

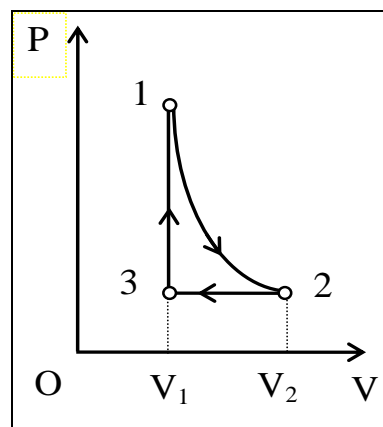
ФИЗИКА ВАРИАНТ № 19

**ЗАДАЧА 1.**

Частица 1 массы  $m_1 = m$  после абсолютно упругого нецентрального столкновения с первоначально покоящейся частицей 2 отклонилась на угол  $\alpha = 60^\circ$ . Импульс частицы 1 до столкновения был по модулю равен  $p_1$ , а после столкновения стал равным  $p'_1 = \frac{p_1}{2}$ . Найдите массу второй частицы  $m_2$ , если система частиц замкнута.

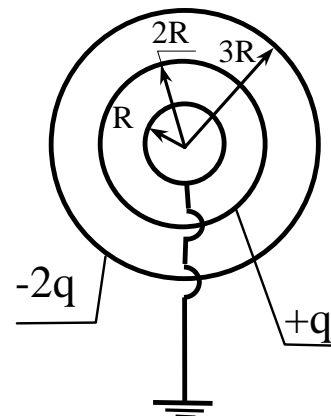
**ЗАДАЧА 2.**

Идеальный одноатомный газ совершает прямой цикл, состоящий из адиабаты, изобары и изохоры с заданным изменением объема  $V_2/V_1 = n$ . Определите КПД этого цикла, если уравнение адиабаты имеет вид  $TV^\alpha = \text{const}$ , где  $\alpha$  - известный показатель степени.



**ЗАДАЧА 3.**

Три концентрические металлические сферы радиусов  $R$ ,  $2R$  и  $3R$  жестко закреплены. Внутренняя сфера заземлена, а две другие равномерно заряжены зарядами  $+q$  и  $-2q$ . Какую минимальную скорость должен иметь точечный отрицательный заряд  $q$  массы  $m$  на достаточном удалении от сфер, чтобы, двигаясь к их центру, достигнуть точки  $C$ , находящейся на расстоянии  $5R$  от центра сфер? Перераспределением зарядов на сферах под действием заряда  $-q$  пренебречь.



**ЗАДАЧА 4.**

Для разделения изотопов урана  $U^{235}$  и  $U^{238}$  пучок однозарядных ионов этих атомов направляют в область пространства, где имеется однородное электрическое поле с напряжённостью  $E = 100 \text{ В/м}$  и однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,02 \text{ Тл}$ . Электрическое и магнитные поля направлены под прямым углом друг к другу и оба перпендикулярны пучку ионов. Ионы проходят эти скрещенные электрическое и магнитное поля без отклонения и проникают через щель в область однородного магнитного поля с индукцией  $B_1 = 0,09 \text{ Тл}$ , направленной перпендикулярно движению ионов. Найдите, на каком расстоянии друг от друга эти ионы окажутся, пройдя половину своей окружности?

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА  
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СОРЕВНОВАНИЯ ОЛИМПИАДЫ  
«ШАГ В БУДУЩЕЕ-2019» ПО КОМПЛЕКСУ ПРЕДМЕТОВ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ»

ФИЗИКА РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 19

**ЗАДАЧА 1.**

Ответ:  $m_2 = m$ .

По закону сохранения импульса

$$P_2 = \sqrt{P^2 + (P_1')^2 - 2P P_1' \cos \alpha} \quad (1)$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{P_1^2}{2m} = \frac{(P_1')^2}{2m} + \frac{P_2^2}{2m_2}, \quad (2) \quad \text{Подставляя (1) в (2), получим } m_2 = m.$$

**ЗАДАЧА 2.**

Ответ:  $\eta = 1 - \frac{5}{3} \cdot \frac{n-1}{n^{\alpha+1} - 1}$ .

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (1)$$

$$\eta = 1 - \frac{5(T_2 - T_3)}{3(T_1 - T_3)} \quad (2)$$

Используя уравнение адиабаты, получим

$$\eta = 1 - \frac{5(nT_3 - T_3)}{3(n^{\alpha+1}T_3 - T_3)} = 1 - \frac{5}{3} \cdot \frac{n-1}{n^{\alpha+1} - 1}.$$

**ЗАДАЧА 3.**

Ответ:  $v = \frac{q}{2} \sqrt{\frac{1}{3 \cdot m \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot R}}$ .

На заземлённой сфере появится заряд  $Q$ .

Из условия заземления 
$$\frac{Q}{4\pi \cdot \epsilon_0 R} + \frac{q}{4\pi \cdot \epsilon_0 2R} - \frac{2q}{4\pi \cdot \epsilon_0 3R} = 0$$

Отсюда 
$$Q = \frac{2q}{3} - \frac{q}{2} = \frac{q}{6}.$$

Потенциал точки С: 
$$\varphi_C = \frac{\frac{q}{6} + q - 2q}{4\pi \cdot \epsilon_0 5R} = -\frac{q}{24\pi \cdot \epsilon_0 \cdot R}.$$

Условие, когда заряд  $q$  долетит до точки С:  $\frac{mv^2}{2} = q\varphi_C$ .

Отсюда  $v^2 = \frac{2q\varphi_C}{m} = \frac{2q \cdot q}{24 \cdot m \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot R}$ ;  $v = \sqrt{\frac{2q \cdot q}{24 \cdot m \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot R}} = \frac{q}{2} \sqrt{\frac{1}{3 \cdot m \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot R}}$ .

#### ЗАДАЧА 4.

Ответ:  $\Delta = 3,46 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 3,46 \text{ мм}$ .

Так как ионы проходят скрещенные поля без отклонения, то их скорость  $v = \frac{E}{B} = 5000 \text{ м/с}$

Каждый ион будет двигаться по окружности радиуса  $R = \frac{mv}{B_1 e}$ , следовательно  $\Delta = 2R_2 - 2R_1$ .

Подставляя числовые значения, получим  $\Delta = 3,46 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 3,46 \text{ мм}$