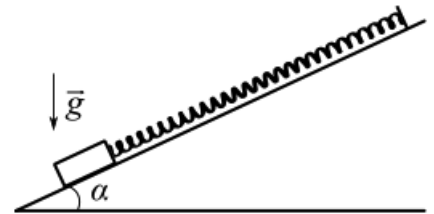


## Олимпиада «Физтех» по физике

## 11 класс, 2017 год, вариант 1

1. На наклонённой под углом  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 3/4$ ) к горизонту поверхности лежит брусок, прикрепленный к упругой невесомой и достаточно длинной пружине (см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность  $\mu = 1/6$ . Брусок отклоняют вниз вдоль поверхности на расстояние  $A_0 = 35$  см от точки  $O$ , соответствующей положению равновесия бруска при отсутствии трения. Затем брусок отпускают, и начинаются затухающие колебания. Если брусок подвесить на этой пружине, то она удлинится на  $x_0 = 32$  см.



- 1) На каком расстоянии от точки  $O$  окажется брусок при первой остановке?
- 2) На каком расстоянии от точки  $O$  брусок остановится окончательно?
- 3) Через какое время брусок остановится окончательно?

$$x \approx \frac{A_0}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{\omega^2}} \approx 27 \text{ см} \quad (2) \quad \text{и} \quad x_0 = A_0 \cos \alpha = 27 \text{ см} \quad (1)$$

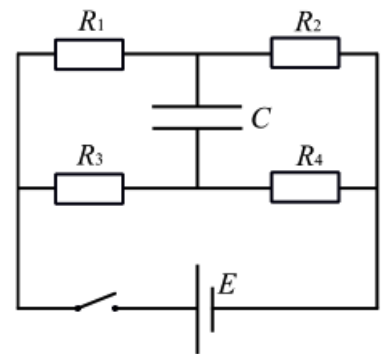
2. Поршень делит объём герметичного вертикально расположенного цилиндра на две части. Стенки цилиндра хорошо проводят теплоту. Снаружи цилиндра поддерживается постоянная температура  $T = 373$  К. Поршень создаёт своим весом дополнительное давление  $p = p_0/5$ , где  $p_0$  — нормальное атмосферное давление. Под поршнем в объёме  $V_0 = 1$  л находится воздух, над поршнем в объёме  $V_0$  — вода массой  $m_1 = 1,2$  г и водяной пар. Система в равновесии. Цилиндр переворачивают вверх дном. После наступления равновесия под поршнем находится вода и водяной пар, над поршнем — воздух.

- 1) Найти объём пара в конечном состоянии.
- 2) Найти массу воды в конечном состоянии.

Объём воды значительно меньше объёма цилиндра, масса воды значительно меньше массы поршня. Трением поршня о цилиндр пренебречь. Молярная масса водяного пара  $\mu = 18$  г/моль, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль · К).

$$V \approx \frac{m_1 \mu}{\rho_0} \approx 0,1 \text{ л} \quad (1) \quad \text{и} \quad m_2 = m_1 \quad (2) \quad \text{и} \quad V_2 = V_0 \quad (1)$$

3. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи  $E$ , сопротивления резисторов  $R_1 = r$ ,  $R_2 = 4r$ ,  $R_3 = 3r$ ,  $R_4 = 2r$ . До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают, а затем через большой промежуток времени ключ размыкают.



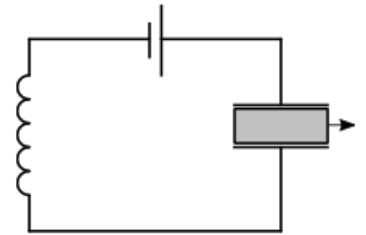
1) Найти напряжение  $U$  на конденсаторе в установившемся режиме при замкнутом ключе.

2) Найти количество  $Q$  теплоты, выделившейся на резисторе  $R_1$  после размыкания ключа.

3) Найти ток  $I_0$ , текущий через конденсатор сразу после замыкания ключа.

$$I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{E}{10r} \quad (1) \quad \text{и} \quad Q = I_0^2 R_1 t \quad (2)$$

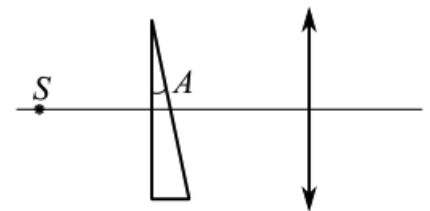
4. Источник с ЭДС  $E$  подключён через катушку с индуктивностью  $L$  к плоскому конденсатору (см. рис.). Источник и катушка идеальные. В конденсаторе находится пластина из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 3$ , полностью заполняющая конденсатор. Ёмкость пустого конденсатора  $C$ . Режим в цепи установился. Пластину быстро извлекают из конденсатора так, что заряд конденсатора не успеваает измениться.



- 1) Найти напряжение на конденсаторе сразу после извлечения пластины.
- 2) Найти максимальный ток в цепи после извлечения пластины.

$$\frac{1}{C} \sqrt{E^2} = \frac{1}{C} \sqrt{E^2(1 - \varepsilon)} = \text{max } I \quad (2) \quad E^2 = E^2 = U^2 \quad (1)$$

5. Тонкая линза с фокусным расстоянием  $F = 20$  см создаёт действительное изображение точечного источника света  $S$ , находящегося на главной оптической оси на расстоянии  $d = 60$  см от линзы. Между источником и линзой на расстоянии  $L = 30$  см от линзы помещают (см. рис.) тонкую стеклянную призму с малым преломляющим углом  $A = 0,04$  радиан при вершине. Призма изготовлена из стекла с показателем преломления  $n = 1,5$ .



- 1) Найти расстояние  $f$  между линзой и изображением до помещения призмы.
  - 2) На какой угол  $\delta$  отклонится после прохождения призмы луч, идущий от источника вдоль главной оптической оси линзы?
  - 3) Найти смещение изображения после помещения призмы.
- Указание: при малых углах  $\alpha$  справедливо  $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$

$$\text{img } \delta = \frac{d-p}{v(1-u)(1-p)} = n \quad (\text{red } 20'0 = v(1-u) = \delta \quad (\text{img } 0\delta = \frac{d-p}{dP} = f \quad (1)$$