

## Олимпиада «Курчатов» по физике

11 класс, 2018 год

1. На горизонтальной подставке лежит груз, прикрепленный к потолку вертикальной нерастянутой пружиной. Подставка начинает опускаться вниз с постоянным ускорением  $a = 2g/5$ ,  $g$  — ускорение свободного падения. Найдите, за какой промежуток времени  $\tau$  после отрыва груза от подставки пружина растянется на максимальную длину. Известен период  $T$  свободных колебаний груза на пружине.

$$\frac{\xi}{L} = \frac{(v-b)\zeta}{v} \wedge \text{где } \frac{v\zeta}{L} + \frac{v}{L} = \omega$$

2. На льду стоит ящик, две противоположные стенки которого скреплены жёстким горизонтальным стержнем. По стержню может скользить, не касаясь дна ящика, муфта, соединённая пружинами с концами стержня. Сначала ящик и муфта неподвижны, пружины не деформированы. Коротким ударом ящику сообщают некоторую скорость в направлении стержня. Найдите отношение  $x$  минимальной и максимальной скоростей ящика при движении. Известно отношение  $\alpha$  массы ящика к массе муфты:  $\alpha = 9$ . Считайте, что за время удара пружины не успевают деформироваться. Массами стержня и пружин, а также трением пренебрегите.

$$s'0 = \frac{1+\alpha}{1-\alpha} = x$$

3. Горизонтальный цилиндр закрыт свободно скользящим поршнем. В цилиндре находится водяной пар при температуре  $T_1 = 453$  К и давлении  $2p_0$ ,  $p_0 = 0,1$  МПа. Пар изохорически охлаждаются до температуры  $T_2 = 373$  К, а затем изотермически уменьшают его объём в 2 раза. При этом внешние силы, действующие на поршень, совершают работу  $A = 450$  Дж. Найдите массу  $m$  сконденсировавшейся воды. Давление насыщенного пара при температурах  $T_1$  и  $T_2$  равно соответственно  $10p_0$  и  $p_0$ , молярная масса воды  $\mu = 18$  г/моль универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль · К). Объёмом воды по сравнению с объёмом пара пренебрегите, пар считайте идеальным газом. Ответ выразите в граммах и округлите до целого.

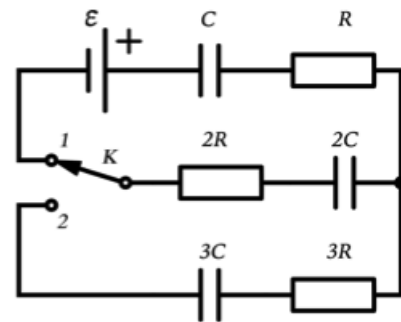
$$19 = \frac{\zeta_L \zeta_H}{(\zeta_L - \zeta_H) V^n} = m$$

4. Расположите 4 заряда величины  $+q$  и 4 заряда величины  $-q$  в вершинах куба со стороной  $a$  таким образом, чтобы энергия электростатического взаимодействия всех зарядов была минимальной. Найдите величину этой энергии.

$$\left( \frac{\xi^{\wedge}}{v} - \frac{\zeta^{\wedge}}{\zeta} + \zeta 1 - \right) \frac{v}{\zeta^{bq}} = m m M$$

5. В электрической схеме, показанной на рисунке, в начальный момент времени все конденсаторы разряжены. Ключ  $K$  сначала переводят в положение 1, а затем, подождав достаточное количество времени для полной зарядки конденсаторов переключают в положение 2. Найдите:

- количество теплоты  $Q_1$ , выделившееся в цепи за то время, пока ключ был в положении 1;
  - количество теплоты  $Q_2$ , выделившееся в цепи за то время, пока ключ был в положении 2;
  - заряд, протекший через ключ  $K$  в положении 2.
- Величины, указанные на рисунке считать известными.



$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}} = b \nabla \cdot \frac{\epsilon \mathbf{I}}{c \partial \mathcal{L}} = \mathcal{I} \partial \cdot \frac{\epsilon}{c \partial \mathcal{L}} = \mathcal{I} \partial$$

6. На ровном горизонтальном столе находится тарелка с бульоном, на поверхности которого плавают масляные капли. Над тарелкой находится паучок Аркаша, который спускается по паутине с постоянной скоростью  $v$ . В некоторый момент времени, оказавшись на высоте  $h$  над одной из капель, с радиусами кривизны  $R_1$  (поверхность воздух-масло) и  $R_2$  (поверхность бульон-масло), Аркаша увидел свое изображение на дне тарелки. Определите фокусные расстояния линзы, образуемой масляной каплей на поверхности бульона (см. рисунок) и скорость изображения Аркаши в системе отсчёта паучка в этот момент. Показатели преломления масла, бульона и воздуха известны и находятся в соотношении  $n_M > n_B > n_V \approx 1$ .

$$\frac{\mathcal{I} f - q}{\mathcal{I} f \partial u} = \mathcal{I} \partial \mathcal{L} \cdot \left( \frac{\partial u}{\partial \mathcal{L}} + \mathcal{I} \right) a = n \cdot \mathcal{I} f \partial u = \mathcal{I} f \cdot \frac{\mathcal{I} \mathcal{M} (\partial u - n u) + \epsilon \mathcal{M} (1 - n u)}{\epsilon \mathcal{M} \mathcal{I} \mathcal{M}} = \mathcal{I} f$$

