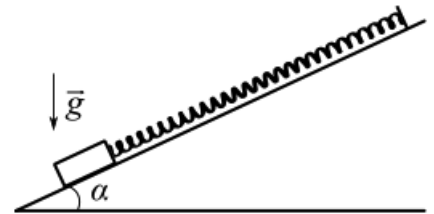


Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2017 год, вариант 1

1. На наклонённой под углом α ($\cos \alpha = 3/4$) 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?

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

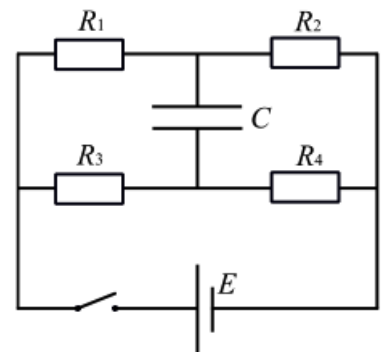
2. Поршень делит объём герметичного вертикально расположенного цилиндра на две части. Стенки цилиндра хорошо проводят теплоту. Снаружи цилиндра поддерживается постоянная температура $T = 373$ К. Поршень создаёт своим весом дополнительное давление $p = p_0/5$, где p_0 — нормальное атмосферное давление. 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).

$$V_{\text{пар}} \approx \frac{m_1 \mu}{\rho_{\text{пар}} \mu} + V_0 = \frac{1,2 \cdot 18}{0,9} + 1 = 2,4 \text{ л} \quad (1)$$

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.



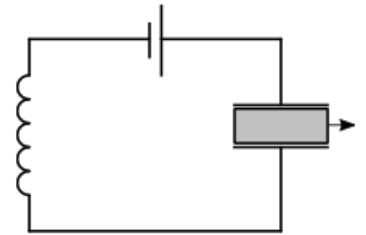
1) Найти напряжение U на конденсаторе в установившемся режиме при замкнутом ключе.

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.

$$I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{E}{r + 4r + 3r + 2r} = \frac{E}{10r} \quad (1)$$

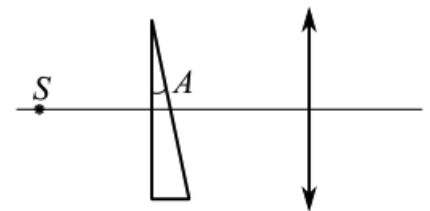
4. Источник с ЭДС E подключён через катушку с индуктивностью L к плоскому конденсатору (см. рис.). Источник и катушка идеальные. В конденсаторе находится пластина из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$, полностью заполняющая конденсатор. Ёмкость пустого конденсатора C . Режим 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.

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

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 δ отклонится после прохождения призмы луч, идущий от источника вдоль главной оптической оси линзы?
 - 3) Найти смещение изображения после помещения призмы.
- Указание: при малых углах α справедливо $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$.

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