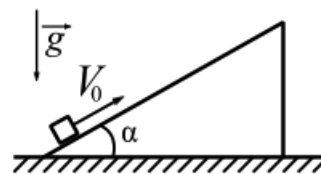


Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2019 год, вариант 1

1. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол α такой, что $\cos \alpha = 0,6$. Если шайбе, находящейся у основания клина, сообщить начальную скорость V_0 вдоль поверхности клина (см. рис.), то к моменту достижения шайбой высшей точки траектории скорость шайбы уменьшается в $n = 5$ раз. В процессе движения шайба безотрывно скользит по клину, а клин по столу. Ускорение свободного падения g . Известными считать V_0 , n и α .



1. Найдите отношение m/M массы шайбы к массе клина.
2. На какую максимальную высоту H , отсчитанную от точки старта, поднимается шайба в процессе движения по клину?
3. Через какое время T после старта шайба поднимается на максимальную высоту?

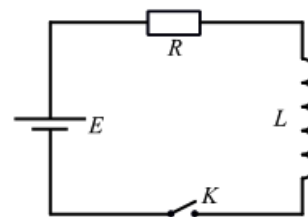
$$\frac{m}{M} = \frac{1}{n^2} \left(\frac{g}{\cos^2 \alpha} - 1 \right) \quad (1)$$

2. Подвижный поршень делит объем горизонтально расположенного сосуда на два отсека с общим объемом $V = 150$ л. В первый отсек ввели $\nu_1 = 1$ моль воды, а во второй ввели $\nu_2 = 2$ моль азота. Можно считать, что объем введенной воды намного меньше V . В отсеках установилась температура $T_1 = 275$ К. Сосуд вместе с содержимым прогревают до температуры $T_2 = 373$ К. Давление насыщенного пара воды при температуре $T_1 = 275$ К равно $P_H = 705$ Па. Плотность воды $\rho = 1$ г/см³.

1. Найти давление P_1 в сосуде до прогрева.
2. Найти объем V_1 первого отсека до прогрева.
3. Найти давление P_2 в сосуде после прогрева.

$$P_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{V} = 0,3 \cdot 10^5 \text{ Па}; \quad V_1 = 18 \text{ см}^3; \quad P_2 = \frac{\nu_1 R T_2}{V_1 + \nu_2 R T_2} \approx 0,62 \cdot 10^5 \text{ Па}. \quad (1)$$

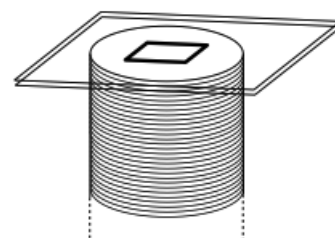
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, их параметры указаны. Ключ K замыкают.



1. Найти напряжение на катушке индуктивности сразу после замыкания ключа.
2. Найти максимальную скорость изменения энергии N_m в катушке индуктивности.
3. Найти скорость изменения тока в цепи в момент, когда скорость изменения энергии в катушке равна $24/49$ от максимальной скорости N_m .

$$\frac{U}{E} = \frac{2}{9}, \frac{dI}{dt} = \frac{1}{9} I \quad (1) \quad \frac{dW}{dt} = u N \quad (2) \quad E = 0, \Omega = 1$$

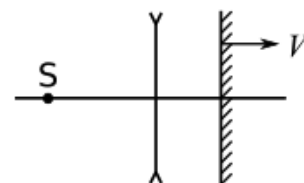
4. По длинному соленоиду пропускается переменный ток, изменяющийся по гармоническому закону с циклической частотой ω . В результате вдали от торцов соленоида возникает однородное магнитное поле с максимальной индукцией B_0 . В плоскости торца соленоида между двумя закрепленными тонкими гладкими стеклянными пластинами помещена прямоугольная жесткая рамка из проволоки со сторонами a и $2a$ (см. рис.). Зазор между пластинами незначительно больше диаметра проволоки. Сопротивление единицы длины проволоки ρ . Индуктивность рамки не учитывать. Размеры рамки сравнимы с диаметром соленоида.



1. Найти максимальный ток в рамке.
2. Найти максимальную силу натяжения длинной стороны рамки.

$$I_{\max} = \frac{6}{1} \frac{B_0 \omega a}{\rho}; \quad (2) \quad F_{\max} = \frac{1}{48} \frac{B_0^2 \omega^2 a^2}{\rho} \quad (1)$$

5. На главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = -30$ см находится муравей S на расстоянии $d_1 = 45$ см от линзы (см. рис.). По другую сторону линзы находится плоское зеркало, перемещающееся вдоль главной оптической оси линзы со скоростью $V = 6$ мм/с. В некоторый момент времени t_0 зеркало было на расстоянии $L = 6$ см от линзы.



1. На каком расстоянии от линзы получится изображение муравья при отсутствии зеркала?
2. На каком расстоянии от линзы получится изображение муравья в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?
3. С какой скоростью движется изображение муравья в момент времени t_0 в системе линза-зеркало?

$$v = 3 \text{ мм/с} = \frac{2}{1} V \quad (1) \quad 15 \text{ см справа от линзы}; \quad (2) \quad 18 \text{ см слева от линзы}; \quad (3) \quad n = 1$$