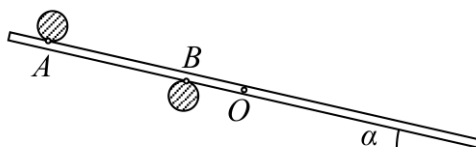


МОШ, 2017/18, отборочный этап, 11 класс

Условия и ответы

1 Стержень на двух валиках

Стержень лежит на двух горизонтальных валиках, касаясь их в точках A и B . Известны длина отрезка $AB = a$ и расстояние b между точкой A и центром тяжести прута O . Найдите коэффициент трения μ между валиком B и стержнем, если валик A гладкий, а прут образует с горизонтом угол α .

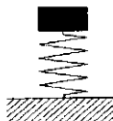


Ответ

$$\mu \geq \frac{a}{b \operatorname{tg} \alpha}.$$

2 Гиря на лёгкой пружине

На лёгкой пружине уравновешена гиря. Деформация пружины при этом составляет $x = 5$ см. Чтобы увеличить деформацию пружины вдвое, медленно приподнимая груз в вертикальном направлении, надо совершить работу $A = 9$ Дж. Найдите жёсткость пружины.



Ответ

$$k = \frac{2A}{9x^2} \approx 800 \text{ Н/м}.$$

3 Кислород и водород под поршнем

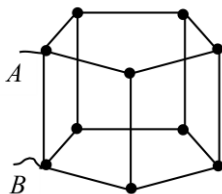
В сосуде под поршнем находится некоторая масса кислорода при температуре $2T$. В него закачивают ещё такую же массу водорода, а температуру понижают до T . Найдите, во сколько раз изменился объём содержимого под поршнем. Газы считать идеальными. Молярная масса кислорода 32 г/моль, водорода 2 г/моль.

Ответ

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\mu_1}{\mu_2} \right) = 8,5.$$

4 Проволочная сетка

Определите эквивалентное сопротивление проволочной сетки между узлами A и B , если сопротивление каждого проводника равно R .



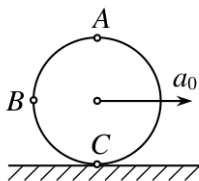
В тексте варианта А фраза обрывается на слове «проводника»; «равно R » взято из вариантов В–F и из решения.

Ответ

$$R_{AB} = \frac{11}{19} R.$$

5 Ускорения точек катящегося колеса

Колесо катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости. Ускорение центра колеса равно a_0 . Найдите значения ускорений точек A и B колеса в момент времени, когда ускорение точки C становится равным по модулю a_0 .

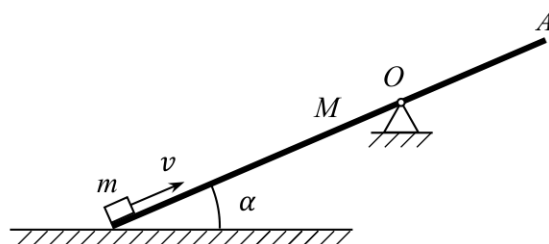


Ответ

$$a_A = a_B = \sqrt{5} a_0.$$

6 Груз на шарнирной доске

Груз массой m толкнули вверх по гладкой доске массой M и длиной l , шарнирно закреплённой в точке O (см. рис.). Доска с горизонтом составляет угол α , расстояние $OA = h < \frac{l}{2}$. Какую скорость v нужно сообщить грузу, чтобы нижний конец доски оторвался от пола?



Ответ

Если $\frac{M}{m} < \frac{2h}{l-2h}$, то $v \geq \sqrt{2g \left(l - h + \frac{M}{m} \cdot \frac{l-2h}{2} \right) \sin \alpha}$; при $\frac{M}{m} > \frac{2h}{l-2h}$ доска не оторвётся ни при какой скорости.

7 Процесс $p = \alpha V$

Над одним молем идеального одноатомного газа проводят процесс $p = \alpha V$, где $\alpha = 273 \text{ Па/м}^3$. При этом оказалось, что сумма увеличения ΔU внутренней энергии газа и полученной теплоты Q равна $\Delta U + Q = 70 \text{ Дж}$. Найдите Q .

Ответ

$Q = 40 \text{ Дж}$.

8 Заряженный шарик в поле

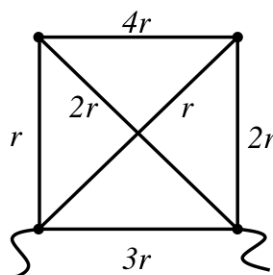
Равномерно заряженный по объёму шарик радиусом R внесли в однородное электрическое поле напряжённостью E_0 . Максимальный угол между векторами напряжённости результирующего поля и поля E_0 оказался равным 60° . Найдите заряд шарика, если после его внесения во внешнее поле распределение заряда не изменилось.

Ответ

$Q = 2\sqrt{3} \pi \varepsilon_0 E_0 R^2$.

9 Сопротивление схемы с диагоналями

Определите общее сопротивление схемы, указанной на рисунке. Диагонали квадрата в центре контакта не имеют.

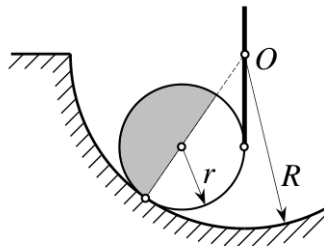


Ответ

$$R = r.$$

10 Сфера с воском в лунке

Сферическую оболочку наполовину заполнили воском, и воск застыл. Сферу удерживают вертикальной нитью в неподвижной полусферической лунке, как показано на рисунке. При каких значениях коэффициента трения μ сфера с воском будет покоиться? Радиус сферы равен r , радиус лунки $R > 2r$, нить проходит через центр лунки O .



Ответ

$$\mu \geq \frac{r}{\sqrt{R^2 - 2Rr}}.$$

11 Газ под поршнем: Q и ΔU

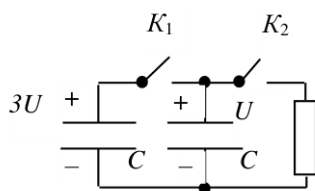
Идеальному газу, находящемуся в вертикальном цилиндре под невесомым подвижным поршнем, сообщают количество теплоты $Q = 300$ Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличивается на $\Delta U = 200$ Дж. Найдите изменение объёма газа и определите его молярную теплоёмкость при постоянном объёме. Внешнее атмосферное давление равно $P_A = 100$ кПа.

Ответ

$$\Delta V = 1 \text{ л}; c_V = 2R.$$

12 Два конденсатора и два ключа

Электрическая цепь состоит из двух конденсаторов ёмкостью C каждый, разомкнутых ключей K_1 и K_2 и резистора (см. рисунок). Один из конденсаторов изначально заряжен до напряжения U , а второй — до напряжения $3U$. Во сколько раз будут отличаться количества теплоты, выделившиеся в резисторе, в зависимости от того, в каком порядке произойдёт замыкание ключей (сначала K_1 , а потом K_2 или сначала K_2 , а затем K_1)? После замыкания каждого ключа проходит достаточно большое время. Сопротивление соединительных проводов значительно меньше сопротивления резистора.



Ответ

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{16}{11}.$$

13 Частица в скрещенных полях

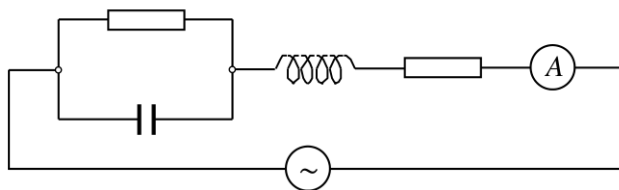
Частица с зарядом q движется вдоль прямой с постоянной скоростью v в однородных скрещенных электрическом и магнитном полях с напряжённостью $\vec{E}$ и индукцией $\vec{B}$, т.е. векторы полей перпендикулярны друг другу ($\vec{E} \perp \vec{B}$). Найдите модуль силы вязкого трения, действующей на эту частицу.

Ответ

$$F = \sqrt{(Eq)^2 - (qvB)^2}.$$

14 Цепь переменного тока с амперметром

Электрическая цепь, состоящая из двух резисторов, конденсатора и катушки индуктивности, подключена к источнику переменного синусоидального напряжения, которое изменяется с частотой 50 Гц. Показание идеального амперметра переменного тока равно 1 А. Найдите среднюю по времени мощность, выделяемую в цепи, если сопротивление каждого резистора равно 100 Ом, а ёмкость конденсатора 10 мкФ.



Ответ

$$P \approx 191 \text{ Вт.}$$

15 Электрон с меняющимся ускорением

Электрон движется прямолинейно в области с электрическим полем в течение времени τ . Половину этого времени он движется с постоянным ускорением, а оставшееся время движется с таким же по модулю, но противоположным по знаку ускорением. Определите, какой минимальный путь может пройти электрон за всё время движения, если вначале он имел скорость v .

Ответ

$$S_{\min} = (\sqrt{2} - 1) v \tau.$$

16 Отношение теплоёмкостей из двух нагревов

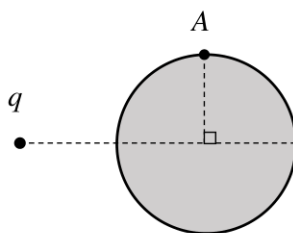
Экспериментально определить отношение теплоёмкостей газа при постоянном давлении и постоянном объёме $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ можно следующим методом. Определённое количество молей газа ν , начальные значения объёма и давления которого равны V и p , нагревают дважды с помощью спирали, по которой пропускают один и тот же ток в течение одинакового времени: сначала — при постоянном объёме, причём конечное давление составляет p_1 , затем — при постоянном давлении, причём конечный объём составляет V_2 . Найдите по этим данным γ , считая газ идеальным. Теплоёмкостью спирали и стенок сосуда можно пренебречь.

Ответ

$$\gamma = \frac{V(p_1 - p)}{p_1(V_2 - V)}.$$

17 Заряд у проводящего шара

Вблизи незаряженного проводящего шара радиусом R расположен точечный заряд q на расстоянии $2R$ от центра шара, как показано на рисунке. На какую величину $\Delta\varphi_A$ изменится потенциал точки (пространства) A , если шар удалить на бесконечность?

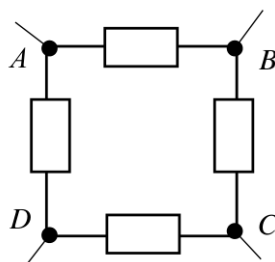


Ответ

$$\Delta\varphi_A = k \frac{q}{R} \left(\frac{1}{\sqrt{5}} - \frac{1}{2} \right).$$

18 Мощность в цепи из четырёх узлов

При подключении источника постоянного напряжения к точкам A и B или C и D цепи, указанной на рисунке, выделяется одна и та же мощность P . При подключении того же источника к парам точек B и C или A и D в цепи выделяется мощность $2P$. Найдите мощность, выделяемую в цепи, при подключении источника к паре точек B и D .

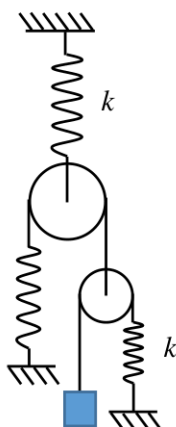


Ответ

$$P' = P \frac{4\sqrt{3}}{(1 + \sqrt{3})^2}.$$

19 Колебания груза на системе блоков

Найдите собственную частоту ω_0 и максимально возможную амплитуду $A_{\max}$ гармонических колебаний системы, изображённой на рисунке. Масса груза равна m . Блоки, пружины и нити невесомы, нити нерастяжимы, трения в осях блоков нет. Длины всех вертикальных участков нитей настолько велики, что не их длинами определяется максимальная амплитуда гармонических колебаний.



Ответ

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{19m}}; A_{\max} = \frac{19mg}{k}.$$

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2017/18, отборочный этап, 11 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.