

Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, федеральный окружной этап, 2004/05 год

ЗАДАЧА 1. Между линзой и зеркалом параллельно плоскости зеркала летит Муха-Цокотуха. Линза отстоит от зеркала на расстоянии $L = 20$ см, а её главная оптическая ось перпендикулярна его плоскости. В момент, когда муха пересекает ось, скорости её изображений в линзе и в системе линза–зеркало одинаковы по модулю. Найдите фокусное расстояние F линзы и расстояние a от линзы до мухи.

$$(T:0) \ni v : T = d$$

ЗАДАЧА 2. Круглую резиновую лодку оттолкнули от берега озера со скоростью v_0 , и она проплыла расстояние S_0 до остановки. Такую же лодку оттолкнули от берега речки так, что её скорость в начале свободного плавания оказалась равной v_0 и была направлена перпендикулярно течению. К моменту остановки относительно воды лодка проплыла путь $S_1 = \alpha S_0$ в системе отсчёта, связанной с водой. С какой скоростью V относительно берега плыла лодка в тот момент, когда она достигла середины речки, ширина которой $H = \alpha S_0$? Считайте, что $\alpha = 5/4$, сила сопротивления движению лодки в воде прямо пропорциональна скорости, а скорость течения реки всюду одинакова.

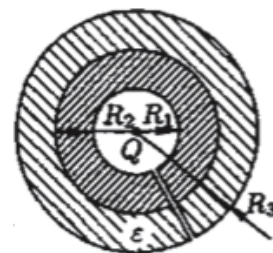
$$0a \frac{v_0}{V} \frac{v_0}{v_0} = \frac{v_0}{v_0} + v - 1 \sqrt{0a} = A$$

ЗАДАЧА 3. В цилиндре под поршнем находятся газы X_2 и Y_2 и соединение X_2Y . В системе протекает химическая реакция $2X_2 + Y_2 \leftrightarrow 2X_2Y$. В равновесном состоянии (когда скорости химической реакции в прямом и обратном направлениях равны) при давлении p система занимала объём V , а количества веществ X_2 , Y_2 и X_2Y были равны ν_1 , ν_2 и ν_3 соответственно. Давление на систему изменили на малую величину Δp . Найдите изменения объёма системы ΔV и количеств веществ $\Delta \nu_1$, $\Delta \nu_2$, $\Delta \nu_3$ после установления нового равновесия. Температура всё время поддерживается постоянной.

Примечание. Известно, что скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций ν_i/V реагирующих веществ. Соответственно, скорости прямой и обратной реакций пропорциональны $(\frac{\nu_1}{V})^2 \frac{\nu_2}{V}$ и $(\frac{\nu_3}{V})^2$. Коэффициенты пропорциональности могут быть разными, но зависят только от температуры. Газы можно считать идеальными.

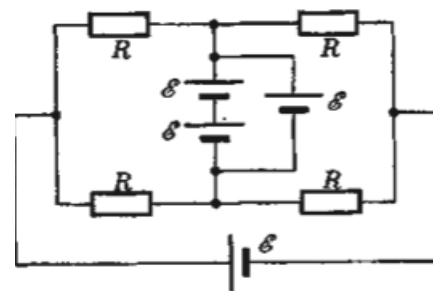
$$\frac{d}{dV} \left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \nu_1}{V} - \frac{\varepsilon_1}{V} + \frac{\varepsilon_2}{V} + \frac{\nu_1}{V} \right) \frac{d}{dV} = x \text{ или } \left(\frac{\varepsilon_1}{V} + \frac{\varepsilon_2}{V} + \frac{\nu_1}{V} \right) \Delta x = \Delta V \cdot x_2 = \varepsilon_1 \Delta x - \varepsilon_2 \Delta x_2 = \nu_1 \Delta$$

ЗАДАЧА 4. Маленький шарик с зарядом Q находится в центре закреплённого незаряженного проводящего полого шара с радиусами концентрических поверхностей R_1 и R_2 ($R_1 < R_2$). Полый шар окружён снаружи концентрическим слоем диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ε и радиусом наружной поверхности R_3 (рис.). Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы удалить шарик через узкий канал в слоях проводника и диэлектрика на расстояние от полого шара, значительно большее R_3 ?



$$A = \frac{kQ^2}{2} \left(\frac{\varepsilon R_3}{R_3 - R_1} - \frac{1}{R_1} \right) \frac{2R_3}{R_3 - R_2} = A$$

ЗАДАЧА 5. Экспериментатор Глюк собрал электрическую цепь (рис.), подключив по ошибке одну из батареек параллельно, а не последовательно двум другим. Найдите токи через резисторы в получившейся цепи. Каждый резистор имеет сопротивление R . Все батарейки одинаковы и имеют ЭДС \mathcal{E} . Внутренние сопротивления батареек малы по сравнению с R .



$$\frac{\mathcal{E}}{R} = \mathcal{E}I = \mathcal{E}I \cdot \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}} = \mathcal{E}I = \mathcal{E}I$$