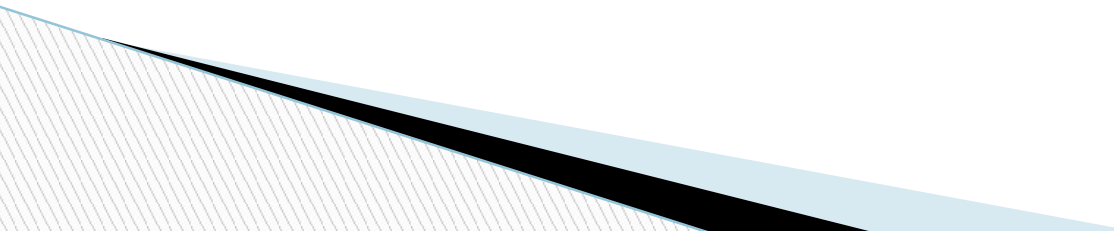


МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ, СПЕЦИФИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

**Ведущий эксперт Республиканской
комиссии по проверке ЕГЭ по физике
Закирьянов Фарит Кабирович
(Башкирский государственный университет)**



Владение понятийным аппаратом

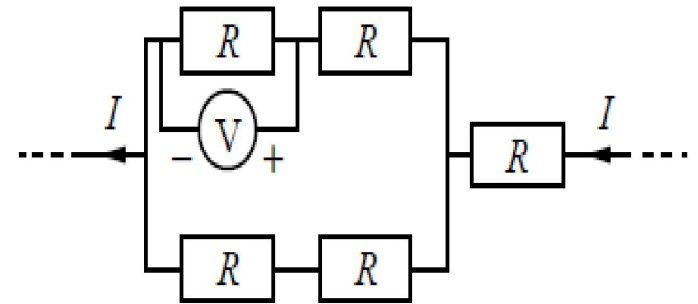
Пример 1

Сила гравитационного притяжения между двумя шарами, находящимися на расстоянии 2 м друг от друга, равна 9 нН. Какова будет сила притяжения между ними, если расстояние увеличить до 6 м? Ответ выразите в наноньютонах (нН).

Ответ: 1 нН.

Пример 2

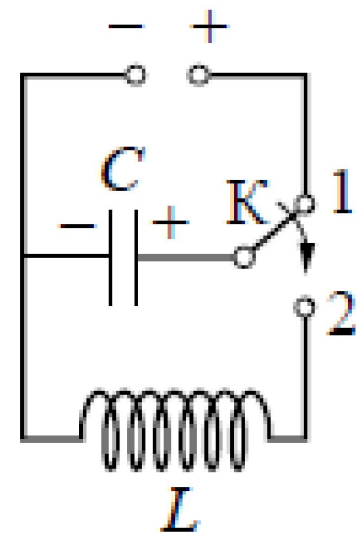
Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $10\ \text{Ом}$ каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 6\ \text{А}$ (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

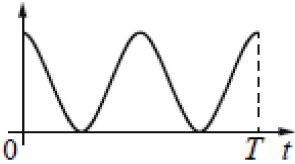
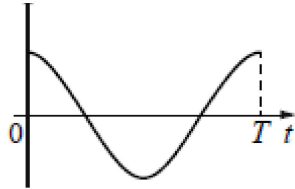


Ответ: $30\ \text{В}$

Пример 3.

Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Графики A и B представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T – период колебаний). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



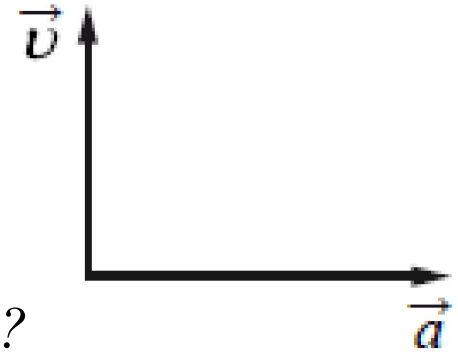
ГРАФИКИ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
<p>A) </p> <p>Б) </p>	<p>1) сила тока в катушке</p> <p>2) энергия магнитного поля катушки</p> <p>3) энергия электрического поля конденсатора</p> <p>4) заряд правой обкладки конденсатора</p>

Ответ:

A	Б
3	4

Пример 4

На рисунке представлены направления векторов скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} мяча в инерциальной системе отсчёта. Куда направлен в этой системе отсчёта вектор \vec{F} равнодействующей всех сил, приложенных к мячу?

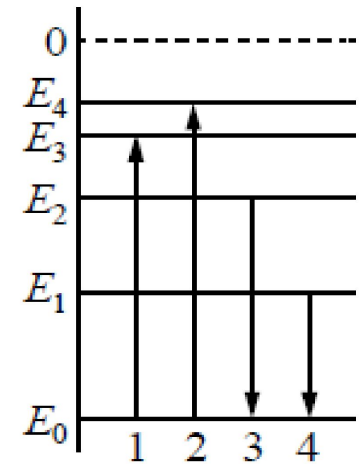


- 1) \rightarrow 2) \downarrow 3) \uparrow 4) \leftarrow

Ответ: 1

Пример 5

На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наибольшей частоты и энергией соответствующего фотона. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС	ЭНЕРГИЯ ФОТОНА
А) излучение света наибольшей частоты	1) $E_1 - E_0$ 2) $E_2 - E_0$
Б) поглощение света наибольшей длины волны	3) $E_3 - E_0$ 4) $E_4 - E_0$

Ответ

А	Б
2	3

Пример 6 (процент выполнения – 54%)

Если растолочь мел в мелкую пудру, высыпать её в стакан с водой и размешать, то, поместив каплю получившейся смеси под окуляр микроскопа, можно увидеть, что частицы пудры движутся в капле хаотично. Чем можно объяснить такое движение частиц пудры?

- 1) диффузией молекул воды в крупинки пудры*
- 2) хаотичными ударами со стороны молекул воды*
- 3) притяжением крупинок пудры молекулами воды*
- 4) сопротивлением воды движению в ней твёрдых тел*

Ответ: 2

Пример 7

В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ под давлением 50 кПа . Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объём пара в 3 раза?

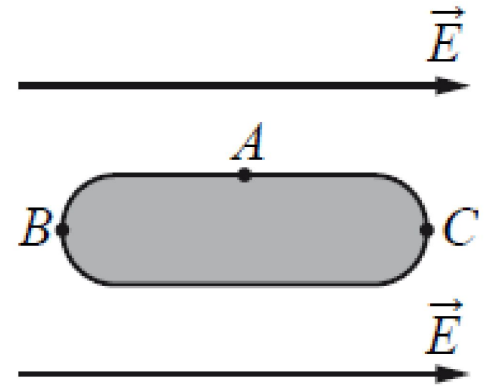
Ответ: 100 кПа .

Пример 8

Металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью \vec{E} . Под действием этого поля концентрация на поверхности тела станет

- 1) самой большой в точке A
- 2) самой большой в точке C
- 3) самой большой в точке B
- 4) одинаковой в точках A , B и C

Ответ: 3



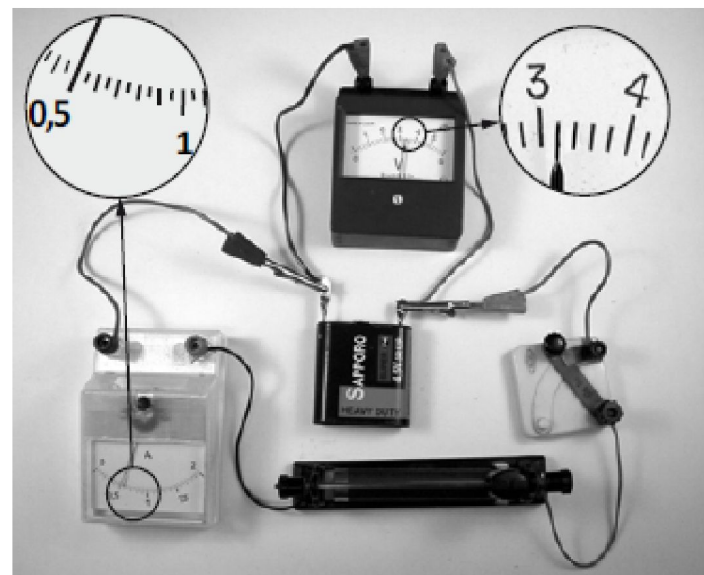
Методологические умения

Пример 9

На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на реостате равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Чему равна по результатам этих измерений сила тока в цепи?

- 1) $(3,2 \pm 0,2) A$
- 2) $(3,2 \pm 0,1) A$
- 3) $(0,50 \pm 0,05) A$
- 4) $(0,500 \pm 0,025) A$

Ответ: 4



Пример 10

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, \text{ А}$	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ напряжение на конденсаторе минимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
- 3) Частота колебаний равна 25 кГц.
- 4) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ заряд конденсатора равен 0.
- 5) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ: 1, 2

ПРИМЕР 11 (28)

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным металлическим поршнем находится идеальный газ. В первоначальном состоянии 1 поршень опирается на жесткие выступы на внутренней стороне стенок цилиндра (рис. 1), а газ занимает объем V_0 и находится под давлением p_0 , равным внешнему атмосферному. Его температура в этом состоянии равно T_0 . Газ медленно нагревают, и он переходит из состояния 1 в состояние 2, в котором давление газа равно $2p_0$, а его объем равен $2V_0$ (рис. 2). Количество вещества газа при этом не меняется. Постройте график зависимости объема газа от его температуры при переходе из состояния 1 в состояние 2. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

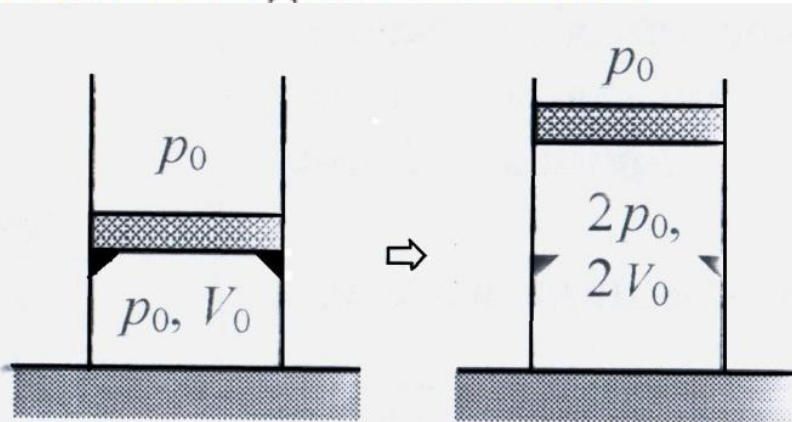
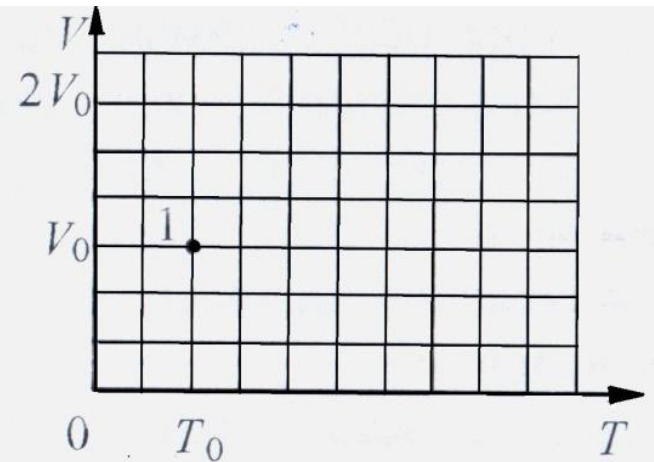


Рис. 1

Рис. 2



Возможное решение:

1. Определим температуру T_2 конечного состояния газа. Запишем уравнение Клапейрона-Менделеева для газа в состояниях 1 и 2:

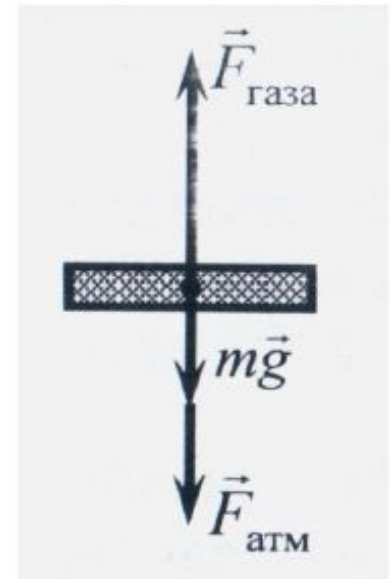
$$\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_0 \\ 2p_0 \cdot 2V_0 = \nu R T_2, \end{cases}$$

Откуда $T_2 = 4T_0$

2. Покажем силы, приложенные к поршню, когда он уже не опирается на выступы на стенках цилиндра. Сила тяжести $m\vec{g}$ и сила давления на поршень со стороны атмосферы $\vec{F}_{\text{атм}}$ постоянны. Поскольку поршень перемещается медленно, сумму приложенных к нему сил считаем равной нулю. Отсюда следует, что сила давления на поршень со стороны газа $\vec{F}_{\text{газа}}$ тоже постоянна. Значит, её модуль $\vec{F}_{\text{газа}} = pS = \text{const}$ (S - площадь горизонтального сечения поршня) при любом положении поршня выше первоначального. Таким образом, $p = 2p_0 = \text{const}$ при $V_0 < V \leq 2V_0$, процесс нагревания газа изобарный ($\frac{V}{T} = \text{const}$). Определим температуру начала этого процесса T_H :

$$\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_0 \\ 2p_0 \cdot V_0 = \nu R T_H, \end{cases}$$

откуда $T_H = 2T_0$

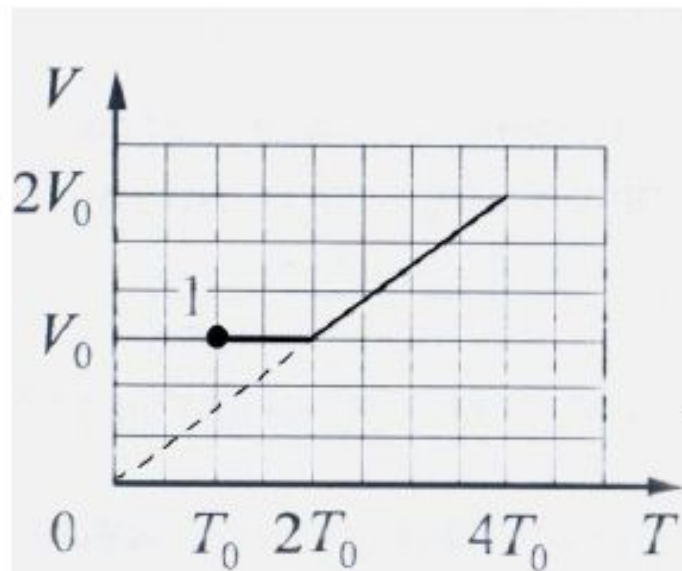


3. На отрезке температур $T_0 \leq T \leq 2T_0$ процесс нагревания газа изохорный ($V = V_0$), давление газа с ростом его температур при нагревании увеличивается от p_0 до $2p_0$.

4. Ответ: а) при $T_0 \leq T \leq 2T_0$ $V = V_0 = \text{const}$;

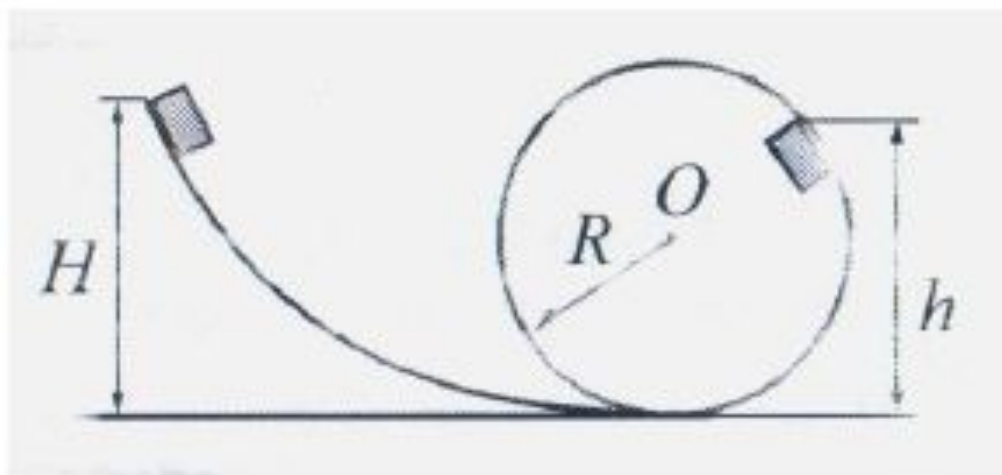
б) при $2T_0 \leq T \leq 4T_0$ объем газа меняется от V_0 до $2V_0$ по закону $\frac{V}{T} = \text{const}$.

График, изображающий зависимости из п. а) и б), представляет собой ломаную линию



ПРИМЕР 12 (29)

Небольшой кубик массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать с высоты $H = 3$ м по гладкой горке, переходящей в мертвую петлю радиусом $R = 2$ м. На какой высоте h от нижней точки петли сила давления кубика на стенку $F = 5H$?
Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



Возможное решение:

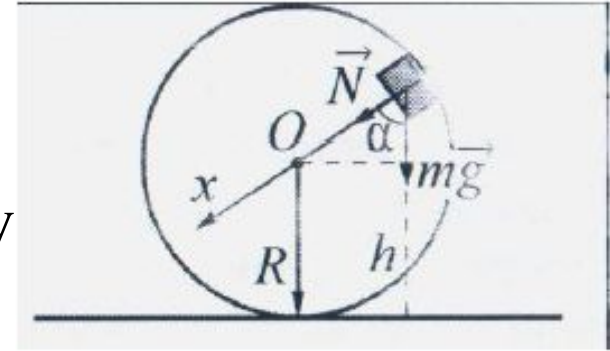
1. Пусть скорость кубика на высоте h равна v , в нижней точке петли потенциальная энергия кубика равно нулю. Тогда по закону сохранения механической энергии

$$mgH = \frac{mv^2}{2} + mgh, \text{ откуда } v^2 = 2g(H - h)$$

2. Когда кубик находится на высоте h , на него действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции опоры \vec{N} . Запишем второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление (Ox на рисунке): $mg \cos \alpha + N = \frac{mv^2}{R}$, где $\frac{v^2}{R} = a_n$ – центростремительное ускорение кубика в этой точке

По третьему закону Ньютона $N = F$

Из рисунка видно, что $\cos \alpha = \frac{h-R}{R}$



3. Из выражений п.1 и 2 получим:

$$h = \frac{1}{3} \left[2H + R \cdot \left(1 - \frac{F}{mg} \right) \right] = \frac{7}{3} \approx 2,33 \text{ м.}$$

Ответ: $h = 2,33 \text{ м.}$

ПРИМЕР 13 (30)

Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится $\nu = 2$ моль гелия, а в правой – такое же количество моль аргона. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Температура гелия равна температуре аргона: $T = 300$ К. определите отношение внутренних энергий газов по разные стороны перегородки после установления термодинамического равновесия.

Возможное решение

1. Так как сосуд теплоизолирован и начальные температуры газов одинаковы, то после установления равновесия температура в сосуде будет равна первоначальной, а гелий равномерно распределится по всему сосуду. После установления равновесия в системе в каждой части сосуда окажется по 1 моль гелия: $\nu_1 = 1$. В результате в сосуде с аргоном окажется 3 моль смеси:

$$\nu_2 = \nu_1 + \nu = 3.$$

2. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре и количеству молей:

$$U = \frac{3}{2} \nu RT \Rightarrow U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 RT_1, U_2 = \frac{3}{2} \nu_2 RT_2$$

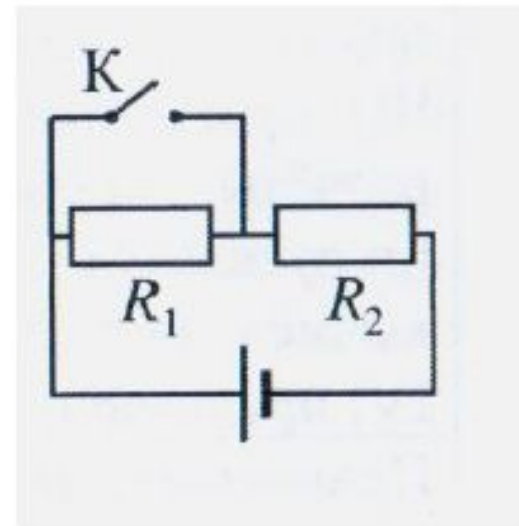
3. Запишем условие термодинамического равновесия: $T_1 = T_2$.

$$4. \frac{U_1}{U_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}, \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{3}$$

Ответ: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{3}$

ПРИМЕР 14 (31)

Источник тока, два резистора и ключ включены в цепь, как показано на рисунке. При разомкнутом ключе на резисторе R_1 выделяется мощность $P_1 = 2$ Вт, а на резисторе R_2 – мощность $P_2 = 1$ Вт. Какая мощность будет выделяться на резисторе R_2 после замыкания ключа K ? внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Возможное решение:

Ток в цепи до замыкания ключа К

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

где ε - ЭДС источника

Мощность, выделяемая соответственно на резисторах R_1 и R_2 ,

$$P_1 = I^2 R_1 \quad (2)$$

$$P_2 = I^2 R_2 \quad (3)$$

Так как после замыкание заключения ключа ток через резистор R_1 не течет, искомая мощность, выделяемая на резисторе R_2 после замыкания ключа К,

$$P'_2 = \frac{\varepsilon^2}{R_2}. \quad (4)$$

Объединяя (1) – (4), получаем:

$$P'_2 = P_2 \left(\frac{P_1}{P_2} + 1 \right) = 9 \text{ Вт}$$

Ответ: $P'_2 = 9 \text{ Вт}$

ПРИМЕР 15 (32)

При освещении металлической пластины монохроматическим светом максимальный импульс фотоэлектронов $p_{max} = 6 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с. Какова длина падающей световой волны, если работа выхода электронов из данного металла $A_{max} = 1,37 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Возможное решение

1. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = h\frac{c}{\lambda} = A_{\text{ВЫХ}} + E_{\text{КИН}},$$

где h - постоянная Планка, c - скорость света в вакууме,

$E_{\text{КИН}}$ - максимальная кинетическая энергия электронов.

$$2. E_{\text{КИН}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{p_{\text{max}}^2}{2m_e}, \quad \text{где } m_e \text{ - масса электрона,}$$

v_{max} - его максимальная скорость.

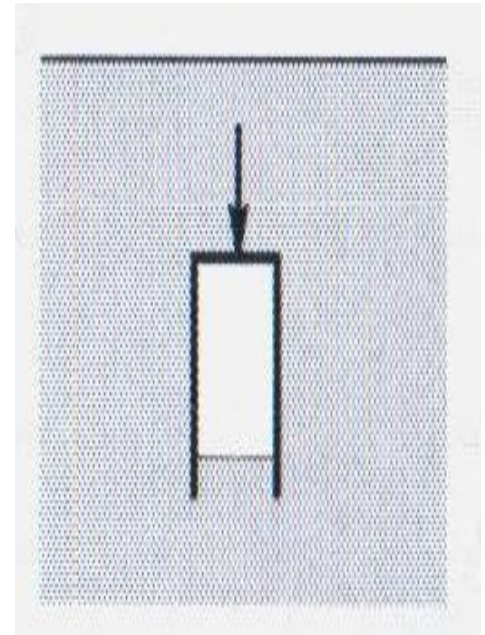
3. Объединяя 1 и 2, получим:

$$\lambda = \frac{hc}{A_{\text{ВЫХ}} + \frac{p_{\text{max}}^2}{2m_e}} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,37 \cdot 10^{-19} + \frac{(6 \cdot 10^{-25})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Ответ: $\lambda \approx 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

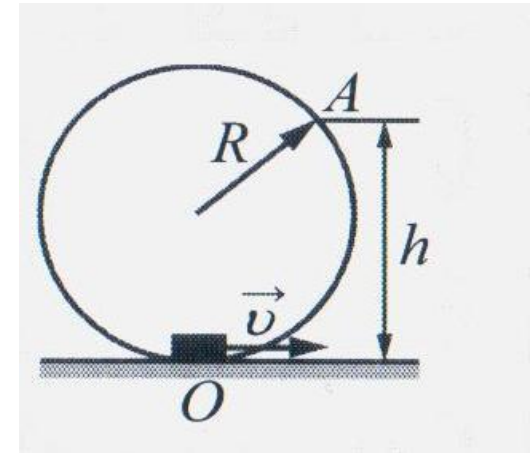
ЗАДАЧА 1 (28)

Небольшой пустой тонкостенный цилиндрический стакан переворачивают вверх дном и медленно погружают в глубокий водоем, удерживая ось стакана в вертикальном положении. Над поверхностью водоема находится воздух. Как при погружении стакана от поверхности воды в глубь водоема будет изменяться модуль выталкивающей силы, действующей на стакан? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Температуру воздуха над поверхностью водоема, воздуха в стакане и воды в водоеме считать одинаковой и постоянной.



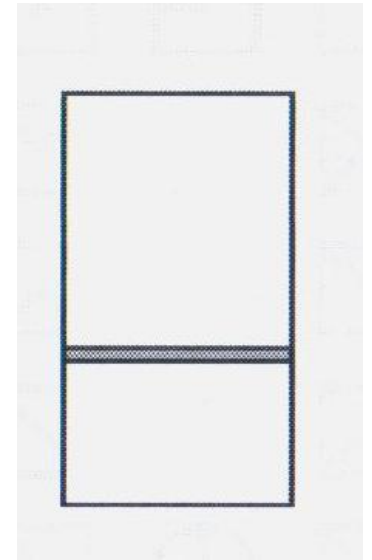
ЗАДАЧА 2 (29)

Небольшая шайба массой $m = 10$ г, начав движение из нижней точки закрепленного вертикального гладкого кольца радиусом $R = 0,14$ м, скользит по его внутренней поверхности. На высоте $h = 0,18$ м она отрывается от кольца и свободно падает. Какую кинетическую энергию имела шайба в начале движения? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу.



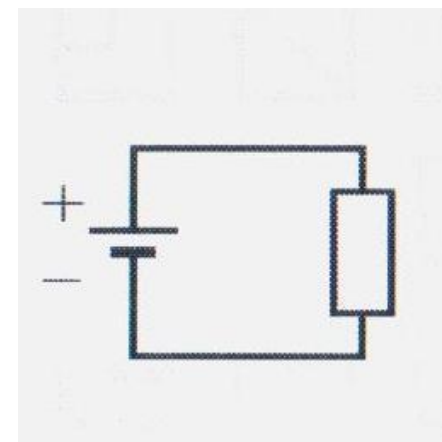
ЗАДАЧА 3 (30)

В вертикальном закрытом с обоих концов сосуде имеется легкоподвижный поршень (см. рисунок), по обе стороны которого находятся одинаковые количества воздуха. В равновесном состоянии при температуре T объем верхней части сосуда в 2 раза больше объема нижней части. После того как воздух в нижней части сосуда нагрели до 400 к, объемы верхней и нижней частей сосуда стали равными. При этом температура воздуха в верхней части осталась прежней. Определите начальную температуру воздуха в сосуде.



ЗАДАЧА 4 (31)

Электрическая цепь питается от батареи, имеющей ЭДС 4,5 В. Какова мощность, выделяемая во внешней цепи при силе тока 5 А, если при силе тока 3 А она равна 9 Вт?



ЗАДАЧА 5 (32)

Электрон, выбиваемый из металлической пластинки с работой выхода 2 эВ излучением с длиной волны 300 нм, попадает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 10^{-3}$ Тл. Вектор его скорости направлен перпендикулярно линиям индукции. Каково максимальное возможное ускорение электрона в магнитном поле?

Спасибо за внимание!

