

Шифр

121216

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Земцов Артём Сергеевич

Земцов Артём Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, ГБОУ школа

№ 1370

Регистрационный номер 20062 6417

Вариант задания № 20

Дата проведения «21» марта 2019 г.

Подпись участника

А.Земцов

Семьдесят (70) 47

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана 121216

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	1							
16	16	16	22							70

121216

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 20.

Дано:

$$P_1' = \frac{P_1}{4}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

 $m_2$  $m_1 = ?$ 

РЕШЕНИЕ

По 3.С.И. найдем импульс второй частицы

$$\vec{P}_1 = \vec{P}_1' + \vec{P}_2 \Rightarrow \vec{P}_2 = \vec{P}_1 - \vec{P}_1'$$

$$\vec{P}_2^2 = \vec{P}_1^2 + \vec{P}_1'^2 - 2 \cdot (\vec{P}_1, \vec{P}_1') =$$

$$= P_1^2 + \frac{P_1^2}{16} - 2 P_1 \cdot \frac{P_1}{4} \cdot \cos \alpha = P_1^2 \left( 1 + \frac{1}{16} - \frac{1}{4} \right) = P_1^2 \cdot \frac{13}{16}$$

П.и. система замкнута, запишем

3.С.Э

$$\frac{P_1^2}{2m_1} = \frac{P_1'^2}{2m_1} + \frac{P_2^2}{2m_2} = \frac{P_1^2}{32m_1} + \frac{13P_1^2}{32m_2}$$

$$\text{Получаем: } \frac{1}{2m_1} = \frac{1}{32m_1} + \frac{13}{32m_2}$$

$$16m_2 = m_2 + 13m_1$$

$$m_1 = \frac{15m_2}{13}$$

$$\text{Отв: } m_1 = \frac{15m_2}{13}$$

(4)

22

Дано

$$\frac{P_2}{P_1} = n$$

$$P_1$$

$$T \cdot P^\alpha = \text{const}$$

$$\eta = ?$$

РЕШЕНИЕ.

$$\eta = \frac{Q_{\text{погв}} + Q_{\text{отб}}}{Q_{\text{погв}}}$$

$$Q_{\text{погв}}$$

Тепло подводится на участке 1-2

$$Q_{\text{погв}} = C_V (T_2 - T_1)$$

Так как на изохоре

$$\frac{T}{P} = \text{const.} \quad \frac{T_2}{P_2} = \frac{T_1}{P_1}$$

$$T_2 = \frac{P_2}{P_1} \cdot T_1 = n \cdot T_1$$

Значит:

$$Q_{\text{погв}} = C_V \cdot (n - 1) \cdot T_1$$

Тепло отводится на участке 3-1.

$$Q_{\text{отб}} = C_P \cdot (T_1 - T_3)$$

По ур-ню адиабаты

$$T_2 \cdot P_2^\alpha = T_3 \cdot P_1^\alpha \Rightarrow T_3 = T_2 \cdot \frac{P_2^\alpha}{P_1^\alpha} = T_2 \cdot n^\alpha = T_1 \cdot n^{\alpha+1}$$

Потому

$$Q_{\text{отб}} = C_P (1 - n^{\alpha+1}) \cdot T_1$$

учитывая

$$C_V = \frac{3}{2} R, C_P = \frac{5}{2} R \text{ для одноатомного газа}$$

получим:

$$\eta = \frac{C_V \cdot (n - 1) + C_P \cdot (1 - n^{\alpha+1})}{C_V \cdot (n - 1)} = \frac{3n + 2 - 5 \cdot n^{\alpha+1}}{3(n - 1)}$$

$$\text{отб: } \eta = \frac{3(n - 1)}{3(n - 1)}$$



23

Дано

$$R_1 = R$$

$$R_2 = 2R$$

$$R_3 = 3R$$

$$q_1 = 4q$$

$$q_3 = 2q$$

m

$$\varphi_2 = 0$$

В?

РЕШЕНИЕ

1

Найдём Q-заряд средней сферы.

Поток кон её потенциал = 0:

$$\frac{k \cdot 2q}{3R} + \frac{kQ}{2R} + \frac{k \cdot 4q}{2R} = 0$$

$$\frac{Q}{2} + \frac{8}{3} \cdot q = 0 \Rightarrow Q = -\frac{16}{3} q +$$

Найдём потенциалы в точке C.

$$\varphi_C = \frac{k \cdot 2q}{3R} + \frac{kQ}{3R} + \frac{k \cdot 4q}{3R} =$$

$$= \frac{kq}{3R} \cdot \left( 6 - \frac{16}{3} \right) = \frac{2kq}{9R} +$$

Поток по 3C3

~~Вопрос~~

2



$$\varphi_C \cdot q = \frac{mv_{\min}^2}{2}$$

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{2\varphi_C \cdot q}{m}} = \sqrt{\frac{4kq^2}{9mR}} = \frac{2q}{3} \cdot \sqrt{\frac{k}{mR}}$$

$$\text{где } k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\text{Отв: } v_{\min} = \frac{2q}{3} \cdot \sqrt{\frac{k}{mR}}$$

Дано

$$E = 200 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$B_1 = 0,01 \text{ Тл}$$

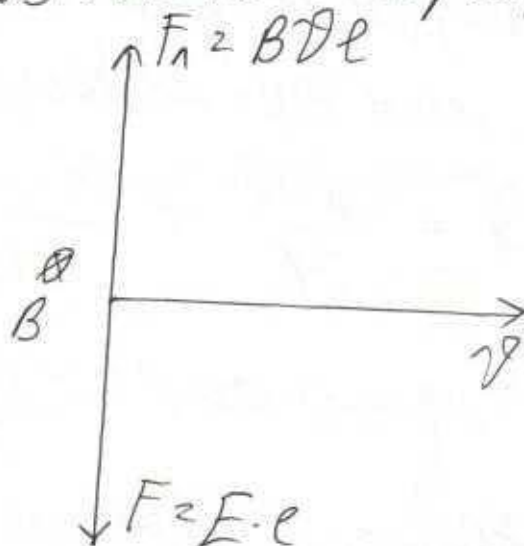
$$B = 0,01 \text{ Тл}$$

$$q = e$$

$x = ?$

РЕШЕНИЕ.

Из области сходящихся линий:



Поток кон изотопы проходят без отклонения

$$F = F_n; E = Bv; v = \frac{E}{B}$$

В области однородного магнитного поля ионы движутся по окружностям. Найдем радиусы этих окружностей.

$$F_n = m a_{ц.с} \Rightarrow B_1 \cdot v \cdot e = m \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{B_1 \cdot e}, \text{ значит } R_{208} = \frac{m_{208} \cdot v}{B_1 \cdot e}$$

$$R_{212} = \frac{m_{212} \cdot v}{B_1 \cdot e}, \text{ пройдя окружности ионы касаются на расстоянии}$$

$$X = 2 \cdot R_{212} - 2 \cdot R_{208} = \frac{2 \cdot v}{B_1 \cdot e} \cdot (m_{212} - m_{208})$$

$$= \frac{2E}{B_1 \cdot B \cdot e} \cdot (m_{212} - m_{208}) = \frac{2E}{B_1 \cdot B \cdot e} \cdot 4 M_n$$

$$= \frac{8EM_n}{B_1 \cdot B \cdot e} = \frac{8 \cdot 200 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{0,01 \cdot 0,01 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,67 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

Отв:  $x = 1,67 \cdot 10^{-1} \text{ м}$