



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!



ШИФР 4759

Класс 10 Вариант 8 Дата Олимпиады 19.02.2017

Площадка написания СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ		Подпись
											Цифрой	Прописью	
Оценка	6	7	3	2	3	3	—	3	1	1	29	двадцать девять	



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР

4759

1. Дано:

$$v_0 = 0 \text{ м/с}$$

$a = \text{const}$

$$S_1 = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$$

$$\Delta v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$S_2 = 2 \text{ км} = 2000 \text{ м}$$

$$\Delta v_2 = ?$$

Решение:

$$1) a = \frac{v_1 - v_0}{t_1} = \frac{v_1 - v_0}{t_1} = \frac{\Delta v_1}{t_1} = \frac{\Delta v_1}{t_1}$$

$$\Delta v_2 = a t_2$$

$$2) S_1 = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$$

$$\text{Т.к. } v_0 = 0 \text{ м/с: } S_1 = \frac{a t_1^2}{2}$$

$$\frac{2 S_1}{t_1^2} = a = \frac{\Delta v_1}{t_1}; \quad S_1 = \frac{\Delta v_1 \cdot t_1^2}{2 t_1} = \frac{\Delta v_1 \cdot t_1}{2}$$

$$t_1 = \frac{2 S_1}{\Delta v_1} \quad (1)$$

$$a = \frac{\Delta v_1}{t_1} = \frac{\Delta v_1^2}{2 S_1} \quad (2)$$

$$3) S_1 = v_0 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$

$$\text{Т.к. } v_0 = 0 \text{ м/с: } S_2 = \frac{a t_2^2}{2} \quad (3)$$

$$(2) \rightarrow (3)$$

$$S_2 = \frac{\Delta v_1^2 t_2^2}{2 S_1 \cdot 2} = \frac{\Delta v_1^2 t_2^2}{4 S_1}, \quad t_2^2 = \frac{4 S_2 \cdot S_1}{\Delta v_1^2}$$

возьмём корень из обеих частей:

$$t_2 = \frac{2 \sqrt{S_2 \cdot S_1}}{\Delta v_1}; \quad \text{известно, что } S_2 = 2 S_1:$$

$$t_2 = \frac{2 \sqrt{2 S_1^2}}{\Delta v_1} = \frac{2 S_1 \cdot \sqrt{2}}{\Delta v_1} \quad (4)$$

$$4) v_2 = v_0 + a t_2 = a t_2 \quad (v_0 = 0) \quad (5); \quad (2), (4) \rightarrow (5)$$

$$v_2 = a t_2 = \frac{\Delta v_1^2}{2 S_1} \cdot \frac{2 S_1 \cdot \sqrt{2}}{\Delta v_1} = \frac{\Delta v_1^2}{\Delta v_1} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \Delta v_1 \cdot \sqrt{2}$$

$$\Delta v_2 = v_2 - v_1$$

$$v_1 = v_0 + \Delta v_1; \quad \text{Т.к. } v_0 = 0: \quad v_1 = \Delta v_1$$

$$\Delta v_2 = v_2 - \Delta v_1 = \sqrt{2} \Delta v_1 - \Delta v_1 = \Delta v_1 (\sqrt{2} - 1) = 10 \text{ м/с} \cdot 0,41 = 4,1 \text{ м/с}$$

Ответ: $\Delta v_2 = 4,1 \text{ м/с}$ +



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

4759

2. Дано:

m

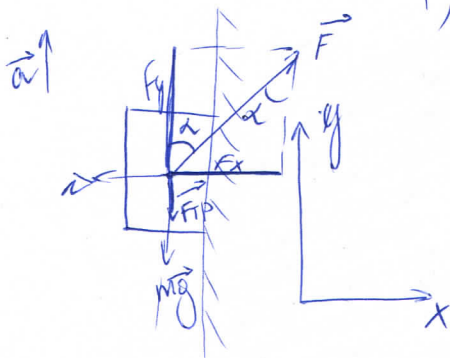
F

α

αM

$a - ?$

Решение:



1) по 2 закону Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

в проекциях на:

$$O_x: -N + F \sin \alpha = 0$$

$$O_y: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} - mg = ma$$

$$2) \alpha M N = F_{\text{тр}}$$

$$F \cos \alpha - \alpha M N - mg = ma$$

$$F \cos \alpha - \alpha M \cdot F \sin \alpha = ma + mg = m(a + g)$$

$$\frac{F \cos \alpha - \alpha M F \sin \alpha}{m} = a + g$$

$$\frac{F(\cos \alpha - \alpha M \sin \alpha)}{m} - g = a$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{F(\cos \alpha - \alpha M \sin \alpha)}{m} - g.$$

3. Дано:

$$J = 1 \text{ моль}$$

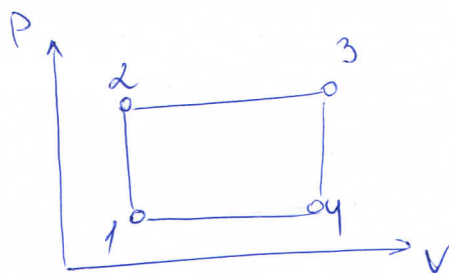
$$M = 0,020 \text{ кг/моль}$$

$$T_2 = T_4$$

$$\bar{u}_1 = 500 \text{ м/с}$$

$$\bar{u}_3 = 1000 \text{ м/с}$$

$Q - ?$



1) 1 → 2 - изохорный процесс:

по закону Шарля:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

3 → 4 - изохорный процесс:

по закону Шарля:

$$\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_4}{T_4}$$

2) 2 → 3 - изобарический процесс:

по закону Гей-Люссака: $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$

4 → 1 - изобарический процесс:

по закону Гей-Люссака: $\frac{V_4}{T_4} = \frac{V_1}{T_1}$

3) $p = \frac{3}{2} \rho \cdot (\bar{u})^2$?

$p_1 = \frac{3}{2} \rho (\bar{u}_1)^2$

$p_3 = \frac{3}{2} \rho (\bar{u}_3)^2$

$\frac{p_1}{p_3} = \frac{(\bar{u}_1)^2}{(\bar{u}_3)^2} = \frac{\bar{u}_1}{\bar{u}_3} \cdot \frac{\bar{u}_1}{\bar{u}_3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \Rightarrow p_3 = 4p_1 = p_2 = 4p_4$?

4) $p_3 = 4p_1$ (А)

$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ (см. выше)

$T_3 = 4T_1$

$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3} = \frac{p_4}{T_4} = \frac{4p_1}{T_4} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{4p_1}{T_4} ; T_4 = 4T_1 = T_2$

5) $\frac{p_3}{T_3} = \frac{p_4}{T_4} = \frac{4p_1}{T_3} = \frac{p_4}{4T_1} ; p_1 = p_4$ (изобарный процесс - см. выше)
 $\frac{4p_1}{T_3} = \frac{p_4}{4T_1} ; T_3 = 16T_1$ —

6) тепло - подводимое к газу - тепло, которое приливается по I закону термодинамики!
 $Q = A + \Delta U$ (A - работа, ΔU - изм. внутр. энергии)
 тепло приливается на участках 1-2, 2-3 +

• $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$

т.к. 1-2 — изохорный процесс, $A_2 = 0 = A_{12} \Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12}$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1) = 3T_1$

• $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$

2 → 3 — изобарный процесс $\Rightarrow A_{23} = p_2 (V_3 - V_2)$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (16T_1 - 4T_1) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 12T_1$

$Q_{23} = 18 \nu R T_1 + p_2 V_3 - p_2 V_2 = 18 \nu R T_1 + p_3 V_3 - p_2 V_2$

по уравнению Менделеева-Клапейрона!

$p_3 V_3 = \nu R T_3 = \nu R T_1 \cdot 16 ; p_2 V_2 = \nu R T_2 = \nu R T_1 \cdot 4$

$Q_{23} = 18 \nu R T_1 + 16 \nu R T_1 - 4 \nu R T_1 = 30 \nu R T_1$ — ? —



$(ab)c = a(bc)$

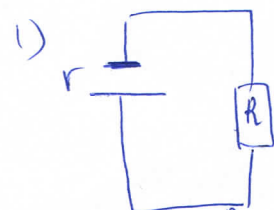
$E = mc^2$



ШИФР

4759

4. Дано:
 $r = 1 \text{ Ом}; A = P$
 $R = ?$



$R_{\text{экв}1} = R$

$U_1 \cdot I_1 = P_1$

$I_1^2 R_{\text{экв}1} = P_1$

$I_1^2 R = I_2^2 \frac{R}{4}$

$U_1 = r \cdot I_1$

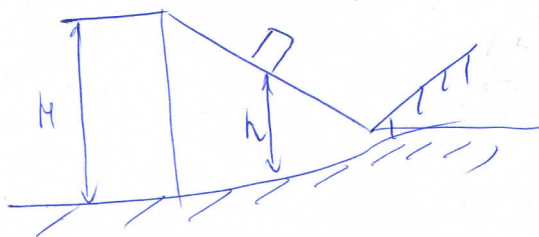
$I_1 = \frac{U_1}{r}$

$I_1 = ? \quad I_2 = ?$

5. Дано:

α
 H
 h

$\alpha H = ?$



O_x :

$ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$

$O_y: N - mg \cos \alpha = 0$

$F_{\text{тр}} = \alpha M N$

$ma = mg \sin \alpha - \alpha M mg \cos \alpha \quad | : m$

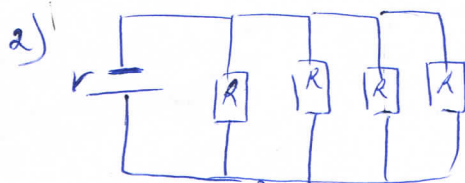
$a = g \sin \alpha - \alpha g \cos \alpha$

$\alpha = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \tan \alpha - \frac{a}{g \cos \alpha}$

2) $\frac{H}{l} = \sin \alpha; \quad l = \frac{H}{\sin \alpha}$

$a = \frac{v_1}{t}$

$l = \frac{at^2}{2}; \quad l = \frac{v_1}{2t} t^2 = \frac{v_1 t}{2}$

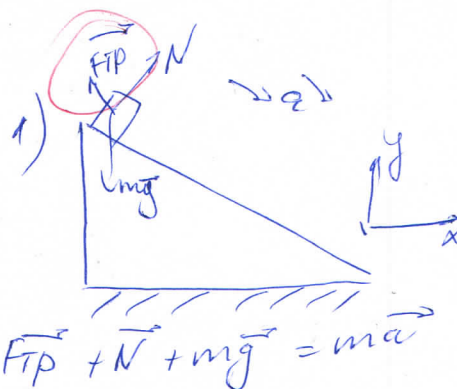


$R_{\text{экв}2} = \frac{R}{4}$

$I_2^2 \frac{R}{4} = P_2$

$U_2 = I_2 \cdot R$

$I_2 = \frac{U_2}{R}$



$F_{\text{тр}} + N + mg = ma$

$\mu = ?$



ШИФР

4759

Класс _____ Вариант _____ Дата Олимпиады _____

Площадка написания _____

Задача	1	2	3	4	5	Σ		Подпись
						Цифрой	Прописью	
Оценка								

3) упругое соударение:

$mgH = \frac{mv^2}{2} + mgh$ — закон сохранения энергии.
 $v = ?$

6. Дано:

$t_1 = 10^\circ\text{C}$

$t_2 = 99^\circ\text{C}$

$t_3 = 60^\circ\text{C}$

$t_4 = 59^\circ\text{C}$

$\rho_1 = 2\text{c}$

$\tau_3 = ?$

1) охлаждение 1:

$Q_1 = cm(t_2 - t_1) = \rho\tau_1$

2) охл. 2

$Q_2 = cm(t_3 - t_2) = \rho\tau_2$

3) $Q_3 = cm(t_4 - t_3) = \rho\tau_3$

$Q = cm(t_4 - t_1 + t_3 - t_2 + t_4 - t_3) = \rho(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3)$

$cm(t_4 - t_1) = \rho\tau$

$\frac{cm(t_4 - t_1)}{cm(t_2 - t_1)} = \frac{\rho\tau}{\rho\tau_1}, \quad \frac{(t_4 - t_1)\tau_1}{t_2 - t_1} = \tau$

$\tau = 82 \text{ секунды}$

$\frac{\rho}{cm} = \frac{t_4 - t_1}{\tau}$

$\frac{\rho}{cm} = \frac{t_4 - t_3}{\tau_3} = \frac{t_4 - t_1}{\tau}, \quad \tau_3 = \frac{(t_4 - t_3)\tau}{t_4 - t_1} = 2 \text{ секунды}$

Ответ: $\tau_3 = 2 \text{ секунды}$



$(ab)c = a(bc)$

$E = mc^2$



ШИФР

4759

8. Дано:
 m, u
 Q_2
 $Q_1 - ?$

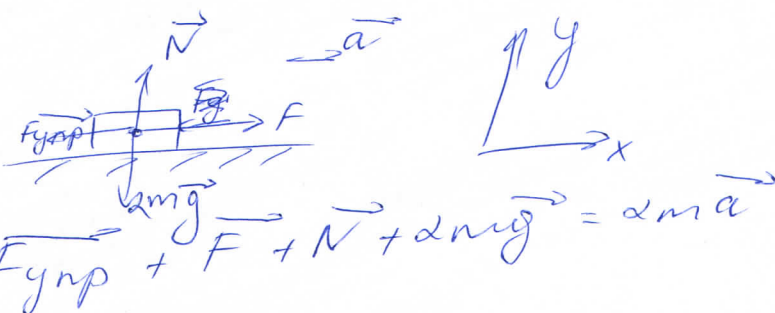
$$\frac{m u^2}{2} = \frac{m u_{1,2}^2}{2} + Q_1$$

$$\frac{m u_{1,2}^2}{2} = Q_2$$

$$Q_1 = \frac{m u^2}{2} - \frac{m u_{1,2}^2}{2} = \frac{m u^2}{2} - Q_2$$

Ответ: $Q_1 = \frac{m u^2}{2} - Q_2$

9. Дано:
 $F = 4 \text{ Н}$
 $a = \text{const}$
 $m_{\text{np}} = m_{\text{к}} = m$
 $F_g - ?$



$$\vec{F}_{\text{гнр}} + \vec{F} + \vec{N} + 2m\vec{g} = 2m\vec{a}$$

$$F_g = F - F_{\text{гнр}}$$

на Ox : $F - F_{\text{гнр}} = 2ma$

на Oy : $2mg - N = 0$; $2mg = N$; $2m = \frac{N}{g}$

$$F_g = F - F_{\text{гнр}} = \frac{N \cdot a}{g}$$

10. Дано:
 m, R
 α, h
 ρ_s
 $m - ?$

Решение:

1) ρ_s - масса ленты

$$\rho_s \cdot l = m_s$$

$2\pi R = l$ - длина окружности

$\frac{l}{2\pi R} = n$ - количество оборотов, совершаемых лентой

2) $\vec{N} + m\vec{g} = \vec{a} \cdot m$; $mg \cos \alpha = N$; $mg \sin \alpha = m a$

3) $mgh = \frac{m u^2}{2}$; $\sqrt{2gh} = u$ $mgh = \frac{m u^2}{2}$ $\sqrt{2gh} = u$

$$s = ut + \frac{at^2}{2}$$

?