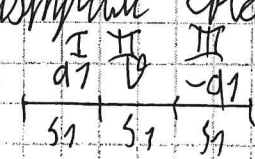
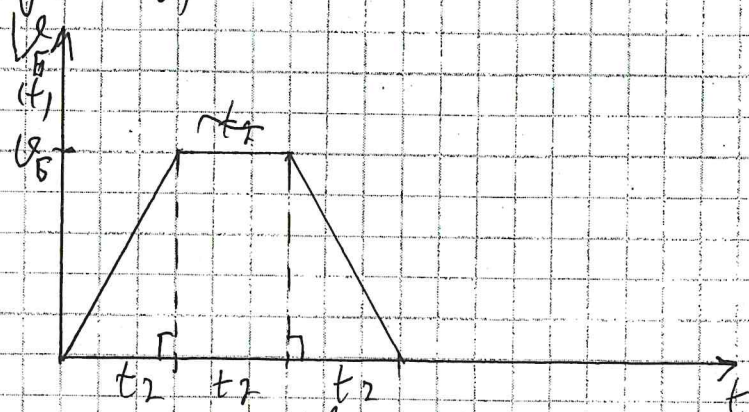
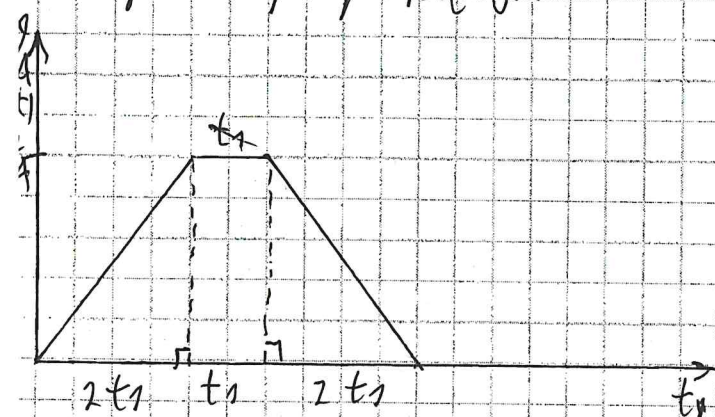


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
87			<i>Кисел</i>
Шифр			920562

№1 Рассмотрим сначала то, как движется Атом: пусть $\frac{S}{3} = S_1 \Rightarrow$  Извектно, что старший, движась равномерно трети расстояния, достиг скорости V , и, имея еще трети расстояния с этой скоростью и оставшуюся трети расстояния движась с изначальной по модулю ускорением, только замедляясь $\Rightarrow |a_1| = |a_2|$; $\int V dt = S \Rightarrow$ т.к. $a = \text{const}$; $a = \frac{V}{t} \Rightarrow$ скорость на I и II участке по модулю изменяется одинаково $\Rightarrow$ Графиком зависимости $V(t)$ будет прямая с определенным t_0 $a = a = \text{const} \Rightarrow S_I = S_{II}$; $S_I = V \cdot t_I$ (по формуле интегрирования); $S_{II} = V \cdot t_{II}$ (т.к. $V = \text{const}$); $S_I = S_{II} = S_1 \Rightarrow \frac{V t_I}{2} = V t_{II} \Rightarrow t_I = 2 t_{II}$, а так как $t_{II} < t_{III}$ ($S_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2ax} \Rightarrow S_I = S_{III} \Rightarrow t_{III} = 2 t_{II} = t_I$; пусть $t_{II} = t_1 \Rightarrow t_{\text{полн1}} = t_I + t_{II} + t_{III} = 2t_1 + t_1 + 2t_1 = 5 t_1$ (построю график для Мандрагасты)



$S_1 = S_2 = S =$ площадь фигур; $S_{\text{трапеции}} = \frac{a+b}{2} \cdot h$; $h = V = V_A = V_B \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{5t_1 + t_1}{2} \cdot V = \frac{3t_2 + t_2}{2} \cdot V \Rightarrow 3t_1 = 2t_2 \Rightarrow t_2 = 1,5 t_1$; $t_{\text{полн2}} = 3t_2 =$
 $= 4,5 t_1 \Rightarrow \Delta t = |t_{\text{полн1}} - t_{\text{полн2}}| = 0,5 t_1$; $S = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow \frac{V^2}{2a} = \frac{S}{3} \Rightarrow$
 $V = a \cdot 3 t_1 \cdot V = S \Rightarrow t_1 = \frac{S}{3V} \Rightarrow \Delta t = \frac{S}{6V}$ Ответ: Борис $\frac{S}{6V}$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			920562

12 Минимальное расстояние между мячиками будет, когда мячики пройдут одинаковый путь, являющийся пересечением мячиков на горизонте, т.е. $|x_1| = |x_2|$

$$V_0 - \text{начальная скорость} \Rightarrow V_y = V_{0y} - a_y t \Rightarrow 0 = V_0 \sin \alpha - g t_{\text{max}} \\ t_{\text{max}} - t_{\text{поворота}} \Rightarrow g t_{\text{max}} = V_0 \sin \alpha \Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}; t_{\text{max}} = t_{\text{поворота}} \Rightarrow \\ t_{\text{max}} = 2 t_{\text{max}} = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}; \quad x = V_x t_{\text{max}} \Rightarrow s = V_0 \cos \alpha t_{\text{max}} = \\ = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow \sin 2\alpha = \frac{sg}{V_0^2};$$

мячики пересекут одинаковое расстояние между собой
верным при равной скорости и разных углах наклона $\Rightarrow$
 $\frac{\sin 2\alpha V_0^2}{g} = \frac{\sin 2\beta V_0^2}{g} \Rightarrow \sin 2\alpha = \sin 2\beta; \alpha + 2\pi = \alpha; \sin \alpha = \sin(\pi - \alpha)$

$$\Rightarrow 2\beta = 180^\circ - 2\alpha \Rightarrow \beta = 90^\circ - \alpha$$

$$H_1 = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}, H_2 = \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \Rightarrow |H_1 - H_2| = \Delta y = \frac{V_0^2 (\sin^2 \alpha - \sin^2 \beta)}{2g}$$

$$\Delta y = \frac{V_0^2 (\sin^2 \alpha - \sin^2 \beta) (\sin \alpha + \sin \beta)}{2g}; \beta = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \Delta y = \frac{V_0^2 (\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha)}{2g}$$

$$\frac{|\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha|}{2g} = \frac{V_0^2 (\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha)}{2g} = \frac{V_0^2 \cos 2\alpha}{2g} \\ \Rightarrow |\cos 2\alpha| = \sqrt{1 - \sin^2 2\alpha} \Rightarrow \Delta y = \frac{V_0^2 \sqrt{1 - \sin^2 2\alpha}}{2g} = \frac{\sqrt{V_0^4 - 4s^2 g^2}}{2g}$$

Ответ: $\frac{\sqrt{V_0^4 - 4s^2 g^2}}{2g}$

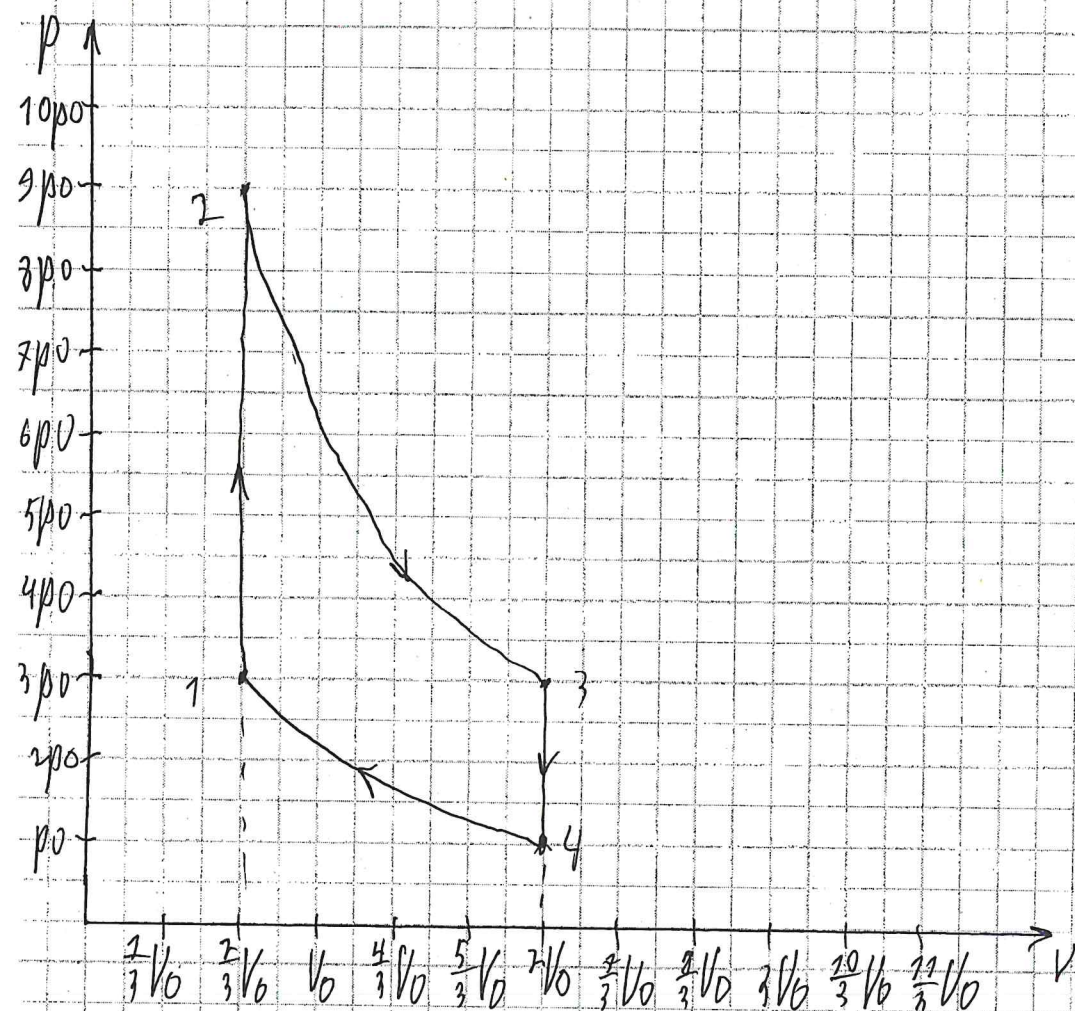
13 12: изохора; 23: изотерма; 34: изохора; 41: изотерма

1: $3 p_0 \cdot \frac{2}{3} V_0 = \sqrt{R} 2 T_0$

2: $3 p_0 \cdot \frac{2}{3} V_0 = \sqrt{R} 6 T_0$

3: $3 p_0 \cdot 2 V_0 = \sqrt{R} 6 T_0$

4: $1 p_0 \cdot 2 V_0 = \sqrt{R} 2 T_0$



$\eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_{\text{нагр}}}$, $A_{\text{цикла}} = S = |A_{23}| - |A_{41}|$, $Q = \Delta U + A$, изотермический $\Rightarrow Q = A$; $p = \frac{\nu RT}{V}$, $\nu RT = \text{const} \Rightarrow \int p dV = \nu RT \ln\left(\frac{V}{V_0}\right) \Rightarrow$

$A_{23} = \nu RT_{23} \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right)$; $|A_{41}| = \nu RT_{41} \ln\left(\frac{V_4}{V_1}\right) \Rightarrow A_{\text{цикла}} = |A_{23}| - |A_{41}| =$
 $= \nu R(6T_0 \ln\left(\frac{2V_0}{\frac{2}{3}V_0}\right) - 2T_0 \ln\left(\frac{\frac{2}{3}V_0}{\frac{2}{3}V_0}\right)) = \nu R(4T_0 \ln 3) = 4 \nu RT_0 \ln 3$ ✓

$Q_{\text{нагр}} = Q_{12} + Q_{23}$; $Q_{41} = \Delta U_{41} + A_{41} = A_{23}$ (м.к. $T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0$)

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \Delta U_{12}$ (м.к. $V = \text{const} \Rightarrow A = 0$); $\Delta U_{12} = \frac{1}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1)$

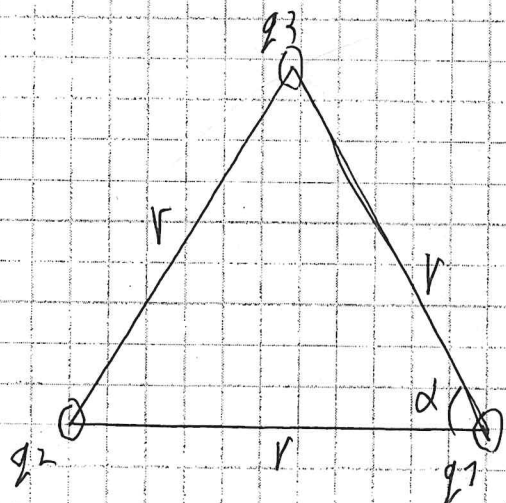
$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_0 \cdot 6 - \nu RT_0 \cdot 2) = 6 \nu RT_0$; $Q_{\text{нагр}} = 6 \nu RT_0 + 4 \ln 3 \nu RT_0 \Rightarrow$

$Q_{\text{нагр}} = \nu RT_0 (6 + 4 \ln 3)$ ✓

$\eta = \frac{4 \ln 3 \nu RT_0}{(6 + 4 \ln 3) \nu RT_0} = \frac{4 \ln 3}{6 + 4 \ln 3} = \frac{2 \ln 3}{3 + 2 \ln 3} \approx \frac{2,14}{5,24} \approx 0,43 = 43\%$

Ответ: 43%

N4



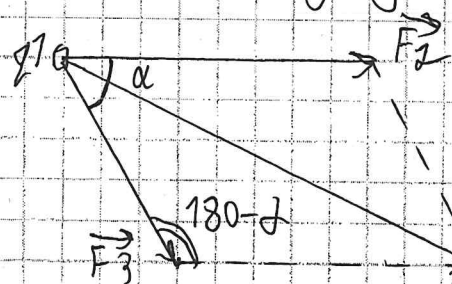
Потенциал электростатического поля даёт представление, насколько большой заряд у точечного заряда это поле создаст $\Rightarrow$

$$W = \frac{kqQ}{r} \quad (F = \frac{kqQ}{r^2}; W = A; A = FS = \frac{kqQ \cdot r}{r^2})$$

$$\varphi = \frac{W}{q} = \frac{kQ}{r} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{kq_1}{r} \Rightarrow q_1 = \frac{\varphi_1 r}{k}$$

по аналогии: $\varphi_2 = \frac{kq_2}{r}; \varphi_3 = \frac{kq_3}{r} \Rightarrow q_2 = \frac{r\varphi_2}{k}; q_3 = \frac{r\varphi_3}{k}$

$\vec{F}_1 = \vec{F}_2 + \vec{F}_3$; по правилу параллелограмма для суммы двух векторов - результирующая сила будет диагональю двух векторов $\vec{F}_2$ и $\vec{F}_3 \Rightarrow$



Векторные углы равны $\Rightarrow$ по Т. косинусов:

$$F_1^2 = F_2^2 + F_3^2 - 2F_2 \cdot F_3 \cos(180 - \alpha) = F_2^2 + F_3^2 + 2F_2 \cdot F_3 \cdot \cos \alpha, \alpha = 60^\circ \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$F_2 = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}, F_3 = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_3}{r^2} \Rightarrow F_1^2 = \frac{k^2 q_1^2 q_2^2}{r^4} + \frac{k^2 q_1^2 q_3^2}{r^4} + \frac{2k^2 q_1^2 q_2 q_3}{r^4}$$

$$F_1^2 = \frac{k^2 q_1^2}{r^4} (q_2^2 + q_3^2 + q_2 \cdot q_3) = \frac{k^2 q_1^2}{r^4} \left(\frac{r^2 \varphi_2^2}{k^2} + \frac{r^2 \varphi_3^2}{k^2} + \frac{r^2 \varphi_2 \varphi_3}{k^2} \right)$$

$$F_1 = \sqrt{(\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3)} \cdot \frac{\varphi_1 r}{k}$$

Ответ: $\frac{\varphi_1 r}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3}$

20

15 Шар летит, потому что поддерживается опреде-
 ленная разность давлений, первоначально разности давле-
 ний нет, т.к. шар парит $\Rightarrow p_{н2} - p_{вн} = p_{уд}$; $p_{н2}$ - давление
 водорода; $p_{вн}$ - давление внешнего воздуха; $p_{уд}$ - давление
 удерживания; $p_{вн} = p_{н2} + p_{уд}$; $p_{уд} = p_0 = 100 \text{ кПа}$; $p_{н2}$ - парциаль-
 ное давление пара; $p_{н2} = p_{н2} \cdot n \cdot \varphi \Rightarrow p_{уд} = 110 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^3 =$
 $= 9100 \text{ Па}$ - необходимая разность давлений, способству-
 ющая удержанию шара, при переходе в другую среду
 эта разность изменяется $\Rightarrow p_{уд} = 110 \cdot 10^3 - 108,1 \cdot 10^3 = 1900 \text{ Па}$
 Разность давлений изменилась на $9100 - 1900 = 7200 \text{ Па}$,
 нужно выбросить груз такой массы, чтобы получить
 эту разность разностей давлений. Будем учитывать,
 что $V_{шара} \gg V_{груза} \Rightarrow$ объем шара не изменится $\Rightarrow$ можно
 учитывать, что мы добавили какую-то массу водорода в шар,
 при этом не меняя количества вещества; $pV = \nu RT$; $\nu = \frac{m}{M} \Rightarrow$
 $\frac{pV \cdot M}{RT} = m$; $m = \frac{7200 \cdot 5000 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (43 + 273)} = 27,92 \text{ кг}$ ($M_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$)
 Ответ: 27,92 кг