

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 10-01

Класс 10

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

1. Камень бросают с вышки со скоростью $V_0 = 8$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. В полете камень все время приближался к горизонтальной поверхности Земли и упал на нее со скоростью $2,5V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости камня при падении на Землю.
- 2) Найти время полета камня.
- 3) Найти горизонтальное смещение камня за время полета.

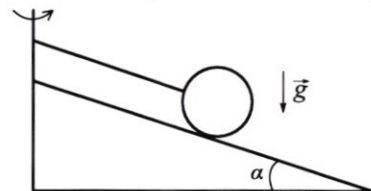
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом μ .



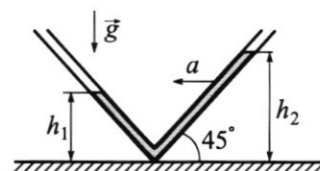
- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.



- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.



- 1) Найдите ускорение a трубки.
- 2) С какой максимальной скоростью V будет двигаться жидкость относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет»)?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.

5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 95°C и давлении $P = 8,5 \cdot 10^4$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

- 1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.
 - 2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 4,7$ раза.
- Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

v_y - вертикальная составляющая скорости при падении

$$v_y^2 + (v_0 \cos 2)^2 = (2,5 v_0)^2, v_y = \sqrt{6,25 v_0^2 - 0,25 v_0^2} = v_0 \sqrt{6} = 8\sqrt{6} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

$v_y = v_0 \sin \alpha + g t$, где t - время падения

$$t = \frac{v_y - v_0 \sin 2}{g}, t = \frac{v_0 (\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2})}{g} = \frac{4 (\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2})}{5} \approx 1,26 \text{ (с)}$$

L - горизонтальное смещение камня

$$L = v_0 \cos 2 \cdot t, L = 4 \cdot 1,26 = 5,04 \text{ (м)}$$

Ответ: 1). $8\sqrt{6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2). 1,26 с; 3). 5,04 м.

N2.

F_g - сила тяжести груза с человеком при движении,

F_m - сила пружины.

$$1). F_g = \sqrt{N^2 + \mu^2 N^2} = \sqrt{g^2 (M+m)^2 (\mu^2 + 1)} = 6mg \sqrt{\mu^2 + 1}$$

$$2). F_m = 2F_0, F_0 = \frac{F_m}{2} = \frac{\mu N}{2} = 3\mu mg$$

$$3). 6ma = 2F - F_m, a = \frac{2F - F_m}{6m} = \frac{F}{3m} - \mu g$$

$$S = \frac{v^2}{2a}, v = \sqrt{2as}, \text{ где } v - \text{достигнутая скорость}$$

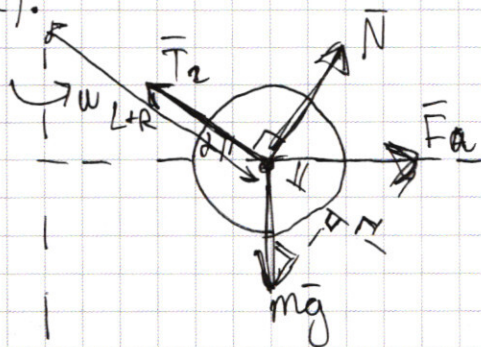
$$v = \sqrt{S \left(\frac{2F}{3m} - 2\mu g \right)}$$

Ответ: 1). $6mg \sqrt{\mu^2 + 1}$; 2). $3\mu mg$; 3). $\sqrt{S \left(\frac{2F}{3m} - 2\mu g \right)}$

N 3.

1). $T_1 = mg \sin \alpha$

2).



$$T_2 = F_a \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$F_a = ma = \omega^2 m(L+R) \cos \alpha$$

$$T_2 = mg \sin \alpha + \omega^2 m(L+R) \cos^2 \alpha = m(g \sin \alpha + \omega^2 \cos^2 \alpha (L+R))$$

Ответ: 1). $mg \sin \alpha$; 2). $m(g \sin \alpha + \omega^2 \cos^2 \alpha (L+R))$

N 5.

$$T = 273 + 95 = 368 \text{ K}$$

V - начальный объем пара; γ - начальное кол-во в-ва в паре;

γ_1 - кол-во в-ва в паре к моменту исконмания давления;

ρ_1 - плотность пара; V_2 - объем воды к моменту.

1). $pV = \gamma RT$

$$p \frac{m}{\rho_1} = \frac{m}{\mu} RT, \quad \rho_1 = \frac{p\mu}{RT}$$

$$\frac{\rho_1}{p} = \frac{p\mu}{pRT} \approx 0,0005$$

2). $pV = \gamma RT$ $\Rightarrow \frac{\gamma}{\gamma_1} = \delta, \gamma = \gamma_1 \delta, \frac{V}{\delta} = \frac{\gamma_1 RT}{p}$

$$V_2 = \frac{(\gamma - \gamma_1)\mu}{p}$$

$$\frac{V}{\delta} = \frac{\gamma_1 RT}{p} : \frac{\gamma_1 \mu (\delta - 1)}{p} = \frac{pRT}{p\mu(\delta - 1)} \approx 53,1$$

Ответ: 1). 0,0005 ;

2). 53,1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4.

m_1 - масса воды в левой части трубки, m_2 - в правой;

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{h_1}{h_2}, \quad m_2 = \frac{h_2}{h_1} m_1 = \frac{3}{2} m_1$$

$$1) m_1 g \sin^2 \alpha + a(m_1 + m_2) = m_2 g \sin^2 \alpha$$

$$a = \frac{g \sin^2 \alpha (m_2 - m_1)}{m_1 + m_2} = \frac{g \sin^2 \alpha \cdot \frac{1}{2}}{\frac{5}{2}} = g \cdot \frac{1}{10} = 1 \left(\frac{m}{c^2} \right)$$

2). Максимальная скорость в прыжке будет в момент, когда уровни воды сравняются. U_1 — ~~скорость, постоянная~~
~~скорость формирования прыжка.~~ ЗСЭ: (отн. прыжка):

$$\frac{m_1 g h_1}{2} + \frac{m_2 g h_2}{2} = \frac{(m_1 + m_2)(h_1 + h_2)g}{2} + \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$$

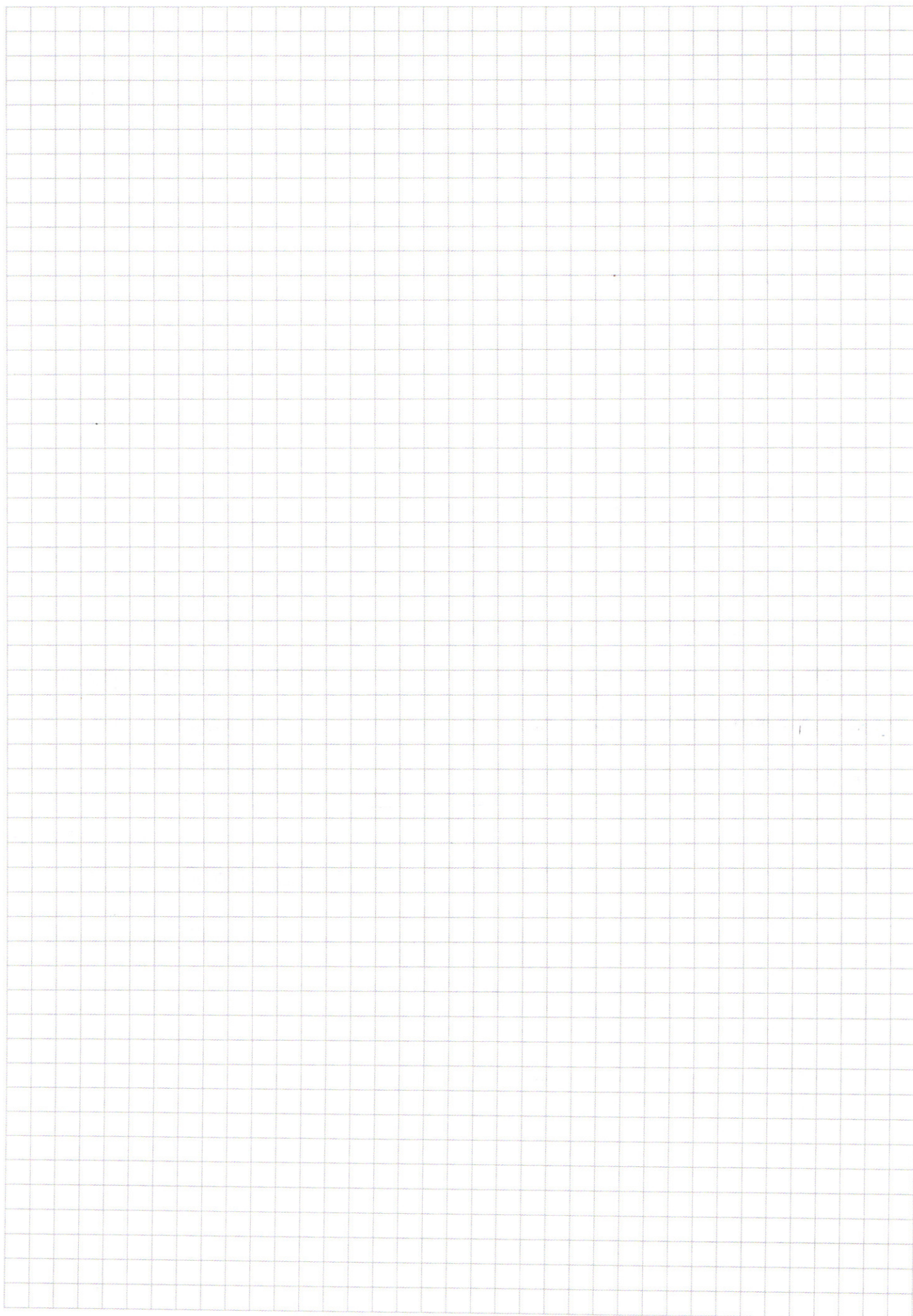
(т.к. высота в обоих ~~случаях~~ роста прыжка будет $\frac{h_1 + h_2}{2}$)

$$g(h_2 - h_1)(m_2 - m_1) = 2(m_1 + m_2)v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{g(h_2 - h_1) \left(\frac{3}{2}m_1 - m_1\right)}{2 \cdot \left(\frac{3}{2}m_1 + m_1\right)}} = \sqrt{\frac{g(h_2 - h_1)}{10}} = \sqrt{h_2 - h_1}$$

$$v = \sqrt{0,04} = 0,2 \left(\frac{m}{s} \right)$$

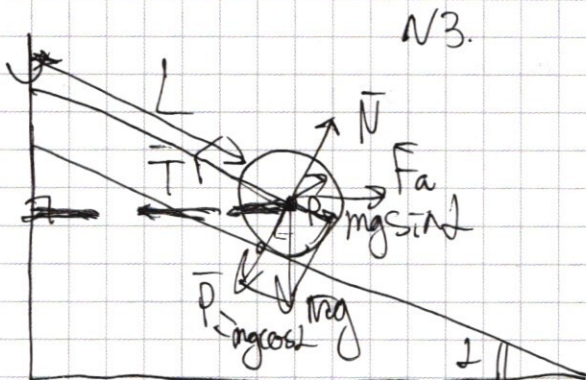
Amber: 1). $a = 1 \frac{u}{c^2}$; 2). $V = 0,2 \frac{u}{c}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



m, R, L, L, W

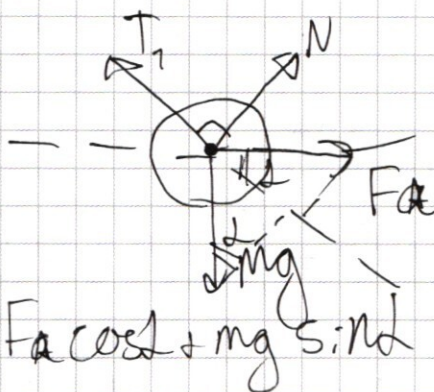
$$W = \frac{1}{C}$$

$$a = W^2 R$$

2). $T = mg \sin \alpha$
2).

$$51,0000.0 \quad | \quad 101936$$

$$\quad \quad \quad | \quad 0,000$$



$PR T = 305808.10$

$p \Delta (j-1) =$
 $= 85.18 \cdot 3.7 =$
 $= 153.02 =$
 $= 5661$

$$T_1 = F_a \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$F_a = W^2 m a = F_a, F_a = W^2 R m, W^2 m \cos^2 (L+R)$$

$$T_1 = W^2 m \cos^2 L (L+R) + mg \sin \alpha$$

N5.

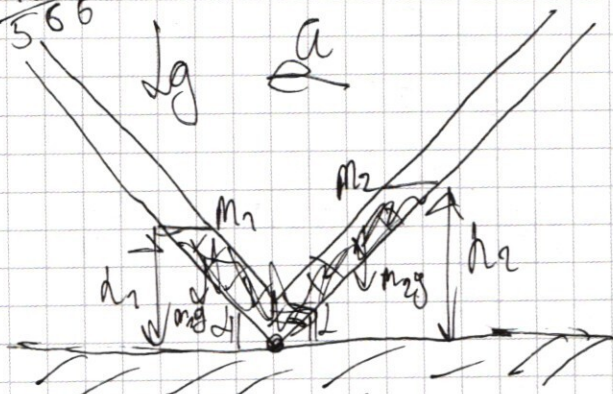
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{h_1}{h_2}, m_2 = \frac{m_1 h_2}{h_1}$$

$$m_1 g \sin^2 \alpha + a(m_1 + m_2) = m_2 g \sin^2 \alpha$$

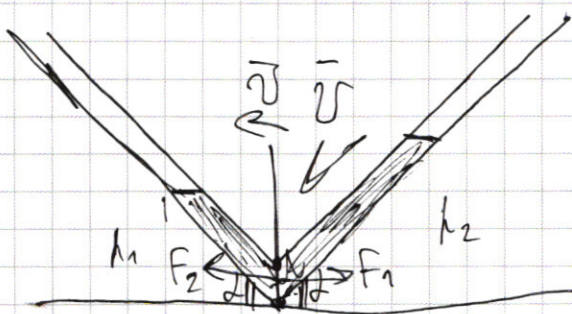
$$g \sin^2 \alpha + a \left(\frac{h_2}{h_1} + 1 \right) = g \sin^2 \alpha \frac{h_2}{h_1}$$

$$a = \frac{g \sin^2 \alpha \left(\frac{h_2}{h_1} - 1 \right)}{\left(\frac{h_2}{h_1} + 1 \right)}$$

$$\begin{array}{r} \times 153 \\ 37 \\ \hline 1041 \\ 459 \\ \hline 5661 \end{array}$$



$$a = \frac{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}}{2.5} = \frac{5}{5} = 1 \left(\frac{m}{s^2} \right)$$



$$\frac{p\mu}{pRT} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 0,018}{10^3 \cdot 8,31 \cdot 368} = \frac{85 \cdot 18}{368 \cdot 831 \cdot 10}$$

$$F_1 = m_1 g \sin \alpha_1, F_2 = m_2 g \sin \alpha_2 = \frac{m_2}{m_1} m_1 g \sin \alpha_2 = 1,5 m_1 g \sin \alpha_2$$

MAX & movement $h_{\text{max}} = h_{\text{ex}}$

~~max~~ $a_2 \rightarrow 0$ $\frac{h_2}{h_1} \rightarrow \frac{h}{h} (1)$

18



NS.

$$pV = \nu RT$$

$$p\mu = p_n RT, p_n = \frac{p\mu}{RT}$$

$T = 273 + 95 = 368 \text{ K}$

$$p \frac{\mu}{p_n} = \frac{\mu}{\mu} RT, p\mu = p_n RT, p_n = \frac{RT}{p\mu}$$

$$\frac{p_n}{p} = \frac{RT}{p\mu p} = \frac{831 \cdot 368}{8,5 \cdot 10^4 \cdot 0,018 \cdot 1000} =$$

$$= \frac{831 \cdot 368 \cdot 10^{-2}}{18 \cdot 85 \cdot 10^3} = \frac{831 \cdot 368}{18 \cdot 85 \cdot 10^5} \approx 0,019987$$

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ 368 \\ \hline 6648 \\ 4986 \\ \hline 2493 \\ 305808 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 305808 \quad 18 \\ 18 \\ \hline 125 \\ 108 \\ \hline - 178 \\ 162 \\ \hline - 140 \\ 126 \\ \hline 148 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 85 \\ 18 \\ \hline 680 \\ 25 \\ \hline 1530 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 153 \\ 9 \\ \hline 1327 \\ \times 153 \\ 8 \\ \hline 124 \end{array}$$

$$pV = \nu RT$$

$$p_1 V_1 = \nu_1 RT$$

$$\nu_2 = \log a, \nu_1 + \nu_2 = \nu$$

$$m = \frac{\nu}{\mu} = \frac{V}{p}, V_2 = \frac{\nu_2 p}{\mu} = \frac{p(\nu - \nu_1)}{\mu}$$

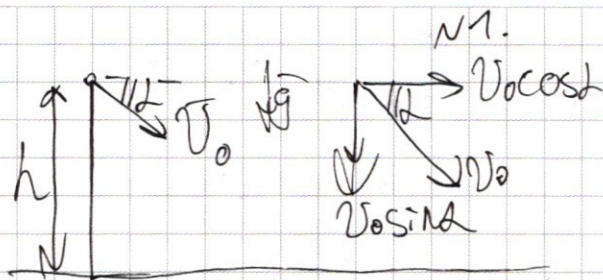
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1 RT}{p_1} : \frac{p(\nu - \nu_1)}{\mu}$$

$$\begin{array}{r} 305808 \quad 153 \\ 153 \\ \hline 1528 \\ 1374 \\ \hline 1510 \\ 1378 \\ \hline 1338 \\ 1224 \\ \hline 1140 \\ 1087 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 153 \\ 8 \\ \hline 1071 \end{array}$$

690

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$h = v_0 \sin \alpha \tau + \frac{g \tau^2}{2} \quad / \quad h =$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha + g \tau$$

$$\sqrt{v_y^2 + v_x^2} = 2,5 v_0$$

$$v_y^2 + v_x^2 = 6,25 v_0^2$$

$$v_y = \sqrt{6,25 v_0^2 - v_0^2 \cdot \frac{1}{4}} = \sqrt{v_0^2 (6,25 - 0,25)} =$$

$$= v_0 \sqrt{6} = 8\sqrt{6} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} + g \tau = 8\sqrt{6} v_0$$

$$\tau = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{8\sqrt{6} - 4\sqrt{3}}{5} = \frac{4\sqrt{6} - 2\sqrt{3}}{5}$$

$$L = v_0 \cos \alpha \tau = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4\sqrt{6} - 2\sqrt{3}}{5} = 4 \cdot \frac{4\sqrt{6} - 2\sqrt{3}}{5} = \frac{4 \cdot 2\sqrt{3} \cdot (2\sqrt{2} - 1)}{5}$$

N2) F0

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 144 \\ 18 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 119 \\ 18 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 125 \\ 25 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 14 \\ 14 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 127 \\ 127 \\ 127 \\ \hline 16129 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 245 \\ 245 \\ \hline 1960 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 145 \\ 145 \\ \hline 1160 \end{array}$$

$$8\sqrt{6} - 4\sqrt{3} = 8(\sqrt{6} - \sqrt{3})$$

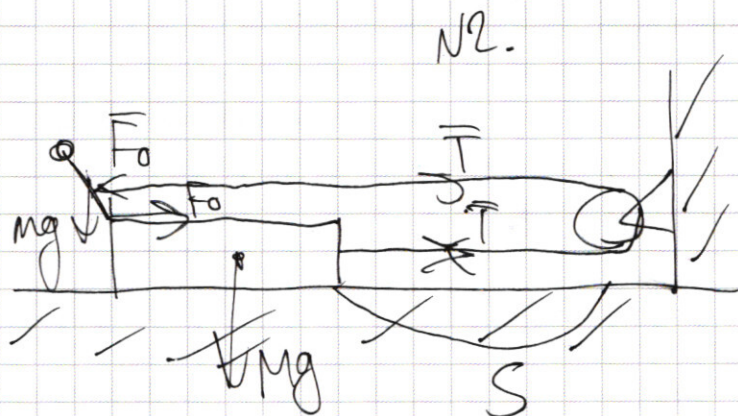
$$8 \cdot 1,45 = 11,6$$

$$2 \cdot (2 \cdot 2,45 - 1,75) =$$

$$= \frac{6,3}{5} \cdot 5 = 12,6$$

$$12,6 + 12,6 = 25,2$$

$$\begin{array}{r} \times 174 \\ 174 \\ \hline 800 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \times 368 \\ 831 \\ \hline 388 \\ 1104 \\ 2944 \\ \hline 305808 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 368 \\ 244 \\ \hline 2546 \\ 2546 \\ \hline 236 \\ 101936 \end{array}$$

$$\frac{1586}{305808} = \frac{51}{101936}$$

$$\begin{array}{r} 368 \quad 831 \quad | \quad 3 \\ \hline 6 \quad 23 \\ \hline 21 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$N = Mg + mg = g(M + m) = 6mg$$

$$F_m = \mu N = \mu g(M + m) = 6\mu g l$$

$$1). F_g = \sqrt{F_m^2 + N^2} = \sqrt{g^2(M+m)^2 + \mu^2 g^2(M+m)^2} = g(M+m) \sqrt{\mu^2 + 1} = 6gm \sqrt{\mu^2 + 1}$$

$$2). F_m = 2F_0, \text{ and } mg = 2F_0, \quad F_0 = 3\mu mg$$

$$3). 6ma = 2F - F_m = 2F - 6\mu mg, \quad a = \frac{F}{3m} - \mu g$$

$$S = \frac{v_K^2}{2a}, \quad v_K = \sqrt{2as} = \sqrt{s \left(\frac{2F}{3m} - 2\mu g \right)}$$

$$pV = \nu RT$$

$$p_1 V_1 = \nu_1 RT$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \nu$$

$$\nu_2 = \nu - \nu_1$$

$$V_2 = \frac{p \nu_2}{p} = \frac{p(\nu - \nu_1)}{p}$$

$$m = \nu \mu = V \rho, \quad V = \frac{\nu \mu}{\rho}$$

$$p_1 V_1 = \nu_1 RT$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 RT$$

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{p_1 \nu_1 RT}{p_2} = \frac{(1-\nu) \mu}{\rho} = \frac{\mu(\nu-1)}{\rho}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1 RT}{p_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1 RT}{p} : \frac{p \nu (\nu-1)}{\mu} = \frac{\mu \nu RT}{p \nu (\nu-1)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$305808 \mid 101936 \mid 1887$$

$$\begin{array}{r} 5661 \mid 3 \\ 3 \overline{) 26} \\ - 24 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5661 \mid 3 \\ 3 \overline{) 26} \\ - 24 \\ \hline 21 \\ 21 \overline{) 21} \\ - 21 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101936 \mid 1887 \\ - 9435 \\ \hline 7586 \\ - 5661 \\ \hline 1925 \\ \times 1887 \\ \hline 1887 \\ 5 \\ \hline 9435 \end{array}$$

$$\frac{1530}{305808 \cdot 10} = \frac{51}{101936}$$

$$51,0000,000 \mid 101936$$

$$\begin{array}{r} 101936 \mid 51 \\ 51 \overline{) 509} \\ - 509 \\ \hline 459 \\ - 459 \\ \hline 446 \end{array}$$

$$\frac{(m_1+m_2)v_1^2}{2} + \frac{m_1gh_1}{2} + \frac{m_2gh_2}{2} = \frac{(m_1+m_2)v_2^2}{2} + \frac{(m_1+m_2)(h_1+h_2)g}{4} + \frac{(m_1+m_2)v^2}{2}$$

$$2m_1gh_1 + 2m_2gh_2 = (m_1+m_2)(h_1+h_2)g + 2(m_1+m_2)v^2$$

$$g(2m_1h_1 + 2m_2h_2 - m_1h_1 - m_2h_2 - m_1h_2 - m_2h_1) = 2(m_1+m_2)v^2$$

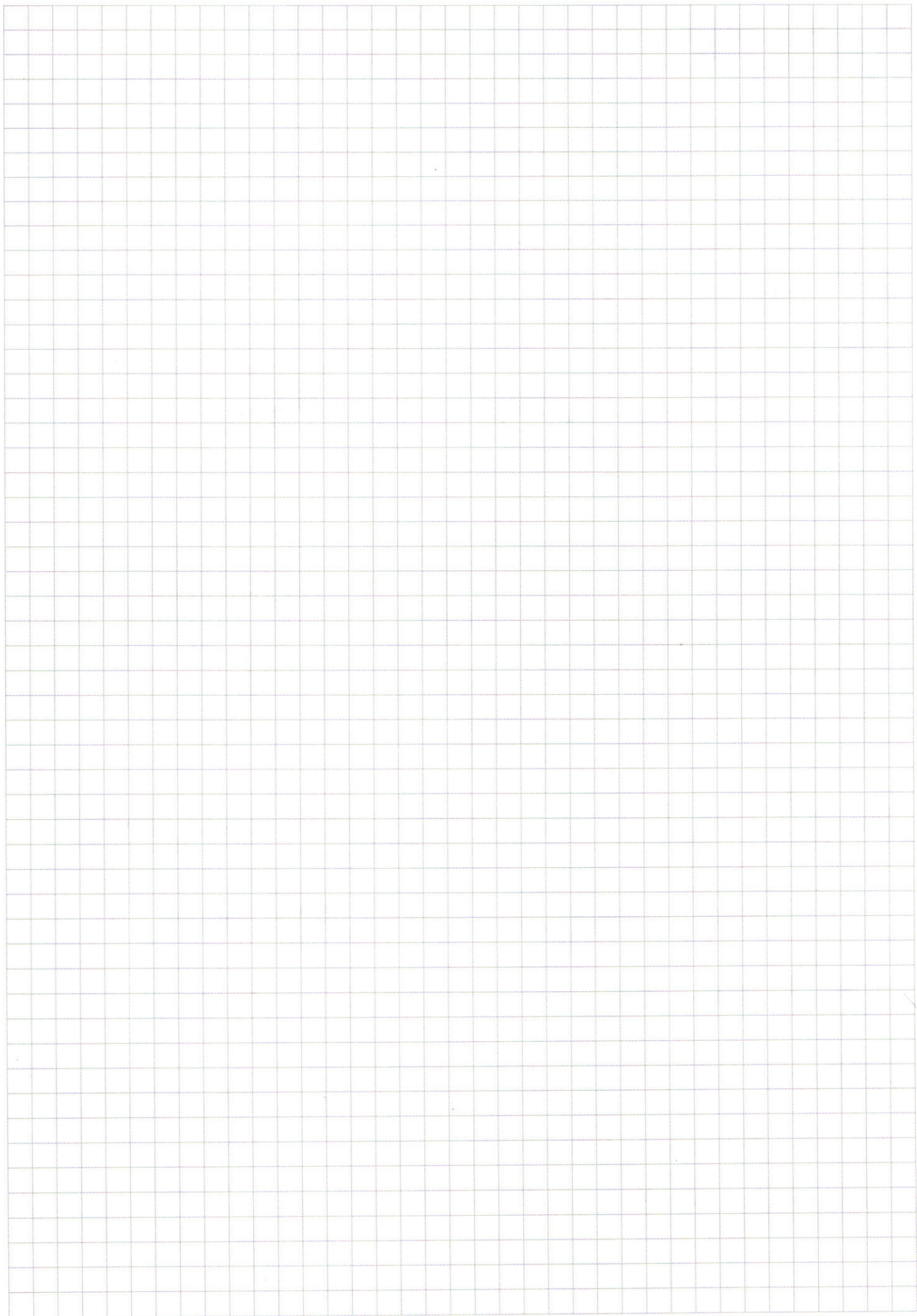
$$g(-m_1(h_1+h_2) + m_2(h_2-h_1)) = 2(m_1+m_2)v^2$$

$$g(h_2-h_1)(m_2-m_1) = 2(m_1+m_2)v^2$$

$$v^2 = \frac{g(h_2-h_1) \frac{1}{2} m_1}{4 \cdot \frac{5}{2} m_1} = g(h_2-h_1)$$

$$0,0^2 = 4 \cdot 10^{-2}$$

$$0,04$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)