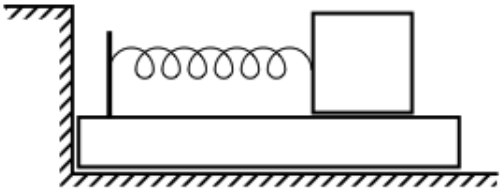
Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2013 год, вариант 2

1. На шероховатой горизонтальной поверхности стола находится доска. На гладкой верхней горизонтальной поверхности доски находится брусок, прикреплённый к доске лёгкой упругой пружиной (см. рисунок). Брусок отклоняют влево так, что пружина сжата на величину x, а доска прижата к упору. Затем брусок отпускают.



1) Найдите деформацию пружины в момент отрыва доски от упора.

2) Найдите скорость бруска в момент отрыва доски от упора.

Известно следующее. Если брусок подвесить на пружине, то деформация пружины равна $4x/11$. Если брусок с доской двигать по столу с постоянной скоростью, прикладывая горизонтальную силу к бруску, то деформация растянутой пружины равна $5x/6$.

1) $x_1 = \frac{5x}{6}$; 2) $v = \frac{11}{12}\sqrt{gx}$

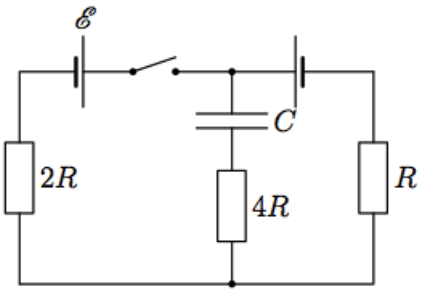
2. В цилиндре под поршнем находятся в равновесии ν молей воды (жидкость) и водяной пар при температуре T. При изобарическом нагревании цилиндра объём увеличивается в 4 раза, а температура — на 25%. Найдите работу, совершённую содержимым цилиндра в этом процессе. Объём жидкости намного меньше объёма пара. Пар считать идеальным газом.

$A = \frac{15}{11}\nu RT$

3. Потенциал электростатического поля в точке A на расстоянии R от точечного заряда Q равен $\varphi_1 = 500$ В. Каким станет потенциал φ_2 в точке A, если заряд Q окажется в центре полого проводящего шара с радиусами сферических поверхностей $5R$ и $7R$ и зарядом $6Q$?

$\varphi_2 = \frac{9}{5}\varphi_1 = 900$ В

4. В схеме, показанной на рисунке, все элементы можно считать идеальными, известные параметры элементов указаны на рисунке, неизвестная ЭДС больше $\mathscr{E}$. Ключ замыкают и дожидаются установления стационарного режима. Затем ключ размыкают, после чего в схеме выделяется количество теплоты, равное $\frac{1}{72}C\mathscr{E}^2$.



1) Какое количество теплоты выделилось в резисторе R после размыкания ключа?

2) Найдите силу тока, протекавшего в схеме в стационарном режиме.

1) $Q_R = \frac{1}{360}C\mathscr{E}^2$; 2) $I = \frac{\mathscr{E}}{6R}$

5. Точечный источник находится на главной оптической оси собирающей линзы. Расстояние $f = 64$ см от линзы до действительного изображения источника в три раза больше расстояния от источника до линзы. Найдите фокусное расстояние F линзы. Если за линзой перпендикулярно её главной оптической оси на расстоянии $l = 59$ см от линзы поместить плоскопараллельную прозрачную пластину, то изображение точечного источника наблюдается на задней поверхности пластины. Найдите расстояние от этого изображения до линзы. Показатель преломления стекла равен $n = 1{,}8$.

1) $F = \frac{f}{4} = 16$ см; 2) $x = l + n(f - l) = 68$ см