

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 τ 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 α 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.

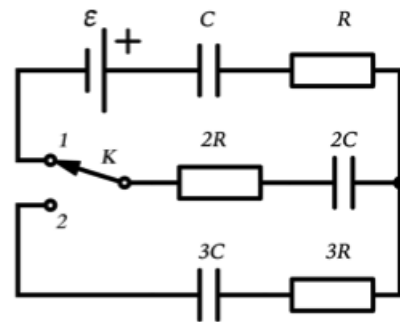
$$19 = \frac{\zeta_L \zeta_H}{(\zeta_L - \zeta_H) V^n} = m$$

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.

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

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.



$$\mathcal{E} = b \nabla \cdot \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}} = \mathcal{E} \cdot \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}} = \mathcal{E}$$

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 $n_M > n_B > n_V \approx 1$.

$$n - \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{R} \right) \sin \alpha = n' \sin \alpha = \frac{1}{f} \left(\frac{2R \sin^2 \alpha + R^2 (1 - \sin^2 \alpha)}{\cos \alpha} \right) = \frac{1}{f}$$

