

Второй (заключительный) этап академического соревнования

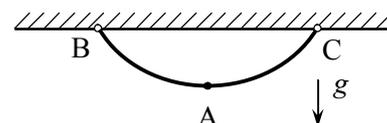
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 21.

ЗАДАЧА 1.

Гибкий трос массы m подвешен за концы к горизонтальному потолку так, что расстояние между точками подвеса меньше длины троса. Натяжение троса в точках подвеса В и С равно T_0 .



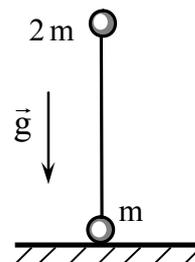
Определите натяжение троса в нижней точке А.

ЗАДАЧА 2. Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна ω .

Найдите наименьшее время, через которое её кинетическая энергия уменьшится вдвое по сравнению с её наибольшим значением.

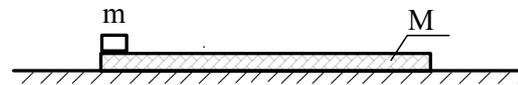
ЗАДАЧА 3.

На гладкую горизонтальную поверхность поставили вертикально гантельку длины ℓ , состоящую из невесомого жесткого стержня с двумя маленькими шариками на концах, массы которых $2m$ и m . Гантельку отпускают без начальной скорости, и она начинает падать. Найдите скорость, с которой верхний шарик коснется горизонтальной поверхности, и величину перемещения нижнего шарика к этому моменту времени. Силами трения пренебречь.



ЗАДАЧА 4.

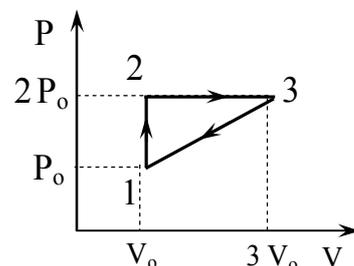
На гладкой горизонтальной плоскости лежит доска массы $M = 4$ кг, у левого края которой находится небольшая шайба массы $m = 1$ кг. Шайбе толчком сообщают скорость, направленную вдоль доски. Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской как единое целое. Найдите скорость v , которую сообщили шайбе, если путь пройденный шайбой по доске до остановки $S = 4$ м.



Коэффициент трения между шайбой и доской равен $\mu = \mu_0 \cdot x$, где $\mu_0 = 0,2 \frac{1}{m}$, а x – расстояние шайбы от левого края доски.

ЗАДАЧА 5.

Абсолютная влажность воздуха при температуре $t_1 = 60^\circ \text{C}$ равна $\rho_1 = 0,05$ кг/м³. Найдите абсолютную влажность ρ_2 при



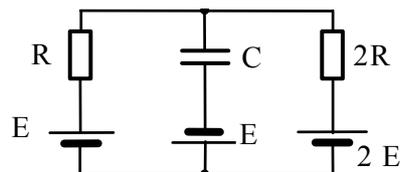
понижении температуры до $t_2 = 10^\circ \text{C}$. Давление насыщенных паров при температуре t_2 равно $p_2 = 1226 \text{ Па}$.

ЗАДАЧА 6.

На $P - V$ диаграмме изображен цикл 1–2–3–1, проводимый с одноатомным идеальным газом. Определите отношение количества теплоты Q_{12} , полученной газом в процессе 1–2, к Q_{23} , полученной газом в процессе 2–3.

ЗАДАЧА 7

Определите заряд на конденсаторе C . Параметры элементов схемы, указанные на рисунке, считать известными. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

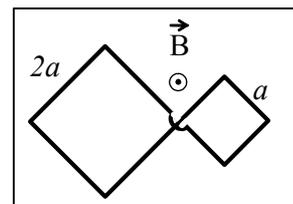


ЗАДАЧА 8.

На находящуюся в воздухе стеклянную пластинку, показатель преломления которой $n = 1,5$, падает луч света. Найдите угол падения луча, если угол между отражённым и преломлённым лучами равен 90° .

ЗАДАЧА 9.

Из проволоки, общим сопротивлением R , сделан плоский замкнутый контур, состоящий из двух квадратов со сторонами a и $2a$. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией B , направленной перпендикулярно плоскости контура. Найдите заряд, который протечёт через поперечное сечение провода при равномерном уменьшении индукции поля до нуля. Между пересекающимися на рисунке проводами электрический контакт отсутствует.



ЗАДАЧА 10.

Энергия атома водорода в основном состоянии равна $E_1 = -13,53 \text{ эВ}$. Найдите длину волны излучения, поглощённого электроном при переходе его со второго энергетического уровня на четвёртый.

Решение варианта № 21

ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

Ответ:
$$T = \sqrt{T_0^2 - \left(\frac{mg}{2}\right)^2}$$

ЗАДАЧА 2. (8 баллов)

Ответ: $t = \frac{\pi}{4\omega}$.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $v = \sqrt{2g\ell}$, $\Delta r = \frac{2}{3}\ell$.

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $v = S\sqrt{\mu_0 g \frac{m+M}{M}} = 6,3 \text{ м/с}$.

1) В соответствии с законом сохранения импульса

$$mv = (m+M) \cdot u, \text{ откуда } u = \frac{m}{m+M}v.$$

2) Работа силы трения ..

$$A = -\frac{mv^2}{2} \frac{M}{m+M}$$

3) С другой стороны, работа силы трения равна $A = -\frac{1}{2}\mu_0 mgS^2$,

Приравняем их $-\frac{mv^2}{2} \frac{M}{m+M} = -\frac{1}{2}\mu_0 mgS^2$

Из последнего равенства находим.

$$v = S\sqrt{\mu_0 g \frac{m+M}{M}} = 6,3 \text{ м/с}$$

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $\rho_2 = 0,0094 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

При температуре $t_2 = 10^\circ\text{C}$ плотность насыщенных паров равна $\rho = \frac{\mu p_2}{RT} = 0,0094 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Эта

величина меньше, чем ρ_1 . Поэтому при охлаждении до температуры $t_2 = 10^\circ\text{C}$ часть паров сконденсируется, и абсолютная влажность будет определяться плотностью насыщенных паров ,

т.е $\rho_2 = \rho = 0,0094 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. .

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

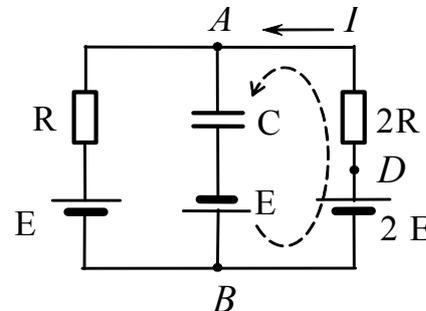
Ответ: $\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = 0,15$.

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $q = \frac{7}{3} CE$.

1. Ток в контуре (направление тока- против часовой стрелки)

$$I = \frac{E}{3R} \quad (1)$$



2. Для контура ABDA (Направление обхода контура показано на рисунке стрелочкой)

$$U + I \cdot 2R = E + 2E \quad (2), \text{ где } U - \text{напряжение на конденсаторе.}$$

$$\text{Из (2) следует } U = 3E - 2IR = 3E - 2 \frac{E}{3R} R = \frac{7}{3} E.$$

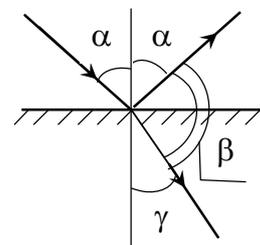
3. Заряд конденсатора

$$q = CU = \frac{7}{3} CE.$$

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $\alpha = \arctg 1,5$.

Из рисунка видно, что $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha = n$. Откуда $\alpha = \arctg n = \arctg 1,5$.



З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $q = \frac{3a^2}{R} B$.

$$\text{Искомый заряд } q = \frac{S_1 - S_2}{R} B = \frac{(2a)^2 - a^2}{R} \cdot B = \frac{3a^2}{R} B$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ: $\lambda = -\frac{16}{3} \cdot \frac{hc}{E_1} = 4,89 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$

Энергия атома на n -ом энергетическом уровне $E_n = \frac{E_1}{n^2}$. Тогда энергия атома на втором

энергетическом уровне $E_2 = \frac{E_1}{2^2} = \frac{E_1}{4}$, а на четвёртом $E_4 = \frac{E_1}{4^2} = \frac{E_1}{16}$.

$h\nu = E_4 - E_2$, откуда $\nu = \frac{E_4 - E_2}{h}$. Тогда $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{ch}{E_4 - E_2}$.

$$\lambda = \frac{ch}{\frac{E_1}{16} - \frac{E_1}{4}} = -\frac{16ch}{3E_1} = -\frac{16 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}}{3(-13,53) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,89 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$