

Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

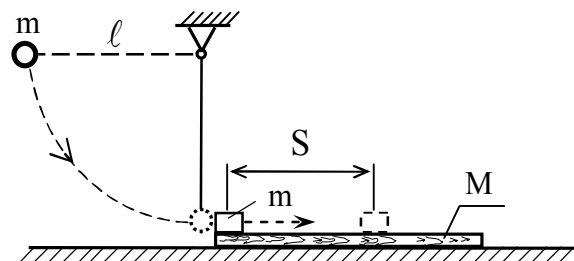
Вариант № 9.

ЗАДАЧА 1.

Две частицы движутся с ускорением g в однородном поле тяжести. В начальный момент частицы находились в одной точке и имели скорости $v_1 = 3,0$ м/с и $v_2 = 4,0$ м/с, направленные горизонтально и в противоположные стороны. Найдите расстояние между частицами в момент, когда векторы их скоростей окажутся взаимно перпендикулярными.

ЗАДАЧА 2.

На гладкой горизонтальной плоскости лежит доска массы $M = 4m$, у левого края которой находится небольшая шайба массы m . Шарик массы m , подвешенный на невесомой нерастяжимой нити, отклонили до горизонтального положения нити и отпустили без



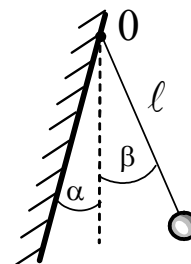
начальной скорости. Проходя вертикальное положение нити, шарик ударяется о шайбу, сообщая ей скорость, направленную вдоль доски. Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской, как единое целое. Считая удар шарика о шайбу абсолютно упругим, найдите путь S , пройденный шайбой по доске до полной остановки, если коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = \mu_0 \cdot x$, где μ_0 - числовой коэффициент, имеющий размерность $\frac{1}{m}$; x - расстояние положения шайбы от левого края доски.

ЗАДАЧА 3.

Одноатомный идеальный газ участвует в процессе, для которого внутренняя энергия газа пропорциональна квадрату его объема $U = \alpha \cdot V^2$, где α - постоянная. Найдите работу A , совершенную газом в таком процессе, если известно количество теплоты Q , сообщенное при этом газу.

ЗАДАЧА 4

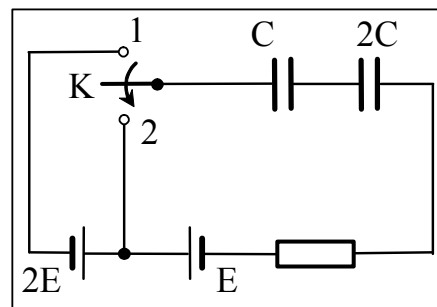
Шарик подвесили на нити длины ℓ к точке O стенки, составляющей небольшой угол α с вертикалью. Затем нить с шариком отклонили на



небольшой угол $\beta > \alpha$ и отпустили. Считая удар шарика о стенку абсолютно упругим, найдите период колебаний такого маятника.

ЗАДАЧА 5.

Найдите количество тепла, которое выделится в цепи при переключении ключа К из положения 1 в положение 2 .

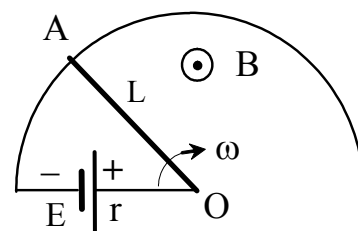


ЗАДАЧА 6.

Источник света расположен на двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы на ее оси. За линзой перпендикулярно оптической оси расположено плоское зеркало. На каком расстоянии от линзы нужно поместить зеркало, чтобы лучи, отраженные от зеркала, пройдя вторично через линзу, стали параллельными? Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см.

ЗАДАЧА 7.

Стержень OA сопротивления R и длины L, вращаясь вокруг точки O с угловой скоростью ω , скользит по полукольцу, сопротивление которого ничтожно мало. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией B, линии которой перпендикулярны плоскости контура. В контур включен источник тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r. Найдите разность потенциалов между клеммами источника тока E. Сопротивлением остальных участков контура пренебречь.



РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 9

ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

Ответ:
$$L = \frac{(v_1 + v_2) \sqrt{v_1 v_2}}{g} = 2,5 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 2. (10 баллов)

Ответ:
$$S = \sqrt{\frac{2\ell}{\mu_0} \frac{M}{(m + M)}}$$

1) В соответствии с законом сохранения энергии

$$v = \sqrt{2gl}.$$

2) В соответствии с законом сохранения импульса

$$u = \frac{m}{m+M} \sqrt{2gl}.$$
 где u - совместная скорость движения шайбы и доски.

3) Работа силы трения $A = -mg\ell \left(\frac{M}{m+M} \right)$. С другой стороны $A = -\frac{1}{2} \mu_0 mgS^2$

Тогда $S = \sqrt{\frac{2\ell}{\mu_0} \frac{M}{m+M}}$

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $A = \frac{1}{4} Q$.

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $T = \frac{4}{3} \pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $Q = q \cdot E = \frac{4}{3} CE^2$.

При переключении ключа через источник тока E протечет некоторый заряд q . Работа батареи равна Eq . Эта работа может частично пойти на увеличение энергии, запасенной в батарее конденсаторов, частично на выделение тепла в цепи. Заряд и, следовательно, энергия, запасенная в батарее конденсаторов, не изменяются при переключении ключа. Меняются лишь знаки зарядов на обкладках. Следовательно, при переключении ключа K через источник тока протекает заряд

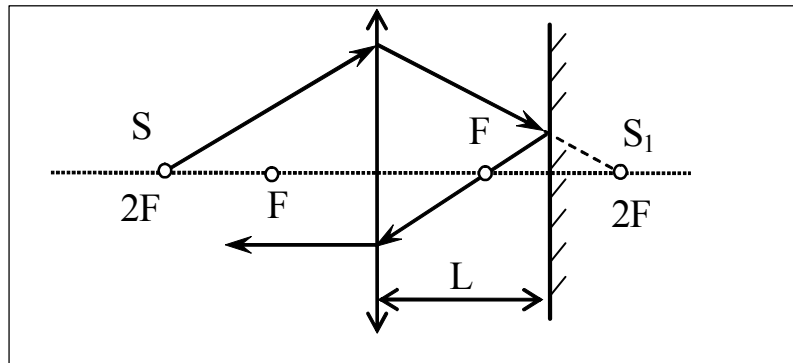
$q = 2C_{\text{БАТ}} E$, где $C_{\text{БАТ}} = \frac{2}{3} C$, то есть $q = \frac{4}{3} CE$, и в цепи выделилось количество тепла

$$Q = q \cdot E = \frac{4}{3} CE^2.$$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $L = \frac{3}{2}F = 15 \text{ см}$.

Из рисунка видно, что $L = \frac{3}{2}F = 15 \text{ см}$



З А Д А Ч А 7. (12 баллов)

Ответ: $\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\varepsilon \cdot R + BL^2 \omega \cdot r}{2(R + r)}$