

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119266

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Данильченко И. К.

Город, № школы (образовательного учреждения)

Москва, м.г.ш.

№ 1502

Регистрационный номер

Ш М 4352

Вариант задания

29

Дата проведения

19 марта 20 17 г.

Подпись участника

Данек

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	4	10	5	10	10	10	10	12	6	85

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

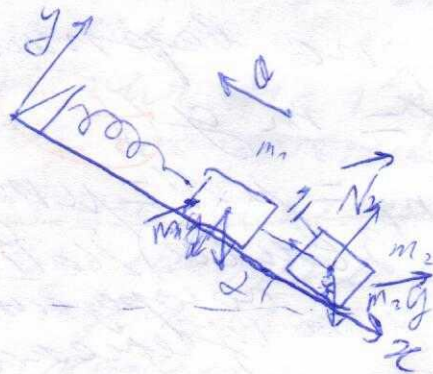
Вариант № 29

N1

3-е измерен. скорости при $a = \text{const}$: $v_k = v_0 + at$
 координаты (пути): $S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$

$$1) v_k = 3v_0 \Rightarrow 3v_0 = v_0 + at \Rightarrow a = \frac{2v_0}{t} \quad \text{Потому что } (v_0 = \frac{a t}{2})$$

$$2) S = \frac{a t^2}{2} + \frac{a t^2}{2} \Rightarrow a = \frac{S}{t^2} = \frac{200 \text{ м}}{400 \text{ с}^2} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



N2

Введем ось x вниз, вдоль
 накл. плоскости, и ось $y \perp$ осей
 II и III , по оси x :

$$m_2 g \sin \alpha = T, \text{ т.к. } a = 0$$

T - сила натяжения

По III для m_1 : $T + m_2 g \sin \alpha = F_{\text{упр}}$

$F_{\text{упр}}$ - сила упр. пружины.

Среду пока не перемещаем, по II и III ; по x :

$$-F_{\text{упр}} + m_1 g \sin \alpha = m_1 a \Rightarrow a = \frac{m_1 g \sin \alpha - m_2 g \sin \alpha}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{-m_2 g \sin \alpha}{m_1} \quad \text{Ответ: } T = m_2 g \sin \alpha$$

(В течение всей задачи движение не происходит, было все $y \perp$)
 \vec{a} направлено вверх, вверх по накл. плоскости.
 (Это не означает, что m_2 действует на m_1 с силой, с которой m_1 действует на m_2)

\Rightarrow сила, с которой m_2 действует на m_1 с учетом III и II равна силе, с которой m_1 действует на m_2

N3

Пусть перед первым контактом с доской майка имеет скорость v . Тогда, по 3.с. 7 для майки, скользящей с горки:

$$m g h = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2 g h}. \text{ По 3.с. 2}$$

для майки с доской, в проекции на горизонтальную ось: $m v = (m + M) V_k$, где V_k - скорость, с кот. двигаются доска и падающая на неё майка. $V_k = \frac{m v}{m + M}$.

После попадания майки на доску, они (доска и майка) начинают взаимодействовать с силой $F_{тр}$ (трения скольжения), которая не зависит от скорости майки, и производится действом, пока майка не остановится относительно доски (т.е. будет двигаться от нас со скоростью V_k). По II 3.н. по вертикали, для майки на доске: $N = m g$.

Ната реакция опоры. Тогда: $F_{тр} = \mu \cdot N = \mu m g$.

Тогда ускорение майки (отн. Земли) $a = \frac{F_{тр}}{m} = \frac{\mu m g}{m} = \mu g$, тогда з-м $V_k = v - a t$.

$$\Rightarrow t = \frac{v - V_k}{a} = \frac{v(1 - \frac{m}{m+M})}{\mu g} = \frac{\sqrt{2 g h} (1 - \frac{1}{3+1})}{\mu g}$$

Ответ: 2,5 с

N5

Работа A за цикл равна площади фигуры $p-v$ на цикле, в данном случае: $A = \frac{1}{2} \cdot p_0 \cdot 2 V_0 = p_0 V_0$ ($\frac{1}{2}$ произведения катетов)

В процессе (1-2): $V = \text{const} \Rightarrow A_2 = 0 \Rightarrow$ По I 3-н термодинамики: $\Delta U = Q - A_2 \Rightarrow \Delta U_2 = Q_2$. В течение всего процесса, давление равно при постоянном объеме \Rightarrow температура росла (т.к. $\frac{p}{T} = \text{const}$) \Rightarrow тепло непрерывно подводилось.

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} V R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \cdot \Delta(pV) = \frac{3}{2} (2 p_0 V_0 -$$

$Q_{12} = \frac{3}{2} P_0 V_0$ ($V R_0 \ln = \Delta(PV)$ по $g = \ln$ \Rightarrow $\Delta(PV) = P_0 \Delta V$)
 В процессе (2-3) $p = 2 P_0 = \text{const} \Rightarrow A = p \Delta V$, но
 из-за Π - g : $\Delta U_{23} = Q_{23} - A_{23} \Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \cdot \Delta(PV)_{23} + 2 P_0 \Delta V_{23}$
 $Q_{23} = \frac{3}{2} (6 P_0 V_0 - 2 P_0 V_0) + 2 P_0 \cdot 2 V_0 = 6 P_0 V_0 + 4 P_0 V_0 = 10 P_0 V_0$
 Аналогично (1-2), объем увеличился при $p = \text{const}$ \Rightarrow температура росла \Rightarrow тепло поглощено.
 Перегрелся процесс изовольный, как у газа
 наций угадываю (3-7). На этой угадываю
 $\Delta P < 0$ и $\Delta V < 0 \Rightarrow Q = \Delta U + A_2$
 $\Delta V < 0 \Rightarrow A_2 < 0$, $\Delta U = \frac{3}{2} V R_0 T = \frac{3}{2} \Delta(PV) < 0$
 $\Rightarrow Q_{37} < 0$, так как это верно для любого
 угадываю (8-7) \Rightarrow тепло непрерывно отво-
 дилось $\Rightarrow Q_{37}$ нас не интересует.

К. П. Д. цикла: $\eta = \frac{A}{Q_+}$; Q_+ - подведенное тепло.

$$\eta = \frac{P_0 V_0}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{P_0 V_0}{\frac{3}{2} P_0 V_0 + 10 P_0 V_0} = \frac{2}{23} \approx 0,087$$

Ответ: 8,7%

внутри № 6

Сферическая проводящая сфера, с зарядом Q имеет потенциал одинаков в каждой точке этой сферы. Потенциал у поверхности сферы, как потенциал от точечного заряда Q , находящегося в центре сферы.

$$\varphi = k \frac{Q}{R} \Rightarrow Q = \frac{\varphi \cdot R}{k}$$

распределен по поверхности сферы, площадь которой: $S = 4\pi R^2$, тогда поверхностная плотность зарядов:

$$\sigma = \frac{Q}{S} = \frac{\varphi \cdot R}{k \cdot 4\pi R^2} = \frac{\varphi \cdot 4\pi \epsilon_0}{4\pi R} = \frac{\varphi \cdot \epsilon_0}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sigma \approx 1,77 \frac{\text{нКл}}{\text{м}^2} \quad \text{Ответ: } 1,77 \frac{\text{нКл}}{\text{м}^2} = 1,77 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

(Теплопроводящий шар эквипотенциален, т.к. по теор. Гаусса $E = 0$ внутри шара (т.к. все заряды на поверхности), а раз $E = 0$, то $\varphi = \text{const}$.)

N7

Энергия, которую соударялись электроны
 равносильно потенциалу разности потенциалов 1000 В
 или: $E = k \cdot 121 \cdot 0 \text{ В} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$. Для
 этой энергии применим в кинематическом
 (по 3.С 7): $\Rightarrow \frac{m_e v^2}{2} = 121 \cdot 0 \text{ В} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 121 \cdot 0 \text{ В}}{m_e}}$

В магнитном поле на электрон действует
 действующая сила Лоренца: $F_L = |e| v B \sin \alpha$
 $F_L \perp \vec{v}$ по правилу правой руки \Rightarrow по ПЗК $\vec{a} \perp \vec{v}$
 любой момент времени \Rightarrow э-н движется
 равномерно по окружности и угловая
 скорость центральная. По ПЗК:

$$a = \frac{F_L}{m_e} = \frac{|e| v B}{m_e} = \frac{v^2}{R}, \text{ т.к. } a_{\text{дс}} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{v m_e}{|e| B} = \frac{\sqrt{2 \cdot 121 \cdot 0 \text{ В}} m_e}{|e| \cdot B} = 0,09 \text{ м}$$

$|e|$ - элементарный заряд, Ответ: 9 см

N9

Данная цепь о постоянная заряде
 конденсатора \Rightarrow постоянная разность напряжений
 удерживаемая с $I = \frac{U}{R}$. Тогда, когда, когда
 через все элементы цепи, следовательно
 последовательно (резисторы и конденсаторы),
 течет ток I . Тогда, по II правилу Кирхгофа:

$$3E - 3RI - 2E + 2E - 2RI - E = 0$$

(обходим по часовой стрелке)

$$5RI = 2E \Rightarrow I = \frac{2E}{5R}$$

Тогда по 3-му закону Кирхгофа
 для неоднородной цепи: $\varphi_A + 3E - 3RI - 2E$
 $= \varphi_B$; φ_A и φ_B - потенциалы в точках А и В

тогда $|\mathcal{U}_{AB}| = |\varphi_A - \varphi_B| = |3RI - E| = \frac{6}{5}E - E = \frac{1}{5}E$

По определению: $C = \frac{q}{U} \Rightarrow q = C |\mathcal{U}_{AB}| = \frac{C \cdot E}{5}$

Ответ: $\frac{1}{5} C \cdot E$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119266

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 29

По II 3. н $a = \frac{F}{m}$; $a = v'(t) \Rightarrow$ если в момент t_0 скорость невелика $v(t_0) = v_{\text{max}}$, то $a = v'(t_0) = 0 \Rightarrow$ равнодействующая всех сил $F = 0$. В нашей системе равнодействующая действует на шарик, обратная в 0, когда все шары выстроились в ряд.

Из соображений симметрии системы следует, что взаимовлияние 2-го шарика с 1-м и 3-м одинаково $\Rightarrow F_{\text{равнод}} = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow$ з.м.е. скорости совпадает с точкой экстремума, но т.к. ускорение до этого было некоторым положительным з.м.е. а сейчас в данный момент обратилось в 0 $\Rightarrow a'(t) < 0 \Rightarrow$ это точка максимума. До перетягивания нити, система обладает потенциальной энергией:

$$E_1 = k \cdot \frac{2q \cdot q}{L} + k \frac{2q \cdot q}{L} + k \frac{q \cdot q}{L} = 5 \frac{k q^2}{L}$$

В момент, когда скорость 2-го шарика будет максимальной; потенциальная энергия:

$$E_2 = k \frac{2q \cdot q}{L} + k \frac{2q \cdot q}{L} + k \frac{q \cdot q}{2L} = 4,5 \frac{k q^2}{L}$$

В этот момент, шарик 2 обладает скоростью v_{max} , а 1-ый и 3-ий шарика - скоростью v (их скорости одинаковы из соображений симметрии).

По 2-му закону сохранения энергии, но еще к:
 $2m \cdot V + 2mV - mV_{max} = 0$, т.к. в начале все
 шары покоились $\Rightarrow V_{max} = 4V$; $V = \frac{V_{max}}{4}$

По 3-му $E_{кин} = -(E_2 - E_1) \Rightarrow \frac{mV_{max}^2}{2} + \frac{2mV^2}{2} \cdot 2 =$
 $= 5 \frac{Kq^2}{L} - 4,5 \frac{Kq^2}{L} \Rightarrow \frac{mV_{max}^2}{2} + 2m \cdot \frac{V_{max}^2}{16} = 0,5 \frac{Kq^2}{L}$
 $\Rightarrow V_{max}^2 = \frac{8Kq^2}{2m \cdot 5} \Rightarrow V_{max} = 2q \sqrt{\frac{K}{5m}}$, где
 $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

Ответ: $2q \sqrt{\frac{1}{20m\pi\epsilon_0}}$

По опред, концентрация ионов $n_{He} = \frac{N_{He}}{V}$, где
 тогда $n_{He} = \frac{N_{He} \cdot N_A}{V}$. По ур-ю М-Ж:
 $p_{He} V = n_{He} R T$

$\Rightarrow n_{He} = \frac{p_{He} V \cdot N_A}{V \cdot R T} = \frac{p_{He} N_A}{R T}$ $V_{He} = \frac{p_{He} V}{R T}$

По 2-му закону Давидсона: $p_{He} + p_N = p_{атм} = 10^5$
 p_{He} и p_N — парциальное давление He и N ,
 $p_{атм}$ — давление при нормальных условиях.
 Запишем ур-я М-Ж для He и N соответственно:
 1) $p_{He} V = \frac{m_{He}}{M_{He}} R T$; m_{He} и M_{He} — масса и молярная
 масса He соответственно.
 2) $p_N V = \frac{m_N}{M_N} R T$ — масса N соответственно.
 1) $p_{He} = \frac{m_{He}}{M_{He}} R T$ — теплота подвеса (1) масса
 2) $p_N = \frac{m_N}{M_N} R T$ $\frac{p_{He}}{p_N} = \frac{m_{He} \cdot M_N}{M_{He} \cdot m_N}$

Из 3-го закона Давидсона: $p_N = p_{атм} - p_{He}$.
 $\frac{m_{He}}{V} + \frac{m_N}{V} = \frac{m_{He} + m_N}{V} = \rho \Rightarrow$
 $\Rightarrow \rho_N = \rho - \rho_{He}$

из 7-ого ур-я μ - κ : $p_{me} = \frac{p_{me} \cdot M_{me}}{R T}$

Получаем: $\int = m_1 n_1 + m_2 n_2$

$$\frac{p_{me}}{p_{om} - p_{me}} = \frac{M_N}{M_{me}} \cdot \frac{p_{me} \cdot M_{me}}{R T \left(1 - \frac{p_{me} M_{me}}{R T} \right)}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{p_{om} - p_{me}} = \frac{M_N}{\int R T - M_{me} p_{me}}$$

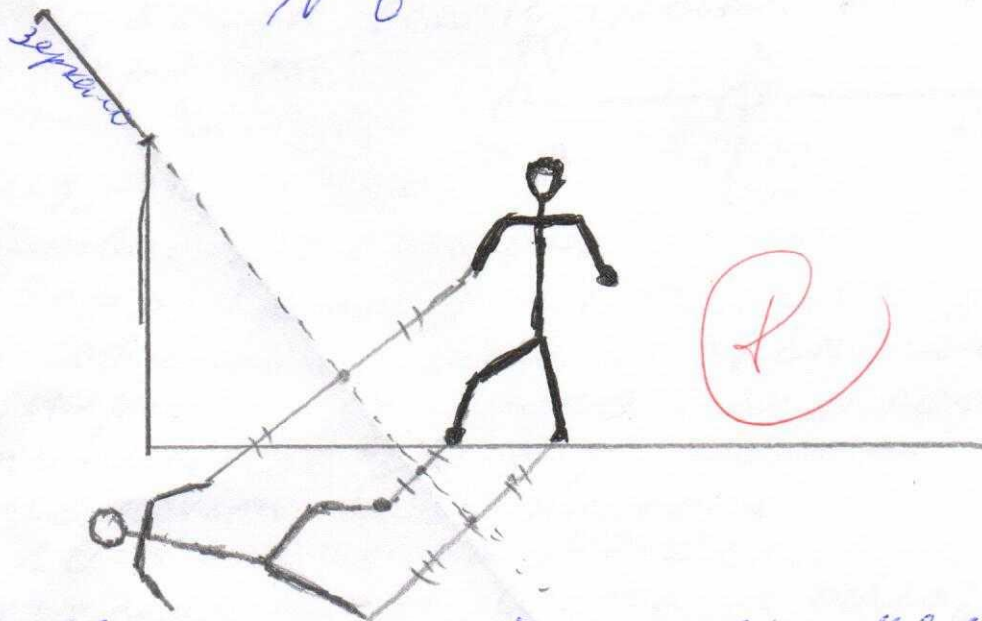
$$M_N p_{om} - M_N p_{me} = \int R T - M_{me} p_{me}$$

$$p_{me} = \frac{p_a M_N - \int R T}{M_N - M_{me}}; \quad T \approx 273 \text{ К, м.л.}$$

$$p_{me} = \frac{N_A (p_a M_N - \int R T)}{(M_N - M_{me}) R T} \approx 1.07 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$$

Ответ: $1.07 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$

N 8



Изображение каждой точки человека лежит на перпендикуляре к плоскости зеркала, проходящем через эту точку. ~~Изображение~~ Изображение и сама точка находятся на одинаковом расстоянии от зеркала. Для построения изображения я обвел контур человека черной гелевой ручкой, а затем шотини лист с рисунком вдоль прямой, по которой плоскость зеркала пересекает плоскость рисунка.

Оставшийся от черной отпечаток и
есть изображение человека.

