

**Второй (заключительный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету
«Физика», весна 2018 г.**

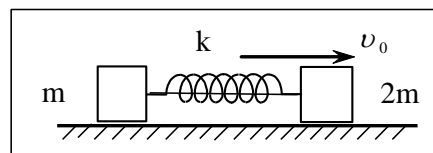
Вариант № 26

ЗАДАЧА 1.

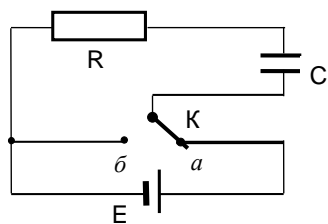
В стенке открытого бака с водой просверлены одно под другим два небольших отверстия. Одно отверстие расположено на глубине h от поверхности воды, второе – на глубине $3h$. Уровень воды в сосуде поддерживается постоянным. Найдите расстояние от стенки бака до точки пересечения струй, вытекающих из отверстий.

ЗАДАЧА 2.

Между брусками с массами m и $2m$, связанными нитью, вставлена легкая пружина жесткости k , сжатая на некоторую величину. Система движется со скоростью v_0 вдоль прямой, проходящей через центры брусков. Нить пережигают, и в момент, когда деформация пружины становится равной нулю, один из брусков останавливается. Найдите начальную величину Δx сжатия пружины. Силами трения пренебречь.



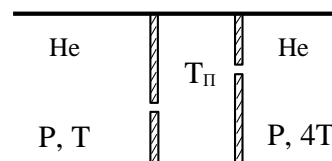
ЗАДАЧА 3.



В цепи, схема которой показана на рисунке, ЭДС батареи $E = 100$ В, её внутреннее сопротивление $r = 100$ Ом, ёмкость конденсатора $C = 200$ мкФ и сопротивление нагревателя $R = 10$ Ом. Ключ А переключается между контактами a и b 10 раз в 1 секунду. Когда ключ находится в положении a , конденсатор полностью заряжается, а при переброске его в положение b , конденсатор полностью разряжается. Найдите среднюю мощность электрического тока в нагревателе. Чему равен коэффициент полезного действия цепи?

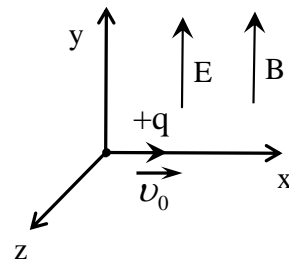
ЗАДАЧА 4.

Теплоизолированная полость соединена с двумя сосудами, содержащими газообразный гелий, одинаковыми отверстиями, размеры которых малы по сравнению с длиной свободного пробега молекул газа. Давление гелия в этих сосудах поддерживаются равными P , а температуры равны T в одном сосуде и $4T$ в другом. Найдите установившуюся температуру T_{II} внутри полости.



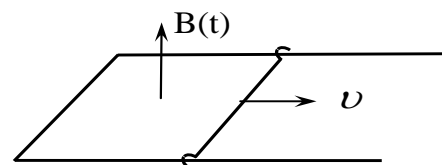
ЗАДАЧА 5.

Из начала координат со скоростью v_0 , направленной вдоль оси x , влетает положительно заряженная частица массы m с зарядом q в область, где созданы однородные, параллельные оси y электрическое и магнитное поля с напряженностью E и индукцией B . Определите, на каком расстоянии от начала координат частица во второй раз (не считая начального) пересечет ось y ?



ЗАДАЧА 6.

Два параллельных провода, расположенных в горизонтальной плоскости на расстоянии h друг от друга и имеющих каждый сопротивление r на единицу длины, замкнуты с одного конца накоротко. По проводам с момента времени $t = 0$ от замкнутого конца начинает с постоянной скоростью v двигаться перемычка, сопротивлением которой можно пренебречь. Вертикальное однородное магнитное поле при



этом изменяется со временем по закону $B(t) = \frac{B_0}{\tau} t$, где B_0

и τ – известные постоянные. Определите количество теплоты, выделившееся в цепи за время, когда индукция поля стала равной B_0 .

Решение варианта № 26

ЗАДАЧА 1.

Ответ: $x = 2h\sqrt{3}$.

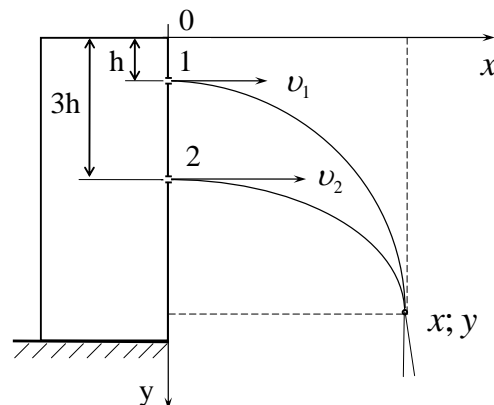
Струи воды, вытекающие из отверстий 1 и 2, расположены в плоскости xu . Координаты точки пересечения струй определяются кинематическими соотношениями:

$$x = v_1 t_1 = v_2 t_2,$$

$$y = h + \frac{gt_1^2}{2} = 3h + \frac{gt_2^2}{2},$$

где скорости $v_1 = \sqrt{2gh}$; $v_2 = \sqrt{2g3h} = \sqrt{6gh}$.

Из этих уравнений находим $x = 2h\sqrt{3}$.

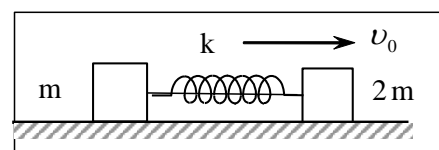


ЗАДАЧА 2.

Ответ: $\Delta x = v_0 \sqrt{\frac{3m}{2k}}$.

Используя законы сохранения импульса и энергии, найдём:

$$\Delta x = v_0 \sqrt{\frac{3m}{2k}}.$$



ЗАДАЧА 3.

Ответ: $\eta = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{R}{R+r} \right) \approx 0,55$; $N = v \frac{CE^2}{2} \left(1 + \frac{R}{R+r} \right) \approx 11 \text{ Вт}$.

ЗАДАЧА 4.

Ответ: $T_{II} = 2T$

По условию задачи отверстия очень малы. Будем считать, что они малы по сравнению с длиной свободного пробега молекул гелия. Тогда все молекулы, попавшие на отверстие, переходят из одного сосуда в другой. Число молекул, сталкивающихся с единицей поверхности, пропорционально концентрации и средней скорости молекул:

$$\boxed{z \approx n\bar{v} \approx \frac{P\sqrt{T}}{T} = \frac{P}{\sqrt{T}}}. \quad \text{Переносимая молекулами энергия пропорциональна } z \text{ и средней}$$

$$\text{энергии молекул } \boxed{\omega \approx z \cdot T \approx P\sqrt{T}}.$$

Потоки молекул и потоки энергии из полости в стационарном состоянии уравниваются соответствующими потоками в полость из обоих сосудов:

$$\left. \begin{aligned} \frac{2P_{II}}{\sqrt{T_{II}}} &= \frac{P}{\sqrt{4T}} + \frac{P}{\sqrt{T}} \\ 2P_{II}\sqrt{T_{II}} &= P\sqrt{4T} + P\sqrt{T} \end{aligned} \right\}, \quad \left. \begin{aligned} 2P_{II} &= \sqrt{T_{II}}P\left(\frac{1}{2\sqrt{T}} + \frac{1}{\sqrt{T}}\right) \\ 2P_{II} &= \frac{2P\sqrt{T} + P\sqrt{T}}{\sqrt{T_{II}}} \end{aligned} \right\}$$

$$\text{Решая эту систему уравнений, получаем } \sqrt{T_{II}}P\left(\frac{1+2}{2\sqrt{T}}\right) = \frac{P\sqrt{T}(2+1)}{\sqrt{T_{II}}},$$

$$\text{откуда } T_{II} = \sqrt{T} \cdot 2\sqrt{T} = 2T.$$

ЗАДАЧА 5.

$$\text{Ответ: } \boxed{h = \frac{8\pi^2 m \cdot E}{q \cdot B^2}}.$$

ЗАДАЧА 6.

$$\text{Ответ: } \boxed{Q = \frac{B_0^2 h^2 \nu}{r}}.$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНД}} = -\frac{2B_0 h \nu}{\tau} t.$$

Тепловая мощность $P = \frac{\mathcal{E}_{\text{ИНД}}^2}{R_{\text{общ}}}$, тогда количество теплоты, выделившееся в цепи за

время, в течение которого индукция поля стала равной B_0 , равно $Q = \frac{B_0^2 h^2 \nu}{r}$.