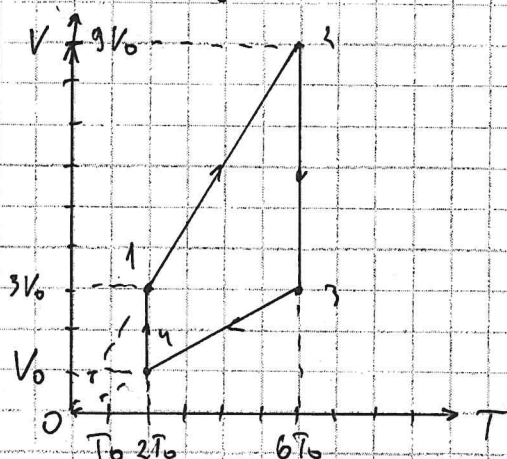


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
565		Червоненко АС	Мер
Шифр			918002

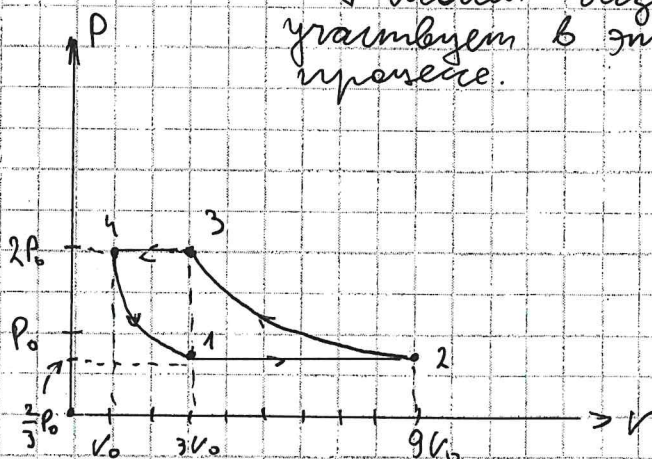
Задача 3

Дано:
 $V(T) \approx 3$
 $\eta = ?$

Сечение:



1 моль газа
участвует в этом
процессе.



Пусть одно сечение в осях $V-T$ по оси V будет V_0 , а по оси T — T_0 . Перенесем график в ось $P-V$. Одно сечение по оси OP будет P_0 . $PV = \nu RT \Rightarrow P_0 = \frac{\nu RT_0}{V_0}$

П.к. 1-2 и 3-4 пройдет через начало координат, это изобары, причем $P_{12} < P_{34}$ согласно правилу изобар.

$$P_{12} = \frac{\nu T_0 \nu R}{3V_0} = \frac{2}{3} P_0 \quad P_{23} = \frac{2T_0 \nu R}{V_0} = 2P_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{ц}}}{Q_{\text{нв}}}; \quad |A| = S_{\text{пл}} - \text{для осей } P-V. \quad Q = \Delta U + A_{\text{ц}}$$

Нагрев газа получает тепло от нагревателя на тех участках, где он расширяется $\Rightarrow Q_{\text{нв}} = Q_{41} + Q_{12}$

Нагрев в другом виде, чему равна работа на изотерме:

$$PV = \nu RT; \quad \nu RT = \text{const.} \Rightarrow P = \frac{\alpha}{V}, \quad \alpha = \text{const.} \quad \alpha = \nu RT$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\alpha}{V} dV = \alpha \ln(V) \Big|_{V_1}^{V_2} = \alpha \ln V_2 - \alpha \ln V_1 = \alpha \ln \frac{V_2}{V_1} = \nu RT \ln \frac{V_3}{V_2}$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T. \quad \Delta U_{14} = 0, \text{ т.к. } \Delta T = 0.$$

$$A_{41} = Q_{41} = \nu RT \ln 3 = 2P_0 \cdot R \ln 3 = 2P_0 V_0 \ln 3$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} + \frac{2}{3} P_0 \cdot (9V_0 - 3V_0) = \frac{3}{2} \left(\frac{2}{3} P_0 (9V_0 - 3V_0) \right) + 4P_0 V_0 = 10P_0 V_0$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

913002

Задача 3 (продолжение) | Замечание: если вместе процесса
 $Q_{\text{max}} = 10 P_0 V_0 + 2 P_0 V_0 \ln 3$ | 1-2-3-4-1 | 1-2-3-4-1 | 1-2-3-4-1
 процесс $u=1-2-3-4$, то КПД составит $26,48\% \approx 26\%$
 $A_2 = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41}$ | учитывая знак работы,
 $A_2 = A_{41} + A_{12} - A_{23}$ | Работа цикла равна площади
 фигуры внутри цикла: $A_2 = -A_{41} - A_{12} + A_{23} + A_{34}$
 $A_2 = 6 P_0 V_0 \ln 3 - 4 P_0 V_0 \ln 3 - 2 P_0 V_0 \ln 3 + 4 P_0 V_0 \ln 3 = 4 P_0 V_0 \ln 3 = 4 \ln 3 \cdot P_0 V_0$
 $A_2 = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = \frac{2}{3} P_0 \cdot 6 V_0 + 6 P_0 V_0 \ln \frac{1}{3} + 2 P_0 \cdot (-2 V_0) + 2 P_0 V_0 \ln 3 =$
 $= 2 P_0 V_0 \ln 3 - 6 P_0 V_0 \ln 3 = -4 P_0 V_0 \ln 3$ | Планим спросить, можно
 ли завершить этот процесс необходимо подобрать
 дополнительное тело $\Rightarrow A_2 = 0$. $\eta = 0\%$. Ответ: 0% .

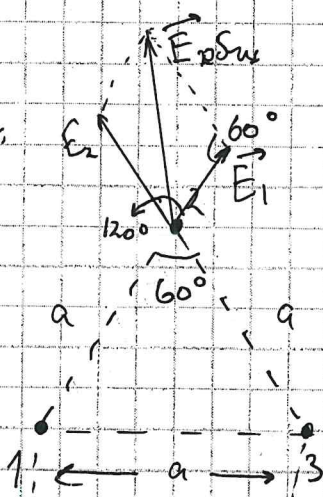
Задача 4

Дано:

$\varphi_1; \varphi_2; \varphi_3$

$F_2 = ?$

Решение:



$$\varphi = Ed = \frac{kq}{r}$$

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$q_2 = \frac{\varphi_2 \cdot a}{k}$; По принципу суперпозиции для точек
 зарядов: $\varphi_{\text{общ}} = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots \Rightarrow \varphi_{\text{общ}} = \varphi_1 + \varphi_3$ — потенциал
 в точке 2

$F_2 = (E_1 + E_2) \cdot q_2$; По теореме косинусов

$$E_{\text{общ}}^2 = E_1^2 + E_3^2 - 2E_1E_3 \cdot 0,5; E_1 = \frac{\varphi_1}{a}; E_3 = \frac{\varphi_3}{a}$$

$$F_2 = \frac{\varphi_2 \cdot a}{k} \cdot \sqrt{\frac{\varphi_1^2 + \varphi_3^2 - \varphi_1\varphi_3}{a^2}} = \frac{\varphi_2}{k} \cdot \sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_3^2 - \varphi_1\varphi_3}$$

Ответ: $F_2 = \frac{\varphi_2}{k} \sqrt{\varphi_1^2 + \varphi_3^2 - \varphi_1\varphi_3} = ?$

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

Задача 5

Дано:

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$P_2 = 110 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{атм}} = 100 \text{ кПа}$$

$$T = 316^\circ \text{К}$$

$$\varphi_1 = 10\%$$

$$\Delta m = 100 \text{ кг}$$

$$P_H = 9000 \text{ Па}$$

$$\varphi_2 = ?$$

Решение:

П.к. шар летит не меняя высоты, сумма вертикальных сил равна 0 $\sum \vec{F}_y = 0$.

$$mg, (M + m_2)g = F_{\text{Арх}} \quad M - \text{масса шарика}$$

$$PV = \nu RT \Leftrightarrow \nu = \frac{PM}{RT} \quad m_2 = \frac{P_2 V m_2}{RT}; F_{\text{Арх}} = F_{\text{атм}} + F_H$$

$$M + \frac{P_2 V m_2}{RT} = \frac{P_{\text{атм}} M_0}{RT} + \frac{P_H m_H}{RT} \cdot V$$

Ка трем телам, что шар распределен равномерно - верно по всей поверхности, поэтому средняя плотность шарика - среднее арифметическое.

$$M = \frac{\mu_0 P_{\text{атм}} + P_H m_H}{2RT} \cdot V - \frac{P_2 V m_2}{RT} = \frac{V}{RT} \left(\frac{\mu_0 P_{\text{атм}} + P_H m_H}{2} - P_2 m_2 \right)$$

$$\varphi = \frac{P}{P_H} \Rightarrow P_H = \varphi P_H \quad \begin{aligned} M_0 &= 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \\ M_H &= 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \\ m_2 &= 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \end{aligned}$$

Подставив значение получаем, что $m_2 = 418,9 \text{ кг}$.

$$M = 5411,3 \text{ кг}$$

После сброса груза: $M + m_2 - \Delta m = \frac{P_{\text{атм}} M_0 + P'_H m_H}{RT} \cdot V$

$$\frac{5411,3 + 418,9 - 100}{5000} \cdot 316 - 2900 = P'_H \cdot 18 \cdot 10^{-3} \quad P'_H = 6080,9 \text{ Па}$$

$$\varphi' = \frac{6080,9 \cdot 100}{9000} = 67,6\%$$

Ответ: $\varphi' = 67,6\%$

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

Задача 2

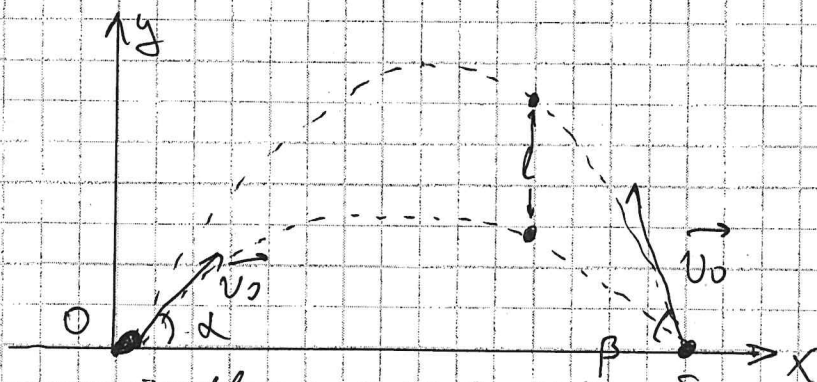
Дано:

Решение:

Сил;

v-?

Расстояние между мячиками будет наименьшим, когда они находятся на одной координате по оси OX:



Первый мячик (в начале отсчета): S

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \quad a_x = 0 \quad v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad x_0 = 0$$

$$x = v_0 \cos \alpha t; \quad y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2} \Rightarrow y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

Второй мячик:

$$x = S - v_0 \cos \beta t; \quad y = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\begin{cases} x_1 = v_0 \cos \alpha t \\ x_2 = S - v_0 \cos \beta t \end{cases}$$

$$x_1 = x_2 \Rightarrow v_0 \cos \alpha t = S - v_0 \cos \beta t$$

$$v_0 t (\cos \alpha + \cos \beta) = S \quad t_b = \frac{S}{v_0 (\cos \alpha + \cos \beta)}$$

$$\begin{cases} y_1 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ y_2 = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$y_2(t_b) - y_1(t_b) = l$$

$$l = v_0 t (\sin \beta - \sin \alpha)$$

$$l = \frac{S (\sin \beta - \sin \alpha)}{(\cos \alpha + \cos \beta)}$$

$$v = ?$$

100