

№ 4501

53

Ф 503

ФИЗИКА

Часть 1

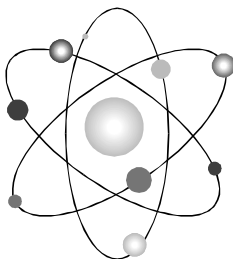
**Рабочая тетрадь
для практической индивидуальной работы**

НОВОСИБИРСК
2015

ФИЗИКА

Часть 1

Рабочая тетрадь для практической индивидуальной
работы студентов I курса дневного отделения



НОВОСИБИРСК
2015

УДК 53(076.5)
Ф 503

Составитель ст. преп. *Н.Ю. Березин*

Рецензент доцент *В.В. Христофоров*

Работа подготовлена на кафедре общей физики

Должны мы, чтоб к мудрости
вечной добраться,
Что нам так заманчиво брезжит,
Опять и опять, и опять ошибаться,
Но реже и реже, и реже.

Пит Хейн. Груки

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс лекций «Физика» играет важную роль в формировании профессионального мышления будущих инженеров. Он закладывает тот фундамент исходных знаний по физике, отталкиваясь от которого студенты могут осваивать впоследствии дисциплины общего профессионального и специального профиля.

В курсе лекций студенты получают общее представление о физике как науке, об истории ее развития, своей будущей практической профессиональной деятельности, о теоретических направлениях в физике, учатся ориентироваться в этой системе знаний.

В разработке преследовались следующие цели.

1. Помощь студентам в усвоении лекционного материала:

- выделение и проработка наиболее важных вопросов, рассматриваемых в лекционном курсе;
- структурирование пройденного материала.

2. Помощь преподавателю в контроле за усвоением данной дисциплины.

КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Каждый студент должен выполнить определенное количество заданий в рабочей тетради и сдать ее преподавателю к контрольным неделям. Результат работы влияет на количество баллов, полученных студентом на контрольной неделе.

Успешность выполнения студентом заданий рабочей тетради учитывается в отметке о зачете по окончании лекционного курса.

Удачные обозначения обладают утонченностью и будят мысль, порой делая это, кажется, почти так же, как искусный учитель.

Бертран Рассел

ОБОЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ, И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

<i>Основные физические величины</i>			
Длина	l , м	Сила света	J , кд (кандела)
Масса	m , кг	Сила электрического тока	I , А
Время	t , с	Количество вещества	ν , моль
Термодинамическая температура	T , К		
<i>Дополнительные физические величины</i>			
Плоский угол	α , ф, рад	Телесный угол	Ω , ср (стерадиан)
<i>Производные физические величины</i>			
Давление	p , Па	Скорость	v , м · с ⁻¹
Импульс	p , кг · м · с ⁻¹	Скорость угловая	ω , рад · с ⁻¹
Коэффициент жесткости	k , Н · м ⁻¹	Скорость центра инерции	v_c , м · с ⁻¹
Коэффициент трения	μ	Ускорение	a , м · с ⁻²
Модуль Юнга	E , Па	Ускорение нормальное	a_n , м · с ⁻²
Момент импульса	L , кг · м ² · с ⁻¹	Ускорение свободного падения	g , м · с ⁻²
Момент инерции	J , кг · м ²	Ускорение тангенциальное	a_t , м · с ⁻²
Момент силы	M , Н · м	Ускорение угловое	ε , рад · с ⁻²

Мощность	N , Вт	Частота	ν , Гц
Напряжение упругое	σ , Па	Частота круговая	ω , с^{-1}
Период колебаний	T , с	Энергия кинетическая	E_k , Дж
Плотность	ρ , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	Энергия покоя	E_0 , Дж
Площадь	S , м^2	Энергия полная	E , Дж
Работа	A , Дж	Энергия потенциальная	E_p , Дж
Сила	F , Н	Энергия удельная	w , $\text{Дж} \cdot \text{м}^{-3}$

Греческий алфавит

Λ α – альфа	H η – эта	N ν – ню	T τ – тау
B β – бета	Θ θ – тэта	Ξ ξ – кси	Υ υ – ипсилон
Γ γ – гамма	I ι – йота	O $\omicron$ – омикрон	Φ ϕ – фи
Δ δ – дельта	K κ – каппа	P π – пи	X χ – хи
ϵ ϵ – эпсилон	Λ λ – ламбда	P ρ – ро	Ψ ψ – пси
Z ζ – дзета	M μ – мю	Σ σ – сигма	Ω ω – омега

Приставки и множители десятичных кратных и дольных единиц международной системы СИ

экса	Э	10^{18}	деци	д	10^{-1}
пета	П	10^{15}	санتي	с	10^{-2}
тера	Т	10^{12}	милли	м	10^{-3}
гига	Г	10^9	микро	мк	10^{-6}
мега	М	10^6	нано	н	10^{-9}
кило	к	10^3	пико	п	10^{-12}
гекто	г	10^2	фемто	ф	10^{-15}
дека	да	10^1	атто	а	10^{-18}

Фундаментальные физические константы

Абсолютный ноль температуры	$t = -273,15^{\circ}\text{C}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Гравитационная постоянная	$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Заряд α -частицы	$q = 2e = 3,204 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Комптоновская длина волны электрона	$\lambda_c = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$
Магнитная постоянная	$\mu_0 = 12,5663706144 \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$
Магнитный момент протона	$\mu_p = 1,4106171 \cdot 10^{-26} \text{ Дж/Тл}$
Магнитный момент электрона	$\mu_e = 9,28483 \cdot 10^{-24} \text{ Дж/Тл}$
Масса α -частицы	$m_\alpha = 6,644 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса покоя нейтрона	$m_n = 1,6749543 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса покоя протона	$m_p = 1,6726485 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса покоя электрона	$m_e = 9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Постоянная Ридберга	$R_n = 1,097 \cdot 10^7 \text{ 1/м}$
Объем одного моля идеального газа при нормальных условиях	$V_0 = 22,41383 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$
Ускорение свободного падения	$g = 9,81 \text{ м/с}^2$
Нормальные условия:	
Атмосферное давление	$p_0 = 101325 \text{ Н/м}^2$
Температура	$T \cong 273 \text{ К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6,022045 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Постоянная Больцмана	$k = 1,380662 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Вина	$b = 2,90 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$
Постоянная Планка	$h = 6,626176 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постоянная Стефана–Больцмана	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$
Постоянная Фарадея	$F = 96,48456 \cdot 10^3 \text{ Кл/моль}$
Скорость света в вакууме	$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31441 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Элементарный заряд	$e = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Удельный заряд электрона	$e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,85418783 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
Удельная теплоемкость воды	$c = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

Удельная теплота плавления льда	$\lambda = 333,7 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$
Удельная теплота парообразования воды	$r = 2,256 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
Масса Земли	$M_3 = 5,976 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Радиус Земли	$R_3 = 6,371 \cdot 10^6 \text{ м}$
Масса Солнца	$M_C = 1,9891 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Радиус Солнца	$R_C = 6,955 \cdot 10^8 \text{ м}$
Масса Луны	$M_{\text{Л}} = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг}$
Радиус Луны	$R_{\text{Л}} = 1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$

ФОРМУЛЫ ПО РАЗДЕЛУ «МЕХАНИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

Скорость и ускорение

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}, \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}.$$

Равномерное движение

$$v = \text{const}, \quad S = vt, \quad x = x_0 + v_x t.$$

Равнопеременное движение

$$a = \text{const}.$$

$$\text{Ускорение } a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}, \quad a_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2S_x}.$$

$$\text{Путь } S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad S_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}, \quad v_x = v_{0x} + a_x t.$$

$$\text{Скорость } v_x = \sqrt{v_{0x}^2 + 2a_x S_x}.$$

$$\text{Координата тела } x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Криволинейное движение

$$\vec{v} = v_{\tau} \vec{e}_{\tau}, \quad \vec{a} = a_{\tau} \vec{e}_{\tau} + \frac{v^2}{R} \vec{e}_n, \quad \vec{a} = \vec{a}_{\tau} + \vec{a}_n,$$

где $a_n = \frac{v^2}{R}$ – нормальная составляющая ускорения; $a_{\tau} = \frac{dv_{\tau}}{dt}$ – тангенциальная составляющая ускорения; $a = \sqrt{a_n^2 + a_{\tau}^2}$ – полное ускорение при криволинейном движении.

Вращательное движение

Угловая скорость $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\phi}}{dt}$.

Угловое ускорение $\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$.

Угловая скорость для равномерного вращательного движения

$$\omega = \frac{\phi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n,$$

где T – период вращения; n – частота вращения $\left(n = \frac{N}{t}, N \text{ – число оборотов, совершаемых телом за время } t \right)$.

Связь между модулями линейных и угловых кинематических характеристик

$$dr = R d\phi, \quad v = R\omega, \quad a_{\tau} = R\varepsilon, \quad a_n = \omega^2 R,$$

где dr – малый путь, пройденный точкой по дуге окружности радиусом R ; v – линейная скорость.

Первый закон Ньютона утверждает, что существуют инерциальные системы отсчета.

Второй закон Ньютона

Уравнение движения тела переменной массы (уравнение Мещерского) $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$, $\sum \vec{F} = m\vec{a} + \frac{dm}{dt} \vec{v}$, где $\frac{dm}{dt} \vec{v}$ – реактивная сила; $\vec{v}$ – скорость истечения газов из ракеты при $m = \text{const} \rightarrow \sum \vec{F} = m\vec{a}$.

Третий закон Ньютона

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}.$$

Основной закон динамики для неинерциальных систем отчета

$$m\vec{a} = m\vec{a}_0 + \vec{F}_{\text{инерц}},$$

где $\vec{a}$ – ускорение в неинерциальной; $\vec{a}_0$ – в инерциальной системе отчета; $\vec{F}_{\text{инерц}}$ – силы инерции; $\vec{F}_{\text{инерц}} = \vec{F}_{\text{и}} + \vec{F}_{\text{ц}} + \vec{F}_{\text{к}}$, $\vec{F}_{\text{и}}$ – силы инерции, проявляющиеся при поступательном движении системы отчета с ускорением $\vec{a}_0$ ($\vec{F}_{\text{и}} = -m\vec{a}_0$); $\vec{F}_{\text{ц}}$ – центробежные силы инерции (силы инерции, действующие во вращающейся системе отчета на тела, удаленные от оси вращения на конечное расстояние R) ($\vec{F}_{\text{ц}} = -m\omega^2 R$); $\vec{F}_{\text{к}}$ – кориолисова сила инерции (силы инерции, действующие на тело, движущееся со скоростью $\vec{v}'$ во вращающейся системе отчета ($F_{\text{к}} = 2m[\vec{v}'\omega]$)).

Закон всемирного тяготения (для материальных точек)

Сила гравитационного притяжения (взаимодействующие массы покоятся или движутся с малой (нерелятивистской) скоростью)

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

Ускорение свободного падения на планете $g = G \frac{m_{\text{планеты}}}{R_{\text{планеты}}^2}$.

Вес тела

Вес тела в покое $P = mg$.

Опора вместе с телом движется с ускорением, направленным вверх: $P = m(g + a)$.

Опора вместе с телом движется с ускорением, направленным вниз: $P = m(g - a)$.

Вес малого тела в верхней точке (движение по окружности в вертикальной плоскости) $P = m \left(g - \frac{v^2}{r} \right)$.

Вес малого тела в нижней точке (движение по окружности в вертикальной плоскости) $P = m \left(g + \frac{v^2}{r} \right)$.

Сила трения

Сила трения скольжения $|\vec{F}| = \mu |\vec{N}|$, где μ – коэффициент трения.

Закон Гука (для случая, когда $x \ll l$, где l – длина недеформированной пружины)

Сила упругости $F_{\text{упр}} = -kx$, где k – жесткость пружины; x – деформация пружины.

Механическое напряжение при упругой деформации стержня $\sigma = \frac{F}{s}$, где F – растягивающая (сжимающая) сила; s – площадь поперечного сечения стержня.

Относительное продольное растяжение (сжатие) $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$, где Δl – изменение длины тела при растяжении (сжатии); l_0 – длина тела до деформации.

Относительное поперечное растяжение (сжатие) $\varepsilon' = \frac{\Delta d}{d_0}$, где Δd – изменение диаметра стержня при растяжении (сжатии); d_0 – диаметр стержня.

Связь между относительным поперечным растяжением (сжатием) и относительным продольным растяжением (сжатием) $\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \mu$, где μ – коэффициент Пуассона.

Закон Гука для продольного растяжения (сжатия) $\sigma = E\varepsilon$, где E – модуль Юнга.

Потенциальная энергия упругорастянутого (сжатого) стержня $W_{\text{кин}} = V \frac{E\varepsilon^2}{2}$, где V – объем тела.

Динамика и статика вращательного движения

Момент импульса $L_z = I_z \omega_z$.

Момент силы $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$, $\vec{M} = I\vec{\epsilon} + \vec{\omega} \frac{dI}{dt}$.

Закон сохранения момента импульса системы тел: если суммарный момент всех внешних сил равен нулю, то $\vec{L}$ сохраняется.

Модуль момента силы $M = Fl$, где l – плечо силы (кратчайшее расстояние между линией действия силы и той точкой, относительно которой определяется момент силы).

Теорема Штейнера $I = I_0 + mb^2$, где I_0 – момент инерции относительно оси, проходящей через центр масс; I – момент инерции относительно оси, параллельной первой, отстоящей на расстояние b .

Система	Ось	I
Точка по окружности	Ось симметрии	mR^2
Стержень	Через середину	$1/12 mR^2$
Стержень	Через конец	$1/3 mR^2$
Шар	Через центр шара	$2/5 mR^2$
Сфера	Через центр сферы	$2/3 mR^2$
Кольцо или тонкостенный цилиндр	Ось симметрии	mR^2
Диск, сплошной цилиндр	Ось симметрии	$1/2 mR^2$

Условия равновесия тел $\sum \vec{M} = 0$, $\sum \vec{F} = 0$.

Закон сохранения импульса

Импульс тела $\vec{p} = m\vec{v}$.

Закон сохранения импульса системы тел $\vec{p} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = \text{const}$ при

условии $\sum \vec{F}_{\text{внешн}} = 0$.

Связь импульса результирующей постоянной силы с приращением импульса системы $\vec{F}t = \Delta \vec{p}$.

Потенциальная и кинетическая энергия. Мощность

Работа силы F $A = \vec{F} \cdot \vec{S}$.

Мощность $N = \frac{dA}{dt}$.

Кинетическая энергия при поступательном движении $E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$.

Кинетическая энергия плоского движения $E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$.

Потенциальная энергия поднятого над землей тела $E_p = mgh$.

Потенциальная энергия упругодеформированного тела $E_p = \frac{kx^2}{2}$.

**Закон сохранения механической энергии
(для консервативной системы)**

$$E_{\text{кин}} + E_p = \text{const}.$$

МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА. ЗАКОНЫ ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ

Количество вещества

$$\nu = \frac{N}{N_A},$$

где N – число структурных элементов (молекул, атомов, ионов), составляющих тело; N_A – постоянная Авогадро.

Молярная масса вещества

$$M = \frac{m}{\nu},$$

где m – масса однородного тела; ν – количество вещества.

Связь молярной массы M с относительной молекулярной массой m_r вещества

$$M = M_r k,$$

где $k = 10^{-3}$ кг/моль.

**Уравнение состояния идеальных газов
(уравнение Клапейрона–Менделеева)**

$$pV = \frac{m}{M}RT, \quad \text{или} \quad pV = \nu RT,$$

где m – масса газа; M – его молярная масса; R – молярная газовая постоянная; T – термодинамическая температура; ν – количество вещества.

Закон Дальтона

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_k,$$

где p – давление смеси газов; p_i – парциальное давление i -го компонента смеси; k – число компонентов смеси.

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ГАЗОВ

Концентрация частиц (молекул, атомов) однородной системы

$$n = \frac{N}{V},$$

где V – объем системы.

Основное уравнение кинетической теории газов

$$p = \frac{2}{3} n \langle \varepsilon \rangle,$$

где p – давление газа; $\langle \varepsilon \rangle$ – средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы.

Средняя кинетическая энергия:

- *приходящаяся на одну степень свободы молекулы*

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{1}{2} kT;$$

- *приходящаяся на все степени свободы молекулы (полная энергия молекулы)*

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{i}{2} kT;$$

- *поступательного движения молекулы*

$$\langle \varepsilon_{\text{п}} \rangle = \frac{3}{2} kT,$$

где k – постоянная Больцмана; T – термодинамическая температура; i – число степеней свободы молекулы;

- *вращательного движения молекулы*

$$\langle \varepsilon_{\text{вр}} \rangle = \frac{i-3}{2} kT.$$

Зависимость давления газа от концентрации молекул и температуры

$$p = nkT.$$

Скорость молекул:

- *средняя квадратичная*

$$\langle v_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}};$$

- *средняя арифметическая*

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}};$$

- *наиболее вероятная*

$$v_{\text{в}} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}},$$

где m_0 – масса одной молекулы.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Связь между молярной (C_m) и удельной (c) теплоемкостью газа

$$C_m = cM,$$

где M – молярная масса.

Молярные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении для идеального газа:

$$C_V = \frac{iR}{2}; \quad C_P = \frac{(i+2)R}{2},$$

где i – число степеней свободы; R – молярная газовая постоянная.

Удельные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении для идеального газа:

$$c_V = \frac{iR}{2M}; \quad c_P = \frac{(i+2)R}{2M}.$$

Уравнение Майера

$$C_P - C_V = R.$$

Показатель адиабаты

$$\gamma = \frac{c_P}{c_V} = \frac{C_P}{C_V} = \frac{i+2}{i}.$$

Внутренняя энергия идеального газа

$$U = N \cdot \langle \epsilon \rangle = \nu \cdot C_V \cdot T,$$

где $\langle \epsilon \rangle$ – средняя кинетическая энергия молекулы; N – число молекул газа; ν – количество вещества.

Работа, связанная с изменением объема газа, в общем случае вычисляется по формуле

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV,$$

где V_1 – начальный объем газа; V_2 – его конечный объем.

Работа газа:

- при изобарном процессе ($p = \text{const}$)

$$A = p(V_2 - V_1);$$

- при изотермическом процессе ($T = \text{const}$)

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1};$$

- при адиабатном процессе

$$A = \frac{m}{M} C_V (T_1 - T_2) = \frac{RT_1}{\gamma - 1} \frac{m}{M} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma - 1} \right],$$

где T_1 – начальная температура газа; T_2 – его конечная температура.

Уравнение Пуассона (уравнение газового состояния при адиабатном процессе)

$$pV^\gamma = \text{const}.$$

Связь между начальным и конечным значением газа при адиабатном процессе

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma - 1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}}.$$

Первое начало термодинамики в общем случае

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q – количество теплоты, сообщенное газу; ΔU – изменение его внутренней энергии; A – работа, совершаемая газом против внешних сил.

Первое начало термодинамики:

- при изобарном процессе

$$Q = \Delta U + A = \frac{m}{M} C_V \Delta T + \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{m}{M} C_p \Delta T;$$

- при изохорном процессе ($A = 0$)

$$Q = \Delta U = \frac{m}{M} C_V \Delta T;$$

- при изотермическом процессе ($\Delta U=0$)

$$Q=A=\frac{m}{M}RT\ln\frac{V_2}{V_1};$$

- при адиабатном процессе ($Q=0$)

$$A=-\Delta U=-\frac{m}{M}C_V\Delta T.$$

Термический коэффициент полезного действия (КПД) цикла в общем случае

$$\eta=\frac{Q_1-Q_2}{Q_1},$$

где Q_1 – количество теплоты, полученное рабочим телом (газом) от нагревателя; Q_2 – количество теплоты, переданное рабочим телом охладителю.

КПД цикла Карно

$$\eta=\frac{Q_1-Q_2}{Q_1}=\frac{T_1-T_2}{T_1},$$

где T_1 – температура нагревателя; T_2 – температура охладителя.

Изменение энтропии при равновесном процессе

$$\Delta S=\int_A^B\frac{dQ}{T}.$$

Здесь A и B – пределы интегрирования, соответствующие начальному и конечному состоянию системы.

Формула Больцмана

$$S=k\ln W,$$

где S – энтропия системы; W – термодинамическая вероятность ее состояния; k – постоянная Больцмана.

Распределение Больцмана (распределение частиц в силовом поле)

$$n = n_0 e^{-\frac{U}{kT}},$$

где n – концентрация частиц; U – их потенциальная энергия; n_0 – концентрация частиц в точках поля, где $U = 0$; k – постоянная Больцмана; T – термодинамическая температура; e – основание натуральных логарифмов.

Барометрическая формула (распределение давления в однородном поле силы тяжести)

$$p = p_0 e^{-\frac{mgz}{kT}}, \quad \text{или} \quad p = p_0 e^{-\frac{Mgz}{RT}},$$

где p – давление газа; m – масса частицы; M – молярная масса; z – координата (высота) точки по отношению к уровню, принятому за нулевой; p_0 – давление на этом уровне; g – ускорение свободного падения; R – молярная газовая постоянная.

Средняя длина свободного пробега молекул газа

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2 n},$$

где d – эффективный диаметр молекулы; n – концентрация молекул.

Диффузия (коэффициент диффузии)

$$D = \frac{1}{3} \langle v \rangle \langle \lambda \rangle,$$

где $\langle v \rangle$ – средняя арифметическая скорость молекул; $\langle \lambda \rangle$ – средняя длина свободного пробега молекул газа.

ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Закон Кулона для вакуума $F_K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ где ϵ_0 – электрическая постоянная;

Напряженность электрического поля $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$;

$$\left. \begin{aligned} \vec{E} &= \sum_{i=1}^N \vec{E}_i \\ \Phi &= \sum_{i=1}^N \Phi_i \end{aligned} \right\} \text{ принцип суперпозиции .}$$

Поток вектора напряженности через площадку S $\Phi = \vec{E} \cdot \vec{S}$.

Теорема Гаусса для вакуума $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q_{\text{внутр}}}{\epsilon_0}$.

Теорема о циркуляции $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$.

Потенциал $\varphi = \frac{W}{q}$; $\varphi = - \int \vec{E} \cdot d\vec{r}$.

Напряженность поля на расстоянии r от источника поля:

- *точечного заряда*

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2},$$

где ϵ – диэлектрическая проницаемость среды;

- *бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда τ*

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0\epsilon r};$$

- *равномерно заряженной бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда σ*

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon};$$

- *между двумя разноименно заряженными плоскостями*

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon}.$$

Работа поля по перемещению заряда

$$A=q(\varphi_1-\varphi_2), \quad U=\varphi_1-\varphi_2, \quad U=\frac{A}{q}.$$

Связь между напряженностью и разностью потенциалов для однородного поля $U=E\Delta d$.

$$\text{Електроємкiсть уединенного проводника } C=\frac{q}{\varphi}.$$

$$\text{Електроємкiсть конденсатора } C=\frac{q}{U}.$$

$$\text{Електроємкiсть плоского конденсатора } C=\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}.$$

$$\text{Энергия заряженного конденсатора } W=\frac{qU}{2}=\frac{CU^2}{2}=\frac{q^2}{2C}.$$

$$\text{Електроємкiсть заряженного шара } C=4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r.$$

$$\text{Електроємкiсть сферического конденсатора } C=4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}.$$

$$\left. \begin{aligned} C_{\text{паралл}} &= \sum C_i \\ \frac{1}{C_{\text{послед}}} &= \sum \frac{1}{C_i} \end{aligned} \right\} \text{батарея конденсаторов}.$$

$$\text{Дипольный момент } \vec{p}=q\vec{d}.$$

Поляризованность диэлектрика

$$\vec{P} = \frac{\sum \vec{p}_i}{V}, \quad P = \chi\varepsilon_0 E,$$

где χ – диэлектрическая восприимчивость; $\varepsilon = 1 + \chi$, где ε – диэлектрическая проницаемость.

$$\text{Теорема Гаусса для диэлектриков } \oint \varepsilon E ds = \frac{\sum q_{\text{своб}}}{\varepsilon_0}.$$

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{q}{\Delta t} \\ I &= qnSv \end{aligned} \right\} \text{сила тока}.$$

Плотность тока $j = \frac{I}{S} = qnv$.

Закон Ома для однородного участка цепи $I = \frac{U}{R}$.

Закон Ома для замкнутой цепи $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$, где R – сопротивление внешней цепи; r – внутреннее сопротивление источника.

Закон Ома в дифференциальной форме $j = \frac{E}{\rho} = E\gamma$.

Сопротивление проводника $R = \rho \frac{l}{S}$.

Температурное изменение сопротивления $R = R_0(1 + \alpha \Delta T)$.

ЭДС $\varepsilon = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$.

Работа сторонних сил $A_{\text{ст}} = \varepsilon I \Delta t$.

Сила тока короткого замыкания $I_{\text{кор.зам}} = \frac{\varepsilon}{r}$.

Закон Джоуля–Ленца $Q = A = IU \Delta t = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t$, где A – работа, совершаемая силами электростатического поля и сторонними силами; U – напряжение на участке цепи (определяется как работа, совершаемая электростатическими и сторонними силами при перемещении единичного положительного заряда).

Мощность тока $P = \frac{dA}{dt} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$.

Закон Джоуля–Ленца в дифференциальной форме $\omega = \gamma E^2 = \frac{E^2}{\rho} = jE$, где ω – удельная тепловая мощность тока; $\gamma = \frac{1}{\rho}$ – удельная электрическая проводимость вещества; ρ – удельное электрическое сопротивление

Правило Кирхгофа для узлов $\sum I_i = 0$.

Правило Кирхгофа для контуров $\sum I_i R_i = \sum \varepsilon_k$.

Последовательное соединение проводников:

$$I = \text{const}, \quad U = \sum_{i=1}^N U_i, \quad R = \sum R_i.$$

Параллельное соединение:

$$I = \sum I_i, \quad U = \text{const}, \quad \frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}.$$

КОНСПЕКТЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ ЗАПОЛНЯЮТСЯ СТУДЕНТАМИ ВМЕСТЕ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ НА ЗАНЯТИЯХ

Занятие 1 «Кинематика»

1. Прямолинейное движение.
2. Криволинейное движение.
3. Вращательное движение.

Занятие 2 «Динамика»

1. Динамика прямолинейного движения.
2. Динамика криволинейного движения.

Занятие 3 «Динамика»

1. Законы сохранения в механике.
2. Твердое тело как система частиц. Вращательное движение твердых тел.

Занятие 4 Контрольная работа по «Механике»

Занятие 5 «Основы молекулярно-кинетической теории газов»

1. Законы идеальных газов.
2. Молекулярно-кинетическая теория газов.
3. Барометрическая формула. Явления переноса в газах.

Занятие 6 «Основы термодинамики»

1. Первое начало термодинамики.
2. Второе начало термодинамики.

Занятие 7 «Электростатика»

1. Закон Кулона. Взаимодействие заряженных тел.

2. Напряженность электрического поля.

Занятие 8 «Электростатика»

1. Потенциал электрического поля. Работа по перемещению электрического заряда в поле.

2. Емкость. Конденсаторы.

Занятие 9 «Постоянный электрический ток»

1. Основные законы постоянного тока.

2. Правила Кирхгофа (для разветвленных цепей).

3. Работа и мощность тока.

ПОРЯДОК РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. Записать все данные (с их единицами) и искомые в задаче величины.
2. Записать все данные задачи в СИ.
3. Сделать чертеж, схему или рисунок с обозначением данных задачи (в зависимости от условий задачи).
4. Установить, какие физические законы отвечают содержанию данной задачи.
5. Решить задачу в общем виде (получить «рабочую формулу»), т. е. выразить искомую величину через заданные в задаче.

При изучении движения точки (поступательного движения твердого тела) необходимо:

- а) выбрать систему отсчета, относительно которой изучается движение;
- б) связать с ней систему координат;
- в) записать закон движения точки в векторном виде;
- г) перейти к скалярной записи уравнений движения в проекциях на выбранные оси;
- д) записать начальные данные и дополнительные условия рассматриваемого движения;
- е) решить полученную систему уравнений и проанализировать ответ;
- ж) если в движении участвует несколько тел, то удобно выбрать общие для всех начала отсчета перемещения и времени.

При изучении вращения тела вокруг неподвижной оси надо перейти к угловым характеристикам движения (угловому перемещению, угловой скорости, угловому ускорению), так как они одинаковы для всех точек тела, в то время как линейные характеристики различны.

6. Произвести вычисления.

7. Желательно произвести проверку единиц величин, подставив их в «рабочую формулу». Полученная единица должна совпадать с единицей искомой в задаче величины.

ЗАНЯТИЕ 1

1. Прямолинейное движение

Задача 1. Кинематическое уравнение движения материальной точки по прямой (ось x) имеет вид $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 5$ м, $B = 4$ м/с, $C = -1$ м/с². Определить среднюю скорость $v_{\text{хср}}$ за интервал времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 6$ с.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 2. С воздушного шара, опускающегося вниз с постоянной скоростью 2 м/с , бросили вертикально вверх груз со скоростью 18 м/с относительно земли. Определить расстояние между шаром и грузом в момент, когда груз достигает высшей точки своего подъема. Через какое время груз пролетит мимо шара, падая вниз?

Дано	Решение
Найти	Ответ

2. Криволинейное движение

Задача 3. С башни высотой 25 м горизонтально брошен камень со скоростью 15 м/с. Найти: 1) сколько времени камень будет в движении, 2) на каком расстоянии он упадет на землю, 3) с какой скоростью он упадет на землю, 4) какой угол составит траектория камня с горизонтом в точке его падения на землю? Сопротивление воздуха не учитывать.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 4. Мяч бросили со скоростью 10 м/с под углом 40° к горизонту. Найти: 1) на какую высоту поднимется мяч; 2) на каком расстоянии от места бросания мяч упадет на землю, 3) сколько времени он будет в движении?

Дано	Решение
Найти	Ответ

3. Вращательное движение

Задача 5. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости 20 рад/с через 10 оборотов после начала вращения. Найти угловое ускорение колеса.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 6. Колесо радиусом 10 см вращается с постоянным угловым ускорением $3,14 \text{ рад/с}^2$. Найти для точек на ободе колеса к концу первой секунды после начала движения: 1) угловую скорость; 2) линейную скорость; 3) тангенциальное ускорение; 4) нормальное ускорение; 5) полное ускорение и 6) угол, составляемый направлением полного ускорения с радиусом колеса.

Дано	Решение
Найти	Ответ

ЗАНЯТИЕ 2

1. Динамика прямолинейного движения

Задача 1. Ледяная горка составляет с горизонтом угол α . По ней пускают вверх камень, который после подъема съезжает вниз. Чему равен коэффициент трения, если время спуска в n раз больше времени подъема?

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 2. Наклонная доска, составляющая с горизонтом угол 60° , приставлена к горизонтальному столу. Два груза массой по 1 кг каждый соединены легкой нитью, направленной параллельно плоскостям доски и стола, перекинутой через невесомый блок, расположенный в месте примыкания наклонной плоскости к горизонтальному столу, и могут перемещаться соответственно по доске и столу. Найти силу натяжения нити и ускорение системы, если коэффициент трения тел о поверхность доски и стола одинаков и равен 0,3.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 3. Работа, затраченная на толкание ядра, брошенного под углом 15° к горизонту, равна 800 Дж. Масса ядра 8 кг. На каком расстоянии от места бросания ядро упадет на землю?

Дано	Решение
Найти	Ответ

2. Динамика криволинейного движения

Задача 4. На сколько должен быть поднят наружный рельс над внутренним на закруглении железнодорожного пути радиусом 300 м, если ширина колеи 1524 мм? Скорость, при которой сила давления на рельсы перпендикулярна им, принять равной 54 км/ч.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 5. На экваторе некоторой планеты тело весит вдвое меньше, чем на полюсе. Плотность вещества этой планеты $3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Определить период вращения планеты вокруг своей оси.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 6. На внутренней поверхности сферы радиусом 0,1 м, вращающейся вокруг вертикальной оси, внизу находится небольшой предмет. С какой постоянной частотой должна вращаться сфера, чтобы предмет находился в точке, направление на которую составляет угол 45° с вертикалью? Коэффициент трения между предметом и поверхностью сферы равен 0,2. Округлите до сотых.

Дано	Решение
Найти	Ответ

ЗАНЯТИЕ 3

1. Законы сохранения в механике

Задача 1. С наклонной плоскости высотой 1 м и длиной склона 10 м скользит тело массой 1 кг. Найти: 1) кинетическую энергию тела у основания плоскости; 2) скорость тела у основания плоскости; 3) расстояние, пройденное телом по горизонтальной части пути до остановки. Коэффициент трения на всем пути считать постоянным и равным 0,05.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 2. Два тела с массами m и $3m$ движутся во взаимно перпендикулярных направлениях. После соударения тело массой m остановилось. Какую часть его энергии составляет выделившееся при ударе тепло?

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 3. Груз массой 0,5 кг падает с некоторой высоты на плиту массой 1 кг, укрепленную на пружине жесткостью $9,8 \cdot 10^2$ Н/м. Определить наибольшее сжатие пружины, если в момент удара груз обладал скоростью 5 м/с. Удар неупругий.

Дано	Решение
Найти	Ответ

2. Твердое тело как система частиц.
Вращательное движение твердых тел

Задача 4. Две гири с массами 2 кг и 1 кг соединены нитью и перекинута через блок массой 1 кг. Найти: 1) ускорение, с которым движутся гири; 2) натяжения нитей T_1 и T_2 , к которым подвешены гири. Блок считать однородным диском. Трением пренебречь.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 5. На барабан с горизонтально расположенной осью вращения массой 9 кг намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 2 кг. Найти ускорение груза. Барабан считать однородным цилиндром. Трением пренебречь.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 6. Горизонтальная платформа массой 100 кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, делая 10 об/мин. Человек массой 60 кг стоит при этом на краю платформы. С какой скоростью начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу круглым однородным диском, а человека – точечной массой.

Дано	Решение
Найти	Ответ

ЗАНЯТИЕ 5

1. Законы идеальных газов

Задача 1. В баллоне объемом 10 л находится гелий под давлением 1 МПа при температуре 300 К. После того как из баллона был израсходован гелий массой 10 г, температура в баллоне понизилась до 290 К. Определить давление гелия, оставшегося в баллоне.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 2. В сосуде находятся 25 г кислорода и 75 г азота при температуре 10 °С и давлении 1 МПа. Найти молярную массу смеси и объем сосуда.

Дано	Решение
Найти	Ответ

2. Молекулярно-кинетическая теория газов

Задача 3. В сосуде находится $3,59 \cdot 10^{20}$ молекул азота, которые оказывают на стенки сосуда давление 20 кПа. Каков объем сосуда, если средняя квадратичная скорость молекул 300 м/с?

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 4. Найти среднюю квадратичную скорость, среднюю кинетическую энергию поступательного движения и среднюю полную кинетическую энергию молекул гелия и азота при температуре 27°C . Определить полную энергию всех молекул 100 г каждого из газов.

Дано	Решение
Найти	Ответ

3. Барометрическая формула. Явления переноса в газах

Задача 5. Рассчитать среднюю длину свободного пробега молекул азота и коэффициент диффузии при давлении 10^5 Па и температуре 17°C . Как изменятся найденные величины в результате двукратного увеличения объема газа: а) при постоянном давлении; б) при постоянной температуре?

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 6. На какой высоте над уровнем моря атмосферное давление составляет 78 кПа, если температура воздуха 17 °С и не меняется с высотой, а давление на уровне моря нормальное? Найти число частиц в единице объема (концентрацию молекул) на этой высоте.

Дано	Решение
Найти	Ответ

ЗАНЯТИЕ 6

1. Первое начало термодинамики

Задача 1. Один моль идеального двухатомного газа расширяется изобарически, изотермически, адиабатически до объема, в 5 раз большего первоначального. При каком из этих процессов работа по расширению будет больше? Определить также изменение внутренней энергии и количество подведенной теплоты. Считать первоначальное состояние нормальным.

Дано	Решение
Найти	Ответ

2. Второе начало термодинамики

Задача 2. Нагреватель тепловой машины, работающей по обратимому циклу Карно, имеет температуру $t_1 = 200^\circ\text{C}$. Определить температуру охладителя, если при получении от нагревателя количества теплоты 1 Дж машина совершает работу 0,4 Дж. Потери на трение и теплоотдачу не учитывать.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 3. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Исходное состояние одноатомного газа соответствует давлению 5 атм, температуре 300 К и объему 2 л. В конце изотермического расширения объем стал равен 5 л, а в конце адиабатического – 8 л. Найти КПД цикла, работу за один цикл, количество теплоты, взятого от нагревателя и переданного холодильнику за один цикл.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 4. Газ, совершающий цикл Карно, КПД которого 25 %, при изотермическом расширении производит работу 240 Дж. Какова работа, совершаемая при изотермическом сжатии?

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 5. Кислород массой 0,45 г имеет в начальном состоянии объем 2 л и температуру 10 °С, а в конечном – объем 10 л и температуру 50 °С. Найти изменение энтропии кислорода при переходе из первого состояния во второе.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 6. 0,3 кг льда, взятого при температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, превращается в пар при атмосферном давлении. Найти изменение энтропии.

Дано	Решение
Найти	Ответ

ЗАНЯТИЕ 7.

1. Закон Кулона. Взаимодействие заряженных тел

Задача 1. Три одинаковых положительных заряда по 1 нКл расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы сила притяжения с его стороны уравнивала силы взаимного отталкивания зарядов, находящихся в вершинах?

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 2. Два одинаково заряженных шарика, имеющие массу 0,5 г каждый и подвешенные на нитях длиной 1 м, разошлись на 4 см друг от друга. Найти заряд каждого шарика.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 3. Одинаковые шарики, подвешенные на нитях равной длины, закрепленных в одной точке, зарядили одинаковыми одноименными зарядами. Шарики оттолкнулись, и угол между нитями стал равен 60° . После погружения шариков в жидкий диэлектрик угол между нитями уменьшился до 50° . Найдите диэлектрическую проницаемость среды. Выталкивающей силой пренебречь. Ответ округлите до десятых.

Дано	Решение
Найти	Ответ

2. Напряженность электрического поля

Задача 4. Стальной шар радиусом 0,5 см, погруженный в керосин, находится в однородном электрическом поле напряженностью 35 кВ/см, направленной вертикально вверх. Определите заряд шара, если он находится во взвешенном состоянии.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 5. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами 30 нКл и -10 нКл. Расстояние между зарядами равно 20 см. Определить напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 15 см от первого и на расстоянии 10 см от второго заряда.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 6. Электрическое поле создано бесконечной плоскостью, заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 400 \text{ нКл/м}^2$, и бесконечной прямой нитью, заряженной с линейной плотностью $\tau = 100 \text{ нКл/м}$. На расстоянии 10 см от нити находится точечный заряд 10 нКл. Определить силу, действующую на заряд, ее направление, если заряд и нить лежат в одной плоскости, параллельной заряженной плоскости.

Дано	Решение
Найти	Ответ

ЗАНЯТИЕ 8

1. Потенциал электрического поля.

Работа по перемещению электрического заряда в поле

Задача 1. Шарик массой 1 г перемещается между точками, потенциал первой 600 В, второй – равен нулю. Определить скорость шарика в первой точке, если во второй точке его скорость 30 см/с. Заряд шарика 10 нКл.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 2. Два шарика, радиусы которых 5 и 8 см, а потенциалы 120 В и 50 В, соединяют проводом. Найти потенциалы шаров после их соединения и заряд, прошедший с одного шара на другой.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 3. Электрон влетает горизонтально вдоль оси x в плоский воздушный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью 10^6 м/с. Длина конденсатора 1 см, напряженность электрического поля в нем $5 \cdot 10^3$ В/м. Найти скорость электрона при вылете из конденсатора и его смещение вдоль оси y .

Дано	Решение
Найти	Ответ

2. Ёлектроёмкость. Конденсаторы

Задача 4. Три одинаково заряженных водяных капли радиусом 1 мм каждая сливаются в одну большую каплю. Найти потенциал большой капли, если заряд малой 10^{-10} Кл.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 5. Расстояние между пластинами плоского воздушного конденсатора, присоединенного к источнику напряжения с ЭДС 180 В, равно 5 мм. Площадь пластин конденсатора 175 см². Найти работу по раздвижению пластин до расстояния 12 мм, если конденсатор перед раздвижением пластин отключен от источника.

Дано	Решение
Найти	Ответ

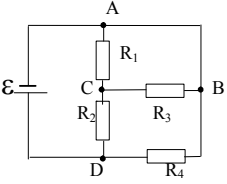
Задача 6. Пластины плоского конденсатора подключены к источнику с ЭДС, равной 2 В. Определить изменение емкости и энергии электрического поля конденсатора, если конденсатор наполовину заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2$. Расстояние между пластинами $d = 1$ см, площадь пластин $S = 50$ см².

Дано	Решение
Найти	Ответ

ЗАНЯТИЕ 9.

1. Основные законы постоянного тока

Задача 1. Найти полное сопротивление электрической цепи (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника 1 Ом, а сопротивления участков цепи равны $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 12$ Ом, $R_4 = 6$ Ом.

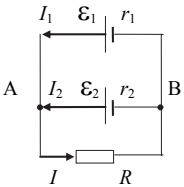
Дано 	Решение
Найти	Ответ

Задача 2. Вольтметр с внутренним сопротивлением $2500\ \Omega$, включенный в сеть, показал напряжение 125 В . Определить дополнительное сопротивление, при подключении которого вольтметр показывает 100 В .

Дано	Решение
Найти	Ответ

2. Правила Кирхгофа (для разветвленных цепей)

Задача 3. Рассчитать токи во всех участках цепи, изображенной на рисунке.

Дано 	Решение
Найти	Ответ

3. Работа и мощность тока

Задача 4. Определить ток короткого замыкания для источника, который при токе в цепи $I_1 = 10$ А имеет полезную мощность $P_1 = 500$ Вт, а при токе $I_2 = 5$ А – мощность $P_2 = 375$ Вт.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 5. Намотка в электрической кастрюле состоит из двух одинаковых секций. Сопротивление каждой секции 20 Ом. Через сколько времени закипит 2,2 л воды, если: 1) включена одна секция; 2) обе секции включены последовательно; 3) обе секции включены параллельно? Начальная температура воды 16 °С, напряжение в сети 110 В, КПД нагревателя 85 %.

Дано	Решение
Найти	Ответ

Задача 6. Сколько меди нужно для устройства линии электропередачи длиной 10 км, если напряжение на электростанции 440 В, а потребителю необходимо передать мощность 50 кВт при допустимой потере напряжения в проводе 10 %?

Дано	Решение
Найти	Ответ

РЕЙТИНГ-ЛИСТ

ФМА (1 часть)

Название модуля	Вид контроля	Сроки контроля	Максимальное число баллов	Минимальное число баллов	Экзамен
Механика	Контрольная работа «0-50»		50	0	Тест итоговый 60 заданий
	Лабораторные работы «2-5»	семестр	$2 \cdot 200 = 400$	$2 \cdot 100 = 200$	
Термодинамика и статистическая физика	Р13 «2-4»	12 недель	$12 \cdot 8 = 96$	$12 \cdot 2 = 24$	
	Лабораторные работы «2-5»	семестр	$1 \cdot 200 = 200$	$1 \cdot 100 = 100$	
Электростатика и постоянный ток	Р13 «2-4»	18 недель	$24 \cdot 8 = 192$	$24 \cdot 2 = 48$	
	Лабораторные работы «2-5»	семестр	$1 \cdot 200 = 200$	$1 \cdot 100 = 100$	
Всего			$1138 \cdot 0,0528 = 60$	$472 \cdot 0,0528 = 25$	$60 \cdot 0,665 = 40$

Расчетно-графическое задание (баллы за одну задачу при условии правильного решения)

8 баллов – с защитой
2 балла – без защиты

Лабораторные работы (минимум – 100 баллов, максимум – 200 баллов)

Отчет оценивается в 100 баллов (минимум – 50 баллов, максимум – 100 баллов).

Защита оценивается в 100 баллов (1 уровень – 50 баллов, 2 уровень – 75 баллов, 3 уровень – 100 баллов).

ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ ЗАДАЧ К РГЗ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА»

Вариант	Молекулярное строение	Уравнение газового состояния	Смеси газов	Концентрация молекул	Основное уравнение кинетической теории газов. Энергия молекул	Скорости молекул	Распределение Больцмана	Теплоемкость идеального газа	Работа расширения газа	Первое начало термодинамики	Круговые процессы. Термический КПД. Цикл Карно	Энтропия
1	8.1	8.16	8.36	9.1	9.12	9.25	10.1	11.1	11.18	11.25	11.53	11.69
2	8.2	8.17	8.37	9.2	9.13	9.26	10.2	11.2	11.19	11.26	11.54	11.70
3	8.3	8.18	8.38	9.3	9.14	9.27	10.3	11.3	11.20	11.27	11.55	11.71
4	8.4	8.19	8.39	9.4	9.15	9.28	10.4	11.4	11.21	11.28	11.56	11.72
5	8.5	8.20	8.40	9.5	9.16	9.29	10.5	11.5	11.22	11.29	11.57	11.73
6	8.6	8.21	8.41	9.6	9.17	9.30	10.6	11.6	11.23	11.30	11.58	11.74
7	8.7	8.22	8.42	9.7	9.18	9.31	10.7	11.7	11.24	11.31	11.59	11.75
8	8.1	8.17	8.38	9.4	9.16	9.30	10.1	11.5	11.22	11.29	11.57	11.73
9	8.3	8.18	8.38	9.3	9.14	9.25	10.1	11.1	11.18	11.25	11.53	11.69
10	8.7	8.22	8.36	9.1	9.12	9.25	10.6	11.6	11.23	11.30	11.58	11.74
11	8.4	8.19	8.39	9.4	9.15	9.28	10.4	11.4	11.21	11.28	11.56	11.72
12	8.1	8.18	8.37	9.1	9.14	9.25	10.3	11.2	11.20	11.25	11.54	11.70
13	8.2	8.19	8.38	9.2	9.15	9.26	10.4	11.3	11.21	11.26	11.55	11.71
14	8.3	8.20	8.39	9.3	9.16	9.27	10.5	11.4	11.22	11.27	11.56	11.72
15	8.4	8.21	8.40	9.4	9.17	9.28	10.6	11.5	11.23	11.28	11.57	11.73
16	8.5	8.22	8.41	9.5	9.18	9.29	10.7	11.6	11.24	11.29	11.58	11.74
17	8.6	8.17	8.42	9.6	9.16	9.30	10.1	11.7	11.22	11.30	11.59	11.75
18	8.7	8.18	8.38	9.7	9.14	9.31	10.1	11.5	11.18	11.31	11.57	11.73
19	8.1	8.22	8.38	9.4	9.12	9.30	10.6	11.1	11.23	11.29	11.53	11.69
20	8.3	8.19	8.36	9.3	9.15	9.25	10.4	11.6	11.21	11.25	11.58	11.74

ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ ЗАДАЧ К РГЗ «ЭЛЕКТРОСТАТИКА»

Вариант	Взаимодействие точечных зарядов Взаимодействие точечного заряда с зарядом, равномерно распределенным Напряженность поля точечных зарядов Напряженность поля заряда, распределенного по кольцу и сфере Напряженность поля заряженной линии Напряженность поля заряженной плоскости Напряженность поля заряда, распределенного по объему Потенциальная энергия и потенциал поля точечных зарядов Потенциал поля линейно распределенных зарядов Потенциал поля зарядов, распределенных по объему Работа по перемещению зарядов в поле Движение заряженных частиц в электрическом поле											
1	13.1	13.14	14.1	14.7	14.11	14.21	14.27	15.1	15.14	15.32	15.41	15.51
2	13.2	13.15	14.2	14.8	14.12	14.22	14.28	15.2	15.15	15.33	15.42	15.52
3	13.3	13.16	14.3	14.9	14.13	14.23	14.29	15.3	15.16	15.34	15.43	15.53
4	13.4	13.17	14.4	14.10	14.14	14.24	14.30	15.4	15.17	15.35	15.44	15.54
5	13.5	13.18	14.5	14.7	14.15	14.25	14.31	15.5	15.18	15.36	15.45	15.55
6	13.6	13.19	14.6	14.8	14.16	14.26	14.27	15.6	15.19	15.37	15.46	15.56
7	13.7	13.20	14.2	14.9	14.17	14.21	14.28	15.7	15.20	15.38	15.47	15.57
8	13.8	13.21	14.3	14.10	14.18	14.22	14.29	15.8	15.21	15.39	15.48	15.58
9	13.9	13.22	14.4	14.7	14.19	14.23	14.30	15.9	15.22	15.40	15.49	15.60
10	13.10	13.14	14.5	14.8	14.20	14.24	14.31	15.10	15.23	15.32	15.50	15.70
11	13.11	13.15	14.6	14.9	14.11	14.25	14.27	15.11	15.24	15.33	15.41	15.71
12	13.12	13.16	14.2	14.10	14.12	14.26	14.28	15.12	15.25	15.34	15.42	15.61
13	13.13	13.17	14.2	14.7	14.13	14.21	14.29	15.13	15.26	15.35	15.43	15.62
14	13.4	13.18	14.3	14.8	14.14	14.22	14.30	15.4	15.27	15.36	15.44	15.63
15	13.5	13.19	14.4	14.9	14.15	14.23	14.31	15.5	15.28	15.37	15.45	15.64
16	13.6	13.20	14.5	14.10	14.16	14.24	14.27	15.6	15.29	15.38	15.46	15.65
17	13.7	13.21	14.6	14.7	14.17	14.25	14.28	15.7	15.30	15.39	15.47	15.66
18	13.8	13.22	14.2	14.8	14.18	14.26	14.29	15.8	15.31	15.40	15.48	15.67
19	13.9	13.17	14.6	14.9	14.19	14.22	14.30	15.9	15.14	15.33	15.49	15.68
20	13.10	13.18	14.2	14.10	14.20	14.23	14.31	15.10	15.15	15.34	15.50	15.69

Вариант	Напряженность и потенциал поля диполя. Электрический момент диполя	Диполь в электрическом поле	Поляризация диэлектриков	Электрическая емкость проводящей сферы	Электрическая емкость плоского конденсатора	Соединения конденсаторов	Энергия плоского конденсатора	Энергия поля заряженной сферы	Закон Ома для участка цепи	Закон Ома для полной цепи	Правила Кирхгофа	Работа и мощность тока
1	16.1	16.10	16.20	17.1	17.6	17.15	18.1	18.13	19.1	19.12	19.19	19.25
2	16.2	16.11	16.21	17.2	17.7	17.16	18.2	18.14	19.2	19.13	19.20	19.26
3	16.3	16.12	16.22	17.3	17.8	17.17	18.3	18.15	19.3	19.14	19.21	19.27
4	16.4	16.13	16.23	17.4	17.9	17.18	18.4	18.16	19.4	19.15	19.22	19.28
5	16.5	16.14	16.24	17.5	17.10	17.19	18.5	18.17	19.5	19.16	19.23	19.29
6	16.6	16.15	16.20	17.1	17.11	17.20	18.6	18.18	19.6	19.17	19.24	19.30
7	16.7	16.16	16.21	17.2	17.12	17.21	18.7	18.19	19.7	19.18	19.19	19.31
8	16.8	16.17	16.22	17.3	17.6	17.22	18.8	18.20	19.8	19.12	19.20	19.32
9	16.9	16.18	16.23	17.4	17.7	17.23	18.9	18.21	19.9	19.13	19.21	19.33
10	16.1	16.19	16.24	17.5	17.8	17.24	18.10	18.13	19.10	19.14	19.22	19.34
11	16.2	16.10	16.20	17.1	17.9	17.25	18.11	18.14	19.11	19.15	19.23	19.35
12	16.3	16.11	16.21	17.2	17.10	17.15	18.12	18.15	19.1	19.16	19.24	19.36
13	16.4	16.12	16.22	17.3	17.11	17.16	18.3	18.16	19.2	19.17	19.19	19.25
14	16.5	16.13	16.23	17.4	17.12	17.17	18.4	18.17	19.3	19.18	19.20	19.26
15	16.6	16.14	16.24	17.5	17.7	17.18	18.5	18.18	19.4	19.12	19.21	19.27
16	16.7	16.15	16.20	17.1	17.8	17.19	18.6	18.19	19.5	19.13	19.22	19.28
17	16.8	16.16	16.21	17.2	17.9	17.20	18.7	18.20	19.6	19.14	19.23	19.29
18	16.9	16.17	16.22	17.3	17.10	17.21	18.8	18.21	19.7	19.15	19.24	19.30
19	16.2	16.18	16.23	17.4	17.11	17.22	18.9	18.13	19.8	19.16	19.21	19.31
20	16.3	16.19	16.24	17.5	17.12	17.23	18.10	18.19	19.9	19.17	19.22	19.32

Чертов А. Г., Воробьев А.А. Задачник по физике, 2001 г.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Кроме семинарских занятий студенты выполняют лабораторные работы. Методические указания к выполнению лабораторных работ студенты берут в библиотеке или в лабораториях в электронном виде на занятиях, или на сайте кафедры общей физики. Формы отчета работ приведены в лабораториях на стендах. Далее приводятся рекомендуемые таблицы измерений при выполнении лабораторных работ (студент вправе использовать и свои таблицы).

Лабораторная работа № 1

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПУЛИ С ПОМОЩЬЮ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

N	m	$x_{\text{нач}}$	$x_{\text{кон}}$	x	$\bar{x}$	S_x	Δx	$\bar{v}$	$\frac{1}{\sqrt{m}}$	Δv
	кг	м	м	м	м		м	$\frac{\text{м}}{\text{с}}$	$\text{кг}^{-1/2}$	$\frac{\text{м}}{\text{с}}$
1										
2										
3										
4										
5										
1					—	—	—			—
1					—	—	—			—

Лабораторная работа № 3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ
МАЯТНИКА ОБЕРБЕКА

N	m	x	t	ε	m_0	$M_{\text{сопр}}$
	кг	м	с	$\frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$	кг	Н·м
1						
2						
3						

N	m	x	t	$\bar{t}$	$\bar{t} - t_i$	$(\bar{t} - t_i)^2$	Δt	$\bar{I}$	ΔI
	кг	м	с	с	с	с^2	с	кг·м ²	кг·м ²
1									
2									
3									
4									
5									

N	m	m_1	r	t	x	$I_{\text{теор}}$	$I_{\text{эксп}}$
	кг	кг	м	с	м	кг·м ²	кг·м ²
1							
2							
3							

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ФМА (ТПП) 1 курс

<i>1 занятие</i>	<i>2 занятие</i>	<i>3 занятие</i>	<i>4 занятие</i>
1	3	6	10
Измерение скорости пули с помощью баллистического маятника	Определение момента инерции маятника Обербека	Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма	Исследование электростатического поля

Литература

- Механика и термодинамика, Новосибирск, 2012, № 4240 шифр 53 М 55 (лабораторные работы 1, 3, 6)
- Электричество и магнетизм, Новосибирск, 2012, № 4231 шифр 53 Э 454 (лабораторная работа 10)
- Механика и электростатика, Новосибирск, 2011. Вопросы для защиты лабораторных работ по физике, № 4092 шифр 53 М 55 (лабораторные работы 1, 3, 10)
- Вопросы для самоконтроля знаний по физике, часть 1, Новосибирск, 2014, № 4343 шифр 53 В 748 (механика, электростатика)

ВОПРОСЫ НА ЭКЗАМЕН

1. Кинематика материальной точки. Векторный и координатный способы описания движения.
2. Кинематические характеристики движения материальной точки. Тангенциальное, нормальное и полное ускорения.
3. Кинематика вращательного движения твердого тела.
4. Связь между кинематическими характеристиками поступательного и вращательного движения.
5. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.
6. Преобразования Галилея. Следствия преобразований Галилея. Принцип относительности Галилея.
7. Закон сохранения импульса. Центр масс системы материальных точек.
8. Работа силы. Мощность.
9. Консервативные (потенциальные) силы. Потенциальная энергия системы материальных точек. Связь силы и потенциальной энергии.
10. Кинетическая энергия системы материальных точек.
11. Закон сохранения механической энергии системы материальных точек.
12. Момент импульса частицы. Момент силы.
13. Закон сохранения момента импульса системы материальных точек.
14. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Момент инерции.
15. Теорема Штейнера.
16. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Работа внешних сил при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.
17. Основные представления дорелятивистской физики, ее противоречия.

18. Постулаты Эйнштейна. Синхронизация часов, соотношения между событиями.
19. Замедление времени и сокращение длины.
20. Преобразования Лоренца.
21. Следствия преобразований Лоренца.
22. Релятивистский импульс. Закон взаимосвязи массы и энергии.
23. Уравнение состояния идеального газа.
24. Первое начало термодинамики.
25. Теплоемкость.
26. Изопроцессы в идеальном газе.
27. Энтропия.
28. Второе начало термодинамики.
29. Цикл Карно.
30. Термодинамические потенциалы.
31. Уравнение кинетической теории газов.
32. Энергия молекул газа.
33. Распределение Максвелла.
34. Распределение Больцмана.
35. Функция распределения Максвелла-Больцмана.
36. Электрическое поле. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
37. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.
38. Работа электростатических сил. Теорема о циркуляции вектора напряженности.
39. Потенциальная энергия. Потенциал электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом поля.
40. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского–Гаусса для электростатического поля в вакууме.
41. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатических полей (сфера, шар).
42. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатических полей (полый цилиндр, сплошной цилиндр).
43. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатических полей (плоскость, две плоскости).
44. Диполь в электрическом поле. неполярные и полярные диэлектрики.
45. Поляризация диэлектриков. Типы поляризации. Вектор поляризации.

46. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрической среде. Вектор электрического смещения.
47. Условия для электростатического поля на границе раздела двух изотропных диэлектрических сред.
48. Распределение зарядов в проводнике. Напряженность и электрическое смещение вблизи поверхности проводника.
49. Электрическая емкость уединенного проводника.
50. Взаимная электрическая емкость двух проводников. Конденсаторы. Параллельное и последовательное соединения конденсаторов.
51. Энергия системы точечных зарядов. Энергия заряженного уединенного конденсатора.
52. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии.
53. Электрический ток. Сила и плотность тока.
54. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение.
55. Закон Ома. Сопротивление проводников.
56. Работа и мощность тока. Закон Джоуля–Ленца.
57. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Контроль самостоятельной работы студента	3
Обозначения физических величин, используемых в рабочей тетради, и единицы их измерения	4
Приставки и множители десятичных кратных и дольных единиц международной системы СИ	5
Формулы по разделу «Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Электростатика. Законы постоянного тока»	7
Порядок решения задач	24
Рейтинг-лист	73
Таблица вариантов задач к РГЗ «Молекулярная физика, термодинамика»	74
Таблица вариантов задач к РГЗ «Электростатика»	75
Выполнение лабораторных работ	77
График выполнения лабораторных работ	79
Вопросы на экзамен	80

ФИЗИКА

Часть 1

Рабочая тетрадь

Выпускающий редактор *И.П. Брованова*
Корректор *И.Е. Семенова*
Компьютерная верстка *Н.В. Гаврилова*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
Издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Подписано в печать 28.05.2015. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная
Тираж 200 экз. Уч.-изд. л. 4,88. Печ. л. 5,25. Изд. № 67. Заказ № 935
Цена договорная

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20