

**Методические указания по Отраслевой олимпиаде школьников
«Газпром», профиль физика.**

Учебное пособие для подготовки к олимпиаде

Под редакцией Бурковой Е.Г.

Задания заключительного этапа

11 класс

Вариант 1

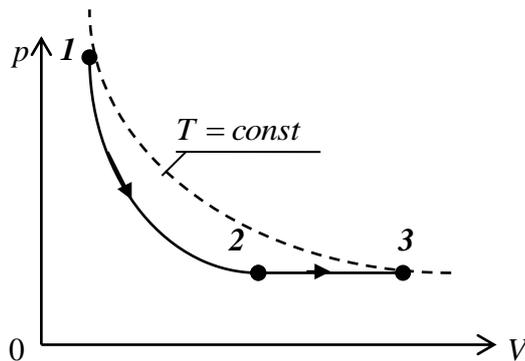


Рис.1

1. Гелий расширяется сначала адиабатно, а затем – изобарно (см. рисунок). Конечная температура гелия равна начальной. При адиабатном расширении гелий совершил работу, равную $A_{12} = 4,5$ кДж. Какую работу совершил гелий в течение обоих процессов?

Решение

Запишем первый закон термодинамики для адиабатного расширения гелия (процесс 1-2):

$$0 = \Delta U + A_{12},$$

где изменение внутренней энергии гелия $\Delta U = \nu C_V (T_2 - T_1)$, молярная теплоёмкость гелия при постоянном объеме $C_V = \frac{i}{2} R$, ν – количество вещества гелия, $i = 3$ – количество степеней свободы молекулы гелия.

Работа, совершаемая гелием при изобарном расширении:

$$A_{23} = p_2 (V_3 - V_2).$$

Уравнение состояния идеального газа для состояний 2 и 3:

$$p_2 V_2 = \nu R T_2,$$

$$p_2 V_3 = \nu R T_3.$$

По условию задачи

$$T_3 = T_1.$$

Искомая работа равна

$$A_{123} = A_{12} + A_{23}$$

Из первого уравнения следует $A_{12} = \nu C_V (T_1 - T_2) \Rightarrow T_2 = T_1 - \frac{A_{12}}{\nu C_V}$. Далее

$A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$. Выражая T_2 , получим $A_{23} = \nu R T_3 - \nu R T_1 + \nu R \frac{A_{12}}{\nu C_V} = \frac{R A_{12}}{C_V}$. В

результате всех рассуждений получаем:

$$A_{123} = A_{12} \frac{i+2}{i} = 7,5 \text{ кДж.}$$

Ответ: $A_{123} = A_{12} \frac{i+2}{i} = 7,5$ кДж.

2. Собирающая тонкая линза с фокусным расстоянием F помещена в оправку с внутренним диаметром d и внешним диаметром D . За линзой в ее

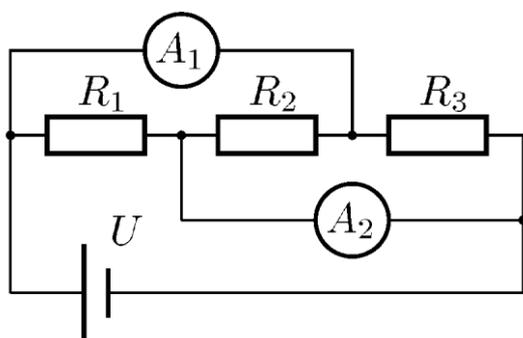
фокусе перпендикулярно ее оптической оси расположен плоский экран. Перед линзой на главной оптической оси на расстоянии f от линзы помещен точечный источник света. Определите наибольший диаметр тени, отбрасываемый оправкой на экран.

Решение

Лучи, идущие от источника через внешний край оправки, не преломляются. Из элементарных геометрических соображений следует

$$D_T = \frac{f + F}{F} D$$

Ответ: $D_T = \frac{f + F}{F} D$



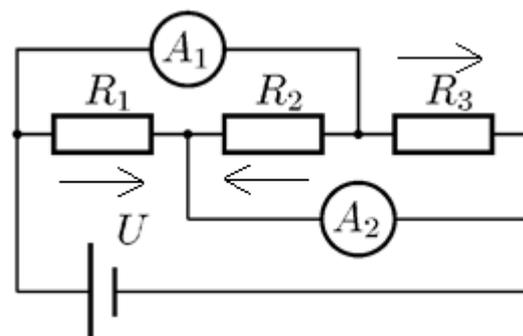
3. В электрической цепи, изображенной на схеме, сила тока, проходящего через резистор R_3 , равна 1 мА. Сопротивления резисторов $R_1 = 5,1$ кОм, $R_3 = 3,9$ кОм. Чему равно напряжение U батарейки?

Решение

Очевидно, что резисторы соединены параллельно. Токи через резисторы текут в показанных на схеме направлениях. Напряжение на клеммах батарейки равно

$$U = I_3 R_3 = 3,9 \text{ В}$$

Ответ: $U = 3,9 \text{ В}$



4. Небольшой брусок съезжает без начальной скорости с вершины гладкой наклонной плоскости высотой h , основанием b , плавно переходящей в горизонтальный участок. Сразу после въезда на горизонтальный участок мощность силы трения, приложенной к бруску, равна P . Коэффициент трения на горизонтальном участке постоянен и равен μ . Определите массу бруска.

Решение

Мощность силы трения определяется выражением

$$P = F_{\text{тр}} V = \mu t g \sqrt{2gh},$$

где V – скорость бруска, t – его масса.

Тогда масса бруска равна

$$m = \frac{P}{\mu g \sqrt{2gh}}.$$

Ответ: $m = \frac{P}{\mu g \sqrt{2gh}}.$

5. Максимальная кинетическая энергия материальной точки массой $m = 20$ г, совершающей гармонические колебания с периодом $T = 1$ с, равна $W = 4 \cdot 10^{-4}$ Дж. Определите амплитуду A колебаний этой точки.

Решение

Выразим энергию колебаний через параметры колебаний

$$\frac{mA^2 4\pi^2}{2T^2} = W$$

Отсюда

$$A = \sqrt{\frac{WT^2}{2\pi^2 m}} \approx 32 \text{ мм}$$

Ответ: $A = \sqrt{\frac{WT^2}{2\pi^2 m}} \approx 32 \text{ мм}$

6. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл. Сколько оборотов сделает электрон за 1 пикосекунду (10^{-12} с)?

Решение

Уравнение движения электрона

$$\frac{mV^2}{R} = eBV,$$

где m – масса электрона, e – его заряд, R – радиус его траектории, t – время движения, B – индукция магнитного поля.

Учитывая, что

$$V = \frac{2\pi Rn}{t},$$

получим для числа оборотов

$$n = \frac{eBt}{2\pi m} \approx 0,014$$

Ответ: $n = \frac{eBt}{2\pi m} \approx 0,014$

Вариант 3

1. В каждой части горизонтально расположенного цилиндрического сосуда длиной l , разделенного пополам поршнем массой m , находится одинаковое количество гелия, равное ν . Сосуд поддерживается при постоянной температуре T . Определите период τ малых колебаний поршня.

Решение

Условием задачи задан изотермический процесс, а значит по уравнению Менделеева – Клапейрона

$$p_0 \frac{l}{2} = p_1 \left(\frac{l}{2} + \Delta l \right) = p_2 \left(\frac{l}{2} - \Delta l \right),$$

где p_0, p_1, p_2 – давления до смещения поршня и после его смещения в первой и второй половине сосуда.

На поршень действует сила

$$F = (p_2 - p_1)S \approx \frac{4p_0 S \Delta l}{l},$$

где S – площадь поршня.

Сила F является квазиупругой, поскольку линейно зависит от смещения. Коэффициент квазиупругой силы

$$k^* = \frac{4p_0 S}{l}.$$

Учитывая, что

$$p_0 S l = \nu R T,$$

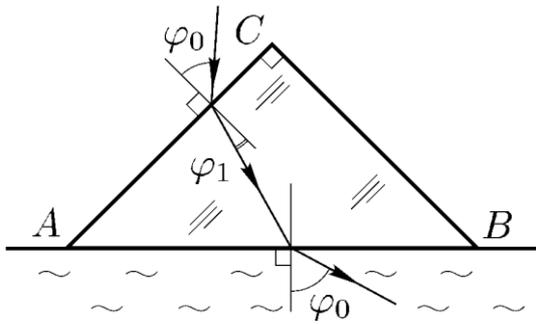
получим

$$k^* = \frac{4\nu R T}{l^2}$$

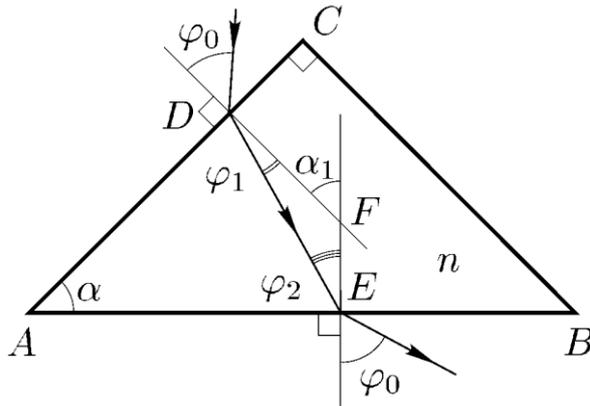
и

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{ml^2}{4\nu R T}} = \pi \sqrt{\frac{ml^2}{\nu R T}}.$$

Ответ: $\tau = \pi \sqrt{\frac{ml^2}{\nu R T}}.$



2. Равнобедренная стеклянная призма ABC касается поверхности воды. Луч света, падающий из воздуха под углом φ_0 на грань AC , после прохождения призмы выходит через грань AB под тем же углом φ_0 . Чему равен угол преломления φ_1 ? Показатель преломления воды $n_0 = 4/3$, угол C при вершине призмы – прямой. Значение φ_0 не задано.



Угол $\alpha = 45^\circ$. Для треугольника DEF угол α_1 – внешний.

$$\varphi_1 + \varphi_2 = \alpha_1;$$

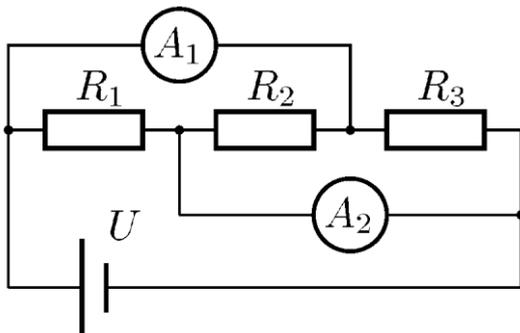
Углы α и α_1 равны как углы со взаимно перпендикулярными сторонами. Тогда

$$n_0 = \frac{\sin(\alpha - \varphi_1)}{\sin \varphi_1} = \frac{\cos \varphi_1 - \sin \varphi_1}{\sqrt{2} \sin \varphi_1} = \frac{1 - \operatorname{tg} \varphi_1}{\sqrt{2} \operatorname{tg} \varphi_1}$$

и

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{3}{4\sqrt{2} + 3} \approx 0,347;$$

$$\varphi_1 \approx 19,1^\circ.$$



Решение

3. В электрической цепи, изображенной на схеме, сила тока, проходящего через резистор R_3 , равна 1 мА. Сопротивления резисторов $R_1 = 1$ кОм, $R_3 = 3$ кОм. Найдите разность показаний амперметров A_1 и A_2 . Амперметры считайте идеальными.

Очевидно, что резисторы соединены параллельно. Токи через резисторы текут в показанных на схеме направлениях. Напряжение на клеммах батарейки равно

$$U = I_3 R_3$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = I_3 \frac{R_3}{R_1}$$

Для сил токов, протекающих через амперметры, справедливы соотношения:

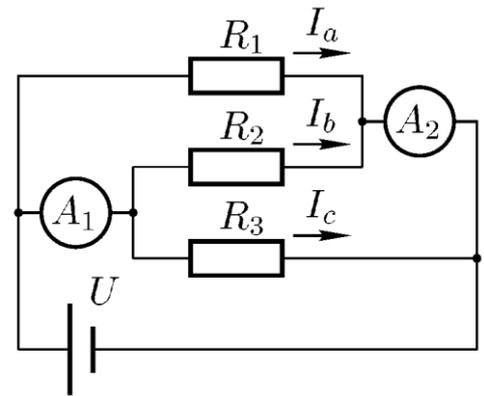
$$I_1 + I_2 = I_{A1}$$

$$I_2 + I_3 = I_{A2}$$

Тогда

$$I_{A2} - I_{A1} = I_1 - I_3 = I_3 \left(\frac{R_3}{R_1} - 1 \right) = 2 \text{ мА}$$

Ответ: $I_{A2} - I_{A1} = I_1 - I_3 = I_3 \left(\frac{R_3}{R_1} - 1 \right) = 2 \text{ мА}$



4. Небольшой брусок массой m съезжает без начальной скорости с вершины гладкой наклонной плоскости высотой h , основанием b , плавно переходящей в горизонтальный участок. Коэффициент трения на горизонтальном участке пути бруска постоянен и равен μ . Определите мощность силы трения, приложенной к бруску, сразу после въезда на горизонтальный участок.

Решение

Мощность силы трения определяется выражением

$$P = F_{\text{тр}} V = \mu mg \sqrt{2gh},$$

где V – скорость бруска, m – его масса.

Ответ: $P = F_{\text{тр}} V = \mu mg \sqrt{2gh}$

5. Неподвижное тело, подвешенное на пружине, увеличивает её длину $\Delta l = 50$ мм. Считая массу пружины пренебрежимо малой, найдите период малых вертикальных колебаний тела.

Решение

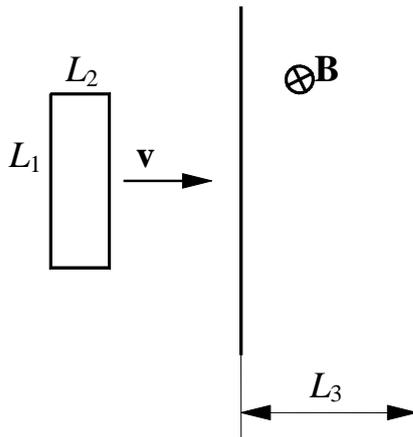
Условие равновесия тела, подвешенного на пружине, имеет вид:

$$mg = k\Delta l,$$

где m – масса тела, g – ускорение свободного падения, k – жесткость пружины.
Для периода имеем

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}} \approx 0,44 \text{ с}$$

Ответ: $T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}} \approx 0,44 \text{ с}$



6. Прямоугольную рамку, сделанную из проволоки сопротивлением $R = 1 \text{ Ом}$, перемещают с постоянной скоростью через область однородного магнитного поля с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ (смотри рисунок). При какой скорости V в рамке выделится количество теплоты $Q = 10 \text{ мДж}$, если $L_1 = 0,10 \text{ м}$, $L_2 = 0,05 \text{ м}$ и $L_3 > L_2$?

Решение

Теплота будет выделяться в рамке при ее въезде в зону магнитного поля и выезде из зоны магнитного поля вследствие протекания индукционного тока. Индукционный ток и э.д.с. будут постоянными, поскольку скорость движения рамки постоянна.

$$Q = 2 \frac{\varepsilon^2}{R} t$$

По закону электромагнитной индукции

$$\varepsilon = \frac{\Phi}{t}$$

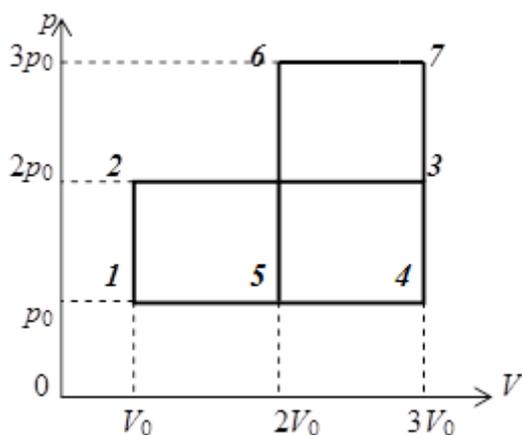
Тогда

$$Q = 2 \frac{\Phi^2}{t^2 R} t = \frac{2(BL_1 L_2)^2 V}{RL_2} = \frac{2(BL_1)^2 L_2 V}{R}$$

$$V = \frac{QR}{2(BL_1)^2 L_2} \approx 40 \text{ м/с}$$

Ответ: $V = \frac{QR}{2(BL_1)^2 L_2} \approx 40 \text{ м/с}$

Вариант 5



1. Определите отношение η_1/η_2 коэффициентов полезного действия двух циклических процессов, проведённых с идеальным одноатомным газом: 1-2-3-4-1 (первый процесс) и 5-6-7-4-5 (второй процесс). Графики процессов представлены на рисунке.

Решение.

На

рисунке представлен цикл 1-2-3-4-1. Здесь же показана подведённая к газу Q_{12} , Q_{23} и отведённая от газа Q_{34} , Q_{41} теплота.

КПД цикла 1-2-3-4-1 равен:

$$\eta_1 = \frac{Q_{12} + Q_{23} - Q_{34} - Q_{41}}{Q_{12} + Q_{23}},$$

$$Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1),$$

$$Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2),$$

$$Q_{34} = \nu C_V (T_3 - T_4),$$

$$Q_{41} = \nu C_p (T_4 - T_1),$$

$$C_V = \frac{i}{2} R,$$

$$C_p = C + R.$$

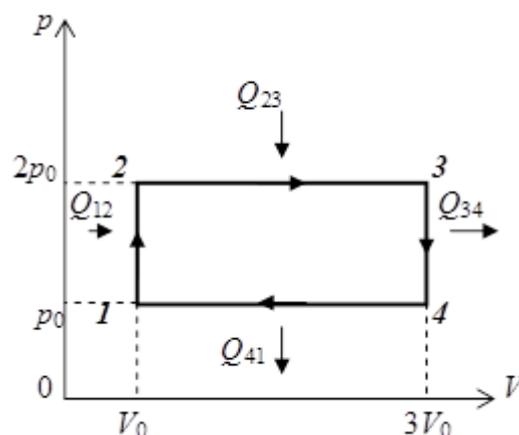
Запишем уравнения состояния идеального газа для всех состояний

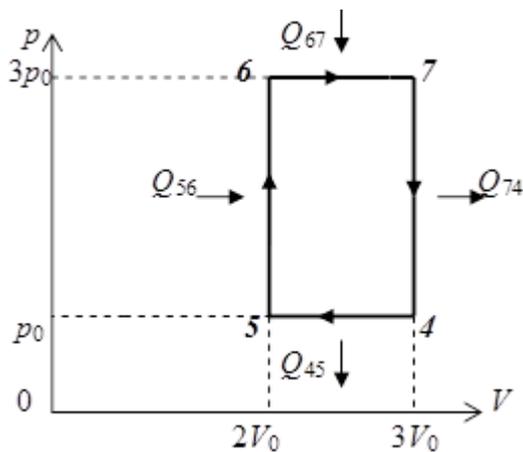
$$p_0 V_0 = \nu R T_1,$$

$$2p_0 V_0 = \nu R T_2,$$

$$2p_0 3V_0 = \nu R T_3,$$

$$p_0 3V_0 = \nu R T_4.$$





Тогда

$$\eta_1 = \frac{4}{5i+8} = \frac{4}{5 \cdot 3 + 8} = \frac{4}{23}.$$

На следующем рисунке представлен цикл 5-6-7-4-5. Здесь же показано подведённое к газу Q_{56} , Q_{67} и отведённое от газа Q_{34} , Q_{41} тепло.

КПД цикла 5-6-7-4-5 равен:

$$\eta_2 = \frac{Q_{56} + Q_{67} - Q_{74} - Q_{45}}{Q_{56} + Q_{67}},$$

$$Q_{56} = \nu C_V (T_6 - T_5),$$

$$Q_{67} = \nu C_p (T_7 - T_6),$$

$$Q_{74} = \nu C_V (T_7 - T_4),$$

$$Q_{45} = \nu C_p (T_4 - T_5).$$

Запишем уравнения состояния идеального газа для всех состояний:

$$p_0 2V_0 = \nu RT_5,$$

$$3p_0 2V_0 = \nu RT_6,$$

$$3p_0 3V_0 = \nu RT_7,$$

$$p_0 3V_0 = \nu RT_4.$$

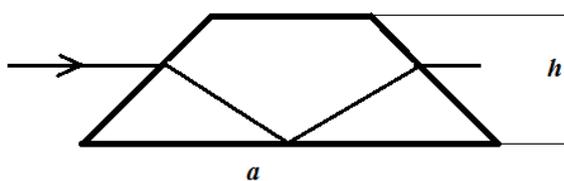
Тогда

$$\eta_2 = \frac{4}{7i+6} = \frac{4}{7 \cdot 3 + 6} = \frac{4}{27}.$$

Окончательно получаем:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{4}{5i+8} : \frac{4}{7i+6} = \frac{7i+6}{5i+8} = \frac{7 \cdot 3 + 6}{5 \cdot 3 + 8} = \frac{27}{23} = 1,17.$$

Ответ: $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{7i+6}{5i+8} = 1,17.$

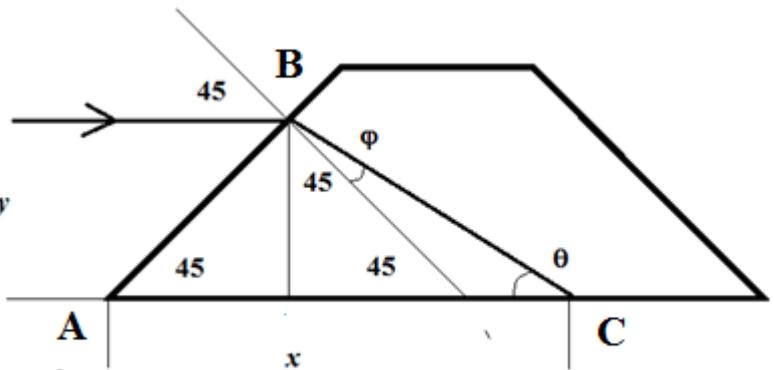


2. Для обращения изображения часто используют усеченную равнобедренную призму полного внутреннего отражения, угол между боковыми гранями которой является прямым. Определите минимально

необходимую длину a , при которой параллельный нижней грани пучок света, целиком заполняющий боковую грань, полностью пройдет через призму. Высота призмы h , показатель преломления материала призмы n .

Решение

Рассмотрим ход и преломленного лучей в призме. На рисунке обозначены углы в градусах и отмечены углы преломления на боковой грани и дополнительный к



углу падения на основание. Требуемое условие будет выполняться, если $y = h$ и $x = a$. Из элементарных геометрических соображений следует, что $\theta = 45^\circ - \varphi$. Из закона преломления следует, что

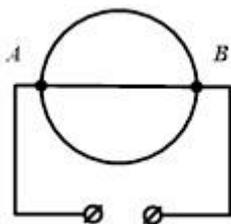
$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin \varphi} = n$$

Из теоремы синусов для треугольника ABC

$$\frac{a}{\sin(90^\circ + \varphi)} = \frac{h}{\sin(45^\circ) \cdot \sin(45^\circ - \varphi)}$$

$$a = h \frac{\sqrt{2n^2 - 1}}{\sqrt{2n^2 - 1} - 1}$$

Ответ: $a = h \frac{\sqrt{2n^2 - 1}}{\sqrt{2n^2 - 1} - 1}$



3. Проволочное кольцо с перемычкой по диаметру АВ из проволоки подключили к источнику постоянного напряжения. На сколько процентов уменьшится тепловая мощность тока в участке АВ, если перемычку перерезать? Материал проволоки один и тот же, диаметр проволоки, из которой сделана перемычка, в 2 раза больше, чем диаметр проволоки, из которой сделано кольцо.

Решение

Мощность в цепи обратно пропорциональна сопротивлению цепи. Сопротивление участка цепи прямо пропорционально длине участка. Относительное изменение тепловой мощности может быть рассчитано как

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\frac{U^2}{R} - \frac{U^2}{R'}}{\frac{U^2}{R}} = \frac{R' - R}{R'}$$

где R – значение сопротивления цепи до перерезания перемычки, R' – значение сопротивления цепи после перерезания перемычки.

Обозначим через D диаметр кольца, через ρ – удельное сопротивление проволоки, через S – площадь поперечного сечения проволоки кольца. Тогда

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{4S \left[\frac{\pi D \rho}{4S} - \frac{\pi D \rho}{4S(1 + \pi)} \right]}{\pi D \rho} = 1 - \frac{\pi}{1 + \pi} \approx 24 \%$$

Ответ: $\frac{\Delta P}{P} = 1 - \frac{\pi}{1 + \pi} \approx 24 \%$

4. Тележка массой 10 кг двигалась из состояния покоя. Сила, приложенная к тележке, менялась от равномерно 20 Н до 35 Н за время 1 минута. Какова скорость тележки к концу 1-й минуты, если коэффициент трения тележки о дорогу 0,3?

Решение

Тележка начнет двигаться в тот момент времени, когда внешняя сила станет равна силе трения скольжения.

$$\mu mg = 30 \text{ Н}$$

Внешняя сила нарастает со скоростью 0,25 Н/с. В движении тележка будет находиться в течение 20 с. Ускорение тележки за это время будет линейно нарастать от нуля до 0,5 м/с². Тележка приобретет скорость

$$V = \frac{0 + 0,5}{2} \cdot 20 = 5 \text{ м/с}$$

Ответ: $V = 5 \text{ м/с}$

5. Пружина длиной 30 см стоит вертикально на столе. С высоты 2 м над столом на нее падает с нулевой начальной скоростью шарик массой 2 кг, удар шарика о торец пружины абсолютно неупругий. Частота колебаний системы шарик – пружина равна 1,11 Гц. Определите максимальную скорость шарика при его движении вниз после падения на пружину. Массой пружины и трением пренебечь.

Решение

Пусть шарик достигает максимальной скорости на высоте h от стола, когда

$$mg = k(H - h)$$

По закону сохранения механической энергии

$$mgH = mgh + \frac{mV_m^2}{2}.$$

Из этих выражений следует

$$k = \frac{mg^2}{\frac{V_m^2}{2} - g(H - h)}$$

и

$$v = \frac{g}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{g(h - H) + \frac{V_m^2}{2}}}$$

Максимальная скорость шарика равна

$$V_m = \sqrt{\left(\frac{g}{2\pi v}\right)^2 + 2g(H - h)} \approx 6 \text{ м/с}$$

Ответ: $V_m = \sqrt{\left(\frac{g}{2\pi v}\right)^2 + 2g(H - h)} \approx 6 \text{ м/с}$

6. Незаряженный сплошной металлический цилиндр радиуса R вращается в магнитном поле с угловой скоростью ω вокруг своей оси. Индукция магнитного поля направлена вдоль оси цилиндра. Найдите напряженность электрического поля в цилиндре, если индукция магнитного поля равна B .

Решение

Под действием силы Лоренца происходит смещение электронов к внешней поверхности цилиндра. Возникает электрическое поле, препятствующее смещению электронов. Это условие может быть записано как

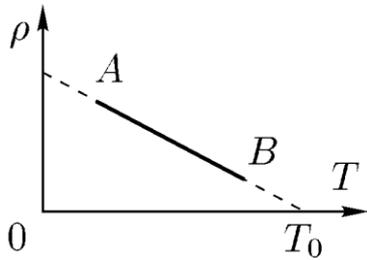
$$eER = e\omega RB$$

Тогда

$$E = \omega RB$$

Ответ: $E = \omega RB$

Вариант 7



1. Одноатомный идеальный газ в количестве ν моль участвует в процессе AB , изображённом на рисунке в координатах (ρ, T) , где ρ – плотность газа, а T – его температура. Давление газа в точке A составляет $1/4$ от максимального в этом процессе. Определите температуру в точке A . Температура T_0 известна.

Решение.

Формальная запись зависимости $\rho(T)$ имеет вид

$$\rho = \rho_m - \frac{\rho_m}{T_0} T$$

Учитывая, что

$$p = \frac{\rho}{\mu} RT,$$

получим

$$p = \rho_m \frac{R}{\mu} T \left(1 - \frac{T}{T_0}\right)$$

Максимум давления достигается при $T = T_0/2$ и равен

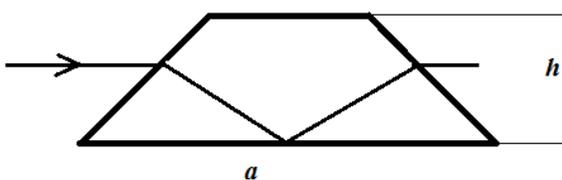
$$p_m = \rho_m \frac{R T_0}{\mu 4}$$

Для точки A

$$\frac{p_m}{4} = 4p_m \frac{T}{T_0} \left(1 - \frac{T}{T_0}\right)$$

Решая это уравнение относительно T/T_0 , получим $T \approx 0,067T_0$

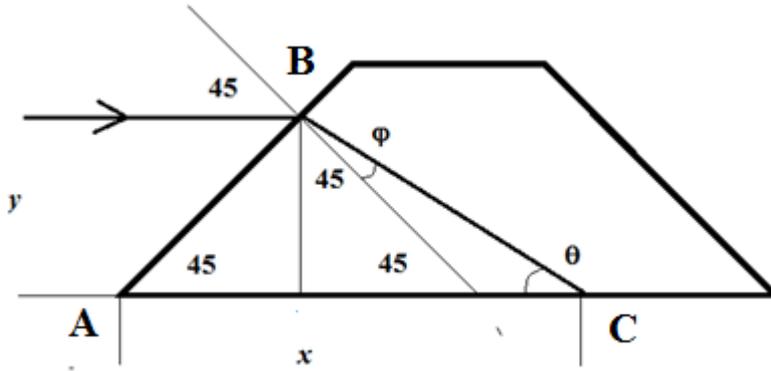
Ответ: $T \approx 0,067T_0$



2. Для обращения изображения часто используют усеченную равнобедренную призму полного внутреннего отражения, угол между боковыми гранями которой является прямым. Определите показатель

преломления материала призмы. Параллельный нижней грани пучок света, целиком заполняющий боковую грань, полностью проходит через призму. Длина нижнего ребра a . Высота призмы h .

Решение



Рассмотрим ход падающего и преломленного лучей в призме. На рисунке обозначены углы в градусах и отмечены углы преломления на боковой грани и дополнительный к углу падения на основание. Требуемое условие будет

выполняться, если $y = h$ и $x = a$. Из элементарных геометрических соображений следует, что $\theta = 45^\circ - \varphi$. Из закона преломления следует, что

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin \varphi} = n$$

Из теоремы синусов для треугольника ABC

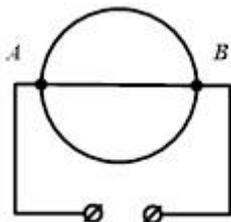
$$\frac{a}{\sin(90^\circ + \varphi)} = \frac{h}{\sin(45^\circ) \cdot \sin(45^\circ - \varphi)}$$

$$h = a \frac{\sqrt{2n^2 - 1} - 1}{\sqrt{2n^2 - 1}}$$

Решая это уравнение относительно n , получим

$$n = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{a}{a - 2h} \right)^2 + \frac{1}{2}}$$

Ответ: $n = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{a}{a - 2h} \right)^2 + \frac{1}{2}}$



3. Проволочное кольцо с перемычкой по диаметру АВ из проволоки подключили к источнику постоянного напряжения. На сколько процентов уменьшится тепловая мощность тока в участке АВ, если перемычку перерезать? Материал проволоки кольца имеет в 2 раза большее удельное сопротивление, чем материал проволоки перемычки, диаметры проволок, из которой сделаны кольцо и перемычка, одинаковы.

Решение

Мощность в цепи обратно пропорциональна сопротивлению цепи. Сопротивление участка цепи прямо пропорционально длине участка. Относительное изменение тепловой мощности может быть рассчитано как

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\frac{U^2}{R} - \frac{U^2}{R'}}{\frac{U^2}{R}} = \frac{R' - R}{R'}$$

где R – значение сопротивления цепи до перерезания перемычки, R' – значение сопротивления цепи после перерезания перемычки.

Обозначим через D диаметр кольца, через ρ – удельное сопротивление проволоки, через S – площадь поперечного сечения проволоки кольца. Тогда

$$\frac{\Delta P}{P} = 1 - \frac{2S\pi\rho D}{S\pi\rho D(2 + \pi)} = 1 - \frac{2}{2 + \pi} \approx 61 \%$$

Ответ: $\frac{\Delta P}{P} = 1 - \frac{2}{2 + \pi} \approx 61 \%$

4. Небольшой брусок массой m съезжает без начальной скорости с вершины гладкой наклонной плоскости высотой h , основанием b , плавно переходящей в горизонтальный участок, на котором существует сухое трение. Брусок проехал расстояние L . Определите коэффициент трения на горизонтальном участке.

Решение

По закону изменения механической энергии

$$mgh = \mu mgL$$

Тогда

$$\mu = \frac{h}{L}$$

Ответ: $\mu = \frac{h}{L}$

5. Полная энергия тела, совершающего гармоническое колебательное движение, равна $W = 5 \cdot 10^{-5}$ Дж, максимальная сила, действующая на тело, равна $F = 4,5 \cdot 10^{-3}$ Н. Определите амплитуду A колебаний этого тела.

Решение

Максимальная сила, действующая на тело, выражается как

$$m\omega^2 A = F$$

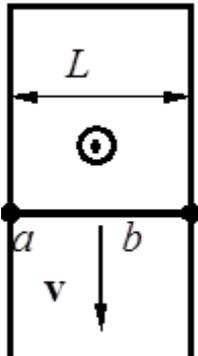
Максимальная кинетическая энергия тела, равная полной механической энергии

$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$$

Тогда

$$A = \frac{W}{F} \approx 1,1 \text{ см}$$

Ответ: $A = \frac{W}{F} \approx 1,1 \text{ см}$



6. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 1,0 \cdot 10^{-2}$ Тл расположены вертикально на расстоянии $L = 50$ см друг от друга два металлических прута, замкнутых сверху проводником. Плоскость, в которой расположены прутья, перпендикулярна к направлению индукции магнитного поля. По прутьям без трения и нарушения контакта скользит вниз с постоянной скоростью $V = 1,0$ м/с перемычка ab массой $m = 1,0$ г. Определите сопротивление R перемычки ab , считая сопротивление прочих элементов конструкции пренебрежимо малым.

Решение

Постоянство скорости означает равенство сил тяжести и Ампера.

$$mg = IBL$$

В свою очередь,

$$I = \frac{\mathcal{E}_{ind}}{R} = \frac{BLV\Delta t}{R\Delta t} = \frac{BLV}{R}$$

Тогда

$$R = \frac{(BL)^2 V}{mg} \approx 2,5 \text{ мОм}$$

Ответ: $R = \frac{(BL)^2 V}{mg} \approx 2,5 \text{ мОм}$