

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр

111710

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физике

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Бритчин Алексей Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения)

Байконур - МКИ

Регистрационный номер

ИМ7621

Вариант задания

30

Дата проведения " 11 " марта 20 17 г.

Подпись участника

Бриф

|   |   |   |    |    |    |    |   |    |    |          |
|---|---|---|----|----|----|----|---|----|----|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 | 9  | 10 | $\Sigma$ |
| 8 | 8 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 12 | 3  | 76       |
|   |   | — |    |    |    |    |   |    |    |          |

Шифр 111710

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 30

№1

Дано:

$$t = 30 \text{ с}$$

$$s = 300 \text{ м}$$

$$n = \frac{v}{v_0} = 7$$

$a = ?$

Решение:

Так как движение равноускоренное, то найдем уравнение координаты и скорости (в проекциях на ось движения)

$$\begin{cases} x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \\ v = v_0 + at \\ n v_0 = v \end{cases} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t}; a = \frac{v_0(n-1)}{t} \Rightarrow v_0 = \frac{at}{n-1}$$

$v_0$  — начальная скорость  
 $a$  — ускорение тела

$\Rightarrow x = x_0 + \frac{at^2}{n-1} + \frac{at^2}{2}$  При  $t=0$   $x_0 = 0$ ;  $x = s$  (за начальное время)

$$x = at^2 \left( \frac{1}{n-1} + \frac{1}{2} \right)$$

$$\Rightarrow a = \frac{s}{t^2 \left( \frac{1}{n-1} + \frac{1}{2} \right)}$$

$$a = \frac{300 \text{ м}}{(30 \text{ с})^2 \left( \frac{1}{6} + 0,5 \right)} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

+ (1)

Ответ:  $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

№2.

Дано:

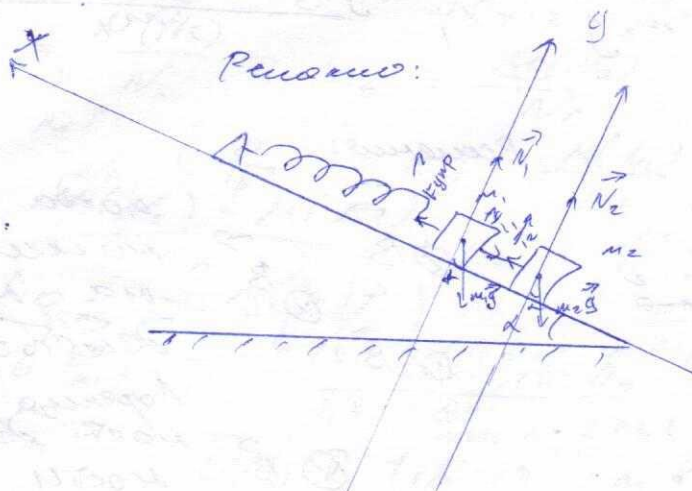
$m_1; m_2;$

$\alpha$

$l$  — ?

$|\vec{a}|$  — ?

Решение:





по 3-му Ньютону

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

$$\text{ОХ: } F_1 = F_2 = T$$

4-й груз в покое:

по 3-му Ньютону

$$\vec{N}_2 + \vec{T} + m_2 \vec{g} = 0$$

Нормально ОХ вдоль Бупр, ОУ вдоль  $N_2$ .  
тогда в проекции на ОХ:

$$T - m_2 g \sin \alpha = 0$$

$$T = m_2 g \sin \alpha.$$

Для того, чтобы найти ускорение  $m_1$  после схождения цепи, найдём максимальное расстояние прижатых, рассматривая грузы  $m_1$  и  $m_2$  как систему  $M = m_1 + m_2$

тогда, по 2-му 3-му Ньютону

$$\text{ОХ: } \begin{cases} F_{\text{упр}} = Mg \sin \alpha \\ F_{\text{упр}} = |-kx| \end{cases} \Rightarrow x = \frac{Mg \sin \alpha}{k}, \text{ где коэффициент упругости}$$

Тогда, после схождения цепи по 3-му Ньютону

$$\text{ОХ: } \begin{cases} F_{\text{упр}} - m_1 g \sin \alpha = m_1 a \\ F_{\text{упр}} = |-kx| \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = \frac{Mg \sin \alpha}{k} \\ M = m_1 + m_2 \end{cases} \quad a = \frac{Mg \sin \alpha - m_1 g \sin \alpha}{m_1}$$

$$a = \frac{g \sin \alpha (m_1 + m_2) - m_1 g \sin \alpha}{m_1}$$

$$\text{Ответ: } T = m_2 g \sin \alpha; \quad \frac{g \sin \alpha (m_1 + m_2) - m_1 g \sin \alpha}{m_1}$$

до 7.

Дано:

$$\omega = 4 \cdot 10^2 \text{ рад/с}$$

$$l = 10^{-3} \text{ м}$$

a = ?

Решено:



когда  $\vec{v}$  вступает в магнитное поле на него начинает действовать сила Лоренца,  $F_L$  и он может двигаться по окружности

$$F_L = q \mathcal{E} B \sin \alpha$$

$q$  - заряд  $e$  -  $e$

$\mathcal{E}$  - его магн. ск-ть

$B$  - сила маг. индукции

$$\alpha - (\vec{B}; \vec{v}) = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$$

$\Rightarrow$  по II 3-му Нютона

$$\vec{F}_L = m \vec{a}$$

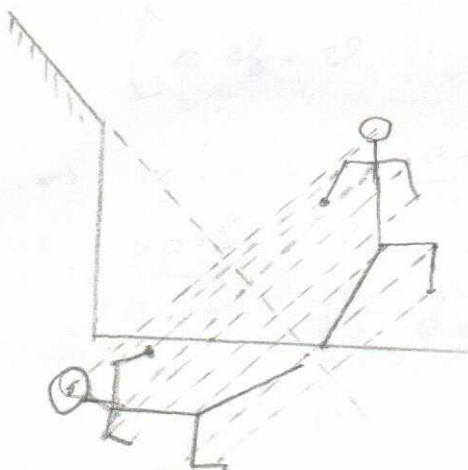
$$F_L = ma$$

$$q \mathcal{E} B = ma \quad a = \frac{q \mathcal{E} B}{m}$$

$$a = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 4 \cdot 10^7 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 10^{-3} \text{ Тл}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 7 \cdot 10^{15} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Отв.  $7 \cdot 10^{15} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

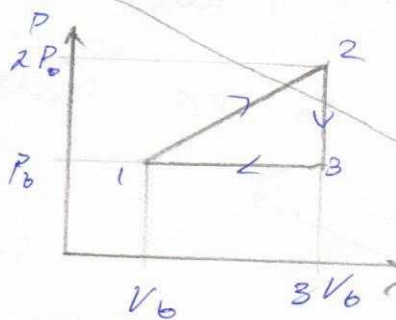
+ (1)



Для того, чтобы построить изображение в зеркале, продлю пл-ть зеркала и воспользуясь осевой симметрией.

(5)

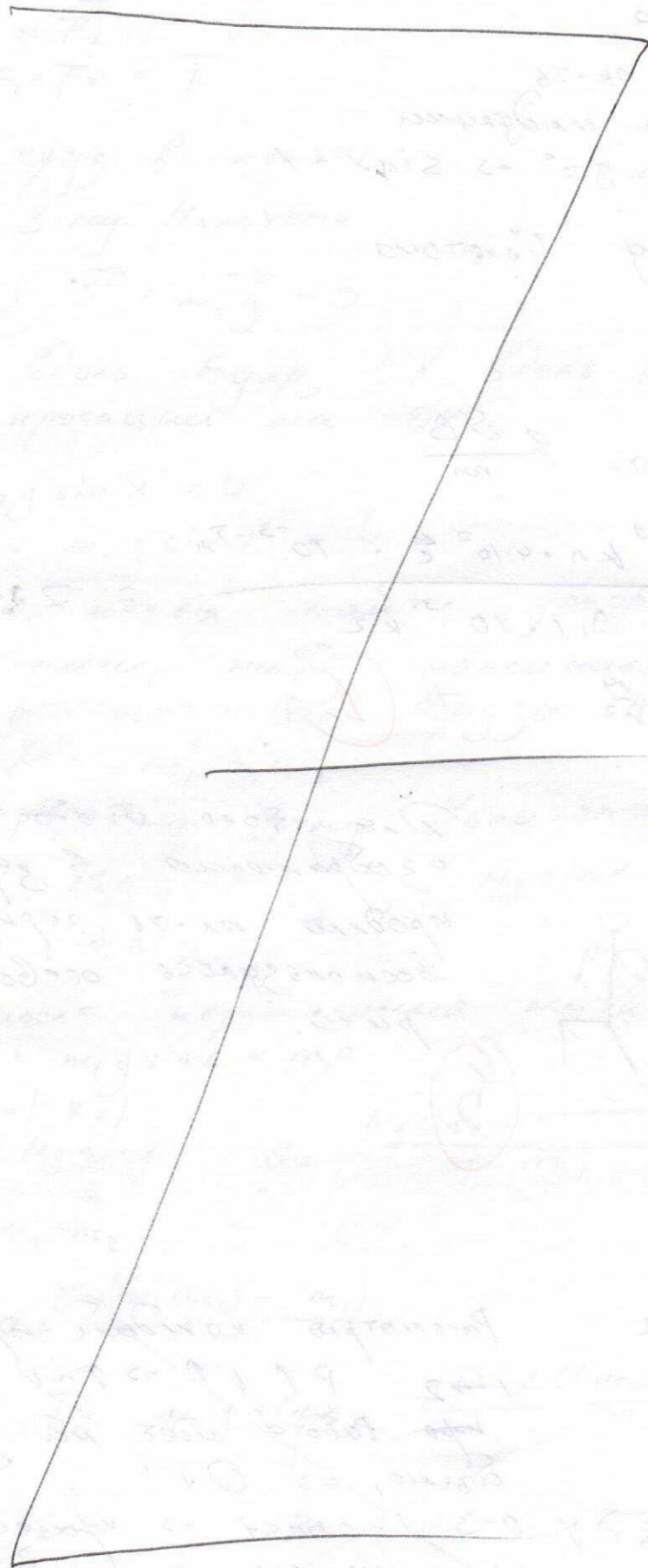
Реш.



Рассмотрю каждый процесс  
 $1 \rightarrow 2$   $P \propto V$   $\Rightarrow P \propto V$   $T = \text{const}$   
 т.к. работа идет на увеличение объема,  $\Rightarrow Q_1$

$2 \rightarrow 3$   $V = \text{const} \Rightarrow$  процесс изобарный  
 т.к. 3-му Шарля  $\Rightarrow \frac{P}{T} = \text{const}$   
 $P \downarrow \Rightarrow T \downarrow \Rightarrow$  с выделением тепла

$3 \rightarrow 1$





|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |

Шифр

111 710

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 30

15-36.  
Решено:  
 $R = 10 \text{ см}$   
 $r = 4 \text{ см}$   
 $\gamma = 10 \text{ В}$   
 $\sigma = ?$   
 $\sigma = ?$

Решение:

$r \neq R$ , т.к. пов-ть шара эквипотенциальна  
маг. поверхности,  $\gamma = \frac{q}{R} \rightarrow q = \gamma R =$   
 $= 4\pi \epsilon_0 \gamma R$

$\sigma = \frac{q}{S} \quad S = 4\pi R^2$ , где  $\sigma$  — поверхностная  
плотность заряда

$$\sigma = \frac{4\pi \epsilon_0 \gamma R}{4\pi R^2} = \frac{\gamma \epsilon_0}{R}$$

$$\sigma = \frac{10 \text{ В} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}}{0,1 \text{ м}} \approx 8,85 \frac{\text{мКл}}{\text{м}^2}$$

Ответ:  $8,85 \frac{\text{мКл}}{\text{м}^2}$

НАНО

10-9

15-34.

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$T_0 = 273 \text{ К}$$

$$\gamma = 0,60 \frac{\text{г}}{\text{л}} = 0,60 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$n(N_2) = ?$$

Решение:

по 3-му Давидсона

$$p = p_1 + p_2 \quad \left. \begin{array}{l} p_1 = n_1 k T \\ p_2 = n_2 k T \end{array} \right\} p(n_1 + n_2) k T$$

$$n_1 = \frac{p}{k T} - n_2$$

$$\rho_{\text{смеси}} = \rho_{\text{He}} + \rho_{\text{N}_2} = m_{01} n_1 + m_{02} n_2$$

$$m_{01} = \frac{M(\text{He})}{N_A}; \quad m_{02} = \frac{M(\text{N}_2)}{N_A}$$

$$\rho_{\text{см}} = \frac{M(\text{He})}{N_A} \left( \frac{p}{k T} - n_2 \right) + \frac{M(\text{N}_2)}{N_A} n_2$$

$$\rho_{\text{см}} = \frac{M(\text{N}_2) - M(\text{He})}{N_A} n_2 + \frac{M(\text{He}) p}{k N_A T}$$

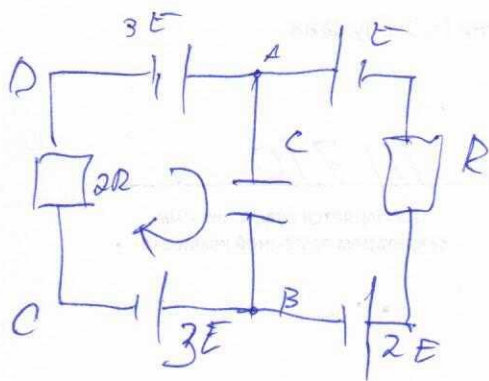
$$n_2 = \left( \rho_{\text{см}} - \frac{M(\text{He}) p}{k N_A T} \right) \frac{N_A}{M(\text{N}_2) - M(\text{He})}$$

$$n_2 = \left( 0,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \text{ Па}}{8,31 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 273 \text{ К}} \right) \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}}{(28 - 4) \cdot 10^{-3} \text{ кг}} = 1,5 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$$

Ответ:  $1,5 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$

+1

№ 9.



$$E_{\text{сум}} = E - 3E + 3E + 2E = 3E$$

$$R_{\text{общ}} = 2R + R = 3R$$

$$I = \frac{E_{\text{сум}}}{R_{\text{общ}}} = \frac{3E}{3R} = \frac{E}{R} \quad (\text{по 3-му закону Кирхгофа})$$

контур ABCD по 3-му закону Кирхгофа

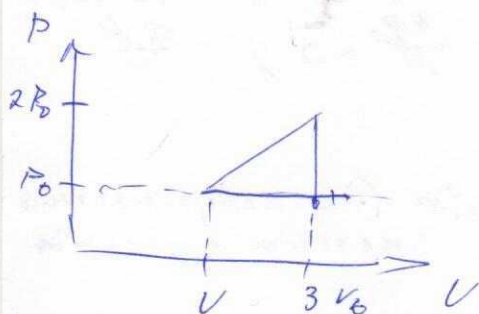
$$U_A - 3E - I \cdot 2R + 3E = U_B$$

$$U_A - U_B = U_C = 2RI = 2R \cdot \frac{E}{R} = 2E$$

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C \cdot 4E^2}{2} = 2E^2C$$

+ (1)

№ 5.



$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}}$$

по 1 3-му термодинамическому закону

$$Q = n C_{V,m} \Delta T$$

$$A_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} p_0 (3V_0 - V_0) = p_0 V_0$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} = n C_{V,m} (T_2 - T_1)$$

$$n C_{V,m} = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1)$$

из уравнения Менделеева-Клапейрона  $pV = \nu RT \rightarrow T = \frac{pV}{\nu R}$

$$A_{12} = \frac{3}{2} (2 p_0 3 V_0 - p_0 V_0) = \frac{15}{2} p_0 V_0 = 7,5 p_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_0 + 2 p_0) 2 V_0 = 3 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{p_0 V_0}{(7,5 + 3) p_0 V_0} = \frac{1}{10,5} = 0,095$$

$$\eta = 9,5 \%$$

Ответ: 9,5 %

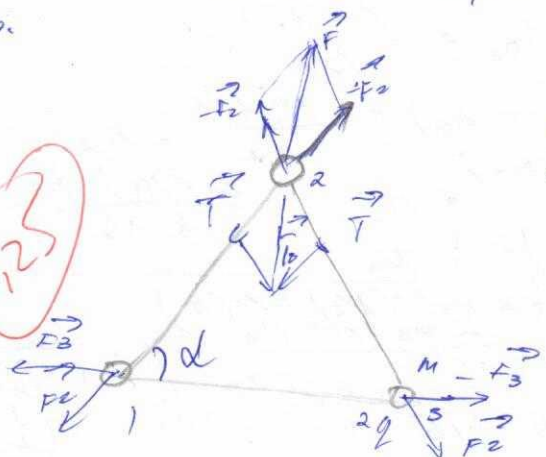
+ (1)

№ 10.

Дано:  
и и и

и max - ?

0,25



Когда шарики порежигают, 1 и 3 шарик максимално отталкиваются друг от друга, и за счет сил натяжения шарики 1, 2 и 3 шарик 2 может двигаться с ускорением 2g шарик.

$$2F_2 \cos \alpha = 2T \cos \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow T = \frac{F_2 \cos \frac{\pi}{2}}{\cos \frac{\pi}{2}}$$

После слияния кисти 2ой шар будет разломан.  
До тех пор, пока шары 1 2 3 не будут находиться  
на (линии, при этом 7 будет так и один  
кво

