

Задания олимпиады «Ломоносов» по физике прошлых лет.

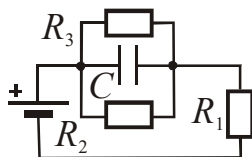
Ниже приведены образцы заданий, предлагавшихся ученикам 11-го класса на олимпиадах «Ломоносов» по физике с 2005г. по 2009г.

2005 год Задание № 1

1. Внутренняя энергия системы. Количество теплоты и работа, как меры изменения внутренней энергии. Первый закон термодинамики.

2. Электрический ток в металлах. Удельное сопротивление. Зависимость удельного сопротивления от температуры.

3. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, емкость конденсатора $C = 10$ мкФ, сопротивления резисторов $R_1 = 72$ Ом, $R_2 = 60$ Ом, $R_3 = 90$ Ом.

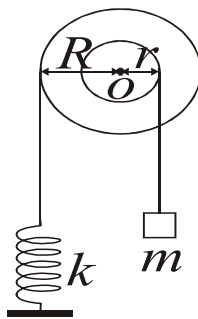


Найти величину заряда конденсатора, если напряжение на резисторе R_1 равно $U_1 = 8$ В и не меняется со

временем. **Ответ:** $q = \frac{R_2 R_3 C U_1}{(R_2 + R_3) R_1} = 40$ мкКл.

4. На некотором расстоянии от стеклянного шара находится точечный источник света, дающий узкий пучок света, ось которого проходит через центр шара. При каких значениях показателя преломления стекла n изображение источника будет находиться вне шара независимо от расстояния, на котором находится источник? **Ответ:** изображение источника всегда будет вне шара при $n < 2$.

5. Два легких скрепленных между собой цилиндра могут вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси O . Радиусы цилиндров равны r и R . На цилиндры намотаны две не-



весомые тонкие нерастяжимые нити, начала которых закреплены на соответствующих цилиндрах. На конце первой нити висит груз массой m . Конец второй нити прикреплен к легкой пружине жесткостью k , нижний конец которой закреплен так, что ось пружины вертикальна. Пренебрегая трением, найти максимальную амплитуду x_0 вертикальных гармонических колебаний груза. **Ответ:** $x_0 \leq \frac{m g r^2}{k R^2}$.

Задание № 2

1. Парообразование. Испарение, кипение. Удельная теплота парообразования. Насыщенный пар. Зависимость температуры кипения от давления. Критическая температура.

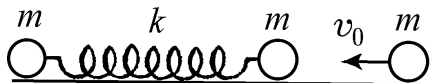
2. Планетарная модель атома. Квантовые постулаты Бора. Испускание и поглощение энергии атомом.

3. Пленка прозрачной жидкости на поверхности стекла при нормальном освещении ее монохроматическим светом с энергией квантов $W = 4 \cdot 10^{-19}$ Дж кажется черной. Найти минимальную толщину d этой пленки. Показатель преломления жидкости $n = 1,25$ меньше показателя преломления стекла. Постоянную Планка считать равной

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж $\cdot$ с, а скорость света в вакууме

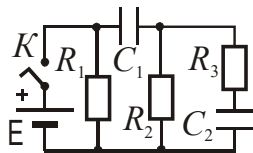
$c = 3 \cdot 10^8$ м/с. **Ответ:** $d = \frac{h c}{4 n W} \approx 0,1$ мкм.

4. Два одинаковых шарика массой m каждый, связанные пружиной жесткостью k и длиной l , лежат неподвижно на гладком горизонтальном столе. Третий такой же шарик движется со скоростью v_0 по линии, соединяющей центры шариков, связанных пружиной, и совершает упругое соударение с одним из



них. Найти максимальное и минимальное расстояния между шариками, связанными пружиной, при их дальнейшем движении. Принять, что $v_0 < l\sqrt{2k/m}$. Массой пружины, временем соударения и трением пренебречь. **Ответ:**
 $l_{\max} = l + v_0\sqrt{m/2k}$, $l_{\min} = l - v_0\sqrt{m/2k}$

5. Через некоторое время τ после замыкания ключа K напряжение на конденсаторе C_2 стало максимальным и равным E/n .



Пренебрегая индуктивностью элементов схемы и внутренним сопротивлением батареи, найти работу, совершенную сторонними силами батареи к указанному моменту времени. Считать известными емкость конденсатора C_1 , сопротивление резистора R_1 , ЭДС батареи, время τ и величину n . **Ответ:** $A(0, \tau) = [(1 - n^{-1})C_1 + \tau/R_1]E^2$.

Задание № 3

1. Вынужденные механические колебания. Резонанс.
 2. Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Масса и размер молекул. Характер движения молекул в газах, жидкостях и твердых телах.

3. Электромотор станка приводится в движение от сети с напряжением $U = 220$ В. При работе станка сила тока, протекающего через мотор, равна $I = 11$ А. Какая часть потребляемой мотором энергии превращается в механическую работу, если сопротивление обмотки мотора равно $R = 5$ Ом?

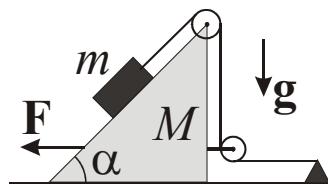
Ответ: $\eta = 1 - IR/U = 0,75$.

4. Согласно модели Дж. Дж. Томсона (1903 г.), атом водорода представляет собой положительно заряженный шар, внутри которого находится отрицательный точечный заряд – электрон, причем в невозбужденном атоме электрон покоится

в центре шара. Предположим, что электрон сместили от центра шара на некоторое расстояние, не превышающее радиус шара, и предоставили самому себе. Найти период T возникших при этом свободных колебаний электрона, пренебрегая потерями на излучение. Считать радиус шара $R = 3 \cdot 10^{-10}$ м, а его заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл равномерно распределенным по объему.

Ответ: $T = \frac{4\pi R}{e} \sqrt{\pi \varepsilon_0 m R} \approx 2 \cdot 10^{-15}$ с.

5. В системе, показанной на рисунке, трения между бруском массой $m = 1$ кг и наклонной поверхностью клина нет. Коэффициент трения клина о горизонтальную плоскость равен $\mu = 0,1$. Масса клина с блоками



$M = 10$ кг. Угол при основании клина $\alpha = 45^\circ$. Нить гладкая, невесомая и нерастяжимая, а ее участок, прикрепленный к бруску, параллелен поверхности клина. Другой конец нити закреплен так, что нижний отрезок нити горизонтален. К клину прикладывают горизонтальную силу $\mathbf{F}$, направленную так, как показано на рисунке. При этом клин движется поступательно с постоянной скоростью в направлении силы $\mathbf{F}$. Найти величину силы $\mathbf{F}$.

Ответ: $F = [m \sin \alpha + (m + M)\mu]g \approx 16,7$ Н.

2006 год

Задание № 1

1. Понятие о волновых процессах. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Скорость распространения волн.

2. Работа сил электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь разности потенциалов с напряженностью однородного электростатического поля.

3. Маленький шарик массой m , имеющий заряд q , подвешенный на невесомой нерастяжимой диэлектрической нити длиной l , движется с угловой скоростью ω по окружности в горизонтальной плоскости в однородном магнитном поле, индукция $\mathbf{B}$ которого направлена вертикально вверх. Пренебрегая силами сопротивления движению тел, определить угол α , который нить составляет при этом с вертикалью.

Ответ: $\alpha = \arccos \frac{g}{(\omega \mp q B/m)\omega l}$. Знак « $\mp$ » соот-

ветствует движению шарика по часовой стрелке, если смотреть на траекторию его движения сверху. В этом случае решение есть только при $m\omega > qB$.

4. Преследуя добычу со скоростью $v = 108$ км/ч, гепард движется по прямой горизонтальной тропе прыжками длиной $l = 8$ м. Внезапно на пути гепарда встречается овраг глубиной $H = 4/3$ м. Отталкиваясь от края оврага точно так же, как и при движении по тропе, гепард прыгает в овраг. Найти горизонтальное перемещение гепарда L при этом прыжке. Модуль ускорения свободного падения принять равным $g = 10$ м/с², сопротивление воздуха не учитывать, дно оврага считать горизонтальным.

Ответ: $L = \frac{l}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{8Hv^2}{gl^2}} \right) = 20$ м.

5. Широкий параллельный пучок естественного света нормально падает на экран, в котором прорезаны две узкие параллельные щели, находящиеся на расстоянии $2d$ друг от друга. На стене, параллельной экрану и находящейся на расстоянии $L \gg d$ от него, наблюдается интерференционная картина. На какое расстояние x сместится на экране бесцветная

светлая полоса, если одну из щелей прикрыть прозрачной пластинкой малой толщины h с показателем преломления n ?

Ответ: $x = (n - 1)L h / (2 d)$.

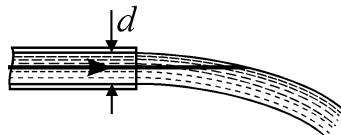
Задание № 2

1. Вынужденные механические колебания. Резонанс.
2. Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Масса и размер молекул. Характер движения молекул в газах, жидкостях и твердых телах.

3. Нихромовую проволоку, сопротивление которой $R_0 = 16$ Ом, разрезают на n одинаковых частей и присоединяют их параллельно к источнику постоянного тока. На сколько частей следует разрезать проволоку, чтобы тепловая мощность, выделяющаяся во внешней цепи, была максимальной? Электродвижущая сила источника $E = 4$ В. Сила тока при коротком замыкании источника $I_{\text{кз}} = 9$ А. **Ответ:**

$$n = \sqrt{R_0 I_{\text{кз}} / E} = 6.$$

4. Вдоль оси горизонтальной трубы внутренним диаметром d распространяется узкий световой пучок. Труба заполнена жидкостью с показателем преломления n , движущейся с некото-



рой скоростью и вытекающей из открытого конца трубы. Какова должна быть величина v_0 скорости течения жидкости в трубе, чтобы пучок вышел в воздух при первом падении на границу струи? Изменением поперечного сечения струи при движении жидкости в воздухе пренебречь. **Ответ:**

$$v_0 \leq \sqrt{g d / (n^2 - 1)}.$$

5. На закрепленном цилиндре, ось которого горизонтальна, удерживают невесомую нерастяжимую нить, к концам которой прикреплены маленькие грузы разной массы. Нить перпендикулярна образующей цилиндра, а грузы располагаются на высоте, равной высоте оси цилиндра. Найти отношение n масс грузов, если после отпускания нити без толчка более легкий груз отрывается от поверхности цилиндра в его верх-

ней точке. Трением и влиянием воздуха на движущиеся тела

пренебречь. **Ответ:** $n = \frac{M}{m} = \frac{3}{\pi - 1}$.

Задание № 3

1. Физические основы работы тепловых двигателей. КПД теплового двигателя и его максимальное значение.

2. Электрический ток в электролитах. Закон электролиза (закон Фарадея).

3. В сосуде находится озон при температуре $t = 227^\circ\text{C}$. Через некоторое время озон полностью превратился в молекулярный кислород, а давление в сосуде увеличилось на $k = 20\%$. На сколько градусов изменилась (увеличилась или уменьшилась) при этом температура в сосуде? Молярная масса озона $\mu_1 = 48$ г/моль, молярная масса кислорода $\mu_2 = 32$ г/моль.

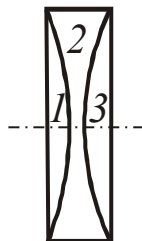
Ответ: $\Delta T = [(1 + k)\mu_2/\mu_1 - 1]T_1 = -100$ К. Температура понизилась на 100 К.

4. Из плоскопараллельной стеклянной пластинки изготовлены три тонкие линзы. Если на прижатые друг к другу линзы 1 и 2 направить вдоль их главной оптической оси параллельный пучок света диаметром $d = 3$ см, то на экране, расположенном за линзами на расстоянии $L = 20$ см от них, образуется светлое пятно диаметром $D_1 = 15$ см. Если проделать то же самое с прижатыми друг другу линзами 2 и 3, диаметр светового пятна на экране окажется равным $D_2 = 13$ см. Полагая, что диаметр падающего пучка меньше диаметра линз, найти их фокусные расстояния F_1 , F_2 и F_3 .

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{Ld}{D_2 - d} = 6 \text{ см,}$$

$$F_2 = \frac{Ld}{2d - D_1 - D_2} \approx -2,73 \text{ см,}$$

$$F_3 = \frac{Ld}{D_1 - d} = 5 \text{ см.}$$



5. На концах тонкого неподвижного горизонтального диэлектрического стержня длиной $2L$ закреплены два маленьких шарика, каждый из которых имеет заряд Q . По стержню без трения может скользить маленькая бусинка массой m . Заряд бусинки равен q , причем $q/Q > 0$. Найти период T малых свободных колебаний бусинки.

$$\text{Ответ: } T = 2\pi \sqrt{\pi \epsilon_0 L^3 m / (qQ)}.$$

2007 год.

Задание № 1

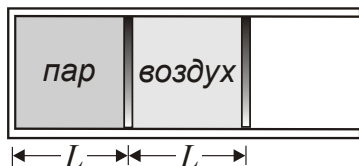
1. Третий закон Ньютона. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

2. Законы преломления света. Дисперсия света. Спектроскоп.

3. Два когерентных световых пучка проходят в воздухе одинаковые расстояния от источников до некоторой точки A . На пути первого пучка перпендикулярно ему помещают прозрачную пленку толщиной $d = 2,5$ мкм с показателем преломления $n = 1,3$. На сколько в результате этого изменится сдвиг фаз между световыми колебаниями в точке A , если длина волны света в вакууме $\lambda = 0,5$ мкм? Показатель преломления воздуха $n_0 = 1,0$.

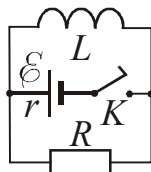
$$\text{Ответ: } \Delta\varphi = 2\pi(n - n_0)d/\lambda = 3\pi.$$

4. В закрытом с одного конца цилиндре находятся два тонких поршня, способных перемещаться без трения и разделяющих пространство внутри цилиндра на два отсека.



В левом отсеке находится водяной пар при давлении p , а в правом – воздух при том же давлении. Длины отсеков одинаковы и равны L . Правый поршень медленно передвинули влево на расстояние l . На какое расстояние x сместится при этом левый поршень? Температуру пара и воздуха считать постоянной. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре равно $2p$. **Ответ:** $x = l/2$ при $l \leq L$; $x = l - L/2$ при $L \leq l \leq 3L/2$; $x = L$ при $2L > l > 3L/2$.

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, замыкают ключ K . Найти напряжение U на катушке к тому моменту, когда через резистор протечет заряд q . Индуктивность катушки L , сопротивление резистора R , ЭДС источника E , а его внутреннее сопротивление r .



Ответ:
$$U = \frac{R}{R+r} \left(E - \frac{Rr q}{L} \right) \quad \text{при} \quad q \leq EL/(Rr).$$

Иначе решения нет.

Задание № 2

1. Понятие о колебательном движении. Период и частота колебаний. Гармонические колебания. Смещение, амплитуда и фаза при гармонических колебаниях.

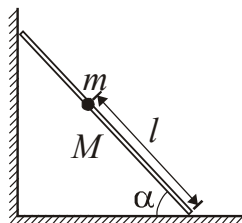
2. Напряженность электрического поля. Напряженность электростатического поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей.

3. Из тонкого провода сопротивлением $R = 10$ Ом изготовили квадратную рамку со стороной $a = 10$ см. Рамку

поместили в магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки и по модулю равен $B = 0,1$ Тл. К вершинам двух соседних углов рамки подключают источник с малым внутренним сопротивлением и ЭДС $\mathcal{E} = 3$ В. Найти силу, действующую на рамку со стороны магнитного поля.

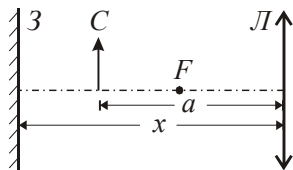
Ответ: $F = 16 \mathcal{E} a B / (3 R) = 0,16$ мН.

4. Маленький шарик массой m закреплен на однородном стержне массой M и длиной L на расстоянии l от его конца. Стержень прислонен к вертикальной стене так, что образует с горизонтальной поверхностью угол α и располагается в вертикальной плоскости, перпендикулярной стене. При каком максимальном значении l стержень может находиться в равновесии? Коэффициент трения стержня о горизонтальную поверхность и стену равен μ .



Ответ: $l = L \left(\frac{\mu(\mu + \operatorname{tg} \alpha)}{(\mu^2 + 1)} \cdot \frac{(M + m)}{m} - \frac{M}{2m} \right)$.

5. Оптическая система состоит из собирающей линзы L с фокусным расстоянием F и плоского зеркала $З$, плоскость которого перпендикулярна главной оптической оси линзы. Между линзой и зеркалом находится стержень C , расположенный перпендикулярно главной оптической оси линзы. Расстояние от стержня до линзы равно a , причем $a > F$. Найти расстояние x между линзой и зеркалом, при котором отношение размеров двух действительных изображений стержня равно $k > 1$.



Ответ: $x = 0,5[(k + 1)a - (k - 1)F]$.

Задание № 3

1. Свободные колебания. Колебания груза на пружине. Математический маятник. Периоды их колебаний.

2. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Температура и ее физический смысл.

3. Конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ полностью зарядили от источника с ЭДС $E = 10$ В и отключили от него. Затем конденсатор замкнули на катушку, индуктивность которой равна $L = 30$ мГн. Найти силу тока I в LC -контуре в тот момент, когда заряд конденсатора уменьшится в $n = 2$ раза по сравнению с максимальным. Потерями в LC -контуре прене-

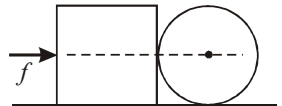
бречь. **Ответ:** $I = \frac{E}{n} \sqrt{\frac{(n^2 - 1)C}{L}} = 50$ мА.

4. Развивая максимальную мощность двигателя, автобус движется по горизонтальному участку шоссе с постоянной скоростью v_0 . Когда автобус при неизменной мощности, развиваемой двигателем, въезжает на подъем с углом наклона α_1 , его скорость падает до v_1 . С какой скоростью v_2 автобус будет преодолевать подъем с углом наклона $\alpha_2 < \alpha_1$ при той же мощности, развиваемой двигателем? Проскальзывания ведущих колес автобуса нет. Силу сопротивления воздуха считать пропорциональной скорости автобуса.

Ответ: $v_2 = \frac{1}{2} \left(\sqrt{u^2 + 4v_0^2} - u \right)$, где

$$u = \frac{(v_0^2 - v_1^2) \sin \alpha_2}{v_1 \sin \alpha_1}.$$

5. На горизонтальной крышке стола лежат, касаясь друг друга, куб и цилиндр одинаковой массы. Коэффициенты трения



тел о поверхность стола и между собой одинаковы и равны μ . Диаметр цилиндра равен длине ребра куба. Ось цилиндра горизонтальна и параллельна одной из граней куба. Известно, что если к кубу приложить горизонтальную силу, линия действия которой перпендикулярна его грани и проходит через центры масс куба и цилиндра, а модуль этой силы не меньше f , то цилиндр будет двигаться не вращаясь. Найти массу куба.

$$\text{Ответ: } m = \frac{f}{2g(1+\mu)}.$$

2008 год

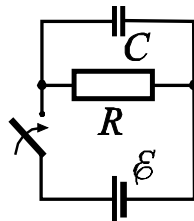
Задание № 1

1. Сила. Сложение сил. Масса. Второй закон Ньютона.
2. Волновые свойства света. Дифракция света. Дифракционная решетка.

3. В экспериментальной камере объемом $V = 3,7 \text{ м}^3$ находится влажный воздух. Плотность водяного пара $\rho = 0,5 \text{ г/м}^3$. Какую массу m воды нужно дополнительно испарить в этой камере, чтобы при температуре $t = 100^\circ \text{C}$ пар стал насыщенным. Молярная масса воды $\mu = 18 \text{ г/моль}$. Атмосферное давление считать равным $p_0 = 10^5 \text{ Па}$, а универсальную газовую постоянную — $R = 8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. **Ответ:**

$$m = \frac{p_0 V \mu}{RT} - \rho V \approx 2,1 \text{ кг}.$$

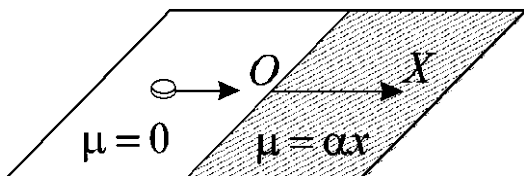
4. Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, состоит из конденсатора C , резистора R , источника тока и ключа. Первоначально ключ был разомкнут. Найти ЭДС источника, если известно, что сила тока через источник сразу после замыкания ключа в $n = 2$ раза больше установившейся силы тока в цепи, а



установившееся напряжение на конденсаторе $U = 1,75$ В.

Ответ: $E = \frac{nU}{n-1} = 3,5$ В.

5. Маленькая шайба находится на горизонтальной поверхности стола, состоящей из двух панелей: гладкой и шероховатой. Координатная ось X направлена перпендикулярно стыку панелей. Шайба скользит по гладкой панели параллельно оси X и в некоторый момент времени попадает на шероховатую панель. Коэффициент трения между шайбой и шероховатой панелью возрастает по мере удаления от стыка панелей по линейному закону $\mu(x) = \alpha x$, где $\alpha = \text{const}$. Через какое время τ после этого скорость шайбы уменьшится в 2 раза? Ускорение свободного падения g .



Ответ: $\tau = \frac{\pi}{3\sqrt{\alpha g}}$.

Задание № 2

1. Силы упругости. Понятие о деформациях. Закон Гука.

2. Законы преломления света. Ход лучей в призме. Явление полного (внутреннего) отражения.

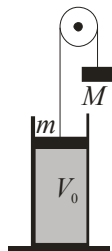
3. Открытый сосуд с водой, имеющий форму куба, закреплен на подвижной тележке. Объем воды $V = 0,8$ м³, длина ребра куба $L = 1$ м. С каким максимальным постоянным ускорением a , направленным горизонтально перпендикулярно боковой грани куба, может двигаться этот сосуд на тележке, чтобы вода не выливалась из него? Модуль ускорения свободного падения считать равным $g = 10$ м/с².

Ответ: $a = 2g \cdot (1 - V / L^3) = 4 \text{ м/с}^2$.

4. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L и плоского воздушного конденсатора емкостью C . Найти среднюю за период колебаний силу притяжения обкладок конденсатора друг к другу, если амплитуда тока в катушке равна I_0 . Площадь обкладки конденсатора S . Электри-

ческая постоянная ϵ_0 . **Ответ:** $\bar{F} = \frac{LCI_0^2}{4S\epsilon_0}$.

5. В тяжелом вертикальном цилиндре, стоящем на столе, под поршнем массой $m = 5 \text{ кг}$ находится идеальный газ, занимающий объем $V_0 = 1 \text{ м}^3$. Площадь сечения поршня равна $S = 1 \text{ м}^2$. К поршню прикреплен нерастяжимая легкая нить, перекинутая через закрепленный блок, как показано на рисунке. К другому концу нити прикреплен груз массой $M = m$. Система находится в равновесии при атмосферном давлении $p_0 = 0,1 \text{ МПа}$. Найти круговую частоту ω малых колебаний поршня, пренебрегая изменением внутренней энергии газа при этих колебаниях и действием сил трения на части системы. **Ответ:** $\omega = S\sqrt{p_0 / (2mV_0)} = 100 \text{ с}^{-1}$.



Задание № 3

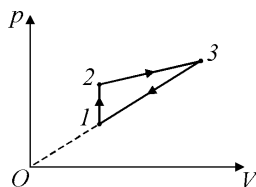
1. Механическая работа. Мощность. Энергия. Закон сохранения механической энергии.

2. Самоиндукция. Индуктивность. ЭДС самоиндукции.

3. На краю гладкого стола покоится маленькая шайба. Скользящая по столу от его центра со скоростью v вторая шайба вдвое большей массы налетает на первую. Найти зависимость расстояния между шайбами от времени после столкновения в процессе полета. Соударение шайб считать абсолютно упругим и центральным. Сопротивлением воздуха пре-

небрежь. **Ответ:** расстояние между шайбами будет увеличиваться по закону $S = \nu t$.

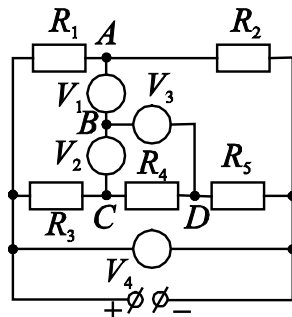
4. В тепловом двигателе, рабочим телом которого является один моль идеального одноатомного газа, совершается циклический процесс, изображенный на рисунке, где $1-2$ – изохорный процесс. Работа газа за один цикл составляет $A = 40$ Дж, температуры газа в состояниях 1 и 3 равны, соответственно, $T_1 = 300$ К и $T_3 = 330$ К. Найти коэффициент полезного действия цикла η . Универсальную газовую постоянную принять равной $R = 8,3$ Дж/(моль·К).



Ответ:

$$\eta = \frac{A}{A - Q_{3-1}} = \frac{A}{A + 2R(T_3 - T_1)} \cdot 100\% \approx 7,4\%.$$

5. В схеме, показанной на рисунке, использованы четыре одинаковых вольтметра с внутренним сопротивлением 1 Мом. Показания четвертого вольтметра $V_4 = 6$ В. Определить показания остальных вольтметров, если сопротивления резисторов равны, соответственно, $R_1 = R_3 = 10$ Ом, $R_2 = 50$ Ом, $R_4 = 30$ Ом, $R_5 = 20$ Ом.



Ответ: $V_1 = V_2 = 1$ В, $V_3 = 2$ В.

2009 год Задание № 1

1. Первый закон Ньютона. Понятие об инерциальных системах отсчета. Принцип относительности Галилея.

2. Волновые свойства света. Интерференция света. Условия образования максимумов и минимумов в интерференционной картине.

3. Колесо радиусом R катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости. При этом центр колеса движется прямолинейно с постоянным ускорением $\mathbf{a}_{\text{ц}}$. Найти ускорение и его модуль a верхней точки колеса в момент времени, когда скорость центра колеса равна $v_{\text{ц}}$.

Ответ:
$$a = \sqrt{4a_{\text{ц}}^2 + (v_{\text{ц}}^2 / R)^2}.$$

4. Контур состоит из конденсатора емкостью $C = 0,1$ мкФ и катушки индуктивностью $L = 10$ мкГн. Сопротивление катушки равно $R = 0,05$ Ом. Катушка и конденсатор последовательно подключены к источнику гармонического напряжения, частота которого равна собственной частоте контура. Определить среднюю мощность, потребляемую контуром от источника напряжения, если амплитуда напряжения на конденсаторе остается практически неизменной и равной $U_0 = 20$ В. **Ответ:** $N = 0,5 U_0^2 C R / L = 0,1$ Вт.

Задание № 2

1. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Свободное падение тел. Вес тела. Невесомость.

2. Законы отражения света. Плоское зеркало. Построение изображения в зеркалах.

3. Моль гелия при нагревании получил количество теплоты Q . При этом давление газа увеличивалось пропорционально его объему, а среднеквадратичная скорость теплового движения его атомов увеличилась в n раз. Найти абсолютную температуру T_0 газа перед началом нагревания.

Ответ:
$$T_0 = \frac{Q}{2(n^2 - 1)R}.$$

4. На цилиндрическую проволочную катушку надето проводящее кольцо с малой индуктивностью, покрытое изоляцией. Плоскость кольца перпендикулярна оси катушки. При равномерном нарастании тока в катушке от нуля до $I_1 = 5$ А за время $t_1 = 9$ с в кольце выделяется количество теплоты $Q_1 = 0,5$ Дж. Какое количество теплоты Q_2 выделится в кольце, если ток в катушке будет равномерно возрастать от нуля до $I_2 = 10$ А за время $t_2 = 3$ с? В обоих случаях кольцо остается неподвижным относительно катушки.

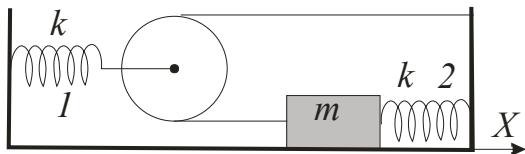
Ответ: $Q_2 = Q_1 I_2^2 t_1 / (I_1^2 t_2) = 6$ Дж.

Задание № 3

1. Силы трения. Сухое трение: трение покоя и трение скольжения. Коэффициент трения.

2. Явление электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.

3. В системе, изображенной на рисунке, брусок массой m лежит на гладкой горизонтальной плоскости, а пружины 1 и 2 сильно растянуты. Оси пружин и нерастяжимые нити горизонтальны и лежат в одной вертикальной плоскости с центром масс бруска. Коэффициенты жесткости пружин одинаковы и равны k . Брусок смещают на малое расстояние вдоль оси X . Определить период колебаний бруска после его отпуска. Массой блока, пружин, нитей и трением пренебречь.



Ответ: $T = 4\pi\sqrt{0,2m/k}$.

4. Определенное количество аргона изохорически нагрели до некоторой температуры. Затем абсолютную темпе-

ратуру газа увеличивали пропорционально объему по закону $T = \alpha V$ до такой величины, что при последующем охлаждении по закону $T = \beta V^2$ газ перешел в начальное состояние. Найти КПД указанного цикла, зная начальный объем газа V_1 и постоянные коэффициенты α и β .

Ответ: $\eta = \frac{\alpha - \beta V_1}{5\alpha + 3\beta V_1}.$