Оглавление

1 Методические рекомендации ……... 4
2 Некоторые полезные советы ……...……... 5
3 Примеры оформления решений …….. 7
4 Содержание контрольных работ
4.1 Задания контрольной работы № 1 ……...…… 15
Кинематика прямолинейного движения 15
Кинематика криволинейного движения 17
Динамика материальной точки 18
Работа, мощность, энергия 20
Законы сохранения импульса и энергии 21
Динамика твёрдого тела 23
Элементы гидромеханики 27
Тяготение. Элементы теории поля 29
Релятивистская механика 30
4.2 Задания контрольной работы № 2 ……. 31
Молекулярно-кинетическая теория 31
Идеальный газ 32
Физические основы термодинамики 35
Реальные газы и пары 39
Фазовые состояния вещества 40
4.3 Задания контрольной работы № 3 ……...…….. 42
Электрическое поле 42
Законы постоянного тока 45
Основные законы магнетизма 49
Движение зарядов в электромагнитном поле 52
Электромагнитная индукция 54
4.4 Задания контрольной работы № 4 …….…… 56
Упругие колебания и волны 56
Электромагнитные колебания и волны 60
Элементы физической оптики 61
Квантово - оптические явления 63
Элементы атомной и ядерной физики 65
5 Список основной литературы ……..…… 66
6 Список дополнительной литературы ……..…… 66

1 Методические рекомендации

1.1 Учебными планами морских специальностей университета предусматривается выполнение по физике четырёх контрольных работ, включающих в себя по 10 задач каждая. Контрольные работы №1 и №2 выполняются студентами первых курсов обычной формы обучения и студентами третьих курсов ускоренной формы обучения, контрольные работы №3 и №4 выполняются студентами второго курса обычной формы образования и четвёртого курса ускоренной формы.

1.2 Содержание всех контрольных работ определяется сочетанием двух последних цифр шифра в вашей зачётной книжке. Так, например, если шифр заканчивается цифрой 16, то в соответствии с таблицей 1 контрольные работы №1, №2, №3, и №4 должны включать в себя задачи № 8,13,26,35,41,60,66,76,83,99

1.3 Контрольные работы выполняется в отдельной тетради каждая, на обложке тетради приводятся данные по следующему образцу:

Студент заочного факультета Камчат ГТУ
Самойленко Борис Иванович.
Шифр .....
Адрес: г. Петропавловск - Камчатский, улица Ленинградская, дом 8,кв.7 (тел. 2-64- 43)
Контрольная работа по физике №

1.4 Первый лист тетради, где выполняется контрольная работа оставляется чистым, при необходимости на нём выполняются записи при защите работы.

1.5 Решение каждой задачи начинается с записи её условия без сокращений и замены содержания. Запись условия и решения желательно вести с соблюдением полей, на которых при проверке преподавателем, при необходимости, указываются замечания и пожелания.

1.6 Решения должны быть снабжены, помимо прочего, условными обозначениями используемых величин или в конце контрольной работы должна быть приведена ссылка на автора и название используемого учебника, справочного пособия и т. п.

1.7 Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, то студент должен представить её на повторное рецензирование, включив в неё задачи, содержащие замечания рецензента.

1.8 Зачтенные контрольные работы предъявляются студентам на экзамене, где возможно собеседование по методике решения отдельных задач.

1.9 Условия задач можно не переписывать от руки, а использовать ксерокопию соответствующей страницы настоящего пособия.

2 Некоторые полезные советы

Несмотря на то, что универсальной методики решения физических задач не существует ввиду их многообразия и обилия способов решения, можно, тем не менее, сформулировать правила, использование которых может сократить число неудач и существенно сэкономить время. Последовательность действий рекомендуется выбирать таковой.

2.1 Внимательно прочитайте условие задачи. Слово «внимательно» следовало - бы выделить красным цветом и написать большими буквами, потому что, именно из - за невнимательного чтения условий чаще всего появляется необоснованная уверенность в невозможности решить задачу, и как следствие, попусту потраченное время и бумага. Право, не стоило бы заострять на таком очевидном обстоятельстве внимания, если бы ситуация не повторялась каждодневно. Желание получить максимум информации за минимально возможное время, а иногда и тривиальная лень, вырабатывают стойкую привычку все читать «по диагонали», с тем, чтобы только уловить основную суть. В задаче же довольно часто основная идея решения содержится в частностях. Условие, в этой связи, должно быть проанализировано во всех его подробностях, общими чертами тут не обойтись, нужны подробности.

2.1. Убедитесь, что вам вполне понятно, о чем идет речь. Если в условии встретилось хотя - бы одно непонятное вам слово, сделайте «стоп» и обратитесь за помощью к имеющимся в вашем распоряжении источникам информации: конспекту лекций, книгам или преподавателю. Но может так случиться, что вы не сможете найти в книгах, требуемую информацию. Не пугайтесь, это закономерно. Обратитесь к преподавателю, и он откроет вам учебник или справочник именно в нужном месте. Умение свободно ориентироваться в учебной и научной литературе приходит не сразу и не вдруг. Этому тоже необходимо учиться.

2.2.Запишите в сокращенном виде условие. Это очень важно для правильного понимания сути предлагаемой задачи и построения оптимального алгоритма решения. Данные, записанные обычным столби-

ком, когда введены традиционные обозначения физических величин, когда все они записаны в интернациональной системе, стимулируют правильный выбор нужных законов и формул.

Еще одна тонкость. В условиях задач зачастую не приводятся очевидные значения физических констант, таких как, ускорение свободного падения, плотность воздуха в нормальных условиях, плотность воды, данные об элементарных частицах и другие табличные величины. Их непременно нужно вносить в сокращенную запись условия, выписав их значение из справочника.

2.3. Выполните поясняющий чертеж или рисунок.

2.4. Выполнив чертеж, желательно еще раз вернуться к условию задачи с тем, чтобы уточнить, все ли заданные и искомые величины нашли свое отражение на вашем рисунке**.** Чтобы более полно учесть все нюансы условия, исследуемый объект рекомендуется изображать не в начальном и конечном положении, а в некотором промежуточном положении или состоянии.

2.5 Далее, необходимо используя краткую запись условия задачи и поясняющий рисунок, установить, какие физические законы или явления соответствуют задаче. **Вот тут-то и начинается самое трудное и интересное.** Дело в том, что в основу каждой физической задачи положен тот или иной частный случай проявления общих физических законов или явлений. Решение, собственно, начинается с выбора закономерностей, соответствующих рассматриваемой ситуации, а дело это совсем даже не простое, тут нужны знания, интуиция и некоторый опыт. Довольно часто все начинающие пытаются подобрать вариант, исходя из чисто зрительного восприятия условия задачи, т.е. "запустить" формулу, содержащую максимальное число величин из условия. Все - бы ничего, да уж больно в физике много формул, содержащих одни и те же символы, но имеющих совершенно разный смысл.

2.6 После того как составлен примерный алгоритм разработки физической модели, приступают к ее математическому описанию, записывают выбранные законы и явления в виде алгебраических уравнений. Получив систему уравнений, стремятся свести её к одному уравнению, содержащему только одну неизвестную величину. Если оказывается, что полученное соотношение включает более одной неизвестной, то надо искать ошибку. Либо модель не верно выбрана, либо неправильно проведены преобразования.

2.7 Прежде чем подставлять в расчетную формулу цифровые данные необходимо убедится в её правильности. Самым простым и достаточно надежным способом является проверка на размерность. Дело в том, что уравнения, описывающие физические законы в обязательном порядке должны справа и слева от знака равенства содержать

величины одной размерности. Не допустимо, например, складывать кг и м\с.

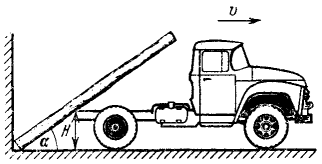
2.8 Проводя математические расчеты, старайтесь использовать правила округлений и приближенных вычислений, это экономит время. Не увлекайтесь демонстрацией возможностей вашего калькулятора. Восемь или более цифр после запятой никак не придадут вашему решению дополнительную привлекательность. Две, правильно записанные, цифры после запятой вполне обеспечат, в подавляющем большинстве случаев, требуемую точность.

2.9 Числовые значения физических величин достаточно часто представляют собой или относительно "большие" или очень "маленькие" числа, которые записываются в виде соответствующих степеней, например: масса электрона равна $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ кг, гравитационная постоянная - $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Нм^2\кг^2**,**поэтому необходимо повторить правила вычислений со степенями.

2.10 Полученный ответ необходимо исследовать на предмет его достоверности и реальности. По началу, это вызывает некоторые затруднения, однако, в процессе упражнений чувство реальности приобретается. Речь вот о чем, если при вычислении скорости ее величина превосходит скорость света в вакууме, то что-то тут не так.

3 Примеры оформления решений

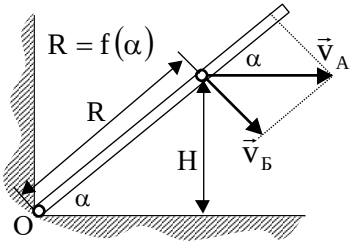
Задача №1: Бревно, упираясь нижним своим концом в угол между стеной и землёй, касается рамы грузовика на высоте H от земли. Определите угловую скорость бревна в зависимости от угла α, если грузовик отъезжает от стены со скоростью v.



Решение:

1 При отъезде грузовика, бревно будет вращаться вокруг точки О, при этом, векторы линейных скоростей всех точек бревна должны быть перпендикулярны его оси.

2 Разложим скорость грузовика на две составляющие, одна из которых перпендикулярна оси бревна, а вторая – параллельна оси. Определим пер-



пендикулярную составляющую скорости

$$v_Б = v_A \sin\alpha . \qquad (1)$$

3 С другой стороны, расстояние от оси вращения бревна до точки касания с рамой грузовика R, тоже меняется в зависимости от величины H, следовательно, R = f(α), другими словами

$$R = \frac{H}{\sin\alpha} . \qquad (2)$$

4 Угловая скорость бревна прямо пропорциональна его линейной скорости и обратно пропорциональна расстоянию данной точки до оси вращения, т.е.

$$\omega = \frac{v_Б}{R} = \frac{v_A \sin^2\alpha}{H} . \qquad (3)$$

Задача №2: Силовая энергетическая установка, развивающая мощность N=30 кВт, охлаждается проточной водой, протекающей по спиральному трубопроводу сечением S= 1 см^2. При установившемся режиме работы вода нагревается на $\Delta t = 15^oC$. Определить скорость течения воды в системе охлаждения v, если на нагревание воды расходуется 8% развиваемой установкой мощности.

Дано:	СИ	Решение:
N== 30 кВт; S=1см^2; $\Delta t=15^0C$; $\eta=0,08$ v=?	$3\cdot10^4$ Вт, $1\cdot10^{-4}$ м^2.	1 По условию задачи теплообмен с окружающей средой не происходит, поэтому первое начало термодинамики можно записать следующим образом $0=\Delta U-\eta A, \Rightarrow \eta A=\Delta U.$ (1)

2 Если за время τ в трубе вода массой m нагреется на Δt градусов, то работа совершаемая при заданной мощности N и изменение внутренней энергии определятся следующими соотношениями

$$A = N\cdot\tau , \quad \Delta U = c\cdot m\cdot\Delta t , \qquad (2)$$

где c = 4,2 10^3 Дж \кг $^oК$ удельная теплоемкость воды.

3 Подставляя далее в исходное уравнение энергетического баланса (1) соотношения (2), получим:

$$\eta\cdot N\cdot\tau = c\cdot m\cdot\Delta t . \qquad (3)$$

Определим массу воды, протекающей по трубе сечением S за время τ

$$m = \rho\, S\, v\, \tau , \qquad (4)$$

где ρ- плотность воды , v- скорость течения воды.

4 Перепишем уравнение (3) с учетом значения массы протекающей воды из (4)

$$\eta N = \rho S v \Delta t c ,$$

откуда искомая скорость воды определится как:

$$v = \eta N / c \rho \Delta t S . \quad (5)$$

5 Проверим размерность уравнения (5)

$$v = [\text{Дж кг } ^oK \text{ м}^3/ \text{ с Дж м}^2 \ ^oK] = \text{м/с}.$$

6 Вычислим значение искомой скорости

$$v = 0{,}08 \cdot 3 \cdot 10^4 / 4{,}2 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-4} \cdot 15 = 0{,}4 \text{ м\с} .$$

Задача №3: Электрический заряд Q =50 нКл равномерно распределён по тонкому стержню длиной a = 0,15 м. На продолжении оси стержня на расстоянии $r = 0{,}1$м от ближайшего его конца находится точечный заряд $q = 100$ нКл. С какой силой электрическое поле стержня действует на заряд?

Прежде чем приступить к решению, следует заметить, что в рассматриваемом случае не представляется возможным напрямую использовать закон Кулона, потому, что заряженное тело не является точечным и вопрос о расстоянии в рамках этого закона не решается корректно. Требуются некоторые, мягко говоря, специальные подходы.

Решение:

Дано:

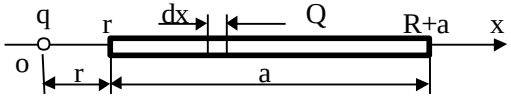
$Q = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл;

a = 0,15 м ;

$q = 1 \cdot 10^{-7}$ Кл;

$r = 0{,}1$м.

F =?



1 Определим координаты концов стержня, совместив начало системы отсчёта с положением заряда q, т.е. $\{r; r + a\}$.

2 Рассмотрим элементарный участок стержня протяжённостью dx, заряд, которого можно представить как

$$dQ = dx(Q/a), \quad (1)$$

величина $Q/a = \tau$ представляет собой линейную плотность заряда.

3 Для выделенного точечного заряда, уже можно применять закон Кулона

$$dF = k\frac{dQ\cdot q}{x^2} = k\frac{q\cdot Q\cdot dx}{a\cdot x^2}. \qquad (2)$$

4. А далее применим принцип суперпозиции, т.е. определим множество значений элементарной силы и сложим их, т.е. проинтегрируем уравнение для элементарной силы

$$F = \int dF = k\frac{qQ}{a}\int_r^{r+a}\frac{dx}{x^2} = k\frac{qQ}{a}\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{r+a}\right] = k\frac{qQ}{r(r+a)}. \qquad (3)$$

Подстановка численных значений дает:

$$F = 9\cdot 10^9\cdot\frac{50\cdot 10^{-9}\cdot 100\cdot 10^{-9}}{0{,}1(0{,}1+0{,}15)} = 1{,}8\cdot 10^{-3}\ \text{Н}.$$

5 Из (3) легко получить путём его деления на q уравнение для напряжённости электрического поля на оси заряженного стержня

$$E = k\frac{Q}{r(r+a)}. \qquad (4)$$

Очевидно, что при $r << a$ (4) превращается в обычное уравнение закона Кулона. Используя изложенный выше метод, можно определять напряжённости поля не только на оси цилиндра, но и в любой точке окружающего пространства.

Задача № 4: Два источника с э.д.с. ε и внутренним сопротивлением r можно включить в цепь двумя способами – параллельно и последовательно. При каком соединении сила тока в нагрузке будет больше.

Дано:
$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$,
$r_1 = r_2 = r$,
R.
I_1, I_2 -?

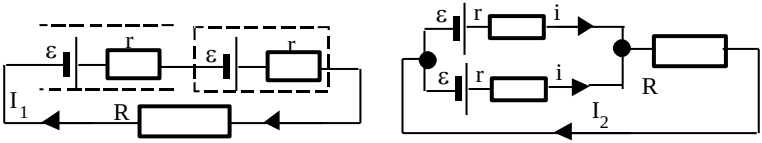
Решение:

1 Для последовательного соединения первое правило Кирхгофа не актуально, в цепи нет узлов, поэтому сразу запишем уравнение для второго правила

$$I_1 = \frac{2\varepsilon}{R+2r}. \qquad (1)$$

2 Параллельное соединение источников рассмотрим при условии одинаковости направления и величин токов, первое правило Кирхгофа, при этом будет иметь вид

$$2i - I_2 = 0. \qquad (2)$$



3. Второе правило Кирхгофа для параллельного соединения источников, при путешествии через нижний источник и нагрузку, приводит к уравнению

$$ir + I_2R = \varepsilon. \qquad (3)$$

4. Решая совместно (2) и (3) получим

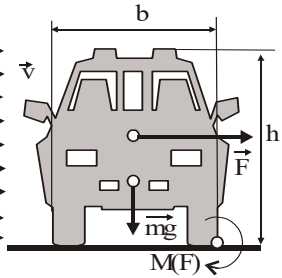
$$I_2 = \frac{2\varepsilon}{2R + r}. \qquad (4)$$

5. Сравнивая (1) и (4) отметим, что при $R > r$ сила тока при последовательном соединении будет больше, чем при параллельном соединении, т.е. $I_1 > I_2$. При R < r , наоборот $I_2 > I_1$, если же сопротивление нагрузки и внутреннее сопротивление источников тока одинаковы, то силы токов в рассматриваемых цепях будут одинаковы.

Задача №5: Оценить, при какой минимальной скорости ветра может перевернуться автобус?

В задачах оценочного характера необходимо первоначально сформулировать условия, в которых протекает заданный процесс, т.е. выбрать значения физических величин, с тем, чтобы ими оперировать в дальнейшем. В данной задаче требуется выбрать размеры автобуса, его массу и знать плотность воздуха при нормальных условиях. Один из вариантов условия задачи может выглядеть так.

При какой минимальной скорости бокового ветра может перевернуться автобус массой 3 Т, если его ширина равна 2,5м, длина - 8м, высота - 3м ?



h=3 м;
$m = 3 \cdot 10^3$ кг;
b = 2,5 м
L = 8 м;
$\rho = 1{,}3$ кг/м^3.

v = ?

Решение:

1 Определим динамическое давление, (скоростной напор) создаваемое ветром, дующим с постоянной скоростью v перпендикулярно боковой поверхности автобуса

$$P = F/S = F/hl = \rho v^2/2, \qquad (1)$$

где ρ- плотность воздуха.

2 Будем считать далее, что сила давления ветра приложена к центру масс автобуса, а ее величина, в соответствии с (1), определится уравнением

$$F = \rho v^2 hl / 2 . \qquad (2)$$

3 Рассмотрим моменты сил, действующие относительно оси, проходящей через переднее и заднее колесо (точка А на рисунке) перпендикулярно плоскости чертежа

$$M_A(mg) = mg\ 0{,}5b , \qquad M_A(F) = -(\rho v^2 hl/2)\ 0{,}5h . \qquad (3)$$

4 Переворачивание автобуса становится возможным когда

$$M_A(F) \geq M_A(mg) \Rightarrow \rho v^2 h^2 l /4 \geq mgb / 2 ,$$

откуда

$$v = \sqrt{\frac{2mgb}{\rho g h^2 l}} \cong 73 \text{ м/с} . \qquad (4)$$

5 Проверим размерность расчетного уравнения (4)

$$v = [\text{ кг м м м}^3 / \text{кг с}^2 \text{ м}^2 \text{ м }]^{0,5} = \text{м\с} .$$

Задача №6: Докажите, что энергетическая светимость теплового излучения определяется уравнением $M = cu/4$, где c – скорость света, u – плотность энергии теплового излучения.

Решение:

1 Рассмотрим бесконечно малый объём $dv = r^2 \sin\vartheta dr d\vartheta d\varphi$, расположенный на расстоянии r от площадки ds.

2 В силу изотропности (во все направления одинаково) теплового излучения энергия, приходящаяся на элементарный телесный угол dΩ, под которым видна площадка ds запишется так

$$dE = udVd\Omega / 4\pi , \text{ где } d\Omega = ds\cdot\cos\vartheta / r^2 . \qquad (1)$$

3 За время δt через площадку ds пройдёт энергия от элементов dV, расположенных на расстоянии, не превышающем $r \cong c\delta t$, т.е.

$$\delta E = \int dE = \frac{uds}{4\pi}\int_0^{c\delta t} dr \int_0^{\pi/2} \sin\vartheta\cos\vartheta d\vartheta \int_0^{2\pi} d\varphi = \frac{cu}{4} ds\delta t , \qquad (2)$$

но $M = \delta E / ds\delta t$, поэтому M=cu/4.

4 Содержание контрольных работ

Таблица 1

Предпоследняя цифра номера шифра по зачётной книжке	Б ⇒ Последняя цифра номера шифра по зачётной книжке									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	9	4	5	3	2	1	8	7	6
	14	15	20	16	17	18	19	11	12	13
	22	21	26	27	28	29	30	25	24	23
	37	38	31	32	33	40	39	34	35	36
	42	41	48	49	50	47	46	43	44	45
	60	59	54	53	55	52	51	58	57	56
	69	68	67	66	65	64	94	62	61	60
	77	76	75	79	70	72	87	73	74	76
	83	82	81	80	89	88	71	86	85	84
	100	99	98	97	96	95	63	93	92	91
1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	5
	17	18	19	20	15	14	13	12	11	16
	22	23	30	29	24	25	26	27	23	21
	39	40	37	36	33	34	35	32	31	38
	50	48	47	46	43	42	41	45	44	49
	54	55	52	51	58	59	60	57	56	53
	65	64	63	62	61	60	66	67	68	69
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80
	95	94	93	92	91	90	99	98	97	96
2	2	1	5	4	9	10	6	7	8	3
	18	20	17	16	19	14	15	12	11	13
	30	28	27	26	23	22	21	26	24	29
	36	37	38	39	31	32	33	34	35	40
	47	48	49	50	44	43	42	41	46	40
	51	52	53	54	56	57	58	59	60	55
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	79	78	77	76	75	70	71	72	73	74
	85	86	87	88	81	82	83	84	90	89
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
3	3	4	5	10	9	8	7	6	1	2
	13	20	19	14	15	16	17	18	11	12
	30	27	26	23	24	25	22	21	28	29
	38	37	36	33	32	31	35	34	39	40
	47	48	49	41	42	43	44	45	50	46
	53	54	55	60	59	58	57	56	51	52
	70	62	63	64	65	66	67	68	69	69
	79	78	77	76	75	74	73	72	70	71
	81	83	85	87	89	82	84	86	88	80
	98	96	94	92	100	95	95	93	91	90

Предпоследняя цифра номера шифра по зачётной книжке	Б ⇒ Последняя цифра номера шифра по зачётной книжке									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	4	5	2	1	8	9	10	7	6	3
	20	18	17	16	13	12	11	15	14	19
	26	27	28	29	21	22	23	24	25	30
	37	38	39	40	35	34	33	32	31	36
	42	43	50	49	44	45	46	47	48	41
	52	51	55	59	60	56	58	57	56	53
	66	65	64	63	62	61	67	68	69	70
	79	78	77	76	70	71	72	73	74	75
	81	82	83	85	84	87	86	89	88	90
	96	91	92	93	94	95	100	99	98	97
5	10	9	4	5	3	2	1	6	7	8
	14	15	20	16	17	18	19	11	12	13
	22	21	26	27	28	29	30	25	24	23
	37	38	31	32	33	40	39	34	35	36
	42	41	48	49	50	47	46	43	44	45
	60	59	54	55	53	52	51	58	51	56
	69	68	67	66	65	64	94	62	61	60
	77	76	75	79	70	72	87	73	74	76
	83	82	81	80	89	88	71	86	85	84
	100	99	98	97	96	95	63	93	92	91
6	5	3	7	6	4	3	2	10	1	9
	12	20	13	14	16	17	15	18	19	11
	28	27	30	26	24	25	23	22	21	29
	32	33	34	40	35	36	37	38	32	31
	41	42	43	44	46	47	48	45	49	50
	60	58	59	57	51	52	53	54	55	56
	65	64	63	62	61	60	66	67	68	69
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80
	95	94	93	92	91	90	99	98	97	96
7	7	10	5	2	1	3	9	4	8	6
	16	17	18	20	19	13	12	11	16	14
	26	27	21	22	30	23	24	29	28	25
	31	38	39	34	37	40	33	36	35	32
	42	41	46	47	48	49	50	45	44	43
	55	58	56	54	53	52	60	51	59	57
	68	69	62	65	63	64	70	66	67	61
	79	71	72	73	74	75	76	77	78	70
	89	87	85	83	81	88	86	84	82	80
	100	98	96	94	92	97	95	93	91	99

А ⇑ Предпоследняя цифра шифра	Б ⇒ Последняя цифра номера шифра по зачётной книжке									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	8	4	9	3	2	1	5	10	6	7
	18	15	20	11	12	15	14	19	17	16
	25	22	28	30	29	27	26	24	23	21
	38	30	31	32	40	33	34	36	37	35
	43	42	49	48	47	50	46	44	45	41
	56	54	53	51	55	52	57	60	58	59
	68	67	60	66	63	62	61	69	64	65
	72	73	74	80	75	76	77	78	72	71
	81	82	83	84	86	87	89	85	90	88
	99	98	93	94	92	91	96	97	100	95
9	9	8	3	4	5	2	1	6	7	10
	13	12	17	18	19	20	16	11	15	14
	23	24	26	27	28	29	30	25	21	22
	31	35	40	39	38	37	36	34	33	32
	45	44	49	50	47	48	46	41	42	43
	57	60	55	59	52	53	55	58	53	51
	69	70	67	66	68	65	64	63	62	61
	76	78	77	79	71	72	73	74	75	70
	87	88	89	90	85	84	83	82	81	86
	91	92	93	94	96	97	99	100	95	98

4.1 Задания контрольной работы № 1

Кинематика прямолинейного движения

1 Движения двух материальных точек заданы уравнениями:

$$x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2, \qquad x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2,$$

где $A_1 = 20$м, $A_2 = 2$м, $B_2 = B_1 = 2$м/с, $C_1 = -4$м/с, $C_2 = 0{,}5$ м/с.

В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковы? Определите величины скоростей и ускорений в этот момент.

2 Прожектор О вращается вокруг собственной оси, делая один оборот за 20 с. Прожектор установлен на расстоянии 100 м от стены и бросает на неё светлое пятно. Определите: а) уравнение движения светлого пятна по стене в течение первой четверти оборота; б) скорость, с которой светлое пятно перемещается по стене, в момент времени 2с. За начало отсчёта принять положение, при котором световой луч перпендикулярен стене.

3 Определите зависимость пути от времени, если ускорение пропорционально квадрату скорости $a \sim v^2$ и направлено в противоположную ей сторону.

4 Скорость течения реки изменяется по её ширине в соответствии с уравнением $v(x) = -4x^2 + 4x + 0{,}5$, где $x = a/b$ (a – расстояние от берега, b = 420 м – ширина реки. На какое расстояние лодку снесёт течением при переправе, если её скорость относительно воды равна 2 м/с и направлена перпендикулярно противоположному берегу?

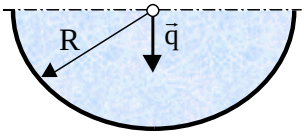
5 На листе бумаги начерчен прямой угол. Стержень, оставаясь перпендикулярным биссектрисе угла, движется со скоростью, изменяющейся по закону: $v_c(t) = 10 - 5t$. Концы стержня пересекают стороны начерченного угла. С какой скоростью движутся точки пересечения стержня и угла? Как будет двигаться стержень через три секунды после начала движения?

6 Материальная точка скользит без трения по произвольной наклонной плоскости. Докажите, что после того как точка опустится на расстояние h, скорость её будет такой же, как и при свободном падении с той же высоты.

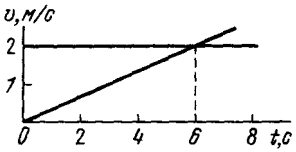
7 Тормозящий автомобиль движется по прямой. Абсолютная величина ускорения зависит от его текущей скорости v по закону $a = a_0\sqrt{v/v_0}$, где a_0 = 10 м/с^2, v_0 = 90 км/час, значения соответствующих кинематических параметров при t = 0. За какое время это произойдёт?

8 Две частицы движутся прямолинейно в соответствии с уравнениями: $x_1 = A_1t + B_1t^2 + C_1t^3$, $x_2 = A_2t + B_2t^2 + C_2t^3$, где A_1 = 4 м/с, A_2 = 2 м/с, B_1 = 8 м/с^2, B_2 = -4 м/с^2, C_1 = -16 м/с^3, C_2 = 1 м/с^3. В какой момент времени ускорения этих точек будут одинаковы? Определите скорости точек в этот момент.

9 Из полусферического аквариума радиуса R, наполненного водой с единицы поверхности воды в единицу времени испаряется объём жидкости V_i. Через какое время вся вода испарится?



10 Две частицы в момент времени t_0 вышли из одной точки. По графикам зависимости скорости от времени определите координаты и время новой встречи частиц.



Кинематика криволинейного движения

11 Частица движется в плоскости в соответствии с уравнением $\vec{r}(t) = \vec{i}At^3 + \vec{j}Bt^2$ (A = 1м/с^3, B = 2 м/с^2). Запишите уравнения для вектора скорости $\vec{v}(t)$ и ускорения $\vec{a}(t)$. Определите вид траектории, по которой движется частица. Для момента времени t_1 = 1с, прошедшего после начала движения, найдите: а) положение частицы на траектории; б) её скорость; в) перемещение.

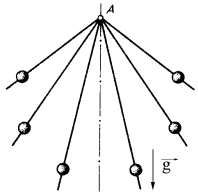
12 Может ли нормальное ускорение частицы при движении по криволинейной траектории: а) равняться нулю; б) равняться постоянному вектору.

13 Движение точки по окружности радиусом R = 4м задано в виде зависимости криволинейной координаты, отсчитываемой от некоторой начальной точки на окружности, от времени:

$$\xi(t) = A + Bt + Ct^2,$$

где A = 10 м, B = -2 м/с, C = 1 м/с^2. Найдите модуль полного ускорения его нормальную и тангенциальную составляющие для времени t_1 = 2 с после начала движения.

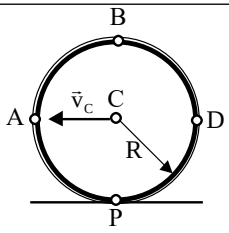
14 Движение частицы по криволинейной траектории задано уравнениями: $x = At^3$; $y = Bt$; (A = 1м/с^3, B = 2 м/с). Найдите для момента времени t_1 = 0,8с: а) уравнение траектории частицы; б) её скорость; в) модуль полного ускорения; г) перемещение частицы.



15 Из точки А по спицам с разным наклоном одновременно начинают скользить без трения маленькие бусинки. На какой кривой будут находиться бусинки в момент времени t_1?

16 Колесо известного радиуса R = 1м катится по горизонтальному полу, так что скорость его центра остаётся постоянной и равной v_C = 2м/с. Определите: 1) модуль и направление вектора угловой скорости колеса $\vec{\omega}$; 2) скорости заданных

точек A,B,D и P, лежащих на ободе; 3) векторы линейного ускорения этих точек; 4) траектории по которым движутся точки A,B, C и D.



17 Автомобиль движется без скольжения по горизонтальному шоссе со скоростью v_c = 72 км/час. На какую максимальную высоту отбрасываются капли воды с колёс автомобиля, если они имеют радиус R - 0,8 м.

18 Между сдвоенными шинами грузового автомобиля застрял камень на расстоянии 0,8 R от центра колеса радиусом R = 1м. При скорости автомобиля 72 км/час камень покидает колесо. На каком минимальном расстоянии от грузовика должен двигаться легковой автомобиль, чтобы в него камень не попал?

19 Диск радиусом r = 20 см вращается согласно уравнению $\varphi = A+Bt+Ct^3$, где A=3 рад, B = -1 рад/с, C = 0,1 рад/$с^3$. Определить тангенциальное a_τ, нормальное a_n и полное а ускорения точек на окружности диска для момента времени t = 10 с.

20 Шарик с высоты 2м вертикально отпускают на наклонную плоскость, от которой он упруго отражается. На каком расстоянии от места падения окажется на этой плоскости шарик после отскока? Плоскость наклонена к горизонту под углом 30^0.

Динамика материальной точки

21 Через какое время скорость тела, которому сообщили вверх по наклонной плоскости скорость v_0, снова будет равна $\mathbf{v_0}$? Коэффициент трения μ, угол между плоскостью и горизонтом α, $tg\alpha > \mu$.

22 Тело массы m, расположенное на гладкой горизонтальной плоскости. Начинает движение под действием силы, изменяющейся во времени F = kt, где k - постоянная величина. Направление силы составляет угол α с горизонтом. Определите скорость тела в момент его отрыва от плоскости.

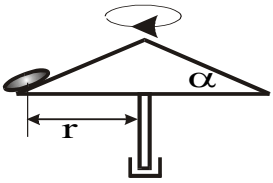
23 В момент времени t = 0 частица массы m начинается двигаться под действием силы $\vec{F} = \vec{F}_0 \sin \omega t$, где $\vec{F}_0$, ω - постоянные величины. Определить зависимость пути, пройденного частицей от времени.

24 Катер массы m движется по озеру со скоростью v_0. В момент времени t = 0 выключили двигатель. Полагая силу сопротивления про-

порциональной скорости в первой степени $\vec{F} = -r\vec{v}$, определите: а) закон изменения скорости в функции времени; б) время движения катера с выключенным двигателем.

25 Небольшой брусок начинает скользить по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Коэффициент трения бруска о плоскость зависит от пройденного им пути x, как : $\mu = kx$, где k – постоянная. Найдите путь, пройденный бруском до остановки.

26 Парашютист массой m = 100кг производит затяжной прыжок с нулевой начальной скоростью относительно самолёта. Определите закон изменения его скорости от начала прыжка и до раскрытия парашюта, считая, что сила сопротивления со стороны воздуха пропорциональна скорости в первой степени: $F_c = kv$, где $k \cong 20$ кг/с.

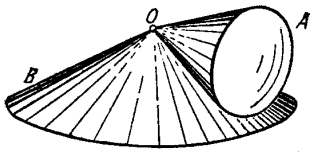


27 На нижнем краю поверхности конуса с углом наклона α покоится тело массой m. Конус начинает равномерно вращаться вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω. Центр масс тела находится на расстоянии r от оси вращения. Определите, при каком наименьшем коэффициенте трения тело удержится на поверхности конуса.

28 Сосуд с жидкостью вращается с частотой $n = 2c^{-1}$ вокруг вертикальной оси. Поверхность жидкости имеет форму воронки. Чему равен угол наклона φ поверхности жидкос

ти в точках, лежащих на удалении r = 5 см от оси вращения?

29 С какой силой давит на землю кобра, когда она, готовясь к прыжку, поднимается вертикально вверх с постоянной скоростью v? Масса змеи m, ее длина L.



30 Круглый конус А массы m = 3,2 кг и углом раствора $2\alpha = 20^0$ катится равномерно без скольжения по круглой конической поверхности В так, что его вершина О остаётся неподвижной. Центр масс конуса А находит ся на одном уровне с точкой О и отстоит от оси вращения на L = 17 см. Ось конуса движется с угловой скоростью $\omega = 1$ рад/с. Определите силу трения покоя, действующую на конус А.

Работа, мощность, Энергия

31 Потенциальная энергия электростатического взаимодействия двух точечных зарядов q_1 и q_2, находящихся на расстоянии r друг от друга, определяется зависимостью $U = kq_1q_2/r$. Запишите уравнение силы, действующей в этом поле. Для каких зарядов имеет место их отталкивание и притяжение?

32 Потенциальная энергия частицы имеет вид:

$$U = \alpha\left(x^2/y - y^2/z\right),$$

где α - постоянная величина. Определите: а) вектор действующей на частицу силы; б) работу, совершаемую полем при перемещении частицы из точки $M_1(3,2,1)$ в точку $M_2(1,2,3,)$.

33 Определите работу, совершенную в своё время при строительстве знаменитой пирамиды Хеопса, имеющей основание 232,4 × 232,4 м и высоту 146,7 м. Считать, что внутренность пирамиды на 87,6% заполнена камнем с плотностью $\rho \cong 2{,}8 \cdot 10^3$ кг/м^3.

34 На частицу массой m = 100 г действует сила

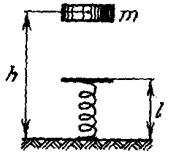
$$\vec{F} = \frac{\alpha}{x^2}\vec{i} + \frac{\alpha}{y^2}\vec{j} + \frac{\alpha}{z^2}\vec{k},$$

где, α = 5 Н/м^2. Определите работу этой силы при перемещении частицы из точки $M_1(1,2,3)$ м, в точку $M_2(3,2,1)$.

35 Частица массой m движущаяся равномерно и прямолинейно со скоростью v_0, влетает в силовое поле, где на неё начинает действовать сила сопротивления $F = -\alpha v$, направленная противоположно вектору скорости. Определите работу этой силы за первую секунду её действия.

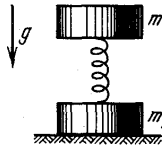
36 Материальная точка массой 1кг движется равномерно и прямолинейно со скоростью v_0 = 1м/с. В некоторый момент времени на точку начинает действовать сила сопротивления $F = -\alpha t^2$, направленная в сторону, противоположную скорости, α = 1Н/с^2. Определите работу этой силы за первую секунду её действия.

37 Тело массы m падает с высоты h на стоящую вертикально, на полу пружину жесткости k и длины L. Определите максимальную силу давления на пол.



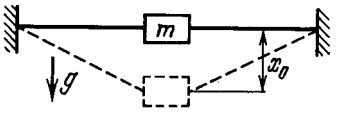
Объясните, почему при увеличении жесткости пружины эта сила возрастает.

38 С какой силой нужно надавить на верхний груз массы m_1, чтобы нижний груз массы m_2, соединены с верхним пружиной, оторвался от пола после прекращения действия этой силы?



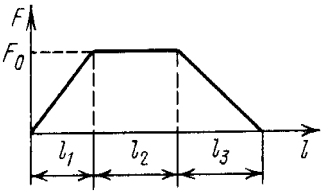
39 К потолку привязан резиновый шнур, свободный конец которого находится на высоте h над полом. Если подвесить к нему небольшой тяжелый груз, который затем плавно опустить, то конец шнура с грузом опустится на расстояние h/3. На какую наименьшую высоту над полом надо затем поднять груз, чтобы после того, как его отпустят, он ударился о пол?

40 Нерастянутый резиновый шнур длины $2L_0$ своими концами прикреплен к стенкам. К середине шнура прицепили груз массы m, который затем без толчка отпустили. При возникших колебаниях наибольшее расстояние, на которое опускается груз, равно x_0. Какова жесткость этого шнура?



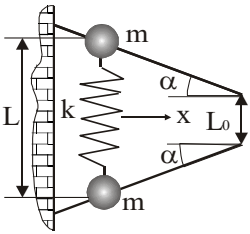
Законы сохранения импульса и энергии

41 Сила, действующая на снаряд массы m в стволе орудия, нарастает равномерно от нуля до F_0 на участке ствола длины l_1, не меняется на участке ствола длины l_2 и, наконец, равномерно уменьшается до нуля на участке ствола длины l_3. Какова скорость снаряда при вылете из ствола?



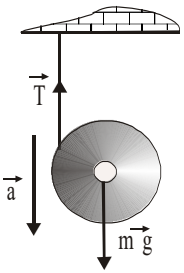
42 Шайба, скользившая по гладкой поверхности льда с постоянной скоростью, попадает на шероховатую поверхность, коэффициент трения которой меняется по линейному закону по координате x: $\mu = \alpha x$, где α - положительная постоянная величина. Определите тормозной путь шайбы.

43 Две бусинки массы m каждая, связанные друг с другом пружиной жёсткости k, удержи-



вают на гладких, жёстко закреплённых в стене, стержнях. Пружина в начальном состоянии растянута, её длина равна L. Расстояние между свободными концами стержней равно длине недеформированной пружины L_0. В некоторый момент времени бусинки отпускают и система приходит в движение. С какой скоростью будет двигаться пружина в направлении x когда бусинки покинут стержни?

44 Свободный конец нити, намотанный на катушку массы m, закрепляют, а катушку предоставляют самой себе, вращаясь, катушка вертикально опускается. Какую скорость приобретает ось катушки, опустившись на высоту h, если сила натяжения вертикального участка нити равна T< mg? Чему равна полная кинетическая энергия катушки?



45 Камень брошен вверх под углом $\alpha = 60°$ к плоскости горизонта. Кинетическая энергия K_0 камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую K и потенциальную U энергии камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.

46 Собака массы m привязана поводком длины L к саням массы M > m. В начальный момент времени собака находится рядом с санями. На какое наибольшее расстояние собака может переместить сани за один рывок, если коэффициент трения полозьев и лап собаки о горизонтальную поверхность одинаковы?



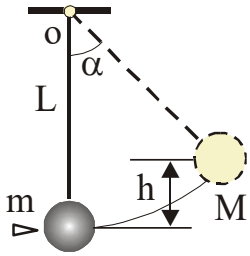
47 Материальная точка массой m =2 кг двигалась под действием некоторой силы, направленной вдоль оси Ox согласно уравнению $x=A+Bt+Ct^2+Dt^3$, где B= -2 м/с, C=1 м/$с^2$, D= - 0,2 м/$с^3$. Найдите мощность N, развиваемую силой в момент времени t_1 =2 с и t_2 = 5 с.

48 Нерелятивистская заряженная частица известной массы m влетает в момент времени t_0 в силовое поле, где её кинетическая энергия меняется по закону $K=K_0\exp(-\alpha t)$? Где K_0 и α - постоянные величины. Определите зависимость от времени мощности P(t), развиваемой силами поля. Представьте эту зависимость графически.

49 Шар массой m_1, летящий со скоростью v_1 =5 м/с, ударяет неподвижный шар массой m_2. Удар прямой, неупругий. Определить скорость u шаров после удара, а также долю η кинетической энергии летящего шара, израсходованной на увеличение внутренней энергии этих

шаров. Рассмотреть два случая: 1) m_1=2 кг, m_2 =8 кг; 2) m_1 =8 кг, m_2=2 кг.

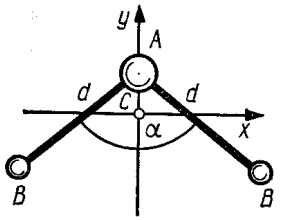
50 Неподвижный маятник в виде прямого тонкого невесомого стержня длины L = 1 м и различных шаров массой M = 1 кг обстреливают пулями массой m = 10 г, летящими горизонтально со скоростью v = 50 м/с. Зарегистрированы три случая: 1) пуля застряла в шаре; 2) пуля пробила шар и вылетела из него со скоростью v_1 = v/5; пуля отскочила от шара со скоростью v_2 = v/2.Определите углы отклонения стержня от положения равновесия.



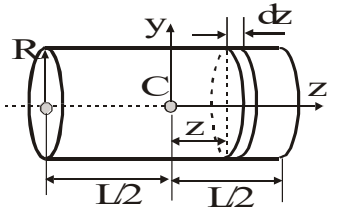
Динамика твёрдого тела

51 Как изменится осевой момент инерции некоторой системы материальных точек с уменьшением всех линейных размеров в два раза при одновременном увеличении массы в три раза?

52 Определите момент инерции молекулы воды H_2O относительно оси Oz проходящей через центр инерции молекулы C (ось z перпендикулярна плоскости чертежа). Расстояние между атомами водорода и кислорода принять равным d $\cong 10^{-10}$ м, валентный угол $\alpha \cong 104^0 30'$. Атомную массу водорода считать равной A(H) = 1, кислорода – A(O) = 16.

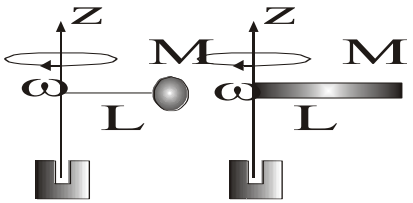


53 Получите уравнение моментов инерции круглого однородного цилиндра массы M радиуса R и длины L относительно продольной и поперечной осей симметрии.
Получите уравнение моментов инерции круглого однородного цилиндра массы M радиуса R и длины L относительно продольной и поперечной осей симметрии.



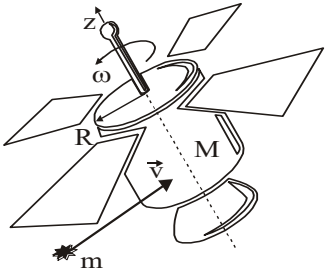
54 Сплошной стальной цилиндр радиусом R=0,1м и высотой h=0,5м вращается с постоянной угловой скоростью ω=2рад/с вокруг вертикаль-

ной оси z, проходящей через одну из образующих цилиндра. Определите: 1) момент инерции цилиндра J_z; 2) импульс цилиндра p; 3) момент импульса L_z; 4) кинетическую энергию.



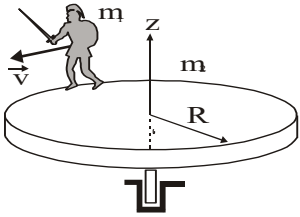
55 Имеются две механические системы, представляющие собой: в одном случае груз массы M, закреплённый на вертикальной оси z посредствам невесомого стержня длины L; в другом – к вертикальной оси прикреплён горизонтально расположенный стержень массы M и длины L. Оба устройства вращаются вокруг оси z с одинаковой угловой скоростью ω. Сравните: 1) моменты инерции груза и стержня относительно оси z; 2) моменты импульсов; 3) кинетические энергии.

56 Чему равен момент импульса шлифовального круга в виде однородного диска массой m = 2,3 кг и радиусом R = 12 см, вращающегося с частотой n = 1500 об/с? Определите, какой величины момент сил сопротивления нужно приложить, чтобы остановить круг за τ = 7с.



57 Космическая станция в виде цилиндра радиусом R = 200 м и массой 5000 т вращается вокруг оси, проходящей через её центр масс перпендикулярно основаниям с угловой скоростью ω_1 = 0,5 рад/с. В станцию попадает метеорит массой m = 100 кг, летящий по касательной к образующей цилиндрической поверхности со скоростью 20 км/с. Определите изменение угловой скорости станции Δω после столкновения с метеоритом.

58 На краю горизонтальной арены, имеющей форму диска радиусом R = 2 м и массой m_1 = 240 кг, стоит воин массой m_2 = 80 кг. Арена может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через её центр. Пренебрегая сопротивлением, определите, с какой угловой скоростью будет двигаться арена, если воин побежит по краю платформы со скоростью v = 10 м/с относительно платформы.

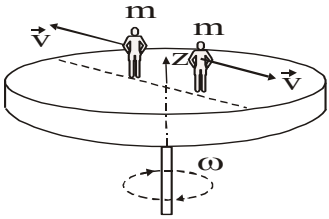


59 Паук ползёт по ободу колёсика малой массы, которое может вращаться без трения вокруг неподвижной оси. Сохраняется ли момент импульса системы «паук – колёсико» относительно оси вращения, если

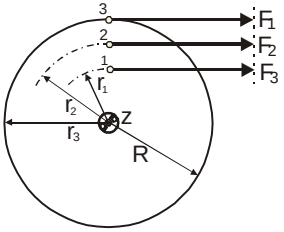
ось колёсика закреплена: а) вертикально; б) горизонтально?

60 Маховик вращается по закону: $\varphi = A + Bt + Ct^2$, где A=2 рад, B =16 рад/с, C = -2 рад/с^2. Момент инерции маховика относительно оси вращения равен J_z= 50 кг·м^2. Найти законы, по которым меняются вращающий момент $M_z(F)$ и мощность P. Чему равна мощность в момент времени τ =3 с?

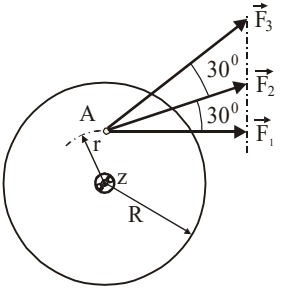
61 Платформа в виде однородного горизонтального диска вращается с угловой скоростью ω = 0,314 рад/с вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Два человека одинаковой массы m = 70 кг начинают в момент времени t = 0 двигаться от центра платформы по одному из её диаметров в противоположные стороны друг от друга с постоянной скоростью v = 1 м/с относительно платформы. Найдите зависимость мощности приводного двигателя от времени, исходя из условия обеспечения постоянства угловой скорости платформы.



62 Диск радиусом R =1м и массой m = 10кг насажен на неподвижную горизонтальную ось. К диску на расстояниях r_1 = 0,6R, r_2 = 0,8R и r_3 = R прикладывают последовательно горизонтальную силу F =10 Н. Определите, в каком отношении будут находиться величины касательных (тангенциальных) ускорений точек диска, расположенных на ободе.

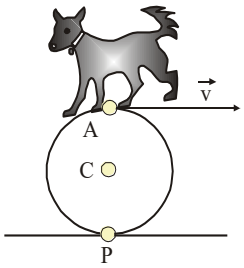


63 Диск массой m = 10кг и радиусом R = 1м насажен на горизонтальную неподвижную ось. К одной и той же точке диска А, расположенной на расстоянии r = 0,5R прикладывают последовательно три силы $\left\{\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3\right\}$, причём $\left|\vec{F}_1\right|$=10 Н. Диск начинает раскручиваться без сопротивления из состояния покоя. Определите величину линейной скорости точки А через τ = 10с действия каждой силы.

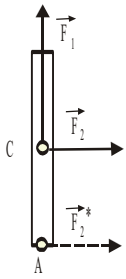


64 Специально обученная собака массой m_1 = 10 кг вспрыгнула на

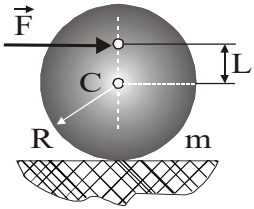
лежащий горизонтально тонкий полый цилиндр массы m_2 = 5 кг, радиуса R = 0,3 м и ширины b = 0,2 м. Далее «артистка» стала перебирать лапами, так что всё время оставалась в верхней точке цилиндра А, сообщая ей постоянную линейную скорость v = 0,2 м/с. Определите кинетическую энергию системы «собака – цилиндр».



65 К однородному стержню массы m =10 кг и длиной L = 1м приложены две перпендикулярные друг другу силы: F_1 = 40 Н и F_2 = 30 Н. Первоначально обе силы приложены в центре масс. Во втором варианте меньшую силу параллельно самой себе перенесли в один из концов стержня в точку А. Опишите движение стержня и определите вектор ускорение центра масс стержня С в указанных вариантах приложения сил.



66 По шару массы m = 1 кг и радиуса R = 0,1м, лежащему на гладкой горизонтальной поверхности, в течение Δt = 100 мс прикладывают горизонтальную силу F = 50 Н. Точка приложения силы расположена на расстоянии L = R/2 выше центра масс. Определите: а) скорость центра масс шара после прекращения действия силы; б) угловую скорость вращения шара.



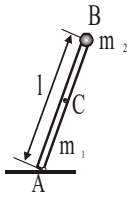
67 Два диска одинаковой высоты $h_1 = h_2$ и с равными массами $m_1 = m_2$ вращаются относительно своих осей симметрии с одинаковыми угловыми ускорениями $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$. Один из дисков изготовлен из стали, имеющей плотность $\rho_1 = 7{,}8 \cdot 10^3$ кг/м^3, а другой – из газонаполненного алюминия с $\rho_2 = 1{,}95 \cdot 10^3$ кг/м^3. Сравните моменты сил, обеспечивающих такое движение тел.

68 Два диска одинаковой высоты $h_1 = h_2$ и равной массы $m_1 = m_2$, металлический с плотностью материала ρ_1 =8000 кг/м^3 и деревянный ρ_2 = 500 кг/м^3 вращаются вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс дисков. Движение происходит под действием одинаковых по модулю сил $F_1 = F_2$, касательных к ободам дисков. Определите, в каком соотношении находятся угловые ускорения дисков.

69 С наклонной плоскости высотой h = 1 м без проскальзывания скатывается шар радиусом R = 0,1 м и массой m = 1 кг. Скорость шара у

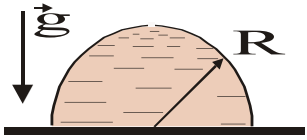
основания плоскости, без учёта трения, которым действительно можно пренебречь, вычислили по известному кинематическому уравнению $v_C = \sqrt{2gh}$. Определите абсолютную погрешность результата при использовании этой формулы.

70 На одном из концов стержня длины l = 1 м и массы m_1 = 1 кг укреплён свинцовый шарик массой m_2 = 0,2 кг. Стержень, будучи поставлен на разные концы A или B, падает без скольжения из вертикального положения два раза. Сравните угловые ускорения при отклонении стержня на угол $\alpha = 30^0$ от вертикали.

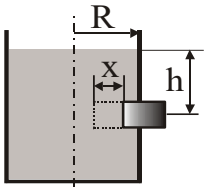


Элементы гидромеханики

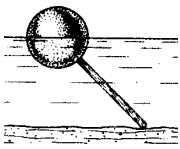
71 В полусферическую тяжёлую оболочку внутреннего радиуса R, плотно прилегающую к горизонтальной поверхности через малое отверстие в вершине вливается жидкость плотности ρ. Когда жидкость доходит до отверстия, полусфера приподнимается и начинает пропускать воду. Определите массу оболочки.



72 В цилиндрическом сосуде радиуса R, частично заполненном жидкостью плотности ρ, в боковой стенке имеется отверстие, заткнутое пробкой. Какую работу нужно совершить, чтобы вдвинуть пробку на длину x? Пробка имеет вид цилиндра радиуса r. Центр отверстия находится на расстоянии h от поверхности жидкости. Жидкость из сосуда не выливается.



73 С какой силой давит тяжёлый стержень на дно водоёма, если жёстко связанный с ним пустотелый шарик радиуса r = 1 см плавает, наполовину погрузившись в воду. Плотность жидкости $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м^3, длина стержня L = 10 см.

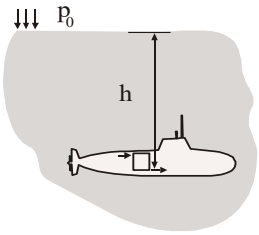


74 Глубоководный батискаф в виде полого ситалового шара с внешним радиусом R = 3 м, и внутренним радиусом r = 2,8 м плавает на поверхности воды, погрузившись на 2/3 своего объёма. Определите,

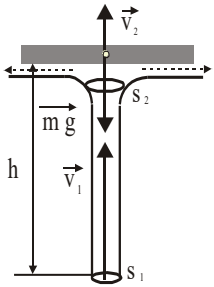
балласт, какой массы m_x необходимо принять на борт, чтобы аппарат полностью погрузился?

75 Учебную торпеду, обладающую средней плотностью $\rho_1 = 5 \cdot 10^3$ кг/м^3, диаметром d = 1,5 м и высотой h = 15 м начинают вертикально поднимать из воды тросом длиной L = 20 м и массой $m_1 = 25$ кг. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы вынуть торпеду за трос из воды?

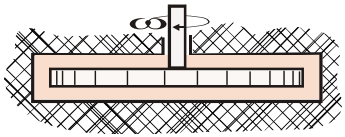
7 6 Балластный резервуар подводной лодки объёмом V = 5м^3 заполнен водой. Для сброса балласта в верхнюю часть резервуара компрессором подаётся сжатый воздух и вода через трубопровод сечением s = 100 см^2, расположенный в нижней части резервуара вытекает наружу. Какова должна быть мощность компрессора, чтобы лодка, находящаяся на глубине 400т м могла освободиться от балласта за τ = 50 с?



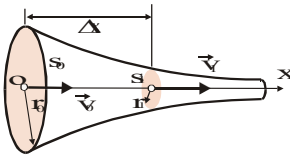
77 Пластина массой m = 10 кг удерживается на месте в горизонтальном положении струями воды, бьющими вертикально вверх из n =4 одинаковых сопел, имеющих площадь поперечного сечения s = 3 см^2 каждое. Скорость истечения жидкости постоянна и равна v_1 = 5 м/с. На какой высоте удерживается пластина, если струи после удара разлетаются строго в горизонтальной плоскости.



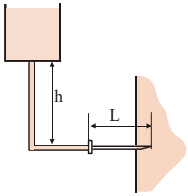
78 Тонкий горизонтальный диск радиуса R = 10 см расположен в цилиндрической полости с маслом, вязкость которого η = 8 мПа·с. Зазоры между диском и горизонтальными стенками полости одинаковы и равны h = 1 мм. Определите мощность, которую развивают силы вязкости, действующие на диск при его вращении с постоянной угловой скоростью ω = 60 рад/с. Краевыми эффектами пренебречь.



79 Радиус сечения трубопровода монотонно уменьшается по закону $r = r_0 e^{-\alpha x}$, где α = 0,5 м $^{-1}$,x – расстояние от начала трубопровода. Найдите отношение чисел Рейнольдса в сечениях, отстоящих друг от друга



на расстоянии $\Delta x = 3{,}2$ м.



80 Переливание крови, как обычно, осуществляют из специального сосуда поднятого на некоторую высоту. Кровь подаётся по трубке через иглу, введённую в вену. Внутренний диаметр иглы составляет $d_1 = 0{,}5$ мм, длина иглы $L = 4$ см. По медицинским показаниям кровь требуется вводить по $Q = 4$ см^3/мин. На какой высоте над уровнем иглы следует расположить сосуд с запасом крови при её вязкости $\eta = 4 \cdot 10^{-3}$ Па·с, если давление крови в вене превышает атмосферное на $\Delta p = 20$ мм. рт. столба?

Тяготение. Элементы теории поля

81 Во сколько раз вес тела на полюсе нашей планеты отличается от веса того же тела на экваторе?

82 Постройте график зависимости ускорения силы тяжести Земли от широты местности и укажите точкой величину g, соответствующую Петропавловск – Камчатскому.

83 Спутник движется по орбите на высоте 300 км над поверхностью Земли. Какую минимальную добавочную скорость нужно сообщить спутнику, чтобы он стал искусственным спутником Солнца?

84 Для осуществления глобальной планетарной связи достаточно иметь три спутника Земли с периодом вращения по круговой орбите $T = 24$ ч. Определите радиус орбиты, линейную скорость и взаимное расположение спутников.

85 Какую минимальную работу надо совершить, чтобы переместить тело с поверхности Луны на поверхность Земли?

86 Какую минимальную работу надо совершить, чтобы забросить тело массой 1 кг на Луну? Считать, что во время броска взаимное положение Земли и Луны не меняется.

87 Два однородных, одинаковых, соприкасающихся шара притягивают друг друга с силой F. Во сколько раз изменится сила, если массу шаров увеличить в n раз? Вещество шаров в процессе изменения массы не меняется.

88 Сравните силы притяжения между Землёй и Солнцем и Луной и Землёй.

89 Планета движется по круговой орбите. Определите, зависимость между радиусом орбиты R и периодом обращения T вокруг Солнца.

90 Определите, при каком радиусе орбиты R спутник может двигаться в плоскости экватора, оставаясь над одной и той же точкой поверхности Земли.

Релятивистская механика

91 Фотонная ракета движется относительно Земли со скоростью $v = 0{,}6c$ (c – скорость света). Во сколько раз изменится ход времени в ракете с точки зрения земного наблюдателя?

92 На космическом корабле спутнике находятся часы, синхронизированные с земным эталоном времени. Корабль движется по орбите с линейной скоростью $v = 7{,}9$ км/с. На сколько отстанет корабельный хронометр по измерениям земного наблюдателя за 0,5 года?

93 Собственное время жизни μ - мезона $\tau_0 \cong 2$ мкс. От точки рождения до точки распада в лабораторной системе координат μ - мезон пролетел $L \cong 6$ км. Определите относительную скорость мезона (относительно скорости света).

94 Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчёта со скоростями $v_1 = 0{,}6$ c и $v_2 = 0{,}9$ c вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость для случая движения частиц в одном и противоположном направлении.

95 В ускорителе радиоактивному ядру сообщили скорость $v_1 = 0{,}4c$. Во время вылета из ускорителя ядро в направлении движения выбросило β - частицу со скоростью $v_2 = 0{,}75c$ относительно ускорителя. Определите скорость частицы относительно ядра.

96 Два ускорителя выбрасывают навстречу друг другу частицы со скоростью $|v| = 0{,}9c$. Определите относительную скорость сближения частиц в системе отсчёта, движущейся вместе с одной из частиц.

97 Частица движется со скоростью $v = 0{,}5c$. Во сколько раз релятивистская масса частицы больше её массы покоя?

98 С какой скоростью движется частица, если её релятивистская масса в три раза больше массы покоя?

99 Объём воды в океане равен $V = 1{,}37 \cdot 10^{9}$ км^3. Определить, на сколько возрастёт масса воды в океане, если температура воды вырастет на $\Delta t = 1^0$C ?

100 Солнечная постоянная (плотность потока энергии электромагнитного излучения Солнца на расстоянии, равном среднему расстоянию от Земли до Солнца) равна 1,4 кВт/м^3. Определите массу, которую теряет Солнце в течение одного года.

4.2 Задания контрольной работы № 2

Молекулярно-кинетическая теория

1 Определите массу одной молекулы: азота (N_2), аммиака (NH_3), ацетилена (C_2H_2), спирта (C_2H_5OH) и ацетона (C_3H_6O).

2 Сколько молекул находится в стакане воды?

3 Каким образом, зная плотность ρ и молярную массу μ, определить число молекул n, находящихся в единице объёма?

4 Вычислите массу одного моля электронного газа.

5 Оцените диаметр атомов ртути.

6 В колбе объёмом 2 дм^3 содержится газ под давлением 660 кПа. Определите, сколько этого газа находится в колбе, если температура газа равна $t = 17^0$ С.

7 С сосуде ёмкостью V = 2л находится $\nu = 2$ моля кислорода. Определите плотность этого газа.

8 В сосуде вместимостью 5л находится газ в количестве $\nu = 0{,}2$ моля при плотности $\rho = 1{,}12$ кг/м^3. Какой это газ?

9 Одна треть молекул азота массой m = 10г распалась на атомы. Определить полное число частиц N, находящихся в газе.

10 Определите среднее расстояние <L> между центрами молекул водяного пара в нормальных условиях и сравните его с диаметром молекулы воды.

11 Используя значение постоянной Авогадро, определите атомную единицу массы.

12 Из всех металлов наибольшим отношением плотности к относительной атомной массе ρ/A_r обладает бериллий, наименьшим значением - калий. Определите для этих металлов отношение числа атомов n в единице объёма.

13 Один моль гелия и водорода при нормальных условиях занимает объём 22,4 л. Чему равно в этом случае: а) количество молекул в единице объёма? б) Среднее расстояние между центрами молекул?

14 Движущийся теплоизолированный сосуд внезапно останавливается. Сравните приращение температуры, если в сосуде находится: а) водород; б) гелий. Вся кинетическая энергия молекул преобразуется в их внутреннюю энергию. Все прочие параметры процесса одинаковы.

15 Внутренняя энергия некоторого газа 55 МДж, причём на долю энергии вращательного движения приходится 22 МДж. Сколько атомов в молекуле этого газа?

16 Сравните число молекул воды и ртути, содержащееся в равных объёмах.

17 Если пометить все молекулы в одном стакане воды и вылить этот стакан в океан, а потом, через некоторое время зачерпнуть воду в тот же стакан, то сколько молекул «меченной воды» там окажется при условии идеального распределения? Объём мирового океана принять равным $1{,}31\cdot10^{18}$ м^3, стакан – традиционный – объёмом 200 см^3.

18 Какая масса углекислого газа растворена в пластмассовой бутылке «Малкинской», если на одну молекулу газа приходится $N = 5{,}56\cdot10^5$ молекул воды?

19 Радоновые источники содержат $N \cong 1{,}8\cdot10^6$ атомов радона на 1 дм^3 воды. На сколько молекул воды приходится один атом радона?

20 Плотность неизвестного газа равна $\rho = 0{,}09$ кг/м^3, при этом в объёме 0,1м^3 содержится $2{,}7\cdot10^{24}$ молекул. Какой это газ?

Идеальный газ

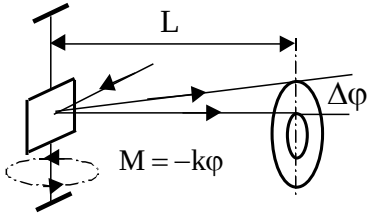
21 Оцените среднюю кинетическую энергию и среднеквадратическую скорость частичек тумана диаметром 10 мкм, находящихся при температуре 5^0C.

22 Во сколько раз различаются среднеквадратичные скорости двух частичек, совершающих броуновское движение в капле воды, если их массы различаются в четыре раза?

23 Оцените массу инфузории, на направленное движение которой со скоростью 1 мкм/с слабо влияет тепловое движение.

24 Определите среднеквадратичное отклонение математического маятника от положения равновесия, вызываемое тепловым движением грузика. Температура воздуха t = 20 ^{0}C. Масса грузика равна m = 1·10 $^{-6}$ кг, длина маятника l = 10 м.

25 Зеркальце гальванометра подвешено на кварцевой нити. На зеркальце падает узкий параллельный луч света и, отражаясь от него, попадает на экран, расположенный на расстоянии 20 м от зеркальца. Температура воздуха 300 К. Оцените, на сколько увеличится радиус светового пятна на экране в результате теплового движения зеркальца, если при повороте зеркальца на угол φ, на него со стороны нити действует механический момент сил M = -kφ, где k = 1,38·10 $^{-15}$ Н·м. Как изменится ответ, если температуру воздуха понизить до 100 К?



26 Сосуд разделен на две секции пористой перегородкой. В одной секции находится газ, состоящий из легких молекул, в другой - из тяжелых. Давление газа в обеих секциях сосуда в начальный момент одинаково. Через некоторое время давление в той секции сосуда, где находились тяжелые молекулы, увеличилось. Затем, через более длительный промежуток времени, давление в обеих секциях сосуда выравнялось. Объясните этот эффект.

27 Определите величину концентрации молекул n воздуха в единице объёма при нормальных условиях.

28 Вблизи поверхности Земли 78,08% молекул воздуха приходится на долю азота (N_2), 20,95% - на долю кислорода (O_2), 0,93% на долю аргона (Ar), 0,04% на долю всех остальных газов. Для нормальных условий определите: а) парциальные давления газов; б) среднюю молекулярную массу воздуха.

29 В сосуде вместимостью 12л находится газ, число молекул которого равно N = 1,44·10^{18}. Определите концентрацию молекул этого газа.

30 Определите вместимость сосуда, в котором находится газ, если концентрация молекул n = 1,25·10^{26} м $^{-3}$, а их общее число равно N = 2,5·10^{23}.

31Определите среднее значение <ε> полной кинетической энергии одной молекулы гелия, кислорода и водяного пара при T = 400 К.

32 Определите температуру водорода, при которой средняя кинетическая энергия $<\varepsilon_п>$ поступательного движения молекул достаточна для их расщепления на атомы, если молярная энергия диссоциации водорода $W_m \cong 419$ кДж/моль.

33 Найдите среднюю квадратичную $<v_{кв}>$, среднюю арифметическую $<v>$ и наиболее вероятную скорость $v_в$ молекул водорода при температурах $T_1 = 20К$, $T_2 = 5000К$.

34 При какой температуре T средняя квадратичная скорость атомов гелия станет равной второй космической скорости для Земли?

35 Взвешенные в воздухе мельчайшие пылинки движутся так, как если бы они были крупными молекулами. Определите среднюю квадратичную скорость пылинки массой $m = 10^{-10}$ г, если температура воздуха составляет 300 К.

36 Пылинка массой $m \cong 10^{-18}$ г взвешена в воздухе. Определите толщину слоя воздуха, в пределах которого концентрация пылинок различается не более чем на1%. Температура воздуха равна 300 К.

37 В сосуде содержится газ, количество которого $\nu = 1{,}2$ моль. Рассматривая этот газ как идеальный, определите число молекул ΔN, скорости которых меньше 0,001 наиболее вероятной скорости $v_в$.

38 Средняя длина свободного пробега молекулы $<L>$ углекислого газа при нормальных условиях равна 40 нм. Определите среднюю арифметическую скорость $<v>$ молекул и число столкновений молекулы z в единицу времени.

39 Барометр в кабине летящего самолёта всё время показывает одинаковое давление $p = 79$ кПа, благодаря чему альтиметр показывает высоту полёта неизменной. Температура воздуха за бортом изменилась с 5^0С до 1^0С. Какую ошибку Δh в определении высоты допустил датчик.

40 Водород находится при нормальных условиях и занимает объём 1 $см^3$. Определите число молекул N идеального газа в этом объёме, обладающих скоростями, меньшими некоторого значения $v_{max} = 1$ м/с.

41 Определите среднюю длину свободного пробега молекул водорода при давлении 0,1 Па и температуре 100К.

42 Определите среднюю продолжительность свободного пробега молекулы кислорода при температуре 250К и давлении 100 кПа.

43 Средняя длина свободного пробега атомов гелия при нормальных условиях равна 180 нм. Определите коэффициент диффузии D.

44 Определите, во сколько раз отличается коэффициент диффузии газообразного водорода от коэффициента диффузии газообразного кислорода, если оба газа находятся в идентичных условиях.

45 Найдите динамическую вязкость η гелия при нормальных условиях, если коэффициент диффузии равен $D \cong 1{,}06 \cdot 10^{-4}$ м^2/с.

46 Вычислите динамическую вязкость кислорода при нормальных условиях.

47 Два горизонтальных диска радиусами R = 20см расположены друг от друга так, что оси их совпадают. Расстояние между поверхностями дисков равно 0,5см. Верхний диск неподвижен, а нижний вращается относительно оси с частотой $n \cong 10$ с$^{-1}$. Определите вращающий момент, действующий на неподвижный дик, если пространство между ними заполнено маслом с динамической вязкостью $\eta = 18{,}7 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

48 Вычислите теплопроводность λ гелия при нормальных условиях.

49 Пространство между двумя большими параллельными пластинами, расположенными на расстоянии d = 5мм, заполнено гелием. Температура одной из пластин поддерживается равной 290К, а второй 310К. Определите плотность теплового потока |q| при давлении 1Мпа.

50 В ультраразреженном азоте, находящемся при давлении p = 1мПа и при температуре T = 300К, движутся навстречу относительно друг друга две параллельные пластины со скоростью v = 1м/с. Расстояние между пластинами неизменно и намного меньше длины среднего свободного пробега молекул. Определите силу внутреннего трения, действующую на поверхность пластины площадью s = 1 м^2.

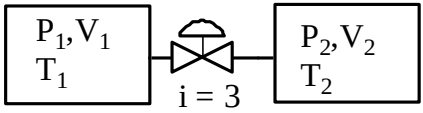
Физические основы термодинамики

51 Запишите уравнения для определения средней величины энергии молекул H_2, N_2, H_2O, CH_4 при одинаковой температуре T.

52 Чему равна внутренняя энергия (в джоулях) при нормальных условиях 1 см^3 воздуха? 1 кг воздуха?

53 Воздух в комнате нагрели от температуры T_1 до T_2. При этом давление не изменилось. Изменилась ли внутренняя энергия воздуха внутри комнаты? Поясните полученный результат.

54 В сосуде вместимости V_1 находится одноатомный газ при давлении P_1 и температуре T_1, а в сосуде вместимости V_2 — одноатомный газ при давлении P_2 и температуре T_2. Какое давление и какая температура окажутся в этих сосудах после их соединения? Сосуды теплоизолированы.

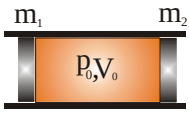


55 В теплоизолированном сосуде при температуре $T_1 = 800$ К находится $\nu 1 = 1$ моль углекислого газа (CO_2) и $\nu_2 = 1$ моль водорода (H_2). Происходит химическая реакция

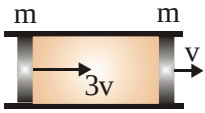
$$CO_2 + H_2 = CO + H_2O + 40{,}1 \text{ кДж/моль}.$$

Во сколько раз возрастет давление в сосуде после окончания реакции?

56 В длинной гладкой теплоизолированной трубе находятся теплоизолированные поршни массы m_1 и m_2, между которыми в объеме V_0 находится при давлении p_0 одноатомный газ. Поршни отпускают. Определите их максимальные скорости, если масса газа много меньше массы каждого поршня.



57 В длинной теплоизолированной трубе между двумя одинаковыми поршнями массы m каждый находится 1 моль одноатомного газа при температуре T_0 В начальный момент скорости поршней направлены в одну сторону и равны 3v и v. До какой максимальной температуры нагреется газ? Поршни тепло не проводят. Массой газа по сравнению с массой поршней пренебречь.



58 Определите работу, совершаемую при расширении 7 кг водорода, находящегося при постоянном давлении и количество переданной ему теплоты, если температура изменилась на $\Delta T = 200^0$К.

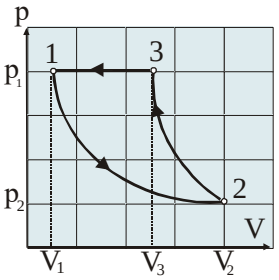
59 Какое количество теплоты потребуется для нагревания 5м^3 окиси углерода (CO) от температуры 0 ^{0}С до температуры 220 ^{0}С. Газ находится в цилиндрическом сосуде, закрытом сверху, скользящим без трения, невесомым поршнем. Атмосферное давление нормальное.

60 Некий газ при нормальных условиях имеет плотность $\rho = 0{,}0894$ кг/м^3. Определите его удельные теплоёмкости c_p и c_V, а так же какой это газ.

61 Покажите, исходя из первого начала термодинамики и уравнения состояния идеального газа, что разность удельных теплоёмкостей определяется как: $c_p - c_V = R/\mu$.

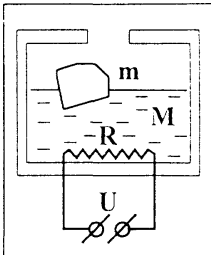
62 При нормальных условиях некоторый газ имеет удельный объём v = 0,348 м^3/кг. Определите, чему равны удельные теплоёмкости c_p и c_V.

63 При давлении $p_1 = 10^6$Па и температуре $t_1 = 227\ ^0$C 1кг воздуха изотермически расширяется так, что $p_1/p_2 = 4$, а затем адиабатически сжимается, после чего его переводят в первоначальное состояние. Определите работу, совершаемую газом, если $\gamma = 1{,}4 = \text{const}$.

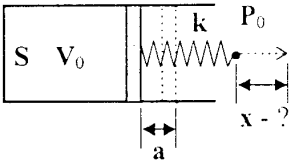


64 До какой температуры охладится водород, имеющий первоначально температуру –3 ^{0}C, если его объём адиабатически увеличился в три раза?

65 При нормальном атмосферном давлении в теплоизолированный сосуд налита вода массы M =10 кг, имеющая температуру T = 270K. На дно сосуда уложен нагреватель, сопротивление спирали которого равно R = 100 Ом. Какое количество теплоты Q необходимо подвести от нагревателя, чтобы осушить сосуд? На сколько времени увеличится процесс нагревания, если в налитую воду дополнительно опустить кусочек льда массой m = 1кг при температуре 0°C? На спираль подается напряжение U = 20В. Удельная теплоемкость воды c, удельная теплота парообразования r и удельная теплота плавления льда λ - известны.



66 В лежащий горизонтально цилиндрический стакан с площадью поперечного сечения S = 1м^2 вставлен поршень, который плотно прилегает к стенкам стакана и может скользить вдоль них без трения. К поршню прикреплена пружина жесткости k = 100= н/м . Внутри стакана находится идеальный газ, а снаружи - воздух при атмосферном давлении Po ≅ 10^5 Па . При этом пружина не деформирована, а газ занимает объем V_0 = 1м^3. На какое расстояние x нужно сместить второй конец пружины, чтобы после прихода к равновесию поршень сместился бы на расстояние a = 1 см? Температура газа поддерживается постоянной. Укажите также с пояснением, как изменится внутренняя энергия газа в этом процессе?



67 Определите суммарное изменение энтропии при погружении 0,1кг нагретого до 300 ^{0}C железа в воду при температуре 15 ^{0}C. Температуру воды считать постоянной, теплоёмкость железа принять равной с ≅ 437 Дж/кг·град.

68 Лёд массой 1кг, имеющий температуру –25 ^{0}C был последовательно превращён в воду, а затем при атмосферном давлении – сухой насыщенный пар. Чему равно изменение энтропии в каждом из процессов?

69 Определите среднюю термодинамическую температуру подводимой теплоты к свинцу при его плавлении, если перед началом процесса свинец имел температуру 27 ^{0}C. Теплоёмкость свинца изменяется с температурой как: c = a + bT, где a = 124,8 Дж/кг·град, b = 0,032 Дж/кг·град^2.

70 Определить вероятность самопроизвольного изотермического сжатия $32\cdot10^{-5}$ кг кислорода на $1\cdot10^{-5}$ часть первоначального объёма. Чему равно, при этом, изменении энтропии?

71 Рабочее тело получает от нагревателя теплоту в количестве Q = $1{,}75\cdot10^6$ Дж. Определите изменение энтропии газа при переводе его из начального положения в конечное.

72 При осуществлении цикла Карно минимальная и максимальная температура имеют значения, соответственно 11 ^{0}C и 200 ^{0}C. На сколько нужно повысить температуру источника, чтобы КПД этого процесса возрос вдвое?

73 Определите расход топлива в ДВС с изобарным подводом тепла при мощности 50кВт. Теплота сгорания топлива q = 42 МДж/кг, степень адиабатического сжатия ε = 14, степень предварительного расширения ρ = 3, показатель адиабаты γ =1,4.

74 Известно, что тренированные люди могут находиться в сауне при температуре около 100 ^{0}C в течение достаточно длительного времени. Почему же ни один из них не может даже на мгновение погрузить палец в кипящую воду? Подтвердите свою версию ответа оценочным расчетом, используя соответствующие табличные данные.

75 Сталь (железо) имеет большую теплоемкость, чем медь. Жала для паяльников, изготовленные из стали, обладали бы большим запасом внутренней энергией, чем идентичные медные. Однако используют всё-таки медь. Почему? Подтвердите свою версию ответа соответствующими количественными оценками.

76 Собираясь позавтракать, некто налил в чашку кофе, но обстоятельства заставили его покинуть комнату на некоторое время. Что рациональнее сделать, чтобы кофе имел более высокую температуру к возвращению: добавить сливки перед уходом или после возвращения? Проведите оценочный расчёт в подтверждение версии своего варианта.

77 Два одинаковых тела, нагретых до разных температур, приводятся в тепловой контакт друг с другом. Температуры тел уравниваются. Покажите, что при этом процессе энтропия системы увеличивается.

78 На сколько возрастет энтропия 1 кг воды, находящейся при температуре 293 К, при превращении ее в пар?

79 . Вычислите приращение энтропии водорода массы m при переходе его от объема V_1 и температуры T_1 к объему V_2 и температуре T_2, если газ: а) нагревается при постоянном объеме V1, а затем изотермически расширяется; б) расширяется при постоянной температуре T_1 до объема V_2, затем нагревается при постоянном объеме; в) адиабатически расширяется до объема V_2, а затем нагревается при постоянном объеме.

80 Кусок льда массы 0,1 кг при температуре 0°С бросают в теплоизолированный сосуд, содержащий 2 кг бензола при 50° С. Найдите приращение энтропии системы после установления равновесия. Удельная теплоемкость бензола 1,75 кДж/(кг·К).

Реальные газы и пары

81 Автомобильная шина накачана воздухом под давлением $6{,}5\cdot10^5$ Па при температуре 5 ^{0}С. Какое количество воздуха нужно удалить из шины, чтобы давление осталось прежним при температуре 40 ^{0}С? Объём шины постоянен и равен 0,05 м^3. Поправки Ван - дер - Ваальса для воздуха принять равными: a = $13{,}6\cdot10^4$ Н·м^4 /кмоль^2, b = 0,0366 м^3/кмоль.

82 Для некоторого газа поправка в уравнении Ван - дер - Ваальса a = $45{,}3\cdot10^4$ Н·м^4 /кмоль^2, а критическая температура $T_{кр}$ = 282,7 К. Определите эффективный диаметр молекулы газа.

83 При давлении $1{,}2\cdot10^5$Па углекислый газ массой 8,8 кг занимает объём 4,2 м^3. Определить температуру газа, считая его реальным: a = $36{,}4\cdot10^4$ Н·м^4 /кмоль^2, b = 0,043 м^3/кмоль.

84 При каком давлении должен находиться кислород в количестве 100 моль, чтобы при температуре 320К он занимал бы объём 0,1м^3? Поправки принять равными: a = $13{,}7\cdot10^4$ Н·м^4 /кмоль^2, b = 0,0317 м^3/кмоль.

85 Найдите величину поправок a и b в уравнении Ван – дер Ваальса для воздуха. Критические параметры воздуха принять равными $p_{кр}$ = $37{,}6\cdot10^5$Па, $T_{кр}$ = 132,5К.

86 Определите критическое давление и критическую температуру неона, если поправки в уравнении Ван – дер Ваальса равны: a = $2{,}13\cdot10^4$ Н·м^4 /кмоль^2, b = 0,017 м^3/кмоль.

87 Определите массу водяных паров в 1м^3 воздуха при нормальном давлении и температуре 25 ^{0}С и относительной влажности φ = 60%.

88 Каким образом и насколько должна измениться температура воздуха при неизменном давлении, чтобы в нём образовался туман, если при температуре 25 ^{0}С относительная влажность воздуха составила φ = 60%?

89 Определите плотность воздуха при нормальном давлении, температуре 25 ^{0}С и относительной влажности φ = 100%.

90 Определите массу столба воздуха высотой 1000м и сечением 1м^2, если плотность воздуха у поверхности Земли равна ρ = 1,2 кг/м^3, а давление составляет ≅$1\cdot10^5$Па.

Фазовые состояния вещества

91 В кастрюлю налита вода при температуре 10 ^{0}С и поставлена на плиту. Через 10 минут вода закипает. Через какое время вода полностью испарится?

92 Смогли бы солнечные лучи на экваторе растопить за один солнечный день снежный покров толщиной 1м? Максимальная плотность потока солнечной энергии ϖ ≅ 1кВт/м^2, а коэффициент отражения близок к 0,9.

92 В цилиндрическом стакане при подводе к нему тепловой мощности 1 кВт тает лёд. Диаметр стакана 10см. Определите, как изменится давление смеси воды и льда на дно стакана из-за таяния льда.

93 Какая часть переохлаждённой до температуры –4 ^{0}С воды замёрзнет, если бросить в неё кусочек льда, вызвав, тем самым процесс кристаллизации?

94 Оцените максимальное ускорение водяной ракеты, тяга которой создаётся испарением воды при температуре 100 ^{0}С. Масса ракеты 50т, площадь испарения 1м^2.

95 Определите диаметр капилляра термометра с длиной шкалы от 0 ^{0}C до 50 ^{0}C, равной 70мм. Объём этилового спирта в резервуаре при наименьшей измеряемой температуре составляет 70 мм^3. Измерением размеров капилляра необходимо пренебречь.

96 Найдите плотность масла в гидравлической системе пресса при давлении $5\cdot10^7$Па, если его плотность при 20 ^{0}C и нормальном атмосферном давлении равна ρ =910 кг/м^3, а коэффициент сжимаемости равен $k = 6\cdot10^{-10}$ м^2/Н.

97 Воздушный пузырёк находится на расстоянии 250 мм от свободной поверхности керосина, в котором возбуждена ультразвуковая волна, которая вызывает изменение радиуса пузырька $R = R_0 + A\cdot\sin\omega t$, где R_0 = 0,01 мм, $A = 5\cdot10^{-3}$ мм. Определите максимальное и минимальное давление внутри пузырька при нормальном атмосферном давлении над поверхностью керосина и в отсутствие испарения внутрь полости.

98 В городе площадью 400 км^2 за 10 мин во время ливневого дождя выпало 20 мм воды. Определите энергию и мощность тепловыделения от слияния капель во время их падения на землю. У поверхности все дождевые капли имели одинаковый диаметр 3мм, а образовались из мелких капель диаметром $3\cdot10^{-3}$ мм.

99 Стеклянная трубка, заполненная ртутью, погружена нижним концом в широкий сосуд, тоже заполненный ртутью. Внутренний диаметр трубки равен 3 мм. Разность уровней жидкости в трубке и в сосуде составляет Δh = 700 мм. Определите атмосферное давление, полагая, что ртуть не смачивает стекло.

100 Капля, какого максимального диаметра может висеть на потолке в предбаннике, где температура равна 45 ^{0}C

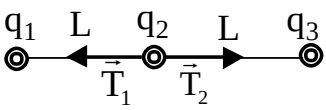
4.3 Задания контрольной работы № 3

Электрическое поле

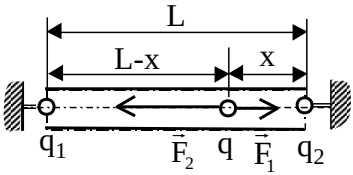
1 Предположим, что удалось бы разделить 1 см^3 воды на элементарные разноименные заряды, которые затем удалили друг от друга на расстояние 100 км. С какой силой притягивались бы эти заряды?

2 Какой заряд приобрел бы 1 см^3 железа, если бы удалось убрать 1% содержащихся в нем электронов?

3 Три заряда q_1, q_2, q_3 связаны друг с другом двумя нитями. Длина каждой нити L. Найдите их натяжения.

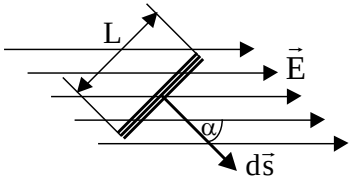


4 На концах горизонтальной трубы длины L закреплены положительные заряды q_1 и q_2 Найдите положение равновесия шарика с положительным зарядом q, который помещен внутрь трубы. Устойчиво ли это положение равновесия? Будет ли положение равновесия отрицательно заряженного шарика –q в трубе устойчивым?

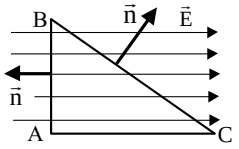


5 Два одинаковых заряженных шарика массы m, подвешенных в одной точке на нитях длины L, разошлись так, что угол между нитями стал прямым. Определите заряд шариков.

6 Напряженность однородного электрического поля равна E. Чему равен поток напряженности электрического поля через квадрат со стороной L, плоскость которого расположена под углом 30° к направлению электрического поля?

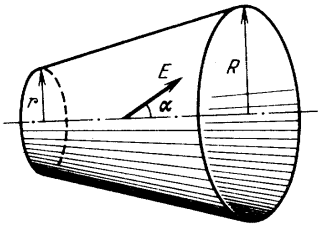


7 Найдите потоки однородного электрического поля напряженности E через замкнутую поверхность прямой трехгранной призмы, высота которой h. Передняя грань призмы, ширина которой равна h, перпендикулярна E, нижняя грань параллельна E.

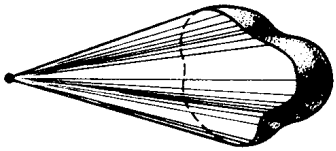


8 Докажите, что поток напряженности однородного электрического поля через любую замкнутую поверхность равен нулю.

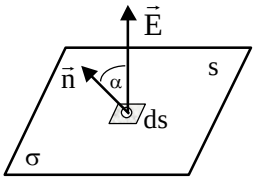
9 Чему равен поток напряженности однородного электрического поля через поверхность усеченного конуса, радиусы сечения которого равны R и r? Напряженность электрического поля E составляет угол α с осью конуса.



10 Докажите, что поток напряженности электрического поля точечного заряда Q через любую поверхность равен телесному углу, под которым видна эта поверхность, умноженному на q/ε_0.



11 Поток напряженности электрического поля через равномерно заряженную плоскую поверхность, с поверхностной плотностью заряда σ, равен Ф. Чему равна электрическая сила, действующая на пластину в направлении, перпендикулярном ее плоскости?



12 С какой силой действует электрический заряд q на равномерно заряженную бесконечную плоскость? С какой силой действует эта плоскость на заряд? Чему равна напряженность электрического поля плоскости? Поверхностная плотность заряда плоскости равна σ.

13 Используя теорему Гаусса, определите напряженность электрического поля внутри и вне равномерно заряженного шара радиуса R, с объёмной плотностью заряда ρ;

14 Используя теорему Гаусса, определите напряженность электрического поля равномерно заряженной бесконечной нити, если заряд единицы длины нити λ.

15 Используя теорему Гаусса, определите напряженность электрического поля вне и внутри равномерно заряженной пластины толщины h, если объемная плотность заряда в пластине равна ρ: нарисуйте график зависимости напряженности электрического поля от расстояния до центральной плоскости пластины.

16 Тонкое кольцо радиусом R = 8см несёт заряд, равномерно распределённый с линейной плотностью τ = 10 нКл/м. Какова напряжённость электрического поля в точке равноудалённой от плоскости кольца на расстояние r = 10 см.

17 Тонкий стержень длиной 10 см равномерно заряжен, линейная плотность заряда рана τ = 200 нКл/м. Найдите напряжённость электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 5см от середины стержня.

18 Точечный заряд Q = 10 нКл, находясь в некоторой точке поля, обладает потенциальной энергией U = 10 мкДж. Определите потенциал поля в этой точке.

19 По тонкому кольцу радиусом R = 10см равномерно распределён электрический заряд с линейной плотностью τ = 10 нКл/м. Определите потенциал поля, создаваемого кольцом, в точке, лежащей на удалении 5 см по оси.

20 Точечные заряды 1мкКл и 0,1 мкКл расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Какую работу надо совершить, чтобы разнести эти заряды на расстояние 10м

22 Тонкий стержень согнут в полукольцо и заряжен с линейной плотностью τ = 133 нКл/м. Какую работу нужно совершить, чтобы перенести заряд величиной 6,7 нКл из центра полукольца в бесконечность?

23 Определите электроёмкость Земли, принимая её за шар радиусом R ≅ 6400км.

24 Шар радиусом R_1 = 6 см заряжен до потенциала φ_1 = 300 В, а шар радиусом R_2 = 4 см – до потенциала φ_2 = 500 В. Определите потенциал шаров после их соединения тонкой проволокой, электроёмкостью которой можно пренебречь.

25 К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов U_1 = 600 В и отключённому от источника, присоединяют параллельно второй такой же конденсатор, но снабжённый диэлектрической прослойкой между пластинами. Напряжение на клеммах конденсаторной батареи упало до U_2 = 100 В. Определите материал диэлектрика.

26 Сила притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора составила 50 мН. Площадь каждой обкладки равна 200 $см^2$. Определите плотность энергии электрического поля конденсатора.

27 Конденсатор ёмкостью C_1 = 666 пФ зарядили до разности потенциалов U = 1,5 кВ и отключили от источника тока и присоединили к нему параллельно второй незаряженный конденсатор ёмкостью C_2 = 444 пФ. Определите энергию, израсходованную на образование искры, проскочившей при подсоединении конденсатора.

28 Конденсатор с расстоянием между пластинами d = 1 мм, заполненным слюдой, заряжают до напряжения U = 15 кВ и замыкают пластины коротким проводником. Какое количество тепла выделится при разряде конденсатора при площади пластин s = 300 см^2.

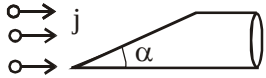
29 Пластину из эбонита толщиной 2 мм и площадью 300 см^2 поместили в однородное электрическое поле напряжённостью E = 1 кВ/м. Линии напряжённости поля перпендикулярны плоскости пластины. Определите плотность зарядов на поверхности пластины и энергию электрического поля, сосредоточенного в пластине.

30 Эбонитовый шар равномерно заряжен по всему объёму. Во сколько раз энергия электрического поля внутри шара отличается от энергии поля вне шара?

Законы постоянного тока

31 В синхротроне радиусом 10м электроны движутся по, практически, круговой траектории со скоростью близкой к скорости света. Одновременно на орбите находится 10^{11} электронов. Чему равен ток?

32 В рентгеновской трубке пучок электронов с плотностью тока j = 0,2 А/м^2 попадает на скошенный под углом $\alpha = 30^0$ торец металлического стержня площадью сечения $s = 4 \cdot 10^{-4}$ м^2. Определите силу тока в стержне.



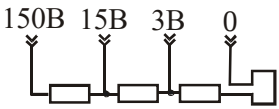
33 Если предположить, что число свободных электронов в металле равно числу атомов, то какой будет средняя скорость электронов проводимости в серебряной проволоке диаметром 1 мм, по которой течёт ток силой 30 А?

34 В протонный пучок с плотностью тока j = 1 мкА/см^2 поместили металлический шар радиусом r = 10 см. Определите, за какое время шар зарядится до потенциала φ = 220 В? Действие собственного поля шара на поток пренебрежимо мало.

35 Проволочное металлическое кольцо радиуса r = 0,1 м вращается

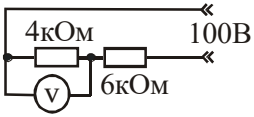
с угловой скоростью $\omega = 10^3$ рад/с. Определите, ток какой силы потечёт по кольцу в случае его равнозамедленного движения до полной остановки в течение времени $\tau = 10^{-3}$ с. Сечение проволоки $s = 0{,}5$ см^2, удельная проводимость металла $\lambda = 6 \cdot 10^7$ См/м.

36 Шкала вольтметра имеет 150 делений. Вольтметр имеет четыре клеммы, рассчитанные на измерения напряжений 3,15 и 150 В. Стрелка прибора отклоняется на 50 делений при прохождении тока силой 1 мА. Определите внутреннее сопротивление прибора при включении его на различные пределы измерения.

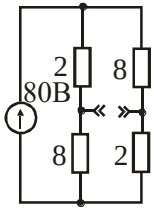


37 Какой шунт нужно присоединить к гальванометру, имеющему шкалу на 100 делений с ценой деления 1 мкА и внутренним сопротивлением 180 Ом, чтобы им можно было измерять ток силой до 1 мА?

38 Вольтметр включён как показано на схеме и показывает 36 В. Определите отношение силы тока, идущего через измерительную катушку вольтметра и сопротивление 6 кОм. Что покажет вольтметр если сопротивления уменьшить в 1000 раз, т.е. до 4 Ом и 6 Ом?

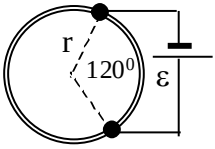


39 Чему равна разность потенциалов между клеммами в схеме, приведенной на рисунке, если сопротивления показаны в омах.



40 Батарея замкнутая на сопротивление 10 Ом, даёт ток силой 3 А; замкнутая на сопротивление 20 Ом, она даёт ток силой 1,6 А. Определите ЭДС внутреннее сопротивление батареи.

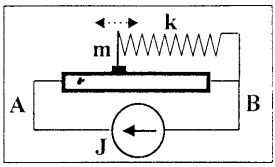
41 К проводящему кольцу радиусом $r = 2$ м в точках, показанных на рисунке, подсоединена батарея с ЭДС $\varepsilon = 4$ В . Какая мощность N выделяется на всем кольце, если оно изготовлено из проволоки с радиусом поперечного сечения $r_1 = 1$ мм и удельным сопротивлением $\rho = 10^{-6}$ Ом м , а сопротивлением подводящих проводников можно пренебречь ?



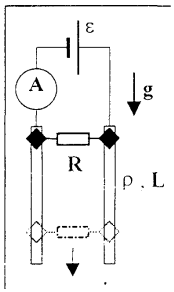
42 Если некоторую неизвестную батарею нагрузить сопротивлением $R_1 = 20$ Ом, то в цепи протекает ток силой J . Если же последовательно с этим сопротивлением включить сопротивление $R_2 = 30$ Ом, то

протекает ток силой J/2 . Определить сопротивление r батареи

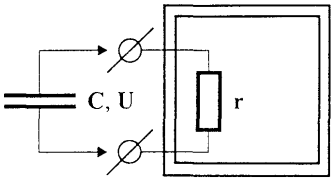
43 Реостат, имеющий полное сопротивление R и длину L , включен в цепь с источником постоянного тока J . Ползунок реостата представляет собой подвижный контакт массы m , закрепленный на легкой пружине жесткости k , как показано на рисунке. Сопротивление пружины равно нулю. Контакт может скользить по реостату без трения. Чему равна амплитуда Uo колебаний напряжения, измеренного между точками A и B , когда амплитуда колебаний подвижного контакта на пружине равна x? Каков период T этих колебаний?



44 Две вертикально расположенные полоски, имеющие длину L и сопротивление на единицу длины ρ, подсоединены через идеальный амперметр к источнику ЭДС ε . Полосок касается сопротивление R , которое в поле тяжести g начинает соскальзывать вдоль них из верхней точки вниз без нарушения контакта, как показано на рисунке. В пренебрежении эффектами, связанными с магнитным полем, определить а) какое значение тока J покажет амперметр через время t после начала движения? б) Чему будет равна скорость v соскальзывающего сопротивления у нижнего края полосок ? Силу трения не учитывать.



45 Сопротивление r находится внутри герметичного теплоизолированного сосуда с 1 молем идеального одноатомного газа. Через это сопротивление разряжают конденсатор емкости C, предварительно заряженный до напряжения U. Какой силы ток J потечет через сопротивление в первый момент времени после подсоединения конденсатора? На какую величину ΔT увеличится температура газа после того, как конденсатор разрядится ? Теплоемкостью сосуда и сопротивления пренебречь.



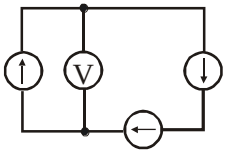
46 Батареи с ЭДС $\varepsilon_1 = 20$ В, $\varepsilon_2 = 30$ В и внутренними сопротивлениями соответственно $r_1 = 4$ Ом, $r_2 = 60$ Ом соединены параллельно. Каковы должны быть параметры ε и r эквивалентного источника, которым можно заменить соединение?

47 Две батареи с одинаковым внутренним сопротивлением соединены так, что ЭДС образовавшегося источника напряжения равна ε.

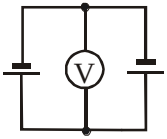
ЭДС одной из батарей 3/2ε. Нарисуйте все возможные схемы соединений. Для каждого варианта соединений определите ЭДС второй батареи.

48 Три одинаковые батареи соединены параллельно и подключены к внешнему сопротивлению. Как изменится сила тока через это сопротивление, если полярность одной из батарей поменять на обратную?

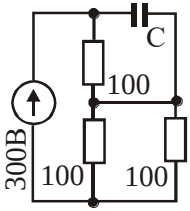
49 Что покажет вольтметр, если в цепи, изображённой на рисунке, генераторы одинаковы, напряжение ε =1,5В и внутреннее сопротивление r = 2 Ом?



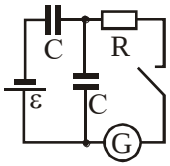
50 Найдите показания вольтметра, если внутреннее сопротивление одной батареи 3 Ом, а другой 1 Ом. ЭДС каждой батареи 1,5 В.



51 Определите заряд конденсатора ёмкостью 4 мкФ в стационарном режиме. Значение сопротивлений на схеме показаны в омах.



52 Какой заряд протечёт через гальванометр после замыкания ключа? Какое количество тепла выделится на сопротивлении? Ёмкость конденсаторов C = 10 мкФ, ЭДС ε=100В, внутреннее сопротивление источника r = 1Ом, внешнее сопротивление R = 10 Ом.



53 Определите число Фарадея и заряд электрона, если известно, при прохождении через электролит тока силой I = 3 А в течение τ = 20 мин на аноде выделилось 1188 мг меди.

54 Определите массу меди, выделившейся на аноде из раствора медного купороса, при пропускании в течении τ = 2 мин тока сила которого меняется по закону I = 0,05t.

55 Определите удельное сопротивление проводника длиной l = 2м, если при плотности тока j = 10^6 А/м на его концах поддерживается разность потенциалов U = 4В.

56 Какая мощность выделится в объёме проводника длиной l = 0,2м, если на его концах поддерживается разность потенциалов U = 4В?

57 В атмосфере вблизи поверхности Земли из-за естественной радиоактивности почв и космического излучения в среднем $\Delta n_0 \cong 5$ пар ионов за $\tau = 1$с в 1 см^3 воздуха. Определите ток насыщения между плоскими электродами площадью s = 100 см^2, расположенными на расстоянии d = 10 см друг от друга. Ионы считать однозарядными.

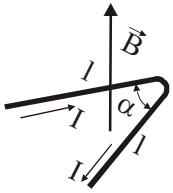
58 Электроны, прошедшие ускоряющую разность потенциалов U = 13,5 В, вызывают ударную ионизацию водорода. Определите потенциал ионизации водорода φ_i.

59 Какую ускоряющую разность потенциалов должны пройти ионы водорода, чтобы вызвать ионизацию азота, имеющего потенциал ионизации $\varphi_I = 14{,}4$ В?

60 Средняя напряжённость электрического поля Земли составляет E ≅ 130 В/м. Определите плотность тока проводимости в атмосфере, если в 1 см^3 воздуха содержится $n \cong 7 \cdot 10^8$ м$^{-3}$ ионов, вызывающих проводимость. Подвижность ионов воздуха $u_+ \cong 1{,}37 \cdot 10^{-4}$ м^2/В·с, $u_- \cong 1{,}91 \cdot 10^{-4}$ м^2/В·с.

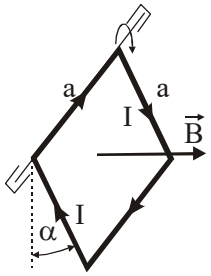
Основные законы магнетизма

61 На линейный проводник длиной l = 1м, расположенный перпендикулярно магнитному полю, действует сила F = 5Н, если сила тока в проводнике равна I = 10А. С какой силой будет действовать поле на проводник длиной L = 2l, изогнутый под углом $\alpha = 45^0$ в плоскости, перпендикулярной полю?



62 В однородном вертикальном магнитном поле с индукцией B = 1Тл на двух тонких нитях подвешен горизонтально проводник с длиной активной части l = 0,8 м и массой m = 0,16 кг. По проводнику пропускают ток силой I = 2А. Определите угол, на который отклонится этот проводник из положения статического равновесия.

63 Квадратная рамка со стороной a = 0,2м, и массой m = 4г закреплена на горизонтальной оси так, что может вращаться вокруг одной из сторон. Рамка помещена в однородное вертикальное магнитное поле с индукцией B = 1Тл. По рамке про-

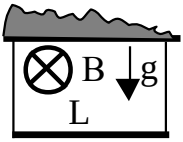


пускают ток, и она отклоняется на угол $\alpha = 30^0$ от вертикали. Определите силу тока в рамке.

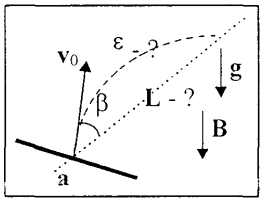
64 Плоский конденсатор с расстоянием между обкладками d = 1 см помещен в однородное магнитное поле с индукцией B=0.1 Тл таким образом, что вектор магнитной индукции параллелен плоскости пластин. В конденсатор влетает пучок ионов со скоростью v = 100 км/с. Вектор скорости параллелен плоскости пластин и перпендикулярен вектору магнитной индукции. Определить, какое напряжение U приложено к конденсатору, если при пролете через него ионы не испытывают отклонения. Поле тяжести не учитывать.

65 Плоский контур площадью $S = 2$ м^2 и сопротивлением R = 0.006 Ом находится в однородном поле, магнитная индукция которого увеличивается каждые $\Delta t = 1$ с на $\Delta B = 0.5$ мТл. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости контура. Определить количество теплоты Q, выделяющееся в контуре за интервал времени t = 1 ч.

66 В однородном магнитном поле с индукцией B = 0.05 Тл находится тонкий проводящий стержень массы m = 5 г и длины L = 50 см, висящий горизонтально на гибких невесомых проводниках и ориентированный перпендикулярно вектору магнитной индукции. Вектор B имеет горизонтальное направление. Через стержень пропускают медленно нарастающий ток. При какой минимальной силе тока J исчезнет натяжение проводников, поддерживающих стержень?

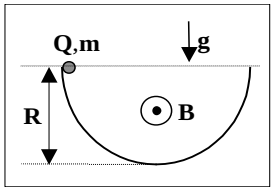


67 Металлический пруток длины a бросают с начальной скоростью v_0 под углом β к горизонту таким образом, что вектор скорости перпендикулярен длинной стороне прутка. Полет прутка происходит в поле тяжести g и в однородном вертикально направленном магнитном поле с индукцией B. Какой величины ЭДС ε будет индуцирована магнитным полем между концами прутка в верхней точке траектории ? Чему равна длина полета L прутка?



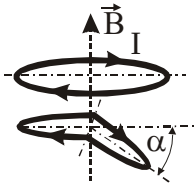
68 Тонкая металлическая рейка массы M и длины L лежит на плоском шероховатом горизонтальном полу в поле тяжести g и однородном магнитном поле с индукцией B, вектор которой направлен вертикально. Коэффициент трения между полом и рейкой равен μ . Рейку с помощью легких и гибких проводников подключают к источнику постоянного тока и одновременно сообщают ей начальную скорость v , вектор кото-

рой направлен вдоль пола перпендикулярно длинной стороне рейки. Определить а) силу тока J , текущего через рейку, если известно, что после начального толчка она продолжает скользить по полу равномерно, б) Какую суммарную работу А совершит сила трения, после отключения источника?



69 Шарик массой **m** = 20 г, несущий положительный заряд **Q** = 10^{-4} Кл, начи-нает скатываться по гладкому желобу, имеющему форму полукольца ра-диуса **R** = 1.8 м. Перпендикулярно плоскости желоба направлено одно-родное магнитное поле с индукцией **B** = 100 Тл, как показано на рисунке. Определить а) скорость **v** шарика в нижней точке желоба, б) Силу **F**, с которой шарик действует на желоб в нижней точке. Размерами шарика и трением пренебречь. Ускорение свободного падения считать равным **g** = 10 м/с^2.

70 По кольцу радиуса R = 1м течёт ток силой I =100А. Определите индукцию магнитного поля на расстоянии r = 20м от центра кольца.



71 Во сколько раз уменьшится индукция магнитного поля в центре кольца с током, если его согнуть по диаметру под углом α. Сила тока, при этом, не меняется.



72 Длинный прямой провод с током I = 100А имеет участок в виде полуокружности радиусом R = 0,5м. Определите индукцию магнитного поля в центре полукольца.

73 Металлическое кольцо разорвалось, когда сила тока достигла величины I_0. Изготовили кольцо точно такое же кольцо, но из материала, предел прочности которого в десять раз больше. Ток, какой силы разорвёт новое кольцо?

74 Определите индукцию магнитного поля внутри плоского конденсатора, движущегося со скоростью v = 9 м/с параллельно своим пластинам. Расстояние между пластинами d = 10мм, напряжение между ними 10 кВ.

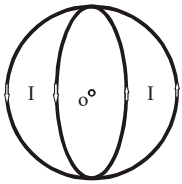
75 Индукция стационарного магнитного поля равна B = 0,2Тл. Чему равен магнитный поток через квадрат со стороной a = 1м, плоскость

которого расположена под углом 60^0 к направлению магнитного поля?

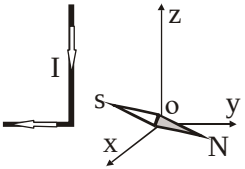
76 По кольцу, масса которого m = 10г и радиус R = 4,37 см, проходит ток силой I = 5А. Кольцо находится в состоянии покоя и расположено в магнитном поле, меняющемся с высотой. Определите градиент вектора напряжённости магнитного поля.

77 Почему два параллельных проводника, по которым текут токи в одном направлении притягиваются друг к другу, а два параллельных катодных луча отталкиваются? Подтвердите свою версию ответа соответствующими уравнениями.

78 По двум круговым контурам одинакового радиуса, расположенных в перпендикулярных плоскостях, текут токи равной силы. Определите модуль и направление вектора магнитной индукции поля, создаваемого и общем центре колец О.



79 Длинный провод согнут под прямым углом и расположен в плоскости магнитного меридиана. В начале декартовой системы координат расположена магнитная стрелка, способная вращаться вокруг оси z. Какое положение займёт стрелка в плоскости xOy, если по проводнику пропустить ток силой I = 20А?



80 Ток силой 100 А, протекая по медному проволочному кольцу (ρ=1,7 10^{-8} Ом·м) сечением 1 $см^2$, создаёт в его центре индукцию магнитного поля 0,01 Тл. Какая разность потенциалов приложена к концам кольца.

Движение зарядов в электромагнитном поле

81 В соответствие с теорией Бора электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой траектории радиусом r = $5{,}3\cdot10^{-11}$ м. Определите индукцию магнитного поля, создаваемого эквивалентным током в центре атомного ядра.

82 Между дуантами циклотрона приложено напряжение $\pm\ 3\cdot10^4$В. Индукция магнитного поля, заставляющая двигаться частицы по круговым траекториям равна B = 0,8Тл. Определите разность радиусов после прохождения протоном щели четыре раза и девять раз.

83 Сколько раз нужно пройти протону щель между дуантами циклотрона, чтобы электрическая сила, действующая на протон в этой щели, равнялась магнитной силе, действующей на него внутри дуантов? Ширина Щели d = 1см, напряжение между дуантами $U = 3 \cdot 10^4$В, индукция магнитного поля B = 0,88Тл.

84 Электрон влетает в пространство, где на него действуют два взаимно перпендикулярных магнитных поля с индукциями $B_1 = 1{,}73 \cdot 10^{-6}$ Тл, $B_2 = 2{,}3 \cdot 10^{-6}$ Тл. Начальная скорость электрона $v_0 = 5 \cdot 10^5$ м/с. Определите параметры траектории электрона.

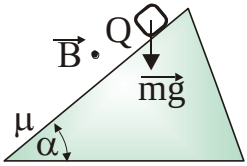
85 Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 10^{-3}$ Тл со скоростью v = 6км/с. Направление вектора скорости составляет с направлением поля угол $\alpha = 30^0$. Определите параметры траектории движения электрона.

86 Каким должно быть магнитное поле в условиях предыдущей задачи, если электрон заменить протоном, а параметры траектории оставить прежними?

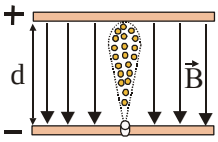
87 Циклотрон предназначен для разгона протонов до энергий порядка $E \cong 5$ МэВ. Каков должен быть радиус дуантов R при индукции магнитного поля B = 1Тл?

88 Определите угловую скорость электрона при его движении по окружности в однородном магнитном поле с индукцией $B = 2 \cdot 10^{-2}$ Тл.

89 Несущее заряд Q = 1 мКл тело массой 1 кг соскальзывает с шероховатой ($\mu = 0{,}01$) плоскости, наклонённой под углом $\alpha = 30^0$ к горизонту, плоскость помещена в горизонтальное магнитном поле, параллельное плоскости и перпендикулярное силе тяжести с индукцией B = 0,1Тл. Определите максимальную скорость тела.

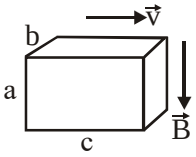


90 Пластины плоского конденсатора с шириной зазора d расположены перпендикулярно магнитному полю индукции B. Около катода расположен источник медленных электронов, вылетающих в разных направлениях по отношению к пластинам. При каком напряжении между пластинами электроны будут фокусироваться на аноде?



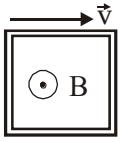
Электромагнитная индукция

91 Металлический брусок, размерами 40×10×80 см движется со скоростью v = 100 м/с в магнитном поле с индукцией B = 1Тл. Определите разность потенциалов между сторонами бруска и поверхностную плотность зарядов.

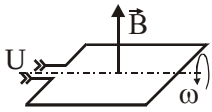


92 Предположим, что атом можно представить как шар радиуса r с равномерно распределённым отрицательным зарядом, в центре которого находится точечное ядро с положительным зарядом Ze. Найдите, с какой скоростью может двигаться, не распадаясь, такой атом поперёк магнитного поля с индукцией B = 0,5Тл?

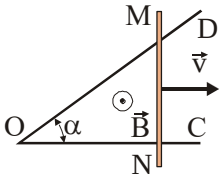
93 Магнитная индукция B = 0,01 Тл перпендикулярна плоскости проволочной квадратной рамки со стороной a = 1м. Определите распределение напряжённости электрического поля вдоль рамки, если она движется поперёк поля со скоростью v= = 100м/с.



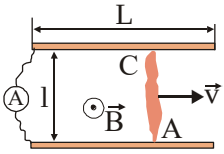
94 Индукция стационарного магнитного поля измеряется с помощью квадратной рамки, с длиной стороны a = 0,1м, вращающейся с угловой скоростью ω = 1рад/с. Амплитуда электрического напряжения, снимаемого с рамки равна U = 1В. Определите индукцию магнитного поля.



95 Металлический стержень MN, имеющий сопротивление единицы длины ρ = 3·10 $^{-8}$ Ом·м, движется с постоянной скоростью v = 10м/с, перемыкая проводник DOC , согнутый под углом α = 30^{0}. Конструкция помещена в перпендикулярное магнитное поле с индукцией B = 1Тл. Часть проводника OC имеет длину L = 1м. Определите количество теплоты выделившееся при перемещении стержня от точки O до точки C, если MN ⊥ OC.

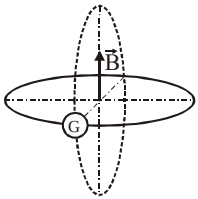


96 Ускоритель плазмы состоит из двух параллельных массивных проводников, лежащих в плоскости, перпендикулярной магнитному полю индукции B = 2Тл. Между точками A и C в водородной среде производят электрический разряд с постоянным разрядным током I = 1000 А. Образо-



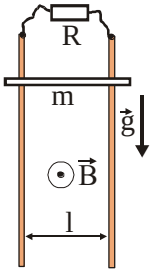
вавшийся плазменный шнур разгоняется магнитным полем. Определите скорость плазменного шнура, если его масса равна m = 0,1 г, расстояние между проводниками l = 0,2м, длина разгонного участка L = 10м.

97 Круговой виток радиусом r = 1м расположен перпендикулярно магнитному полю с индукцией B = 0,1Тл. В разрыв витка вставлен гальванометр с внутренним сопротивлением R = 100 Ом. Какой заряд пройдёт через гальванометр при повороте контура на 90^0?

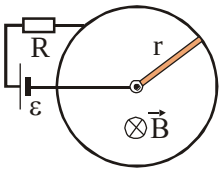


98 Тонкое проводящее кольцо помещено в перпендикулярное плоскости контура магнитное поле с индукцией B = 0,2Тл. Радиус кольца увеличивается с постоянной скоростью v = 1 м/с. Определите силу тока через τ = 5с после начала расширения кольца, если его начальный радиус и начальное сопротивление соответственно равны: r_0 = 10 см, R_0 = 1 Ом.

99 В однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией B = 2Тл расположены две вертикальные металлические рейки, расположенные на расстоянии l =1м друг от друга. По рельсам из состояния покоя скользит вертикально вниз проводящий стержень массой m = 1кг. Определите скорость установившегося движения стержня, если рейки замкнуты на сопротивление R = 10 Ом.



100 Приведена схема модели двигателя постоянного тока, состоящая из источника с ЭДС ε = 100 В, внешнего сопротивления R = 100 Ом и кругового замкнутого контура радиусом r = 0,2м. Контур помещён в перпендикулярное магнитное поле с индукцией B = 0,1Тл. Определите установившееся значение угловой скорости перемычки, если сила трения в оси и контакте постоянна и равна F = 5Н.



4.4 Задания контрольной работы № 4

Упругие колебания и волны

1 По середине натянутой струны длины L = 2м закреплён шар массой m = 0,1 кг. Сила натяжения струны T = 100 Н остаётся постоянной при малых значениях смещения струны, т.е. при условии x << L. Определите зависимость потенциальной энергии шара от его смещения. Какова скорость шара в моменты прохождения им положения равновесия, если амплитуда смещения A = 5мм?

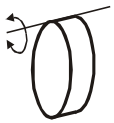
2 Тело массой m = 1кг, подвешенное на вертикальной пружине, совершает гармонические колебания с амплитудным значением скорости v_{max} = 20 м/с, а наибольшее отклонение от положения равновесия составляет A = 5мм. Определите жёсткость пружины и максимальное значение кинетической и потенциальной энергии тела.

3 При сложении двух гармонических, одинаково направленных колебаний с амплитудами A_1 = 10см, A_2 = 20см одного периода возникло колебание с амплитудой A_0 = 14 см. Определите разность фаз складываемых колебаний. Представьте результат графически.

4 Материальная точка совершает колебания по закону $x = A\sin\omega t$. В некоторый момент времени смещение x_1 = 5см, после того как фаза колебаний увеличилась вдвое, смещение стало x_2 = 8см. Определите амплитуду колебаний.

5 На концах тонкого стержня длиной l = 1м укреплены одинаковые шарики по одному на каждой стороне. Конструкция колеблется относительно горизонтальной оси, проходящей через точку, удалённую на d = 10см от одного из концов стержня. Определите приведённую длину этого физического маятника и период его колебаний.

6 Однородный диск радиусом R = 30см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через одну из образующих цилиндрической поверхности диска. Определите период колебаний этого физического маятника.



7 Амплитуда затухающих колебаний маятника за время τ_1=5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

8 Логарифмический декремент маятника $\theta = 0{,}003$. Определите число полных колебаний N, которые совершит маятник при уменьшении амплитуды в два раза.

9 Тело массой $m = 5$кг совершает гармонические затухающие колебания. За первые 50с колебаний тело теряет 60% своей первоначальной энергии. Определите коэффициент сопротивления среды.

10 Определите период затухающих колебаний, если период собственных колебаний системы равен $T_0 = 1$с, а логарифмический декремент - $\theta = 0{,}01$.

11 Определите число полных колебаний N, в течение которых энергия системы уменьшится в два раза. Логарифмический декремент колебаний $\theta = 0{,}01$.

12 Под действием силы тяжести электродвигателя консольная балка, на которой он установлен, прогнулась на $\Delta y = 1$ мм. При какой минимальной частоте вращения ротора электродвигателя n может возникнуть опасность резонанса.

13 Вагон массой $m = 80$ т имеет четыре рессоры, жесткость каждой из них $k = 500$ кН/м. При какой скорости движения вагон начнёт особенно сильно раскачиваться вследствие толчков на стыках рельс длиной $L = 12{,}8$ м?

14 Колебательная система совершает затухающие колебания с частотой $\nu = 1$ кГц. Определите частоту ν_0 собственных колебаний, если частота резонанса равна $\Omega = 998$ Гц.

15 Определите, на сколько отличается резонансная частота Ω от частоты собственных колебаний $\nu_0 = 1$ кГц , для колебательной системы с коэффициентом затухания $\delta = 400\ с^{-1}$?

16 Определите логарифмический декремент колебаний для системы у которой резонансная частота Ω меньше собственной частоты $\nu_0 = 10$ кГц на $\Delta\nu = 2$Гц.

17 Период собственных колебаний пружинного маятника $T_0 = 0{,}55$с. В вязкой среде период колебаний этого маятника увеличился до $T_1 = 0{,}56$с. Определите частоту резонансных колебаний системы.

18 Маятник с пружинной жёсткостью $k = 10$ Н/м и массой $m = 0{,}1$ кг совершает колебания в среде с коэффициентом сопротивления $r = 2 \cdot 10^{-2}$ кг/с. Определите коэффициент затухания δ и резонансную амплитуду колебаний $A_{рез}$, если на систему действует внешняя возбуждающая сила,

максимальная величина которой равна F_{max} = 10 мН.

19 Тело колеблется в среде, характеризуемой коэффициентом затухания r = 1г/с. Полагая затухания малыми, определите амплитудное значение вынуждающей силы, если амплитуда резонансных колебаний составляет $A_{рез}$ = 0,5 см, а частота собственных колебаний ν_0 = 10 Гц.

20 Амплитуды вынужденных гармонических колебаний при частотах ν_1 = 400 Гц и ν_2 = 600 Гц равны между собой. Определите, пренебрегая затуханием, резонансную частоту колебаний ν_0.

21 Покажите, что выражение $\xi(x,t) = A\cos(\omega t - kx)$ удовлетворяет волновому уравнению $\frac{\partial^2\xi}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\xi}{\partial t^2}$, при условии, что ω = kc, где c - скорость распространения волны.

22 Плоская акустическая волна возбуждается источником колебаний на частоте ν = 200 Гц с амплитудой A = 4 мм. Определите смещение точек среды, находящихся на удалении x = 100 см от источника в момент времени τ = 0,1с. Скорость распространения волны c = 300 м/с. Затухание отсутствует. В начальный момент времени смещение поверхности источника максимально.

23 Инфразвуковые колебания происходят с частотой ν = 0,5 Гц и амплитудой A = 0,25 мм. Длина волны в упругой среде λ = 70 см. Определите скорость распространения волны v и максимальную колебательную скорость частичек среды.

24 Плоская звуковая волна имеет период T = 3 мс, амплитуду A = 0,2 мм и длину волны λ = 1,2 м. Для точек среды, удалённых от источника колебаний на расстояние x = 2 м. Определите смещение, скорость и ускорение точек среды в момент времени τ = 7 мс.

25 От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда колебаний A = 10 см. Как велико смещение точки, удалённой от источника на расстояние x = 3/4λ, в момент, когда после начала колебаний прошло время τ = 0,9T, где T – период колебаний источника волн.

26 Определите скорость акустических волн в азоте при температуре T = 27 ^{0}C.

27 Определите, во сколько раз отличается скорость звука в воздухе при температурах T_1 = 290K и T_2 = 350K.

28 Наблюдатель, находящийся на расстоянии L = 800 м от источника звука, слышит звук, прошедший по воздуху, на $\delta t = 1{,}78$ с позже, чем звук прошедший в воде. Определите скорость звука с воде, если температура воздуха равна T = 350 К.

29 Скорость звука в некотором газе при нормальных условиях равна 308 м/с, плотность газа составляет $\rho = 1{,}78$ кг/м^3. Определите для данного газа отношение удельных теплоёмкостей c_p/c_V.

30 Определите отношение скоростей звука в водороде и углекислом газе, находящихся в одинаковых условиях.

31 Температура воздуха у поверхности Земли равна T = 300 К, на каждый метр увеличения высоты температура понижается на $\Delta T = 7$ мК. Определите, за какое время акустические волны, будучи излученными, с поверхности Земли достигнут высоты H = 8 км?

32 Поезд проходит мимо станции со скоростью u = 40 м/с, частота тона гудка $\nu_0 = 300$ Гц. Определите кажущуюся частоту гудка ν для человека, стоящего на перроне в двух случаях: а) поезд приближается к станции; б) поезд удаляется от станции.

33 Когда поезд проходит мимо неподвижного наблюдателя, высота тона звукового сигнала меняется скачком. Определите относительное изменение частоты $\Delta\nu/\nu$, если скорость поезда u = 72 км/ч.

34 Поезд, движущийся со скоростью u = 120 км/ч, даёт монохроматический сигнал длительностью $\tau_0 =$ 5с. Какова будет кажущаяся длительность импульса для наблюдателя, стоящего на перроне в случае приближения и удаления поезда?

35 По цилиндрической трубе диаметром d = 20 см и длиной L = 5м, заполненной сухим воздухом, распространяется акустическая волна со средней интенсивностью I = 50 мВт/м^2. Определите энергию звукового поля, заключённого в трубе.

36 Интенсивность звука I = 1 Вт/м$^{2\cdot}$ Определите объемную среднюю плотность энергии $\langle\varpi\rangle$ акустической волны, распространяющейся в сухом воздухе при нормальных условиях.

37 Определите удельное акустическое сопротивление воздуха при нормальных условиях.

38 Каково максимальное значение колебательной скорости частиц кислорода, через который проходят акустические волны в которых максимальное значение давления равно $p_0 = 0{,}2$ Па. Газ находится при температуре T = 300 К и давлении $1\cdot10^5$ Па?

39 Определите амплитуду звукового давления p_0, если амплитуда колебаний частиц воздуха равна A = 1 мкм при частоте ν = 600 Гц.

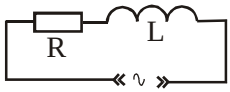
40 Источник звука с малыми линейными размерами имеет мощность P = 1 Вт. Определите амплитуду звукового давления p_0 на расстоянии r = 100 м от источника звука, считая его изотропным. Затухание не учитывать.

Электромагнитные колебания и волны

41 На вертикальные и горизонтальные отклоняющие пластины осциллографа подаются напряжения $u_y = a\cdot\sin\omega t$, $u_x = b\cdot\cos\omega t$. Определите траекторию луча на экране осциллографа, постройте соответствующий график.

42 Частица массой m и зарядом q влетает в однородное электрическое поле, напряжённость которого изменяется со временем по закону $E=E_0\sin(wt+\varphi)$. Начальная скорость частицы v_0 направлена перпендикулярно вектору напряжённости. Определите уравнение движения частицы.

43 Внешняя цепь переменного тока с частотой ν = 50 Гц состоит из активного сопротивления R = 10 Ом и индуктивности $L = 10^{-2}$ Гн. Определите падение напряжения на индуктивности, когда максимальное напряжение на активном сопротивлении составляет U_R = 6 В?



44 Имеется последовательное соединение активного сопротивления R = 1 кОм, индуктивности $L = 10^{-2}$ Гн и ёмкости C = 25 пФ. Определите сопротивление цепи при подачи на неё напряжения с частотой 1 МГц и падение напряжения на каждом элементе, если амплитуда внешнего напряжения составляет $U_{\sim}$ = 10В.

45 Катушка с индуктивностью L = 23 мГн и активным сопротивлением R = 2 Ом соединена последовательно с конденсатором ёмкостью C = 20 мкФ и источником напряжением $U_{\sim}$ = 45В, ν = 50 Гц. Определите: а) эффективное значение силы тока; б) сдвиг фаз; в) мощность, рассеиваемую в цепи.

46 Определите силу тока смещения между квадратными пластинами конденсатора со стороной a = 1см, если напряжённость электрического поля в пространстве между пластинами изменяется во времени со скоростью $3\cdot10^6$ В/м·с.

47 В некоторый момент времени сила тока в проводниках, подключенных к квадратным пластинам со стороной a = 1 см плоского конденсатора, составила i = 2,8 А. С какой скоростью изменяется напряжённость электрического поля в конденсаторе ?

48 Электрическое поле в плоской электромагнитной волне изменяется по закону $E_x = E_0 \cos(\omega t + kz)$, $E_y = E_z = 0$. Определите величину и направление вектора магнитной индукции, и направление распространения волны. Изобразите схему электромагнитной волны.

49 Среднеквадратичное значение индукции магнитного поля в электромагнитной волне равно $B_{кв} = 2{,}5 \cdot 10^{-9}$ Тл. Какую энергию переносит эта волна через единичную поверхность $s = 1$ м^2?

50 Луч лазера мощностью N = 5 мВт имеет диаметр d = 2 мм. Чему равны среднеквадратичные значения напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля.

Элементы физической оптики

51 Падая на две щели, расположенные на расстоянии 0,026 мм друг от друга монохроматический свет образует максимум четвёртого порядка под углом $6{,}4^0$. Определите длину волны падающего света.

52 Свет с длиной волны $\lambda = 680$ нм падает на две щели и создаёт интерференционную картинку, в которой максимум четвёртого порядка находится на расстоянии 28 мм от центрального максимума. Экран расположен на расстоянии L = 1 м от щелей. Определите расстояние между щелями.

53 Электромагнитная волна создаётся телевизионной станцией на частоте $\nu = 57$ МГц. Над телевышкой на высоте H = 118 м пролетает самолёт, от которого волна отражается без сдвига фаз. Определите усилится или ослабнет сигнал при его приёме в непосредственной близости от передатчика.

54 Электромагнитная волна, соответствующая фиолетовому цвету падает на две щели, находящиеся на расстоянии $2{,}8 \cdot 10^{-2}$ мм друг от друга. Щели и экран, отстоящий от них на удалении L = 18,5 см, погружены в воду. Определите расстояние между интерференционными максимумами на экране.

55 Свет с длинами волн 520 и 660 нм проходит через две щели, расстояние между которыми 0,5 мм. На какое расстояние будут смеще-

ны интерференционные максимумы второго порядка для этих волн, если экран расположен на расстоянии L = 1,5 м?

56 Одна из двух щелей, освещаемых светом с λ = 510 нм, закрыта тонкой пластиковой пластиной с коэффициентом преломления n = 1,6. В центре экрана вместо максимума освещённости наблюдается тёмная полоса (интерференционный минимум). Определите минимальную толщину пластика.

57 Пучок света с длинами волн λ_1 = 400 нм и λ_2 = 650 нм падает на стеклянную пластину под углом $\alpha = 35^0$. Показатель преломления стекла для волн соответственно равен n_1 = 1,481, n_2 = 1,4742. Определите угол между преломлёнными лучами.

58 Мыльный пузырь имеет толщину стенки 120 нм. Какой цвет увидит наблюдатель в центре сферы пузыря, если его осветить белым светом? Коэффициент преломления мыльной плёнки n = 1,34.

59 Какой должна быть минимальная толщина воздушного промежутка между двумя плоскими стеклянными пластинами, чтобы при нормальном падении волны с λ = 640 нм, стекло казалось тёмным.

60 Для наблюдения колец Ньютона используют плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны R = 16 см. Определите радиусы 4–го и 9-го тёмных колец при нормальном падении на линзу света с λ = 625 мкм..

61 Парашютист, спрыгнувший в безветренную погоду с зависшего на высоте H = 900 м над береговой линией вертолета, был ослеплен лучами Солнца, отраженными от гладкой поверхности моря. В это время угловая высота Солнца над горизонтом была равна $\beta = 30^0$. С какой скоростью v наблюдаемое парашютистом изображение Солнца в воде приближается к берегу, если сам парашютист опускается с постоянной скоростью u = 3 м/с ? За какое время t , прошедшее с момента прыжка, изображение Солнца в воде достигнет берега ? Падающие на Землю солнечные лучи считать параллельными. Рекомендуется сначала получить ответ в общем виде, а в конце подставить числа.

62 Какова должна быть ширина щели a, чтобы первый дифракционный максимум наблюдался под углом 90^0 при освещении щели: а) красным светом с λ = 760 мкм? б) синим светом с λ = 440 мкм.

63 Ширина прозрачного и непрозрачного участков дифракционной решётки в пять раз больше длины волны падающего света. Определите углы, соответствующие двум первым максимумам.

64 Дифракционная решётка имеет период d = 0,005 мм. Определите

число наблюдаемых главных максимумов в спектре решетки при падении на неё света с длиной волны $\lambda = 760$ нм.

65 Сколько штрихов на 1 мм должна иметь дифракционная решётка, чтобы углу $\varphi = 90^0$ соответствовал максимум 5-го порядка для света с длиной волны $\lambda = 500$ нм?

66 Покажите, что разрешающая способность дифракционной решётки должна удовлетворять условию $r << l/\lambda$, где l – длина решётки, λ - длина волны, для любого значения периода решётки.

67 Две дифракционные решётки имеют одинаковую ширину $l=3$ мм, но разные периоды: $d_1=3\cdot10^{-3}$ мм, $d_2 = 6\cdot10^{-3}$ мм. Определите их наибольшую разрешающую способность для волны с $\lambda = 589{,}6$ нм.

68 Интенсивность нулевого максимума дифракционной картины от одной щели равна I_0. Определите интенсивность последующих трёх максимумов.

69 На дифракционную решётку с периодом $d = 5\cdot10^{-3}$ мм под углом $\alpha = 30^0$ падает свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Определите углы, под которыми наблюдаются максимумы второго порядка.

70 Получите условие главных максимумов для случая, когда на решётку с периодом d свет с длиной волны λ падает под углом α.

Квантово - оптические явления

71 Приняв температуру Солнца $T = 6000$ К, определите: а) мощность, излучаемую с 1 м^2 в 1с; б) длину волны, соответствующую максимальной излучательной способности; в) максимальную излучательную способность. Принять поглощающую способность $a \cong 1$.

72 Температура «голубой» звезды равна $T \cong 3\cdot10^4$К. Определите: а) интегральную интенсивность излучения; б) длину волны λ_{max}, соответствующую максимуму излучательной способности.

73 Температура абсолютно чёрного тела увеличилась в два раза, в результате чего λ_{max} уменьшается на $\Delta\lambda = 600$ нм. Определите начальную и конечную температуры тела.

74 Определите температуру абсолютно чёрной теплопроводящей пластинки, расположенной за пределами земной атмосферы перпендикулярно лучам Солнца, если при этом на 1 см^2 ежеминутно падает $\Delta E = 8$ Дж энергии. Излучение полагать равновесным.

75 Какую температуру должно иметь тело, чтобы оно при температуре окружающей среды $t_0 = 17\ ^0C$ излучало в 100 раз больше энергии, чем поглощало?

76 Металлический шар радиусом R = 1см и теплоёмкостью C = 14 Дж/град при температуре $T_0 = 1200^0$ К выброшен в межпланетное пространство. Определите закон уменьшения во времени температуры, если коэффициент поглощения a = 0,4.

77 Какую долю энергии, ежесекундно получаемой от Солнца, излучал бы земной шар, если бы температура поверхности везде была одинаковой и равной $T = 0\ ^0C$, а коэффициент поглощения a = 1.

78 Для какой длины волны интенсивность излучения абсолютно чёрного тела такая же, как для длины волны λ = 760 нм? Температура тела равна T = 2000 К.

79 На сколько процентов изменится продольный размер протона и электрона при прохождении ими разности потенциалов $U = 10^6$ В?

80 Какую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы его собственное время стало в 10 раз меньше лабораторного?

81 Определите работу выхода из рубидия и цинка, если для этих металлов красная граница фотоэффекта, соответствует длинам волн λ_1 = 810 нм, λ_2 = 372 нм.

82 Определите в джоулях и электронвольтах работу выхода из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов равна соответственно λ_1 = 660 нм, λ_2 = 260 нм.

83 Работа выхода электрона из платины A = 6,3 эВ. Определите красную границу фотоэффекта.

84 Рубидий, цезий и натрий облучаются светом с длиной волны λ = 620 нм. Работа выхода у этих металлов соответственно равна: A_1 = 1,53 эВ, A_2 = 1,87 нм, A_3 = 2,48 эВ. Определите возможно большую скорость фотоэлектронов.

85 Калий (A = 2эВ) освещается монохроматическим светом с λ = 509 нм (зелёная линия кадмия). Определите максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов. Сравните её со средней энергией теплового движения электронов при температуре $17\ ^0C$.

86 Цезий (A = 1,88 эВ) освещается спектральной линией H_β водорода (λ = 486 нм). Какую наименьшую задерживающую разность потенциалов нужно приложить, чтобы фототок прекратился?

87 Монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 600$ нм падает на фоточувствительную поверхность с величиной чувствительности порядка $\chi = 9$ мА/Вт, освобождая при этом 930 фотонов. Определите число квантов попавших на поверхность.

88 В параллельном пучке $N = 7{,}6 \cdot 10^{3}$ фотонов имеют импульс, равный среднему импульсу атома гелия при температуре $T = 300\ ^{0}K$. Определите длину волны фотонов.

89 Импульс, переносимый плоским монохроматическим потоком за $\tau = 5c$ через площадку $s = 10$ см^2, равен $1 \cdot 10^{-9}$ кг·см/с. Определите интенсивность света.

90 При какой температуре средняя энергия молекул трёхатомного газа равна энергии фотонов, соответствующих видимой частоте спектра, $\lambda = 500$ нм?

Элементы атомной и ядерной физики

91 Определите радиус первой боровской орбиты r_0 и скорость электрона на ней.

92 В соответствие классическими представлениями, электрон на круговой орбите имеет нормальное ускорение a_n, поэтому он должен излучать в единицу времени энергию $E = \frac{2}{3}\frac{e^2 a_n^2}{c^3 4\pi\varepsilon_0}$. Оцените «время жизни атома» , считая, что начальный радиус орбиты равен $r_0 = 10^{-10}$ м.

93 Определите во сколько раз увеличится радиус орбиты электрона у атома водорода, находящегося в основном состоянии, при возбуждении атома квантом с энергией 12,09 эВ.

94 Определите длину волны, соответствующую границе серии Бальмера.

95 Электрон, имеющий вдали от покоящегося протона скорость $1{,}875 \cdot 10^{6}$ м/с, захватывается последним, в результате чего получается возбуждённый атом водорода. Определите длину волны фотона, который образуется при переходе атома в нормальное состояние.

96 Сравните длины волн протона и электрона, прошедших ускоряющую разность потенциалов $U = 1000$ В.

97 При каком значении кинетической энергии длина волны де Бройля электрона равна его комптоновской длине волны?

98 Протон с энергией Е = 0,1 МэВ рассеивается на ядре $^{4}_{2}\mathrm{He}$ под углом $\theta = 90^{0}$. Определите энергию отдачи протона и ядра после рассеяния.

99 Дефект массы ядра $^{15}_{7}\mathrm{N}$ равен 0,12396 а.е.м. Определите массу атома.

100 Вычислите энергию ядерной реакции

$$^{7}_{3}\mathrm{Li} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow 2^{4}_{2}\mathrm{He} + \Delta E .$$

5 Список основной литературы

1 Все решения к «Сборнику задач по общему курсу физики В.С. Волькенштейн. В 2 кн. – М.: Олимп: ООО Фирма «Издательство АСТ»,1999.

2 Трофимова Т.И., Павлова З.Г. Сборник задач по общему курсу физики с решениями: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1999.

3 Исаков А.Я. Физические величины. Справочник. – Петр. – Камч. Камчат. ГТУ. 2001.

4 Исаков А.Я. Физика. Сборник задач для абитуриентов с решениями. В 3 кн. – Петр. – Камч. КГАРФ.1998.

5 Физика: Курс лекций в 5-ти частях. –Петр. – Камч. Камчат. ГТУ 2000 –2001.

6 Список дополнительной литературы

1 Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие: Для втузов. В 5 кн. 4-е изд., перераб. –М.: Наука, Физматлит. 1998.

3 Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учебное пособие для вузов. В 5 кн. 3-е изд., перераб. –М.: Наука, Физматлит. 1998.

2 Трофимова Т.И. Курс физики. Учебное пособие для вузов. –3-е изд. –М.: Высш. шк.1998.