Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 103210
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на вступительном экзамене

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. экзаменующегося БИРЮКОВА МАРГАРИТА

Регистрационный номер (номер экзаменационного листа) ШМ 9190

Вариант задания, тема сочинения г. ТАМБОВ МАОУ „Лицей №6", 10 КЛАСС

ВАРИАНТ 9

Дата экзамена "10" МАРТА 2018 г.

Подпись экзаменующегося

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
18	10	X	20	10						58

103210

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

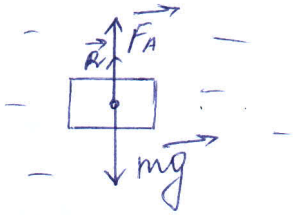
58 Ден

Вариант № 9

10

№1

	СИ
$V = 1\,дм^3$	$10^{-3}\,м^3$
$\rho = 0{,}5 \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}$	
$\Delta r = 10\,см$?	0,1 м
$\rho_в = 10^3 \frac{кг}{м^3}$	
Q - ?	
$g = 9{,}87 \frac{м}{с^2}$	



Q - количество теплоты, которое выделится при перемещении бруска на Δr

A - работа внешних сил по перемещению бруска

$\vec{R}$ - равнодействующая сила

$\vec{F_A}$ - сила Архимеда, действующая на брусок

m - масса бруска

$\vec{S}$ - перемещение бруска

Брусок вспывает с постоянной скоростью $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ вектор перемещения $\vec{S}$ сонаправлен с $\vec{R}$ и направлен вертикально вверх.

$|\vec{S}| = \Delta r$

$Q = -A$

$A = R \cdot |\vec{S}| = R \cdot \Delta r$

$\vec{F_A} + m\vec{g} = \vec{R} \Rightarrow R = F_A - mg$ $\Rightarrow R = \rho_в g V - \rho V g = V g (\rho_в - \rho)$

$F_A = \rho_в g V$

$m = \rho V$

$A = V g (\rho_в - \rho) \Delta r$

$Q = -V g (\rho_в - \rho) \Delta r$

$[Q] = м^3 \cdot \frac{Н}{кг} \cdot \left(\frac{кг}{м^3} - \frac{кг}{м^3}\right) \cdot м = \frac{Н \cdot м^3 \cdot кг \cdot м}{кг \cdot м^3} = Н \cdot м = Дж$

$|Q| = 10^{-3} \cdot 9{,}87 (10^3 - 0{,}5 \cdot 10^3) \cdot 0{,}1 = 0{,}4935\,(Дж)$

Ответ: $|Q| = 0{,}4935$; знак „−" указывает на то, что энергия выделяется.

№4

	СИ
неон	
$pV^2 = const$	
$p_1 = 2 \cdot 15^5\,Па$	
$V_1 = 6\,л$	$6 \cdot 10^{-3}\,м^3$
$V_2 = 9\,л$	$9 \cdot 10^{-3}\,м^3$
$\nu = 1\,моль$	
ΔU - ?	

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R T_2 - \frac{i}{2} \nu R T_1$ ($\nu R T_2$ = "$p_2 V_2$", $\nu R T_1$ = "$p_1 V_1$")

$pV^2 = const \Rightarrow p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1^2}{V_2^2}$

неон - одноатомный газ $\Rightarrow i = 3$

ΔT - изменение температуры газа в процессе 1-2

T_1, T_2 - температуры газа в состояниях 1 и 2 соответственно

R - универсальная газовая постоянная

$$\Delta U = \frac{i}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{i}{2}\left(\frac{p_1V_1^2 \cdot V_2}{V_2^2} - p_1V_1\right) = \frac{i}{2}\left(\frac{p_1V_1^2}{V_2} - p_1V_1\right) = \frac{i}{2}p_1V_1\left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right)$$

$$[\Delta U] = Па \cdot м^3\left(\frac{м^3}{м^3} - 1\right) = Па \cdot м^3 = Дж$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}\left(\frac{6 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-3}} - 1\right) = -600\,(Дж)$$

Ответ: $\Delta U = -600$ Дж

№5

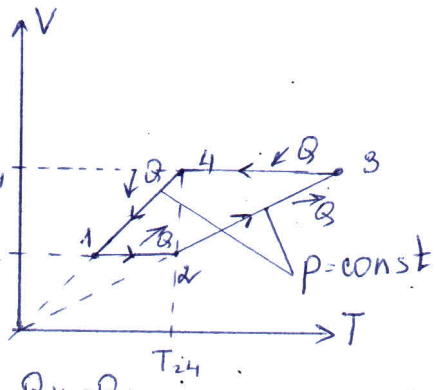
$\nu = 4$ моль

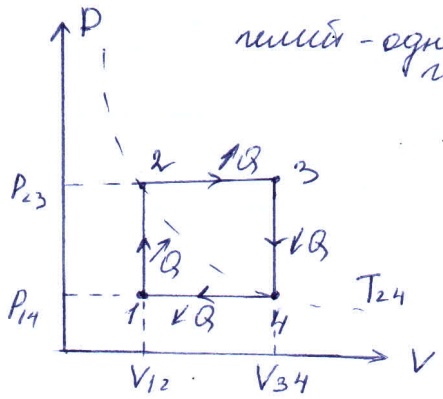
$T_2 = T_4$

$V_{34} = 3V_{12}$

$M = 0{,}004 \frac{кг}{моль}$

$\eta - ?$





одноатомный газ $\Rightarrow i = 3$

$$\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н}$$

$$\frac{p_{23}}{p_{14}} = \frac{\nu R T_{24} \cdot V_{34}}{\nu R T_{24} \cdot V_{12}} = \frac{3V_{12}}{V_{12}} = 3 \Rightarrow p_{23} = 3p_{14}$$

$Q_х = Q_{12} + Q_{23}$

$Q_н = Q_{34} + Q_{14}$

1) $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$V_1 = V_2 \Rightarrow A_{12} = 0$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2}\nu R \Delta T_{12} = \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2}\nu R T_2 - \frac{i}{2}\nu R T_1 = \frac{i}{2}p_2V_2 - \frac{i}{2}p_1V_1 = \frac{i}{2}p_{23}V_{12} - \frac{i}{2}p_{14}V_{12} =$$

$$= \frac{i}{2}V_{12}(p_{23} - p_{14})$$

$$Q_{12} = \frac{i}{2}V_{12}(p_{23} - p_{14}) = \frac{i}{2}V_{12} \cdot 2p_{14} = ip_{14}V_{12}$$

2) $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$

$P_2 = P_3 \Rightarrow A_{23} = p\Delta V = p_{23}(V_{34} - V_{12}) = p_{23}(3V_{12} - V_{12}) = 2p_{23}V_{12}$

$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2}\nu R \Delta T_{23} = \frac{i}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{i}{2}\nu R T_3 - \frac{i}{2}\nu R T_2 = \frac{i}{2}p_3V_3 - \frac{i}{2}p_2V_2 = \frac{i}{2}p_{23}V_{34} - \frac{i}{2}p_{23}V_{12} =$$

$$= \frac{i}{2}p_{23}(V_{34} - V_{12}) = \frac{i}{2}p_{23} \cdot 2V_{12} = ip_{23}V_{12} = 3ip_{14}V_{12}$$

$Q_{23} = ip_{14}V_{12} + 3ip_{14}V_{12} = 4ip_{14}V_{12}$

3) $Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}$

$V_4 = V_3 \Rightarrow A_{34} = 0$

$$\Delta U_{34} = \frac{i}{2}\nu R \Delta T_{34} = \frac{i}{2}\nu R(T_4 - T_3) = \frac{i}{2}\nu R T_4 - \frac{i}{2}\nu R T_3 = \frac{i}{2}p_4V_4 - \frac{i}{2}p_3V_3 = \frac{i}{2}p_{14}V_{34} - \frac{i}{2}p_{23}V_{23} =$$

$$= \frac{i}{2}V_{34}(p_{14} - p_{23})$$

$$Q_{34} = \frac{i}{2}V_{34}(p_{14} - p_{23}) = \frac{i}{2} \cdot 3V_{12}(p_{14} - 3p_{14}) = -3iV_{12}p_{14}$$

4) $Q_{14} = \Delta U_{14} + A_{14}$

$P_1 = P_4 \Rightarrow A_{14} = p\Delta V = p_{14}(V_{12} - V_{34}) = -2p_{14}V_{12}$

$$\Delta U_{14} = \frac{i}{2}\nu R \Delta T_{14} = \frac{i}{2}\nu R(T_1 - T_4) = \frac{i}{2}\nu R T_1 - \frac{i}{2}\nu R T_4 = \frac{i}{2}p_1V_1 - \frac{i}{2}p_4V_4 = \frac{i}{2}p_{14}V_{12} -$$

$$- \frac{i}{2}p_{14}V_{34} = \frac{i}{2}p_{14}(V_{12} - V_{34})$$

$$Q_{14} = \frac{i}{2}p_{14}(V_{12} - V_{34}) + p_{14}(V_{12} - V_{34}) = \left(\frac{i}{2} + 1\right)p_{14}(V_{12} - 3V_{12}) = -\left(\frac{i}{2} + 1\right)p_1 \cdot 2V_{12} =$$

$$= -(i + 2)p_{14}V_{12}$$

$Q_{14} = -(i+2)p_{14}V_{12}$

$Q_x = Q_{12} + Q_{34} = -\frac{i}{2} p_{14} V_{12} + \left(+3\frac{i}{2} p_{14} V_{12}\right) = +2\frac{i}{2} p_{14} V_{12}$

$Q_н = Q_{23} + Q_{14} = -4\frac{i}{2} p_{14} V_{12} + \left(\frac{i}{2}+2\right) p_{14} V_{12} = \left(-4\frac{i}{2} + \frac{i}{2} + 2\right) p_{14} V_{12} = \left(-3\frac{i}{2} + 2\right) p_{14} V_{12}$

$$\eta = \frac{Q_н - Q_x}{Q_н} = \frac{\left(-3\frac{i}{2}+2\right) p_{14} V_{12} - 2\frac{i}{2} p_{14} V_{12}}{\left(-3\frac{i}{2}+2\right) p_{14} V_{12}} = \frac{-3\frac{i}{2} - 2\frac{i}{2} + 2}{-3\frac{i}{2}+2} = \frac{-3i+4}{-3i+2}$$

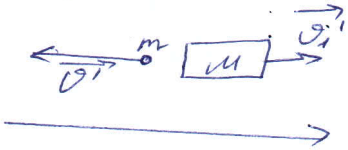
$$\eta = \frac{-3\cdot 3+4}{-3\cdot 3+2} \cdot 100\% \approx 71\%$$

1/2

Ответ: $\eta = 71\%$

№2

m	
M	
L	
v	
τ - ?	



$$\tau = \frac{L}{v} + \frac{L}{v'}$$

Закон сохранения импульса

$$m\vec{v} = m\vec{v}' + M\vec{v}_1'$$

$$x: mv = Mv_1' - mv' \Rightarrow v_1' = \frac{m(v+v')}{M}$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv'^2}{2} + \frac{Mv_1'^2}{2}$$

$$mv^2 = mv'^2 + M\cdot\frac{m^2(v+v')^2}{M^2}$$

$$mv^2 = mv'^2 + \frac{m^2(v+v')^2}{M}$$

$$v^2 = v'^2 + \frac{m(v+v')^2}{M} \quad \Big| \cdot \frac{M}{m}$$

1/2

$$\frac{Mv^2}{m} = \frac{Mv'^2}{m} + v^2 + 2vv' + v'^2$$

$$v'^2 + \frac{M}{m}v'^2 + 2vv' + v^2 - \frac{M}{m}v^2 = 0$$

$$\left(1+\frac{M}{m}\right)v'^2 + 2vv' + \left(1-\frac{M}{m}\right)v^2 = 0$$

$$v' = \frac{-2 + \sqrt{4 - \left(1-\frac{M}{m}\right)\left(1+\frac{M}{m}\right)}}{2\left(1+\frac{M}{m}\right)}$$

$$v' = \frac{-2+\sqrt{1-\left(1-\frac{M^2}{m^2}\right)}}{2+\frac{2M}{m}} = \frac{-2+\sqrt{4-4+\frac{M^2}{m^2}}}{2+\frac{2M}{m}} = \frac{-2+\frac{M}{m}}{2+\frac{2M}{m}}$$

$$\tau = \frac{L}{v} + \frac{L}{\frac{-2+\frac{M}{m}}{2+\frac{2M}{m}}} = \frac{L}{v} + \frac{L\left(2+\frac{2M}{m}\right)}{\frac{M}{m}-2} = \frac{2L+\frac{2ML}{m}}{\frac{M-2m}{m}} + \frac{L}{v} =$$

$$= \frac{(2Lm+2LM)m}{(M-2m)m} + \frac{L}{v} = \frac{2L(m+M)}{M-2m} + \frac{L}{v}$$

Ответ: $\tau = \frac{L}{v} + \frac{2L(m+M)}{M-2m}$