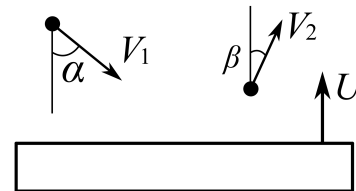


Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2022 год, вариант 1

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 8$ м/с, направленную под углом α ($\sin \alpha = 3/4$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = 1/2$) с вертикалью.



1. Найти скорость V_2 .
2. Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

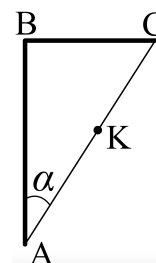
$$\frac{v_2}{v_1} \sin \beta = \frac{v_1}{v_2} (\sin \alpha - \frac{U}{v_1}) \quad (2) \quad \frac{v_2}{v_1} \cos \beta = \frac{U}{v_1} \cos \alpha \quad (1)$$

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором — кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота $T_1 = 300$ К, а кислорода $T_2 = 500$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. $R = 8,31$ Дж/(моль · К).

1. Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.
2. Найти установившуюся температуру в сосуде.
3. Какое количество теплоты передал кислород азоту?

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1 R T_1}{n_2 R T_2} = \frac{3/7 \cdot 300}{3/7 \cdot 500} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5} \quad (1) \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1 R T_1}{n_2 R T_2} = \frac{3/7 \cdot 300}{3/7 \cdot 500} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5} \quad (2)$$

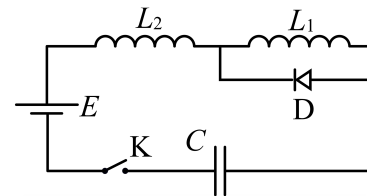
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B . На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B .



1. Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC , если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
2. Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC .

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{2\sigma + \sigma \cos 2\alpha}{2\sigma} = \frac{2 + \cos 2\alpha}{2} \quad (1)$$

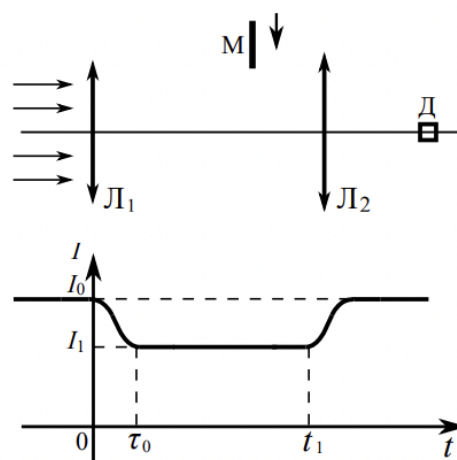
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС \mathcal{E} , катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C , диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа устанавливаются колебания тока в L_1 .



1. Найти период T этих колебаний.
2. Найти максимальный ток $I_{\max 1}$, текущий через катушку L_1 .
3. Найти максимальный ток $I_{\max 2}$, текущий через катушку L_2 .

$$\frac{\mathcal{E}}{C} \sqrt{L} = z_{\max} I \quad (\mathcal{E}; \frac{\mathcal{E}}{C} \sqrt{L} = I_{\max 1} \quad (z; \infty = L) \quad (1)$$

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз \mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 (см. рис.) с фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D , причем D значительно меньше F_0 . На линзу \mathcal{L}_1 падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе \mathcal{D} , на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень M , плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $2F_0$ от \mathcal{L}_1 . На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.



1. Найти расстояние между линзой \mathcal{L}_2 и фотодетектором.
2. Определить скорость V движения мишени.
3. Определить t_1 .

Известными считать величины F_0 , D , τ_0 .

$$0.2z = 1.4 \quad (\mathcal{E}; \frac{0.2z}{D} = L \quad (z; 0.4z = x) \quad (1)$$