

А. С. Енохович

**СПРАВОЧНИК**  
по физике и технике



**А. С. Енохович**

**СПРАВОЧНИК  
по физике  
и технике**



**ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ**

53(083)  
Е 63

*Рекомендовано к изданию  
Главным управлением школ Министерства просвещения СССР*

**Енохович А. С.**

Е 63 Справочник по физике и технике. Пособие для учащихся. М., «Просвещение», 1976.

175 с. с ил.

В справочнике приведены значения основных физических постоянных, физических величин в различных областях науки и техники, в окружающей жизни, в природе, а также данные, характеризующие выдающиеся научные и технические достижения наших дней.

Е  $\frac{60601-610}{103(03)-76}$  232-76

53(083)+6(083)

## К ЧИТАТЕЛЮ-ШКОЛЬНИКУ

Ты взял в руки несколько необычную для себя книгу. Она не похожа на те, с которыми ты уже знаком, — в ней много таблиц, графиков, цифр. Но цифры тоже имеют свой язык, умеют говорить, рассказывать о различных вещах и явлениях природы, могут дать им точную характеристику.

Учебник и уроки физики знакомят тебя со многими физическими явлениями и законами, с их проявлениями и применениями в жизни, в технике. Однако в учебнике рассказывается лишь о самом главном, основном. Более подробные сведения из области физики и техники можно получить из книг, предназначенных для популярного чтения. Этой же цели служит и адресованный тебе «Справочник по физике и технике». Его назначение — помочь лучше усвоить, конкретизировать и расширить те знания, которые ты получаешь на уроках и на факультативных занятиях.

В справочнике приведены сведения о Международной системе единиц (СИ), буквенные обозначения физических величин и единиц, числовые значения физических постоянных, характеризующих свойства различных веществ (например, плотность, температура кипения, температуру плавления, удельную теплоемкость, удельное электрическое сопротивление, показатель преломления и т. д.). В нем также можно найти значения основных физических величин, встречающихся в технике, быту, живой природе (например, значения скоростей движения различных объектов, значения силы тока и электрического напряжения в различных электрических устройствах и т. п.).

Из справочника ты можешь получить сведения о машинах, технических устройствах и сооружениях, которые видел, о которых слышал или читал. О физических законах и явлениях, лежащих в основе действия многих из них, говорится в учебниках. Так, в учебнике физики для VIII класса разъясняются физические основы движения ракет, полета самолетов. Но если у тебя появится желание поподробнее узнать о ракетах и самолетах, ознакомиться с их количественными параметрами, загляни в справочник. В таблицах 65, 66, 68 ты найдешь сведения о современных мощных ракетах, поднимавших в космос искусственные спутники Земли и советские космические корабли, а таблицы 70—73 расскажут о самолетах — скорости их полета, числе и мощности установленных двигателей, размерах и о других характеристиках.

Справочник может стать твоим помощником при решении различных практических вопросов и задач, которые могут возникнуть и на уроке, и дома, и при работе в школьных мастерских или на производстве, и при конструировании и изготовлении различных приборов и моделей на кружковых занятиях. Чтобы найти, например, массу той или иной детали определенного объема, необходимо знать плотность материала, из которого она изготовлена; чтобы рассчитать емкость бака или сосуда для хранения заданного объема жидкости, следует знать плотность этой жидкости; определить электрическое

сопротивление проводника данной длины и диаметра нельзя, если неизвестно значение удельного сопротивления материала проводника, и т. д. Для решения таких и подобных вопросов нужно иметь под рукой таблицы, в которых содержатся значения соответствующих физических величин: удерживать их в памяти не всегда просто да и не всегда разумно. Справочник пригодится и при решении физических задач с недостающими данными — таких задач встречается немало.

Наконец, из помещенных в книге таблиц могут быть использованы сведения, полезные при подготовке сообщений или рефератов для физического кружка, при организации выставок или стендов, посвященных развитию и успехам физики и техники, при подготовке вечеров, выпуске стенных газет на физические темы.

Пользуясь справочником, обрати внимание на следующее.

Для отыскания интересующих тебя сведений можно воспользоваться помещенным в конце книги предметным указателем (все термины расположены в нем по алфавиту). Например, если нужно узнать параметры тех или иных технических объектов, то в указателе следует найти название этих объектов («Автомобили», «Мотоциклы» и др.) и посмотреть, на какой странице помещена соответствующая таблица.

Значения физических величин даны в единицах Международной системы (СИ), в кратных и дольных от них и в единицах, допущенных к применению наравне с единицами СИ. Но в жизни и литературе еще часто можно встретить некоторые внесистемные единицы (такие, как подлежащие изъятию из употребления калория, лошадиная сила, миллиметр ртутного столба и др.), а также единицы системы СГС. Для перевода всех этих единиц в единицы международной системы в справочнике имеются таблицы соотношений между единицами. Кроме того, в некоторых таблицах, помимо значения той или иной физической величины, выраженной в единицах СИ, приводится (в скобках или в отдельной графе) значение этой же величины, выраженное в других встречающихся единицах. Например, в таблице 136 «Данные о легковых автомобилях» мощность двигателя дана в киловаттах, а в скобках — в лошадиных силах.

В головке некоторых столбцов таблиц стоит множитель вида  $10^n$ , где  $n$  — целое положительное или отрицательное число. Наличие такого множителя указывает на то, что помещенные в столбце числа следует умножить на этот множитель. Например, в таблице 148 «Температурные коэффициенты электрического сопротивления проводников» в головке стоит множитель  $10^{-3}$ . Следовательно, температурный коэффициент электрического сопротивления, например, алюминия равен  $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} = 0,0042 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

В заключение хочу выразить надежду, что, обращаясь к этой книге, ты обогатишь имеющиеся у тебя знания, заглянешь «за страницы учебника», полнее удовлетворишь свою любознательность и постепенно будешь приобретать и развивать весьма ценный для каждого человека навык самостоятельного поиска и «добывания» нужных знаний.

*Автор*

**ЕДИНИЦЫ  
ФИЗИЧЕСКИХ  
ВЕЛИЧИН**





## 1. Обозначения физических величин

Величина	
Наименование	Обозначение
<b>Механические величины</b>	
Вес . . . . .	$G, P, W$
Время . . . . .	$t, T$
Высота . . . . .	$h$
Давление . . . . .	$p$
Диаметр . . . . .	$d$
Длина . . . . .	$l$
Длина пути . . . . .	$s$
Импульс силы . . . . .	$I'$
Количество движения (импульс) . . . . .	$p$
Коэффициент жесткости . . . . .	$k$
Коэффициент запаса прочности . . . . .	$k, n$
Коэффициент полезного действия . . . . .	$\eta$
Коэффициент трения качения . . . . .	$k$
Коэффициент трения скольжения . . . . .	$\mu, f$
Масса . . . . .	$m$
Масса атома . . . . .	$m_a$
Масса электрона . . . . .	$m_e$
Механическое напряжение . . . . .	$\sigma$
Модуль упругости (модуль Юнга) . . . . .	$E$
Момент силы . . . . .	$M$
Мощность . . . . .	$N, P$
Объем, вместимость . . . . .	$V, v$
Период колебаний . . . . .	$T$
Плотность . . . . .	$\rho$
Площадь . . . . .	$A, S$
Поверхностное натяжение . . . . .	$\sigma, \gamma$
Постоянная гравитационная . . . . .	$G$
Предел прочности . . . . .	$\sigma_{пч}$
Работа . . . . .	$A, W$
Радиус . . . . .	$r$
Сила, сила тяжести . . . . .	$F$
Скорость линейная . . . . .	$v, u, w, c$
Скорость угловая . . . . .	$\omega$
Ускорение линейное . . . . .	$a$
Ускорение свободного падения . . . . .	$g$
Частота . . . . .	$f, \nu$
Частота вращения . . . . .	$n$
Ширина . . . . .	$b$
Энергия . . . . .	$E, W$
Энергия кинетическая . . . . .	$E_k, T, K$
Энергия потенциальная . . . . .	$E_p, U, V$

Величина	
Наименование	Обозначение
Звуковые величины	
Длина волны . . . . .	$\lambda$
Звуковая мощность . . . . .	$P$
Звуковая энергия . . . . .	$W$
Интенсивность звука . . . . .	$I$
Скорость звука . . . . .	$c, a$
Частота . . . . .	$\nu, f$
Тепловые величины	
Абсолютная влажность . . . . .	$a$
Газовая постоянная (молярная) . . . . .	$R$
Количество теплоты . . . . .	$Q$
Коэффициент полезного действия . . . . .	$\eta$
Относительная влажность . . . . .	$\phi$
Постоянная Больцмана . . . . .	$k$
Средний свободный пробег молекулы . . . . .	$l, \lambda$
Температура Цельсия . . . . .	$t$
Температура термодинамическая (абсолютная температура) . . . . .	$T$
Температурный коэффициент линейного расширения . . . . .	$\alpha, \lambda$
Температурный коэффициент объемного расширения . . . . .	$\alpha, \beta, \gamma$
Удельная теплоемкость . . . . .	$c$
Удельная теплота парообразования . . . . .	$r$
Удельная теплота плавления . . . . .	$\lambda$
Удельная теплота сгорания топлива (сокращенно: теплота сгорания топлива) . . . . .	$q, Q$
Число (постоянная) Авогадро . . . . .	$N_A, L$
Число Лошмидта . . . . .	$NL, L_0$
Число молекул . . . . .	$N$
Энергия внутренняя . . . . .	$U, E$
Электрические и магнитные величины	
Диэлектрическая проницаемость вакуума (электрическая постоянная) . . . . .	$\epsilon_0$
Индуктивность . . . . .	$L$
Коэффициент самоиндукции . . . . .	$L$
Коэффициент трансформации . . . . .	$n, k$
Магнитная индукция . . . . .	$B$
Магнитная проницаемость вакуума (магнитная постоянная) . . . . .	$\mu_0$
Магнитный поток . . . . .	$\Phi$
Мощность электрической цепи . . . . .	$P$
Напряженность магнитного поля . . . . .	$H$

Величина	
Наименование	Обозначение
Напряженность электрического поля . . . . .	$E$
Объемная плотность электрического заряда . . . . .	$\rho$
Относительная диэлектрическая проницаемость . . . . .	$\epsilon$
Относительная магнитная проницаемость . . . . .	$\mu$
Плотность энергии магнитного поля . . . . .	$w_m$
Плотность энергии электрического поля . . . . .	$w_a$
Поверхностная плотность электрического заряда . . . . .	$\bar{\sigma}$
Поверхностная плотность электрического тока . . . . .	$\bar{\delta}, F, S$
Сила электрического тока . . . . .	$I$
Температурный коэффициент электрического сопротивления . . . . .	$\alpha$
Удельная электрическая проводимость . . . . .	$\sigma, \gamma$
Удельное электрическое сопротивление . . . . .	$\rho$
Частота электрического тока . . . . .	$f, \nu$
Число витков обмотки . . . . .	$w, N$
Число (постоянная) Фарадея . . . . .	$F$
Электрическая емкость . . . . .	$C$
Электрическая индукция . . . . .	$D$
Электрическая проводимость . . . . .	$g, G$
Электрическая энергия (работа) . . . . .	$W$
Электрический момент диполя молекулы . . . . .	$p$
Электрический заряд (количество электричества) . . . . .	$Q$
Электрический потенциал . . . . .	$V, \phi$
Электрическое напряжение . . . . .	$U, V$
Электрическое сопротивление . . . . .	$r, R$
Электродвижущая сила . . . . .	$\mathcal{E}, E$
Электрохимический эквивалент . . . . .	$k$
Энергия магнитного поля . . . . .	$W_m$
Энергия электрического поля . . . . .	$W_a$
<b>Оптические величины</b>	
Длина волны . . . . .	$\lambda$
Освещенность . . . . .	$E$
Период колебания . . . . .	$T$
Показатель (коэффициент) преломления . . . . .	$n$
Световой поток . . . . .	$\Phi$
Светосила объектива . . . . .	$f$
Сила света . . . . .	$I$
Скорость света . . . . .	$c$
Увеличение линейное . . . . .	$\beta$
Увеличение окуляра, микроскопа, лупы . . . . .	$\bar{\Gamma}$
Угол отражения (или преломления) луча . . . . .	$i'$
Угол падения луча . . . . .	$i, \alpha$
Фокусное расстояние . . . . .	$F$
Частота колебаний . . . . .	$f, \nu$
Энергия излучения . . . . .	$Q, W$

Величина	
Наименование	Обозначение
Атомные величины	
Атомная масса . . . . .	$A$
Время полураспада . . . . .	$T_{1/2}$
Дефект массы . . . . .	$B$
Заряд электрона . . . . .	$e$
Масса атома . . . . .	$m_a$
Масса нейтрона . . . . .	$m_n$
Масса протона . . . . .	$m_p$
Масса электрона . . . . .	$m_e$
Постоянная Планка . . . . .	$h, \hbar$
Энергия связи . . . . .	$E$

## 2. Обозначения единиц

Наименование	Единица	
	Обозначение	
	русское	международное
Единицы пространства, времени и механических величин		
Ангстрем . . . . .	Å	Å
Ар . . . . .	а	а
Астрономическая единица . . . . .	а. е.	—
Атомная единица массы . . . . .	а. е. м.	u
Атмосфера техническая . . . . .	ат	at
Атмосфера физическая (нормальная) . . . . .	атм	atm
Бар . . . . .	бар	bar
Ватт . . . . .	Вт	W
Гектар . . . . .	га	ha
Гектолитр . . . . .	гл	hl
Герц . . . . .	Гц	Hz
Год . . . . .	год	—
Грамм . . . . .	г	g
Грамм-сила . . . . .	гс	gf
Грамм на кубический сантиметр . . . . .	г/см <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
Джоуль . . . . .	Дж	J
Дина . . . . .	дин	dyn
Дина на квадратный сантиметр . . . . .	дин/см <sup>2</sup>	dyn/cm <sup>2</sup>
Дина-секунда . . . . .	дин·с	dyn·s
Икс-единица . . . . .	икс-ед.	X
Карат . . . . .	кар	ct

Наименование	Единица	
	Обозначение	
	русское	международное
Киловатт . . . . .	кВт	kW
Киловатт-час . . . . .	кВт·ч	kW·h
Килограмм-сила . . . . .	кгс	kgf
Килограмм . . . . .	кг	kg
Килограмм на кубический метр . . . . .	кг/м <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
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 <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>
Килограмм-сила на квадратный сантиметр . . . . .	кгс/см <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
Километр . . . . .	км	km
Километр в секунду . . . . .	км/с	km/s
Километр в час . . . . .	км/ч	km/h
Литр . . . . .	л	l
Лошадиная сила . . . . .	л. с.	—
Месяц . . . . .	мес	—
Метр . . . . .	м	m
Метр в секунду . . . . .	м/с	m/s
Метр квадратный . . . . .	м <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Метр кубический . . . . .	м <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Метр на секунду в квадрате . . . . .	м/с <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
Микрометр . . . . .	мкм	μm
Миллибар . . . . .	мбар	mbar
Миллилитр . . . . .	мл	ml
Миллиметр . . . . .	мм	mm
Миллиметр водяного столба . . . . .	мм вод. ст.	mm H <sub>2</sub> O
Миллиметр ртутного столба . . . . .	мм рт. ст.	mm Hg
Миллисекунда . . . . .	мс	ms
Микросекунда . . . . .	мкс	μs
Миля морская . . . . .	м. миля	n.mile
Минута . . . . .	мин	min
Нанометр . . . . .	нм	nm
Неделя . . . . .	нед	—
Ньютон . . . . .	Н	N
Ньютон-метр . . . . .	Н·м	N·m
Ньютон на квадратный метр . . . . .	Н/м <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>
Ньютон-секунда . . . . .	Н·с	N·s
Парсек . . . . .	пк	pc
Паскаль . . . . .	Па	Pa
Радян . . . . .	рад	rad
Сантиметр . . . . .	см	cm
Сантиметр в секунду . . . . .	см/с	cm/s
Сантиметр квадратный . . . . .	см <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
Сантиметр кубический . . . . .	см <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
Сантиметр на секунду в квадрате . . . . .	см/с <sup>2</sup>	cm/s <sup>2</sup>

Единица		
Наименование	Обозначение	
	русское	международное
Световой год . . . . .	св. год	l. y.
Секунда . . . . .	с	s
Стерadian . . . . .	ср	sr
Сутки . . . . .	сут	d
Тонна . . . . .	т	t
Тонна-сила . . . . .	тс	tf
Узел . . . . .	уз	kn
Центнер . . . . .	ц	q
Час . . . . .	ч	h
Эрг . . . . .	эрг	erg
Эрг в секунду . . . . .	эрг/с	erg/s
Единицы тепловых величин		
Градус Цельсия . . . . .	°C	°C
Гигакалория . . . . .	Гкал	Gcal
Джоуль . . . . .	Дж	J
Джоуль на килограмм . . . . .	Дж/кг	J/kg
Джоуль на килограмм-кельвин . . . . .	Дж/(кг·К)	J/(kg·K)
Калория . . . . .	кал	cal
Калория на грамм . . . . .	кал/г	cal/g
Калория на грамм-градус Цельсия . . . . .	кал/(г·°C)	cal/(g·°C)
Кельвин . . . . .	К	K
Килокалория . . . . .	ккал	kcal
Килокалория на килограмм . . . . .	ккал/кг	kcal/kg
Килокалория на килограмм-градус Цельсия . . . . .	ккал/(кг·°C)	kcal/(kg·°C)
Киломоль . . . . .	кмоль	kmol
Мегакалория . . . . .	Мкал	Mcal
Теракалория . . . . .	Ткал	Tcal
Эрг . . . . .	эрг	erg
Единицы электрических и магнитных величин		
Ампер . . . . .	А	A
Ампер-секунда . . . . .	А·с	A·s
Ватт . . . . .	Вт	W
Ватт-час . . . . .	Вт·ч	W·h
Вебер . . . . .	Вб	Wb
Вольт . . . . .	В	V
Гаусс . . . . .	Гс	Gs
Генри . . . . .	Г	H
Герц . . . . .	Гц	Hz
Гигаватт . . . . .	ГВт	GW

Единица		
Наименование	Обозначение	
	русское	международное
Джоуль . . . . .	Дж	J
Киловатт . . . . .	кВт	kW
Киловатт-час . . . . .	кВт·ч	kW·h
Килоэлектронвольт . . . . .	кэВ	keV
Кулон . . . . .	Кл	C
Максвелл . . . . .	Мкс	Mx
Мегаватт . . . . .	МВт	MW
Мегаэлектронвольт . . . . .	МэВ	MeV
Микрофарада . . . . .	мкФ	$\mu$ F
Ом . . . . .	Ом	$\Omega$
Ом-метр . . . . .	Ом·м	$\Omega\cdot m$
Пикофарада . . . . .	пФ	pF
Сименс . . . . .	См	S
Сименс на метр . . . . .	См/м	S/m
Тераватт-час . . . . .	ТВт·ч	TW·h
Тесла . . . . .	Т	T
Фарада . . . . .	Ф	F
Фарада на метр . . . . .	Ф/м	F/m
Электронвольт . . . . .	эВ	eV
Эрг . . . . .	эрг	erg
Эрстед . . . . .	Э	Oe
Единицы оптических величин		
Кандела . . . . .	кд	cd
Люкс . . . . .	лк	lx
Люмен . . . . .	лм	lm

### 3. Основные и дополнительные единицы Международной системы (СИ)

#### Основные единицы

метр	— единица длины
килограмм	— единица массы
секунда	— единица времени
ампер	— единица силы электрического тока
кельвин	— единица термодинамической температуры
моль	— единица количества вещества
кандела	— единица силы света

#### Дополнительные единицы

радиан	— единица плоского угла
стерадиан	— единица телесного угла

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
Длина	метр	м	m
Масса	килограмм	кг	kg
Время	секунда	с	s
Сила электрического тока	ампер	А	A
Термодинамическая температура	кельвин	К	K
Количество вещества	моль	моль	mol
Сила света	кандела	кд	cd
Плоский угол	радиан	рад	rad
Телесный угол	стерадиан	ср	sr

#### 4. Производные единицы Международной системы

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
<b>Производные единицы пространства и времени</b>			
Площадь	квадратный метр	м <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Объем	кубический метр	м <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Скорость	метр в секунду	м/с	m/s
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
Частота периодического процесса	герц	Гц	Hz
Частота вращения	секунда в минус первой степени	с <sup>-1</sup>	s <sup>-1</sup>
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	rad/s
Угловое ускорение	радиан на секунду в квадрате	рад/с <sup>2</sup>	rad/s <sup>2</sup>
<b>Производные единицы механических величин</b>			
Плотность	килограмм на кубический метр	кг/м <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Импульс (количество движения)	килограмм-метр в секунду	кг·м/с	kg·m/s
Сила, вес	ньютон	Н	N
Момент силы	ньютон-метр	Н·м	N·m



Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
Давление, механическое напряжение	паскаль	Па	Pa
Поверхностное натяжение	ньютон на метр	Н/м	N/m
Работа, энергия	джоуль	Дж	J
Мощность	ватт	Вт	W
Производные единицы акустических величин			
Звуковая мощность	ватт	Вт	W
Интенсивность звука	ватт на квадратный метр	Вт/м <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
Звуковое давление	паскаль	Па	Pa
Производные единицы тепловых величин			
Количество теплоты	джоуль	Дж	J
Удельное количество теплоты; удельные теплоты плавления, парообразования, сгорания топлива	джоуль на килограмм	Дж/кг	J/kg
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)	J/(kg·K)
Температурный коэффициент	кельвин в минус первой степени	К <sup>-1</sup>	K <sup>-1</sup>
Производные единицы электрических и магнитных величин			
Плотность электрического тока	ампер на квадратный метр	А/м <sup>2</sup>	A/m <sup>2</sup>
Количество электричества; электрический заряд	кулон	Кл	C
Поверхностная плотность электрического заряда	кулон на квадратный метр	Кл/м <sup>2</sup>	C/m <sup>2</sup>

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
Электрическое напряжение; электрический потенциал, разность электрических потенциалов; э.д.с.	вольт	В	V
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м	V/m
Электрическая емкость	фарада	Ф	F
Абсолютная диэлектрическая проницаемость; электрическая постоянная	фарада на метр	Ф/м	F/m
Электрическое сопротивление	ом	Ом	$\Omega$
Удельное электрическое сопротивление	ом-метр	Ом·м	$\Omega \cdot m$
Электрическая проводимость	сименс	См	S
Удельная электрическая проводимость	сименс на метр	См/м	S/m
Магнитный поток	вебер	Вб	Wb
Магнитная индукция	тесла	Т	T
Индуктивность	генри	Г	H
Абсолютная магнитная проницаемость; магнитная постоянная	генри на метр	Г/м	H/m
Электромагнитная энергия	джоуль	Дж	J
Активная мощность	ватт	Вт	W
Полная мощность	вольт-ампер	В·А	V·A
Производные единицы световых величин			
Световой поток	люмен	лм	lm
Освещенность	люкс	лк	lx
Яркость	кандела на квадратный метр	кд/м <sup>2</sup>	cd/m

### 5. Единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
Масса Время	тонна	т	t
	минута	мин	min
	час	ч	h
Плоский угол	сутки	сут	d
	градус	... <sup>°</sup>	... <sup>°</sup>
	минута	...'	...'
	секунда	..."	..."
Площадь	гектар	га	ha
	литр	л	l
Объем, вместимость			
Температура Цельсия, разность температур	градус Цельсия	°С	°C

### 6. Единицы, подлежащие изъятию

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
Длина	ангстрем	Å	Å
	морская миля	м. миля	n.mile
Масса	карат	кар	ct
	центнер	ц	q
Скорость	узел	уз	kn
Частота вращения	оборот в секунду	об/с	—
	оборот в минуту	об/мин	—
Сила, вес	килограмм-сила	кгс	kgf
	грамм-сила	гс	gf
	тонна-сила	тс	tf
Момент силы	килограмм-сила-метр	кгс·м	kgf·m
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
	миллиметр водяного столба	мм вод. ст.	mm H <sub>2</sub> O
	миллиметр ртутного столба	мм рт. ст.	mm Hg
	бар	бар	bar

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
Напряжение (механическое)	килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>
Работа, энергия	килограмм-сила-метр	кгс·м	kgf·m
Мощность	килограмм-сила-метр в секунду	кгс·м/с	kgf·m/s
Количество теплоты	лошадиная сила	л. с.	—
	калория	кал	cal
Удельная теплота плавления, парообразования	килокалория	ккал	kcal
	калория на грамм	кал/г	cal/g
Удельная теплоемкость	килокалория на килограмм	ккал/кг	kcal/kg
	калория на грамм-градус Цельсия	кал/(г·°C)	cal/(g·°C)
Удельное электрическое сопротивление	килокалория на килограмм-градус Цельсия	ккал/(кг·°C)	kcal/(kg·°C)
	ом-квадратный миллиметр на метр	Ом·мм <sup>2</sup> /м	Ω·mm <sup>2</sup> /m

## 7. Перевод различных единиц в единицы СИ

Наименование величины	Единица			Значение в единицах СИ
	Наименование	Обозначение		
		русское	международное	
Длина	ангстрем	Å	Å	1·10 <sup>-10</sup> м
	икс-единица	икс-ед.	X	1,00206·10 <sup>-13</sup> м
	сантиметр	см	cm	1·10 <sup>-2</sup> м
	кабельтов	кб	—	185,2 м
	астрономическая единица	а.е.	—	1,496·10 <sup>11</sup> м
	световой год	св. год	л. у.	9,4605·10 <sup>15</sup> м
Площадь	парсек	пк	рс	3,086·10 <sup>16</sup> м
	квадратный сантиметр	см <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	1·10 <sup>-4</sup> м <sup>2</sup>
	ар	а	а	100 м <sup>2</sup>

Наименование величины	Единица			Значение в единицах СИ
	Наименование	Обозначение		
		русское	международное	
Объем	гектар	га	ha	$1 \cdot 10^4 \text{ м}^2$
	кубический сантиметр	$\text{см}^3$	$\text{см}^3$	$1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
	литр	л	l	$1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
Масса	грамм	г	g	$1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
	атомная единица массы (углеродная шкала)	а.с.м.	u	$1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
	карат метрический	кар	ct	$2 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$
Время	центнер	ц	q	100 кг
	тонна	т	t	1000 кг
	минута	мин	min	60 с
	час	ч	h	3600 с
Плоский угол	сутки	сут	d	86 400 с
	секунда	..."	..."	$\approx 4,85 \cdot 10^{-6} \text{ рад}$
	минута	...'	...'	$\approx 2,91 \cdot 10^{-4} \text{ рад}$
	градус	...°	...°	$\approx 0,0175 \text{ рад}$
	прямой угол	└	└	1,57 рад
Линейная скорость	полный угол (оборот)	об	—	6,28 рад
	сантиметр в секунду	см/с	cm/s	$1 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$
	километр в час	км/ч	km/h	0,278 м/с
	узел (морской)	уз	kn	$\approx 0,514 \text{ м/с}$
Линейное ускорение	километр в секунду	км/с	km/s	1000 м/с
	сантиметр на секунду в квадрате	см/с <sup>2</sup>	cm/s <sup>2</sup>	$1 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$
Частота вращения	оборот в секунду	об/с	—	$1 \text{ с}^{-1}$
	оборот в минуту	об/мин	—	$1/60 \text{ с}^{-1} = 0,0167 \text{ с}^{-1}$
Плотность	грамм на кубический сантиметр	г/см <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	$1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Сила	дина	дин	dyn	$1 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$
Напряжение (механическое)	килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>	$\approx 9,81 \cdot 10^6 \text{ Па}$

Наименование величины	Единица			Значение в единицах СИ
	Наименование	Обозначение		
		русское	международное	
Давление	дина на квадратный сантиметр	дин/см <sup>2</sup>	dyn/cm <sup>2</sup>	0,1 Па } ≈ 9,81 · 10 <sup>4</sup> Па
	техническая атмосфера	ат	at	
	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	
	физическая (нормальная) атмосфера	атм	atm	101325 Па
	миллиметр водяного столба	мм вод.ст.	mm H <sub>2</sub> O	≈ 9,81 Па
	миллиметр ртутного столба	мм рт.ст.	mm Hg	≈ 133,3 Па
Работа, энергия	бар	бар	bar	1 · 10 <sup>5</sup> Па
	эрг	эрг	erg	1 · 10 <sup>-7</sup> Дж
	ватт-час	Вт·ч	W · h	3600 Дж
	киловатт-час	кВт·ч	kW · h	3,6 · 10 <sup>6</sup> Дж
	электронвольт	эВ	eV	≈ 1,602 · 10 <sup>-19</sup> Дж
Мощность	килограмм-сила-метр	кгс·м	kgf · m	≈ 9,81 Дж
	эрг в секунду	эрг/с	erg/s	1 · 10 <sup>-7</sup> Вт
	лошадиная сила	л.с.	—	≈ 736 Вт
Поверхностное натяжение	килограмм-сила-метр в секунду	кгс·м/с	kgf · m/s	≈ 9,81 Вт
	дина на сантиметр	дин/см	dyn/cm	1 · 10 <sup>-3</sup> Н/м
Момент силы	дина-сантиметр	дин·см	din · cm	1 · 10 <sup>-7</sup> Н·м
	килограмм-сила-метр	кгс·м	kgf · m	≈ 9,81 Н·м
Интенсивность звука	эрг в секунду на квадратный сантиметр	эрг/(с·см <sup>2</sup> )	erg/(s · cm <sup>2</sup> )	1 · 10 <sup>-3</sup> Вт/м <sup>2</sup>
Количество теплоты	эрг	эрг	erg	1 · 10 <sup>-7</sup> Дж
	калория	кал	cal	≈ 4,19 Дж
	килокалория	ккал	kcal	≈ 4,19 · 10 <sup>3</sup> Дж

Наименование величины	Единица			Значение в единицах СИ
	Наименование	Обозначение		
		русское	международное	
Удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования, удельная теплота сгорания топлива	калория на грамм килокалория на килограмм эрг на грамм	кал/г	cal/g	$\approx 4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг
		ккал/кг эрг/г	kcal/kg erg/g	$\approx 4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг $1 \cdot 10^{-4}$ Дж/кг
Удельный расход топлива	грамм на лошадиную силу в час	г/(л.с.·ч)	—	$\approx 377,7 \cdot 10^{-12}$ кг/Дж
Удельная теплоемкость вещества	эрг на грамм-градус Цельсия калория на грамм-градус Цельсия килокалория на килограмм-градус Цельсия	эрг/(г·°C)	erg/(g·°C)	$\approx 1 \cdot 10^{-4}$ Дж/(кг·K)
		кал/(г·°C)	cal/(g·°C)	$\approx 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг·K)
		ккал/(кг·°C)	kcal/(kg·°C)	$\approx 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг·K)
Сила тока	ед. силы тока СГС	—	—	$\approx 3,33 \cdot 10^{-10}$ А
Количество электричества	ед. заряда СГС	—	—	$\approx 3,33 \cdot 10^{-10}$ Кл
Э.д.с., разность потенциалов, электрическое напряжение	ед. э.д.с. СГС; единица разности потенциалов СГС; ед. эл. напряжения СГС	—	—	$\approx 300$ В
Напряженность электрического поля	ед. напряженности СГС	—	—	$\approx 300 \cdot 10^2$ В/м

Наименование величины	Единица			Значение в ед. ницах СИ
	Наименование	Обозначение		
		русское	международное	
Электрическая емкость	ед. эл. емкости СГС	см	cm	$\approx 1,11 \cdot 10^{-12}$ Ф
Электрическое сопротивление	ед. эл. сопр. СГС	—	—	$8,99 \cdot 10^{11}$ Ом $\approx$ $\approx 9 \cdot 10^{11}$ Ом
Удельное электрическое сопротивление	ом-квадратный миллиметр на метр;	Ом·мм <sup>2</sup> /м	Ω·mm <sup>2</sup> /m	$1 \cdot 10^{-6}$ Ом·м
	ед. уд. эл. сопр. СГС	—	—	$8,99 \cdot 10^9$ Ом·м $\approx$ $\approx 9 \cdot 10^9$ Ом·м
Электрическая проводимость	ед. эл. пров. СГС	—	—	$\approx 1,11 \cdot 10^{-12}$ См
Удельная электрическая проводимость	ед. уд. эл. пров. СГС	—	—	$\approx 1,11 \cdot 10^{-10}$ См/м
Магнитный поток	ед. магн. потока СГС	Мкс	Mx	$1 \cdot 10^{-8}$ Вб
Магнитная индукция	ед. магн. индукции СГС (гаусс)	Гс	Gs	$1 \cdot 10^{-4}$ Т
Напряженность магнитного поля	ед. напр. магн. поля СГС (эрстед)	Э	Oe	$\approx 79,6$ А/м
Электрическая энергия и работа	эрг	эрг	erg	$1 \cdot 10^{-7}$ Дж
Яркость	стильб	сб	sb	$1 \cdot 10^4$ кд/м <sup>2</sup>
	апостильб	асб	asb	$\approx 0,323$ кд/м <sup>2</sup>
Освещенность	фот	ф	ph	$1 \cdot 10^4$ лк



## 8. Множители и приставки СИ для образования десятичных кратных и дольных единиц \*

Наименование приставки	Обозначение приставки		Множитель	Наименование множителя
	русское	международное		
тера	Т	T	$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$	триллион
гига	Г	G	$1\,000\,000\,000 = 10^9$	миллиард
мега	М	M	$1\,000\,000 = 10^6$	миллион
кило	к	k	$1\,000 = 10^3$	тысяча
гекто	г	h	$100 = 10^2$	сто
дека	да	da	$10 = 10^1$	десять
деци	д	d	$0,1 = 10^{-1}$	одна десятая
санти	с	c	$0,01 = 10^{-2}$	одна сотая
мили	м	m	$0,001 = 10^{-3}$	одна тысячная
микро	мк	μ	$0,000\,001 = 10^{-6}$	одна миллионная
нано	н	n	$0,000\,000\,001 = 10^{-9}$	одна миллиардная
пико	п	p	$0,000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$	одна триллионная
фемто	ф	f	$0,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15}$	одна квадриллионная
атто	а	a	$0,000\,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-18}$	одна квинтиллионная

\* В таблице приведены десятичные приставки СИ, обозначающие увеличение (кратные) или уменьшение (дольные) единиц.

### Примеры

- 1 ТГц (1 терагерц) =  $10^{12}$  Гц (триллион герц)
- 1 МВт (1 мегаватт) =  $10^6$  Вт (миллион ватт)
- 1 кВ (1 киловольт) =  $10^3$  В (тысяча-вольт)
- 1 мкА (1 микроампер) =  $10^{-6}$  А (миллионная ампера)
- 1 пФ (1 пикофарада) =  $10^{-12}$  Ф (триллионная фарады)
- 1 фс (1 фемтосекунда) =  $10^{-15}$  с (квадриллионная секунды)

## 9. Единицы для измерения малых длин

Для измерения малых линейных размеров и расстояний (например, в оптике, молекулярной и атомной физике) часто применяют следующие единицы длины: микрометр, нанометр, пикометр, ангстрем\*, икс-единицу и ферми\*\*.

\* В честь шведского физика А. Ангстрема (1814—1874).

\*\* В честь итальянского физика Э. Ферми (1901—1954).

В таблицах приведены обозначения названных единиц, их числовые значения и соотношения между ними.

Единица длины	Обозначение единицы	
	русское	международное
Микрометр	мкм	$\mu\text{m}$
Нанометр	нм	nm
Ангстрем	Å	Å
Пикометр	пм	pm
Икс-единица	икс-ед.	X
Ферми	фм	fm

1 микрометр =  $10^{-6}$  м  
 1 нанометр =  $10^{-9}$  м  
 1 пикометр =  $10^{-12}$  м  
 1 ангстрем =  $10^{-10}$  м  
 1 икс-единица =  $1,00206 \times 10^{-13}$  м  $\approx 10^{-13}$  м  
 1 ферми (фемтометр) =  $10^{-15}$  м

Единица	мкм	нм	Å	пм	икс-ед.	фм
1 мкм	1	$10^3$	$10^4$	$10^6$	$10^7$	$10^9$
1 нм	$10^{-3}$	1	10	$10^3$	$10^4$	$10^6$
1 Å	$10^{-4}$	$10^{-1}$	1	$10^2$	$10^3$	$10^5$
1 пм	$10^{-6}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	1	10	$10^3$
1 икс-ед.	$10^{-7}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-1}$	1	$10^2$
1 фм	$10^{-9}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	1

## 10. Единицы для измерения больших расстояний

Для измерения больших расстояний (например, в астрономии, космонавтике) часто применяют следующие единицы длины: астрономическую единицу, световой год и парсек.

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

$$1 \text{ а.е.} = 14,96 \cdot 10^{10} \text{ м.}$$

Световой год (св. год) — расстояние, проходимое световым лучом в течение одного года:

$$1 \text{ св. год} = 9,460 \cdot 10^{15} \text{ м.}$$

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

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

В таблице приведены обозначения этих единиц, их числовые значения и соотношения между ними.

Единица	а.е.	св. год	пк	км
1 а.е.	1	$157,0 \cdot 10^{-2}$	$4,848 \cdot 10^{-6}$	$1,496 \cdot 10^8$
1 св. год	$6,324 \cdot 10^4$	1	0,3066	$9,460 \cdot 10^{12}$
1 пк	206 265	3,262	1	$3,086 \cdot 10^{13}$
1 км	$6,684 \cdot 10^{-9}$	$105,7 \cdot 10^{-15}$	$324,1 \cdot 10^{-16}$	1

### Примеры

Время, в течение которого свет проходит расстояние в 1 а.е. — 499 с.

Среднее расстояние от Луны до Земли — 0,00257 а.е.

Наименьшее расстояние от Венеры до Земли — 0,27 а.е.

Наибольшее расстояние от Венеры до Земли — 1,73 а.е.

Расстояние от Земли до Млечного Пути — 8000 пк (8 кпк).

Радиус наблюдаемой части Вселенной — 1040 Мпк.

### 11. Старые русские единицы и их перевод в единицы СИ (или в кратные и дольные от них)

<i>Единицы длины</i>		Кубический дюйм	≈ 16,4 см <sup>3</sup>
Точка	0,254 мм	Кубический вершок	≈ 87,8 см <sup>3</sup>
Линия	2,54 мм	Штоф (1/10 ведра)	≈ 1,23 л
Дюйм	25,4 мм	Гарнец	3,28 л
Вершок	44,4 мм	Ведро	≈ 12,3 л
Фут	304,8 мм	Кубический фут	≈ 28,3 дм <sup>3</sup>
Аршин	≈ 71,1 см	Четверть (для сыпучих тел)	0,21 м <sup>3</sup>
Сажень	≈ 213,4 см	Четверик	≈ 0,26 м <sup>3</sup>
Верста	≈ 500 сажням = ≈ 1500 аршинам = ≈ 1066,8 м	Кубический аршин	≈ 0,36 м <sup>3</sup>
<i>Единицы площади</i>		Кубическая сажень	≈ 9,7 м <sup>3</sup>
Квадратная линия	≈ 6,45 мм <sup>2</sup>	<i>Единицы массы</i>	
Квадратный дюйм	≈ 6,45 см <sup>2</sup>	Доля	≈ 44,4 мг
Квадратный вершок	≈ 19,76 см <sup>2</sup>	Золотник	≈ 4,27 г
Квадратный фут	≈ 9,29 дм <sup>2</sup>	Лот	≈ 12,8 г
Квадратный аршин	≈ 0,51 м <sup>2</sup>	Фунт	= 96 золотника ≈ 409,5 г
Квадратная сажень	≈ 4,55 м <sup>2</sup>	Пуд	= 40 фунтам ≈ ≈ 16,4 кг
Десятинна	10 925 м <sup>2</sup>	Берковец	≈ 163,8 кг
Квадратная верста	1,138 км <sup>2</sup>	<i>Единица скорости</i>	
<i>Единицы объема, вместимости</i>		Верста в час	≈ 1,07 км/ч ≈ ≈ 0,30 м/с
Кубическая линия	≈ 16,4 мм <sup>3</sup>		

12. Единицы, применяемые в Англии и США,  
и их перевод в единицы СИ (или в кратные и дольные от них)

<i>Единицы длины</i>		Галлон сухой $\approx 4,4$ л (США)
Миля	$\approx 1,609$ км	Пинта (Англия) $\approx 568,3$ мл
Морская миля	$1,852$ км (точно)	Сухая пинта $\approx 550,6$ мл (США)
Кабельтов	$185,2$ м (точно)	Жидкостная $\approx 473,2$ мл пинта (США)
Ярд	$914,4$ мм (точно)	
Фут	$304,8$ мм (точно)	
Дюйм	$25,4$ мм (точно)	
Большая линия	$2,54$ мм (точно)	
Малая линия	$\approx 2,12$ мм	
<i>Единицы площади</i>		<i>Единицы массы</i>
Акр	$\approx 4\,046,9$ м <sup>2</sup>	Тонна (длинная) $\approx 1,016$ т
Квадратный ярд	$\approx 0,836$ м <sup>2</sup>	Тонна (короткая) $\approx 0,907$ т
Квадратный фут	$\approx 929$ см <sup>2</sup>	Центнер (длинный) $\approx 50,8$ кг
Квадратный дюйм	$\approx 645,2$ мм <sup>2</sup>	Центнер (короткий) $\approx 45,4$ кг
Квадратная линия (большая)	$\approx 6,45$ мм <sup>2</sup>	Фунт (торговый) $\approx 453,6$ г
<i>Единицы объема, вместимости</i>		Фунт (аптекарский) $\approx 373,2$ г
Тонна регистровая	$\approx 2,8$ м <sup>3</sup>	Унция $\approx 28,35$ г
Кубический ярд	$\approx 0,76$ м <sup>3</sup>	Драхма (Англия) $\approx 1,77$ г
Кубический фут	$\approx 28,3$ дм <sup>3</sup>	Гран $\approx 64,8$ мг
Кубический дюйм	$\approx 16,4$ см <sup>3</sup>	
Бушель (Англия)	$\approx 36,4$ л	<i>Единицы скорости</i>
Бушель (США)	$\approx 35,2$ л	Фут в секунду $\approx 0,30$ м/с
Галлон (Англия)	$\approx 4,5$ л	Миля в час $\approx 1,609$ км/ч
Галлон жидкостный (США)	$\approx 3,8$ л	Узел (морская миля в час) $1,852$ км/ч (точно) $\approx 0,51$ м/с

**ТАБЛИЦЫ  
ФИЗИЧЕСКИХ  
ВЕЛИЧИН**



### 13. Физические постоянные (константы)

Физическая постоянная	Обозначение	Значение постоянной
Скорость распространения электромагнитных волн (скорость света) в вакууме (в свободном пространстве) . . . . .	$c$	$299\,792,5 \cdot 10^3$ м/с
Элементарный заряд (заряд электрона) . . . . .	$e$	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона . . . . .	$m_e$	$9,10953 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя нейтрона . . . . .	$m_n$	$1,67495 \cdot 10^{-27}$ кг
Масса покоя протона . . . . .	$m_p$	$1,67265 \cdot 10^{-27}$ кг
Постоянная Больцмана . . . . .	$k$	$1,381 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Газовая постоянная (молярная) . . . . .	$R$	$8,314$ Дж/(моль·К)
Гравитационная постоянная . . . . .	$G$	$6,672 \cdot 10^{-11}$ Н·м <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup>
Постоянная Планка . . . . .	$h$	$6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$	$1,055 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Число (постоянная) Фарадея . . . . .	$F$	$96484,5$ Кл/моль
Нормальный (молярный) объем идеального газа при нормальных условиях ( $t = 0^\circ\text{C}$ , $p = 101,325$ кПа) . . . . .	$V_0$	$22,41 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /моль
Число (постоянная) Авогадро . . . . .	$L, N_A$	$6,022 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>
Число Лошмидта . . . . .	$N_L, L_0$	$2,687 \cdot 10^{25}$ м <sup>-3</sup>
Температурный коэффициент объемного расширения газов . . . . .	$\beta$	$1/273,16$ К <sup>-1</sup> = $= 0,00367$ К <sup>-1</sup>
Абсолютный нуль температуры . . . . .	$T_0$	$0$ К = $-273,15$ °С
Температура замерзания воды (плавления льда) . . . . .		$0^\circ\text{C} = 273,15$ К
Атомная единица массы . . . . .	$u$	$1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг
Электронвольт . . . . .	$eV$	$1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж
Нормальное атмосферное давление . . . . .	$p_{\text{атм. н}}$	$101\,325$ Па
Скорость звука в воздухе при нормальных условиях . . . . .	$c, a$	$331,5$ м/с
Ускорение свободного падения (нормальное) . . . . .	$g_n$	$9,806\,65$ м/с <sup>2</sup>
Радиус первой электронной орбиты в атоме водорода . . . . .	$a_0$	$5,29 \cdot 10^{-11}$ м
Электрохимический эквивалент серебра . . . . .	$k_{\text{Ag}}$	$1,118 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл
Плотность ртути при нормальных условиях ( $t = 0^\circ\text{C}$ , $p = 101,325$ кПа) . . . . .	$\rho_{\text{Hg}}$	$13,595$ кг/м <sup>3</sup>
Плотность воздуха при нормальных условиях ( $t = 0^\circ\text{C}$ , $p = 101,325$ кПа) . . . . .	$\rho_{\text{возд}}$	$1,293$ кг/м <sup>3</sup>

## МЕХАНИКА

### 14. Линейные размеры

(длины, расстояния, высоты, глубины)

<i>Длины, размеры, расстояния</i>		Диаметр теннисного мяча, см . . . . .	6,4
Диаметр молекулы кислорода, нм . . . . .	0,3	Диаметр футбольного мяча, см . . . . .	22
Среднее расстояние, проходимое молекулами воздуха между последовательными соударениями, при температуре 20°C, нм	62	Локоть (старинная мера длины), см . . . . .	≈ 45
Длина фильтрующегося вируса (табачной мозаики), нм . . . . .	300	Ширина железнодорожной колеи (СССР), см . . . . .	152,4
Длина волны оранжевой линии в спектре газа криптона-86 (в вакууме), нм . . . . .	605,8	Ширина хоккейных ворот, м . . . . .	1,8
Длина типичной бактериальной клетки, мкм . . . . .	3	Длина железнодорожной шпалы, м . . . . .	2,75
Средний диаметр красных кровяных телец (эритроцитов), мкм	7,5	Ширина футбольных ворот, м . . . . .	7,3
Диаметр белых кровяных телец (лейкоцитов), мкм . . . . .	8—20	Длина четырехосного грузового вагона, м	13,5
Длина инфузории-туфельки, мкм . . . . .	300	Длина лодки «Ра» из папируса, м . . . . .	15
Диаметр копеечной монеты, мм . . . . .	15	Длина цельнометаллического пассажирского вагона, м . . . . .	23,6
Диаметр 3-копеечной монеты, мм . . . . .	22	Кит синий (самое крупное из современных животных), м . . . . .	до 33
Диаметр 5-копеечной монеты, мм . . . . .	25	Расстояние между телеграфными столбами, м . . . . .	50—60
Ширина спичечной коробки, мм . . . . .	37	Ширина футбольного поля, м . . . . .	64—75
Диаметр мячика для настольного тенниса, мм . . . . .	37,2—38,2	Длина футбольного поля, м . . . . .	100—110
Длина спичечной коробки, мм . . . . .	50	Средняя ширина Красной площади в Москве, м . . . . .	130
		Длина океанского лайнера «Франция», м . . . . .	315,5



Протяженность Красной площади в Москве, м . . . . .	695	Высочайшие горные вершины, м СССР (пик Коммунизма) . . .	7495
Длина бетонной плотины Днепровской ГЭС, м . . . . .	760	Европы (Монблан) мира (Джомолунгма) . . . . .	4807 8848
Длина реки Волги, км	3700	Мировой рекорд высоты полета турбовинтового самолета, м . . . . .	15 549
Расстояние от Земли до ближайшей звезды (не считая Солнца) $\alpha$ Центавра, св. лет . . . . .	4,2	Мировой рекорд высоты полета реактивного самолета (установлен в СССР в 1973 г.), м . . . . .	36 240
<i>Высоты</i>		<i>Глубины</i>	
Неровности поверхности оконного стекла, мкм . . . . .	0,2—0,6	Искатели жемчуга при шьянии, м . . . . .	до 30
Хоккейные ворота, м	1,2	Рекорд погружения человека в воду без акваланга (1974 г.), м . . . . .	78
Футбольные ворота, м	2,4	Рекорд погружения человека в воду с аквалангом, м . . . . .	143
Страус, м . . . . .	до 2,7	Водолаз в мягком скафандре, м . . . . .	до 180
Железнодорожный вагон, м . . . . .	3,5	Водолаз в жестком скафандре, м . . . . .	до 250
Жираф, м . . . . .	до 6	Глубочайшая пропасть мира (Берже, французские Альпы), м	1128
Телеграфный столб, м	6	Глубочайшая шахта (золотой рудник Колар в Индии), м . . . . .	3500
Падающая башня в Пизе (Италия), м	54,5	Рекорд погружения батискафа в море, м	10 919
Пирамида Хеопса (в настоящее время), м	137	Наибольшая глубина океана (Марианская впадина, Тихий океан), м . . . . .	11 022
Австралийские эвкалипты (самые высокие в мире деревья), м . . . . .	до 150		
Плотина Нурекской ГЭС, м . . . . .	310		

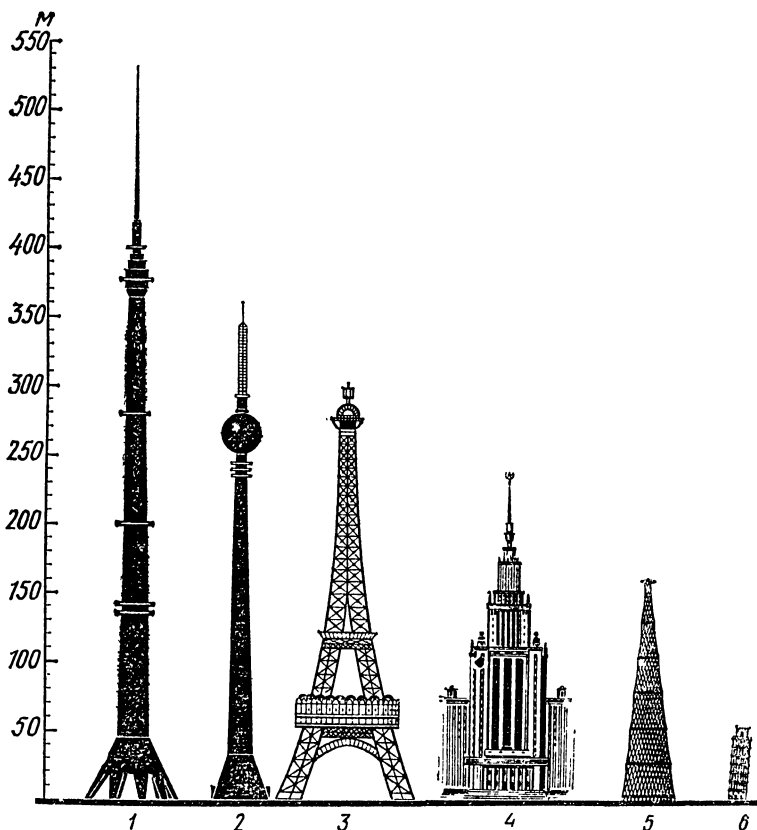


Рис. 1. Сооружения различной высоты:

1—Останкинская башня Общесоюзного телецентра в Москве (540 м); 2—телевизионная башня в Берлине (361,5 м), 3—Эйфелева башня в Париже (305 м); 4—высотное здание Московского университета (240 м); 5—Шуховская башня в Москве (160 м); 6—падающая башня в г. Пизе (54,5 м).

### 15. Изменение длины тела при его движении

Длина тела  $l$ , движущегося со скоростью  $v$ , уменьшается с увеличением скорости. Эта зависимость продольных размеров тела от скорости выражается формулой:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

где  $l_0$ —длина тела в покое;  $c$ —скорость распространения света в вакууме.

В таблице при расчетах по указанной формуле значение скорости света  $c$  округлено и принято равным 300 000 км/с.

Скорость движения тела	Длина $l$ движущегося тела при указанной скорости
8,0 км/с (1-я космическая скорость) = 0,000027 $c$	0,999999999645 $l_0$
11,2 км/с (2-я космическая скорость) = 0,000037 $c$	0,999999999303 $l_0$
16,7 км/с (3-я космическая скорость) = 0,000056 $c$	0,99999999845 $l_0$
30 км/с (скорость движения Земли вокруг Солнца) = 0,0001 $c$ . . . . .	0,99999995 $l_0$
30 000 км/с = 0,1 $c$ . . . . .	0,995 $l_0$
70 000 км/с (скорость электронов в телевизионной трубке) $\approx$ 0,23 $c$ . . . . .	0,966 $l_0$
150 000 км/с = 0,5 $c$ . . . . .	0,866 $l_0$
270 000 км/с = 0,9 $c$ . . . . .	0,436 $l_0$
297 000 км/с = 0,99 $c$ . . . . .	0,141 $l_0$
299 700 км/с = 0,999 $c$ . . . . .	0,0447 $l_0$
299 999,7 км/с = 0,999999 $c$ . . . . .	0,00142 $l_0$
299 999,97 км/с = 0,9999999 $c$ . . . . .	0,00045 $l_0$

График, выражающий зависимость длины тела от скорости его движения, показан на рисунке 2.

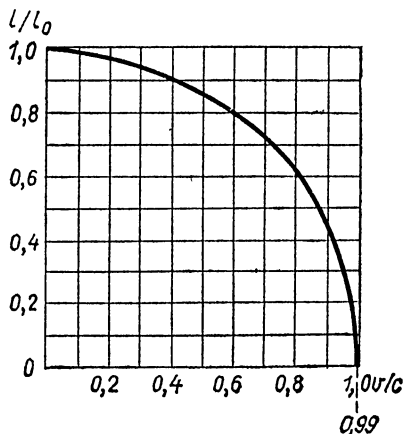


Рис. 2. Зависимость длины тела от скорости его движения.

### 16. Соотношения между единицами длины

Единицы длины	м	км	см	мм	мкм	нм
1 м	1	$10^{-3}$	100	$10^3$	$10^6$	$10^9$
1 км	$10^3$	1	$10^5$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$
1 см	0,01	$10^{-5}$	1	10	$10^4$	$10^7$
1 мм	$10^{-3}$	$10^{-6}$	0,1	1	$10^3$	$10^6$
1 мкм	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	1	$10^3$
1 нм	$10^{-9}$	$10^{-12}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-3}$	1

### 17. Массы некоторых тел, кг

Электрон . . .	$9,1 \cdot 10^{-31}$	Первый ИСЗ . . .	83,6
Атом водорода	$1,7 \cdot 10^{-27}$	Мотороллер «Турист М» . . .	145
Атом изотопа углерода-12 . .	$1,992 \cdot 10^{-28}$	Мотоцикл «ИЖ-Юпитер-3» . .	158
Атом урана . . .	$4 \cdot 10^{-25}$	Автомобиль «Запорожец-966 В»	740
Молекула воды	$3 \cdot 10^{-20}$	«Луноход-1» . .	756
Молекула пенициллина . . .	$5,0 \cdot 10^{-17}$	«Луноход-2» . .	840
Красное кровяное тельце	$1 \cdot 10^{-13}$	«Москвич-408»	1330
Бактериальная клетка . . . . .	$5 \cdot 10^{-12}$	Автомобиль «Волга» (ГАЗ-24) . . .	1450
Крылышко мухи	$5 \cdot 10^{-8}$	Слон . . . . . до	4500
Пуля пневматической винтовки . . . . .	$5 \cdot 10^{-4}$	Кабина космического корабля «Восход» . . .	5320
Колибри (наименьшая из птиц) . . . . .	$1,7 \cdot 10^{-3}$	Трактор ДТ-75	6000
Монета (2 коп.)	$2 \cdot 10^{-3}$	Трактор К-700	11 000
» (3 коп.)	$3 \cdot 10^{-3}$	Четырехосный железнодо- рожный гру- зовой вагон	22 600
Мячик для настольного тенниса . . .	$2,4 \cdot 10^{-3}$ — $2,5 \cdot 10^{-3}$	Цельнометаллический пас- сажирский ва- гон . . . . .	54 000
Виноградина	$3 \cdot 10^{-3}$	Самый большой из добытых китов . . . . .	$150 \cdot 10^3$
Монета (5 коп.)	$5 \cdot 10^{-3}$	Электровоз ВЛ10 . . . . .	$184 \cdot 10^3$
Пуля автомата Калашникова	$7,9 \cdot 10^{-3}$	Пизанская башня . . . . .	$14,2 \cdot 10^6$
Хоккейная шайба . . . . .	0,16—0,17	Останкинская телевизионная башня . . . . .	$55 \cdot 10^8$
Футбольный мяч	0,4	Высотное здание МГУ . . .	$5 \cdot 10^8$
Диск спортивный (мужской)	2,0	Атмосфера Земли . . . . .	$5,1 \cdot 10^{18}$
Автомат Калашникова (АКМ)	3,6	Водная оболочка Земли . . . . .	$1,4 \cdot 10^{21}$
Молот спортивный . . . . .	7,25	Луна . . . . .	$7,4 \cdot 10^{22}$
Ядро спортивное (мужское)	7,26	Земля . . . . .	$6,0 \cdot 10^{24}$
Ручной пулемет Дегтярева (РДП) . . . . .	9	Солнце . . . . .	$2,0 \cdot 10^{30}$
Велосипед для подростков («Ласточка», «Орленок») . . .	12,5—13,5	Наша Галактика . . . . .	$2,2 \cdot 10^{41}$
Мопед «Рига-5»	36		
Критическая масса чистого урана-235 . . .	$\approx 48$		

## 18. Изменение массы тела при его движении

Масса тела  $m$ , движущегося со скоростью  $v$ , возрастает с увеличением скорости. Эта зависимость массы тела от скорости выражается формулой:

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

где  $m_0$  — масса тела в покое;  $c$  — скорость распространения света в вакууме.

В таблице при расчетах по указанной формуле значение скорости света  $c$  округлено и принято равным 300 000 км/с.

График, выражающий зависимость массы тела от скорости его движения, показан на рисунке 3.

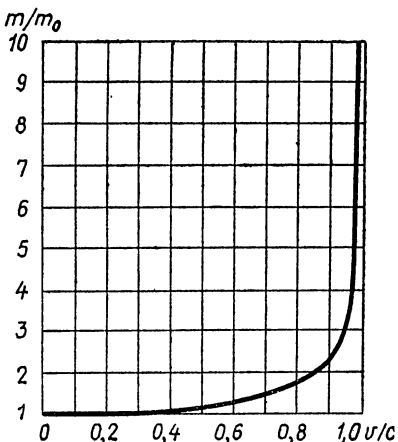


Рис. 3. Зависимость массы тела от скорости его движения.

Скорость движения тела	Масса движущегося тела при указанной скорости
8,0 км/с (1-я космическая скорость) = = 0,000027 $c$	1,000000000355 $m_0$
11,2 км/с (2-я космическая скорость) = = 0,000037 $c$	1,000000000697 $m_0$
16,7 км/с (3-я космическая скорость) = = 0,000065 $c$	1,00000000155 $m_0$
30 км/с (скорость движения Земли вокруг Солнца) = 0,0001 $c$	1,000000005 $m_0$
30 000 км/с = 0,1 $c$	1,005 $m_0$
70 000 км/с (скорость электронов в телевизионной трубке) $\approx$ 0,23 $c$	1,032 $m_0$
150 000 км/с = 0,5 $c$	1,155 $m_0$
270 000 км/с = 0,9 $c$	2,294 $m_0$
297 000 км/с = 0,99 $c$	7,089 $m_0$
299 700 км/с = 0,999 $c$	22,366 $m_0$
299 999,7 км/с = 0,999999 $c$	706,667 $m_0$
299 999,97 км/с = 0,9999999 $c$	2209,709 $m_0$

## 19. Соотношения между единицами массы

Единицы массы	кг	Мт	т	ц	г	мг	а.е.м.
1 кг	1	$10^{-9}$	$10^{-3}$	0,01	$10^3$	$10^6$	$6,02 \cdot 10^{26}$
1 Мт	$10^9$	1	$10^6$	$10^7$	$10^{12}$	$10^{15}$	$6,02 \cdot 10^{36}$
1 т	$10^3$	$10^{-6}$	1	10	$10^6$	$10^9$	$6,02 \cdot 10^{29}$
1 ц	100	$10^{-7}$	0,1	1	$10^5$	$10^8$	$6,02 \cdot 10^{28}$
1 г	$10^{-3}$	$10^{-12}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	1	$10^3$	$6,02 \cdot 10^{23}$
1 мг	$10^{-6}$	$10^{-15}$	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-3}$	1	$6,02 \cdot 10^{20}$
1 а.е.м.	$1,66 \times 10^{-27}$	$1,66 \times 10^{-36}$	$1,66 \times 10^{-30}$	$1,66 \times 10^{-29}$	$1,66 \times 10^{-24}$	$1,66 \times 10^{-21}$	1

Примечание. Более точное значение атомной единицы массы:  
 1 а.е.м. =  $1,66057 \cdot 10^{-27}$  кг.

## 20. Продолжительность некоторых процессов, с

Время жизни пи-нуль-мезона (элементарной частицы)	$0,8 \cdot 10^{-16}$
Продолжительность сгорания рабочей смеси в цилиндре карбюраторного двигателя . . . . .	0,001—0,002
Период колебания крыльев комара . . . . .	0,0016—0,0033
Продолжительность моргания . . . . .	$\approx 0,4$
опускание век . . . . .	0,04—0,05
веки закрыты . . . . .	0,15
открывание век . . . . .	0,20
Время прохождения света от Земли до Луны . . . . .	$\approx 1,25$
Продолжительность вдоха у подростка (в покое) . . . . .	3,0—3,3
» у взрослого человека (в покое) . . . . .	3,8
Время прохождения света от Солнца до Земли . . . . .	$\approx 499$
Время жизни нейтрона, вылетевшего из ядра . . . . .	1010
Промежуток времени между сходом с орбиты космического корабля «Союз-10» и его приземлением $\approx$	2460
Начальный период обращения первого ИСЗ по орбите	5570
Период обращения Земли вокруг своей оси . . . . .	86 400
Период обращения Земли вокруг Солнца . . . . .	$\approx 3,16 \cdot 10^7$
Период полураспада урана-238 . . . . .	$\approx 14 \cdot 10^{16}$

21. Соотношения между единицами времени

Единицы времени	с	мс	сут	ч	мин	мкс	нс
1 с	1	$10^{-6}$	$11,6 \cdot 10^{-6}$	$278 \cdot 10^{-6}$	$16,7 \cdot 10^{-3}$	$10^6$	$10^9$
1 мс	$10^6$	1	11,6	278	$16,7 \cdot 10^3$	$10^{12}$	$10^{15}$
1 сут	86 400	$86,4 \cdot 10^{-3}$	1	24	1440	$86,4 \cdot 10^9$	$86,4 \cdot 10^{12}$
1 ч	3600	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,04167	1	60	$3,6 \cdot 10^8$	$3,6 \cdot 10^{12}$
1 мин	60	$60 \cdot 10^{-6}$	$694,45 \cdot 10^{-6}$	$16,7 \cdot 10^{-3}$	1	$60 \cdot 10^6$	$60 \cdot 10^9$
1 мкс	$10^{-6}$	$10^{-12}$	$11,6 \cdot 10^{-12}$	$278 \cdot 10^{-12}$	$16,7 \cdot 10^{-9}$	1	$10^3$
1 нс	$10^{-9}$	$10^{-15}$	$11,6 \cdot 10^{-15}$	$278 \cdot 10^{-15}$	$16,7 \cdot 10^{-12}$	$10^{-3}$	1

Примечание. 1 год = 365,24219878 сут = 31 556 925,9747 с  $\approx 3,16 \cdot 10^7$  с.

## 22. Скорости движения в технике\*

	м/с
Эскалатор метрополитена . . . . .	0,75; 0,90
Скоростные лифты высотной части Московского университета . . . . .	3,5
Скоростные лифты башни Общесоюзного телецентра . . . . .	7
Пуля при вылете из ствола автомата Калашникова . . . . .	715
	км/ч
Зерноуборочный комбайн . . . . .	от 1 до 18
Речной пассажирский дизель-электроход «Ленин». . . . .	до 26
Моторная лодка МКМ . . . . .	до 30
Мопед «Рига-4» . . . . .	до 50
Танк Т-34 . . . . .	до 55
Мотороллер В-150М . . . . .	до 70
Мотоцикл М-106 . . . . .	до 85
Мотороллер «Турист» . . . . .	до 85
Мотоцикл «Восход» . . . . .	до 90
Поезд метрополитена . . . . .	до 90
Тепловоз ТЭ10Л . . . . .	до 100
Мотоцикл «ИЖ-Планета-3» . . . . .	до 110
Электровоз ВЛ80к . . . . .	до 110
Автомобили «Москвич-407» и «403» . . . . .	до 115
Автомобили «Москвич-408», «Москвич-2138» . . . . .	до 120
Автомобиль «Запорожец-968» . . . . .	до 125
Мотоцикл «ИЖ-Юпитер-3» . . . . .	до 125
Автомобиль ВАЗ-2121 («Нива») . . . . .	до 130
Автомобили «Жигули» (ВАЗ-2101), «Москвич-412», «Москвич-2140» . . . . .	до 140
Автомобиль «Волга» (ГАЗ-24) . . . . .	до 145
Вертолет Ка-18 . . . . .	до 150
Автомобиль «Жигули» (ВАЗ-2106) . . . . .	до 152
Пассажирский тепловоз ТЭП60 . . . . .	до 160
Гоночный автомобиль «Москвич-Г5» . . . . .	до 200
Вертолет Ми-4 . . . . .	до 210
Посадочная скорость самолетов Ил-18, Ан-10 . . . . .	190—220
Электропоезд ЭР-200 . . . . .	до 200
Вертолет Ми-8 . . . . .	до 250
Пассажирский самолет Ил-14 . . . . .	до 412
Пассажирский реактивный самолет Як-40 . . . . .	до 700
Мировые рекорды скорости (на 1 января 1976 г.):	
поршневой самолет . . . . .	755,669
турбовинтовой самолет . . . . .	877,212
автомобиль . . . . .	1001,667
реактивный самолет . . . . .	3331,507
Пассажирский реактивный самолет Ту-104 . . . . .	до 990
Продукты сгорания из сопла баллистической ракеты . . . . .	ок. 11 000
Ракета одноступенчатая . . . . .	≈ 25 600
Космический корабль на орбите вокруг Земли . . . . .	≈ 28 000

\* Скорости движения различных машин помещены также в табл. 70—75, 136—141, 177.



## 23. Космические скорости

*Первая космическая скорость*—скорость, необходимая для того, чтобы тело (космический корабль, ракета) смогло покинуть Землю и стать искусственным спутником Земли. При этой скорости орбита спутника лежит в пределах земного притяжения.

Первая космическая скорость впервые была достигнута при запуске первого в мире искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г.

1-я космическая скорость (у поверхности Земли) равна 7,91 км/с.

*Вторая космическая скорость*—скорость, необходимая для того, чтобы тело смогло покинуть Землю и превратиться в искусственную планету—спутник Солнца. При этой скорости тело выходит за пределы земного притяжения.

Вторая космическая скорость впервые была достигнута при запуске первой космической ракеты в сторону Луны 2 января 1959 г.

2-я космическая скорость (у поверхности Земли) равна 11,19 км/с.

*Третья космическая скорость*—скорость, необходимая для того, чтобы тело могло покинуть пределы Солнечной системы и уйти в Галактику. При этой скорости тело выходит из сферы притяжения Солнца и покидает Солнечную систему.

3-я космическая скорость (у поверхности Земли) равна  $\approx 16,67$  км/с.

## 24. Средние скорости движения тел

	м/с
Пешеход . . . . .	1,8
Слабый ветер . . . . .	4—5
Стайер (бег на 10 000 м, мировой рекорд на 1.VI.1976 г.) . . . . .	6,1
Поршень дизельного трактора . . . . .	6—7
Спринтер (бег на 100 м, мировой рекорд на 1.VI.1976 г.) . . . . .	10,1
Поршень двигателя грузового автомобиля . . . . .	7—13
» » легкового » . . . . .	8—16
Сильный ветер . . . . .	10—12
Конькобежец (бег на 10 000 м, мировой рекорд на 1.VI.1976 г.) . . . . .	11,3
Конькобежец (бег на 500 м, мировой рекорд на 1.VI.1976 г.) . . . . .	13,5
Ветер при шторме . . . . .	19—21
Молекула кислорода при 0 °С . . . . .	425
» » при 25 °С . . . . .	444
Молекула водорода при 0 °С . . . . .	1693
» » при 25 °С . . . . .	1770
	км/ч
Трамвай . . . . .	16—17
Поезд метрополитена . . . . .	40

Средняя участковая скорость * пассажирских (в скобках — грузовых) поездов в СССР (1970 г.) . . . . .	45,5 (33,5)
Средняя техническая скорость * пассажирских (в скобках — грузовых) поездов в СССР (1970 г.) . . . . .	54,6 (45,5)
Средняя техническая скорость грузовых поездов в СССР (1970 г.)	
тепловозная тяга . . . . .	44,8
электровозная тяга . . . . .	49,6
Пассажирские самолеты	
Ил-14 . . . . .	320
Ан-10 . . . . .	550
Ил-18 . . . . .	575
Ту-114 . . . . .	730
Ту-104Б . . . . .	750
Ил-62 . . . . .	800—820
	км/с

Луна по орбите вокруг Земли . . . . .	≈ 1
Земля по орбите вокруг Солнца . . . . .	29,8

\* Участковая скорость — скорость движения поезда между двумя конечными станциями участка с учетом времени стоянок на промежуточных станциях; техническая скорость — скорость поезда без учета времени его стоянок на промежуточных станциях.

## 25. Скорости движения в живой природе \*

Живое существо	Скорость		Живое существо	Скорость	
	м/с	км/ч		м/с	км/ч
Акула . . .	8,3	30	Ласточка . . .	17,5	63
Бабочка-капустница	2,3	8,3	Муха комнатная	5	18
Борзая . . .	16	58	Пчела со взятком . . . . .	2,8—7,0	10—18
Ворона . . .	13	47	Скворец . . . . .	20,6	74
Гепард . . .	31	112	Слон африканский . . . . .	11	40
Жираф . . .	14,6	51,2	Улитка . . . . .	0,0014	0,005
Жук майский . . .	3,0	11	Черепаша . . .	0,05—0,14	0,2—0,5
Жук-навозник . . . . .	7,0	25	Шмель . . . . .	5—7	18—25
Заяц . . . . .	16,7	60			

\* Наука располагает недостаточным количеством точных данных о скоростях движения животных, птиц, насекомых. В таблице приведены ориентировочные значения максимальных скоростей движения некоторых живых существ.

**26. Мировые спортивные рекорды**  
(на 1.VI. 1976 г.)

Вид состязаний и дистанция	Мужчины		Женщины	
	Время, показанное на дистанции	Средняя скорость, м/с	Время, показанное на дистанции	Средняя скорость, м/с
<i>Бег</i>				
100 м . . . . .	9,9 с	10,1	10,8 с	9,3
200 м . . . . .	19,8 с	10,1	22,0 с	9,1
400 м . . . . .	43,8 с	9,1	49,77 с	8,0
800 м . . . . .	1 мин 43,7 с	7,3	1 мин 57,2 с	6,8
1 500 м . . . . .	3 мин 32,2 с	7,0	4 мин 1,4 с	6,1
5 000 м . . . . .	13 мин 13,0 с	6,3	—	—
10 000 м . . . . .	27 мин 30,8 с	6,1	—	—
Марафонский бег * (42 км 195 м)	2 ч 8 мин 33,6 с	5,5	—	—
<i>Бег на коньках</i>				
500 м . . . . .	37,00 с	13,51	40,68 с	12,54
1 000 м . . . . .	1 мин 15,70 с	13,21	1 мин 23,46 с	11,98
1 500 м . . . . .	1 мин 55,61 с	12,97	2 мин 9,90 с	11,55
3 000 м . . . . .	4 мин 8,30 с	12,08	4 мин 40,59 с	10,69
5 000 м . . . . .	7 мин 2,38 с	12,09	—	—
10 000 м . . . . .	14 мин 43,92 с	11,31	—	—
<i>Плавание</i>				
100 м (вольный стиль)	50,59 с	1,98	56,22 с	1,77
200 м (вольный стиль)	1 мин 50,32 с	1,81	2 мин 2,27 с	1,63
400 м (вольный стиль)	3 мин 53,31 с	1,71	4 мин 14,76 с	1,57
100 м (басс) . . . . .	1 мин 3,88 с	1,57	1 мин 12,28 с	1,38
200 м (басс) . . . . .	2 мин 18,21 с	1,46	2 мин 34,99 с	1,30
100 м (баттерфляй) . . . . .	54,27 с	1,84	1 мин 1,24 с	1,63
200 м (баттерфляй) . . . . .	2 мин 0,70 с	1,66	2 мин 13,60 с	1,50

\* Официальные рекорды мира в марафонском беге не регистрируются, поэтому в таблице приведено высшее мировое достижение.

**27. Соотношения между единицами скорости**

Единицы скорости	м/с	км/ч	см/с	м/мин	км/ч	уз
1 м/с	1	10 <sup>-3</sup>	100	60	3,6	1,94
1 км/с	10 <sup>3</sup>	1	10 <sup>-5</sup>	60 · 10 <sup>3</sup>	3600	1940
1 см/с	0,01	10 <sup>5</sup>	1	0,6	0,036	19,4 · 10 <sup>-3</sup>

Единицы скорости	м/с	км/с	см/с	м/мин	км/ч	уз
1 м/мин	$16,7 \cdot 10^{-3}$	$16,7 \cdot 10^{-6}$	1,67	1	0,06	$32,4 \cdot 10^{-3}$
1 км/ч	0,278	$278 \cdot 10^{-6}$	27,8	16,7	1	0,54
1 уз	0,514	$514 \cdot 10^{-6}$	51,4	30,9	1,85	1

Примечание. Перевод скорости, выраженной в м/с, в км/ч осуществляется умножением числа (скорости в метрах в секунду) на 3,6 км/ч. Например, скорость 1,9 м/с, если ее выразить в км/ч, равна:  $1,9 \cdot 3,6 \text{ км/ч} = 6,84 \text{ км/ч}$ .

Перевод скорости, выраженной в км/ч, в м/с осуществляется умножением числа (скорости в километрах в час) на 0,278 м/с. Например, скорость 3 км/ч равна:  $3 \cdot 0,278 \text{ м/с} = 8,34 \text{ м/с}$ .

## 28. Частота вращения некоторых тел

	$\text{с}^{-1}$ (об/с)	$\text{мин}^{-1}$ (об/мин)
Диск электропроигрывателя . . . . .	0,55; 1,3	33,3; 78
Рабочее колесо гидротурбины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина . . . . .	1,1	68,2
Рабочее колесо гидротурбины Красноярской ГЭС им. 50-летия СССР . . . . .	1,6	93,8
Рабочее колесо гидротурбины Братской ГЭС им. 50-летия Великого Октября . . . . .	2,1	125
Колесо велосипеда ( $d=70$ см) при скорости 18 км/ч . . . . .	2,3	136
Винт вертолета (легкого и среднего)	4,2—6,7	250—400
Активатор бытовой стиральной машины	9—10	540—600
Ветроколесо ветродвигателя:		
ВЭ-2М . . . . .	10	600
«Ветерок» . . . . .	4,5	270
«Сокол» . . . . .	1,5	90
Колесо автомобиля «Москвич-408» ( $d=58$ см) при скорости 72 км/ч . . . . .	8,8	526
Щетки электрополотера П-2 . . . . .	12—13	700—750
Воздушный винт самолета Ил-18 . . . . .	18	1080
Лопасты настольного вентилятора ВЭ-1	20	1200
Центрифуга для отжима белья бытовых стиральных машин . . . . .	21—24	1250—1400

	с <sup>-1</sup> (об/с)	мин <sup>-1</sup> (об/мин)
Гребной винт теплохода «Ракета» на подводных крыльях . . . . .	31	1860
Ротор мощных паровых турбин . . . . .	50	3000
Барaban молочного сепаратора . . . . .	100—170	6000—10 000
Ротор электростригальной машинки МС-200 . . . . .	200	12 000
Ротор электродвигателей бытовых пылесосов . . . . .	200	12 000
Ротор газовой турбины авиационного двигателя . . . . .	200—300	12 000—18 000
Ротор гироскопа в системе управления баллистической ракеты . . . . .	500—1000	30 000—60 000
Пуля при вылете из автомата Калашникова . . . . .	≈ 3000	≈ 180 000

29. Средние ускорения, м/с<sup>2</sup>

Лифт пассажирский при пуске . . . . .	0,3—0,6	Лифт пассажирский при остановке . . . . .	0,3—0,6
Пассажирский поезд при наборе скорости ≈ 0,35		Троллейбус при остановке . . . . .	1,0—1,3
Трамвай при наборе скорости . . . . .	≈ 0,6	Самолет Ту-104 при пробеге . . . . .	≈ 1,2
Поезд метрополитена при наборе скорости ≈ 1		Самолет Ту-114 при пробеге . . . . .	≈ 1,4
Грузовой автомобиль при наборе скорости ≈ 1		Самолет Ил-14 при пробеге . . . . .	≈ 1,5
Самолет Ту-114 при разбеге . . . . .	≈ 1,1	Аварийное торможение автомобиля:	
Самолет Ил-14 при разбеге . . . . .	≈ 1,5	легкового . . . . .	5,8
Троллейбус МТБ-82 при наборе скорости ≈ 1,8		грузового . . . . .	5,0
Самолеты Ту-104, Ил-18 при разбеге ≈ 1,8		Парашютист в момент приземления . . . . .	50—60
Легковой автомобиль при наборе скорости ≈ 2			
Снаряд 76-мм пушки образца 1942 г. в стволе орудия при выстреле . . . . .	≈ 72 000		

**30. Ускорение свободного падения  $g$   
в различных местах Земли,  $\text{м/с}^2$**

На полюсе . . . . .	9,83216	На экваторе . . . . .	9,78030
На широте $45^\circ$ . . . . .	9,80616	Нормальное . . . . .	9,80665
<i>Значение <math>g</math> для некоторых городов, <math>\text{м/с}^2</math></i>			
Архангельск . . . . .	9,8228	Одесса . . . . .	9,8077
Будапешт . . . . .	9,8085	Париж . . . . .	9,8094
Вашингтон . . . . .	9,8078	Рим . . . . .	9,8037
Ленинград . . . . .	9,8192	Токио . . . . .	9,7880
Москва . . . . .	9,8156		

**31. Ускорение свободного падения  $g$  в глубине Земли  
( $r$ —расстояние от поверхности Земли)**

$r$ , км	$g$ , $\text{м/с}^2$	$r$ , км	$g$ , $\text{м/с}^2$
0	9,81	2500	10,04
10	9,82	2900	10,37
33	9,85	4000	8,03
100	9,89	4500	6,96
600	10,01	5000	6,24
1000	9,95	5500	4,11
1500	9,87	6000	1,77
2000	9,86	6371	0

**32. Ускорение свободного падения  $g$  на различной  
высоте  $h$  над Землей**

$h$ , км	$g$ , $\text{м/с}^2$	$h$ , км	$g$ , $\text{м/с}^2$
0	9,8066	20	9,7452
0,05	9,8065	30	9,7147
0,1	9,8063	50	9,6542
0,5	9,8051	100	9,505
1	9,8036	500	8,45
2	9,8005	5000	3,08
3	9,7974	10 000	1,50
5	9,7912	50 000	0,13
10	9,7759	400 000	0,0025

**33. Ускорение свободного падения  $g$  на поверхности некоторых небесных тел (для экватора),  $m/c^2$**

Венера . . . . . 8,88	Марс . . . . . 3,88	Солнце . . . . . 274,0
Земля . . . . . 9,81	Меркурий . 3,68—3,74	Уран . . . . . 8,12
Луна . . . . . 1,62	Нептун . . . . . 11,2	Юпитер . . . . . 26,2

**34. Плотность  $\rho$  газов и паров при температуре  $0^\circ C$  и нормальном атмосферном давлении**

Газ, пар	$\rho$ , $kg/m^3$
Азот . . . . .	1,250
Ацетилен . . . . .	1,175
Водород . . . . .	0,090
Водяной пар (насыщенный, при $t = 100^\circ C$ ) . . . . .	0,598
Воздух сухой . . . . .	1,293
Гелий . . . . .	0,178
Кислород . . . . .	1,429
Ксенон . . . . .	5,851
Метан . . . . .	0,717
Неон . . . . .	0,900
Окись углерода . . . . .	1,250
Природный газ (среднее значение) . . . . .	0,800
Спирт (пар) . . . . .	2,043
Углекислый газ . . . . .	1,977
Хлор . . . . .	3,214
Хлороформ (пар) . . . . .	5,283

**35. Плотность  $\rho$  сухого воздуха при различной температуре  $t$  и нормальном атмосферном давлении**

$t$ , $^\circ C$	$\rho$ , $kg/m^3$	$t$ , $^\circ C$	$\rho$ , $kg/m^3$
0	1,293	22	1,197
2	1,284	24	1,189
4	1,275	26	1,181
6	1,266	28	1,173
8	1,257	30	1,165
10	1,247	100	0,946
12	1,239	200	0,746
14	1,230	300	0,615
16	1,221	500	0,456
18	1,213	800	0,329
20	1,205	1000	0,277

### 36. Плотность $\rho$ атмосферы на различной высоте $h$ над Землей\*

$h$ , км	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$h$ , км	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
0	1,225	8	0,526
0,05	1,219	10	0,414
0,1	1,213	12	0,312
0,2	1,202	15	0,195
0,3	1,190	20	0,089
0,5	1,167	30	0,018
1	1,112	50	$1,027 \cdot 10^{-3}$
2	1,007	100	$5,550 \cdot 10^{-7}$
3	0,909	120	$2,440 \cdot 10^{-8}$
5	0,736		

Примечание. Давление и температура атмосферы на различной высоте приведены в табл. 51, 101. На уровне Земли температура принята равной 15° С, а давление 101 325 Па (760 мм рт. ст.).

\* Плотность атмосферы подвержена изменениям, обусловленным различными факторами (широтой места, временем года, солнечной активностью и др.). В таблице приведены усредненные числовые значения плотности атмосферы для различных высот над Землей.

### 37. Плотность $\rho$ жидкостей

Жидкость	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Жидкость	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Азот жидкий (при $t = -196^\circ \text{C}$ ) . . . .	850	Кислород жидкий (при $t = -182^\circ \text{C}$ ) . . . .	1100
Алюминий расплавленный (при $t = 660,4^\circ \text{C}$ ) . . . .	2400	Кровь . . . . .	1050
Бензин . . . . .	710—750	Мед . . . . .	1345
Вода (при $t = 4^\circ \text{C}$ ) . . . .	1000	Молоко цельное . . . . .	1028
Вода морская . . . . .	1010—1050	Масло касторовое . . . . .	960
Вода морская в заливе Кара-Богаз-Гол . . . . .	1200	Масло машинное . . . . .	900—920
Вода тяжелая . . . . .	1100	Масло подсолнечное (рафинированное) . . . . .	926
Водород жидкий* (при $t = -253^\circ \text{C}$ ) . . . .	70	Нефть . . . . .	730—940
Воздух жидкий (при $t = -194^\circ \text{C}$ ) . . . .	960	Олово расплавленное (при $t = 400^\circ \text{C}$ ) . . . . .	6800
Гелий жидкий (при $t = -271^\circ \text{C}$ ) . . . .	150	Ртуть (при $t = 0^\circ \text{C}$ ) . . . . .	13 595
Глицерин . . . . .	1260	Ртуть . . . . .	13 546
Золото расплавленное (при $t = 1100^\circ \text{C}$ ) . . . .	17 240	Свинец расплавленный (при $t = 400^\circ \text{C}$ ) . . . . .	10 500
Керосин . . . . .	790—820	Серебро расплавленное (при $t = 960,8^\circ \text{C}$ ) . . . . .	9300
		Сливки (при 60% жирности) . . . . .	962
		Спирт этиловый . . . . .	790
		Эфир этиловый . . . . .	710

Примечание. Значения плотностей даны при температуре 20° С (если не указана иная температура).

\* Наименее плотная из жидкостей.



**38. Плотность  $\rho$  металлов и сплавов  
при температуре 20°С**

Металл или сплав	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Металл или сплав	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Алюминий . . . . .	2700	Натрий . . . . .	970
Баббит . . . . .	7300—10100	Нейзильбер . . . . .	8400—8700
Бронза . . . . .	8700—8900	Никелин . . . . .	8500
Вольфрам . . . . .	19 300	Никель . . . . .	8900
Германий . . . . .	5323	Нихром . . . . .	8100—8400
Дюралюминий . . . . .	2700—2900	Олово . . . . .	7300
Железо . . . . .	7874	Осмий (наиболее плот- ный металл) . . . . .	22 570
Золото . . . . .	19 320	Платина . . . . .	21 450
Калий . . . . .	862	Платино-иридиевый сплав . . . . .	21 500
Константан . . . . .	8900	Свинец . . . . .	11 350
Кремний . . . . .	2300	Серебро . . . . .	10 500
Латунь . . . . .	8300—8700	Сталь . . . . .	7700—7900
Литий (наиболее лег- кий металл) . . . . .	534	Уран . . . . .	18 950
Магний . . . . .	1740	Цинк . . . . .	7140
Манганин . . . . .	8400—8500	Чугун . . . . .	7000—7800
Медь . . . . .	8960		
Молибден . . . . .	10 200		

**39. Плотность  $\rho$  твердых тел**

Вещество	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Вещество	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Азот твердый (при $t = -252^\circ\text{C}$ ) . . . . .	1026	Мел . . . . .	1800—2600
Алмаз . . . . .	3400—3600	Нафталин . . . . .	1150
Бетон . . . . .	1800—2800	Парафин . . . . .	870—920
Бумага . . . . .	700—1200	Пробка . . . . .	220—260
Водород твердый (при $t = -262^\circ\text{C}$ ) . . . . .	81	Резина . . . . .	910—1400
Воск пчелиный . . . . .	960—980	Стеарин . . . . .	970—1000
Канифоль . . . . .	1070	Стекло зеркальное . . . . .	2450—2800
Кислород твердый (при $t = -252^\circ\text{C}$ ) . . . . .	1426	Стекло оконное . . . . .	2400—2700
Лед (при $t = 0^\circ\text{C}$ ) . . . . .	880—920	Соль поваренная . . . . .	2200
		Сургуч . . . . .	1800
		Фарфор . . . . .	2200—2500
		Шифер . . . . .	2800
		Янтарь . . . . .	1100

Примечание. Значения плотностей даны при температуре 20°С (если не указана иная температура).

#### 40. Плотность $\rho$ некоторых сельскохозяйственных продуктов

Продукт	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Продукт	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Горох . . . . .	1300—1500	Подсолнечное масло . . . . .	926
Картофель . . . . .	1100	Рожь . . . . .	1200—1500
Кукуруза (зерно) . . . . .	1300	Сало . . . . .	930
Молоко снятое . . . . .	1032	Сахар . . . . .	1600
Молоко цельное . . . . .	1028	Сливочное масло . . . . .	900
Овес . . . . .	1200—1400		

#### 41. Плотность $\rho$ некоторых пластмасс

Пластмасса	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Пластмасса	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Гетинакс . . . . .	1300—1400	Полихлорвинил . . . . .	1200—1800
Капрон . . . . .	1100—1200	Полиэтилен . . . . .	920
Лавсан . . . . .	1300—1400	Стеклотекстолит . . . . .	1700—1800
Органическое стекло . . . . .	1200	Текстолит . . . . .	1300—1600
Пенопласт . . . . .	40—220	Целлулоид . . . . .	1300—1500
Полистирол . . . . .	1000—1100	Эбонит . . . . .	1200—1400

#### 42. Плотность $\rho$ различных пород дерева \*

Древесная порода	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Древесная порода	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
Бакаут («железное дерево») . . . . .	1100—1400	Клен свежесрубленный . . . . .	960
Бальза ** . . . . .	100—120	Красное дерево . . . . .	600—800
Бамбук . . . . .	400	Липа . . . . .	450
Береза . . . . .	650	Липа свежесрубленная . . . . .	790
Береза свежесрубленная . . . . .	880	Сосна . . . . .	520
Дуб . . . . .	760	Сосна свежесрубленная . . . . .	860
Дуб свежесрубленный . . . . .	1020	Тополь . . . . .	480
Ель . . . . .	450	Тополь свежесрубленный . . . . .	750
Ель свежесрубленная . . . . .	800	Черное дерево . . . . .	1100—1300
Клен . . . . .	750	Ясень . . . . .	750
		Ясень свежесрубленный . . . . .	920

\* В таблице приведены ориентировочные значения плотности некоторых пород дерева в сухом и свежесрубленном состоянии.

\*\* Из девяти бревен бальзового дерева был изготовлен плот «Кон-Тики».

### 43. Наиболее плотные вещества

Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
<i>Газы</i>			<i>жидкость Клеричи * . . . . .</i>		
Ксенон . . . . .	0	5,85	Ртуть . . . . .	20	4200—4900
Радон . . . . .	0	9,73	Золото расплавленное . . . . .	1100	17 240
Вольфрам шестифтористый (WF <sub>6</sub> ) . . . . .	0	12,9	Платина расплавленная . . . . .	1775	19 000
<i>Жидкости</i>			<i>Твердые тела</i>		
Наиболее плотный жидкий газ — жидкий ксенон . . . . .	-109	3060	Иридий . . . . .	20	22 400
Наиболее плотные органические соединения			Осмий (наиболее плотный из металлов) . . . . .	20	22 570
иодистый метилен (CH <sub>2</sub> I <sub>2</sub> ) . . . . .	20	3320	Платина . . . . .	20	21 450
			Платино-иридиевый сплав (90% Pt, 10% Ir) . . . . .	20	21 500

\* Жидкость Клеричи — водный раствор малоната-формната таллия; химическая формула CH<sub>2</sub>(COOTl)<sub>2</sub>·НСООТl.

### 44. Плотность $\rho$ (средняя, насыпная) некоторых материалов и продуктов

Материал или продукт	$\rho, \text{кг/м}^3$	Материал или продукт	$\rho, \text{кг/м}^3$
Вата . . . . .	80	картофель . . . . .	670
Гравий . . . . .	1500—1700	кукуруза (зерно) . . . . .	700
Древесные опилки . . . . .	150—200	мука . . . . .	400—500
Земля влажная . . . . .	1900—2000	пшеница . . . . .	760
Земля сухая . . . . .	1400—1600	рожь . . . . .	720
Каменный уголь . . . . .	800—850	свекла, морковь, брюква . . . . .	650
Мох . . . . .	130	Свежескошенное сено . . . . .	50
Песок сухой . . . . .	1200—1650	Слежавшееся сено . . . . .	100
Рожь в снопах . . . . .	75—100	Снег свежесвыпавший . . . . .	80—190
Сахарный песок . . . . .	1600	Снег сырой . . . . .	200—800
Сельскохозяйственные продукты:		Солома . . . . .	40—100
горох . . . . .	700	Соль поваренная . . . . .	700—800

#### 45. Значения сил, встречающихся в жизни

Сила притяжения между двумя телами массой 1 кг, находящимися на расстоянии 1 м друг от друга, Н . . . . .	66,7 · 10 <sup>-12</sup>	
Сила притяжения электрона к протону в атоме водорода, Н . . . . .	20 · 10 <sup>-9</sup>	
Сила давления на противотанковую мину, вызывающая ее взрыв, кН . . . . .	2,0—5,0	
Сила удара боксера (средняя весовая категория), кН (кгс) . . . . .	до 2 (до 200)	
Сила удара футболиста по мячу, кН (кгс) . . . . .	до 7,8 (до 800)	
Максимально допустимая сила давления большого поршня школьного гидравлического пресса, кН (кгс) . . . . .	≈ 39 (≈ 4000)	
Сила давления мощного современного гидропресса (СССР), МН . . . . .	735	
Сила тяготения между Землей и Луной, МН . . . . .	≈ 2 · 10 <sup>14</sup>	
Сила тяготения между Землей и Солнцем, МН . . . . .	≈ 3,6 · 10 <sup>15</sup>	
Ручная сила* в различном возрасте (средние значения для правой руки), Н	Мальчики и юноши	Девочки и девушки
13 лет . . . . .	296	227
14 лет . . . . .	334	277
15 лет . . . . .	428	305
16 лет . . . . .	447	298
17 лет . . . . .	488	340
18 лет . . . . .	485	330

\* Ручную силу определяют, сжимая динамометр кистью руки.

#### 46. Тяга некоторых машин и двигателей\*

Название машины, двигателя	Тяга	
	кН	кгс
Турбовинтовой двигатель самолета Ил-18 на земле (режим малого газа) . . . . .	2,5—3,0	250—300
Трактор колесный МТЗ-50 (5,18) . . . . .	12,8	1 380
» гусеничный Т-150 (7,6) . . . . .	42,5	4 250
» колесный К-700 (4,9) . . . . .	60	6 000
» гусеничный ЛЭТ-250 (2,3) . . . . .	200	20 700
Двухсекционный тепловоз 2ТЭ10 (24) . . . . .	510	52 000
» » ТЭ3 (20) . . . . .	400	40 400
» » » при трогании с места . . . . .	610	62 000
Электровоз ВЛ80* (51,6) . . . . .	460	47 100
» ВЛ10 (47,3) . . . . .	390	39 500

\* В таблице помещены примерные значения силы, развиваемой некоторыми машинами и реактивными двигателями. Числа в скобках обозначают скорость (в км/ч), при которой реализуется указанная тяга.

Название машины, двигателя	Тяга	
	кН <sup>2</sup>	кгс
Мощный ракетный двигатель на твердом топливе . . . . .	2 · 10 <sup>3</sup> и более	2 · 10 <sup>5</sup> и более
Мощный жидкостно-ракетный двигатель	10 <sup>4</sup> и более	10 <sup>6</sup> и более
Турбореактивный двигатель современного самолета . . . . .	30—300	3000—30 000
Турбореактивный двигатель самолета Ту-104Б . . . . .	97	9 700
Двигатели реактивного самолета Ил-62	410	42 000
Ракетный двигатель, РД-107 *	1000	102 000
Суммарная максимальная тяга семи двигателей ракеты-носителя корабля «Восток» . . . . .	6400	650 000

\* Такие двигатели были установлены на первой ступени ракеты-носителя космического корабля «Восток» (см. табл. 68).

## 47. Удельное сопротивление сельскохозяйственных орудий \*

Орудие	Удельное сопротивление, кН/м	Орудие	Удельное сопротивление, кН/м
Зубовые бороны «Зигзаг» . . . . .	0,5—0,7	почв (глубина 25 см) . . . . .	12—14
Дисковые бороны	1,9—2,5	Плуги на вспашке стерни тяжелых почв (глубина 25 см) . . . . .	18—25
Шлейф-бороны . . . . .	4—5	Зерновые сеялки узкорядные . . . . .	1,4—1,8
Лапчатые культиваторы на сплошной культивации	1,4—2,0	Луцильщик ЛД-10 на лущении стерни	2,0—3,0
Дисковый лущильщик ЛДС-4 . . . . .	2,0—2,5	Прицепные сенокосилки . . . . .	0,7—1,2
Кольчатые катки	2,5—4,0	Навесные косилки	0,5—1,0
Плуги на вспашке стерни легких почв (глубина 25 см) . . . . .	6—8	Рядковые прицепные жатки . . . . .	1,2—1,5
Плуги на вспашке стерни средних		Рядковые навесные жатки . . . . .	0,8—1,2

\* Отношение силы механического сопротивления, возникающей при работе (сорновании, вспашке, лущении и т. п.) того или иного орудия, к ширине захвата этого орудия называют его удельным механическим сопротивлением. Последнее зависит от вида обрабатываемой почвы, глубины обработки, состояния рабочих органов орудий и др. В таблице для каждого орудия приведен примерный интервал значений удельных сопротивлений; меньшие значения относятся к легким условиям работы (легкая почва, малая глубина обработки), большие — к тяжелым. Для определения сопротивления какого-либо орудия удельное сопротивление умножают на ширину захвата (в метрах) этого орудия.

#### 48. Соотношения между единицами силы

Единицы силы	Н	тс	кгс	гс	дин	мгс
1 Н	1	$102 \cdot 10^{-6}$	$102 \cdot 10^{-3}$	102	$10^5$	$102 \cdot 10^3$
1 тс	$9,81 \cdot 10^3$	1	$10^3$	$10^6$	$9,81 \cdot 10^8$	$10^9$
1 кгс	9,81	$10^{-3}$	1	$10^3$	$9,81 \cdot 10^5$	$10^6$
1 гс	$9,81 \cdot 10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-3}$	1	981	$10^3$
1 дин	$10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$1,02 \cdot 10^{-6}$	$1,02 \cdot 10^{-3}$	1	1,02
1 мгс	$9,81 \cdot 10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-6}$	$10^{-3}$	$981 \cdot 10^{-3}$	1

Примечание. 1 кгс = 9,80665 Н (точно) =  $980,665 \cdot 10^3$  дин;  
 1 гс =  $9,80665 \cdot 10^{-3}$  Н (точно) =  
 = 9,80665 мН (точно);  
 1 тс =  $9,80665 \cdot 10^3$  Н (точно);  
 1 дин =  $10^{-5}$  Н =  $1,01972 \cdot 10^{-6}$  кгс.

#### 49. Перегрузки \*

Перегрузка неподвижно стоящего человека . . . . .	1
Пассажир при взлете самолета . . . . .	до 1,5
Парашиютист во время раскрытия парашюта	
при скорости падения 30 м/с . . . . .	1,8
»    »    »    40 м/с . . . . .	3,3
»    »    »    50 м/с . . . . .	5,2
Летчик в момент катапультирования из самолета . . .	до 16
Кратковременные перегрузки, относительно безболезненно переносимые тренированным человеком:	
в направлении «спина—грудь» и «грудь—спина» . .	до 30
в направлении «голова—ноги» . . . . .	до 20
в направлении «ноги—голова» . . . . .	до 8
Длительная перегрузка, соответствующая пределу физиологических возможностей человека . . . . .	8
Перегрузки при спуске космических кораблей «Восток», «Восход» . . . . .	до 8—10
Перегрузки при спуске космических кораблей «Союз»	до 3—4

\* Перегрузка определяется отношением веса человека при движении с ускорением к весу его тела в покое.

#### 50. Давления

Объект, среда	Давление	
	кПа	кгс/см <sup>2</sup>
<i>Газы</i>		
Воздух в шинах легковых автомобилей	150—250	1,5—2,5
Воздух в шинах грузовых автомобилей	290—540	3,0—5,5
Воздух в тормозной системе поезда . .	500	5
Воздух в тормозной системе автомобиля ЗИЛ-130 . . . . .	550—730	5,6—7,4

Объект, среда	Давление	
	кПа	кгс/см <sup>2</sup>
Воздух в баллонах акваланга . . . . .	15 000	150
Воздух в пневматических инструментах	800—900	8—9
Атмосфера на поверхности планеты Венера (по измерениям советских межпланетных станций «Венера-9» и «Венера-10») . . . . .	9000—9200	90—92
Пороховые газы в канале современного орудийного ствола . . . . .	до 390 000	до 4000
Газы в центре взрыва термоядерной бомбы	до 10 <sup>11</sup>	до 10 <sup>9</sup>
<i>Жидкости</i>		
Масло в магистрали смазки автомобилей и тракторов . . . . .	200—500	2—5
Максимально допустимое давление масла в школьном гидравлическом прессе . .	15 000	150
Внутреннее молекулярное давление в воде	≈ 1 700 000	≈ 17 000
Внутреннее молекулярное давление в ртути . . . . .	≈ 4 000 000	40 000
Наибольшее давление, достигнутое сжатием в лабораторных условиях . . .	41 700 000	425 000
<i>Твердые тела</i>		
Гусеничные тракторы с уширенными гусеницами (болотные) на почву . . . .	20—30	0,2—0,3
Гусеничные тракторы на почву . . . . .	40—50	0,4—0,5
Тяжелый гусеничный артиллерийский тягач АТ-Т на почву . . . . .	67	0,68
Колеса легкового автомобиля на почву	230—300	2,3—3,0
Колеса железнодорожного вагона на рельсы . . . . .	≈ 300 000	≈ 3000

51. Давление  $p$  атмосферы на различной высоте  $h$  над Землей

$h$ , км	$p$		$h$ , км	$p$	
	Па	мм рт. ст.		Па	мм рт. ст.
0	101 325	760,0	12	19 399	145,5
0,05	100 726	755,0	15	12 112	90,8
0,1	100 129	751,0	20	5529	41,5
1	89 876	674,1	30	1197	8,98
2	79 501	596,3	50	79,8	0,59
5	54 048	405,4	100	$3,19 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$
8	35 652	267,4	120	$2,67 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
10	26 500	198,8			

**52. Давления ниже атмосферного, встречающиеся  
в природе и технике**

	Давление	
	Па	мм рт. ст.
Нормальное атмосферное давление . .	101 325	760
На высоте Останкинской телебашни в Москве (540 м) . . . . .	94 880	711,7
В пассажирской кабине самолета Ан-10 при полете на высоте 8 км* . . . . .	85 600	642
В колбе газонаполненной электрической лампы . . . . .	80 000	600
На высочайшей в СССР горной вер- шине (пик Коммунизма, высота 7495 м) . . . . .	38 200	287
На наибольшей высоте суши над уров- нем моря (вершина горы Джомо- лунгма, высота 8848 м) . . . . .	31 500	236
На высоте 8 км** . . . . .	35 650	267
» » 9 км** . . . . .	30 800	231
» » 10 км** . . . . .	26 500	199
» » 11 км** . . . . .	22 700	170
В камере бытового пылесоса . . . . .	11 000—12 100	82—90
Наименьшее давление, которое можно получить, пользуясь школьным на- сосом Комовского . . . . .	40—67	0,3—0,5
В пространстве между двойными стен- ками сосуда Дьюара . . . . .	$10^{-1}$ — $10^{-3}$	$10^{-3}$ — $10^{-5}$
В колбе вакуумной электрической лампы накаливания . . . . .	$10^{-2}$ — $10^{-3}$	$10^{-4}$ — $10^{-5}$
В колбе рентгеновской трубки . . . .	$10^{-3}$ — $10^{-5}$	$10^{-5}$ — $10^{-7}$
На высоте 250 км*** . . . . .	$3 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-7}$
В колбе радиолампы . . . . .	$10^{-5}$	$10^{-7}$
В вакуумной камере современного ускорителя заряженных частиц . . .	$10^{-4}$ — $10^{-6}$	$10^{-6}$ — $10^{-8}$
В камере установки для термоядерных реакций . . . . .	до $10^{-11}$	до $10^{-13}$

\* Соответствует давлению воздуха на высоте 1400 м.

\*\* Высота, на которой совершаются обычно полеты турбовинтовых и турбореактивных пассажирских самолетов.

\*\*\* Средняя высота полета космического корабля «Восток».



### 53. Параметры внутренних слоев Земли

На рисунке 4 приведена схема строения Земли и предположительные значения плотностей и давлений внутренних ее слоев: земной коры (твердый слой земли от поверхности до глубины  $\approx 33$  км), мантии, состоящей из твердых каменных пород (слой глубиной от  $\approx 33$  до  $\approx 2900$  км), ядра, состоящего из жидкого металлизированного вещества или металла (слой глубиной от  $\approx 2900$  до  $\approx 5000$  км) и предполагаемого твердого слоя — внутреннего ядра (слой глубиной от  $\approx 5000$  до  $6371$  км). На условной границе раздела каждого из двух соседних слоев Земли указаны два различных значения плотности, относящихся к различным слоям Земли.

Примечание. Температуру внутренних слоев Земли на различной глубине см. в табл. 102.

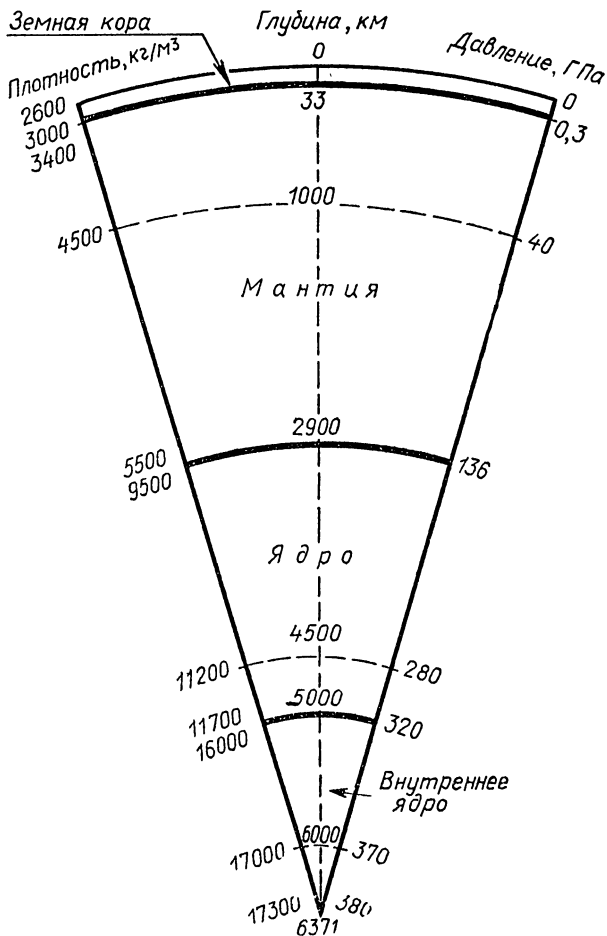


Рис. 4. Схема строения Земли.

## 54. Соотношения между единицами давления

Единицы давления	Па	дин/см <sup>2</sup>	кгс/см <sup>2</sup> (ат)	кгс/мм <sup>2</sup>	атм	мм рт. ст.	мм вод. ст.	бар	мбар
1 Па (1Н/м <sup>2</sup> )	1	10	102 · 10 <sup>-7</sup>	102 · 10 <sup>-9</sup>	987 · 10 <sup>-8</sup>	750 · 10 <sup>-5</sup>	0,102	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-2</sup>
1 дин/см <sup>2</sup>	0,1	1	102 · 10 <sup>-8</sup>	102 · 10 <sup>-10</sup>	987 · 10 <sup>-9</sup>	750 · 10 <sup>-6</sup>	102 · 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>
1 кгс/см <sup>2</sup> (ат)	981 · 10 <sup>2</sup>	981 · 10 <sup>3</sup>	1	0,01	0,988	735,6	10 <sup>4</sup>	981 · 10 <sup>-3</sup>	981
1 кгс/мм <sup>2</sup>	981 · 10 <sup>4</sup>	981 · 10 <sup>5</sup>	100	1	96,8	735,6 · 10 <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	98,1	981 · 10 <sup>2</sup>
1 атм	101325	1013250	1,0332	1,0332 · 10 <sup>-2</sup>	1	760	10332,2	1,01325	1013,25
1 мм рт. ст.	133,3	1,33 · 10 <sup>3</sup>	1,36 · 10 <sup>-3</sup>	1,36 · 10 <sup>-5</sup>	1,316 · 10 <sup>-3</sup>	1	13,6	1,33 · 10 <sup>-3</sup>	1,33
1 мм вод. ст.	9,81	98,1	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	968 · 10 <sup>-7</sup>	735,6 · 10 <sup>-4</sup>	1	98,1 · 10 <sup>-6</sup>	9,81 · 10 <sup>-2</sup>
1 бар	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	1,02	1,02 · 10 <sup>-2</sup>	0,987	750	102 · 10 <sup>2</sup>	1	10 <sup>3</sup>
1 мбар	100	10 <sup>3</sup>	0,102 · 10 <sup>-4</sup>	0,102 · 10 <sup>-6</sup>	0,987 · 10 <sup>-3</sup>	0,750	10,2	10 <sup>-3</sup>	1

Примечание. 1 кгс/см<sup>2</sup> = 1 ат (техническая атмосфера) = 10<sup>4</sup> кгс/м<sup>2</sup> = 10<sup>-2</sup> кгс/мм<sup>2</sup> = 0,967841 атм = 98066,5 Па (точно);  
1 кгс/мм<sup>2</sup> = 1 мм вод. ст. = 9,80665 Па (точно).

### 55. Коэффициенты трения скольжения

Металл по металлу . . . . .	0,15—0,20
Дерево по дереву. . . . .	0,20—0,50
Металл по металлу при смазке . . . . .	0,07—0,10
Полосья деревянные по льду . . . . .	0,035
Полосья деревянные, обитые железом, по льду. . . . .	0,020
Сталь по льду (коньки). . . . .	0,015
Лед по льду . . . . .	0,028
Сталь по стали . . . . .	0,03—0,09
Шина по сухому асфальту . . . . .	0,50—0,70
Шина по мокрому асфальту . . . . .	0,35—0,45
Шина по сухой грунтовой дороге, сухому булыжнику . . . . .	0,40—0,50
Шина по мокрой грунтовой дороге, мокрому булыжнику . . . . .	0,30—0,40
Шина (резина) по гладкому льду . . . . .	0,15—0,20
Точильный камень по стали . . . . .	0,94
Подшипник скольжения (при смазке) . . . . .	0,02—0,08

### 56. Коэффициенты трения качения, см\*

Колесо со стальным бандажом по стальному рельсу	0,05
Деревянный каток по дереву . . . . .	0,05—0,08
Стальное колесо по дереву . . . . .	0,15—0,25
Резиновая пневматическая шина по асфальту. . . . .	0,02
Дерево по стали . . . . .	0,03—0,04
Подшипник качения (шарикоподшипник) . . . . .	0,001—0,004
Подшипник качения (роликподшипник) . . . . .	0,0025—0,0100
Шарик из закаленной стали по стали . . . . .	0,0005—0,0010

\* Французский физик Ш. Кулон в 1781 г. на основе опытов нашел, что сила трения качения  $F_{\text{кач}}$  пропорциональна прижимающей силе  $F_N$  и обратно пропорциональна радиусу  $r$  катка

$$F_{\text{кач}} = \mu_{\text{кач}} \frac{F_N}{r},$$

где  $\mu_{\text{кач}}$  — коэффициент трения качения.

Из формулы видно, что коэффициент трения качения  $\mu_{\text{кач}}$  выражается в единицах длины.

### 57. Мощность некоторых тепловых двигателей

	Мощность	
	кВт	л. с.
Веломотор Д-5 . . . . .	0,88	1,2
Мопед «Рига-5» . . . . .	0,88	1,2
Мотороллер В-150М . . . . .	4,4	6
Мотороллер «Турист» . . . . .	7,4	10
Мотоцикл М-106 . . . . .	6,6	9,0
Лодочный мотор «Ветерок-12» . . . . .	8,8	12
Мотоцикл «ИЖ-Планета-3» . . . . .	13	18
Трактор Т-16 . . . . .	11,2	16
Лодочный мотор «Москва-25» . . . . .	18	25
Мотоцикл «ИЖ-Юпитер-3» . . . . .	18	25
Трактор ДТ-20 . . . . .	13	18
Лодочный мотор «Вихрь» . . . . .	22	30
Колесный трактор МТЗ-50 . . . . .	37	50
Автомобиль «Жигули» (ВАЗ-101) . . . . .	38	60
Автомобиль «ГАЗ-51» . . . . .	50	70
Автомобили «Жигули» (ВАЗ-2106, ВАЗ-2121), трактор МТЗ-80 . . . . .	59	80
Автомобиль «Волга» (ГАЗ-24) . . . . .	72	98
Зерноуборочные комбайны СК-45М, СК-5, «Нива», «Сибиряк» . . . . .	73,5	100
Гоночный автомобиль «Москвич-Г5» . . . . .	82	112
Автомобиль ЗИЛ-130 . . . . .	110	150
Автомобили «Москвич-412» и «Волга» (ГАЗ-21), тракторы ДТ-75 и ДТ-74 . . . . .	55	75
Вертолет Ка-18 . . . . .	206	280
Дизель трактора «Кировец-701» . . . . .	220	300
Самолет Ан-2 . . . . .	740	1000
Судно на подводных крыльях «Ракета» . . . . .	883	1200
Вертолет Ми-4П . . . . .	1200	1700
Дизель тепловоза ТЭ10Л . . . . .	2200	3000
Вертолет Ми-8 . . . . .	2×1100	2×1500
Самолет Ил-14М . . . . .	2×1400	2×1900
Дизель тепловоза ТЭП75 . . . . .	4400	6000
Дизели пассажирского теплохода «Иван Франко» . . . . .	2×7720	2×10500
Рекордный по мощности судовой дизель (СССР) . . . . .	15500	21000
Атомная установка ледокола «Арктика» . . . . .	55200	75000
Ракета-носитель космической станции «Про- тон» (суммарная мощность двигателей) . . . . .	> 44·10 <sup>9</sup>	> 60·10 <sup>6</sup>

Примечание. Данные о мощности двигателей других машин и устройств см. в табл. 66, 69, 70—72, 74, 75, 136—141.

58. Соотношения между единицами энергии (работы)

Единицы энергии (работы)	Дж	кгс·м	эрг	кал	Вт·ч	эВ
1 Дж	1	0,102	$10^7$	0,239	$278 \cdot 10^{-6}$	$6,24 \cdot 10^{18}$
1 кгс·м	9,81	1	$9,81 \cdot 10^7$	2,34	$2,72 \cdot 10^{-3}$	$6,12 \cdot 10^{19}$
1 эрг	$10^{-7}$	$102 \cdot 10^{-10}$	1	$239 \cdot 10^{-10}$	$278 \cdot 10^{-13}$	$6,24 \cdot 10^{11}$
1 кал	4,19	$427 \cdot 10^{-3}$	$4,19 \cdot 10^7$	1	$1,16 \cdot 10^{-3}$	$2,61 \cdot 10^{19}$
1 Вт·ч	3600	367	$3600 \cdot 10^7$	860	1	$225 \cdot 10^{20}$
1 эВ	$1,60 \cdot 10^{-19}$	$1,63 \cdot 10^{-20}$	$1,60 \cdot 10^{-12}$	$3,83 \cdot 10^{-20}$	$4,45 \cdot 10^{-23}$	1

Примечание. 1 кВт·ч = 3,6 МДж (точно) =  $3,6 \cdot 10^6$  Дж =  $3,6 \cdot 10^{13}$  эрг = 367098 кгс·м =  $224,71 \cdot 10^{23}$  эВ = 859,845 ккал = 1,3596 л.с.·ч;  
 1 ккал = 4186,8 Дж (точно) =  $10^{-3}$  Мкал = 4,1868 · 10<sup>10</sup> эрг (точно) = 426,935 кгс·м =  $2,6147 \cdot 10^{22}$  эВ = 1,163 · 10<sup>-3</sup> кВт·ч = 1,5812 · 10<sup>-3</sup> л.с.·ч;  
 1 кгс·м = 9,80665 Дж (точно) = 9,80665 · 10<sup>7</sup> эрг = 2,72407 · 10<sup>-6</sup> кВт·ч = 2,34228 кал = 3,70370 · 10<sup>-6</sup> л.с.·ч;  
 1 эВ =  $10^{-6}$  МэВ = 1,60219 · 10<sup>-19</sup> Дж = 0,160 219 аДж =  $44,502 \cdot 10^{-27}$  кВт·ч.

## 59. Соотношения между единицами мощности

Единицы мощности	Вт	кВт	МВт	кгс-м/с	эрг/с	л.с.
1 Вт	1	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$102 \cdot 10^{-3}$	$10^7$	$136 \cdot 10^{-5}$
1 кВт	$10^3$	1	$10^{-3}$	102	$10^{13}$	1,36
1 МВт	$10^6$	$10^3$	1	$102 \cdot 10^3$	$10^{13}$	$1,36 \cdot 10^3$
1 кгс·м/с	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/с	$10^{-7}$	$10^{-10}$	$10^{-13}$	$102 \cdot 10^{-10}$	1	$1,36 \cdot 10^{-10}$
1 л.с.	735,5	$7355 \cdot 10^{-4}$	$7355 \cdot 10^{-7}$	75	$7355 \cdot 10^6$	1

Примечание. 1 Вт=0,101972 кгс·м/с= $10^{-3}$  кВт= $10^{-6}$  МВт=1,3596· $10^{-3}$  л.с.=0,238846 кал/с;  
1 кВт= $10^{-3}$  МВт=1000 Вт=101,972 кгс·м/с=1,3596 л.с.=367,098 кгс·м/ч;  
1 кгс·м/с=9,80665 Вт (точно)=9,80665· $10^7$  эрг/с (точно);  
1 л.с.=735,499 Вт=75 кгс·м/с=270 000 кгс·м/ч;  
1 кал/с=4,1868 Вт (точно)=41,868· $10^6$  эрг/с (точно)=0,0426935 кгс·м/с.

## 60. Коэффициент полезного действия некоторых простых механизмов, %

Блок (подвижный или неподвижный) . . . . .	94—98	Клин * . . . . .	10—30
Полиспаст, состоящий из 4 блоков . . . . .	91	Домкрат винтовой . . . . .	30—40
6 блоков . . . . .	86	» рычажно-реечный (автомобильный) . . . . .	95—97
8 блоков . . . . .	82	» гидравлический . . . . .	75—80
10 блоков . . . . .	78	Пресс гидравлический . . . . .	80—90
Лебедка ручная (одна пара шестерен) . . . . .	80	Рычаг . . . . .	до 99

\* Более острый клин (т. е. дающий больший выигрыш в силе) имеет меньший к.п.д.

## 61. «Физика» человека (механические параметры)

Средняя плотность тела человека, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	1036
Плотность крови, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	1050—1064
Средняя скорость движения крови в сосудах, м/с	
в артериях . . . . .	0,2—0,5
в венах . . . . .	0,10—0,20
в капиллярах . . . . .	0,0005—0,0020
Скорость распространения раздражения по двигательным и чувствительным нервам, м/с . . . . .	40—100
Нормальное избыточное давление в артерии руки взрослого человека *	
нижнее (т. е. в начальной фазе сокращения сердца), кПа (мм рт. ст.) . . . . .	≈9,3 (70)
верхнее (т. е. в конечной фазе сокращения сердца), кПа (мм рт. ст.) . . . . .	16,0 (120)
Сила, развиваемая работающим сердцем, Н	
в начальной фазе сокращения . . . . .	≈90
в конечной фазе сокращения . . . . .	≈70
Масса крови, выбрасываемая сердцем в 1 мин **, кг	≈3,6
Работа сердца при одном сокращении, Дж (кгс·м)	≈1 (≈0,1)
Мощность, развиваемая взрослым человеком, Вт	
при обычной ходьбе по ровной дороге при слабом ветре . . . . .	60—65
при быстрой ходьбе (7 км/ч) по ровной дороге при слабом ветре . . . . .	200
при езде на велосипеде со скоростью 10 км/ч в безветренную погоду . . . . .	40
при езде на велосипеде со скоростью 20 км/ч в безветренную погоду . . . . .	320

\* Избыточное давление крови измеряют от условного нуля, за который принимают атмосферное давление. Поэтому давление крови, например, в 9,3 кПа (70 мм рт. ст.) означает, что давление крови на 9,3 кПа (на 70 мм рт. ст.) превышает атмосферное давление.

\*\* За одно сокращение сердце выбрасывает примерно 60 см<sup>3</sup> крови, за 1 мин — 3,6 л (при 60 сокращениях в минуту), за 1 ч — 216 л, а за сутки ≈5200 л крови. Во время напряженной работы организма (например, при беге на лыжах) сердце человека за 1 мин «перекачивает» до 25—35 л крови (при 165—196 сокращениях в минуту). Для сравнения — расход воды полностью открытого водопроводного крана за 1 мин составляет примерно 20 л.

## 62. Характеристики больших планет Солнечной системы

Физические параметры планеты	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
Масса, т . . . . .	$3,3 \cdot 10^{20}$	$4,9 \cdot 10^{21}$	$6,4 \cdot 10^{20}$	$1,9 \cdot 10^{24}$	$5,7 \cdot 10^{23}$	$8,7 \cdot 10^{22}$	$1,0 \cdot 10^{23}$	$5,0 \cdot 10^{21}$ (?)
Радиус экваториальный, км . . . . .	2420	6110	3400	70 360	58 410	23 550	22 300	2750 (?)
Объем, км <sup>3</sup> . . . . .	$0,06 \cdot 10^{12}$	$0,99 \cdot 10^{12}$	$0,16 \cdot 10^{12}$	$1400 \cdot 10^{12}$	$820 \cdot 10^{12}$	$54 \cdot 10^{12}$	$46 \cdot 10^{12}$	$0,087 \cdot 10^{12}$ (?)
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	5490	5258	4000	1350	720	1090	1630	50 000 (?)
Ускорение свободного падения, м/с <sup>2</sup> . . . . .	3,8	8,7	3,7	23,0	9,1	9,7	13,5	?
Расстояние от Земли, млн. км . . . . .								
наименьшее . . . . .	82	38	56	591	1200	2580	4300	4280
наибольшее . . . . .	217	261	399	965	1650	3150	4680	7510
Среднее расстояние от Солнца, млн. км . . . . .	58	108	228	780	1430	2870	4500	5900
Средняя скорость движения по орбите вокруг Солнца, км/с . . . . .	48	35	24	13	9,6	6,8	5,4	4,8
2-я космическая скорость, км/с . . . . .	4,3	10,2	5	58	33	22	25	?
Температура освещенной части поверхности планеты, °С . . . . .	340	380	-10	-130	-150	?	-160	?

Примечание. Физические характеристики Земли см. в табл. 63.



### 63. Характеристики Солнца, Земли, Луны

	Солнце	Земля	Луна
Масса, т . . . . .	$2 \cdot 10^{27}$	$6 \cdot 10^{21}$	$7,3 \cdot 10^{19}$
Радиус, км . . . . .	696 000	6371	1738
Объем, км <sup>3</sup> . . . . .	$1,4 \cdot 10^{18}$	$1 \cdot 10^{12}$	$2,2 \cdot 10^{10}$
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	1400	5518	3350
Плотность в центре, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	100 000	14 500—18 000	
Среднее ускорение свободного падения на поверхности, м/с <sup>2</sup> . .	273,8	9,81	1,62
Расстояние от Земли, км			
наименьшее . . . . .	147,1 · 10 <sup>6</sup>	—	356 410
наибольшее . . . . .	152,1 · 10 <sup>6</sup>	—	406 740
среднее . . . . .	149,6 · 10 <sup>6</sup>	—	384 440
Средняя скорость движения по орбите, км/с . .	250	30	1
2-я космическая скорость на поверхности, км/с . . . . .	618	11,2	2,4

Примечание. В Солнце сосредоточено 99,87% массы всей Солнечной системы.

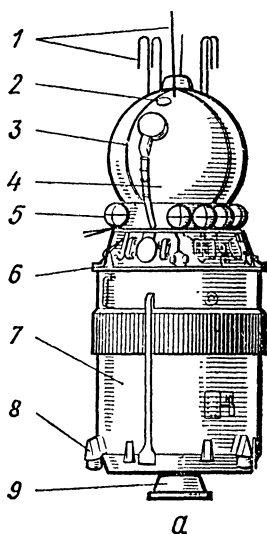
### 64. Первый искусственный спутник Земли

Дата запуска . . . . .	4.X.1957 г.
Масса, кг . . . . .	83,6
Первоначальная высота полета над Землей, км	
наибольшая . . . . .	947
наименьшая . . . . .	228
Период обращения вокруг Земли, мин . . . . .	96,2
Число витков вокруг Земли, совершенных при полете . .	≈ 1400
Дата вхождения в плотные слои атмосферы . . . . .	4.I.1958 г.
Пройденное расстояние, млн. км . . . . .	ок. 60

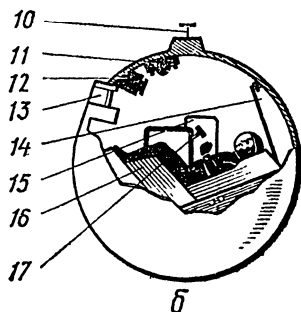
### 65. Космический корабль «Восток»

Диаметр спускаемого аппарата, внутри которого размещался космонавт, м . . . . .	2,3
Масса корабля (спускаемого аппарата и приборного отсека), т . .	4,73
Масса спускаемого аппарата, т . . . . .	2,4
Масса последней ступени ракеты-носителя, т . . . . .	1,4
Число иллюминаторов кабины . . . . .	3
Высота, на которой раскрылся тормозной парашют спускаемого аппарата, м . . . . .	7000
Высота, на которой раскрылся основной парашют (и отделился тормозной парашют), м . . . . .	4500

На рисунке 5 изображен космический корабль «Восток»: а) общий вид корабля; б) спускаемый аппарат.



*a*



*b*

Рис. 5. Космический корабль «Восток» с последней ступенью ракеты-носителя:

1 — антенны; 2 — иллюминатор с жаропрочными стеклами; 3 — стяжные ленты; 4 — спускаемый сферический аппарат; 5 — баллоны пневматической системы; 6 — приборный отсек; 7 — последняя ступень ракеты-носителя; 8 — рулевые двигатели; 9 — сопло двигателя последней ступени; 10 — антенна; 11 — приборная доска с глобусом; 12 — телевизионная камера; 13 — иллюминатор; 14 — входной люк; 15 — контейнер с пищей; 16 — катапультируемое кресло; 17 — ручка управления.

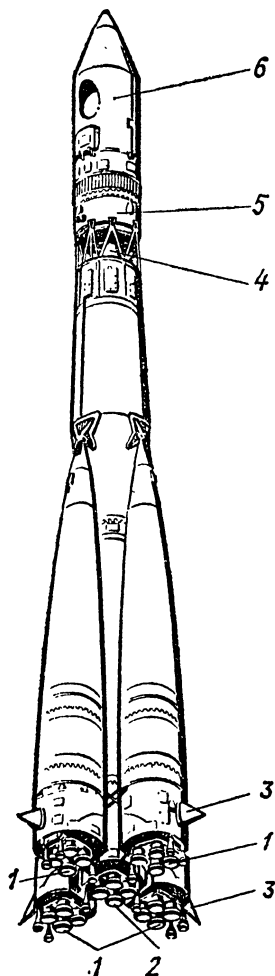


Рис. 6. Ракета-носитель космического корабля «Восток»:

1 — двигатель первой ступени ракеты (каждый двигатель имеет по 4 сопла); 2 — двигатель с 4 соплами второй ступени (расположен в конце центрального корпуса ракеты); 3 — оперение; 4 — сопло двигателя третьей ступени ракеты; 5 — третья ступень ракеты; 6 — предохранительный обтекатель космического корабля.

## 66. Ракета-носитель космического корабля «Восток»

Число ступеней ракеты	3	Суммарная мощность двигателейных установок ракеты, кВт (л. с.)	15·10 <sup>6</sup> (20·10 <sup>6</sup> )
Максимальный диаметр ракеты (у основания, по воздушным рулям), м	10,3	Тип двигателей	жидкостные
Общая длина ракеты, м	38	Топливо	жидкий кислород и керосин
Диаметр центрального корпуса, м	2,95	Число двигателей	6*
Длина центрального корпуса (от основания до третьей ступени), м	28	Тяга одного двигателя первой ступени, МН (кгс)	≈ 1 (≈ 102 000)
Длина третьей ступени (с кораблем и головным обтекателем), м	10	Тяга двигателя второй ступени, МН (кгс)	≈ 0,94 (≈ 96 000)

\* Из них 4 двигателя первой ступени, двигатель второй ступени, расположенный у основания центрального корпуса ракеты (запускался одновременно с ускорителями), и двигатель третьей ступени.

Ракета-носитель космического корабля «Восток» показана на рисунке 6.

## 67. Полеты советских космических кораблей с космонавтами

Корабль и 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

Корабль и дата полета	Экипаж корабля	Продолжительность полета
«Союз-1», 23—24.IV.1967 г.	В. М. Комаров	24 ч 17 мин
«Союз-2»*, 25—28.X.1968 г.	беспилотный	95 ч 51 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 14 мин
«Союз-5», 15—18.I.1969 г.	Б. В. Волынов, 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 41 мин
«Союз-8», 13—18.X.1969 г.	В. А. Шаталов, А. С. Елисеев	118 ч 11 мин
«Союз-9», 1—19.VI.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	570 ч 20 мин
«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	189 ч 55 мин
«Союз-14», 3—19.VII.1974 г.	П. Р. Попович, Ю. П. Артюхин	377 ч 30 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	142 ч 24 мин
«Союз-17», 11.I—9.II.1975 г.	А. А. Губарев, Г. М. Гречко	709 ч 20 мин
«Союз-18», 24.V.—26.VII.1975 г.	П. И. Климук, В. И. Севастьянов	1511 ч 20 мин

\* «Союз-2» — беспилотный космический корабль. Был запущен для проведения совместных экспериментов с космическим кораблем «Союз-3».

Корабль и дата полета	Экипаж корабля	Продолжительность полета
«Союз-19» *, 15—21.VII.1975 г.	А. А. Леонов, В. Н. Кубасов	142 ч 31 мин
«Союз-20» **, 17.XI. 1975 г.— 16.II.1976 г.	беспилотный	92 сут

\* Космический корабль «Союз-19» осуществил первый в истории космонавтики совместный полет с американским космическим кораблем «Аполлон». На орбите были проведены две стыковки этих космических кораблей.

\*\* Беспилотный космический корабль «Союз-20» был запущен для проведения совместных исследований и экспериментов с орбитальной научной станцией «Салют-4»

### 68. Жидкостные ракетные двигатели

В таблицах приведены данные о первых советских ракетных двигателях, работавших на жидком топливе, а также некоторые данные о мощных ЖРД, применявшихся для запуска советских космических кораблей «Восток» и искусственных спутников Земли серии «Космос».

#### *Первые советские ракеты на жидком топливе*

Показатели	ГИРД-09	ГИРД-Х
Дата первого запуска ракеты . . . . .	17.VIII.1933 г.	25.XI.1933 г.
Диаметр ракеты, см . . . . .	18	14
Длина ракеты, см . . . . .	240	220
Масса ракеты (при старте), кг . . . . .	19	29,5
Тяга двигателя, Н (кгс)	325 (33)	640 (65)
Окислитель . . . . .	Жидкий кислород	Жидкий кислород
Горючее . . . . .	Бензин (отвержденный)	Спирт
Время работы двигателя, с	15—18	22
Максимальная высота полета, м . . . . .	400	80

Мощные ЖРД

	Наименование ЖРД			
	РД-107	РД-108	РД-119	РД-214
Тяга (в вакууме), кН (кгс) . . .	1000 (102 000)	940 (96 000)	108 (11 000)	726 (74 000)
Число камер сгорания . .	4	4	1	4
Давление в камере сгорания, МПа (ат) . . . .	5,9 (60)	5,1 (52)	7,8 (80)	4,4 (45)
Внутренний диаметр цилиндрической части камеры сгорания, м . .	0,43		0,21	0,48
Горючее . . .	Керосин		Несимметричный диметилгидразин	Продукты переработки керосина
Окислитель .	Жидкий кислород			Азотно-кислотный
Применение двигателя . .	1-я ступень ракеты-носителя «Восток»	2-я ступень ракеты-носителя «Восток»	2-я ступень ракеты-носителя «Космос»	1-я ступень ракеты-носителя «Космос»

69. Современные гидротурбины большой мощности

Показатели	Волжская ГЭС им. В. И. Ленина	Братская ГЭС им. 50-летия Великого Октября	Красноярская ГЭС им. 50-летия СССР
Мощность, кВт	118 000	230 000	508 000
Частота вращения рабочего колеса, с <sup>-1</sup> (об/с)	1,0	2,1	1,6
мин <sup>-1</sup> (об/мин)	68,2	125	93,8

Показатели	Волжская ГЭС им. В. И. Ленина	Братская ГЭС им. 50-летия Великого Октября	Красноярская ГЭС им. 50-летия СССР
Диаметр рабочего колеса, м	9,3	5,5	7,5
Масса турбины, т	1300	800	1300
Объемный расход воды через тур- бину, м <sup>3</sup> /с	713	257	600
Расчетный напор воды, м	19	96	93
К.п.д. турбины, %	94	93,5	94

Примечание. Данные о гидрогенераторах, с которыми работают указанные в таблице турбины, см. в табл. 176.

## 70. Поршневые пассажирские самолеты

Показатели	Ан-2	Ил-14М
Число пассажиров . . . . .	10—12	24—36
Масса ненагруженного самолета, т . . . . .	3,4	12,6
Взлетная масса самолета, т . . . . .	5,25	17,5
Крейсерская скорость *, км/ч . . . . .	180—210	280—350
Наибольшая высота полета, км . . . . .	4,5	6,5
Наибольшая дальность полета, км . . . . .	1200	1900
Длина разбега при взлете, м . . . . .	160—190	530—650
Длина пробега при посадке, м . . . . .	215—430	500
Посадочная скорость, км/ч . . . . .	90	135—140
Скорость, при которой самолет отры- вается от земли, км/ч . . . . .	80—90	140—150
Максимальная мощность двигателя, кВт (л. с.) . . . . .	735 (1000)	1400 (1900)
Число двигателей . . . . .	1	2
Габариты самолета, м		
длина . . . . .	12,4	22,3
высота . . . . .	5,4	7,8
размах крыла . . . . .	18,2	31,7

\* Крейсерская скорость — скорость полета на наиболее экономичном режиме. На этой скорости обычно совершают рейсы самолеты. Крейсерская скорость составляет 0,7—0,8 от максимальной скорости.

### 71. Современные пассажирские самолеты

Показатели	Ил-18	Ан-10	Ту-114	Ту-104Б	Ил-62	Ту-154	Як-40
Тип самолета	Т у р б о в и н т о в о й						
Число пассажиров	100	100—115	170	100—115	125—186	158	24—27
Масса ненагруженного самолета, т.	33,8	32,5	94,5	43,3	67,9	47	9,2
Взлетная масса самолета, т.	61,2	56	173,5	76	160	90	13,7
Крейсерская скорость, км/ч	650	600—660	750	750—800	850—870	850—920	600
Пололок полета, км	9,2	10	12	11,9	12	12	11
Дальность беспосадочного полета, км	6500	2500	9500	2900	10 000	4000	1500
Длина разбега при взлете, м.	1300	900—1000	2600—3000	2000—2200	1800—2000	1215	350
Скорость, при которой самолет отывается от земли, км/ч	235	220	300	260	300	270	175
Длина пробега при посадке, м.	800—900	850—950	1750—1900	1450—1850	1000	710	350
Посадочная скорость, км/ч	190—220	190—220	260—270	225—250	220—240	230	160
Мощность двигателя, кВт	2920	2950	11 000	—	—	—	—
Тяга двигателя, кН	4000	4000	15 000	93	103	93	14,7
Число двигателей	—	—	—	9500	10 500	9500	1500
Габариты самолета, м	4	4	4	2	4	3	3
длина	35,9	34,0	54,1	40,1	53,1	48,0	20,4
высота	10,2	9,8	15,5	11,9	12,4	11,4	6,5
размах крыла	37,4	38,0	51,1	34,5	43,3	37,5	25,0

Примечание. В десятой пятилетке Аэрофлот пополнится новыми реактивными самолетами — аэробусами Ил-86 (число пассажиров — 350, крейсерская скорость 920—950 км/ч), пассажирскими лайнерами Як-42 (число пассажиров 100—120, крейсерская скорость 820 км/ч).



## 72. Самолет-гигант Ан-22 («Антей»)

Масса ненагруженного самолета, т . . .	114	Дальность беспосадочного полета, км . . .	11 000
Взлетная масса самолета, т . . .	250	Длина разбега при взлете, м . . . . .	1100—1300
Крейсерская скорость, км/ч . . . . .	740	Длина пробега при посадке, м . . . . .	800
Число турбовинтовых двигателей . . . . .	4	Габариты самолета, м	
Мощность одного двигателя, кВт (л. с.) . . .	11 000 (15 000)	длина . . . . .	55,5
		высота . . . . .	12,5
		размах крыла . . .	64,4

## 73. Первый в мире сверхзвуковой пассажирский самолет Ту-144

Скорость, км/ч . . . . .	до 2500
Число двигателей . . . . .	4
Тяга одного двигателя кН (кгс) . . . . .	127,5 (13 000)
Число пассажиров . . . . .	140
Дальность полета без посадки, км . . . . .	6500
Высота полета, км . . . . .	до 20
Дата первого полета . . . . .	31.XII.1968 г.

## 74. Вертолеты

Показатели	Ми-1	Ми-4П	Ми-8	Ми-10	Ка-26
Максимальная скорость, км/ч	170	180	250	235	170
Дальность полета, км . . . . .	350	740	450	700	300
Взлетная масса, т . . . . .	2,35	7,2	11	43	3,2
Число пассажиров . . . . .	3	10—13	28	28	6
Диаметр винта, м . . . . .	14,5	21	21,3	35	13
Число двигателей . . . . .	1	1	2	2	2
Тип двигателя (п — поршневой, г — газотурбинный) . . . . .	п	п	г	г	п
Мощность двигателя, кВт (л. с.) . . . . .	425 (575)	1250 (1700)	1100 (1500)	4050 (5500)	240 (325)
Длина вертолета, м . . . . .	17	25	25,3	42	7,7
Высота вертолета, м . . . . .	3,3	4,4	4,7	9,9	4

75. Данные о некоторых речных и морских судах

Показатели	Судно на подводных крыльях «Ракета»	Грузовое судно «Ленинский комсомолец»	Пассажирский речной дизель-электроход «Леннин»	Теплоход «Михаил Лермонтов»	Теплоход «Россия»	Танкер «Крым»
Длина, м . . . . .	27,0	170	121,4	176,3	182	295,2
Ширина, м . . . . .	5,0	22	17	23,6	22,5	45
Осадка, м . . . . .	1,8 (при движении 1,1)	9,7	2,4	8,0	7,1	17
Водонемещение, т . . . . .	25,0	22 200	2300	20 000	18 000	182 000
Число пассажиров . . . . .	66	—	439	700	792	—
Мощность главной силовой установки:						
кВт . . . . .	883	9560	3×660	2×7720	5×2200; 1650	22 000
л. с. . . . .	1200	13 000	3×900	2×10 500	5×3000; 2250	30 000
Тип главной силовой установки . . . . .	Дизель	Турбина	Дизель-генератор	Дизель	Дизель	Турбина
Скорость максимальная, км/ч . . . . .	70	34	26,5	37	31,5	31

## ЗВУК

### 76. Скорость звука в газах и парах

Газ	Температура, °С	Скорость звука, м/с	Газ или пар	Температура, °С	Скорость звука, м/с
Азот	0	334	Пары воды	0	401
Азот	300	487	» »	100	405
Водород	0	1284	» спирта	0	230
Двуокись углерода	0	260	» эфира	0	179
Двуокись углерода	100	300	Хлор	0	206
Гелий	0	965			
Кислород	0	316			

### 77. Скорость $c$ звука в воздухе при различной температуре $t$

$t, ^\circ\text{C}$	-150	-100	-40	0	18	100	300	500	1000
$c, \text{ м/с}$	216,7	263,7	306,0	331,5	342,4	387,1	479,8	557,3	715,2

### 78. Скорость $c$ звука в воздухе на различной высоте $h$ над Землей

$h, \text{ м}$	$c, \text{ м/с}$	$h, \text{ м}$	$c, \text{ м/с}$	$h, \text{ м}$	$c, \text{ м/с}$
0	340,29	500	338,38	5 000	320,54
50	340,10	600	337,98	10 000	299,53
100	339,91	700	337,60	20 000	295,07
200	339,53	800	337,21	50 000	329,80
300	339,14	900	336,82	80 000	282,54
400	338,76	1000	336,43		

Примечание. Скорость звука, указанная в таблице, вычислена в предположении, что температура и давление воздуха на поверхности Земли равны соответственно  $15^\circ\text{C}$  и  $101\,325 \text{ Па}$  (760 мм рт. ст.).

Зависимость скорости звука в воздухе от высоты в пределах высот от 1 до 10 км графически представлена на рисунке 7.

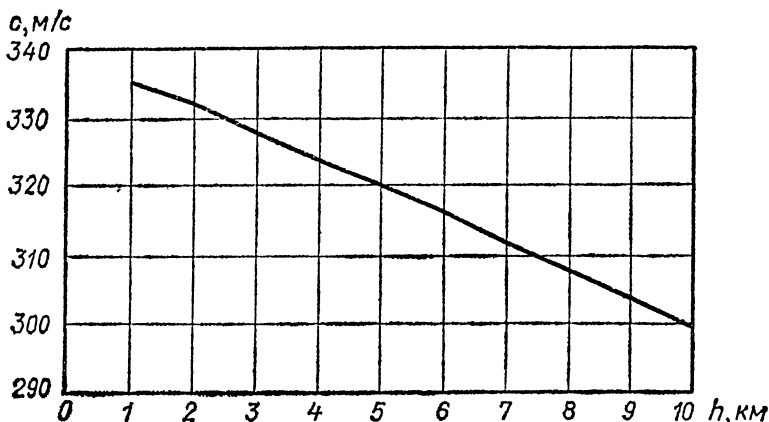


Рис. 7. Зависимость скорости звука в воздухе от высоты над поверхностью Земли.

### 79. Скорость $c$ звука в жидкостях

Жидкость	$t$ , °C	$c$ , м/с	Жидкость	$t$ , °C	$c$ , м/с
Азот жидкий	-199	962	Керосин	20	2330
Бензин	17	1170	Кислород жидкий	-182,9	912
Вода	0	1403	Олово расплавленное	232	2270
»	20	1483	Раствор поваренной соли (20%)	15	1650
»	30	1510	Ртуть	20	1450
»	74*	1555	Свинец расплавленный	330	1790
» морская	20	1490	Спирт	20	1180
» тяжелая	20	1400	Эфир	25	985
Водород жидкий	-256	1187			
Гелий жидкий	-269	180			
Глицерин	20	1923			

Примечание. Скорость звука для большинства жидкостей (кроме воды) уменьшается с повышением температуры.

\* При температуре 74 °C скорость звука в воде наибольшая.

**80. Скорость  $c$  звука в металлах и сплавах**  
(при  $t = 20^\circ \text{C}$ )

Металл или сплав	$c$ , м/с	Металл или сплав	$c$ , м/с
Алюминий	6260	Платина	3960
Дюралюминий	6400	Свинец	2160
Железо	5850	Серебро	3600
Золото	3200	Сталь	5000—6100
Латунь	4280—4700	Цинк	4170
Медь	4700	Чугун	≈3850
Олово	3320		

**81. Скорость  $c$  звука в различных твердых веществах**  
(при  $t = 20^\circ \text{C}$ )

Вещество	$c$ , м/с	Вещество	$c$ , м/с
Алмаз	18 350	Стеарин	1380
Бетон	4250—5250	Стекло оптическое:	
Графит	1470	флинт	4450
Дуб	4115	крон	5220
Каменная соль	4400	Стекло органичес-	
Кирпич	3600	кое	2550
Лед (при $t = -4^\circ \text{C}$ )	3980	Шифер	4510
Пробка	430—530	Эбонит	2400
Сосна	5030		

**82. Диапазоны слышимых звуков**

В таблице приведены примерные диапазоны механических колебаний в упругой среде, воспринимаемых органами чувств некоторых живых организмов.

	Человек	Сверчок	Кузнечик	Лягушка
Диапазон частот, воспринимаемых органом слуха, Гц	16—20 000*	2—4000	10—100 000	50—30 000

\* 20 000 Гц — верхняя граница частоты колебаний, воспринимаемых ухом человека в возрасте до 20 лет. В возрасте 35 лет эта граница составляет примерно 15 000, в возрасте 50 лет — примерно 12 000 Гц. Дети воспринимают звуки с частотой до 22 000 Гц.

Верхняя граница частот, воспринимаемых органом слуха  
птиц, Гц ... 1500—2000  
собак, Гц ... 40 000  
дельфинов, Гц ... 150 000

### 83. Интенсивность звука, Вт/м<sup>2</sup>

В таблице приведены примерные значения интенсивности звука в различных случаях.

Порог слышимости . . . . .	$10^{-12}$	Поезд экспресс (большая скорость) . . . . .	0,1
Тиканье ручных часов, шепот на расстоянии 1 м . . . . .	$10^{-10}$	Сильные раскаты грома . . . . .	$\approx 1$
Разговор вполголоса . . . . .	$10^{-8}$ — $10^{-6}$	Порог болевого ощущения, реактивный двигатель . . . . .	10—100
Громкая речь . . . . .	$10^{-5}$ — $10^{-4}$		
Громкое пение . . . . .	$10^{-2}$		

На рисунке 8 представлена область слухового восприятия, доступная нормальному уху человека. Верхняя кривая соответствует громким звукам, восприятие которых вызывает болевое ощущение; нижняя кривая представляет собой порог слышимости—она соответствует самым слабым звукам. Между этими кривыми находится область слышимых нами звуков.

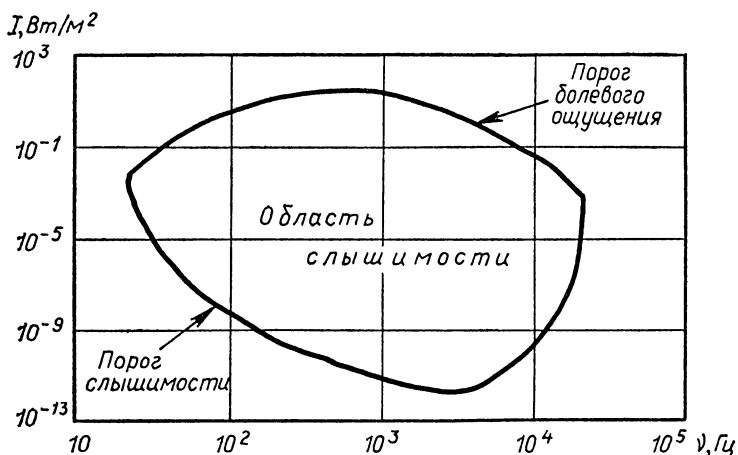


Рис. 8. Область слышимости человеческого уха в зависимости от интенсивности и частоты звуковых колебаний.

**84. Длина  $\lambda$  звуковых и ультразвуковых волн  
в различных средах в зависимости от частоты  $\nu$  колебаний**

$\nu$		$\lambda$ , см		
Гц	кГц	В воздухе	В воде	В стали
20		1700	7250	25 000
50		680	2900	10 000
100		340	1450	5 000
200		170	725	2 500
	1	34	145	500
	5	6,8	29	100
	10	3,4	14,5	50
	20	1,7	7,3	25
	50	0,7	2,9	10
	100	0,34	1,5	5
	300	—	0,5	1,7
	500	—	0,3	1
	1000	—	0,15	0,5

Примечание. Если встречающиеся на пути распространения звука размеры препятствий сравнимы с длиной волны или больше ее, то звук (волна) отражается от препятствий (препятствия меньшего размера огибаются волной). Это явление использовано в ультразвуковой дефектоскопии металлов. Из таблицы видно, что с уменьшением длины волны уменьшаются размеры пороков в металле (раковин, инородных включений), которые могут быть обнаружены пучком ультразвука. Например, ультразвук частотой 20 кГц позволяет обнаружить в массиве металла (стали) пороки размером не менее 12,5 см (половина длины волны); при частоте 200 кГц — пороки размером 1—1,3 см, а при частоте 1 МГц — пороки, размеры которых порядка миллиметров.

**85. Диапазон частот ультразвуков, применяемых в практике, кГц**

Дефектоскопия . . . . .	500—5000
Измерение в воде расстояний (эхолоты) и обнаружение объектов (гидролокация) . . . . .	18—30
Лечение заболеваний . . . . .	800—1000
Механическая обработка твердых и хрупких материалов	18—30

**86. Глубина проникновения ультразвука (частотой 1 МГц)  
в металлы, м**

Алюминий литой . . . . .	3,6—4,5
» прокатный . . . . .	6,6—7,5
Сталь литая . . . . .	4,5—6,0
» прокатная . . . . .	6,6—7,5
Чугун литой . . . . .	0,15—0,30

### 87. Частота колебаний крыльев насекомых и птиц в полете, Гц

Аисты . . . . .	≈ 2	Мухи комнатные . . . . .	190—330
Бабочки-капустницы . . . . .	до 9	Пчелы . . . . .	200—250
Воробьи . . . . .	до 13	Пчелы со взятком . . . . .	до 440
Вороны . . . . .	3—4	Саранча . . . . .	≈ 20
Жуки майские . . . . .	≈ 45	Слепни . . . . .	≈ 100
Колибри . . . . .	35—50	Стрекозы . . . . .	38—100
Комары . . . . .	300—600	Шмели . . . . .	180—240

### 88. «Физика» человека (звуковые параметры)

Мощность голоса, Вт:			
тихий шепот . . . . .			≈ 10 <sup>-9</sup>
речь обычной громкости . . . . .			≈ 7 · 10 <sup>-6</sup>
предельная громкость . . . . .			≈ 2 · 10 <sup>-3</sup>
Интенсивность звука при пороге слышимости, Вт/м <sup>2</sup> . . . . .			10 <sup>-12</sup>
Интенсивность звука при пороге болевого ощущения *, Вт/м <sup>2</sup> . . . . .			10—100
Частоты, к которым ухо имеет наибольшую чувствительность, Гц . . . . .			1500—4000
Частотный диапазон при обычном разговоре, Гц:			
у мужчин . . . . .			85—200
у женщин . . . . .			160—340
Примерное число колебаний голосовых связок при пении, Гц:			
бас . . . . .	80—350	сопрано . . . . .	260—1050
баритон . . . . .	110—400	детский голос . . . . .	260—1050
тенор . . . . .	130—520	колоратурное сопрано . . . . .	330—1400
Длина голосовых связок у певцов, см:			
бас . . . . .	≈ 2,5		
тенор . . . . .	1,7—2,0		
сопрано . . . . .	≈ 1,5		
Рекордная высота звука женского голоса (при пении), кГц . . . . .			2,35
Скорость звука в тканях тела, м/с . . . . .			1530—1600

\* Диапазон интенсивности звуков, воспринимаемых ухом человека, необычайно велик: наиболее сильные звуки, воспринимаемые ухом (≈ 10—100 Вт/м<sup>2</sup>), отличаются от наиболее слабых, еще воспринимаемых звуков (10<sup>-12</sup> Вт/м<sup>2</sup>), в 10<sup>12</sup>—10<sup>14</sup> раз.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕПЛОТА

### 89. Размеры молекул

Вещество	Диаметр молекулы, нм	Вещество	Диаметр молекулы, нм
Азот (N <sub>2</sub> )	0,32	Кислород (O <sub>2</sub> )	0,30
Вода (H <sub>2</sub> O)	0,30	Оксид углерода (CO)	0,32
Водород (H <sub>2</sub> )	0,25	Хлор (Cl <sub>2</sub> )	0,37
Гелий (He)	0,20	Хлористый водород (HCl)	0,30
Двуокись серы (SO <sub>2</sub> )	0,34		
Двуокись углерода (CO <sub>2</sub> )	0,33		



Размеры частиц пыли . . . . .	0,1—0,001 мм (100—1 мкм)
» » тумана . . . . .	0,01—0,001 мм (10—1 мкм)
» броуновской частицы . . .	≈0,00004 мм (40 нм)
» молекулы гемоглобина . .	6,4 нм

Если молекулу воды увеличить в миллион раз ( $10^6$ ), то она будет иметь размер точки ( $\approx 0,3$  мм).

При таком же увеличении толщина волоса (0,1 мм) окажется равной 100 м, диаметр вишни (1 см) — 10 км, рост человека (170 см) — 1700 км, а высота Останкинской телебашни (540 м) — 540 000 км, т. е. она почти в полтора раза превысит расстояние от Земли до Луны.

### 90. Расстояние между атомами в молекулах

Вещество	Расстояние, нм	Вещество	Расстояние, нм
Азот ( $N_2$ )	0,11	Ртуть ( $Hg_2$ )	0,33
Водород ( $H_2$ )	0,07	Сера ( $S_2$ )	0,19
Гидрид натрия ( $NaH$ )	0,19	Фосфор ( $P_2$ )	0,19
Кислород ( $O_2$ )	0,12	Углерод ( $C_2$ )	0,13
Натрий ( $Na_2$ )	0,31		

Примечание. Расстояние между атомами в молекуле имеет строго определенное значение. Оно определяется равновесным расстоянием, на котором испытываемые каждым атомом силы притяжения уравновешиваются силами отталкивания.

### 91. Масса $m$ молекул некоторых элементов и соединений

	$m, 10^{-27}$ кг		$m, 10^{-27}$ кг
Азот ( $N_2$ )	46,5	Оксид ртути ( $HgO$ )	360
Азотнокислое серебро ( $AgNO_3$ )	282	Серная кислота ( $H_2SO_4$ )	163
Аммиак ( $NH_3$ )	28,3	Углекислый кальций ( $CaCO_3$ )	166
Ацетон [ $(CH_3)_2CO$ ]	96,5	Сернокислая медь ( $CuSO_4$ )	265
Вода ( $H_2O$ )	29,9	Хлористый водород ( $HCl$ )	60,6
Водород ( $H_2$ )	3,3	Хлористый натрий ( $NaCl$ )	97
Едкий натр ( $NaOH$ )	66,4		
Едкое кали ( $KOH$ )	93,2		
Глицерин [ $C_3H_5(OH)_3$ ]	153		
Кислород ( $O_2$ )	53,2		
Нафталин ( $C_{10}H_8$ )	213		

**92. Средняя скорость  $v$  движения молекул газа при различной температуре и нормальном атмосферном давлении**

Газ	Водород	Кислород	Углекислый газ
$t, ^\circ\text{C}$	$v, \text{ м/с}$		
0	1693	425	362
20	1755	440	376
100	1980	496	422
200	2232	556	475

Зависимость средних скоростей молекул различных газов и водяного пара от абсолютной температуры показана на рисунке 9.

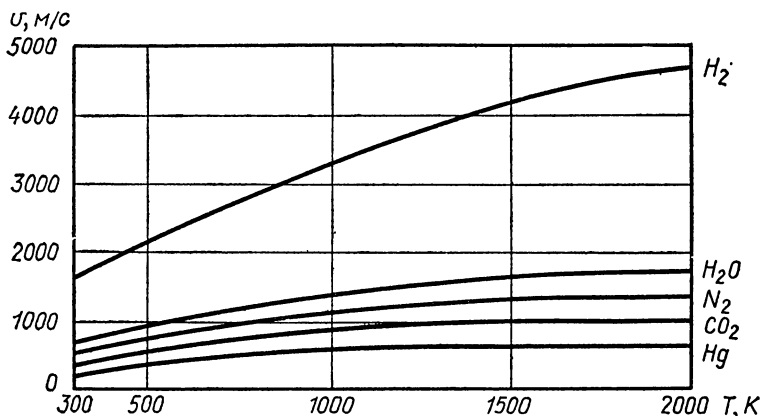


Рис. 9. Зависимость средней скорости движения молекул газа от температуры.

**93. Распределение молекул по скоростям движения**

В таблице приведены интервалы скоростей молекул и соответствующее им относительное число молекул (в процентах от их общего числа), имеющих скорость в данном интервале. Данные относятся к молекулам газообразного кислорода, находящегося при нормальных условиях ( $t = 0^\circ\text{C}$ ,  $p = 101\,325 \text{ Па} = 760 \text{ мм рт. ст.}$ ).

Интервал скоростей, м/с	Относительное число молекул, %	Интервал скоростей, м/с	Относительное число молекул, %
Менее 100	1,4	300—400	21,4
100—200	8,1	400—500	20,6
200—300	16,5	500—600	15,1

Продолжение

Интервал скоростей, м/с	Относительное число молекул, %	Интервал скоростей, м/с	Относительное число молекул, %
600—700	9,2	900—1000	0,6
700—800	4,8	Более 1000	0,3
800—900	2,0		

Характер распределения молекул кислорода по скоростям их движения при температурах 0 и  $-200^{\circ}\text{C}$  показан на рисунке 10.

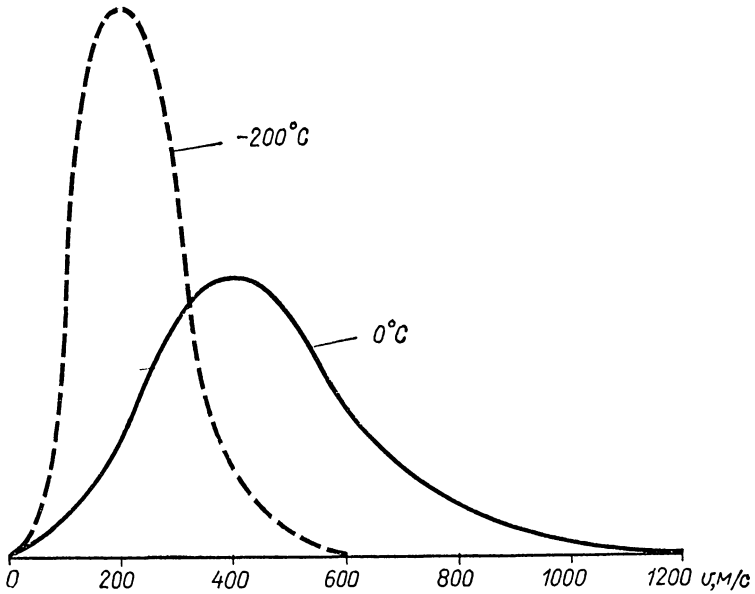


Рис. 10. Распределение молекул кислорода по скоростям движения при различной температуре газа.

**94. Средняя длина свободного пробега молекул воздуха при различном давлении ( $t = 20^{\circ}\text{C}$ )**

Давление		Средняя длина свободного пробега
Па	мм рт. ст.	
101 325	760	$6,2 \cdot 10^{-8}$ м (62 нм)
100	$\approx 1$	$4,7 \cdot 10^{-5}$ м (47 мкм)

Давление		Средняя длина свободного пробега
Па	мм рт. ст.	
50	0,4 *	$1,9 \cdot 10^{-4}$ м (190 мкм)
10	$10^{-1}$ **	$4,7 \cdot 10^{-4}$ м ( $\approx 0,5$ мм)
1	$10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$ м (4,7 мм)
$10^{-1}$	$10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$ м (47 мм)
$10^{-2}$	$10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-1}$ м ( $\approx 0,5$ м)
$10^{-3}$	$10^{-5}$	4,7 м
$10^{-4}$	$10^{-6}$	47 м
$10^{-5}$	$10^{-7}$	$4,7 \cdot 10^2$ м ( $\approx 0,5$ км)
$10^{-6}$	$10^{-8}$	$4,7 \cdot 10^3$ м (4,7 км)
$10^{-7}$	$10^{-9}$	$4,7 \cdot 10^4$ м (47 км)

\* Такое примерно максимальное разрежение создает под колоколом школьный вакуум-насос Комовского.  
 \*\* Такое примерно максимальное разрежение создает под колоколом школьный ротационный вакуум-насос.

95. Средняя длина свободного пробега молекул различных газов при нормальных условиях ( $t = 0^\circ \text{C}$ ,  $p = 101\,325$  Па)

Газ	Азот	Водо-род	Водяной пар (100°C)	Воздух	Гелий	Кисло-род	Угле-кислый газ
Длина свободного пробега, нм	63	110	67	60	175	63	39

96. Средняя длина свободного пробега  $l$  молекул воздуха на различной высоте  $h$  над Землей

$h$ , км	$l$	$h$ , км	$l$
0	$6,63 \cdot 10^{-8}$ м (66,3 нм)	10	$1,96 \cdot 10^{-7}$ м (196 нм)
0,05	$6,66 \cdot 10^{-8}$ м (66,6 нм)	20	$9,14 \cdot 10^{-7}$ м (914 нм)
0,1	$6,70 \cdot 10^{-8}$ м (67,0 нм)	30	$4,41 \cdot 10^{-6}$ м (4410 нм)
0,2	$6,76 \cdot 10^{-8}$ м (67,6 нм)	50	$7,91 \cdot 10^{-5}$ м ( $\approx 79$ мкм)
0,5	$6,96 \cdot 10^{-8}$ м (69,6 нм)	60	$2,62 \cdot 10^{-4}$ м ( $\approx 0,26$ мм)
1	$7,31 \cdot 10^{-8}$ м (73,1 нм)	80	$4,40 \cdot 10^{-3}$ м (4,4 мм)
2	$8,07 \cdot 10^{-8}$ м (80,7 нм)	90	$2,38 \cdot 10^{-2}$ м (23,8 мм)
5	$1,10 \cdot 10^{-7}$ м (0,11 мкм)	100	0,144 м ( $\approx 14$ см)
8	$1,55 \cdot 10^{-7}$ м (15,5 мкм)	120	2,93 м

Примечание. Плотность, давление и температуру воздуха на различных высотах см. в табл. 36, 51, 101.

**97. Число молекул в 1 см<sup>3</sup> воздуха при различных давлениях ниже атмосферного (t = 20°С)**

Диапазоны давлений		Примерное число молекул воздуха в 1 см <sup>3</sup>	Область вакуума *
Па	мм рт. ст.		
101 325—133 133—0,13 0,13—13·10 <sup>-6</sup> 13·10 <sup>-6</sup> и менее **	760—1 1—10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-3</sup> —10 <sup>-7</sup> 10 <sup>-7</sup> и ниже	10 <sup>19</sup> —10 <sup>16</sup> 10 <sup>16</sup> —10 <sup>13</sup> 10 <sup>13</sup> —10 <sup>10</sup> 10 <sup>10</sup> и менее	Низкий вакуум Средний вакуум Высокий вакуум Сверхвысокий вакуум

Примечание. При нормальных условиях (t = 0°С, p = 101 325 Па) в 1 см<sup>3</sup> воздуха находится примерно 2,69·10<sup>19</sup> молекул.

\* В физике и технике принято называть вакуумом такое состояние газа, когда его давление меньше атмосферного. Давление от атмосферного до наименьшего достижимого условно делится на четыре области. Эти области вакуума характеризуются отношением средней длины свободного пробега l молекул газа к линейным размерам d сосуда, в котором находится газ.

В области низкого вакуума средняя длина свободного пробега молекул во много раз меньше линейного размера сосуда ( $\frac{l}{d} \ll 1$ ).

В области среднего вакуума средняя длина свободного пробега молекул соизмерима с линейным размером сосуда ( $\frac{l}{d} \approx 1$ ).

В области высокого вакуума средняя длина свободного пробега молекул значительно превосходит линейный размер сосуда ( $\frac{l}{d} \gg 1$ ).

\*\* В настоящее время наименьшее достигнутое давление составляет 10<sup>-12</sup>—10<sup>-14</sup> Па (10<sup>-15</sup>—10<sup>-16</sup> мм рт. ст.). При этом в 1 см<sup>3</sup> воздуха остается всего несколько десятков молекул.

**98. Парциальное давление некоторых газов, входящих в состав воздуха**

при нормальных условиях (t = 0°С, p = 101 325 Па)

Газ	Объемная доля газа в воздухе, %	Парциальное давление газа	
		кПа	мм рт. ст.
Азот	78,09	79,1	593,4
Кислород	20,95	21,2	159,2
Аргон	0,93	0,94	7,07
Углекислый газ	0,03	0,031	0,23
Неон	0,0018	0,0019	0,014

### 99. Относительная теплопроводность некоторых веществ

Вода . . . . .	1	Лед . . . . .	3,7
Алюминий . . . . .	370	Медь . . . . .	677
Бензин . . . . .	0,2	Пробка . . . . .	0,07
Бумага . . . . .	0,23	Ртуть . . . . .	13,2
Вата . . . . .	0,07	Серебро . . . . .	755
Воздух . . . . .	0,043	Снег свежесвыпав-	
Войлок . . . . .	0,15	ший . . . . .	0,17
Древесина . . . . .	0,2—0,7	Спирт . . . . .	0,3
Железо . . . . .	118	Сталь . . . . .	76
Земля . . . . .	0,7—3,5	Стекло . . . . .	0,98
Золото . . . . .	516	Ткань шерстяная	0,038—0,040
Кирпич . . . . .	1,05	Фарфор . . . . .	1,7
		Фланель . . . . .	0,022

Примечание. Значения относительной теплопроводности веществ, приведенные в таблице, определены по отношению к теплопроводности воды.

### 100. Температуры, встречающиеся в природе и технике, °С

Наиболее низкая температура, достигнутая в лаборатории . . . . .	—273,148	Пар в современных мощных турбинах	565—580
Жидкий воздух при кипении . . . . .	—192	Пламя горелки при муса . . . . .	≈ 800
Минимальная температура, зарегистрированная на Земле (Антарктида, 1960 г.)	—88,3	Пламя при горении напалма . . . . .	900—1100
Ртуть при плавлении	—38,87	Деталь при нагреве в закалочной печи	900—1000
Вода в Балтийском море (зимой) . . . . .	1—3	Лава, вытекающая из жерла вулкана Везувий . . . . .	1100—1200
Вода в Черном море (зимой) . . . . .	6—8	Заготовка при нагреве в кузнечной печи . . . . .	1400—1500
Вода в Балтийском море (летом) . . . . .	18—20	Пламя газовой горелки . . . . .	1600—1850
Вода в Черном море (летом) . . . . .	20—30	Плазма в МГД-генераторе . . . . .	2200—2600
Цезий при плавлении*	28,5	Нить накала газополной электрической лампочки . . . . .	≈ 2500
Тело здорового человека . . . . .	≈ 36,7	Пороховые газы в стволе орудия среднего калибра (70—75 мм) при выстреле	≈ 3000
Тело голубя . . . . .	≈ 42	Термит в зажигательной бомбе . . . . .	≈ 3000
Максимальная температура воздуха, зарегистрированная на Земле (Ливия, 1922 г.)	57,7	Вольфрам при плавлении** . . . . .	3387
Атмосфера на поверхности планеты Венера по измерениям советских межпланетных станций «Венера-9» и «Венера-10» . . . . .	465—485	Электрическая дуга	4000—6000
		Поверхность Солнца	≈ 6000

\* Цезий — наиболее легкоплавкий металл.

\*\* Вольфрам — наиболее тугоплавкий металл.

# 101. Температура атмосферы на различной высоте над Землей \*

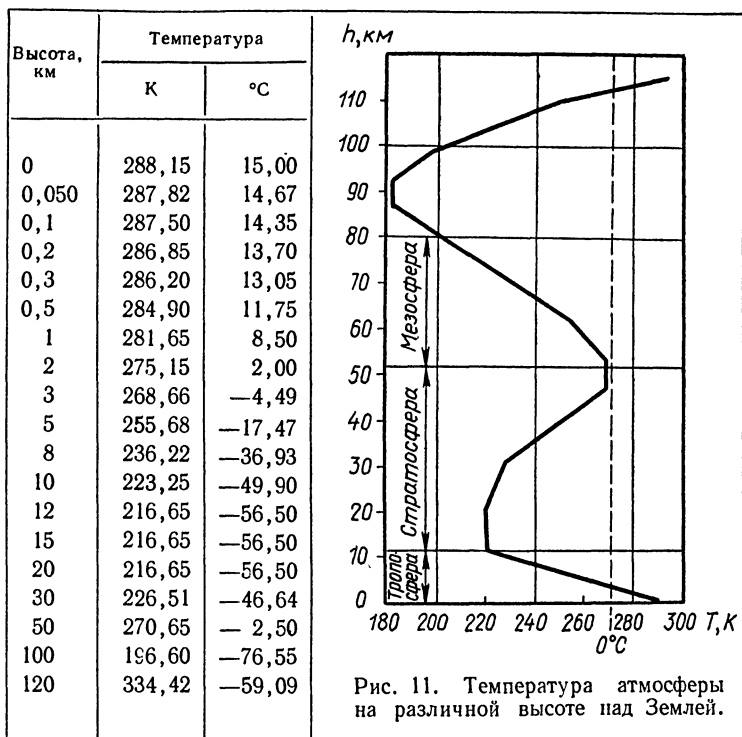


Рис. 11. Температура атмосферы на различной высоте над Землей.

Примечание. Плотность и давление атмосферы на различной высоте см. в табл. 36, 51.

\* В зависимости от вертикального распределения температуры атмосферу делят на пять слоев: тропосферу (высота нижней и верхней границы тропосферы от 0 до 11–16 км), стратосферу (от 11–16 до 50–55 км), мезосферу (от 50–55 до 80 км), термосферу (от 80 до 600–800 км) и экзосферу (выше 600–800 км). Температура воздуха от поверхности Земли, где она принимается равной 15° С, до верхней границы тропосферы, понижается в среднем на 6° С на 1 км подъема. В нижней части стратосферы (до высоты 20 км) температура атмосферы остается приблизительно постоянной, а затем повышается в среднем на 1–2° С на 1 км подъема и на верхней границе (≈50 км) становится равной -2,5° С. В мезосфере температура с высотой понижается, и у верхней границы мезосферы (≈80 км) температура атмосферы достигает -75° С. По мере дальнейшего увеличения высоты вновь происходит повышение температуры. Это же характерно и для термосферы, где температура, возрастая с увеличением высоты, достигает очень больших значений (свыше 1000° С). В малоизученной области атмосферы—экзосфере—температура с увеличением высоты возрастает предположительно до 2000°С.

## 102. Температура внутренних слоев Земли

Предположительные значения температур внутренних слоев Земли на различной глубине приведены на рис. 12.

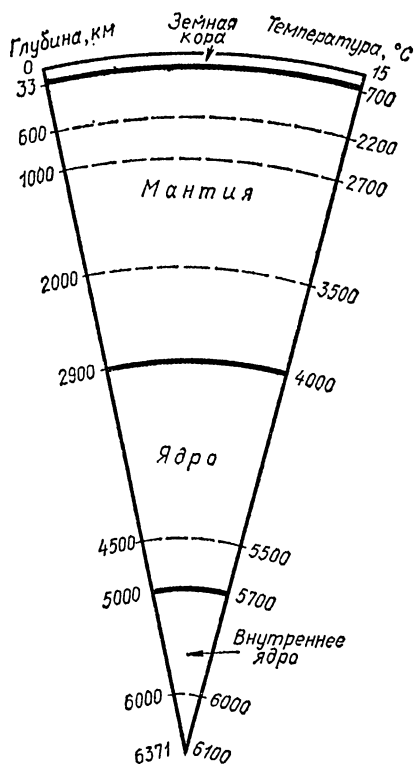


Рис. 12. Температура внутри Земли на различной глубине.

Примечание. Ориентировочные значения плотностей и давлений вещества Земли на различной глубине см. в табл. 53.



### 103. Психрометрическая таблица

Показание сухого тер- мометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С					
	0	1	2	3	4	5
	Относительная влажность, %					
15	100	90	80	71	61	52
16	100	90	81	71	62	54
17	100	90	81	72	64	55
18	100	91	82	73	65	56
19	100	91	82	74	65	58
20	100	91	83	74	66	59
21	100	91	83	75	67	60
22	100	92	83	76	68	61
23	100	92	84	76	69	61
24	100	92	84	77	69	62
25	100	92	84	77	70	63
26	100	92	85	78	71	64
27	100	92	85	78	71	65
28	100	93	85	78	72	65
29	100	93	86	79	72	66
30	100	93	86	79	73	67

Пример. Сухой термометр показывает 22°С, влажный — 19°С. Разность показаний термометров 3°С. Значение относительной влажности (в процентах) находят на пересечении строки, начинающейся числом 22, и столбца, в заголовке которого стоит число 3, т. е. относительная влажность равна 76%.

### 104. Давление $p$ насыщающих паров воды при различных температурах $t$

$t$ , °С	$p$		$t$ , °С	$p$	
	кПа	мм рт. ст.		кПа	мм рт. ст.
—30	0,051	0,38	17	2,00	15,0
—20	0,125	0,94	18	2,07	15,5
—10	0,287	2,15	19	2,20	16,5
— 5	0,421	3,16	20	2,33	17,5
0	0,611	4,58	30	4,27	32
1	0,656	4,92	40	7,33	55
2	0,705	5,29	50	12,3	92
3	0,757	5,68	60	19,9	149
4	0,813	6,10	70	30,9	232
5	0,872	6,54	80	46,7	355
10	1,22	9,2	90	70,1	526
15	1,71	12,8	100	101,3	760
16	1,81	13,6			

**105. Удельная теплоемкость газов и паров  
при нормальном атмосферном давлении**

Газ или пар	Температура, °С	Удельная теплоемкость	
		кДж/(кг·К)	кал/(г·°С)
Азот	0—200	1,0	0,25
Водород	0—200	14,2	3,41
Водяной пар	100—500	2,0	0,48
Воздух	0—400	1,0	0,24
Гелий	0—600	5,2	1,24
Кислород	20—440	0,92	0,22
Оксид углерода	26—200	1,0	0,24
Пары спирта	40—100	1,2	0,29
Углекислый газ	0—600	1,0	0,24
Хлор	13—200	0,50	0,12

**106. Удельная теплоемкость жидкостей  
при нормальном атмосферном давлении**

Жидкость	Температура, °С	Удельная теплоемкость	
		кДж/(кг·К)	кал/(г·°С)
Азот жидкий	—200,4	2,00	0,48
Алюминий расплавленный	660—1000	1,10	0,26
Бензин	10	1,40	0,34
Вода	1—100	4,19	1,00
Водород жидкий	—257,4	7,5	1,8
Воздух жидкий	—193,0	2,00	0,47
Гелий жидкий	—269,0	4,19	1,00
Глицерин	0—100	2,40	0,58
Золото расплавленное	1065—1300	0,140	0,034
Керосин	0—100	2,10	0,50
Кислород жидкий	—200,3	1,60	0,39
Масло машинное	0—100	1,70	0,40
Мед	20	2,43	0,58
Молоко	20	3,90	0,94
Натрий расплавленный	100	1,40	0,33
Нефть	0—100	1,70—2,10	0,40—0,50
Олово расплавленное	250	0,250	0,060

Жидкость	Температура, °С	Удельная теплоемкость	
		кДж/(кг·К)	кал/(г·°С)
Подсолнечное масло (рафини- рованное)	20	1,8	0,42
Ртуть	0—300	0,140	0,033
Свинец расплав- ленный	327	0,160	0,039
Серебро расплав- ленное	960—1300	0,290	0,069
Спирт	20	2,47	0,59
Эфир	18	2,30	0,56

### 107. Удельная теплоемкость твердых веществ

В таблице приведены средние значения удельной теплоемкости веществ в интервале температур от 0 до 100°С (если не указана иная температура).

Вещество	Удельная теплоемкость		Вещество	Удельная теплоемкость	
	кДж/(кг·К)	кал/(г·°С)		кДж/(кг·К)	кал/(г·°С)
Азот твердый (при $t = -250^{\circ}\text{C}$ )	0,46	0,11	Кислород твердый (при $t = -200,3^{\circ}\text{C}$ )	1,60	0,39
Бетон (при $t =$ $= 20^{\circ}\text{C}$ )	0,88	0,21	Лед (в интервале температур от $-40$ до $0^{\circ}\text{C}$ )	0,21	0,50
Бумага (при $t =$ $= 20^{\circ}\text{C}$ )	1,50	0,36	Нафталин (при $t = 20^{\circ}\text{C}$ )	1,30	0,31
Воздух твердый (при $t = -193^{\circ}\text{C}$ )	2,00	0,47	Парафин (при $t = 20^{\circ}\text{C}$ )	2,89	0,69
Графит	0,75	0,18	Пробка	2,00	0,48
Дерево:			Стекло:		
дуб	2,40	0,57	обыкновенное	0,67	0,16
ель, сосна	2,70	0,65	зеркальное	0,79	0,19
Каменная соль	0,92	0,22	лабораторное	0,84	0,20
Камень	0,84	0,20	Фарфор	1,10	0,26
Кирпич (при $t =$ $= 0^{\circ}\text{C}$ )	0,88	0,21	Шифер (при $t =$ $= 20^{\circ}\text{C}$ )	0,75	0,18

### 108. Удельная теплоемкость металлов и сплавов

Металл или сплав	Температура, °С	Удельная теплоемкость	
		кДж/(кг·К)	кал/(г·°С)
Алюминий	0—200	0,92	0,22
Вольфрам	0—1600	0,15	0,036
Железо	0—100	0,46	0,11
»	0—500	0,54	0,13
Золото	0—500	0,13	0,032
Иридий	0—1000	0,15	0,037
Магний	0—500	1,10	0,27
Медь	0—500	0,40	0,097
Никель	0—300	0,50	0,12
Олово	0—200	0,23	0,056
Платина	0—500	0,14	0,033
Свинец	0—300	0,14	0,033
Серебро	0—500	0,25	0,059
Сталь	50—300	0,50	0,12
Цинк	0—300	0,40	0,097
Чугун	0—200	0,54	0,13

### 109. Соотношения между единицами удельной теплоемкости

Единицы удельной теплоемкости	Дж/(кг·К)	кДж/(кг·К)	кал/(г·°С) или ккал/(кг·°С)
1 Дж/(кг·К)	1	0,001	$239 \cdot 10^{-6}$
1 кДж/(кг·К)	1000	1	0,239
1 кал/(г·°С) = = 1 ккал/(кг·°С)	$4,19 \cdot 10^3$	4,19	1

Примечание.  $1 \text{ кал/(г·°С)} = 1 \text{ ккал/(кг·°С)} = 4186,8 \text{ Дж/(кг·К)} = 4,1868 \text{ кДж/(кг·К)}$ .

### 110. Температурный коэффициент линейного расширения металлов и сплавов

В таблице приведены средние значения температурного коэффициента линейного расширения  $\alpha$  металлов и сплавов в интервале температур от 0 до 100°С (если не указана иная температура).

Металл, сплав	$10^{-6} \alpha_{0-100} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	Металл, сплав	$10^{-6} \alpha_{0-100} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Алюминий	2,4	Дюралюминий (при $t = 20^\circ\text{C}$ )	23
Бронза	13—21	Золото	14
Вольфрам (в интервале температур от 0 до 200°С)	4,5	Железо	12

Металл, сплав	$10^{-6} \frac{\alpha}{^{\circ}\text{C}}$	Металл, сплав	$10^{-6} \frac{\alpha}{^{\circ}\text{C}}$
Инвар*	1,5	Платинит** (при $t = 20^{\circ}\text{C}$ )	8—10
Иридий	6,5		
Константан	12—15	Платина-иридий*** (в интервале температур от 20 до $100^{\circ}\text{C}$ )	8,8
Латунь	17—19		
Манганин	18	Свинец	29
Медь	17	Серебро	20
Нейзильбер	18	Сталь углеродистая	10—17
Никель	14	Цинк	32
Нихром (в интервале температур от 20 до $100^{\circ}\text{C}$ )	14	Чугун (в интервале температур от 20 до $100^{\circ}\text{C}$ )	9—11
Олово	26,		
Платина	9,1		

\* Этот сплав имеет весьма малый температурный коэффициент линейного расширения. Используется для изготовления деталей точных измерительных приборов.

\*\* Проводниковый материал, температурный коэффициент линейного расширения которого такой же, как и у стекла; применяется при изготовлении электрических ламп.

\*\*\* Из этого сплава изготовлены прототипы килограмма и метра.

### III. Температурный коэффициент линейного расширения твердых веществ

В таблице приведены средние значения температурного коэффициента линейного расширения  $\alpha$  твердых веществ в интервале температур от 0 до  $100^{\circ}\text{C}$  (если не указана иная температура).

Вещество	$10^{-6} \frac{\alpha}{^{\circ}\text{C}}$	Вещество	$10^{-6} \frac{\alpha}{^{\circ}\text{C}}$
Алмаз	1,2	Кварц плавленный (при $t = 40^{\circ}\text{C}$ )	0,4
Бетон (при $t = 20^{\circ}\text{C}$ )	10—14		
Гранит (при $t = 20^{\circ}\text{C}$ )	8	Кирпич (при $t = 20^{\circ}\text{C}$ )	3—9
Графит	7,9	Лед (в интервале температур от $-20$ до $0^{\circ}\text{C}$ )	51
Дуб (в интервале температур от 2 до $34^{\circ}\text{C}$ ):			
вдоль волокон	4,9	Парафин (в интервале температур от 16 до $48^{\circ}\text{C}$ )	70*
поперек волокон	54,4		
Древесина (при $t = 20^{\circ}\text{C}$ ):		Сосна (в интервале температур от 2 до $34^{\circ}\text{C}$ ):	5,4
вдоль волокон	3,5—5,5		
поперек волокон	34—60		
		Стекло лабораторное	3—9

\* Температурный коэффициент объемного расширения парафина.

Вещество	$10^{-6} \alpha, \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	Вещество	$10^{-6} \alpha, \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Стекло оконное (в интервале температур от 20 до 200°С)	10	Фарфор Шифер (при $t = 20^\circ\text{C}$ )	2,5—4,0 10

Примечание. Температурные коэффициенты линейного расширения для пластмасс см. в табл. 127.

Зависимость удлинения стержней (начальной длины 1 м) из различных материалов от температуры показана на рисунке 13.

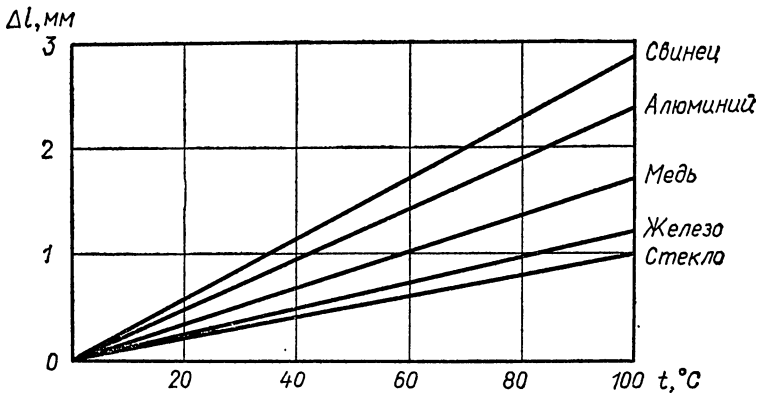


Рис. 13. Зависимость удлинения стержней длиной 1 м от температуры и материала.

### 112. Температурный коэффициент объемного расширения жидкостей

В таблице приведены значения температурного коэффициента объемного расширения  $\beta$  некоторых жидкостей при температуре 20°С (если не указана иная температура).

Жидкость	$10^{-6} \beta, \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	Жидкость	$10^{-6} \beta, \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Бензин	1240	Вода (в интервале температур от 20 до 40°С)	302
Вода	200	Воздух жидкий (в интервале температур от -259 до -253°С)	
Вода (в интервале температур от 10 до 20°С)	150		12 600

Жидкость	$10^{-6} \beta, \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	Жидкость	$10^{-6} \beta, \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Глицерин	505	Ртуть	181
Керосин	960	Серная кислота	570
Кислород (в интервале температур от $-205$ до $-184^\circ\text{C}$ )	3850	Скипидар	940
Нефть	900	Спирт	1080
Раствор соли (6%)	300	Эфир	1600
		Хлор (в интервале температур от $-101$ до $-34,1^\circ\text{C}$ )	1410

**113. Температура плавления  $t_{\text{пл}}$  металлов и сплавов при нормальном атмосферном давлении**

Металл или сплав	$t_{\text{пл}}, \text{ } ^\circ\text{C}$	Металл или сплав	$t_{\text{пл}}, \text{ } ^\circ\text{C}$
Алюминий	660,4	Магний	648,8
Вольфрам (наиболее тугоплавкий из металлов)	3387	Медь	1084,5
Германий	937,4	Натрий	97,8
Дюралюминий	$\approx 650$	Нейзильбер	$\approx 1100$
Железо	1539	Никель	1455
Золото	1064,4	Нихром	$\approx 1400$
Инвар	1425	Олово	231,97
Иридий	2410	Осмий	3045
Калий	63,6	Платина	1772
Карбиды		Ртуть	$-38,9$
гафния	3890	Свинец	327,50
ниобия	3760	Серебро	961,93
титана	3150	Сталь	1300—1500
циркония	3530	Фехраль	$\approx 1460$
Константан	$\approx 1260$	Цезий (наиболее легкоплавкий из металлов)	28,4
Кремний	1410	Цинк	419,53
Латунь	$\approx 1000$	Чугун	1100—1300
Легкоплавкий сплав*	60,5		

\* Состав: 50% Bi, 25% Pb, 12,5% Sn, 12,5% Cd.

**114. Температура плавления  $t_{пл}$  различных веществ при нормальном атмосферном давлении**

Вещество	$t_{пл}$ , °C	Вещество	$t_{пл}$ , °C
Азот	-210,0	Молоко цельное	-0,6
Алмаз	> 3500	Масло сливочное	28—33
Бензин	ниже -60	Нафталин	80,3
Вазелин	37—52	Нефть	-60
Вода	0,00	Парафин	38—56
Вода тяжелая	3,82	Соль поваренная	770
Водород	-259,1	Скипидар	-10
Воздух	-213	Спирт	-114,2
Воск пчелиный	61—64	Стеарин	71,6
Глицерин	-18	Фреон-12	-155
Иод	113,5	Хлор	-101,0
Керосин	ниже -50	Эфир	-116,0
Кислород	-218,4		

**115. Удельная теплота плавления металлов при нормальном атмосферном давлении**

Металл	Удельная теплота плавления		Металл	Удельная теплота плавления	
	кДж/кг	кал/г		кДж/кг	кал/г
Алюминий	393	94	Платина	113	27
Вольфрам	184	44	Ртуть	12	2,8
Железо	270	64,5	Свинец	24,3	5,8
Золото	67	16	Серебро	87	21
Магний	370	89	Сталь	84	20
Медь	213	51	Тантал	174	41
Натрий	113	27	Цинк	112,2	26,8
Олово	59	14	Чугун	96—140	23—33

**116. Удельная теплота плавления некоторых веществ при нормальном атмосферном давлении**

Вещество	Удельная теплота плавления		Вещество	Удельная теплота плавления	
	кДж/кг	кал/г		кДж/кг	кал/г
Азот	25,7	6,2	Нафталин	151	36
Водород	59	14	Парафин	150	35
Воск	176	42	Спирт	105	25
Глицерин	199	47,5	Стеарин	201	48
Кислород	13,8	3,3	Хлор	188	45
Лед	330	80	Эфир	113	27



### 117. Изменение объемов веществ при их плавлении \*

В таблице указан объем жидкости  $V_{ж}$ , образующейся при плавлении твердых тел из различных веществ объемом 1000 см<sup>3</sup>.

Вещество	$V_{ж}$ , см <sup>3</sup>	Вещество	$V_{ж}$ , см <sup>3</sup>
Алюминий	1066	Ртуть	1036
Висмут	967	Свинец	1036
Золото	1052	Серебро	1050
Кремний	900	Сурьма	991
Лед	917	Цинк	1069
Олово	1026	Чугун серый	988—994

\* Большинство веществ при переходе из твердого состояния в жидкое увеличивает свой объем. Исключение составляют лед, висмут и некоторые другие вещества.

### 118. Температура кипения $t_{кип}$ веществ при нормальном атмосферном давлении

Вещество	$t_{кип}$ , °C	Вещество	$t_{кип}$ , °C
Азот	-195,80	Молибден	4612
Алюминий	2467	Натрий	882,9
Бензин автомобильный	70—205	Натрий хлористый	1467
Вода	100,00	Нафталин	217,9
Вода тяжелая	101,43	Никель	2732
Водный раствор соли (насыщенный)	108,8	Олово	2270
Водород	-252,87	Осмий	5027
Воздух	≈ -193	Парафин	350—450
Вольфрам	5660	Платина	3827
Гелий	-268,92	Ртуть	356,66
Глицерин	290	Свинец	1740
Графит	4200	Сера	444,67
Железо	2750	Серебро	2212
Золото	2807	Скипидар	161
Калий	774	Спирт	78,3
Керосин	150—300	Тантал	5425
Кислород	≈ -182,962	Уран	3818
Магний	1090	Хлор	-34,1
Медь	2567	Цинк	907
		Эфир	34,6

**119. Температура кипения  $t_{\text{кип}}$  воды при различных давлениях (ниже нормального атмосферного)**

Давление		$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	Давление		$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$
кПа	мм рт. ст.		кПа	мм рт. ст.	
0,6	4,6	0	70,1	526,0	90
1,2	9,2	10	84,5	634,0	95
2,3	17,5	20	90,7	680,0	96,9
4,2	31,8	30	93,3	700	97,7
7,4	55,3	40	94,7	710	98,1
12,3	92,5	50	96,0	720	98,5
31,1	233,7 *	70	97,3	730	98,9
38,5	289,0 **	75	98,7	740	99,3
53,7	403,0 ***	83	100,0	750	99,6
			101,325	760	100,0

\* Такое примерно давление атмосферы на вершине самой высокой горы в мире — Джомолунгмы (Гималаи, 8848 м).  
 \*\* Такое примерно давление атмосферы на горной вершине пик Коммунизма (Памир) — высочайшей горной вершине СССР (7495 м).  
 \*\*\* Такое примерно давление атмосферы на вершине горы Казбек (5043 м).

**120. Температура кипения  $t_{\text{кип}}$  воды при повышенных давлениях**

Давление		$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	Давление		$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$
МПа	ат		МПа	ат	
0,098	1,0	99	3,08	31,5	236
0,196	2,0	120	3,82	39,0	243
0,29	3,0	133	4,90	50,0	263
0,39	4,0	143	9,81	100,0	310
0,49	5,0	151	11,77	120,0	324
0,59	6,0	158	13,73	140,0	335
0,69	7,0	164	14,71	150,0	341
0,78	8,0	170	16,67	170,0	351
0,88	9,0	174	19,61	200,0	364
0,98	10,0	179	21,57	220,0	372
1,56	16,0	200	22,13	225,65	374,15
1,96	20,0	211			

**121. Удельная теплота парообразования жидкостей  
и расплавленных металлов  
при температуре кипения и нормальном атмосферном давлении**

Жидкость	Удельная теплота парообразования		Жидкость	Удельная теплота парообразования	
	кДж/кг	кал/г или ккал/кг		кДж/кг	кал/г или ккал/кг
Азот жидкий	201	48	Гелий жидкий	23	5,5
Алюминий	9200	2200	Железо	6300	1500
Бензин	230—310	55—75	Керосин	209—230	50—55
Висмут	840	200	Кислород жидкий	214	51
Вода (при $t=0^{\circ}\text{C}$ )	2500	597	Магний	5440	1300
Вода (при $t=20^{\circ}\text{C}$ )	2450	586	Медь	4800	1290
Вода (при $t=100^{\circ}\text{C}$ )	2260	539	Олово	3010	720
Вода (при $t=370^{\circ}\text{C}$ )*	440	105	Ртуть	293	70
Вода (при $t=374,15^{\circ}\text{C}$ **)	0	0	Свинец	860	210
Водород жидкий	450	108	Спирт этиловый	906	216
Воздух	197	47	Эфир этиловый	356	85

\* При температуре  $370^{\circ}\text{C}$  вода кипит при давлении 21,6 МПа (220 ат).  
 \*\* При температуре  $374,15^{\circ}\text{C}$  и давлении 22,13 МПа (225,65 ат) вода находится в критическом состоянии. Это означает, что жидкость и ее насыщенный пар обладают одинаковыми свойствами и разница между водой и ее насыщенным паром исчезает.

Зависимость удельной теплоты парообразования  $r$  воды от температуры  $t$  графически показана на рисунке 14.

**122. Изменение объемов жидкостей при испарении  
и газов (паров) при конденсации**

В таблице указан объем газа (пара)  $V_{\text{г}}$ , образующегося при испарении 1 л жидкости, взятой при температуре  $t=20^{\circ}\text{C}$  и нормальном атмосферном давлении, а также объем жидкости  $V_{\text{ж}}$ , образующейся при конденсации 1 м<sup>3</sup> газа (пара).

Испаряющаяся жидкость	$V_{\text{г}}$ , л	Конденсирующийся газ (пар)	$V_{\text{ж}}$ , л
Азот	716	Азот	1,42
Вода (при $t=100^{\circ}\text{C}$ )	1780	Водяной пар	0,737
Воздух	749	Воздух	1,38
Гелий	774	Гелий	1,31
Кислород	886	Кислород	1,15
Метан	656	Метан	1,55

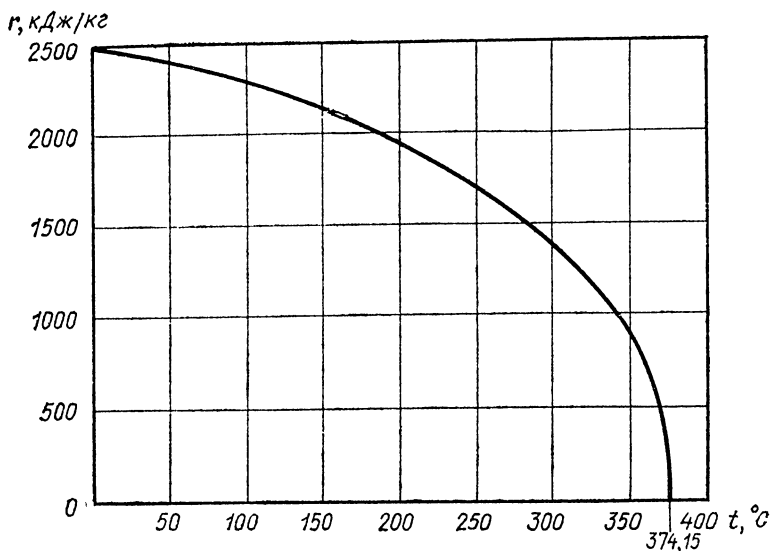


Рис. 14. Зависимость удельной теплоты парообразования воды от температуры.

### 123. Критические параметры некоторых веществ

Вещество	Критическая температура, °C	Критическая плотность, кг/м <sup>3</sup>	Критическое давление	
			МПа	ат
Азот	-147,1	311	3,39	34,6
Аммиак	132,4	235	11,5	117
Ацетилен	35,7	231	6,24	63,7
Вода	374,2	307	22,13	225,65
Водород	-239,9	31,0	1,30	13,5
Воздух	-140,7	350	3,77	38,5
Гелий	-267,9	69,3	0,23	2,3
Кислород	-118,8	430	5,04	51,4
Нафталин	469	314	3,98	40,6
Оксись углерода	-139	301	3,5	36
Спирт	243,5	276	6,38	65,2
Углекислый газ	31,0	460	7,35	75,0
Хлор	144,0	573	7,70	78,5
Эфир	193,8	260	3,60	37,0

**124. Удельная теплота сгорания различных видов топлива  
и некоторых веществ**

Топливо, вещество	Удельная теплота сгорания	
	МДж/кг	ккал/кг
Условное топливо . . . . .	29,3	7000
<i>Твердое</i>		
Антрацит . . . . .	26,8—31,4	6400—7500
Древесный уголь . . . . .	31,5—34,4	7500—8200
Дрова (воздушно-сухие) . . . . .	8,4—11	2000—2500
Каменный уголь . . . . .	≈27	≈6500
Порох . . . . .	3,8	900
Сланцы горючие . . . . .	7,5—15,0	1800—3600
Твердые ракетные топлива . . . . .	4,2—10,5	1000—2500
Торф . . . . .	10,5—14,5	2500—3500
Тротил (взрывчатое вещество) . . . . .	15	3600
<i>Жидкое</i>		
Бензин . . . . .	44—47	10 500—11 200
Дизельное автотракторное . . . . .	42,7	10 200
Керосин . . . . .	44—46	10 500—11 000
Нефть . . . . .	43,5—46	10 400—11 000
Спирт . . . . .	27,0	6450
Топливо для ЖРД (керосин + жидкий кислород) . . . . .	9,2	2200
Топливо для реактивных двигателей самолетов (ТС-1) . . . . .	42,9	10 250
<i>Газообразное</i>		
Ацетилен . . . . .	48,1	11 500
Водород . . . . .	120	28 600
Газ природный . . . . .	41—49	9800—11 700
Метан . . . . .	50,0	11 950
Окись углерода . . . . .	10,1	2420

**125. Соотношения между единицами удельных теплот сгорания, паробразования и плавления**

Единицы	Дж/кг	кДж/кг	ккал/г или ккал/кг
1 Дж/кг	1	$10^{-3}$	$239 \cdot 10^{-6}$
1 кДж/кг	1000	1	0,239
1 кал/г (1 ккал/кг)	$4,19 \cdot 10^3$	4,19	1
Примечание. 1 кал/г = 1 ккал/кг = 4186,8 Дж/кг = = 4,1868 кДж/кг = $4,1868 \cdot 10^{-3}$ МДж/кг.			

## 126. Поверхностное натяжение жидкостей \*

В таблице приведены значения поверхностного натяжения  $\sigma$  некоторых жидкостей при температуре 20°С (если не указана иная температура).

Вещество	$\sigma$ , мН/м	Вещество	$\sigma$ , мН/м
Алюминий расплавленный (при $t = 700^\circ\text{C}$ , в)	840	Кислород жидкий (при $t = -183^\circ\text{C}$ , в)	13,1
Азот жидкий (при $t = -183^\circ\text{C}$ , п)	6,2	Молоко (в)	46
Ацетон (п)	24	Нефть (в)	30
Вода (при $t = 0^\circ\text{C}$ , в)	75,6	Раствор мыла (в)	40
Вода (при $t = 20^\circ\text{C}$ , в)	72,8	Ртуть (п)	472
Вода (при $t = 100^\circ\text{C}$ , в)	58,8	Свинец расплавленный (при $t = 350^\circ\text{C}$ , п)	442
Вода (при $t = 374,15^\circ\text{C}$ , в)	0	Серебро расплавленное (при $t = 970^\circ\text{C}$ , в)	930
Золото расплавленное (при $t = 1130^\circ\text{C}$ , в)	1102	Спирт (при $t = 0^\circ\text{C}$ , в)	22
Глицерин (в)	63	Эфир (п)	17
Керосин (при $t = 0^\circ\text{C}$ , в)	29		
Керосин (в)	24		

\* Значения поверхностного натяжения для жидкостей указаны на границе жидкости с воздухом или на границе жидкости с парами этой же жидкости, что обозначается соответственно (в) или (п).

Зависимость поверхностного натяжения  $\sigma$  воды (на границе с воздухом) от температуры  $t$  (в пределах температур от 0 до 100°С) графически показана на рисунке 15.

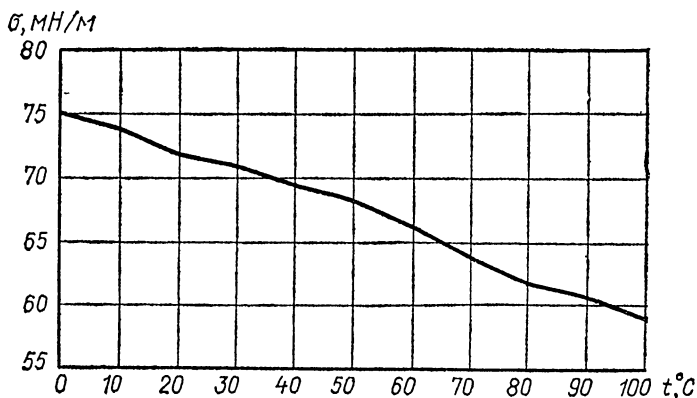


Рис. 15. Зависимость поверхностного натяжения воды от температуры.

**127. Теплофизические свойства пластмасс \***  
(при  $t = 20^\circ \text{C}$ )

Пластмасса	Удельная теплоемкость		Температурный коэффициент линейного расширения, $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	Пределы рабочей температуры, $^\circ\text{C}$
	кДж/(кг·К)	кал/(г· $^\circ\text{C}$ )		
Гетинакс	0,8—2,0	0,2—0,5	20	от —60 до 105 210—218 **
Капрон	—	—	80—100	
Лавсан	1—2	0,3—0,5	53	90—140 ***
Органическое стекло	2	0,5	80—100	
Полистирол	1	0,3	60—100	до 60
Полихлорвинил	0,8—2	0,2—0,5	60—250	—
Полиэтилен	2—3	0,5—0,7	220—550	105—125 **
Стеклотекстолит	1	0,3	16	125—200
Текстолит	1—2	0,3—0,5	20—40	до 60

\* Эти свойства во многом зависят от состава и способа получения пластмасс и поэтому числовые данные являются ориентировочными.  
\*\* Температура плавления.  
\*\*\* Температура размягчения.

**128. Модуль упругости (модуль Юнга)  $E$  некоторых материалов**

Материал	$E$		Материал	$E$	
	ГПа	кгс/мм <sup>2</sup>		ГПа	кгс/мм <sup>2</sup>
Алюминий	70	7000	Медь	110	11 000
Бетон	10—30	1000—3000	Свинец	17	1700
Древесина (вдоль волокон)	10—12	1000—1200	Стали легированные	210—220	21 000—22 000
			Стали углеродистые	200—210	20 000—21 000
Древесина (поперек волокон)	0,5—1,0	50—100	Стекло	56	5600
			Стекло органическое	2,9	290
Железо	200	20 000	Титан	112	11 200
			Хром	240—250	24 000—25 000
Золото	79	7900	Цинк	80	8000
Магний	44	4400	Чугун серый	115—150	11 500—15 000

Примечание. Значение модуля упругости зависит от структуры, химического состава и способа обработки материала. Поэтому значения  $E$  могут отличаться от средних значений, приведенных в таблице.

129. Предел прочности  $\sigma_{пч}$  некоторых материалов (при растяжении)

Материал	$\sigma_{пч}$		Материал	$\sigma_{пч}$	
	ГПа	кгс/мм <sup>2</sup>		ГПа	кгс/мм <sup>2</sup>
Алюминий	0,05—0,11	5—11	Сталь (марки Ст. 3)	0,38—0,47	38—47
Бетон прочный	0,048	4,8	Сталь легированная	0,8—1,0	80—100
Железо	0,17—0,21	17—21	Стекло	0,06—0,12	6—12
Золото	0,14	14	Стекло органическое	0,08	8
Олово	0,027	2,7	Цинк	0,11	11
Свинец	0,016	1,6	Чугун серый	0,25—0,55	25—55
Серебро	0,14	14			

Примечание. В таблице приведены ориентировочные значения предела прочности некоторых материалов

130. Допускаемое механическое напряжение  $\sigma_{доп}$  в некоторых материалах (при растяжении)

Материал	$\sigma_{доп}$		Материал	$\sigma_{доп}$	
	ГПа	кгс/мм <sup>2</sup>		ГПа	кгс/мм <sup>2</sup>
Алюминий	0,03—0,08	3—8	Сталь (марки Ст. 3)	0,16	16
Бетон	0,0003—0,0015	0,03—0,15	Сталь углеродистая	0,06—0,25	6—25
Медь	0,03—0,12	3—12	Чугун серый	0,028—0,080	2,8—8,0
Сталь легированная	0,1—0,4	10—40			

Примечание. В таблице приведены ориентировочные значения допускаемого напряжения для некоторых материалов.



### 131. Коэффициент запаса прочности

Сталь при переменной нагрузке . . . . .	5—15
Сталь при постоянной длительной нагрузке . . . . .	2,4—2,6
Сталь при ударной нагрузке . . . . .	2,8—5,0
Чугун, бетон, древесина при постоянной длительной нагрузке	3—9

Примечание. При выборе коэффициента запаса прочности учитываются многие факторы: качество и степень однородности материала, долговечность и значимость сооружений и машин, условия их эксплуатации и др.

### 132. «Физика» человека (тепловые параметры)

Нормальная температура тела, °С . . . . .	36,7
Температура отдельных участков тела, °С	
лба . . . . .	33,4
ладони рук . . . . .	32,8
подошвы ног . . . . .	30,2
Температура замерзания (плавления) крови, °С . . . . .	от —0,56 до —0,58
Удельная теплоемкость крови, кДж/(кг·К) . . . . .	3,9
»    »    »    кал/(г·°С) . . . . .	0,93
Масса воды, испаряющаяся с поверхности кожи и легких в сутки, кг . . . . .	0,8—2,0
Наиболее благоприятная для жизни человека относительная влажность, % . . . . .	40—60
Поверхностное натяжение крови, мН/м . . . . .	60

### 133. Характеристика рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания

В таблице приведены значения давлений  $p$  и температур  $t$  газов внутри цилиндра четырехтактных двигателей внутреннего сгорания (дизельных и карбюраторных).

Показателя	$p$ , МПа (ат)	$t$ , °С
<i>Дизельный д. в. с</i>		
Конец процесса впуска	0,08—0,09 (0,80—0,95)	30—50
Конец процесса сжатия	3,5—4,0 (35—40)	600—700
Конец процесса сгорания	6,0—9,0 (60—90)	2000—2200
Конец процесса расширения	0,4—0,5 (4—5)	700—900
<i>Карбюраторный д. в. с</i>		
Конец процесса впуска	0,07—0,09 (0,7—0,9)	50—80
Конец процесса сжатия	0,5—0,9 (5—9)	250—300
Конец процесса сгорания	3,0—3,5 (30—35)	≈ 2500
Конец процесса расширения	0,5—0,6 (5—6)	900—1400

### 134. Коэффициенты полезного действия тепловых двигателей, %

Паровая машина стационарная . . . . .	≈ 15
Двигатель карбюраторный (автомобильный) . . . . .	≈ 25
Турбореактивный двигатель . . . . .	20—30
Газотурбинная установка (стационарная) . . . . .	25—29
Двигатель карбюраторный авиационный . . . . .	28—30
Дизель тракторный . . . . .	28—32
Дизель стационарный . . . . .	34—36
Паровая турбина большой мощности при начальных параметрах пара:	
$p=3,5$ МПа (35 ат) и $t=435^{\circ}\text{C}$ . . . . .	25
$p=9$ МПа (90 ат) и $t=480^{\circ}\text{C}$ . . . . .	30
$p=17$ МПа (170 ат) и $t=550^{\circ}\text{C}$ . . . . .	36—37
$p=24$ МПа (240 ат) и $t=560^{\circ}\text{C}$ . . . . .	40

### 135. Современные паровые турбины большой мощности

Показатели	Мощность турбины, МВт			
	200	300	500	800
Давление свежего пара, МПа (ат) . . .	12,7 (130)	23,5 (240)	23,5 (240)	23,5 (240)
Температура пара, $^{\circ}\text{C}$	565	560	560	560
Расход пара в турбине, т/ч . . . . .	570	853	1480	2410
Длина турбины, м	20,5	22,0	27,7	39,5
Масса турбины, т	560	625	905	1300
Частота вращения ротора, $\text{с}^{-1}$ (об/с)	50	50	50	50
$\text{мин}^{-1}$ (об/мин)	3000	3000	3000	3000
Давление пара в конденсаторе, кПа (ат)	3,5 (0,035)	3,5 (0,035)	3,5 (0,035)	4,0 (0,04)

Примечание. Данные о турбогенераторах, работающих с мощными паровыми турбинами, см. в табл. 175.

136. Данные о легковых автомобилях

Показатели	«Запорожец»			«Москвич»			«Жигули»		«Волга»		«Чайка»
	ЗА-965А	ЗА-966	ЗА-968А	407	408	412	ВА-2101	ВА-2103	ГАЗ-21	ГАЗ-24	ГАЗ-13
Максимальная скорость, км/ч	90	120	125	115	120	140	140	150	130	145	160
Максимальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	20 (27)	29 (40)	33 (45)	33 (45)	37 (50)	55 (75)	44 (60)	55 (75)	55 (75)	72 (98)	142 (195)
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, с <sup>-1</sup> (об/мин)	67 4000	70-73 4200-4400 4400	73-77 4400-4600 (4600)**	75 4500	76 4700	97 5800	93 5600	93 5600	67 4000	75 4500	70 4200
Диаметр цилиндра, мм	72	76	76	76	76	82	76	76	92	92	100
Ход поршня, мм	54,5	66	66	75	75	70	66	80	92	92	88
Рабочий объем, л	0,89	1,2	1,2	1,36	1,36	1,5	1,2	1,4	2,4	2,4	5,5
Собственная масса в снаряженном состоянии, кг	650	780	790 (840)**	990	990	1000	945	1030	1450	1400	2100
Число мест	4	4	4	4	4-5	4-5	5	5	5	5-6	7
Габариты, мм:											
длина	3330	3730	3730	4055	4090	4090	4070	4116	4810	4735	5600
высота	1450	1370	1370	1560	1440	1440	1382	1440	1620	1490	1620
ширина	1160	1535	1535	1540	1550	1550	1611	1611	1800	1800	2000
Давление воздуха в шинах, МПа (ат):											
переднего колеса	0,13 (1,3)	0,13 (1,3)	0,13 (1,3)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)
заднего колеса	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,18 (1,8)	0,18 (1,8)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)	0,17 (1,7)

\* Данные в скобках относятся к автомобилю ГАЗ-69А.

\*\* Данные в скобках относятся к автомобилю ЗАЗ-968А.

137. Данные о грузовых автомобилях

Показатели	УАЗ-451ДМ	ГАЗ-51А	ГАЗ-52-03	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	ЗИЛ-ММЗ-555 (самосвал)	КамАЗ-5320 (основная модель)
Максимальная скорость, км/ч	100	70	70	85	90	80	80
Максимальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	52 (70)	52 (70)	55 (75)	85 (115)	110 (150)	110 (150)	150 (210)
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, с <sup>-1</sup> (об/с)	67	47	47	53	51,7	51,7	43,3
мин <sup>-1</sup> (об/мин)	4000	2800	2800	3200	3100	3100	2600
Диаметр цилиндра, мм	92	82	82	92	100	100	120
Ход поршня, мм	92	110	110	80	95	95	120
Рабочий объем цилиндров, л	2,4	3,5	3,5	4,2	6,0	6,0	10,8
Собственная масса в снаряженном состоянии, т	1,5	2,5	2,8	3,2	4,3	4,6	6,8
Грузоподъемность, т	1	2,5	2,5	4,0	5,0	4,5	8,0
Габариты, мм:							
длина	4460	5725	6395	6395	6675	5475	7395
высота	2040	2130	2190	2220	2350	2510	2630
ширина	2044	2280	2380	2380	2500	2415	2496
Давление воздуха в шинах, МПа (ат):							
переднего колеса	0,18 (1,8)	0,29 (3,0)	0,29 (3,0)	0,27 (2,8)	0,34 (3,5)	0,34 (3,5)	6,8 (7,0)
заднего колеса	0,26 (2,7)	0,34 (3,5)	0,39 (4,0)	0,42 (4,3)	0,49 (5,0)	0,52 (5,3)	0,42 (4,3)

138. Данные о мопедах, мотороллерах, мотоциклах

Показатели	Мопеды		Мотороллеры		Мотоциклы		
	«Рига-1»	«Верховина-3» и «Турист»	В-150 М	«Турист-М»	М-106	«Восход-2»	«ИЖ-Юпитер-3»
	Масса (без нагрузки), кг . . . . .	52	51	120	145	100	112
Максимальная скорость км/ч . . . . .	50	50	70	90	85	95	125
Максимальная мощность двигателя, кВт (л. с.) . . . . .	1,6 (2,2)	1,5 (2,0)	4,4 (6,0)	8,8 (12)	6,6 (9)	8,1 (11)	18,4 (25)
Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, с <sup>-1</sup> (об/с) мин <sup>-1</sup> (об/мин)	88,3 5300	81,7—91,7 4900—5500	80 4800	86,6 5200	91,7 5500	86,6—90,0 5200—5400	88,3 5300
Диаметр цилиндра, мм . . . . .	38	38	57	62	52	62	62
Число цилиндров . . . . .	1	1	1	1	1	1	2
Ход поршня, мм	44	44	58	66	58	58	58
Рабочий объем цилиндра, см <sup>3</sup> . . . . .	50	50	148	199	123	174	347
Давление воздуха в шинах, кПа (ат):							
переднего колеса	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)
заднего колеса	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)

Примечания. 1. Путь торможения со скорости 30 км/ч (8,3 м/с) указанных в таблице машин равен 7,0 м.  
2. Тип двигателя — двухтактный.

139. Данные о тракторах

Показатели	Колесные					Гусеничные				
	T-16M *	ДТ-20	T-25	MT3-50	K-700	ДТ-75M	ДТ-74	T-4A	T-100M	T-150
Мощность дизеля, кВт	14,7	13,2	14,7	36,8	147	66,2	55,1	80,9	79,4	110
л. с.	20	18	20	50	200	90	75	110	108	150
Частота вращения колчатого вала при указанной мощности, с <sup>-1</sup> (об/с)	26,7	26,7	26,7	28,3	28,3	29,2	28,3	26,7	29,2	33,3
мин <sup>-1</sup> (об/мин)	1600	1600	1600	1700	1700	1750	1700	1600	1750	2000
Тяговая мощность, кВт	8	6,6	8	19,5	79,4	42,7	35,3	49,6	53	
л.с.	11	9	11	26,5	108	58	48	67,5	72	
Тяговое усилие на крюке на первой передаче, кН	6,15	7,2	5,1	14,0	от 60,0 до 15,8	33,6	34,6	50	95	42,5
кгс	615	720	510	1400	от 6000 до 1580	3360	3460	5000	9500	4250
Тяговое усилие на крюке на высшей передаче, кН	1,0	1,25	0,65	2,5	от 60,0 до 2,5	12,4	10,7	31,1	15,0	18,0
кгс	100	125	65	250	от 6000 до 250	1240	1070	3110	1500	1800
Скорость на первой передаче, км/ч	3,7	5,0	5,7	1,6	от 2,8 до 17,4	5,3	4,5	3,3	2,4	7,6
Скорость на высшей передаче, км/ч	19,6	15,6	21,6	25,8	от 5,0 до 30,8	11,2	11,5	9,2	10,1	15,9
Масса, т	1,4	1,5	1,5	2,9	11,0	5,9	5,6	7,8	11,2	6,8
Ширина гусеницы, см	—	—	—	—	—	53	39	42	50	42
Давление на почву, кПа	—	—	—	—	—	25	41	37	47	45
кгс/см <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	0,25	0,42	0,38	0,48	0,46
Длина трактора, м	3,8	3,0	3,0	3,9	7,2	4,5	4,2	4,5	4,3	4,3
Ширина, м	2,0	1,3	1,5	1,9	2,5	2,1	1,8	1,9	2,5	1,8

\* Самоходное шасси.

#### 140. Данные о зерноуборочных комбайнах

Показатели	СК-4А	«Нива»	«Сибиряк»	«Колос»
Мощность двигателя, кВт (л. с.) . . . . .	55 (75)	73,5 (100)	73,5 (100)	110 (150)
Скорость движения комбайна, км/ч . . . . .	1,1—18,9	1,0—18,7	1,2—21,1	1,0—18,7
Вместимость бункера, м <sup>3</sup> . . . . .	1,8	3	2,3	3
Масса комбайна, т . . . . .	6,1	8,0	6,9	8,4

Примечание. В текущей пятилетке сельское хозяйство страны получит 538 тыс. зерноуборочных комбайнов. Выпуск комбайнов «Нива», «Колос» и «Сибиряк» в 1980 г. составит 125 тыс. шт.

#### 141. Данные о тепловозах

Показатели	ТЭЗ	ТЭ10Л	ТЭП60
Мощность дизеля, кВт (л. с.) . . . . .	1470 (2000)	2200 (3000)	2200 (3000)
Мощность главного генератора, кВт . . . . .	1350	2000	2000
Число электродвигателей, приводящих тепловоз в движение . . . . .	6	6	6
Мощность одного электродвигателя, кВт (л. с.) . . . . .	206 (280)	307 (418)	310 (422)
Сила тяги тепловоза, кН (кгс) . . . . .	198 (20 200)	255 (26 000)	123 (12 500)
Скорость, соответствующая указанной силе тяги, км/ч . . . . .	20	23	50
Максимальная скорость тепловоза, км/ч . . . . .	100	100	160
Масса тепловоза, т . . . . .	126	129	129
К. п. д. тепловоза, % . . . . .	27	29	27

## ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

### 142. Диэлектрическая проницаемость веществ

В таблице приведены значения относительной диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  для некоторых диэлектриков — газов (при 0°С) и водяного пара (при 100°С), жидкостей и твердых веществ (при 20°С или при температуре, указанной в скобках). Значения диэлектрических проницаемостей веществ указаны при нормальном атмосферном давлении.

Вещество	$\epsilon$	Вещество	$\epsilon$
<i>Газы и водяной пар</i>		Глицерин . . . . .	43
Азот . . . . .	1,0058	Кислород жидкий (при $t = -192,4^\circ\text{C}$ ) . .	1,5
Водород . . . . .	1,00026	Масло трансформаторное . . . . .	2,2
Воздух . . . . .	1,00059	Спирт . . . . .	26
Вакуум . . . . .	1,00000	Эфир . . . . .	4,3
Водяной пар (при $t = 100^\circ\text{C}$ ) . . . . .	1,006	<i>Твердые тела *</i>	
Гелий . . . . .	1,00007	Алмаз . . . . .	16,5
Кислород . . . . .	1,00055	Бумага парафинированная . . . . .	2,2
Углекислый газ . . . . .	1,00096	Дерево сухое . . . . .	2,2—3,7
<i>Жидкости</i>		Лед (при $t = -10^\circ\text{C}$ )	70
Азот жидкий (при $t = -198,4^\circ\text{C}$ ) . . . . .	1,4	Парафин . . . . .	1,9—2,2
Бензин . . . . .	1,9—2,0	Резина . . . . .	3,0—6,0
Вода . . . . .	81	Слюда . . . . .	5,7—7,2
Водород жидкий (при $t = -252,9^\circ\text{C}$ ) . . . . .	1,2	Стекло . . . . .	6,0—10,0
Гелий жидкий (при $t = -269^\circ\text{C}$ ) . . . . .	1,05	Титанат бария . . . . .	1200
		Фарфор . . . . .	4,4—6,8
		Янтарь . . . . .	2,8

Примечание. Электрическая постоянная  $\epsilon_0$  (диэлектрическая проницаемость вакуума) равна:  $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi c^2} \cdot 10^7$  Ф/м  $\approx 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м ( $c$  — скорость света в вакууме).

\* Значения относительной диэлектрической проницаемости пластмасс см. в табл. 151.

### 143. Магнитная проницаемость пара- и диамагнетиков

В таблице приведены значения относительной магнитной проницаемости  $\mu$  для некоторых парамагнитных ( $\mu > 1$ ) и диамагнитных ( $\mu < 1$ ) веществ.

Парамагнетики	$\mu$	Диамагнетики	$\mu$
Алюминий	1,000023	Висмут	0,999824
Воздух	1,00000038	Вода	0,999991
Вольфрам	1,000176	Водород	0,999999937
Кислород	1,0000019	Медь	0,999990
Кислород жидкий	1,003400	Стекло	0,999987

Примечание. Магнитная постоянная  $\mu_0$  (магнитная проницаемость вакуума) равна:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Г/м  $\approx 12,57 \cdot 10^{-7}$  Г/м



#### 144. Магнитная проницаемость ферромагнетиков

В таблице приведены значения относительной магнитной проницаемости  $\mu$  для некоторых ферромагнетиков (веществ с  $\mu \gg 1$ ).

Ферромагнетики	$\mu$	Ферромагнетики	$\mu$
Железо мягкое	8000	Пермаллой-68 *	250 000
Кобальт	175	Чугун	600—800
Никель	1100		

Примечание. Магнитная проницаемость для ферромагнетиков (железо, чугун, сталь, никель, и др.) непостоянна и зависит от напряженности магнитного поля. В таблице указаны максимальные значения  $\mu$ .

\* Пермаллой-68 — сплав из 68% никеля и 32% железа: этот сплав применяют для изготовления сердечников трансформаторов.

#### 145. Удельное электрическое сопротивление $\rho$ проводников (при $t = 20^\circ \text{C}$ )

Проводник	$\rho$ , мкОм·м	Проводник	$\rho$ , мкОм·м
Алюминий	0,028	Никель	0,073
Вольфрам	0,055	Олово	0,12
Графит	13	Платина	0,10
Дюралюминий	0,033	Ртуть	0,96
Железо	0,10	Свинец	0,21
Золото	0,024	Серебро	0,016
Латунь	0,07—0,08	Сталь	0,10—0,14
Магний	0,045	Цинк	0,061
Медь	0,017	Чугун	0,5—0,8

Примечание. Значения удельного электрического сопротивления для проводниковых материалов высокого сопротивления указаны в табл. 147.

### 146. Номограмма для определения сопротивления медного провода

Для определения сопротивления медного провода по номограмме (рис. 16) следует на шкале длины провода ( $l$ ) и на шкале диаметра провода ( $d$ ) найти точки, соответствующие значениям  $l$  и  $d$ , и провести через эти точки прямую. Прямая пересечет шкалу сопротивления ( $R$ ) в точке, которая покажет значение искомой величины.

Пример. Сопротивление провода длиной 5 м и диаметром 0,3 мм равно 1,2 Ом (см. пунктирную прямую).

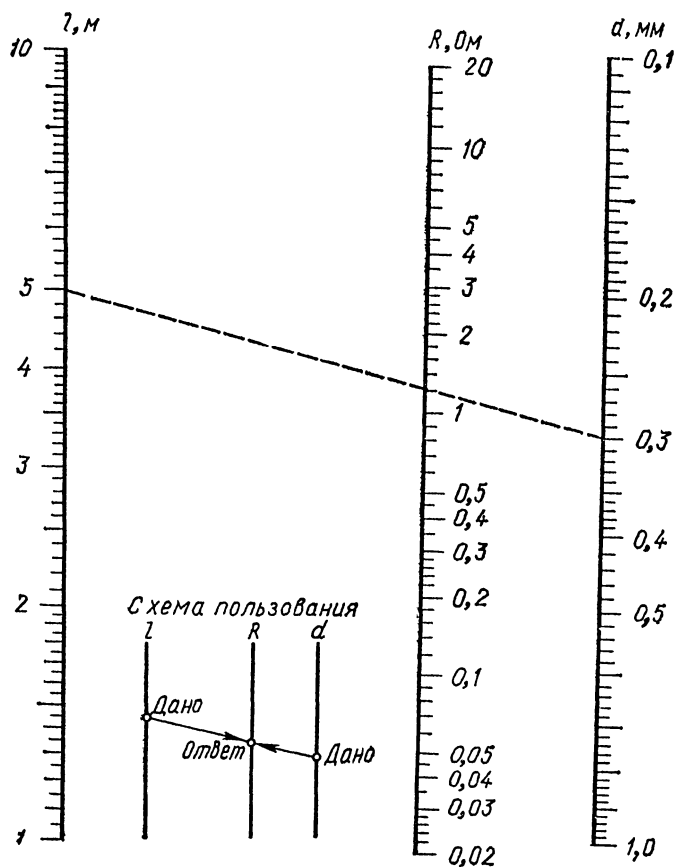


Рис. 16. Номограмма для определения сопротивления медного провода.

### 147. Сплавы высокого сопротивления

Название сплава	Удельное электрическое сопротивление $\rho$ , мкОм·м	Состав сплава, %			
		медь	никель	марганец	другие элементы
Константан	0,50	54	45	1	—
Копель	0,47	56,5	43	0,5	—
Манганин	0,43	>85	2—4	12	—
Нейзильбер	0,3	65	15	—	20 Zn
Никелин	0,4	68,5	30	1,5	—
Нихром	1,1	—	>60	<4	30 < Cr ост. Fe
Фехраль	1,3	—	—	—	12—15 Cr 3—4 Al 80 < Fe

### 148. Температурные коэффициенты $\alpha$ электрического сопротивления проводников

Проводник	$\alpha$ , $10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	Проводник	$\alpha$ , $10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Алюминий	4,2	Никель	6,5
Вольфрам	5	Нихром	0,1
Железо	6	Олово	4,4
Золото	4	Платина	3,9
Константан	0,05	Ртуть	1,0
Латунь	0,1—0,4	Свинец	3,7
Магний	3,9	Серебро	4,1
Манганин	0,01	Сталь	1—4
Медь	4,3	Фехраль	0,1
Нейзильбер	0,25	Цинк	4,2
Никелин	0,1	Чугун	1,0

Примечание. Значения температурного коэффициента сопротивления проводников указаны для интервала температур 0—100°С.

**149. Температуры перехода чистых металлов  
в сверхпроводящее состояние**

Металл	Температура перехода		Металл	Температура перехода	
	°C	К		°C	К
Алюминий	-272,0	1,2	Таллий	-269,8	3,4
Ванадий	-267,9	5,3	Тантал	-268,7	4,5
Молибден	-272,3	0,9	Уран	-272,4	0,8
Слово	-269,5	3,7	Цинк	-272,3	0,9
Свинец	-266,0	7,2			

**150. Удельное электрическое сопротивление некоторых  
полупроводников и диэлектриков**

Вещество	Температура, °C	Удельное сопротивление	
		Ом·м	Ом·мм <sup>2</sup> /м
<i>Полупроводники</i>			
Бор	27	$0,17 \cdot 10^5$	$0,17 \cdot 10^{11}$
Германий	27	0,47	$0,47 \cdot 10^6$
Кремний	27	$0,23 \cdot 10^4$	$0,23 \cdot 10^{10}$
Селенистый свинец	20	$9,1 \cdot 10^{-6}$	9,1
Сернистый свинец	20	$1,7 \cdot 10^{-5}$	0,17
Сурмянистый индий	17	$0,58 \cdot 10^{-4}$	$0,58 \cdot 10^3$
<i>Диэлектрики</i>			
Вода дистиллированная	20	$10^3—10^4$	$10^9—10^{10}$
Воздух	0	$10^{15}—10^{18}$	$10^{21}—10^{24}$
Воск пчелиный	20	$10^{13}$	$10^{19}$
Древесина сухая	20	$10^9—10^{10}$	$10^{15}—10^{16}$
Кварц	230	$10^9$	$10^{15}$
Масло трансформаторное	20	$10^{10}—10^{13}$	$10^{16}—10^{19}$
Парафин	20	$10^{14}$	$10^{20}$
Резина	20	$10^{11}—10^{12}$	$10^{17}—10^{18}$
Слюда	20	$10^{11}—10^{15}$	$10^{17}—10^{21}$
Стекло	20	$10^9—10^{13}$	$10^{15}—10^{19}$

Примечание. Удельное сопротивление пластмасс см. в табл. 151

### 151. Электрические свойства пластмасс

Название пластмассы	Относительная диэлектрическая проницаемость	Удельное электрическое сопротивление, Ом·м
Гетинакс	45,0—8,0	$10^9—10^{12}$
Капрон	3,6—5,0	$10^{10}—10^{11}$
Лавсан	3,0—3,5	$10^{14}—10^{16}$
Органическое стекло	3,5—3,9	$10^{11}—10^{13}$
Пенопласт	1,0—1,3	$\approx 10^{11}$
Полистирол	2,4—2,6	$10^{13}—10^{16}$
Полихлорвинил	3,2—4,0	$10^{10}—10^{12}$
Полиэтилен	2,2—2,4	$\approx 10^{15}$
Стеклотекстолит	4,0—5,5	$10^{11}—10^{12}$
Текстолит	6,0—8,0	$10^7—10^{10}$
Целлулоид	4,1	$\approx 10^9$
Эбонит	2,7—3,5	$10^{12}—10^{14}$

### 152. Удельное электрическое сопротивление $\rho$ электролитов (при $t = 18^\circ\text{C}$ и 10-процентной концентрации раствора)

Раствор	$10^{-3} \frac{\rho}{\text{Ом}\cdot\text{м}}$	Раствор	$10^{-3} \frac{\rho}{\text{Ом}\cdot\text{м}}$
Едкий натр (NaOH)	32	Серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	25
Медный купорос ( $\text{CuSO}_4$ )	315	Серная кислота (20-процентная концентрация)	15
Поваренная соль (NaCl)	83	Соляная кислота (HCl)	16

Примечание. Удельное сопротивление электролитов зависит от их температуры и концентрации, т. е. от отношения массы растворенной кислоты, щелочи или соли к массе растворившей воды. При указанной концентрации растворов увеличение температуры на  $1^\circ\text{C}$  уменьшает удельное сопротивление раствора, взятого при  $18^\circ\text{C}$ , на 0,012 для едкого натра, на 0,022—для медного купороса, на 0,021—для поваренной соли, на 0,013—для серной кислоты и на 0,003—для 100-процентной серной кислоты.

### 153. Удельное электрическое сопротивление $\rho$ жидкостей

В таблице приведены ориентировочные значения удельных электрических сопротивлений некоторых жидкостей при температуре 20°С (если не указана иная температура).

Жидкость	$\rho$ , Ом·м	Жидкость	$\rho$ , Ом·м
Ацетон	$8,3 \cdot 10^4$	Расплавленные соли: едкое кали (KOH; при $t = 450^\circ\text{C}$ )	$36 \cdot 10^{-4}$
Вода дистиллированная	$10^3 - 10^4$		
Вода морская	0,3	едкий натр (NaOH; при $t = 320^\circ\text{C}$ )	$48 \cdot 10^{-4}$
Вода речная	10—100		
Воздух жидкий (при $t = -196^\circ\text{C}$ )	$10^{16}$	хлористый натрий (NaCl; при $t =$ $= 900^\circ\text{C}$ )	$26 \cdot 10^{-4}$
Глицерин	$0,16 \cdot 10^9$		
Керосин	$10^{10}$	сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; при $t = 900^\circ\text{C}$ )	$45 \cdot 10^{-4}$
Нафталин расплавленный (при $t = 82^\circ\text{C}$ )	$0,25 \cdot 10^9$		
		Спирт	$0,15 \cdot 10^6$

### 154. Соотношения между единицами удельного электрического сопротивления

Единицы удельного сопротивления	Ом·м	Ом·см	Ом·мм <sup>2</sup> /м	1 ед. удельного сопротивления СГС
1 Ом·м	1	100	$10^6$	$1,11 \cdot 10^{-10}$
1 Ом·см	0,01	1	$10^4$	$1,11 \cdot 10^{-12}$
1 Ом·мм <sup>2</sup> /м	$10^{-6}$	$10^{-4}$	1	$1,11 \cdot 10^{-16}$
1 ед. удельного сопротивления СГС	$9 \cdot 10^9$	$9 \cdot 10^{11}$	$9 \cdot 10^{15}$	1

Примечание. 1 ед. удельного электрического сопротивления СГС =  $8,98755 \cdot 10^9$  Ом·м =  $8,98755$  ГОм·м  $\approx 9$  ГОм·м.

### 155. Электрохимические эквиваленты веществ

Анионы	Валентность	Электрохимический эквивалент, $10^{-8}$ кг/Кл	Катионы	Валентность	Электрохимический эквивалент, $10^{-8}$ кг/Кл
Cl <sup>-</sup>	1	0,367	Ag <sup>+</sup>	1	1,118
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1	0,643	Al <sup>3+</sup>	3	0,0932
O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	2	0,0829	Au <sup>3+</sup>	3	0,681
OH <sup>-</sup>	1	0,177	Cu <sup>2+</sup>	2	0,329
S <sup>2-</sup>	2	0,167	Fe <sup>3+</sup>	3	0,193
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2	0,499	H <sup>+</sup>	1	0,1045
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	2	0,311	Hg <sup>+</sup>	1	2,079
			Na <sup>+</sup>	1	0,238
			Zn <sup>2+</sup>	2	0,339

### 156. Термоэлектродвижущие силы различных металлов и сплавов в паре с платиной

В таблице приведены термоэлектродвижущие силы металлов и сплавов, применяемых для изготовления термопар. Термо-э. д. с. указаны для разности температур холодного и горячего спаев в 100° С.

Металл или сплав	Термо-э. д. с., мВ	Металл или сплав	Термо-э. д. с., мВ
Висмут	-7,3	Нейзильбер	-1,0
Вольфрам	+0,79	Никель	-1,5
Железо	+1,9	Нихром	от +1,5 до +2,5
Константан	-3,5	Платинородиевый сплав	+0,64
Копель	-4,0	Сурьма	+4,9
Кремний	+4,5		
Медь	+0,75		

Примечание. Знак «плюс» или «минус» 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, медь-копелевая термопара при разности температур спаев в 100° С имеет термо-э. д. с., равную 0,75 мВ — (-4 мВ) ≈ 4,8 мВ, железо-константановая — около 5 мВ и т. д.

### 157. Потенциалы ионизации

В таблице приведены значения потенциалов ионизации — наименьших напряжений электрического поля, необходимых для отрыва одного электрона от нейтрального атома, — для первых двадцати химических элементов таблицы Д. И. Менделеева.

Атомный номер элемента	Элемент	Потенциал ионизации, В	Атомный номер элемента	Элемент	Потенциал ионизации, В
1	Водород	13,6	11	Натрий	5,1
2	Гелий	24,6	12	Магний	7,6
3	Литий	5,4	13	Алюминий	6,0
4	Бериллий	9,3	14	Кремний	8,1
5	Бор	8,3	15	Фосфор	10,5
6	Углерод	11,3	16	Сера	10,4
7	Азот	14,5	17	Хлор	13,0
8	Кислород	13,6	18	Аргон	15,8
9	Фтор	17,4	19	Калий	4,3
10	Неон	21,6	20	Кальций	6,1

### 158. Работа выхода электрона

Вещество	Работа выхода электрона		Вещество	Работа выхода электрона	
	$10^{-19}$ Дж	эВ		$10^{-19}$ Дж	эВ
Барий	3,8	2,4	Платина	8,5	5,3
Барий на вольфраме	1,8	1,1	Рубидий	3,5	2,2
Вольфрам	7,2	4,5	Серебро	6,9	4,3
Германий	7,7	4,8	Торий	5,4	3,4
Закись меди	8,3	5,2	Торий на вольфраме	4,2	2,6
Золото	6,9	4,3	Цезий	2,9	1,8
Кальций	4,5	2,8	Цезий на вольфраме	2,2	1,4
Молибден	6,9	4,3	Цезий на платине	2,1	1,3
Никель	7,2	4,5			
Оксид бария	1,6	1,0			

### 159. Сила тока и напряжение в различных технических устройствах

Устройство	Сила тока, А	Напряжение, В
Электронный микроскоп	$1 \cdot 10^{-5}$	130 000
Кинескоп телевизора	$1,2 \cdot 10^{-4}$	16 000
Рентгеновская промышленная установка	0,02	200 000
Электрическая бритва	0,08	220
Рентгеновская медицинская установка	0,1	70 000
Карманный радиоприемник	0,1	5
Электрический фонарик	0,3	4,5
Генератор велосипедный (при скорости 12 км/ч)	0,3	7,2
Электрическая лампочка	0,3—0,4	220
Электропылесос бытовой	1,9—2,4	220
Электроплитка	3—4	220
Электропылесос бытовой	3,3—4,2	127
Генератор автомобиля «Москвич-408»	17	12
Двигатель троллейбуса	160—220	550
Двигатель электровоза	350	1500
Аппарат для контактной сварки	10 000	0,1



### 160. Номограмма для определения общего сопротивления двух параллельно соединенных проводников

Для определения общего электрического сопротивления  $R$  двух параллельно соединенных проводников, имеющих известные сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ , по номограмме (рис. 17) следует на соответствующих шкалах сопротивлений ( $R_1$  и  $R_2$ ) найти точки, показывающие эти значения, и соединить их прямой. Прямая пересечет шкалу общего сопротивления  $R$  в точке, показывающей значение искомого электрического сопротивления.

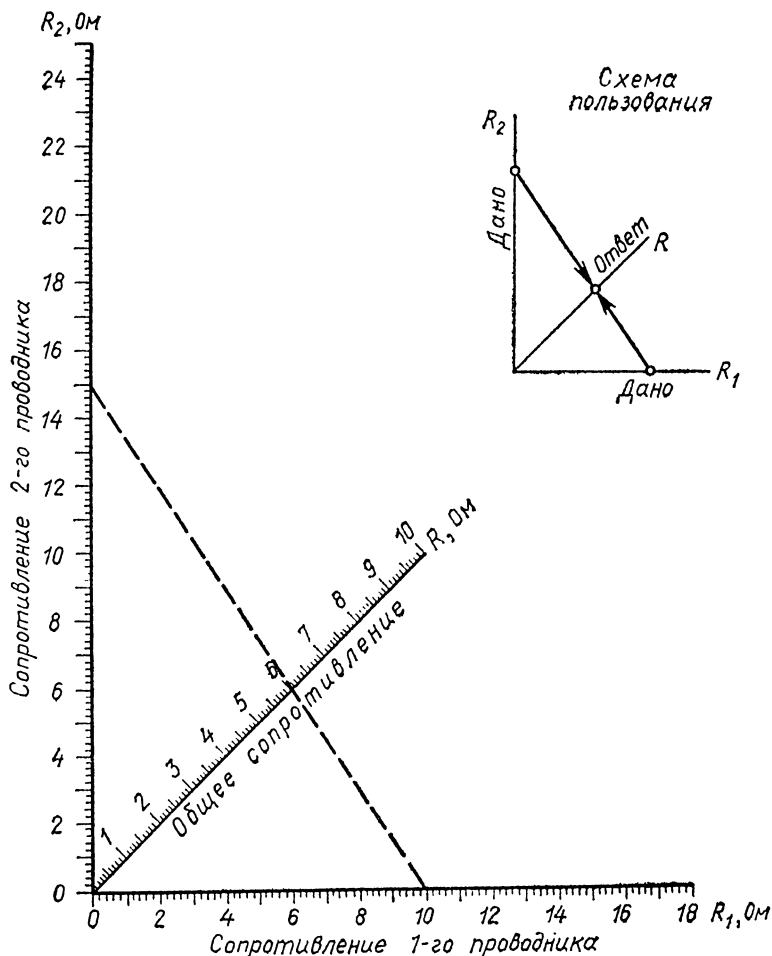


Рис. 17. Номограмма для определения общего сопротивления двух параллельно соединенных проводников.

Пример. Электрическое сопротивление первого проводника  $R_1 = 10$  Ом, второго  $R_2 = 15$  Ом. Общее электрическое сопротивление цепи  $R = 6$  Ом.

### 161. Мощность различных электрических устройств

	Вт		кВт
Слуховые очки . . .	0,1	Ветроагрегат «Сокол» . . . . .	15,2
Карманный радиоприемник . . . . .	0,5—0,7	Двигатель трамвая	45—50
Электрический фонарик . . . . .	≈ 1	Двигатель троллейбуса . . . . .	80—10
Генератор велосипедный (при скорости 12 км/ч) . . .	2,5	Двигатель электровоза ВЛ8 . . . . .	525
Вентилятор бытовой	10—65	Двигатель электровоза ВЛ10 . . . . .	650
Электростригальная машинка МС-200	100	Трамвай . . . . .	100—180
Ветроагрегат ВЭ-2М	150	Электровоз ВЛ8 . . . . .	4200
Холодильник домашний . . . . .	110—160	Электровоз ВЛ10 . . . . .	5200
Электроутюг . . . . .	300—1000	Электродвигатель прокатного стана	6000—9000
Электропылесос бытовой . . . . .	до 600		
Стиральная машина	350—600		
Автотрансформатор переходный для бытовых приборов	300; 500; 800; 1000		
Электрическая плита . . . . .	600; 800; 1000; 1250		

### 162. Номограмма для вычислений по формуле мощности электрической цепи

Номограмма (рис. 18) позволяет быстро определить без арифметических расчетов значение любой из трех величин, входящих в формулу  $P = IU$ , если известны две другие.

Для определения по номограмме значения искомой величины по двум известным следует соединить прямой точки на шкалах, соответствующие значениям этих известных величин. Прямая пересечет шкалу искомой величины в точке, которая покажет числовое значение искомой величины.

Пример. Определите силу тока в цепи, если напряжение 220 В, а мощность 9 Вт.

Прямая, соединяющая точки 220 В и 9 Вт, пересечет шкалу силы тока в точке 0,04 А (см. пунктирную прямую).

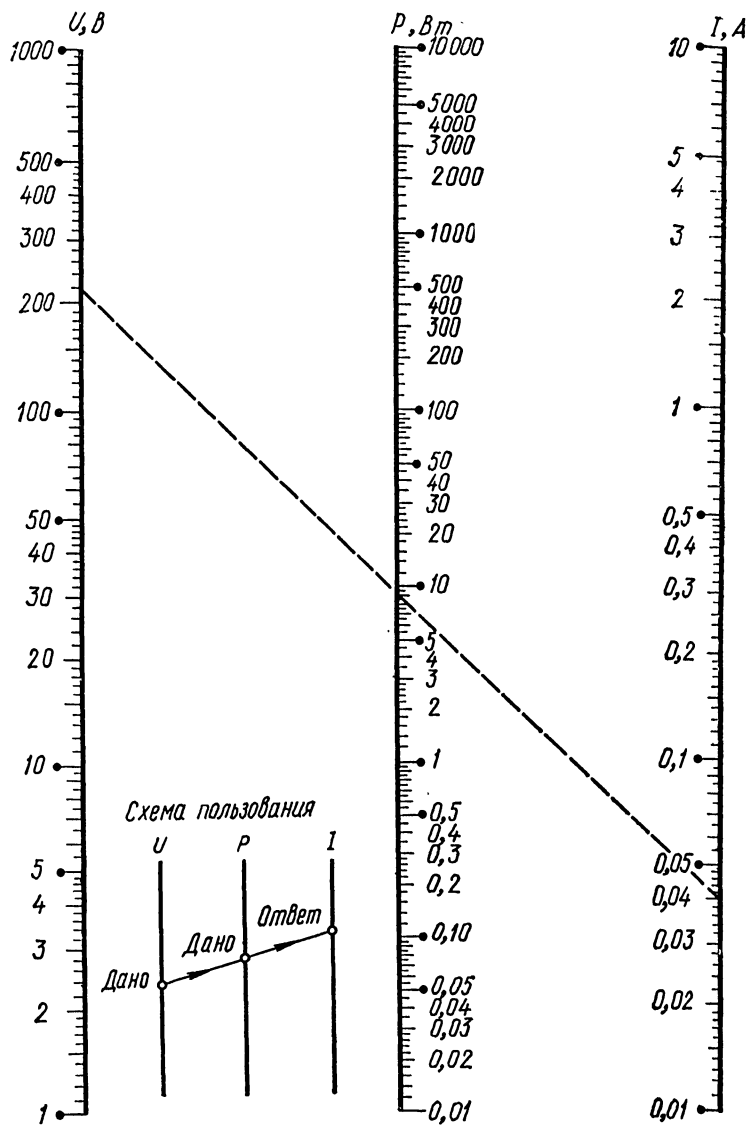


Рис. 18. Номограмма для вычислений по формуле мощности электрической цепи.

### 163. Классификация радиоволн по диапазонам

В таблице приведено принятое в научно-технической литературе деление радиоволн на диапазоны и указаны области их применения.

Диапазон радиоволн	Длина волны, м	Частота, МГц	Область применения
Сверхдлинные (СВД)	$10^5 - 10^4$	$3 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-2}$	Радиотелеграфная связь, передача метеосводок и сигналов точного времени, связь с подводными лодками.
Длинные (ДВ)	$10^4 - 10^3$	$3 \cdot 10^{-2} - 3 \cdot 10^{-1}$	Радиовещание, радиотелефонная и радиотелеграфная связь, радионавигация.
Средние (СВ)	$10^3 - 10^2$	$3 \cdot 10^{-1} - 3$	То же.
Короткие (КВ)	100—10	3—30	Радиовещание, радиотелеграфная и радиолобительская связь, связь с кораблями-спутниками и др.
Ультракороткие (УКВ)	метровые	30—300	Радиовещание, телевидение, радиолокация, космическая радиосвязь, радиолобительская связь и др.
	дециметровые	300—	Телевидение, радиолокация, астронавигация и др.
	сантиметровые	$3 \cdot 10^3 -$	
	миллиметровые	$3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$	Радиолокация и др.

Примечание. В настоящее время для передачи радиосигналов с помощью квантовых приборов используют электромагнитные колебания оптического диапазона.

### 164. Радиотелеграфная азбука

Бук-вы	Знаки	Бук-вы	Знаки	Бук-вы	Знаки	Бук-вы	Знаки
А	· —	Й	· ·	Р	· — ·	Ш	— — — —
Б	— ···	К	· — — —	С	···	Щ	— — · —
В	· — —	Л	· · —	Т	—	Ъ	— · —
Г	— — ·	М	· — · ·	У	· · —	Ы	— · — —
Д	— · ·	Н	— ·	Ф	· · — ·	Э	· · — ·
Е	· — —	О	— — —	Х	····	Ю	· · — —
Ж	··· —	П	· — — ·	Ц	— — —	Я	· — · —
З	— — · ·			Ч	— — — ·		

Цифры	Знаки	Знаки	Знаки
0	— — — — —	• (точка)	.....
1	• — — — —	,	• — — — —
2	•• — — —	:	— — — — ••
3	••• — —	+	• — • — •
4	•••• —	—	— •••• —
5	•••••	/ (черта дроби)	— — — — —
6	— ••••		
7	— — — ••		
8	— — — — ••		
9	— — — — — •		

### 165. «Физика» человека (электрические параметры)

Удельное сопротивление тканей тела, Ом·м:

мышцы . . . . .	1,5
кровь . . . . .	1,8
верхний слой кожи (сухой) . . . . .	$3,3 \cdot 10^8$
кость (без надкостницы) . . . . .	$2 \cdot 10^8$

Диэлектрическая проницаемость (относительная):

кровь . . . . .	85,5
кожа сухая . . . . .	40—50
кость (без надкостницы) . . . . .	6—10

Сопротивление тела человека от конца одной руки до конца другой (при сухой неповрежденной коже рук)\*, кОм . . . . .  $\approx 15$

Сила тока через тело человека, считающаяся безопасной, мА . . . . . до 1

Сила тока через тело человека, приводящая к серьезным поражениям организма, мА . . . . .  $\approx 100$

Безопасное электрическое напряжение (сырое помещение), В . . . . . 12

Безопасное электрическое напряжение (сухое помещение), В . . . . . 36

\* Электрическое сопротивление человеческого тела определяется в основном сопротивлением поверхностного слоя кожи (эпидермиса).

### 166. Развитие связи в СССР

	1940 г.	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1975 г.
Число телевизионных станций, шт. . . . .	2	2	275	1233	1871
в том числе программных . . . . .	2	2	82	128	—
в том числе ретрансляционных . . . . .	—	—	193	1105	—
Число установленных телевизоров, млн. шт.	400 шт.	0,015	4,8	34,8	55,2
Число установленных радиоприемников, млн. штук . . . . .	1,1	3,6	27,8	48,6	59,7
Произведено телевизоров, тыс. шт. . . . .	0,3	11,9	1726	6682	6961
Произведено радиоприемников и радиол, млн. шт. . . . .	0,18	1,07	4,16	7,81	8,38
Число телефонных аппаратов на общей телефонной сети, млн. шт.	1,7	2,3	4,3	11,0	17,4
в том числе в сельской местности . . . . .	0,2	0,2	0,5	1,5	—
Телефонизировано, %					
совхозов . . . . .	76,3	77,5	98,1	99,8	
колхозов . . . . .	9,2	21,5	97,2	99,8	
<p style="margin: 0;">Примечание. Число телефонных номеров в России в 1913 г. составляло 0,3 млн. шт.</p>					

### 167. Данные о телевизионной башне Общесоюзного телецентра им. 50-летия Октября \*

Высота башни, м . . . . .	540 **
Диаметр (у основания), м . . . . .	60
Диаметр (на высоте 63 м), м . . . . .	18
Диаметр (на высоте 327—385 м), м . . . . .	8
Амплитуда колебаний вершины башни (при обычной силе ветра), м . . . . .	0,2—0,3
Период колебания вершины телебашни, с . . . . .	12—13
Общая масса башни (вместе с фундаментом), кг . . . . .	55
Толщина стенок железобетонной башни (у основания), м . . . . .	0,5
Толщина стенок железобетонной башни (на высоте 385 м), м . . . . .	0,3
Радиус уверенного приема телепрограмм от телецентра, км . . . . .	120—130

\* Железобетонная башня Общесоюзного телецентра — самое высокое свободстоящее (т. е. без применения оттяжек) сооружение в мире.

\*\* От уровня земли до высоты 385 м башня построена из железобетона, а остальная часть (антенна) — из стальных труб.

### 168. План ГОЭЛРО

План ГОЭЛРО был первым перспективным планом восстановления и развития народного хозяйства Советской республики на основе электрификации страны. В таблице приведены основные данные, характеризующие задачи электрификации страны по плану ГОЭЛРО.

Число районных электрических станций, намеченных планом к постройке . . . . .	30
из них	
тепловых электростанций . . . . .	20
гидроэлектростанций . . . . .	10
Мощность электрических станций, которую намечалось ввести по плану, ГВт (или млн. кВт) . . . . .	1,75
из нее	
на тепловых электростанциях . . . . .	1,11
на гидроэлектростанциях . . . . .	0,64
Годовое производство электроэнергии, которое намечалось достигнуть, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч) . . . . .	8,8
Год принятия плана ГОЭЛРО . . . . .	1920

План ГОЭЛРО, рассчитанный на 10—15 лет, в основном был выполнен уже в 1931 г.

### 169. Потребление электрической энергии в народном хозяйстве СССР

В таблице приведены данные о потреблении электрической энергии тремя важными областями народного хозяйства страны: промышленностью, сельским хозяйством и транспортом.

Годы	Произведено электроэнергии, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч)	Потреблено электроэнергии, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч)		
		промышленностью	сельским хозяйством	транспортом
1928	5,0	3,4	0,04	0,3
1940	48,3	34,7	0,5	2,6
1945	43,3	31,0	0,4	1,8
1950	91,2	65,2	1,5	3,7
1955	170,2	123,6	4,0	7,1
1960	292,3	207,5	10,0	17,7
1965	506,7	349,4	21,1	37,1
1970	740,9	488	38,6	54,4
1971	800,4	520,5	45,6	58,2
1974	975,8	620,7	65,9	68,6

Примечание. В 1913 г. в России было произведено 2,0 ТВт·ч электроэнергии, из них потреблено промышленностью 1,6, сельским хозяйством—0,002 и транспортом—0,02 ТВт·ч.

### 170. Рост мощности электростанций и производства электроэнергии в СССР

Диаграмма, характеризующая рост мощности электростанций и производства электроэнергии в СССР, представлена на рисунке 19. Производство электроэнергии выражено в ТВт·ч (или млрд. кВт·ч), а мощность электростанций — в ГВт (или млн. кВт).

В 1975 г. мощность электростанций страны достигла 218 ГВт, а производство электроэнергии составило 1038 ТВт·ч (86% от этого количества электроэнергии было выработано на тепловых электростанциях, 12% — на гидравлических и 2% — на атомных).

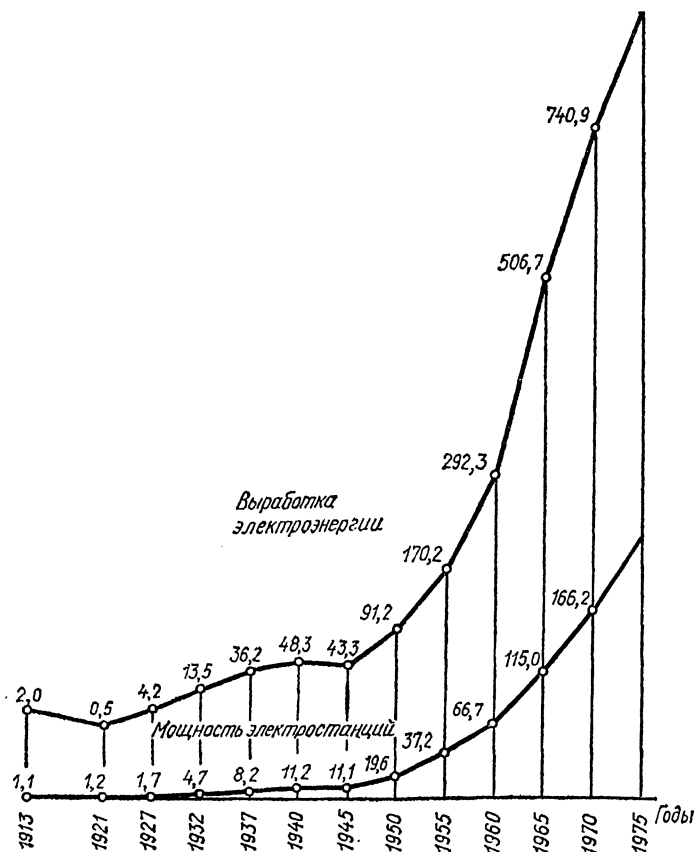


Рис. 19. Рост мощности электростанций и производства электроэнергии по годам.



### 171. Высоковольтные линии электропередачи

В таблицах приведены данные о развитии линий электропередачи в СССР и различные показатели электропередачи сверхвысокого напряжения.

Годы	Протяженность (в тыс. км) электросетей напряжением					
	35 кВ	110 кВ	154 кВ	220 и 330 кВ	400 и 500 кВ	750 и 800 кВ
1940	8,0	10,6	0,5	1,1	—	—
1950	11,9	16,5	0,5	2,5	—	—
1960	36,7	64,6	2,0	16,7	4,4	—
1965	122,3	128,1	5,1	42,5	8,3	0,5
1970	175,7	185,8	5,8	64,4	13,2	0,6
1974	227,3	232,1	7,4	83,6	18,4	1,3

К началу 1975 г. суммарная протяженность всех линий электропередачи напряжением 35—800 кВ составила 570,1 тыс. км.

На рисунке 20 показана диаграмма роста протяженности (в тыс. км) высоковольтных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

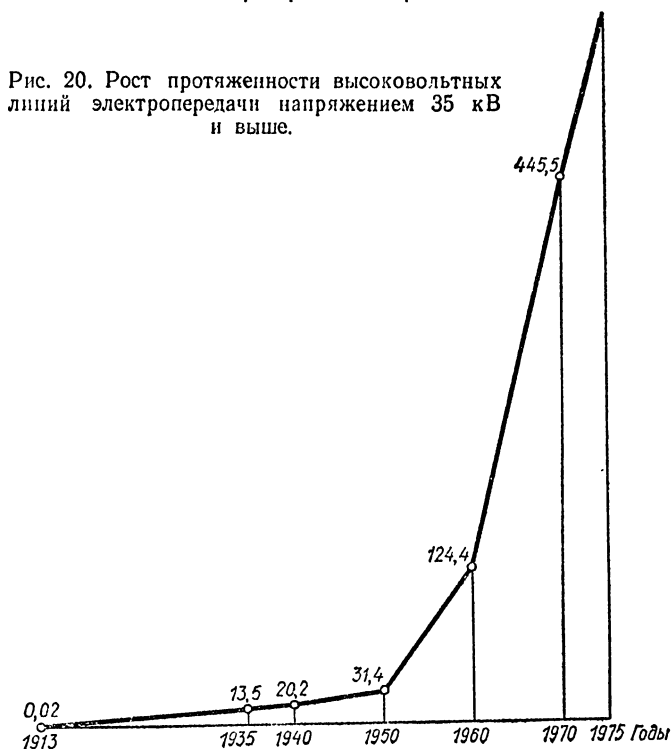


Рис. 20. Рост протяженности высоковольтных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

Некоторые показатели электропередачи Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС — Москва (I) и Волжская ГЭС им. В. И. Ленина — Москва (II)

Показатели	I	II
Напряжение линий, кВ . . . . .	500	500
Протяженность, км : . . . . .	1050	900
Число цепей линии . . . . .	2	2
Передаваемая мощность, МВт . . . . .	до 1500	до 1800

Опытно-промышленная линия электропередачи Конаковская ГРЭС—Москва протяженностью 90 км (1-я очередь) имеет напряжение 750 кВ и мощность 1,2 МВт.

Электропередача постоянного тока  
Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС — Донбасс

Напряжение линии, кВ 800 | Передаваемая мощность, МВт до 750  
Протяженность, км . . 473 | К. п. д. линии, % . . . . . 94

К началу 1976 г. установленная мощность электростанций Единой энергетической системы СССР достигла 155 ГВт (155 млн. кВт).

172. Крупнейшие гидроэлектростанции СССР

Показатели	Днепровская ГЭС им. В. И. Ленина*	Волжская ГЭС им. В. И. Ленина	Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС	Нурекская ГЭС	Братская ГЭС им. 50-летия Великого Октября	Красноярская ГЭС им. 50-летия СССР
Мощность станции, МВт	648	2300	2530	2700	4100	6000
Мощность одного гидротурбогенератора, МВт	72	115	115	300	225; 250	500
Мощность одной турбины, МВт	80	118	118	310	230; 255	508
Расход воды через турбину, м <sup>3</sup> /с	237	713	713	155	257	600
Число турбин	9	20	22	9**	18***	12
Выработка электроэнергии в год, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч)	3	10,8	11,5	11,8	22,6	20
Длина бетонной плотины, км	0,76	1,0	1,5	0,73	1,4	1,0
Высота плотины, м	62,5	45	44	310	126	120
Расчетный напор воды, м	36,3	19	19	230	96	93

\* Данные приведены для Днепрогэс-1. В настоящее время ведется сооружение второй очереди станции—Днепрогэс-2. На ней будет установлено 8 гидроагрегатов мощностью по 103,5 МВт каждый.

\*\* К 1976 г. введено в эксплуатацию 3 гидротурбины.

\*\*\* Из них 16 турбин мощностью по 230 МВт каждая.

### 173. Крупнейшие гидроэлектростанции мира

Название ГЭС	Река, на которой работает ГЭС	Год пуска первого агрегата	Мощность ГЭС, ГВт (или млн. кВт)
Красноярская им. 50-летия СССР . . . . .	Енисей, СССР	1967	6,0
Братская им. 50-летия Великого Октября . . . . .	Ангара, СССР	1961	4,1
Джон-Дей . . . . .	Колумбия, США	1968	2,7
Волжская им. XXII съезда КПСС . . . . .	Волга, СССР	1958	2,53
Волжская им. В. И. Ленина . . . . .	Волга, СССР	1955	2,3
Грэнд-Кули . . . . .	Колумбия, США	1941	1,97
Роберт-Мозес . . . . .	Св. Лаврентия, США	1959	1,74

### 174. Саяно-Шушенская ГЭС (в строительстве)

Мощность ГЭС, ГВт (или млн. кВт) . . . . .	6,4
Выработка электроэнергии в год, ТВт·ч (или млрд. кВт·ч) . . . . .	23,5
Число гидроагрегатов . . . . .	10
Мощность одного гидроагрегата, МВт . . . . .	640
Расход воды через турбину, м <sup>3</sup> /с . . . . .	374
Максимальный напор воды, м . . . . .	220
Расчетный напор воды, м . . . . .	194
Диаметр роторного колеса турбины, м . . . . .	6,5
Высота плотины, м . . . . .	237
Длина плотины, м . . . . .	1000
Вместимость водохранилища, млрд. м <sup>3</sup> . . . . .	31,3

Станция сооружается в верхнем течении р. Енисей, недалеко от села Шушенское, где с мая 1897 по январь 1900 г. находился в ссылке В. И. Ленин.

Первые гидроагрегаты на Саяно-Шушенской ГЭС будут введены в действие в текущей пятилетке.

### 175. Современные турбогенераторы большой мощности

Показатели	Турбогенераторы мощностью			
	200 МВт	300 МВт	500 МВт	800 МВт *
Напряжение, кВ . . . . .	15,75	20	20	24
Частота вращения ротора, с <sup>-1</sup> (об/с) . . . . .	50	50	50	50
мин <sup>-1</sup> (об/мин) . . . . .	3000	3000	3000	3000
К. п. д. турбогенератора, % . . . . .	98,7	98,7	98,6	98,8
Охлаждение . . . . .	водородное	водородное	водородно-водяное	водородно-водяное
Масса турбогенератора, т	308	350	384	526
Коэффициент мощности (cos φ) . . . . .	0,85	0,85	0,85	0,9
Длина турбогенератора с возбудителем, м . . . . .	13,9	15,5	17,3	20,4

Примечание. Данные о паровых турбинах, вращающих роторы электрических турбогенераторов, см. в табл. 135.

\* В 1976 г. в СССР изготовлен уникальный турбогенератор мощностью 1200 МВт.

### 176. Современные гидрогенераторы большой мощности

Показатели	Где установлен гидрогенератор		
	Вельские ГЭС им. В. И. Ленина и им. XXII съезда КПСС	Братская ГЭС им. 50-летия Великого Октября	Красноярская ГЭС им. 50-летия СССР
Мощность генератора, МВт (или тыс. кВт) . . . . .	115	225	500
Напряжение, В . . . . .	13 800	15 750	15 750
Частота вращения ротора, с <sup>-1</sup> (об/с) . . . . .	1,1	2,1	1,6
мин <sup>-1</sup> (об/мин) . . . . .	68,2	125	93,8
Диаметр генератора, м . . . . .	17,4	13,6	19,1
Коэффициент полезного действия генератора, % . . . . .	97,3	98,2	98,25
Масса генератора, т . . . . .	1650	1310	1650

Примечание. Данные о гидротурбинах, с которыми работают указанные в таблице генераторы, см. в табл. 69.

### 177. Современные электровозы

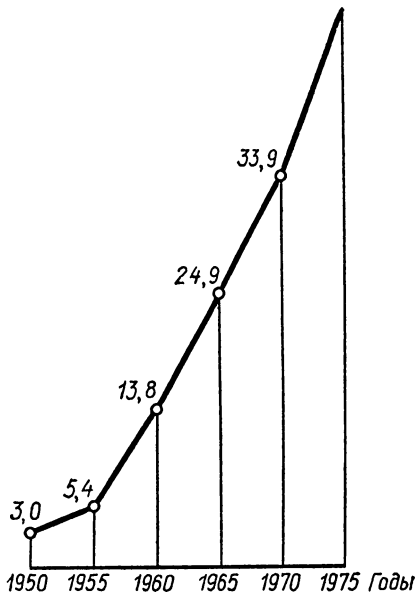
Показатели	Электровоз постоянного тока		Электровоз переменного тока	
	ВЛ8	ВЛ10	ВЛ60К	ВЛ80К
Напряжение контактной сети, кВ . . . . .	3	3	25	25
Число тяговых электродвигателей электровоза	8	8	6	8
Мощность одного тягового электродвигателя, кВт	525	650	775	790
Тяга электровоза, кН . .	346	387	310	462
кгс . .	35 300	39 500	32 000	47 100
Скорость при указанной тяге, км/ч . . . . .	43	47	52	52
Наибольшая скорость электровоза, км/ч . . . . .	100	100	100	110

### 178. Рост протяженности электрифицированных железных дорог в СССР

Годы	Протяженность электрифицированных железнодорожных линий, тыс. км	Годы	Протяженность электрифицированных железнодорожных линий, тыс. км
1917	—	1971	35,0
1922	—	1972	36,2
1932	0,06	1973	37,2
1937	1,6	1974	38,1
1940	1,9	1975	38,8
1945	2,0		

Диаграмма роста протяженности электрифицированных железнодорожных линий (в тыс. км) приведена на рисунке 2А.

Рис. 21. Рост протяженности электрифицированных железнодорожных линий.



В десятой пятилетке будет электрифицировано 2,5 тыс. км железных дорог.

#### 179. Развитие электрификации страны в десятой пятилетке

Производство электроэнергии в 1980 г., ТВт·ч (или млрд. кВт·ч) . . . . .	1340—1380
Рост мощности электростанций за пятилетку, ГВт (или млн. кВт) . . . . .	67—70
в том числе на атомных электростанциях . . . . .	13—15
» » » » гидравлических электростанциях . . . . .	≈ 14
Потребление электроэнергии сельским хозяйством в 1980 г., ТВт·ч . . . . .	130
Рост протяженности электрифицированных железнодорожных линий за пятилетку, тыс. км . . . . .	2,5

Решения XXV съезда КПСС предусматривают строительство в десятой пятилетке тепловых электростанций мощностью 4—6 ГВт с установкой энергетических блоков единичной мощностью 500 и 800 МВт, более широкое применение для производства электроэнергии дешевого твердого топлива; сооружение атомных электростанций с реакторами единичной мощностью 1,0—1,5 ГВт, ускорение строительства и освоения реакторов на быстрых нейтронах; сооружение преимущественно крупных гидроузлов, позволяющих комплексно решать задачи производства электроэнергии, орошения земель, развития судоходства и др.

Намечено завершить строительство Усть-Илимской (мощностью 4,32 ГВт), Нурекской (2,7 ГВт), Ингурской (1,3 ГВт), Зейской (1,29 ГВт) гидроэлектростанций; ввести в действие первые агрегаты на Саяно-Шушенской, Днестровской, Колымской ГЭС, Экибастузской ГРЭС и других электростанциях, в том числе атомных; ввести мощности на Чебоксарской и Нижнекамской ГЭС, Рязанской, Ставропольской, Марьинской ГРЭС и на других электростанциях; развернуть строительство Зуевской, Чигиринской, Пермской тепловых электростанций, Бурейской, Курпсайской гидроэлектростанций; начать сооружение второй Экибастузской ГРЭС, Богучанской, Шульбинской, Рогунской ГЭС и других электростанций. Мощность Костромской ГРЭС намечено увеличить до 3,6 ГВт, а Рефтинской ГРЭС—до 3,3 ГВт.

Будут продолжены 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.

#### 180. Коэффициенты полезного действия различных электрических приборов, устройств, машин и сооружений, %

Электростригальная машинка МС-200 . . . . .	≈ 13
Электроплитка с открытым нагревательным элементом . .	≈ 50
Электроплитка с закрытым нагревательным элементом . .	≈ 65
Электрочайник с нагревательным элементом, расположенным под его дном . . . . .	≈ 65
Электрический ветроагрегат ВЭ-2М . . . . .	65
Электродвигатель . . . . .	82—98
Электровоз постоянного тока . . . . .	≈ 85
Электрочайник с трубчатым герметическим нагревательным элементом . . . . .	≈ 86
Гидроэлектростанция большой мощности . . . . .	≈ 89
Гидрогенератор мощностью 120 кВт . . . . .	≈ 90
Линия электропередачи Волжская ГЭС им. В. И. Ленина—Москва . . . . .	≈ 92,3
Трансформатор большой мощности . . . . .	≈ 98
Гидрогенератор мощностью 500 МВт . . . . .	98,2
Турбогенератор мощностью 800 МВт . . . . .	98,8

## ОПТИКА

### 181. Показатель преломления $n$ некоторых веществ для длины волны 589 нм (желтая линия)

Вещество	n	Вещество	n
<i>Газы и водяной пар</i>		<i>Твердые тела</i>	
Азот	1,000298	Алмаз	2,42
Водород	1,000132	Железо *	1,63
Водяной пар	1,000255	Золото *	0,37
Воздух	1,000292	Каменная соль	1,54
Кислород	1,000271	Лед (в интервале температур от 0 до $-4^{\circ}\text{C}$ )	1,31
<i>Жидкости</i>		Медь *	2,06
Ацетон	1,36	Натрий *	0,005
Бензин	1,38—1,41	Сахар	1,56
Вода	1,33	Серебро *	0,18
Глицерин	1,47	Стекло **	1,5—1,9
Спирт метиловый	1,33	Янтарь	1,55
Эфир	1,35		

Примечание. Значения показателей преломления для жидких и твердых тел указаны при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , а для газов и водяного пара — при нормальных условиях ( $t=0^{\circ}\text{C}$ ,  $p=101\,325\text{ Па}$ ).

\* Металлы для света непрозрачны. Однако тончайшие металлические пленки пропускают свет.

\*\* Показатель преломления стекла зависит от его состава (сорта). При увеличении в стекле содержания свинца показатель преломления возрастает. Для большинства обычных сортов стекла показатель преломления несколько превышает 1,5.

### 182. Показатель преломления для световых волн различной длины

В таблице приведены значения показателей преломления воды и стекла в зависимости от длин волн видимого излучения.

Вещество	Показатель преломления при длинах волн			
	759,0 нм (красный цвет)	589,3 нм (желтый цвет)	486,0 нм (голубой цвет)	397,0 нм (фиолетовый цвет)
Вода	1,329	1,333	1,337	1,344
Стекло (легкий крон)	1,510	1,515	1,521	1,531



183. Показатель преломления  $n$  воды при различной температуре  $t$

$t, ^\circ\text{C}$	$n$	$t, ^\circ\text{C}$	$n$	$t, ^\circ\text{C}$	$n$
0	1,3339	40	1,3306	80	1,3229
10	1,3337	50	1,3289	90	1,3205
20	1,3330	60	1,3272	100	1,3178
30	1,3319	70	1,3251		

184. Предельные углы полного отражения

Алмаз . . . . .	24°	Спирт . . . . .	47°
Бензин . . . . .	45°	Стекло различных	
Вода . . . . .	49°	сортов . . . . .	30—42°
Глицерин . . . . .	43°	Эфир . . . . .	47°

185. Зеркальное отражение света различными поверхностями \*

Серебро . . . . .	93	Сталь . . . . .	57
Алюминий . . . . .	89	Алмаз . . . . .	17
Зеркало (отражающий		Стекло (показатель прелом-	
слой—пленка серебра) . .	88	ления 1,7) . . . . .	7
Ртуть . . . . .	73	Стекло (показатель прелом-	
Зеркало (отражающий		ления 1,5) . . . . .	4
слой—амальгама ртути) 71		Вода . . . . .	2

\* Числа показывают, какая часть света (в %) отражается различными полированными поверхностями при нормальном падении света.

186. Рассеянное отражение света различными поверхностями \*

Поверхность, покрытая		Снег . . . . .	85
окисью магния . . . . .	98	Стена белая оштукату-	
Бумага белая, мелован-		ренная . . . . .	70
ная . . . . .	85	Кожа человека . . . . .	35
Бумага белая, обычная	60—70	Обои серые . . . . .	20
Бумага желтая, голубая	25	Сукно черное . . . . .	2
Бумага черная . . . . .	5	Бархат черный . . . . .	0,5

\* Числа показывают, какая часть белого света (в %) отражается различными поверхностями.

### 187. Сила света некоторых источников (средние значения)

Источник света	Сила света, кд
Солнце . . . . .	$3 \cdot 10^{27}$
Военный прожектор . . . . .	$8 \cdot 10^8 - 1,2 \cdot 10^9$ *
Морской маяк . . . . .	$10^5 - 10^7$
Осветительная бомба . . . . .	$5 \cdot 10^5 - 10^6$
Электрическая дуга . . . . .	$10^3 - 10^5$
Фара автомобиля «Волга»	
дальний свет . . . . .	12 000
ближний свет . . . . .	5 000
Фара велосипеда . . . . .	60
Лампа накаливания мощностью 60 Вт . . . . .	51
Керосиновая лампа . . . . .	1—10
Лампочка карманного фонаря . . . . .	0,5—3,0
Свеча (стеариновая), пламя спички . . . . .	0,5—2
Светлячок . . . . .	0,01—0,001

\* Прожектор силой света 1—2 млрд. кд создает на расстоянии 5 км освещенность примерно 15—25 лк.

### 188. Сила света электрических ламп накаливания

Мощность лампы, Вт	15	25	40	60	100	150	300	500	1000
Сила света, кд	10	18	30	51	103	173	388	695	1530

### 189. Нормы освещенности в помещениях

В таблице приведены нормы освещенности, которых следует придерживаться при применении для освещения помещений электрических ламп накаливания.

	Норма освещенности, лк	Поверхность, к которой относится норма освещенности
Школьные классы, учебные кабинеты . . . . .	150	На уровне 0,8 м от пола
Кабинеты черчения, рисования	200	То же
Читальные залы школьных библиотек . . . . .	100	То же
Классные доски . . . . .	150	Вертикальная плоскость

	Норма освещенности, лк	Поверхность, к которой относится норма освещенности
Живые уголки в школах . . . . .	150	На уровне 0,8 м от пола
Пионерские комнаты . . . . .	150	То же
Вестибюли и гардеробные в школах . . . . .	50	На полу
Школьные мастерские по обработке дерева, кабинеты домоводства . . . . .	150	На уровне 0,8 м от пола
Жилые комнаты в интернатах	50	То же

### 190. Примерные значения освещенности в различных случаях, лк

В помещении вблизи окна в яркий солнечный день	1000
В помещении вблизи окна в пасмурный день	100
На экране кинотеатра . . . . .	50—100
В полночь ленинградской белой ночи . . . . .	1
Ночью от полной Луны на Земле . . . . .	0,25

### 191. Излучение Солнца

Мощность излучения Солнца, Вт . . . . .	$3,86 \cdot 10^{26}$
Ежесекундное уменьшение массы Солнца вследствие излучения, кг . . . . .	$4 \cdot 10^9$
Мощность излучения Солнца, падающего на Землю, Вт . . . . .	$2,1 \cdot 10^{18}$
Солнечная постоянная *, Вт/м <sup>2</sup> (кал/(см <sup>2</sup> ·мин)) . . . . .	$\approx 1400 (\approx 2,0)$
Диапазоны длин волн солнечного излучения, пропускаемые на Землю атмосферой . . . . .	от 290 нм до 24 мкм и от 8 мм до 20 м
Глубина проникновения красных лучей через кожные покровы и мышцы человека, см . . . . .	5—6
Глубина проникновения ультрафиолетовых лучей через кожные покровы человека, мм . . . . .	0,2—0,5

\* Солнечной постоянной называют количество энергии Солнца, падающей в течение 1 с на площадку в 1 м<sup>2</sup>, поставленную на границе атмосферы перпендикулярно к солнечным лучам.

## 192. Интервалы длин волн и частот и соответствующие им цвета видимой части спектра \*

Цвет спектра	Длина волны, нм	Частота, ТГц	Число волн, укладываемых на длине в 1 мм
Красный	760—620	395—483	1316—1610
Оранжевый	620—590	483—508	1610—1695
Желтый	590—560	508—536	1695—1786
Зеленый	560—500	536—600	1786—2000
Голубой	500—480	600—625	2000—2083
Синий	480—450	625—666	2083—2222
Фиолетовый	450—380	666—789	2222—2632

\* Область видимой части спектра заключена в границах волн приблизительно от 760 до 380 нм. Границы цветов спектра также определяются лишь условно.

## 193. Энергия одного кванта (фотона) видимого излучения различной частоты

Длина волны, нм	Частота, ТГц	Цвет лучей	Энергия одного кванта	
			$10^{-18}$ Дж	эВ
760	395	Темно-красный	0,26	1,6
620	483	Красный	0,32	2,0
590	508	Оранжевый	0,34	2,1
560	536	Желтый	0,36	2,2
500	600	Зеленый	0,40	2,5
480	625	Голубой	0,41	2,6
450	666	Синий	0,44	2,7
380	789	Фиолетовый	0,52	3,3

Для сравнения. 1. Молекула воды, падая с высоты 135-метрового водопада, приобретает кинетическую энергию, равную 0,25 мэВ (0,00025 эВ).

2. Средняя кинетическая энергия молекулы газа при температуре 18° С равна 25 мэВ (0,025 эВ).

## 194. Инфракрасное излучение

Интервал длин волн, занимаемый инфракрасным излучением . . .	примерно от 0,002 м до 760 нм
Интервал частот инфракрасного излучения . . . . .	примерно от 150 ТГц до 400 ТГц
Энергия одного кванта (фотона) инфракрасного излучения при длине волны 760 нм, аДж (эВ)	≈ 0,26 (≈ 1,6)
Энергия одного кванта (фотона) инфракрасного излучения при длине волны 2 мм, аДж (эВ) . .	≈ 10 <sup>-4</sup> (≈ 0,6·10 <sup>-3</sup> )

### 195. Ультрафиолетовое излучение

Интервал длин волн, занимаемый ультрафиолетовым излучением	примерно от 380 до 3 нм
Интервал частот ультрафиолетового излучения . . . . .	примерно от $8,0$ до $10^9$ ТГц
Энергия одного кванта (фотона) ультрафиолетового излучения при длине волны 3 нм, Дж (эВ)	$\approx 6,6 \cdot 10^{-17}$ ( $\approx 4,1 \cdot 10^2$ )
Энергия одного кванта (фотона) ультрафиолетового излучения при длине волны 380 нм, Дж (эВ)	$\approx 5,3 \cdot 10^{-19}$ ( $\approx 3,3$ )

### 196. Рентгеновское излучение

Интервал длин волн, занимаемый рентгеновским излучением . . .	примерно от 10 до 0,001 нм
Интервал частот рентгеновского излучения . . . . .	примерно от $3 \cdot 10^4$ до $10^9$ ТГц
Энергия одного кванта (фотона) рентгеновского излучения при длине волны 10 нм, Дж (эВ) . .	$\approx 2,0 \cdot 10^{-17}$ ( $\approx 1,2 \cdot 10^2$ )
Энергия одного кванта (фотона) рентгеновского излучения при длине волны 0,001 нм, Дж (эВ)	$\approx 2,0 \cdot 10^{-13}$ ( $\approx 12,5 \cdot 10^5$ )

### 197. Массы фотонов

В таблице приведены массы фотонов, соответствующие различным частотам электромагнитного излучения. Масса покоя электрона принята равной  $m_e \approx 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

	Частота, ТГц	Масса фотона	
		кг	в массах электрона
Граница инфракрасного и видимого излучения . . . . .	400	$2,9 \cdot 10^{-36}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$
Видимая часть спектра (лучи зеленого цвета) . . . . .	600	$4,4 \cdot 10^{-36}$	$4,7 \cdot 10^{-6}$
Граница видимого и ультрафиолетового излучения . . . . .	790	$5,6 \cdot 10^{-36}$	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Ультрафиолетовое излучение . .	$10^5$	$7,3 \cdot 10^{-34}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$
Рентгеновское излучение . . . .	$3 \cdot 10^6$	$2,2 \cdot 10^{-31}$	0,24
Гамма-излучение . . . . .	$3 \cdot 10^9$	$2,2 \cdot 10^{-30}$	2,4

### 198. Импульсы фотонов

Вид излучения	Частота, ТГц	Импульс, кг·м/с
Граница инфракрасного и видимого излучения . . . . .	400	$8,7 \cdot 10^{-28}$
Видимая часть спектра (лучи зеленого цвета) . . . . .	600	$1,3 \cdot 10^{-27}$
Граница видимого и ультрафиолетового излучения . . . . .	790	$1,7 \cdot 10^{-27}$
Ультрафиолетовое излучение . . . . .	$10^5$	$2,2 \cdot 10^{-25}$
Рентгеновское излучение . . . . .	$3 \cdot 10^6$	$6,6 \cdot 10^{-23}$
Гамма-излучение . . . . .	$3 \cdot 10^8$	$6,6 \cdot 10^{-21}$

### 199. Шкала электромагнитных излучений \*

Название диапазона волн	Примерный диапазон длин волн		Диапазон частот, Гц
	м	другие единицы длины	
Низкочастотные электрические колебания	$\infty - 10^5$	$\infty - 100$ км	$0 - 3 \cdot 10^3$
Радиоволны **	$10^5 - 10^{-3}$	100 км—1 мм	$3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^{11}$
Инфракрасное излучение	$2 \cdot 10^{-3} - 76 \cdot 10^{-8}$	2 мм—760 нм	$1,5 \cdot 10^{11} - 4,0 \cdot 10^{14}$
Видимое излучение	$76 \cdot 10^{-8} - 38 \cdot 10^{-8}$	760—380 нм	$4,0 \cdot 10^{14} - 8,0 \cdot 10^{14}$
Ультрафиолетовое излучение	$38 \cdot 10^{-8} - 3 \cdot 10^{-9}$	380—3 нм	$8,0 \cdot 10^{14} - 10^{17}$
Рентгеновское излучение	$10^{-8} - 10^{-12}$	10 нм—1 пм	$3 \cdot 10^{16} - 3 \cdot 20^{20}$
Гамма-излучение	$10^{-11}$ и менее	10 пм и менее	$3 \cdot 10^{19}$ и выше

\* Различные виды электромагнитного излучения отличаются лишь длиной волны (или, что то же самое, частотой). В зависимости от длины волны (частоты) меняются свойства волн, их действия, способы получения и названия отдельных участков.

\*\* См. табл. 163.

Шкала электромагнитных излучений графически представлена на рисунке 22.

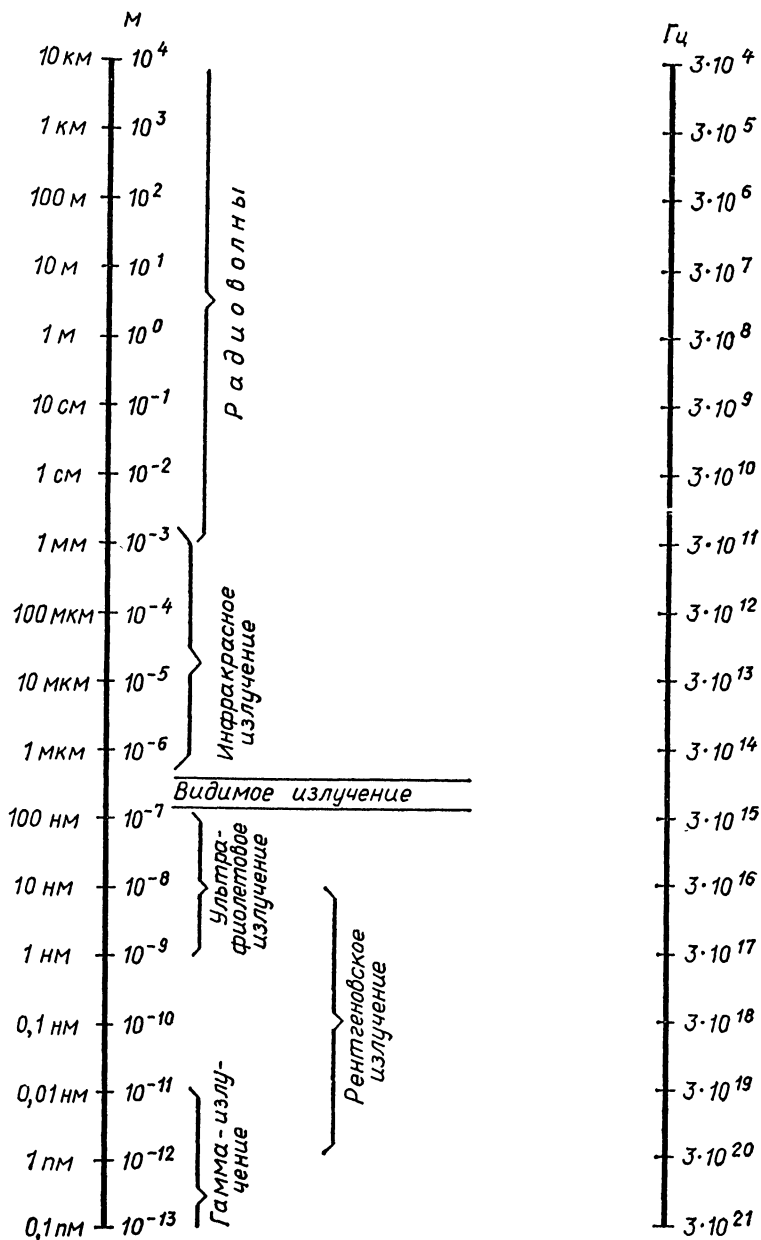


Рис. 22. Шкала электромагнитных излучений. На левой шкале указаны длины волн, на правой — соответствующие им частоты колебаний.

## 200. Красная граница фотоэффекта, нм

Барий . . . . .	484	Рубидий . . . . .	573
Вольфрам . . . . .	272	Серебро . . . . .	260
Калий . . . . .	550	Сурьма . . . . .	310
Литий . . . . .	500	Сурьмяно-цези-	
Медь . . . . .	270	евый катод . . . . .	670
Ртуть . . . . .	260	Цезий . . . . .	620
		Цинк . . . . .	290

## 201. Дополнительные цвета спектра

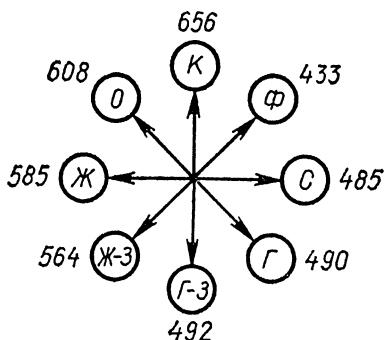


Рис. 23. Пары дополнительных цветов, дающих при смешении белый цвет.

Существуют цвета, которые при смешении дают в глазу ощущение белого цвета. Такие цвета получили название *дополнительных*. На рисунке 23 схематически показано несколько пар дополнительных цветов. Цифры указывают длины волн в нанометрах, а буквы — цвета: К — красный, О — оранжевый, Ж — желтый, Ф — фиолетовый, С — синий, Г — голубой, Г-З — голубовато-зеленый. Каждая пара дополнительных цветов соединена прямой.

## 202. Чувствительность глаза человека к белому свету

Наименьшая световая энергия, которую способен воспринимать привыкший к темноте («адаптированный») глаз*, аДж	$\approx 10^{-17}$
Наименьший световой поток**, падающий на площадь зрачка, воспринимаемый привыкшим к темноте глазом, аВт	$\approx 20$
Максимальный световой поток, падающий на площадь зрачка глаза, который может восприниматься глазом безболезненно, мкВт	$\approx 20$
Наименьшая освещенность, воспринимаемая привыкшим к темноте глазом, лк	$10^{-9}$
Наименьшая освещенность, при которой глаз, привыкший к темноте, отличает белую поверхность от черной, лк	$10^{-6}$
Высота полета самолета, с которой летчик в ясную безлунную ночь может видеть свет свечи, км	4—9

\* Привыкший к темноте глаз — самый чувствительный в природе световой прибор, он способен воспринимать световую энергию (при длине волны 500 нм), равную энергии нескольких фотонов (от 2 до 8 по данным различных исследователей).

\*\* Этот световой поток соответствует энергии нескольких десятков фотонов в 1 с.



### 203. Чувствительность глаза человека к световым волнам различной длины

В таблице приводится характеристика спектральной чувствительности глаза человека при дневном освещении. В графе «Чувствительность глаза» числа показывают, какую часть от наибольшей чувствительности (равной 1) составляет чувствительность глаза при данной длине волны.

Длина волны, нм	Чувствительность глаза	Длина волны, нм	Чувствительность глаза
400	0,0004	560	0,995
430	0,0116	590	0,757
460	0,060	620	0,381
490	0,208	650	0,107
520	0,710	680	0,017
550	0,995	710	0,0021
555	1,000	760	0,0006

Примечание. Наибольшей чувствительностью глаз обладает к длине волны 555 нм (зелено-желтый цвет). Чувствительность глаза для более длинных и для более коротких световых волн резко снижается. Поэтому несколько источников, дающих свет различного цвета, будут восприниматься глазом как имеющие разную силу света. Например, чтобы источник, дающий излучение красного цвета, казался глазу такой же силы, как и дающий излучение зелено-желтого цвета, необходимо, чтобы его мощность в 20 000 раз превышала мощность источника зелено-желтого цвета.

### 204. «Физика» человека (оптические параметры)

Длительность сохранения глазом возникшего зрительного ощущения, с . . . . .	0,14
Диаметр глазного яблока взрослого человека, мм . . . . .	24—25
Расстояние между зрачками глаз («база глаз») у взрослого человека, мм . . . . .	54—72
Толщина склеры, мм . . . . .	0,4—1,0
Толщина сосудистой оболочки, мм . . . . .	до 0,35
Толщина сетчатки, мм . . . . .	0,1—0,4
Диаметр хрусталика, мм . . . . .	8—10
Наибольшая толщина хрусталика, мм . . . . .	3,7—4,0
Показатель преломления хрусталика . . . . .	≈ 1,4
Фокусное расстояние хрусталика, мм . . . . .	≈ 70
Оптическая сила хрусталика (у молодых людей), дптр . . . . .	от ≈ 19 до ≈ 33
Показатель преломления водянистой и студенистой влаги . . . . .	1,34
Давление прозрачной жидкости, заполняющей глаз (внутриглазное давление), кПа (мм. рт. ст.) . . . . .	≈ 104 (≈ 780)

Диаметр зрачка, мм	
при больших (дневных) освещенностях . . . . .	2—3
при малых освещенностях (0,01 лк) . . . . .	6—8
Размеры слепого пятна (форма овальная), мм . . . . .	1,5×2,0
Число палочек в сетчатке глаза, млн . . . . .	≈ 130
Число колбочек в сетчатке глаза, млн. . . . .	≈ 7
Длина волны света, к которой глаз наиболее чувствителен, нм . . . . .	555 (желто-зеленые лучи)
Оптическая сила всего глаза, дптр . . . . .	≈ 60
Поле зрения неподвижного глаза	
по горизонтали . . . . .	ок. 160
по вертикали . . . . .	ок. 130
Минимальный размер изображения предмета на сетчатке, при котором две точки предмета воспринимаются раздельно, мм . . . . .	0,002

## АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО

### 205. Массы атомов некоторых химических элементов

Атом	Масса атома		Атом	Масса атома	
	10 <sup>-27</sup> кг	а. е. м *		10 <sup>-27</sup> кг	а. е. м
Азот	23,2	14,0067	Олово	197	118,69
Алюминий	44,8	26,9815	Платина	324	195,09
Водород	1,67	1,0079	Ртуть	333	200,59
Вольфрам	305	183,85	Свинец	334	207,2
Гелий	6,64	4,0026	Сера	53,2	32,06
Железо	92,8	55,847	Серебро	179	107,868
Золото	327	196,9665	Углерод	19,9	12,011
Калий	64,9	39,098	Уран	395	233,029
Кальций	66,5	40,08	Фосфор	51,4	30,97376
Кислород	26,6	15,9994	Хлор	58,9	35,453
Медь	105	63,546	Цинк	109	65,33
Натрий	38,1	22,98977			

Примечание. Массы атомов всех химических элементов см. в т.бл. 208.

\* Атомная единица массы (а. е. м.) является единицей атомных масс химических элементов. 1 а. е. м. равна  $1/12$  массы изотопа углерода-12

## 206. Размеры атомов

Линейные размеры атома *, см (нм) . . . . .	$\approx 10^{-8}$ ( $\approx 0,1$ )
Радиус простейшего атома—атома водорода **, см (нм) . . . . .	$0,53 \cdot 10^{-8}$ (0,053)
Радиус атома гелия, см (нм) . . . . .	$1,05 \cdot 10^{-8}$ (0,105)
Радиус атома урана, см (нм) . . . . .	$1,5 \cdot 10^{-8}$ (0,15)
Число атомов, которые можно «уложить» вплотную друг к другу на отрезке в 1 мм . . . . .	$\approx 10\,000\,000$
Объем, занимаемый атомом, см <sup>3</sup> . . . . .	порядка $10^{-24}$
Число атомов железа, содержащихся в булавочной головке . . . . .	примерно $10^{19}$
Линейные размеры ядра атома, см . . . . .	порядка $10^{-13}$ — $10^{-12}$
Отношение радиуса атома к радиусу ядра атома (в среднем) . . . . .	$\approx 100\,000$
Радиус ядра гелия, см (фм) . . . . .	$2 \cdot 10^{-13}$ — $3 \cdot 10^{-13}$ (2—3)
Радиус ядра урана, см (фм) . . . . .	$8,5 \cdot 10^{-13}$ (8,5)
Объем ядра, см <sup>3</sup> . . . . .	$10^{-39}$ — $10^{-36}$
Число атомных ядер, которые можно «уложить» вплотную друг к другу на отрезке 1 мм . . . . .	$\approx 1\,000\,000\,000\,000$
Расстояние между атомами в твердом теле, см (нм) . . . . .	порядка $10^{-8}$ (0,1)

\* Линейные размеры атома определяются линейными размерами его электронной оболочки.

\*\* Радиус атома водорода равен радиусу траектории движения электрона в атоме, т. е. радиусу первой электронной орбиты в атоме водорода.

## 207. Естественная радиоактивность

В состав радиоактивного излучения входят  $\alpha$ -лучи (поток альфа-частиц—атомных ядер гелия),  $\beta$ -лучи (поток электронов или позитронов) и  $\gamma$ -лучи (поток фотонов высокой частоты—порядка  $10^8$  ТГц).

	$\alpha$ -лучи	$\beta$ -лучи	$\gamma$ -лучи
Скорость частиц, вылетающих из ядер радиоактивных веществ, км/с . . . . .	14 000—20 000	160 000 *	300 000
Энергия частицы, МэВ . . . . .	4—9	От сотых долей до 1—2	0,2—3

\* Указана средняя скорость, так как  $\beta$ -излучение содержит потоки заряженных частиц со всевозможными скоростями—от скорости, близкой к нулю, до скорости, близкой к скорости света.

## 208. Периодическая система элементов

ПЕРИ- ОДЫ	I				
1		II	III	IV	V
2	<b>3 Li</b> 6,941 ЛИТИЙ	<b>4 Be</b> 9,01218 БЕРИЛЛИЙ	<b>5 B</b> 10,81 БОР	<b>6 C</b> 12,01 УГЛЕРОД	<b>7 N</b> 14,0067 АЗОТ
3	<b>11 Na</b> 22,98977 НАТРИЙ	<b>12 Mg</b> 24,305 МАГНИЙ	<b>13 Al</b> 26,98154 АЛЮМИНИЙ	<b>14 Si</b> 28,086 КРЕМНИЙ	<b>15 P</b> 30,97376 ФОСФОР
4	<b>19 K</b> 39,098 КАЛИЙ	<b>20 Ca</b> 40,08 КАЛЬЦИЙ	<b>21 Sc</b> 44,9559 СКАНДИЙ	<b>22 Ti</b> 47,90 ТИТАН	<b>23 V</b> 50,9414 ВАНАДИЙ
	<b>29 Cu</b> 63,546 МЕДЬ	<b>30 Zn</b> 65,38 ЦИНК	<b>31 Ga</b> 69,72 ГАЛЛИЙ	<b>32 Ge</b> 72,59 ГЕРМАНИЙ	<b>33 As</b> 74,9216 МЫШЬЯК
5	<b>37 Rb</b> 85,4678 РУБИДИЙ	<b>38 Sr</b> 87,62 СТРОНЦИЙ	<b>39 Y</b> 88,9059 ИТТРИЙ	<b>40 Zr</b> 91,22 ЦИРКОНИЙ	<b>41 Nb</b> 92,9064 НИОБИЙ
	<b>47 Ag</b> 107,866 СЕРЕБРО	<b>48 Cd</b> 112,40 КАДМИЙ	<b>49 In</b> 114,82 ИНДИЙ	<b>50 Sn</b> 118,69 ОЛОВО	<b>51 Sb</b> 121,75 СУРЬМА
6	<b>55 Cs</b> 132,9054 ЦЕЗИЙ	<b>56 Ba</b> 137,34 БАРИЙ	<b>57 La*</b> 138,9055 ЛАНТАН	<b>72 Hf</b> 178,49 ГАФНИЙ	<b>73 Ta</b> 180,9479 ТАНТАЛ
	<b>79 Au</b> 196,9665 ЗОЛОТО	<b>80 Hg</b> 200,59 РУТУТЬ	<b>81 Tl</b> 204,37 ТАЛЛИЙ	<b>82 Pb</b> 207,2 СВИНЕЦ	<b>83 Bi</b> 208,9804 ВИСМУТ
7	<b>87 Fr</b> [223] ФРАНЦИЙ	<b>88 Ra</b> 226,0254 РАДИЙ	<b>89 Ac**</b> [227] АКТИНИЙ	<b>104 Ku</b> [261] КУРЧАТОВИЙ	<b>105(Ns)</b> (НИЛЬСБОРИЙ)

\* Л А Н Т А

<b>58 Ce</b> 140,12 ЦЕРИЙ	<b>59 Pr</b> 140,9077 ПРАЗЕОДИМ	<b>60 Nd</b> 144,24 НЕОДИМ	<b>61 Pm</b> [145] ПРОМЕТИЙ	<b>62 Sm</b> 150,4 САМАРИЙ	<b>63 Eu</b> 151,96 ЕВРОПИЙ	<b>64 Gd</b> 157,25 ГАДОЛИНИЙ
---------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

\*\* А К Т И

<b>90 Th</b> 232,0381 ТОРИЙ	<b>91 Pa</b> 231,0359 ПРОТАКТИНИЙ	<b>92 U</b> 238,029 УРАН	<b>93 Np</b> 237,0482 НЕПУНИЙ	<b>94 Pu</b> [244] ПЛУТОНИЙ	<b>95 Am</b> [243] АМЕРИЦИЙ	<b>96 Cm</b> [247] КЮРИЙ
-----------------------------------	-----------------------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

Атомные массы приведены по Международной таблице 1973 г.  
В квадратных скобках указаны массовые числа наиболее устойчивых изотопов.

Д. И. Менделеева

	VII		VIII		
	1 H 1,0079 ВОДОРОД		2 He 4,00260 ГЕЛИЙ		
VI					
8 O 15,9994 КИСЛОРОД	9 F 18,99840 ФТОР		10 Ne 20,179 НЕОН		
16 S 32,06 СЕРА	17 Cl 35,453 ХЛОР		18 Ar 39,948 АРГОН		
24 Cr 51,996 ХРОМ	25 Mn 54,9380 МАРГАНЕЦ		26 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	27 Co 58,9332 КОБАЛЬТ	28 Ni 58,70 НИКЕЛЬ
34 Se 78,96 СЕЛЕН	35 Br 79,904 БРОМ		36 Kr 83,80 КРИПТОН		
42 Mo 95,94 МОЛИБДЕН	43 Tc 98,9062 ТЕХНЕЦИЙ		44 Ru 101,07 РУТЕНИЙ	45 Rh 102,9055 РОДИЙ	46 Pd 106,4 ПАЛЛАДИЙ
52 Te 127,60 ТЕЛЛУР	53 I 126,9045 ИОД		54 Xe 131,30 КСЕНОН		
74 W 183,85 ВОЛЬФРАМ	75 Re 186,207 РЕНИЙ		76 Os 190,2 ОСМИЙ	77 Ir 192,22 ИРИДИЙ	78 Pt 195,09 ПЛАТИНА
84 Po [209] ПОЛОНИЙ	85 At [210] АСТАТ		86 Rn [222] РАДОН		Символ 92 U Атомный номер — 92 Атомная масса — 238,029 Название — УРАН
106					

Н О И Д Ы

65 Tb 158,9254 ТЕРБИЙ	66 Dy 162,50 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 164,9304 ГОЛЬМИЙ	68 Er 167,26 ЭРБИЙ	69 Tm 168,9342 ТУЛИЙ	70 Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174,97 ЛЮТЕЦИЙ
-----------------------------	------------------------------	------------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------

Н О И Д Ы

97 Bk [247] БЕРКЛИЙ	98 Cf [251] КАЛИФОРНИЙ	99 Es [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ	100 Fm [257] ФЕРМИЙ	101 Md [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 (No) [255] (НОБЕЛИЙ)	103 (Lr) [256] (ЛОУРЕНСИЙ)
---------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------

Названия и символы элементов, приведенные в круглых скобках, не являются общепринятыми.

	$\alpha$ -лучи	$\beta$ -лучи	$\gamma$ -лучи
Масса одной вылетающей частицы, кг	$6,6 \cdot 10^{-27}$	$9 \cdot 10^{-31}$	$\approx 2,2 \cdot 10^{-30}$
Пробег (путь, проходимый частицей в веществе до остановки)			
в воздухе . . .	3—9 см	До 40 м	До нескольких сот метров
в алюминии . .	До 0,06 мм	До 2 см	В свинце до 5 см
в биологической ткани . . . . .	До 0,1 мм	До 6 см	Пронизывают тело человека

209. Изотопы водорода

Обозначение изотопа	Название изотопа	Природный изотопный состав водорода, %	В состав ядра изотопа входит	
			протонов	нейтронов
${}^1_1\text{H}$ или ${}^1_1\text{H}$	Протий	99,985	1	—
${}^2_1\text{H}$ , D или ${}^2_1\text{H}$	Дейтерий	0,015	1	1
${}^3_1\text{H}$ , T или ${}^3_1\text{H}$	Тритий	$10^{-15}$	1	2

Примечания. 1. Протий и дейтерий — стабильные изотопы, тритий — радиоактивный (период полураспада 12,3 года). В соединении с кислородом протий образует обычную воду ( $\text{H}_2\text{O}$ ), дейтерий — тяжелую воду ( $\text{D}_2\text{O}$ ), тритий ( $\text{T}_2\text{O}$ ) — сверхтяжелую воду.

2. Тяжелая вода содержится в природной воде в очень небольшом количестве ( $\approx 0,016\%$ ); на 1 молекулу тяжелой воды приходится примерно 6800 молекул обычной воды, а сверхтяжелая встречается в дождевой воде в ничтожных количествах (порядка  $10^{-15}$ — $10^{-16}\%$ ). Общая масса сверхтяжелой воды во всех водах Земли оценивается в 2—3 кг.

## 210. Изотопный состав некоторых элементов

Атомный номер элемента	Обозначение элемента	Обозначение изотопа	Содержание изотопа в данном элементе, %	В состав изотопа входит		
				электронов	протонов	нейтронов
2	He	${}^3_2\text{He}$	0,0001	2	2	1
2	He	${}^4_2\text{He}$	99,9999	2	2	2
3	Li	${}^6_3\text{Li}$	7,52	3	3	3
3	Li	${}^7_3\text{Li}$	92,48	3	3	4
4	Be	${}^9_4\text{Be}$	100	4	4	5
5	B	${}^{10}_5\text{B}$	19,6	5	5	5
5	B	${}^{11}_5\text{B}$	80,4	5	5	6
6	C	${}^{12}_6\text{C}$	98,88	6	6	6
6	C	${}^{13}_6\text{C}$	1,12	6	6	7
7	N	${}^{14}_7\text{N}$	99,64	7	7	7
7	N	${}^{15}_7\text{N}$	0,36	7	7	8
8	O	${}^{16}_8\text{O}$	99,759	8	8	8
8	O	${}^{17}_8\text{O}$	0,037	8	8	9
8	O	${}^{18}_8\text{O}$	0,204	8	8	10
9	F	${}^{19}_9\text{F}$	100	9	9	10
....	....	....	....	....	....	....
92	U	${}^{234}_{92}\text{U}$	0,0056	92	92	142
92	U	${}^{235}_{92}\text{U}$	0,7205	92	92	143
92	U	${}^{238}_{92}\text{U}$	99,2739	92	92	146

## 211. Радиоактивные изотопы \*

Химический элемент	Обозначение изотопа	Период полураспада	Область применения изотопа
Железо	${}^{59}_{26}\text{Fe}$	45 сут	Исследование химических реакций в металлургическом производстве, исследование износа деталей, изучение обмена веществ в биологии и медицине.
Иод	${}^{131}_{53}\text{I}$	8 сут	Обнаружение и лечение заболеваний щитовидной железы.

\* В настоящее время в различных областях науки, техники и производства применяется более ста различных радиоактивных изотопов. В таблице приведены данные о некоторых из них.

Химический элемент	Обозначение изотопа	Период полураспада	Область применения изотопа
Кальций	$^{45}_{20}\text{Ca}$	165 сут	Исследование работы доменных печей. Лечение злокачественных опухолей; измерение толщины изделий, плотности растворов; изучение износа трущихся деталей и режущего инструмента; стерилизация пищи и др.
Кобальт	$^{60}_{27}\text{Co}$	5,3 года	
Натрий	$^{24}_{11}\text{Na}$	15,4 ч	Изучение явления диффузии, обмена веществ (в биологии и медицине) и др.
Сера	$^{35}_{16}\text{S}$	87,1 сут	Исследование износа деталей, хода химических реакций и др.
Таллий	$^{204}_{81}\text{Tl}$	3,6 года	Измерение и контроль толщины изделий.
Фосфор	$^{32}_{15}\text{P}$	14,3 сут	Изучение движения удобрений в почве, корневого питания растений; исследование обмена веществ, циркуляции крови; изучение хода химических реакций.
Цезий	$^{137}_{55}\text{Cs}$	29,7 года	Контроль за толщиной изделий, расходом жидкости; лечение опухолей, заболеваний кожи.

## 212. Период полураспада некоторых радиоактивных изотопов

Атомный номер химического элемента	Элемент	Обозначение изотопа	Период полураспада изотопа
1	Водород (тритий)	$^3_1\text{H}$	12,3 года
6	Углерод	$^{11}_6\text{C}$	20 мин
6	Углерод	$^{14}_6\text{C}$	5600 лет
15	Фосфор	$^{32}_{15}\text{P}$	14 сут
16	Сера	$^{35}_{16}\text{S}$	87 сут
19	Калий	$^{40}_{19}\text{K}$	$1,3 \cdot 10^9$ лет
19	Калий	$^{42}_{19}\text{K}$	12,5 ч
20	Кальций	$^{45}_{20}\text{Ca}$	163,5 сут
24	Хром	$^{51}_{24}\text{Cr}$	28 сут
26	Железо	$^{59}_{26}\text{Fe}$	45 сут



Атомный номер химического элемента	Элемент	Обозначение изотопа	Период полураспада изотопа
27	Кобальт	$^{60}_{27}\text{Co}$	5,3 года
38	Стронций	$^{89}_{38}\text{Sr}$	50,5 сут
47	Серебро	$^{110}_{47}\text{Ag}$	270 сут
53	Иод	$^{131}_{53}\text{I}$	8 сут
92	Уран	$^{234}_{92}\text{U}$	$1,6 \cdot 10^5$ лет
92	Уран	$^{235}_{92}\text{U}$	$7,1 \cdot 10^8$ лет
94	Плутоний	$^{239}_{94}\text{Pu}$	24,4 года

## 213. Формы записи ядерных реакций

Полная запись	Сокращенная запись *	Примечание
$^{14}_7\text{N} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{17}_8\text{O} + ^1_1\text{H}$	$^{14}_7\text{N} (\alpha, p) ^{17}_8\text{O}$	Первая искусственно осуществленная человеком ядерная реакция (Э. Резерфорд, 1919 г.).
$^{27}_{13}\text{Al} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{30}_{15}\text{P} + ^1_0n$ $^{10}_5\text{B} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{13}_7\text{N} + ^1_0n$ $^{24}_{12}\text{Mg} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{27}_{14}\text{Si} + ^1_0n$	$^{27}_{13}\text{Al}(\alpha, n) ^{30}_{15}\text{P}$ $^{10}_5\text{B}(\alpha, n) ^{13}_7\text{N}$ $^{24}_{12}\text{Mg}(\alpha, n) ^{27}_{12}\text{Si}$	
$^7_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^4_2\text{He}$	$^7_3\text{Li}(p, 2\alpha)^4_2\text{He}$	Первая ядерная реакция с искусственно ускоренными протонами (Д. Кокрофт и Е. Уолтон, 1932 г.).
$^6_3\text{Li} + ^1_0n \rightarrow ^4_2\text{He} + ^3_1\text{H}$	$^6_3\text{Li}(n, \alpha)^3_1\text{H}$	
$^{27}_{13}\text{Al} + ^1_0n \rightarrow ^{27}_{12}\text{Mg} + ^1_1\text{H}$	$^{27}_{13}\text{Al}(n, p)^{27}_{12}\text{Mg}$	

\* При сокращенной записи ядерной реакции сначала пишут символ, обозначающий исходное ядро элемента, в скобках — бомбардирующую частицу и частицу, вылетающую из ядра в результате реакции, а затем символ ядра, образующегося в итоге реакции. Обозначения частиц:  $d$  — дейтрон (изотоп водорода  $^2_1\text{H}$ ),  $p$  — протон,  $n$  — нейтрон,  $\alpha$  — альфа-частица,  $\gamma$  — фотон.

Полная запись	Сокращенная запись	Примечание
${}_{29}^{63}\text{Cu} + \gamma \rightarrow {}_{29}^{62}\text{Cu} + {}_0^1n$ ${}_{11}^{23}\text{Na} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_0^1n$ ${}_{42}^{98}\text{Mo} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{43}^{99}\text{Tc} + {}_0^1n$	${}_{29}^{63}\text{Cu}(\gamma, n){}_{29}^{62}\text{Cu}$ ${}_{11}^{23}\text{Na}(d, n){}_{12}^{24}\text{Mg}$ ${}_{42}^{98}\text{Mo}(\alpha, n){}_{43}^{99}\text{Tc}$	Реакция, при которой в 1937 г. впервые был получен неизвестный до этого элемент с порядковым номером 43 (он получил название «технеций»).

## 214. Энергия связи некоторых ядер

Химический элемент	Обозначение изотопа	Масса изотопа, а. е. м.	Энергия связи ядра	
			$10^{-13}$ Дж	МэВ
Водород	${}_1^1\text{H}$	1,007825	—	—
Водород	${}_1^2\text{H}$ , D	2,014102	3,5632	2,2241
Водород	${}_1^3\text{H}$ , T	3,016049	13,589	8,4820
Гелий	${}_2^3\text{He}$	3,016022	12,375	7,7243
Гелий	${}_2^4\text{He}$	4,002603	45,329	28,2937
Литий	${}_3^6\text{Li}$	6,015125	51,246	31,9870
Литий	${}_3^7\text{Li}$	7,016004	62,865	39,239
Бериллий	${}_4^9\text{Be}$	9,012186	93,167	58,153
Бор	${}_5^{10}\text{B}$	10,012939	103,73	64,744
Бор	${}_5^{11}\text{B}$	11,009305	122,07	76,192
Углерод	${}_6^{12}\text{C}$	12,000000	147,64	92,156
Углерод	${}_6^{13}\text{C}$	13,003354	155,57	97,102
Азот	${}_7^{14}\text{N}$	14,003074	167,66	104,653
Азот	${}_7^{15}\text{N}$	15,000107	185,02	115,485
Кислород	${}_8^{16}\text{O}$	15,994915	204,49	127,612
Кислород	${}_8^{17}\text{O}$	16,999133	211,08	131,754
Кислород	${}_8^{18}\text{O}$	17,999160	223,96	139,789

215. Соотношения между единицами массы и энергии

Единицы	кг	г	эВ	МэВ	эрг	Дж	кВт·ч	а.е.м.
1 кг	1	$10^3$	$5,61 \cdot 10^{25}$	$5,61 \cdot 10^{29}$	$8,99 \cdot 10^{23}$	$8,99 \cdot 10^{16}$	$2,50 \cdot 10^{10}$	$6,02 \cdot 10^{28}$
1 г	$10^{-3}$	1	$5,61 \cdot 10^{22}$	$5,61 \cdot 10^{26}$	$8,99 \cdot 10^{20}$	$8,99 \cdot 10^{13}$	$2,50 \cdot 10^7$	$6,02 \cdot 10^{23}$
1 эВ	$1,78 \cdot 10^{-36}$	$1,78 \cdot 10^{-33}$	1	$10^{-6}$	$1,60 \cdot 10^{-12}$	$1,60 \cdot 10^{-19}$	$4,45 \cdot 10^{-26}$	$10,74 \cdot 10^{-10}$
1 МэВ	$1,78 \cdot 10^{-30}$	$1,78 \cdot 10^{-27}$	$10^6$	1	$1,60 \cdot 10^{-6}$	$1,60 \cdot 10^{-13}$	$4,45 \cdot 10^{-20}$	$10,74 \cdot 10^{-4}$
1 эрг	$1,11 \cdot 10^{-24}$	$1,11 \cdot 10^{-21}$	$6,24 \cdot 10^{11}$	$6,24 \cdot 10^5$	1	$10^{-7}$	$2,78 \cdot 10^{-14}$	$6,70 \cdot 10^2$
1 Дж	$1,11 \cdot 10^{-17}$	$1,11 \cdot 10^{-14}$	$6,24 \cdot 10^{18}$	$6,24 \cdot 10^{12}$	$10^7$	1	$2,78 \cdot 10^{-7}$	$6,70 \cdot 10^9$
1 кВт·ч	$4,00 \cdot 10^{-11}$	$4,00 \cdot 10^{-8}$	$2,25 \cdot 10^{25}$	$2,25 \cdot 10^{19}$	$3,60 \cdot 10^{13}$	$3,60 \cdot 10^6$	1	$2,41 \cdot 10^{16}$
1 а.е.м.	$1,66 \cdot 10^{-27}$	$1,66 \cdot 10^{-24}$	$9,31 \cdot 10^8$	$9,31 \cdot 10^2$	$1,49 \cdot 10^{-3}$	$1,49 \cdot 10^{-10}$	$4,14 \cdot 10^{-17}$	1

Примечание. Энергетический эквивалент атомной единицы массы (1 а.е.м. =  $1,6605 \cdot 10^{-27}$  кг  $\approx 1,66 \cdot 10^{-27}$  кг) равен  $\approx 1,49 \cdot 10^{-10}$  Дж  $\approx 149$  пДж (931,48 МэВ). Энергетический эквивалент массы электрона ( $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$  кг =  $5,486 \cdot 10^{-4}$  а.е.м.) равен  $8,16 \cdot 10^{-9}$  пДж =  $0,511$  МэВ.

216. Элементарные частицы

Название		Обозначение		Масса		Электрический заряд (в элементарных зарядах) *		Среднее время жизни, с
		частицы	анти-частицы	10 <sup>-31</sup> кг	в массах электрона	частицы	анти-частицы	
фотон		$\gamma$	—	0	0	0	—	Стабилен
Л е п т о н ы <i>нейтрино</i>								
нейтрино электронное	антинейтрино электронное	$\nu_e$	$\bar{\nu}_e$	0	0	0	0	Стабильны
нейтрино мезонное	антинейтрино мезонное	$\nu_\mu$	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	0	0	Стабильны
<i>электроны</i>								
электрон	позитрон	$e^-$	$e^+$	9,1	1	—1	+1	Стабильны
<i>мюоны</i>								
мю-минус-мезон	мю-плюс-мезон	$\mu^-$	$\mu^+$	1881,9	206,8	—1	+1	$2,2 \cdot 10^{-6}$
М е з о н ы								
<i>пионы</i>								
пи-нуль-мезон	пи-минус-мезон	$\pi^0$	$\pi^-$	2405,1	264,3	0	—	$0,8 \cdot 10^{-16}$
ка-плюс-мезон	ка-минус-мезон	$\pi^+$	$\pi^+$	2485,2	273,1	+1	—1	$2,6 \cdot 10^{-8}$
<i>каоны</i>								
ка-плюс-мезон	ка-минус-мезон	$K^+$	$K^-$	8790,6	966	+1	—1	$1,2 \cdot 10^{-8}$
ка-нуль-мезон	анти-ка-нуль-мезон	$K^0$	$\bar{K}^0$	8863,4	974	0	0	$0,9 \cdot 10^{-10}$
эта-нуль-мезон	—	$\eta^0$	—	9919,0	1090	0	—	$5,4 \cdot 10^{-8}$ $\approx 10^{-10}$

Название		Обозначение		Масса		Электрический заряд (в элементарных зарядах) *		Среднее время жизни, с
частицы	античастицы	частицы	античастицы	10 <sup>-31</sup> кг	в массах электрона	частицы	античастицы	
<b>Б а р и о н ы</b>								
<i>нуклоны</i>								
протон	антипротон	$p$	$\bar{p}$	16 725,0	1836,1	+1	-1	Стабильны 1010 **
нейтрон	антинейтрон	$n$	$\bar{n}$	16 748,0	1838,6	0	0	
<i>гипероны</i>								
лямбда-нуль-гиперон	анти-лямбда-нуль-гиперон	$\Lambda^0$	$\bar{\Lambda}^0$	19 856	2182	0	0	2,5 · 10 <sup>-10</sup>
сигма-плюс-гиперон	анти-сигма-плюс-гиперон	$\Sigma^+$	$\bar{\Sigma}^+$	21 185	2328	+1	-1	0,8 · 10 <sup>-10</sup>
сигма-минус-гиперон	анти-сигма-минус-гиперон	$\Sigma^-$	$\bar{\Sigma}^-$	21 303	2341	-1	+1	1,5 · 10 <sup>-10</sup>
сигма-нуль-гиперон	анти-сигма-нуль-гиперон	$\Sigma^0$	$\bar{\Sigma}^0$	21 212	2331	0	0	10 <sup>-14</sup>
кси-нуль-гиперон	анти-кси-нуль-гиперон	$\Xi^0$	$\bar{\Xi}^0$	23 342	2565	0	0	3 · 10 <sup>-10</sup>
кси-минус-гиперон	анти-кси-минус-гиперон	$\Xi^-$	$\bar{\Xi}^-$	23 478	2580	-1	+1	1,7 · 10 <sup>-10</sup>
омега-минус-гиперон	анти-омега-минус-гиперон	$\Omega^-$	$\bar{\Omega}^-$	30 030	3300	-1	+1	1,3 · 10 <sup>-10</sup>

\* Элементарный заряд  $e \approx 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл = 4,8 · 10<sup>-10</sup> ед. заряда СГС.

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

## 217. Баланс энергии деления одного ядра урана-235

	$10^{-12}$ Дж	МэВ
Кинетическая энергия «осколков» деления . . . . .	27,1	169
Энергия радиоактивного излучения «осколков» . . . . .	2,9	18
Кинетическая энергия нейтронов . . . . .	0,8	5
Энергия, уносимая нейтрино . . . . .	1,8	11
<b>Суммарная энергия реакции деления . . . . .</b>	<b>32,6</b>	<b>203</b>

Примечание. Число делений в секунду ядер урана-235, эквивалентное мощности 1 кВт, равно  $\approx 3 \cdot 10^{13}$ .

## 218. Первая в мире атомная электростанция

Место расположения АЭС . . . . .	СССР, г. Обнинск Калужской области
Дата пуска в эксплуатацию . . . . .	июнь 1954 г.
Давление воды, циркулирующей в первом (замкнутом) контуре*, МПа (ат) . . . . .	10 (100)
Температура воды, прошедшей реактор, °С . . . . .	270
Давление пара во втором контуре, МПа (ат) . . . . .	1,25 (12,5)
Температура пара во втором контуре, °С . . . . .	260
Размеры стального цилиндрического корпуса реактора:	
наружный диаметр, м . . . . .	3,0
высота, м . . . . .	4,5
Защитные слои реактора . . . . .	вода и бетон
Масса загружаемого ядерного горючего, кг . . . . .	550
в том числе изотопа урана-235 . . . . .	27,5
К. п. д. станции, % . . . . .	$\approx 17$
Продолжительность работы реактора без пополнения ядерного горючего, годы . . . . .	0,3

Примечание. Первая промышленная атомная электростанция в Англии была построена в 1956 г., в США — в 1957 г., во Франции — в 1958 г.

\* АЭС имеет два контура. Первый (радиоактивный) контур проходит через реактор и парогенератор (теплообменник). В этом контуре непрерывно циркулирует вода. Проходя активную зону, она нагревается и в парогенераторе доводит воду второго (нерадиоактивного) контура до кипения. Образующийся пар поступает в турбину электростанции.

219. Данные о некоторых действующих атомных электрических станциях СССР

Атомная электростанция	Мощность реактора, МВт		Давление пара перед турбиной		Температура пара перед турбиной, °С	К.п.д. реактора, %	Год пуска
	тепловая	электрическая	МПа	ат			
Белоярская им. И. В. Курчатова	286	100	9	90	500	35,0	1964
	530	200	9	90	500	37,8	1967
Нововоронежская им. 50-летия СССР	760	210	2,9	29	230	27,6	1964
	1320	365	2,9	29	230	27,6	1969
	1375	440	4,5	45	230	32,0	1971
	1375	440	4,5	45	230	32,0	1972
Шевченковская *	1000	350	5	50	440	35,0	1973
ВК-50 в г. Дмитровграде (Ульяновская обл.)	150	50	2,9	29	230	33,3	1965
Ленинградская им. В. И. Ленина	3200	1000	7	70	284	31,3	1973
	3200	1000	7	70	284	31,3	1975

\* Эта электростанция с реактором на быстрых нейтронах служит для выработки электроэнергии и опреснения морской воды. Энергия, даваемая реактором, позволяет приводить в работу турбогенераторы мощностью 150 МВт каждый и обеспечивать дистилляцию 120 000 м³ воды в сутки.

## 220. Развитие атомной энергетики в десятой пятилетке

Решения XXV съезда КПСС предусматривают опережающее развитие атомной энергетики в европейской части СССР. В текущей пятилетке будет продолжаться строительство Курской, Чернобыльской, Смоленской, Калининской, Игналинской, Западно-Украинской, Южно-Украинской, Ростовской, Приволжской и других атомных электростанций. Намечено довести мощность Ленинградской АЭС им. В. И. Ленина до 4 ГВт (4 млн. кВт), увеличить мощность Нововоронежской АЭС, завершить сооружение первой очереди Армянской АЭС, ввести в эксплуатацию на Белоярской АЭС им. И. В. Курчатова реактор на быстрых нейтронах.

Ниже приведены основные параметры атомных реакторов, предназначенных для атомных электростанций, сооружаемых в десятой пятилетке.

Показатели	Тип реактора *		
	ВВЭР-440	ВВЭР-1000	РБМК-1000
Тепловая мощность реактора, МВт . . . . .	1375	3000	3200
Электрическая мощность реактора, МВт . . . . .	440	1000	1000
Теплоноситель . . . . .	Вода	Вода	Вода
Замедлитель нейтронов . . . . .	Вода	Вода	Графит
Параметры теплоносителя: давление, МПа (ат) . . . . .	12,3 (125)	15,7 (160)	Теплоноситель (вода) закипает, проходя через реактор
температура теплоносителя, °С			
поступающего в реактор . . . . .	269	289	
выходящего из реактора . . . . .	300	324	
Параметры пара перед турбиной:			
давление, МПа (ат) . . . . .	4,4 (44)	5,9 (60)	6,4 (65)
температура, °С . . . . .	259	274	280
Загрузка урана, т . . . . .	42	66	180
К. п. д., % . . . . .	32,0	33,0	31,2
Высота корпуса реактора, м	11,8	10,8	
Наружный диаметр, м . . . . .	3,8	4,3	

\* Буквы ВВЭР, РБМК обозначают соответственно: водо-водяной энергетический реактор, реактор большой мощности канальный; цифры — электрическую мощность реактора в мегаваттах (в тыс. киловаттах).



## 221. Серпуховский протонный синхротрон

Ускоряемые частицы . . . . .	протоны
Энергия, сообщаемая ускорителем протонам, ГэВ . . . .	70—76
Длина кольцевого электромагнита ускорителя, м . . . .	1483
Масса электромагнита, т . . . . .	> 20 000
Наибольшая мощность электрической цепи электромагнита, кВт . . . . .	100 000
Максимальная сила тока в каждой из двух обмоток электромагнита, А . . . . .	5500
Давление в вакуумной камере (здесь движутся протоны во время ускорения), мкПа (мм рт. ст.) . . . . .	$\approx 100 (10^{-6})$
Радиус круговой орбиты, по которой движется ускоряемая частица, м . . . . .	236
Энергия, сообщаемая протонам за один оборот, кэВ . .	ок. 190
Путь, проходимый протонами при наборе максимальной энергии, млн. км . . . . .	более 0,5
Точность установки блоков электромагнитов, мм . . . .	0,1
Продолжительность цикла ускорения, с . . . . .	2,6
Число протонов в импульсе при выходе из ускорителя	до $2,6 \cdot 10^{12}$

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ СЛОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ФИЗИКЕ

В таблице указывается происхождение некоторых слов и терминов, часто встречающихся при изучении курса физики. Древнегреческие слова даны в латинском написании.

Акустика от греч. <i>akustikos</i> — слуховой	Константа от лат. <i>constans</i> — постоянный
Аморфный от греч. <i>amorphos</i> — бесформенный	Космонавт от греч. <i>kosmos</i> — вселенная + <i>nautes</i> — плаватель
Атмосфера от греч. <i>atmos</i> — пар + <i>sphaira</i> — шар	Машина от лат. <i>machina</i> — сооружение
Аэро... от греч. <i>aer</i> — воздух	Мега... от греч. <i>megas</i> — большой
Вакуум от лат. <i>vacuum</i> — пустота	Мензурка от лат. <i>mensura</i> — мера
Гекто... от греч. <i>hekaton</i> — сто	Метр от греч. <i>metron</i> — мера
Гига... от греч. <i>gigas</i> — великан	...метр от греч. <i>metreo</i> — измеряю
Градус от лат. <i>gradus</i> — шаг, ступень	Механизм от греч. <i>mechané</i> — орудие, сооружение
Грамм от греч. <i>gramma</i> — мелкая мера массы	Микро... от греч. <i>mikros</i> — малый
...граф от греч. <i>grapho</i> — пишу	Милли... от лат. <i>mille</i> — тысяча
Дейтерий от греч. <i>deuteros</i> — второй	Нано... от греч. <i>pannos</i> — карлик
Деци... от лат. <i>decem</i> — десять	Нейтрон от лат. <i>neutron</i> — ни то, ни другое
Динамо... от греч. <i>dynamis</i> — сила	Период от греч. <i>periodos</i> — обход, круговращение
Диффузия от лат. <i>diffusio</i> — распространение, растекание	Перископ от греч. <i>periskopeo</i> — смотрю вокруг, осматриваю
Изо... от греч. <i>isos</i> — равный, одинаковый	Пико... от итал. <i>piccolo</i> — небольшой, мелкий
Индукция от лат. <i>inductio</i> — возбуждение, наведение	Потенциал от лат. <i>potentia</i> — возможность
Инерция от лат. <i>inertia</i> — неподвижность, бездеятельность	Протий от греч. <i>protos</i> — первый
Интерференция от лат. <i>inter</i> — между + <i>ferens</i> — несущий, переносящий	Протон » » » »
Калория от лат. <i>calor</i> — тепло, жар	Радио... от лат. <i>radiare</i> — излучать, испускать лучи
Квант от лат. <i>quantum</i> — сколько	Резонанс от лат. <i>resonans</i> — дающий отзвук
Кило... от греч. <i>chilioi</i> — тысяча	Ротор от лат. <i>rotare</i> — вращать
Кинематика от греч. <i>kinema</i> ( <i>kinematos</i> ) — движение	Сантис... от франц. <i>cent</i> — сто
	...скоп(ия) от греч. <i>skopeo</i> — смотрю, рассматриваю, наблюдаю

Спектр от лат. spectrum—видимое, видение	Ультра... от лат. ultra—далее, более, сверх
Статика от греч. statos—стоящий	Физика от греч. physis—природа
Теле... от греч. tele—вдаль, далеко	Фокус от лат. focus—очаг
Тера... от греч. teras—чудовище	Фоно..., ...фон от греч. phone—голос, звук, шум, речь, слово
Термо... от греч. thermos—теплый, therme—теплота, жар	Фото... от греч. phos(photos)—свет
Трансформатор от лат. transformare—преобразовывать	Электричество от греч. elektron—смола, янтарь
Тритий от греч. tritos—третий	Энергия от греч. energeia—деятельность
Турбина от лат. turbineus—вихреобразный	Эрг от греч. ergon—дело, работа

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абсолютный нуль температуры 29  
Авогадро число 29  
Автомобили, основные данные  
105, 106  
Акр 26  
Альфа-частица 145  
Ампер (единица силы тока) 12, 13  
Ангстрем 17, 18, 24  
Анионы 116  
Античастицы 154  
Ар 18  
Аршин 25  
Астрономическая единица 18, 24  
Атмосфера техническая 10, 20, 56  
Атмосфера физическая (нормальная) 10, 56  
Атмосферное давление на различной высоте 53  
Атом водорода 145  
Атом, размеры 145  
Атомная единица массы 10, 19, 36  
Атомная электростанция первая 156  
Атомные электростанции СССР 157  
Атто 23
- Бар (единица давления) 17, 20, 56  
Барioniны 155  
Бета-излучение 145  
Больцмана постоянная 29
- Ватт 15, 16, 60  
Ватт-час 20, 59  
Вебер (единица магнитного потока) 16  
Венера (планета) 62  
Верста 25  
Вершок 25
- Вертолеты 71  
Водоизмещение некоторых судов 72  
Вольт (единица электрического напряжения) 16, 21  
Высоковольтные линии передач 127  
Высота некоторых сооружений 31, 32
- Газы жидкие, физические свойства 46, 74, 88, 100, 110, 116  
Гамма-излучение 145  
Гаусс (единица магнитной индукции) 22  
Гектар 17, 19  
Гекто 23  
Генри (единица индуктивности) 16  
Герц (единица частоты) 12, 14  
Гига 23  
Гидрогенераторы 130  
Гидротурбины 68  
Гидроэлектростанции крупные 128, 129  
Гипероны 155  
Глаз, некоторые характеристики 142, 143  
Год световой 18  
ГОЭЛРО план 125  
Гравитационная постоянная 29  
Градус Цельсия 17  
Грамм 10  
Грамм-сила 10, 17
- Давление атмосферы на различной высоте 53  
Давление, значение в различных случаях 52, 53, 54

Давление критическое 98  
Давление парциальное 83  
Давление, соотношение между единицами 56  
Двигатели автомобильные 105, 106  
Двигатели тепловые, коэффициент полезного действия 104  
Дейтерий 148  
Дейтрон 151  
Дека 23  
Десятина 25  
Деци 23  
Джоуль (единица энергии) 10, 15, 59  
Диамagnetики 110  
Диапазоны радиоволн 122  
Дина 19, 52  
Диэлектрическая проницаемость различных веществ 110  
Длина звуковых волн в зависимости от частоты 77  
Длина свободного пробега молекул 81, 82  
Длины волн видимой части спектра 138  
Дольные единицы десятичные 23  
Дополнительные цвета 142  
Дюйм 25

Единицы, обозначения 10  
Единицы системы СИ, основные 13  
Единицы системы СИ, производные 14

Жидкие газы, физические свойства 46, 74, 88, 100, 110

Зависимость длины тела от его скорости 32  
Зависимость массы тела от его скорости 35  
Заряд электрона 29

Звук, интенсивность 76  
Звук, скорость распространения 73, 74, 75  
Земля, некоторые данные о ней 63  
Золотник 25

Излучение Солнца 137  
Изотопный состав элементов 149  
Изотопы водорода 148  
Изотопы радиоактивные 149  
Изотопы радиоактивные, применение 149  
Икс-единица 18, 24  
Импульсы фотонов 140  
Интенсивность звука 76  
Инфракрасное излучение 138  
Искусственный спутник Земли первый 63

Кабельтов 18  
Калория 20  
Кандела 13  
Карат 17, 19  
Катионы 116  
Кванты, их энергия для различных излучений 138  
Кельвин 12  
Кило 23  
Килограмм 11, 36  
Килограмм-сила 11, 17  
Килограмм-сила-метр 11, 17  
Килокалория 12, 18  
Километр 11, 33  
Комбайны зерноуборочные 109  
Константы физические 29  
Космические корабли и полеты на них 65  
Космические скорости 39  
Космический корабль «Восток» 63, 65  
Коэффициент запаса прочности 103

Коэффициенты полезного действия простых механизмов 61  
Коэффициенты полезного действия тепловых машин 104  
Коэффициенты линейного расширения, температурные 90, 91  
Коэффициенты объемного расширения, температурные 92  
Коэффициенты полезного действия электрических машин и устройств 133  
Коэффициенты трения качения 57  
Коэффициенты трения скольжения 57  
Коэффициенты электрического сопротивления, температурные 113  
Красная граница фотоэффекта 142  
Кратные единицы десятичные 23  
Крейсерская скорость 69  
Критические давление, температура и плотность 98  
Кулон 13

Лептоны 154  
Линейные размеры некоторых тел 30  
Линии электропередачи 127  
Литр 11, 17, 19  
Лошадиная сила 11, 18  
Лощмидта число 29  
Луна, физические характеристики 63  
Люкс 13  
Люмен 13

Магнитная постоянная 110  
Магнитная проницаемость относительная веществ 110, 111  
Максвелл (единица магнитного потока) 22

Марс (планета) 62  
Масса атома 144  
» кванта света 139  
» молекулы 79  
» нейтрона 29  
» некоторых тел 34  
» протона 29  
» электрона 29  
Мега 23  
Мегасекунда 37  
Мезоны 154  
Меркурий 62  
Метр 13, 14, 33  
Микрометр 24, 33  
Микросекунда 37  
Милли 23  
Миллибар 11, 56  
Миллиметр 11, 33  
Миллиметр водяного столба 11, 56  
» ртутного столба 11, 56  
Миля морская 17, 26  
» сухопутная 26  
Минута (единица времени) 11, 19, 37  
Модуль Юнга 101  
Молекулы, масса 79  
Молекулы, размеры 78  
Молекулы, свободный пробег 82  
Молекулы, скорость движения 80  
Молекулы, физические характеристики 78—83  
Моль (единица количества вещества) 14  
Мотоциклы 107  
Мощность двигателей 58  
Мощность, соотношения между единицами 60  
Мощность электрических устройств 120  
Мощность электростанций СССР 126

Нано 23  
Нанометр 33  
Наносекунда 37  
Нейтрино 154  
Нейтрон 29, 155  
Нептун 62  
Номограммы 112, 119, 121  
Ньютон (единица силы) 52

Обозначения физических величин 7  
Обозначения физических единиц 10  
Ом (единица сопротивления) 16  
Освещенность в различных условиях 137  
Отражение света зеркальное 135  
Отражение света рассеянное 135

Паровые турбины 104  
Парсек 18, 24  
Парциальное давление газов 83  
Паскаль (единица давления) 56  
Перегрузки 52  
Период полураспада радиоактивных изотопов 150  
Периодическая система элементов 146  
Пико 23  
Плавление (изменение объема при плавлении) 95  
Планеты, физические характеристики 62  
Планка постоянная 29  
Пластмассы, плотность 48  
Пластмассы, теплофизические свойства 101  
Пластмассы, электрические свойства 115  
Плотность газов 45, 46  
» древесины 48  
» жидкостей 46, 49  
» критическая 98

» металлов и сплавов 47, 49  
» средняя (насыпная) 49  
» твердых веществ 47, 48, 49  
Плутон (планета) 62  
Поверхностное натяжение жидкостей 100  
Показатели преломления 134, 135  
Показатель преломления для различных длин волн 134  
Полеты космических кораблей 65  
Полупроводники, некоторые данные 114  
Постоянная гравитационная 29  
» магнитная 110  
» Планка 29  
» Больцмана 29  
» электрическая 110  
Потенциалы ионизации 117  
Предел прочности 102  
Предельный угол полного отражения 135  
Проницаемость диэлектрическая относительная 110  
Протий 148  
Протон 29, 154  
Психрометрическая таблица 87  
Пуд 25

Работа выхода электрона 118  
Радян 13  
Радиоактивность естественная 145  
Радиоактивные изотопы 148, 149, 150  
Радиоволны, классификация 122  
Раднотелеграфная азбука 122  
Развитие связи в СССР 124  
Ракета-носитель космического корабля «Восток» 65, 68  
Ракета жидкостная первая советская 67  
Рентгеновское излучение 139  
Русские старые единицы измерений 25

- Сажень 25
- Самолеты 69, 70, 71
- Санты 23
- Сатурн (планета) 62
- Сверхпроводящее состояние (температура перехода металлов в это состояние) 114
- Световой год 18, 24
- Секунда (единица времени) 12, 13, 37
- Сила, значения в различных случаях 50
- Сила света некоторых источников 136
- Сила света электрических ламп 136
- Сила, соотношение между единицами 52
- Сила тока в различных устройствах 118
- Сила тяги некоторых машин 50, 67, 68, 108, 109, 131
- Сила термоэлектродвижущая 117
- Сименс (единица электрической проводимости) 16
- Синхротрон Серпуховский 159
- Скорость автомобилей 38, 105, 106
- » в живой природе 40
  - » в технике 38
  - » движения по орбите небесных тел 62
  - » звука в воздухе 73
  - » » в различных веществах 73, 74, 75
  - » космическая 39
  - » крейсерская 70
  - » максимальная транспортных машин 38
  - » молекул 80
  - » мотоциклов 107
  - » самолетов 38, 69—71
  - » света 29
  - » средняя 39
  - » тепловозов 109
- » техническая поездов 40
  - » тракторов 108
  - » участковая поездов 40
  - » электровозов 131
- Солнце, физические характеристики 63, 137
- Солнечная постоянная 137
- Соотношения между единицами времени 37
- Соотношения между единицами давления 56
- Соотношения между единицами длины 33
- Соотношения между единицами массы 36
- Соотношения между единицами мощности 60
- Соотношения между единицами работы и энергии 59
- Соотношения между единицами силы 52
- Соотношения между единицами скорости 41
- Сопротивление электрическое диэлектриков и полупроводников 114
- Сопротивление электрическое металлов удельное 111
- Сплавы высокого сопротивления 113
- Спортивные рекорды 41
- Спутник Земли искусственный первый 63
- Стерадан 13
- Суда, некоторые данные 72
- Сутки 17, 19
- Температура кипения воды при различных давлениях 96
- Температура кипения различных веществ 95
- Температура критическая 98
- Температура плавления 93, 94



- Температура некоторых тел и процессов 84
- Температура, распределение в атмосфере 85
- Температурный коэффициент электрического сопротивления 113
- Тепловозы 109
- Теплоемкость газов и паров, удельная 88
- Теплоемкость твердых и жидких веществ, удельная 88, 89, 90
- Теплопроводность относительная некоторых веществ 84
- Теплота испарения (парообразования), удельная 97
- Теплота плавления, удельная 94
- Теплота сгорания топлива, удельная 99
- Тера 23
- Термоэлектродвижущая сила термопар 117
- Тесла (единица магнитной индукции) 16
- Тонна длинная 26
- Тонна короткая 26
- Тонна 17
- Тонна-сила 10, 12
- Тритий 148
- Тракторы, некоторые данные 108
- Турбогенераторы мощные 130
- Турбины паровые 104
- Тяговая мощность тракторов 108
- Угол полного отражения, предельный 135
- Удельная теплоемкость веществ 88, 89, 90
- Удельная теплоемкость металлов и сплавов 90
- Удельная теплота испарения (парообразования) 97
- Удельная теплота плавления 94
- Удельное электрическое сопротивление веществ 111, 113, 114
- Удельное электрическое сопротивление электролитов 115
- Удельное электрическое сопротивление жидкостей 116
- Узел морской 17
- Ультразвук 77
- Ультрафиолетовое излучение 139
- Уран (планета) 62
- Ускорение свободного падения в глубине Земли 44
- Ускорение свободного падения в различных городах 44
- Ускорение свободного падения на небесных телах 45
- Ускорение свободного падения на различной высоте над Землей 44
- Ускорение свободного падения нормальное 44
- Ускорения, встречающиеся в жизни 43
- Ускоритель протонов 159
- Фарада 16
- Фарадея число 29
- Фемто 23
- Физические константы (постоянные) 29
- Фотоны 138, 139, 140
- Фотоэффект, красная граница 142
- Фунт 25
- Фут 25, 26
- Цвета дополнительные 142
- Центнер 17, 19
- Час 19
- Частота вращения некоторых тел 42, 105, 106, 108
- Частота колебаний крыльев насекомых 78

Число Авогадро 29	Электрон (заряд) 29, 154
» Лошмидта 29	Электрон (масса) 29, 154
» Фарадея 29	Электронвольт 20, 59
Частотный диапазон голоса 75, 78	Электрохимические эквиваленты веществ 116
Число молекул в 1 см <sup>3</sup> 83	Электроэнергия, производство в СССР 125, 126
Чувствительность глаза 142, 143	Элементарные частицы 154
Шкала электромагнитных излучений 140	Энергия, выделяемая при делении ядра урана 156
Юпитер (планета) 62	Энергия квантов света 138, 139
Электрическая постоянная 110	Энергия связи 152
Электрические станции СССР 128, 129	Энергия, соотношения между единицами 59
Электровозы, некоторые данные 131	Эрг 20
Электролиты, удельное сопротивление 115	Эрстед (единица напряженности магнитного поля) 22
	Ядерные реакции, запись 151
	Ядра атомные, размеры 145
	Ярд 26

## СОДЕРЖАНИЕ

К читателю-школьнику . . . . .	3
<b>ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН</b>	
1. Обозначения физических величин . . . . .	7
2. Обозначения единиц . . . . .	10
3. Основные и дополнительные единицы Международной системы (СИ) . . . . .	13
4. Производные единицы Международной системы . . . . .	14
5. Единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ	17
6. Единицы, подлежащие изъятию . . . . .	—
7. Перевод различных единиц в единицы СИ . . . . .	18
8. Множители и приставки СИ для образования десятичных кратных и дольных единиц . . . . .	23
9. Единицы для измерения малых длин . . . . .	—
10. Единицы для измерения больших расстояний . . . . .	24
11. Старые русские единицы и их перевод в единицы СИ (или в кратные и дольные от них) . . . . .	25
12. Единицы, применяемые в Англии и США, и их перевод в единицы СИ (или в кратные и дольные от них) . . . . .	26
<b>ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН</b>	
13. Физические постоянные (константы) . . . . .	29
<b>Механика</b>	
14. Линейные размеры . . . . .	30
15. Изменение длины тела при его движении . . . . .	32
16. Соотношения между единицами длины . . . . .	33
17. Массы некоторых тел, кг . . . . .	34
18. Изменение массы тела при его движении . . . . .	35
19. Соотношения между единицами массы . . . . .	36
20. Продолжительность некоторых процессов, с . . . . .	—
21. Соотношения между единицами времени . . . . .	37
22. Скорости движения в технике . . . . .	38
23. Космические скорости . . . . .	39
24. Средние скорости движения тел . . . . .	—
25. Скорости движения в живой природе . . . . .	40
26. Мировые спортивные рекорды . . . . .	41
27. Соотношения между единицами скорости . . . . .	—
28. Частота вращения некоторых тел . . . . .	42
29. Средние ускорения, м/с <sup>2</sup> . . . . .	43

30. Ускорение свободного падения $g$ в различных местах Земли, м/с <sup>2</sup>	44
31. Ускорение свободного падения $g$ в глубине Земли . . . . .	—
32. Ускорение свободного падения $g$ на различной высоте $h$ над Землей . . . . .	—
33. Ускорение свободного падения $g$ на поверхности некоторых небесных тел (для экватора), м/с <sup>2</sup> . . . . .	45
34. Плотность $\rho$ газов и паров . . . . .	—
35. Плотность $\rho$ сухого воздуха . . . . .	—
36. Плотность $\rho$ атмосферы на различной высоте $h$ над Землей	46
37. Плотность $\rho$ жидкостей . . . . .	—
38. Плотность $\rho$ металлов и сплавов . . . . .	47
39. Плотность $\rho$ твердых тел . . . . .	—
40. Плотность $\rho$ некоторых сельскохозяйственных продуктов . .	48
41. Плотность $\rho$ некоторых пластмасс . . . . .	—
42. Плотность $\rho$ различных пород дерева . . . . .	—
43. Наиболее плотные вещества . . . . .	49
44. Плотность $\rho$ (средняя, насыпная) некоторых материалов и продуктов . . . . .	—
45. Значения сил, встречающихся в жизни . . . . .	50
46. Тяга некоторых машин и двигателей . . . . .	—
47. Удельное сопротивление сельскохозяйственных орудий . . .	51
48. Соотношения между единицами силы . . . . .	52
49. Перегрузки . . . . .	—
50. Давления . . . . .	—
51. Давление $p$ атмосферы на различной высоте $h$ над Землей . .	53
52. Давления ниже атмосферного, встречающиеся в природе и технике . . . . .	54
53. Параметры внутренних слоев Земли . . . . .	55
54. Соотношения между единицами давления . . . . .	56
55. Коэффициенты трения скольжения . . . . .	57
56. Коэффициенты трения качения, см . . . . .	—
57. Мощность некоторых тепловых двигателей . . . . .	58
58. Соотношения между единицами энергии (работы) . . . . .	59
59. Соотношения между единицами мощности . . . . .	60
60. Коэффициент полезного действия некоторых простых механизмов, % . . . . .	61
61. «Физика» человека (механические параметры) . . . . .	—
62. Характеристики больших планет Солнечной системы . . . .	62
63. Характеристики Солнца, Земли, Луны . . . . .	63
64. Первый искусственный спутник Земли . . . . .	—
65. Космический корабль «Восток» . . . . .	—
66. Ракета-носитель космического корабля «Восток» . . . . .	65
67. Полеты советских космических кораблей с космонавтами . .	—
68. Жидкостные ракетные двигатели . . . . .	67

69. Современные гидротурбины большой мощности . . . . .	68
70. Поршневые пассажирские самолеты . . . . .	69
71. Современные пассажирские самолеты . . . . .	70
72. Самолет-гигант Ан-22 («Антей») . . . . .	71
73. Первый в мире сверхзвуковой пассажирский самолет Ту-144	—
74. Вертолеты . . . . .	—
75. Данные о некоторых речных и морских судах . . . . .	72

### Звук

76. Скорость звука в газах и парах . . . . .	73
77. Скорость $c$ звука в воздухе при различной температуре $t$ . .	—
78. Скорость $c$ звука в воздухе на различной высоте $h$ над Землей	—
79. Скорость $c$ звука в жидкостях . . . . .	74
80. Скорость $c$ звука в металлах и сплавах . . . . .	75
81. Скорость $c$ звука в различных твердых веществах . . . . .	—
82. Диапазоны слышимых звуков . . . . .	—
83. Интенсивность звука, Вт/м <sup>2</sup> . . . . .	76
84. Длина $\lambda$ звуковых и ультразвуковых волн в различных средах в зависимости от частоты $\nu$ колебаний . . . . .	77
85. Диапазон частот ультразвуков, применяемых в практике, кГц	—
86. Глубина проникновения ультразвука (частотой 1 МГц) в металлы, м . . . . .	—
87. Частота колебаний крыльев насекомых и птиц в полете, Гц	78
88. «Физика» человека (звуковые параметры) . . . . .	—

### Молекулярная физика. Теплота

89. Размеры молекул . . . . .	78
90. Расстояние между атомами в молекулах . . . . .	79
91. Масса $m$ молекул некоторых элементов и соединений . . . .	—
92. Средняя скорость $v$ движения молекул газа . . . . .	80
93. Распределение молекул по скоростям движения . . . . .	—
94. Средняя длина свободного пробега молекул воздуха при различном давлении . . . . .	81
95. Средняя длина свободного пробега молекул различных газов	82
96. Средняя длина свободного пробега $l$ молекул воздуха на различной высоте $h$ над Землей . . . . .	—
97. Число молекул в 1 см <sup>3</sup> воздуха при различных давлениях ниже атмосферного . . . . .	83
98. Парциальное давление некоторых газов, входящих в состав воздуха . . . . .	—
99. Относительная теплопроводность некоторых веществ . . . .	84
100. Температуры, встречающиеся в природе и технике, °С . . . .	—
101. Температура атмосферы на различной высоте над Землей . . .	85
102. Температура внутренних слоев Земли . . . . .	86

103. Психрометрическая таблица . . . . .	87
104. Давление $p$ насыщающих паров воды при различных температурах $t$ . . . . .	—
105. Удельная теплоемкость газов и паров . . . . .	88
106. Удельная теплоемкость жидкостей . . . . .	—
107. Удельная теплоемкость твердых веществ . . . . .	89
108. Удельная теплоемкость металлов и сплавов . . . . .	90
109. Соотношения между единицами удельной теплоемкости . . . . .	—
110. Температурный коэффициент линейного расширения металлов и сплавов . . . . .	—
111. Температурный коэффициент линейного расширения твердых веществ . . . . .	91
112. Температурный коэффициент объемного расширения жидкостей . . . . .	92
113. Температура плавления $t_{пл}$ металлов и сплавов . . . . .	93
114. Температура плавления $t_{пл}$ различных веществ . . . . .	94
115. Удельная теплота плавления металлов . . . . .	—
116. Удельная теплота плавления некоторых веществ . . . . .	—
117. Изменение объемов веществ при их плавлении . . . . .	95
118. Температура кипения $t_{кип}$ веществ . . . . .	—
119. Температура кипения $t_{кип}$ воды при различных давлениях . . . . .	96
120. Температура кипения $t_{кип}$ воды при повышенных давлениях . . . . .	—
121. Удельная теплота парообразования жидкостей и расплавленных металлов . . . . .	97
122. Изменение объемов жидкостей при испарении и газов (паров) при конденсации . . . . .	—
123. Критические параметры некоторых веществ . . . . .	98
124. Удельная теплота сгорания различных видов топлива и некоторых веществ . . . . .	99
125. Соотношения между единицами удельных теплот сгорания, парообразования и плавления . . . . .	—
126. Поверхностное натяжение жидкостей . . . . .	100
127. Теплофизические свойства пластмасс . . . . .	101
128. Модуль упругости (модуль Юнга) $E$ некоторых материалов . . . . .	—
129. Предел прочности $\sigma_{пч}$ некоторых материалов (при растяжении) . . . . .	102
130. Допускаемое механическое напряжение $\sigma_{доп}$ в некоторых материалах (при растяжении) . . . . .	—
131. Коэффициент запаса прочности . . . . .	103
132. «Физика» человека (тепловые параметры) . . . . .	—
133. Характеристика рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания . . . . .	—
134. Коэффициенты полезного действия тепловых двигателей, % . . . . .	104
135. Современные паровые турбины большой мощности . . . . .	—
136. Данные о легковых автомобилях . . . . .	105
137. Данные о грузовых автомобилях . . . . .	106

138. Данные о мопедах, мотороллерах, мотоциклах . . . . .	107
139. Данные о тракторах . . . . .	108
140. Данные о зерноуборочных комбайнах . . . . .	109
141. Данные о тепловозах . . . . .	—

### Электродинамика

142. Диэлектрическая проницаемость веществ . . . . .	110
143. Магнитная проницаемость пара- и диамагнетиков . . . . .	—
144. Магнитная проницаемость ферромагнетиков . . . . .	111
145. Удельное электрическое сопротивление $\rho$ проводников . . . . .	—
146. Номограмма для определения сопротивления медного провода	112
147. Сплавы высокого сопротивления . . . . .	113
148. Температурные коэффициенты $\alpha$ электрического сопротивления проводников . . . . .	—
149. Температуры перехода чистых металлов в сверхпроводящее состояние . . . . .	114
150. Удельное электрическое сопротивление некоторых полупроводников и диэлектриков . . . . .	—
151. Электрические свойства пластмасс . . . . .	115
152. Удельное электрическое сопротивление $\rho$ электролитов . . . . .	—
153. Удельное электрическое сопротивление $\rho$ жидкостей . . . . .	116
154. Соотношения между единицами удельного электрического сопротивления . . . . .	—
155. Электрохимические эквиваленты веществ . . . . .	—
156. Термоэлектродвижущие силы различных металлов и сплавов в паре с платиной . . . . .	117
157. Потенциалы ионизации . . . . .	—
158. Работа выхода электрона . . . . .	118
159. Сила тока и напряжение в различных технических устройствах . . . . .	—
160. Номограмма для определения общего сопротивления двух параллельно соединенных проводников . . . . .	119
161. Мощность различных электрических устройств . . . . .	120
162. Номограмма для вычислений по формуле мощности электрической цепи . . . . .	—
163. Классификация радиоволн по диапазонам . . . . .	122
164. Радиотелеграфная азбука . . . . .	—
165. «Физика» человека (электрические параметры) . . . . .	123
166. Развитие связи в СССР . . . . .	124
167. Данные о телевизионной башне Общесоюзного телецентра им. 50-летия Октября . . . . .	—
168. План ГОЭЛРО . . . . .	125
169. Потребление электрической энергии в народном хозяйстве СССР . . . . .	—

170. Рост мощности электростанций и производства электроэнергии в СССР . . . . .	126
171. Высоковольтные линии электропередачи . . . . .	127
172. Крупнейшие гидроэлектростанции СССР . . . . .	128
173. Крупнейшие гидроэлектростанции мира . . . . .	129
174. Саяно-Шушенская ГЭС (в строительстве) . . . . .	—
175. Современные турбогенераторы большой мощности . . . . .	130
176. Современные гидрогенераторы большой мощности . . . . .	—
177. Современные электровозы . . . . .	131
178. Рост протяженности электрифицированных железных дорог в СССР . . . . .	—
179. Развитие электрификации страны в десятой пятилетке . . . . .	132
180. Коэффициенты полезного действия различных электрических приборов, устройств, машин и сооружений, % . . . . .	133

### Оптика

181. Показатель преломления $n$ некоторых веществ . . . . .	134
182. Показатель преломления для световых волн различной длины . . . . .	—
183. Показатель преломления $n$ воды при различной температуре $t$ . . . . .	135
184. Предельные углы полного отражения . . . . .	—
185. Зеркальное отражение света различными поверхностями . . . . .	—
186. Рассеянное отражение света различными поверхностями . . . . .	—
187. Сила света некоторых источников . . . . .	136
188. Сила света электрических ламп накаливания . . . . .	—
189. Нормы освещенности в помещениях . . . . .	—
190. Примерные значения освещенности в различных случаях, лк . . . . .	137
191. Излучение Солнца . . . . .	—
192. Интервалы длин волн и частот и соответствующие им цвета видимой части спектра . . . . .	138
193. Энергия одного кванта (фотона) видимого излучения различной частоты . . . . .	—
194. Инфракрасное излучение . . . . .	—
195. Ультрафиолетовое излучение . . . . .	139
196. Рентгеновское излучение . . . . .	—
197. Массы фотонов . . . . .	—
198. Импульсы фотонов . . . . .	140
199. Шкала электромагнитных излучений . . . . .	—
200. Красная граница фотоэффекта, нм . . . . .	142
201. Дополнительные цвета спектра . . . . .	—
202. Чувствительность глаза человека к белому свету . . . . .	—
203. Чувствительность глаза человека к световым волнам различной длины . . . . .	143
204. «Физика» человека (оптические параметры) . . . . .	—



## Атом и атомное ядро

205. Массы атомов некоторых химических элементов . . . . .	144
206. Размеры атомов . . . . .	145
207. Естественная радиоактивность . . . . .	—
208. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева . . .	146
209. Изотопы водорода . . . . .	148
210. Изотопный состав некоторых элементов . . . . .	149
211. Радиоактивные изотопы . . . . .	—
212. Период полураспада некоторых радиоактивных изотопов . .	150
213. Формы записи ядерных реакций . . . . .	151
214. Энергия связи некоторых ядер . . . . .	152
215. Соотношения между единицами массы и энергии . . . . .	153
216. Элементарные частицы . . . . .	154
217. Баланс энергии деления одного ядра урана-235 . . . . .	156
218. Первая в мире атомная электростанция . . . . .	—
219. Данные о некоторых действующих атомных электрических станциях СССР . . . . .	157
220. Развитие атомной энергетики в десятой пятилетке . . . . .	158
221. Серпуховский протонный синхротрон . . . . .	159
Происхождение слов, встречающихся в физике . . . . .	160
Предметный указатель . . . . .	162

*Анатолий Сергеевич Енохович*

**СПРАВОЧНИК ПО ФИЗИКЕ И ТЕХНИКЕ**

Редактор *В. А. Обменина*

Художник обложки *Л. С. Вендров*

Художественный редактор *Т. А. Алябьева*

Технический редактор *В. Ф. Коскина*

Корректор *Н. И. Новикова*

Сдано в набор 30/III 1976 г. Подписано к печати 6/VIII 1976 г. 84×108<sup>1/32</sup>. Бумага тип. № 2. Печ. л. 5,5. Услов. л. 9,24. Уч.-изд. л. 9,54. Тираж 200 тыс. экз. А05703. Заказ № 86.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41

Ордена Трудового Красного Знамени Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, М-54, Валовая, 28.

Цена 25 коп.





25 К

