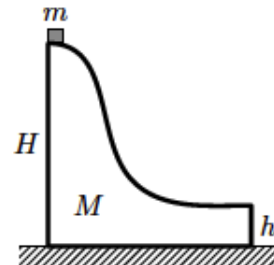


## Олимпиада «Курчатов» по физике

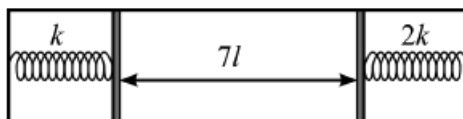
11 класс, 2017 год

1. Небольшая шайба массой  $m$  скатывается с вершины гладкой горки массой  $M$  и высотой  $H$ . Горка находится на гладкой поверхности. На какой высоте  $h$  над поверхностью должен находиться нижний горизонтальный участок горки для того, чтобы шайба упала на поверхность на максимальном расстоянии от точки поверхности, над которой произошел отрыв? Чему равно это расстояние, если  $m : M = 19 : 81$ , а высота горки  $H = 1$  м?



$$x_{\text{отр}} = \frac{m+M}{M} \sqrt{H} = x_{\text{отр}} \cdot \sqrt{H} = y$$

2. К боковым стенкам горизонтально расположенного цилиндра с помощью пружин прикреплены два лёгких подвижных поршня, как показано на рисунке.



Жёсткость левой пружины равна  $k$ , правой —  $2k$ , пружины подчиняются закону Гука и находятся в вакууме. Между поршнями находится идеальный газ при температуре  $T_1 = 350$  К, расстояние между поршнями  $7l$ , длина каждой из пружин  $3l$ . После того, как газ нагрели до температуры  $T_2 = 600$  К, длина правой пружины уменьшилась до  $2l$ . Найдите длины пружин в недеформированном состоянии.

18 и 19

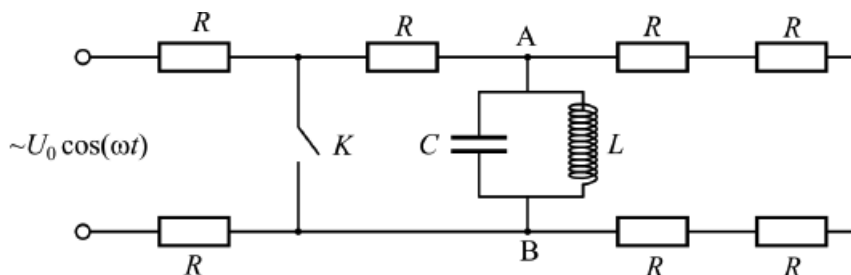
3. Электронагреватель с сопротивлением  $90$  Ом помещён в баллон, в котором находится одноатомный идеальный газ под давлением  $3 \cdot 10^5$  Па. Электронагреватель на  $5$  минут подключают к источнику постоянного напряжения с ЭДС  $100$  В и внутренним сопротивлением  $10$  Ом, после чего давление в баллоне становится равным  $6 \cdot 10^5$  Па. Определите объём баллона. Газ не обменивается теплотой с окружающей средой.

17

4. Три одинаковых маленьких шарика, каждый из которых имеет массу  $m$  и несёт заряд  $q$ , удерживают в вершинах правильного треугольника с длиной стороны  $a$ . В некоторый момент все шарики отпускают, сообщая каждому скорость  $v$ , направленную к центру треугольника. Какой путь пройдёт каждый из шариков к тому моменту, когда его скорость станет равной нулю?

$$\frac{(v_{\text{отр}} \cdot \sqrt{H} + \sqrt{H}) \cdot \sqrt{H}}{v_{\text{отр}} \cdot \sqrt{H} + \sqrt{H}} = s$$

5. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, все резисторы одинаковые и сопротивление каждого из них равно  $R$ . Цепь очень давно подключена к источнику переменного напряжения  $U(t) = U_0 \cos \omega t$ . Ёмкость  $C$  конденсатора и индуктивность  $L$  катушки подобраны таким образом, что выполняется соотношение:  $\omega L = 1/(\omega C)$ .



- 1) Найдите максимальное напряжение на конденсаторе.
- 2) Найдите максимальную силу тока, протекающего через катушку.
- 3) Ключ  $K$  замыкают в момент, когда ток через катушку не течёт. Найдите количество теплоты, которое выделится в каждом из резисторов, расположенных на рисунке справа от ключа  $K$ , после его замыкания.
- 4) Как изменятся ответы для количеств теплоты, выделившихся в тех же резисторах, если ключ размыкают в момент, когда ток через катушку максимален?
- 5) Как изменятся ответы на вопросы 1), 2), 3) и 4), если катушка и конденсатор будут подключены к тем же точкам  $A$  и  $B$  не параллельно друг другу, а последовательно друг за другом?

См. конспект

6. С помощью тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см получили на экране увеличенное в 4 раза чёткое изображение предмета. Затем, не меняя положения линзы, экран придвинули на 40 см к линзе и переместили предмет так, чтобы на экране вновь получилось чёткое изображение предмета. Найдите новое расстояние от предмета до линзы. Какое увеличение получилось во втором случае?

30 см; увеличение стало равно 2

**Ответ к задаче 5**

1)  $U_{\max} = \frac{4}{7}U_0$ . 2)  $I_{\max} = \frac{4}{7}U_0\sqrt{\frac{C}{L}}$ .

3)  $Q_1 = \frac{32}{245}CU_0^2$  — в резисторе, расположенном между ключом и конденсатором;

$Q_2 = \frac{2}{245}CU_0^2$  — в каждом из остальных четырёх резисторов.

4) Никак.

5)  $U_{\max} = \frac{U_0}{3R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ ,  $I_{\max} = \frac{U_0}{3R}$ ,  $Q_1 = \frac{2LU_0^2}{45R^2}$ ,  $Q_2 = \frac{LU_0^2}{360R^2}$ .