол «Ленин»

Длина, м	134
Ширина (наибольшая), м	27,6
Высота борта (в средней части), м	16,1
Осадка, м	9,2
Водоизмещение, т	16 000

Мощность, кВт:

главных двигателей (турбин)	32 400
электродвигателей гребных валов для привода каждого из двух бортовых гребных валов	7 200
среднего гребного вала	15 000
Максимальная скорость, км/ч	33,3
Загрузка реактора по урану-235, кг	85
Высота активной зоны реактора, м	1,6
Диаметр	≈ 1
Суточный расход урана-235 при работе на полную мощность, г	ок. 200
Число установленных реакторов	3
Продолжительность плавания без пополнения ядерным горючим, месяцев	12
Общее число электродвигателей на ледоколе	> 500
Дата завершения постройки	1959 г.

Примечание. Главными двигателями ледокола являются паровые турбины с генераторами постоянного тока, питающими электроэнергией гребные электродвигатели.

281. Крупнейший в мире атомный ледокол «Арктика»

Мощность реакторной установки, кВт (д. с.)	55000 (75000)
Водоизмещение (наибольшее), т	23460
Максимальная скорость (по чистой воде), км/ч.	39
Длина, м	136
Ширина, м	28
Осадка, м	11
Год начала эксплуатации	1975

282. Развитие народного хозяйства, науки и техники в десятой пятилетке

В таблице приведены некоторые показатели, характеризующие научно-технический прогресс, развитие науки и техники, а также уровень производства и развитие отдельных отраслей народного хозяйства страны в десятой пятилетке.

Производство электроэнергии в 1980 г., ТВт·ч (млрд. кВт·ч)	1340—1380
Рост мощности электростанций в 1976—1980 гг., ГВт (млн. кВт)	67—70
в том числе атомных электростанций	13—15

Уровень потребления электроэнергии в сельском хозяйстве страны в 1980 г., ТВт·ч (млрд. кВт·ч) 130

Поставка сельскому хозяйству в 1976—1980 гг.:
 грузовых автомобилей, тыс. шт. 1350
 тракторов, тыс. шт. 1900
 зерноуборочных комбайнов, тыс. шт. 538

Рост протяженности электрифицированных железных дорог в 1976—1980 гг., тыс. км 2,5

Поставка железнодорожному транспорту за пятилетку, тыс. шт.:
 электровозов магистральных 2,2
 тепловозов магистральных 6,4
 „ маневровых 2,5

Производство в 1980 г., тыс. шт.:
 автомобилей 2100—2200
 в том числе грузовых 800—825
 тракторов 580—600
 зерновых комбайнов «Нива», «Колос», «Сибиряк» 125

В десятой пятилетке предусматривается:

— продолжение строительства тепловых электростанций мощностью 4—6 ГВт (4—6 млн. кВт) с установкой энергетических блоков единичной мощностью 500 и 800 МВт (500 и 800 тыс. кВт) и атомных электростанций с реакторами единичной мощностью 1—1,5 ГВт (1—1,5 млн. кВт); более широкое применение для производства электроэнергии дешевого твердого топлива, осуществление строительства крупных тепловых электростанций, работающих на углях Экибастузского и Канско-Ачинского месторождений;

— продолжение строительства преимущественно крупных гидроузлов, позволяющих комплексно решать задачи производства электроэнергии, орошения земель, обеспечения водой городов, развития судоходства и рыбоводства;

— опережающее развитие атомной энергетики в европейской части СССР;

— продолжение работы по формированию единой энергетической системы страны путем объединения энергосистем Сибири и Средней Азии с европейской энергетической системой, сооружения магистральных линий электропередачи напряжением 500, 750 и 1150 кВ;

— организация серийного производства реакторов на тепловых нейтронах единичной мощностью не менее 1 ГВт (1 млн. кВт) и осуществление разработки оборудования для атомных энергоблоков на тепловых нейтронах мощностью до 1,5 ГВт (1,5 млн. кВт);

— ускорение строительства и освоения реакторов на быстрых нейтронах;

— производство в необходимых количествах энергоблоков мощностью 500 и 800 МВт (500 и 800 тыс. кВт), которые должны стать базовыми блоками электростанций, работающих на органическом топливе, а также выпуск крупных гидравлических и газовых турбин;

— освоение производства турбогенераторов мощностью 1000—1200 МВт (1000—1200 тыс. кВт) для атомных и тепловых электростанций; генераторов мощностью 640 МВт (640 тыс. кВт) для гидроэлектростанций; комплексов высоковольтного оборудования для линий электропередачи постоянного тока напряжением до 1500 кВ и переменного тока напряжением до 1150 кВ;

— организация производства парогазовых установок мощностью до 250 МВт (250 тыс. кВт), а также газотурбинных энергоустановок мощностью до 100 МВт (100 тыс. кВт) для покрытия пиковых нагрузок;

— освоение выпуска двухсекционных грузовых магистральных тепловозов мощностью 5880 кВт (8000 л.с.) и пассажирских тепловозов секционной мощностью до 4410 кВт (6000 л.с.); грузовых магистральных электровозов мощностью свыше 7350 кВт (10 000 л.с.);

— развитие производства автосамосвалов и самосваловых автопоездов грузоподъемностью 75, 120 тонн и более;

— начало эксплуатации новых пассажирских самолетов Ил-86 (аэробусов), Як-42, грузовых самолетов типа Ил-76 и самолетов для сельскохозяйственной авиации;

— ускорение темпов научно-технического прогресса, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства;

— увеличение выпуска продукции машиностроения и металлообработки в 1,5—1,6 раза; приборов и средств автоматизации в 1,6—1,7 раза;

— значительное улучшение качества выпускаемых машин, оборудования и приборов, повышение их технического уровня, производительности и надежности; широкое внедрение прогрессивных технологических процессов;

— существенное сокращение в промышленности удельного веса ручного труда;

— повышение производительности труда в промышленности на 30—34% и на 27—30% в колхозах и совхозах;

— развитие теоретических и экспериментальных исследований в области ядерной физики, физики плазмы, твердого тела, низких температур, радиофизики и электроники, квантовой электроники, механики, оптики, астрономии в целях ускорения научно-технического прогресса, в особенности развития атомной и создания научно-технических основ термоядерной энергетики, совершенствования существующих и разработки новых способов преобразования энергии, создания и широкого внедрения принципиально новой техники, новых конструкционных, магнитных, полупроводниковых, сверхпроводящих и других материалов, технически ценных кристаллов;

— продолжение изучения и освоения космического пространства, расширение исследований по применению космических средств при изучении природных ресурсов Земли, в метеорологии, океанологии, навигации, связи и для других нужд народного хозяйства;

— продолжение создания Единой автоматизированной сети связи страны, увеличение количества телефонов в городах и сельской местности в 1,4 раза, более широкое использование искусственных спутников Земли, в первую очередь для обеспечения телевизионным вещанием районов Западной и Восточной Сибири и для телефонно-телеграфной связи с отдаленными районами страны.

Даты жизни крупных ученых и изобретателей

Авогадро Амедео, итальянский физик и химик	1776—1856
Александров Анатолий Петрович, советский физик	1903
Ампер Андре, французский физик и математик	1775—1836
Антонов Олег Константинович, советский авиаконструктор	1906
Архимед, древнегреческий математик и механик	ок. 287— 212 до н. э.
Арцимович Лев Андреевич, советский физик	1909—1973
Астон Френсис, английский физик	1877—1945
Бальмер Иоганн, швейцарский физик	1825—1898
Басов Николай Геннадиевич, советский физик	1922
Беккерель Антуан Анри, французский физик	1852—1908
Бенардос Николай Николаевич, русский изобретатель	1842—1905
Бернулли Даниил, швейцарский математик и механик	1700—1782
Бойль Роберт, английский физик и химик	1627—1691
Больцман Людвиг, австрийский физик	1844—1906
Бор Нильс, датский физик	1885—1962
Бройль (де Бройль) Луи, французский физик	р. 1892
Броун Роберт, английский ботаник	1773—1858
Бунзен Роберт, немецкий химик	1811—1899
Васильев Сергей Иванович, советский физик	1891—1951
Вебер Вильгельм, немецкий физик	1804—1891
Вильсон Чарльз, английский физик	1869—1959
Вольта Алессандро, итальянский физик и физиолог	1745—1827
Галилей Галилео, итальянский физик, механик, астроном	1564—1642
Гальвани Луиджи, итальянский физиолог	1737—1798
Гаусс Карл, немецкий математик, физик, астроном	1777—1855
Гейгер Ханс, немецкий физик	1882—1945
Гейзенберг Вернер, немецкий физик	1901—1976
Гей-Люссак Жозеф, французский физик и химик	1778—1850
Гельмгольц Герман, немецкий естествоиспытатель	1821—1894
Генри Джозеф, американский физик	1797—1878
Герц Генрих, немецкий физик	1857—1894

Глушко Валентин Петрович, советский ученый и конструктор	1908
Гук Роберт, английский естествоиспытатель	1635—1703
Гюйгенс Христиан, голландский механик, физик и математик	1629—1695
Дальтон Джон, английский химик и физик	1766—1844
Джоуль Джеймс, английский физик	1818—1889
Дизель Рудольф, немецкий изобретатель	1858—1913
Доливо-Добровольский Михаил Осипович, русский электротехник	1862—1919
Доплер Христиан, австрийский физик и астроном	1803—1853
Жолио-Кюри Ирен, французский физик	1897—1956
Жолио-Кюри Фредерик, французский физик	1900—1958
Жуковский Николай Егорович, русский ученый	1847—1921
Иваненко Дмитрий Дмитриевич, советский физик	1904
Ильюшин Сергей Владимирович, советский авиаконструктор	1894
Иоффе Абрам Федорович, советский физик	1880—1960
Камерлинг-Оннес Гейке, голландский физик	1853—1926
Капица Петр Леонидович, советский физик	1894
Карно Сади, французский инженер	1796—1832
Келдыш Мстислав Всеволодович, советский механик и математик	1911
Кельвин (см. Томсон Уильям)	
Кеплер Иоганн, немецкий астроном	1571—1630
Кирхгоф Густав, немецкий физик	1824—1887
Клапейрон Бенуа, французский физик	1799—1864
Королев Сергей Павлович, советский ученый и конструктор	1907—1966
Кулон Шарль, французский физик	1736—1806
Курчатов Игорь Васильевич, советский физик	1903—1960
Кюри Пьер, французский физик и химик	1859—1906
Лавочкин Семен Алексеевич, советский авиаконструктор	1900—1960
Ландау Лев Давыдович, советский физик	1908—1968
Ланжевен Поль, французский физик	1872—1946
Лебедев Петр Николаевич, русский физик	1866—1912

Ленц Эмилий Христианович, русский физик	1804—1865
Лодыгин Александр Николаевич, русский электро-техник	1847—1923
Ломоносов Михаил Васильевич, русский ученый-энциклопедист	1711—1765
Лоренц Гендрик, голландский физик	1853—1928
Лошмидт Йозеф, австрийский физик	1821—1895
Лоуренс Эрнест, американский физик	1901—1958
Майер Роберт, немецкий ученый	1814—1878
Майкельсон Альберт, американский физик	1852—1931
Максвелл Джеймс, английский физик	1831—1879
Максутов Дмитрий Дмитриевич, советский изобре-татель	1896—1964
Мариотт Эдм, французский физик	1620—1684
Менделеев Дмитрий Иванович, русский ученый	1834—1907
Микоян Артем Иванович, советский авиаконструк-тор	1905—1970
Милликен Роберт, американский физик	1868—1953
Миль Михаил Леонтьевич, советский авиаконструк-тор	1909—1970
Можайский Александр Федорович, русский изобре-татель	1825—1890
Морзе Самюэл, американский изобретатель	1791—1872
Ньютон Исаак, английский физик, математик, астро-ном	1643—1727
Ом Георг, немецкий физик	1787—1854
Паскаль Блез, французский математик и физик	1623—1662
Перрен Жан, французский физик	1870—1942
Петров Василий Владимирович, русский физик и электротехник	1761—1834
Планк Макс, немецкий физик	1858—1947
Ползунов Иван Иванович, русский теплотехник	1728 (по друг. све- дениям 1729)—1766
Попов Александр Степанович, русский ученый и изобретатель	1859—1906
Прохоров Александр Михайлович, советский физик	1916
Резерфорд Эрнест, английский физик	1871—1937

Ремер Олаф, датский астроном	1644—1710
Рентген Вильгельм, немецкий физик	1845—1923
Рихман Георг Вильгельм, русский физик	1711—1753
Румфорд Бенджамин, английский физик	1753—1814
Семенов Николай Николаевич, советский физик и физико-химик	1896
Сименс Вернер, немецкий изобретатель	1816—1892
Склодовская-Кюри Мария, польский физик и химик	1867—1934
Скобелев Дмитрий Владимирович, советский физик	1892
Славянов Николай Гаврилович, русский изобрета- тель	1854—1897
Стефан Йозеф, австрийский физик	1835—1893
Столетов Александр Григорьевич, русский физик	1839—1896
Тамм Игорь Евгеньевич, советский физик	1895—1971
Тесла Никола, югославский электротехник	1856—1943
Томсон Джозеф, английский физик	1856—1940
Томсон (Кельвин) Уильям, английский физик	1824—1907
Торричелли Эванджелиста, итальянский физик и математик	1608—1647
Туполев Андрей Николаевич, советский авиаконст- руктор	1888—1972
Уатт Джеймс, английский изобретатель	1736—1819
Уитстон Чарльз, английский физик	1802—1875
Фарадей Майкл, английский физик	1791—1867
Ферми Энрико, итальянский физик	1901—1954
Физо Ипполит, французский физик	1819—1896
Флеров Георгий Николаевич, советский физик	1913
Франк Илья Михайлович, советский физик	1908
Фраунгофер Иозеф, немецкий физик	1787—1826
Френель Жан, французский физик	1788—1827
Фуко Леон, французский физик	1819—1868
Фультон Роберт, американский изобретатель	1765—1815
Цандер Фридрих Артурович, советский изобрета- тель	1887—1933
Цельсий Андерс, шведский физик и астроном	1701—1744
Циолковский Константин Эдуардович, советский ученый	1857—1935

Чедвик Джеймс, английский физик	1891
Черенков Павел Алексеевич, советский физик	1904
Шарль Жак, французский ученый	1746—1823
Штерн Отто, немецкий физик	1888—1969
Эдисон Томас, американский изобретатель	1847—1931
Эйнштейн Альберт, немецкий физик	1879—1955
Эрстед Ханс, датский физик	1777—1851
Юнг Томас, английский физик, врач, астроном	1773—1829
Яблочков Павел Николаевич, русский изобретатель	1847—1894
Якоби Борис Семенович, русский физик и электротехник	1801—1874
Яковлев Александр Сергеевич, советский авиаконструктор	1906

АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Авогадро число 42
Автоматические межпланетные станции 250, 251
Автоматические станции «Луна» 252, 253, 254
Автомобили, основные данные 229, 231
Аккумуляторы 129
Акр 40
Алфавит латинский и греческий 5, 6
Альфа-частица 179
Ампер 17, 36
Ангстрем 29, 33, 38
Анионы 139
Античастицы 177, 178
Ар 33
Аршин 38
Астрономическая единица 29
Астрономические символы 208
Атмосфера, давление на различной высоте 58
— плотность на различной высоте 47
— состав 45
— температура на различной высоте 102
Атмосфера техническая 60
Атмосфера физическая 60
Атом водорода 169
Атом, размеры 169
Атомная единица массы 26, 168
— масса элементов 217, 223
— электростанция первая 263
Атомные электростанции СССР 265
Атомный ледокол «Арктика» 267
— — «Ленин» 267
Атто 8
Бар 29
Барions 177
Бэр 31, 38
Ватт 35, 37, 83
Ватт-час 35, 86
Вебер 23
Величины физические, обозначения 9
Венера, физические характеристики планеты 212, 213
Верста 38
Вертолеты 242, 243
Вершок 38
Вода, физические постоянные 42
Водоизмещение некоторых судов 254, 255
Воздух, физические постоянные 44
Вольт 22, 36
Время, единицы измерений 17, 32, 33
Время жизни элементарных частиц 177
Вторая космическая скорость 71, 72
Вязкость газов и жидкостей 54, 55
Газы жидкие, физические свойства 48, 116, 122
Галлон 40
Гальванические элементы 129
Гаусс 28
Гектар 32, 33
Генри 24, 37
Герц (единица частоты) 19, 34
Гидрогенераторы мощные 257
Гидротурбины 257
Гидроэлектростанции крупные 261, 263
Гипероны 178
Глаз, некоторые характеристики 165
ГОЭЛРО план 258
Гравитационная постоянная 41
Градус Цельсия 32
Графические условные обозначения в электро- и радиосхемах 143—153

Давление атмосферы на различной высоте 58
 Давление, единицы 60
 — (значения, встречающиеся в технике и природе) 59
 Давление критическое 121
 Двигатели автомобильные 229, 231
 Действия с числами π и g 190
 Дейтрон 174, 179
 Десятина 39
 Дефект массы 173
 Джоуль 21, 25, 86
 Диамагнетики 140
 Дина 26, 53
 Диэлектрическая проницаемость абсолютная 128
 — — вакуума 128
 — — относительная 128
 Длина волны де Бройля 164
 — окружности 192
 — свободного пробега молекул 99
 Длины волн видимой части спектра 161
 Доза излучения 25
 Дополнительные цвета 167
 Дюйм 33, 38, 39

 Единицы измерений, обозначения 13—16
 — — СИ основные 17, 18
 — — производные 19—25

 Жидкие газы, физические свойства 122

 Запас прочности 67
 Заряд электрона 41
 Звезды, физические параметры 214—216
 Звук, интенсивность 93
 Земля, физические характеристики 209, 210
 — химический состав 227
 Золотник 39

 Изменение объема твердых тел при плавлении 113
 Изотопы 169
 — радиоактивные 171, 172
 — — искусственно полученные 171

Икс-единица 26, 33, 38
 Искусственный спутник Земли первый 243

 Кабельтов 33, 39
 Калорийная ценность продуктов 125
 Калория 86
 Кандела 18
 Карат 29
 Катоды 139
 Квадрат, площадь 197
 Квадратные уравнения, решения 196
 Кельвин (единица температуры) 17
 Килограмм 17
 Килограмм-сила 53
 Килограмм-сила-метр 30, 86
 Килокалория 30
 Константы физические 41
 Корабли военные, технические данные 255
 Корабль-спутник первый 243
 Космические корабли 245, 246, 248, 249
 Космические скорости 71
 Кольцо, площадь 199
 Конус, поверхность и объем 202
 — усеченный, поверхность и объем 202
 Корни из чисел от 1 до 100 192—195
 Косинусы, табличные значения 206, 207
 Космический корабль «Аполлон» 246, 247
 — — «Восток» 244
 — — «Восход» 245
 — — «Союз» 245, 246
 Коэффициент линейного расширения температурный 103, 217—223
 — объемного расширения температурный 42, 104
 — полезного действия простых механизмов 89
 — — — тепловых машин 127
 — — — электрических машин и устройств 142
 — трения качения 80
 — трения скольжения 80

Коэффициент электрического сопротивления температурный 135
Красная граница фотоэффекта 164
Критическое давление, температура и плотность 121
Круг, площадь 198
Кулон 36
Кюри (единица активности изотопа) 31
Кюри точка 141
Лазеры, некоторые данные 164
Лептоны 177
Линии электропередачи, рост протяженности в СССР 260
Литр 32
Логарифмы чисел от 1 до 100 195, 196
Лошадиная сила 30, 83
Люшмидта число 42
Луна, физические характеристики 211
Лунный грунт, химический состав 228
Люкс 24
Люмен 24
Магнитная постоянная 140
— проницаемость абсолютная 140
— — относительная 140
— — различных веществ 140
Максвелл 28
Марс, физические характеристики 213
Масса воздуха, окружающего Землю 209
— некоторых тел 45
— атомная изотопов 172
— молекул 96
— объемная материалов и продуктов 52
Мега 8
Мезоны 177
Меркурий, физические характеристики 213
Метр 17
Микрометр 38
Микрон 38
Миллиард 7
Миллибар 29
Миллиметр водяного столба 29
— ртутного столба 29, 60

Миля морская 29
Минута (единица времени) 32
— (единица плоского угла) 32
Многоугольник, площадь 199
Модуль Юнга (модуль упругости) 66
Молекулы, физические свойства 96—99
— число в 1 см³ 98
Молния, некоторые данные 133
Моль 18
Мопеды 233, 234
Мотороллеры 233, 234
Мотоциклы 233, 234
Мощности, встречающиеся в жизни 81, 82
Мощность атомных электростанций 265
— двигателей 81, 82, 126, 127, 229, 231, 233, 235, 236, 256, 257
— — автомобилей 229, 231
— — мотоциклов 233
— — тепловозов 238
— — тракторов 235, 236
— — электровозов 237
Мощность звука 94
— паровых турбин 256
— электрических двигателей и приборов 141, 142
— электрических станций 258, 261, 263, 265
Нано 8
Насыщенный водяной пар 119
Нейтрино 177
Нейтрон 168, 178
Нептун, физические характеристики планеты 213
Нормы освещенности 159
Нуклоны 178
Ньютон (единица силы) 20, 53
Оборот в минуту 29
Объемная масса материалов и продуктов 52
Объемы геометрических тел 200—205
Ом (единица сопротивления) 23
Ом-метр 23
Освещенности нормы 159
Освещенность в некоторых лучах 159
Охлаждающие смеси 101

Параллелепипед, поверхность и объем 200
 Параллелограмм, площадь 197
 Парамагнетики 140
 Паровые турбины 256
 Парсек 26
 Паскаль (единица давления) 20, 60
 Первая космическая скорость 71
 Перегрузки 79
 Период полураспада изотопов 172
 Пико 8
 Пирамида, поверхность и объем 203
 — усеченная, поверхность и объем 203
 Плавления удельная теплота 114
 Планеты, физические характеристики 213
 Плотность газов 46, 47, 217—225
 — — в твердом состоянии 51
 — жидкостей 48, 217—225
 — критическая 121
 — (средняя) небесных тел 52
 — расплавленных металлов 50
 — твердых тел 50, 217—225
 Площадь геометрических фигур 197—199
 Плутон 213
 Поверхностное натяжение 20, 53, 122
 Подвижность дырок 131
 — ионов 131
 — электронов 131
 Позитрон 177
 Показатель преломления 157
 Полеты советских космонавтов 248
 Постоянная Больцмана 41
 — газовая 41
 — гравитационная 41
 — магнитная 140
 — Планка 41
 — Ридберга 41
 — Стефана-Больцмана 41
 — электрическая 128
 Предел прочности 67
 — упругости 67
 Предельный угол отражения 158

Призма, поверхность и объем 205
 Приставки десятичные 8
 Производство тепловых машин 127
 Производство электроэнергии в союзных республиках 259
 Производство электроэнергии в СССР 258
 Проводимость электрическая удельная 135
 Простые дроби, перевод в десятичные 191
 Протон 168, 178
 Прочности запас 67
 Пуаз 27
 Пуд 39
 Психрометрическая таблица 120
 Работа выхода электрона 138
 Рад 18
 Радиан 18
 Ракета-носитель космического корабля «Восток» 244
 Реакции ядерные 174
 Резистор, обозначение графическое 146, 147
 Рентген (единица дозы излучения) 31
 Римские цифры 6
 Ромб, площадь 196
 Сажень 38
 Самолеты, технические параметры 239—242
 Сатурн, физические характеристики планеты 213
 Световой год 26
 Световой поток электроламп 160
 Секунда (единица времени) 17, 46
 — (единица плоского угла) 32
 Сила света источников 158
 — термоэлектродвижущая 138
 — тока в технических устройствах 132
 — тяги некоторых машин 53
 Сименс 23
 Сименс на метр 23
 Синусы, табличные значения 206, 207
 Скорости рекордные 70, 71
 Скорость в военной технике 69

Скорость в живой природе 70
 — в технике 68
 — газовых молекул 97
 — движения по орбите небесных тел 213
 — звука 89—93
 — космическая 71
 — максимальная транспортных машин 69
 — мотоциклов 233
 — самолетов 239—242
 — света 41, 158
 — тепловозов 238
 — тракторов 235, 236
 — электровозов 237
 Слуховой аппарат человека 94
 Смеси охлаждающие 101
 Солнечная система 213
 Солнце, физические характеристики 211
 Соотношения между единицами времени 46
 — — — давления 60
 — — — мощности 83
 Соотношения между единицами скорости 72
 — — — силы 53
 — — — работы и энергии 86
 Сплав высокого сопротивления 136
 — состав 226
 Степени чисел от 1 до 100 192—195
 Стерadian 18
 Суда, некоторые данные 254
 Сутки 32

Таблицы для перевода килограмм-сил в ньютон 55
 — — — на квадратный миллиметр в паскали 61
 — — — — сантиметр в паскали 62
 — — — килокалорий в джоули 106
 — — — на килограмм-градус в джоули на килограмм-кельвин 106
 — — — километров в час в метры в секунду 73
 — — — лошадиных сил в киловатты 82

Тангенсы, табличные значения 206, 207
 Твердость материалов 65
 Телескоп крупнейший 216
 Температура атмосферы на различной высоте 102
 Температура кипения различных веществ 115, 217—225
 — — воды при различном давлении 116
 — критическая 121
 — плавления 111, 217—225
 — — при различном давлении 112
 — — тугоплавких металлов 112
 Температурный коэффициент линейного расширения 103
 — — объемного расширения 104, 105
 — — электрического сопротивления 135
 Температуры, встречающиеся в технике и природе 99, 100
 Тепловозы, технические данные 238
 Теплоемкость газов и паров удельная 110
 — твердых и жидких веществ удельная 107—109
 Теплопроводность 123
 Теплота испарения (парообразования) удельная 116, 117, 118
 — плавления удельная 114
 — сгорания топлива 123—125
 Термоэлектродвижущая сила 138
 Тесла 23, 37
 Ток, допускаемый в проводах и кабелях 133
 Токи высокой частоты 140
 Тонна 32
 Тор, поверхность и объем 204
 Тормозной путь автомобилей 77
 Точка (единица длины) 38
 Тракторы, некоторые данные 235, 236
 Трапеция, площадь 198
 Треугольник, площадь 197
 Триллион 7
 Тритон 179
 Тройная точка воды 43
 Турбогенераторы мощные 256

Турбины паровые 256
Тяга некоторых машин 53
Тяговая мощность тракторов 82

Удельная проводимость веществ 135
— теплоемкость веществ 107—110
— теплота испарения (парообразования) 116
— — плавления 114

Удельное электрическое сопротивление веществ 133, 217—223

— — — диэлектриков 134

— — — электролитов 134

Узел морской 29, 40

Ультразвук 95

Упругости предел 67

Уран, физические характеристики планеты 213

Ускорение свободного падения для некоторых городов 78

— — — на небесных телах 78

— — — на различной высоте 79

— — — нормальное 77

Ускорения, встречающиеся в жизни 76

Фарада 36

Фарадея число (постоянная) 42

Фемто 8

Физические константы (постоянные) 41

Формулы элементарной физики 182—189

Фот 28

Фотон 163, 165

Фраунгоферовы линии 163

Фунт 39

Фут 38, 39

Цвета дополнительные 197

Центнер 29

Цилиндр, поверхность и объем 201

Час 32

Частицы неэлементарные 179

— элементарные 177, 178

Частота вращения 19, 29, 75

Частотный диапазон голоса певца 93

Число Авогадро 42

— Лошмидта 42

— Фарадея 42

Шар, поверхность и объем 204

Шкала электромагнитных волн 168

Электрическая постоянная 128

— прочность 137

Электровозы, технические данные 237

Электролиты, удельное сопротивление 134

Электрон (заряд, масса) 41, 168

Электроны в проводниках 130

Электронвольт 27, 86

Электрохимические эквиваленты веществ 139

Электроэнергия, производство в СССР 258

Элементы химические 217

— — искусственно полученные 180

Энергия, выделяемая при делении ядра урана 175

Эрг 27, 86

Эрстед 28

Химические соединения, физические свойства 224

Ядра атомные, размеры 168

Ядерный взрыв 175

Ядерные реакции 174, 175

Ярд 39

Яркость некоторых поверхностей 160

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Вводный раздел	
1. Знаки, часто встречающиеся в литературе по физике . . .	5
2. Латинский алфавит	5
3. Греческий алфавит	6
4. Римские цифры	6
5. Степени числа 10 и название больших чисел	7
6. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименование	8
7. Обозначение основных физических величин	9
8. Обозначение единиц основных физических величин . . .	13
9. Международная система единиц (СИ)	17
10. Единицы системы СГС и другие важнейшие единицы, применяемые в физике и астрономии	26
11. Единицы, временно допускаемые к применению	29
12. Единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ	32
13. Перевод различных единиц в единицы СИ	33
14. Соотношения между единицами для измерения малых длин .	38
15. Старые русские единицы	38
16. Немеетрические единицы, применяемые в Англии, США и некоторых других странах	39
II. Таблицы физических величин	
17. Основные физические постоянные (константы)	41
18. Физические постоянные воды	42
19. Физические постоянные воздуха	44
<i>Механика</i>	
20. Масса некоторых тел	45
21. Соотношения между единицами времени	46
22. Плотность газов и паров (0° С; 101 325 Па)	46
23. Плотность ρ воздуха при различной температуре (при 101 325 Па)	47
24. Плотность атмосферы на различной высоте над Землей .	47
25. Плотность жидкостей	48
26. Плотность ρ воды при различной температуре (при 101 325 Па)	49
27. Плотность ρ некоторых расплавленных металлов	50
28. Плотность твердых тел (при 20° С)	50
29. Плотность ρ газов в твердом состоянии	51
30. Плотность некоторых небесных тел Солнечной системы .	52
31. Объемная масса различных материалов и продуктов . .	52
32. Силы, действующие в различных случаях	53
33. Соотношения между единицами силы	53

34. Поверхностное натяжение различных жидкостей на границе «жидкость — воздух»	53
35. Динамическая вязкость η некоторых веществ	54
36. Относительная вязкость жидкостей (при 20° С)	55
37. Перевод значений силы из килограмм-сил в ньютон	55
38. Давления p , встречающиеся в жизни (примерные значения)	56
39. Давление атмосферы на различной высоте над Землей	58
40. Давления p , встречающиеся в технике и природе	59
41. Соотношения между единицами давления	60
42. Перевод значений давления, механического напряжения из килограмм-силы на квадратный миллиметр в паскали	61
43. Перевод значений давления, механического напряжения из килограмм-силы на квадратный сантиметр в паскали	62
44. Перевод значений давления из физических атмосфер в килопаскали	63
45. Перевод значений давления из миллиметров ртутного столба в паскали	64
46. Твердость некоторых материалов	65
47. Шкала твердости	65
48. Модуль продольной упругости E некоторых материалов (при 20° С)	66
49. Предел упругости σ_y некоторых материалов при растяжении (при 20° С)	67
50. Предел прочности $\sigma_{пч}$ некоторых материалов при растяжении (при 20° С)	67
51. Запас прочности	67
52. Скорости v , встречающиеся в технике	68
53. Максимальная скорость транспортных машин	69
54. Скорости v , встречающиеся в военной технике	69
55. Скорости движения в живой природе	70
56. Мировые рекорды в беге (на 1 августа 1976 г.)	70
57. Мировые рекорды скорости транспортных машин (на 1 января 1976 г.)	71
58. Мировые рекорды, установленные при полете человека на самолетах (на 1 января 1976 г.)	71
59. Космические скорости	71
60. Вторая космическая скорость (скорость освобождения) на поверхности некоторых небесных тел	72
61. Соотношения между единицами скорости	72
62. Перевод значений скорости из километров в час в метры в секунду	73
63. Перевод значений скорости из метров в секунду в километры в час	74
64. Частота ν вращения некоторых тел	75
65. Зависимость массы электрона от скорости его движения	76
66. Ускорение некоторых тел	76
67. Тормозной путь легковых автомобилей	77
68. Ускорение свободного падения для разных географических широт на уровне моря	77
69. Ускорение свободного падения для некоторых городов	78
70. Ускорение свободного падения на поверхности некоторых небесных тел	78
71. Ускорение свободного падения g на различной высоте h над Землей	79

72. Перегрузки, действующие на человека	79
73. Коэффициент трения f скольжения	80
74. Коэффициент трения качения	80
75. Мощность N двигателей некоторых машин	81
76. Тяговая мощность N тракторов	82
77. Мощность гидротурбин	82
78. Соотношения между единицами мощности	83
79. Перевод значений мощности из лошадиных сил в киловатты	84
80. Перевод значений мощности из килограмм-сил-метров в секунду в киловатты	85
81. Соотношения между единицами энергии (работы)	86
82. Перевод значений работы из килограмм-сил-метров в джоули	87
83. Перевод значений энергии частиц из мегаэлектронвольт в джоули	88
84. Коэффициент полезного действия простых механизмов	89

Звук

85. Скорость звука в газах (0°C ; 101 325 Па)	89
86. Температурный коэффициент скорости звука в газах	89
87. Скорость c звука в воздухе при различной температуре	90
88. Скорость c звука в атмосфере на различной высоте h над Землей	90
89. Скорость c звука в жидкостях	91
90. Температурный коэффициент скорости звука в жидкостях	91
91. Скорость v звука в воде при различной температуре	92
92. Скорость звука в твердых веществах	93
93. Диапазон частот звука при пении	93
94. Интенсивность звука для частот 1—4 кГц	93
95. Мощность звука в различных случаях	94
96. Некоторые данные о слуховом аппарате человека	94
97. Некоторые данные об ультразвуке	95

Молекулярная физика. Теплота

98. Масса m некоторых атомов и молекул	96
99. Средняя скорость $v_{\text{ср}}$ теплового движения, диаметр d молекул некоторых газов и водяного пара (0°C ; 101 325 Па)	97
100. Средняя скорость $v_{\text{ср}}$ молекул газов при различной температуре (при 101 325 Па)	97
101. Распределение скоростей между молекулами кислорода (0°C ; 101 325 Па)	97
102. Примерное число молекул в 1 см^3 различных сред	98
103. Число n ударов молекул газа за 1 с о площадку 1 см^2 и средняя скорость $v_{\text{ср}}$ движения молекул (при 0°C)	98
104. Средняя длина свободного пробега молекул некоторых газов (0°C ; 101 325 Па)	99
105. Средняя длина l свободного пробега молекул воздуха в зависимости от давления p (при 20°C)	99
106. Температура некоторых тел	99
107. Охлаждающие смеси	101
108. Температура атмосферы на различной высоте над Землей	102

109. Температурный коэффициент линейного расширения α различных веществ	103
110. Температурный коэффициент объемного расширения некоторых жидкостей (при 20°C)	105
111. Температурные коэффициенты объемного расширения β воды и льда	105
112. Перевод значений количества теплоты из килокалорий в джоули	106
113. Удельная теплоемкость c твердых тел	107
114. Удельная теплоемкость c жидкостей	108
115. Удельная теплоемкость c воды при различной температуре t (при 101 325 Па)	108
116. Удельная теплоемкость c воды при различных температурах t и давлениях p	109
117. Удельная теплоемкость c металлов в расплавленном состоянии	109
118. Удельная теплоемкость c газов и водяного пара (при 101 325 Па)	110
119. Удельная теплоемкость c воздуха при различной температуре (при 101 325 Па)	110
120. Температура плавления (отвердевания) различных веществ (при 101 325 Па)	111
121. Температура плавления t некоторых веществ при различном давлении p	112
122. Температура плавления тугоплавких металлов и их соединений	112
123. Изменение объема некоторых веществ при плавлении, %	113
124. Сжимаемость некоторых веществ	113
125. Удельная теплота λ плавления веществ	114
126. Температура кипения различных веществ (при 101 325 Па)	115
127. Температура кипения t некоторых веществ при различных давлениях	116
128. Температура кипения t воды при повышенных давлениях p	116
129. Удельная теплота парообразования r жидкостей (при температуре кипения)	116
130. Удельная теплота парообразования (испарения) r воды при различной температуре	117
131. Удельная теплота парообразования (испарения) r некоторых жидкостей при различной температуре	118
132. Удельная теплота парообразования r металлов в расплавленном состоянии (при температуре кипения)	118
133. Давление p и плотность ρ насыщенного водяного пара при различной температуре	119
134. Психрометрическая таблица	120
135. Критические температура, давление и плотность для различных веществ	121
136. Основные физические свойства жидких газов (при 101 325 Па)	122
137. Теплопроводность веществ	123
138. Удельная теплота сгорания Q основных видов топлива	123
139. Удельная теплота сгорания Q взрывчатых веществ	125

	<i>Стр.</i>
140. Удельная теплота сгорания Q пищевых продуктов . . .	125
141. Калорийность (рекомендуемая) суточного рациона пищи у лиц разных профессий и учащихся	126
142. Мощность N некоторых современных тепловых двигате- лей	126
143. Рост производства тепловых машин в СССР	127
144. Коэффициент полезного действия тепловых двигателей, %	128

Электричество. Магнетизм

145. Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ . .	128
146. Данные о гальванических элементах и аккумуляторах	129
147. Электроны в проводниках	130
148. Подвижность μ электронов и дырок в полупроводниках (при 20° С)	131
149. Подвижность μ ионов в электролитах (при 20° С) . . .	131
150. Подвижность μ ионов в газах	131
151. Сила тока в различных машинах и устройствах	132
152. Электрическое напряжение в различных машинах и уст- ройствах	132
153. Данные о молнии	133
154. Допустимая сила тока в изолированном проводе при про- должительной работе	133
155. Удельное электрическое сопротивление проводников (при 20° С)	133
156. Удельное сопротивление некоторых электроизоляционных материалов (при 20° С)	134
157. Удельное электрическое сопротивление жидкостей (при 20° С)	134
158. Удельное электрическое сопротивление ρ электролитов (при 18° С)	134
159. Зависимость удельного электрического сопротивления некоторых металлов от температуры вблизи абсолютного нуля	135
160. Удельная проводимость σ проводников (при 20° С) . .	135
161. Температурный коэффициент удельного сопротивления металлов, применяемых в электротехнике	135
162. Сплавы высокого сопротивления	136
163. Электрическое сопротивление r 1 м проволоки в зависи- мости от ее диаметра d и материала (при 20° С)	137
164. Длина l проводника, имеющего электрическое сопротив- ление 1 Ом	137
165. Электрическая прочность некоторых электроизоляционных материалов	137
166. Температура перехода чистых металлов в сверхпроводя- щее состояние	138
167. Работа выхода электрона для различных веществ . . .	138
168. Термоэлектродвижущая сила некоторых металлов и спла- вов в паре с чистой платиной	138
169. Электрохимические эквиваленты веществ	139
170. Глубина h проникновения токов высокой частоты в ме- талл (при 15° С)	140
171. Магнитная проницаемость пара- и диамагнетиков . . .	140

172. Магнитная проницаемость ферромагнетиков (максимальная)	140
173. Точка Кюри	141
174. Мощность P некоторых электрических устройств и машин	141
175. Коэффициент полезного действия некоторых электрических приборов, устройств, машин, сооружений	142
176. Условные графические изображения на электро- и радиосхемах	143
177. Буквенные обозначения элементов электрорадиосхем	154
178. Условные обозначения на электроизмерительных приборах	154

Оптика

179. Показатель преломления газов и водяного пара	157
180. Показатель преломления жидких и твердых тел (относительно воздуха)	157
181. Скорость света в некоторых средах (при 20° С)	158
182. Предельный угол внутреннего отражения	158
183. Сила света некоторых источников света	158
184. Нормы освещенности помещений жилых и общественных зданий	159
185. Освещенность некоторых поверхностей	159
186. Световой поток электрических ламп	160
187. Световой поток некоторых кинопроекторов	160
188. Яркость некоторых поверхностей	160
189. Основные цвета видимого спектра и соответствующие им длины λ световых волн	161
190. Распределение энергии в спектре излучения раскаленного угля	162
191. Распределение интенсивности лучистого потока в спектрах различных источников света	162
192. Фраунгоферовы линии	163
193. Энергия ε кванта различных видов электромагнитного излучения	163
194. Характеристика излучения лазеров	164
195. Красная граница фотоэффекта для некоторых веществ, им	164
196. Длина волны де Бройля для некоторых движущихся частиц и тел	164
197. Масса m , энергия ε и импульс p фотонов	165
198. Некоторые характеристики глаза человека	165
199. Чувствительность глаза к различным лучам видимого спектра	166
200. Дополнительные спектральные цвета	167
201. Химические элементы, открытые с помощью спектрального анализа	167
202. Шкала электромагнитных волн	168

Строение атома

203. Некоторые данные из атомной физики	168
204. Изотопы элементов	169
205. Искусственные радиоактивные изотопы	171
206. Период полураспада некоторых радиоактивных изотопов	172
207. Атомная масса некоторых изотопов	172

	Стр
208. Дефект массы некоторых ядер	173
209. Примеры ядерных реакций	174
210. Энергетический баланс деления ядра урана-235	175
211. Параметры ядерного взрыва	175
212. Элементарные частицы	177
213. Неэлементарные частицы	179
214. Искусственно полученные элементы	180

* *

*

215. Основные формулы элементарной физики	182
---	-----

III. Некоторые данные из смежных наук

Математика

216. Действия с числами π и g	190
217. Перевод простых дробей в десятичные (с точностью до 0,001)	191
218. Степени, корни, обратная величина, длина окружности и площадь круга для чисел n (от 1 до 100)	192
219. Логарифмы чисел n (от 1 до 100)	195
220. Решение квадратного уравнения	196
221. Площадь некоторых геометрических фигур	197
222. Поверхность и объем некоторых геометрических тел	200
223. Тригонометрические функции острого угла	206
224. Некоторые тригонометрические функции углов от 0 до 90°	206

Астрономия

225. Единицы для измерения расстояний в астрономии и соотношения между ними	208
226. Некоторые астрономические знаки	208
227. Данные о Земле	209
228. Физические параметры внутренних слоев Земли	210
229. Данные о Солнце	211
230. Данные о Луне	211
231. Данные о планете Венера	212
232. Солнечная система	213
233. Планеты Солнечной системы	213
234. Данные о некоторых звездах	214
235. Наиболее яркие звезды ночного неба	216
236. Крупнейший в мире телескоп	216

Химия

237. Химические элементы и их основные физические свойства	217
238. Физические свойства распространенных органических и неорганических соединений	224
239. Химический состав некоторых сплавов	226
240. Химический состав Земли	227
241. Химический состав лунного грунта	228
242. Химические элементы, из которых состоит организм человека	228

IV. Некоторые данные из техники

Стр.

243. Легковые автомобили	229
244. Грузовые автомобили и автобусы	231
245. Мопеды, мотороллеры, мотоциклы	233
246. Тракторы гусеничные	235
247. Тракторы колесные	236
248. Электровозы	237
249. Тепловозы	238
250. Пассажирские самолеты (турбовинтовые и реактивные)	239
251. Пассажирские самолеты (поршневые)	241
252. Сверхзвуковой пассажирский самолет Ту-144	241
253. Реактивные самолеты-истребители (послевоенные)	242
254. Вертолеты	242
255. Первый искусственный спутник Земли и первый корабль-спутник	243
256. Космический корабль «Восток»	244
257. Ракета-носитель космического корабля «Восток»	244
258. Многоместный космический корабль «Восход»	245
259. Космический корабль «Союз»	245
260. Космический корабль «Аполлон»	246
261. Полеты советских космических кораблей с космонавтами	248
262. Полеты некоторых советских межпланетных автоматических станций (АМС)	250
263. Полеты советских автоматических станций «Луна»	252
264. Крупные морские пассажирские суда	254
265. Современные военные корабли :	255
266. Мощные паровые турбины	256
267. Мощные турбогенераторы	256
268. Мощные гидравлические турбины	257
269. Мощные гидрогенераторы	257
270. План ГОЭЛРО	258
271. Рост мощности электростанций и производства электроэнергии в СССР	258
272. Рост производства электроэнергии в союзных республиках	259
273. Производство электроэнергии в СССР на электростанциях различного типа	259
274. Потребление электроэнергии различными отраслями народного хозяйства СССР	260
275. Рост протяженности высоковольтных линий электропередачи в СССР	260
276. Характеристика некоторых гидроэлектростанций СССР	261
277. Крупнейшая гидроэлектростанция мира — Красноярская ГЭС имени 50-летия СССР	263
278. Первая в мире промышленная атомная электростанция (СССР)	263
279. Данные о некоторых атомных электростанциях СССР	265
280. Атомный ледокол «Ленин»	267
281. Крупнейший в мире атомный ледокол «Арктика»	267
282. Развитие народного хозяйства, науки и техники в десятилетии	267

* * *

Даты жизни крупных ученых и изобретателей	270
Алфавитно-предметный указатель	275