

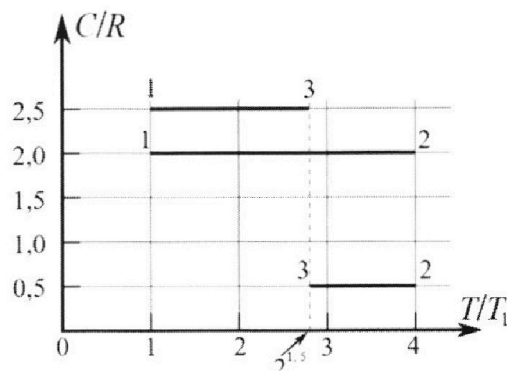
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



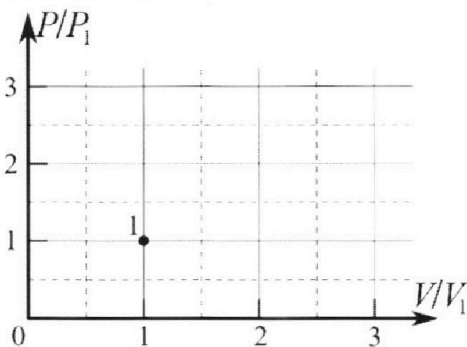
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



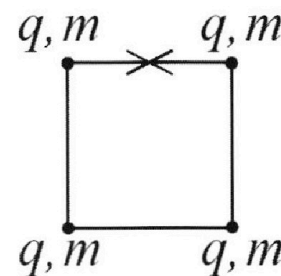
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость  $V$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорц иональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

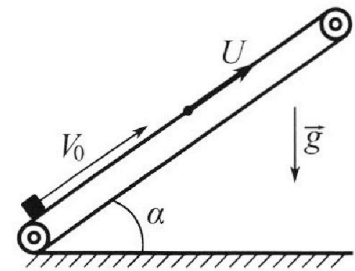


1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.
- 1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.
  - 2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



- 1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1$  м?

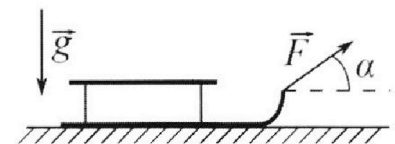
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?
- 3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости  $V_0$  за одинаковое время.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.



- 1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- 2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

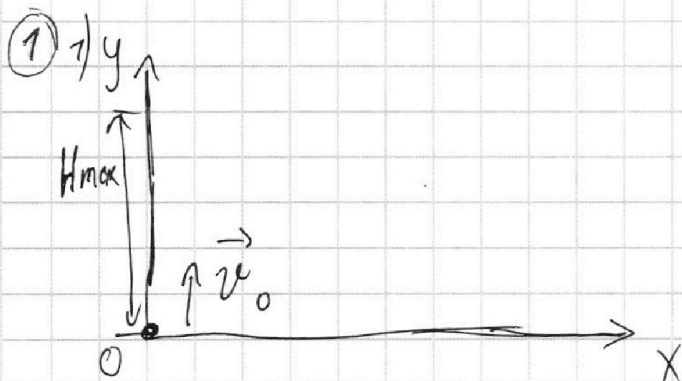
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Максимальная высота при движении в поле тяжести при одинаковой высоте начальной и конечной высоте достигается за половину времени полёта ( $\tau_n$ )  $\Rightarrow$

$$\tau_n = 2T = 4c$$

3-е движение:

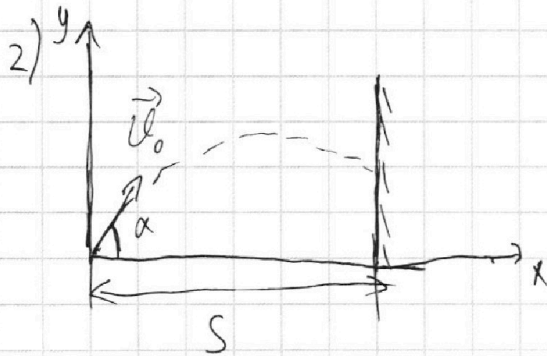
$$y = v_0 t - \frac{g}{2} t^2 \quad (1)$$

Конец полёта

$$y = 0 = v_0 \tau_n - \frac{g}{2} \tau_n^2 \quad | : \tau_n$$

$$0 = v_0 - \frac{g}{2} \tau_n$$

$$v_0 = \frac{g}{2} \tau_n = \frac{g}{2} 2T = gT = 20 \frac{M}{c}$$



$$\begin{cases} y = \sin \alpha v_0 t - \frac{g}{2} t^2 \\ x = \cos \alpha v_0 t \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = \sin \alpha v_0 t - \frac{g}{2} t^2 \\ t = \frac{x}{\cos \alpha v_0} \end{cases}$$

$$y(x) = t g x - \frac{g x^2}{2 \cos^2 \alpha v_0^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

При  $x = S$ :

$$y = \operatorname{tg} \alpha S - \frac{g S^2}{2 \cos^2 \alpha v_0^2}$$

Обозначим  $S = C_1$ ,  $\frac{g S^2}{2 v_0^2} = C_2$

$$y = C_1 \operatorname{tg} \alpha - \frac{C_2}{\cos^2 \alpha} = C_1 \operatorname{tg} \alpha + C_2 (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha) \quad (4)$$

~~Чтобы найти максимум  $y$  при  $x = S$  продифференцируем  $y$  по  $\alpha$  и приравняем  $y' = 0$~~

~~$$y' = (C_1 \operatorname{tg} \alpha - \frac{C_2}{\cos^2 \alpha})' = C_1 \operatorname{ctg} \alpha - \frac{2 C_2}{\cos^3 \alpha} \sin \alpha = 0$$~~

~~$$C_1 \operatorname{ctg} \alpha = 2 C_2 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos^3 \alpha}$$~~

Получили кв. уравн. отн.  $\operatorname{tg} \alpha$ . График-парабола,  
ветви вниз  $\Rightarrow y_{\max}$  достигается в вершине при

$$(\operatorname{tg} \alpha)^* = -\frac{b}{2a} = \frac{C_1}{2 C_2} = \frac{S v_0^2}{2 g S^2} = \frac{v_0^2}{2 g S} = 1$$

$$(4): y_{\max} = S \cdot 1 + \frac{g S^2}{2 v_0^2} (1 - 1) = S = 20 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $v_0 = g T = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2)  $y_{\max} = S = 20 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Ответ: 1)  $T = \left( \frac{30 + 5\sqrt{15}}{75} \right) c$

2)  $L = 0,64$

3)  $H = \frac{64}{75} M$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Этот путь будет пройден за

$$t_1 = \frac{v_0}{a_x} = \frac{4}{10} \text{ с} = 0,4 \text{ с}$$

После этого движение по случаю 2:

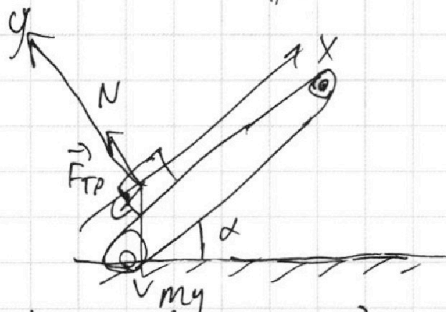
$$a_x = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; v_0 = 0$$

$$S_2 = S - S_{\text{max}} = 0,2 \text{ м}$$

$$S_2 = \frac{a_x}{2} t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_x}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

$$T = t_1 + t_2 = \left(0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}\right) \text{ с} = \left(\frac{30 + 5\sqrt{15}}{75}\right) \text{ с}$$

2) В ИСО "лента транспортера":



Чтобы в ЛСО скорость коробки  $v'_x = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  в ИСО, лента... Она должна стоять  $v'_k = v_k - u = 0$   
По случаю 1:

$$v'_k = (v_0 - u) - a_x t$$

$$S' = \frac{v_k'^2 - (v_0 - u)^2}{2a_x} = \frac{4}{20} \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$L = s = 2 \text{ м} + S + u \cdot t = S + u \frac{(v_0 - u)}{a_x} = 0,6 \text{ м}$$

3) Чтобы коробка в ЛСО остановилась  $v'_k = -u$ .

По случаю 2, считая от момента остановки

$$S'_3 = \frac{(-u)^2}{2a_x} = 0,2 \text{ м}$$

$$\Delta L = S'_3 + u \cdot t = S'_3 + u \frac{-u}{a_x} = \frac{7}{15} \text{ м}$$

$$H = L_3 \cdot \sin \alpha = (L + \Delta L) \sin \alpha = \frac{64}{75} \text{ м}$$

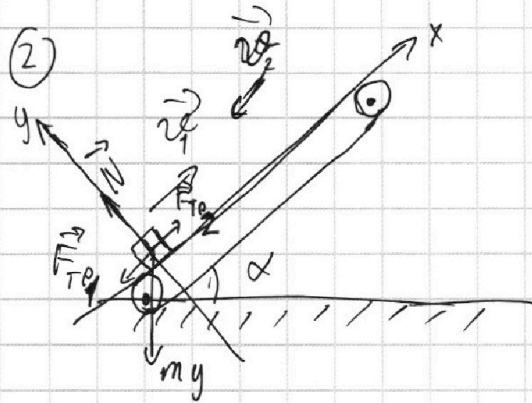
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



По II закону Ньютона:

$$Oy: -mg \sin \alpha + N = 0$$

$$N = mg \sin \alpha$$

$$Ox: F_{TP} = \mu N = \mu mg \sin \alpha$$

$$\text{Случай 1: } O_x: m a_x = -F_{TP} - mg \cos \alpha = -mg (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$a_x = -g (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) = -\frac{38}{3} \frac{M}{c^2} \quad a_x = -g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = -10 \frac{M}{c}$$

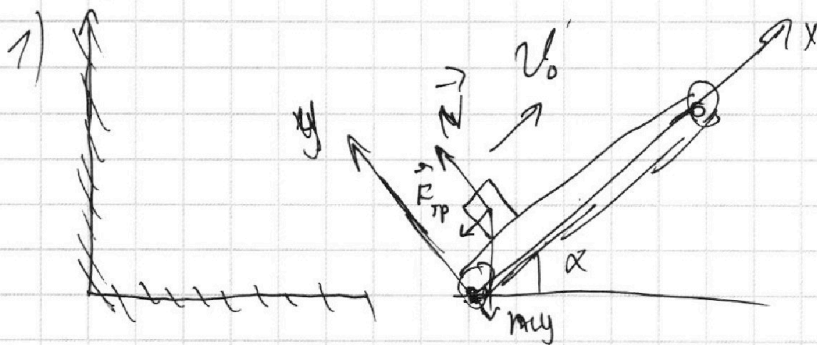
Случай 2:

$$O_x: m a_x = F_{TP} - mg \cos \alpha = mg (\mu \sin \alpha - \cos \alpha) = mg (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$a_x = -g (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = \frac{22}{3} \frac{M}{c^2} = -6 \frac{M}{c^2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{4}{3}$$



$S = v_0 t + \frac{1}{2} a_x t^2 \Rightarrow t =$  Сначала движение по случаю 1:

В ф-ле  $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$  при  $a < 0$   $S_{\max}$  при  $v = 0 \Rightarrow S_{\max} = \frac{-v_0^2}{2a}$

$$S_{\max} = \frac{16}{20} M = 0,8 M$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$a_x = -\mu g$$
$$T = \frac{\cancel{v}}{a_x} = \frac{0 - v_0}{a_x} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{\sin \alpha v_0}{(1 - \cos \alpha) g}$$

Ответ: 1)  $\mu = \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$

2)  $T = \frac{\sin \alpha v_0}{(1 - \cos \alpha) g}$



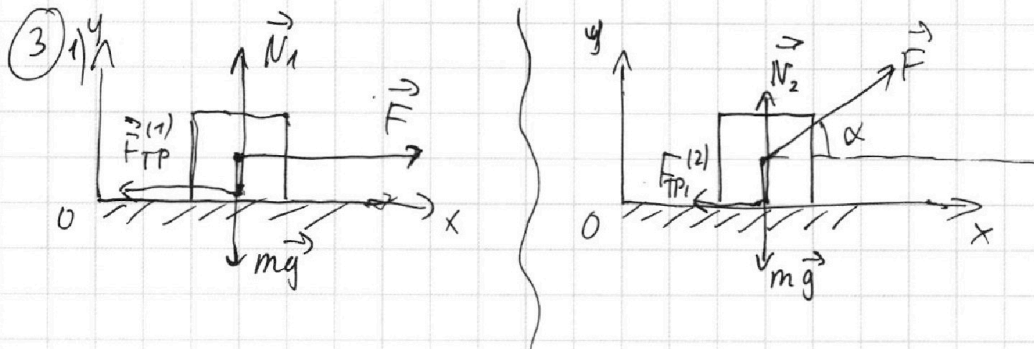
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



По II закону Ньютона:

$$Oy: N_1 - mg = 0$$

$$N_2 - mg + F \cos \alpha = 0$$

$$N_1 = mg$$

$$N_2 = mg - F \sin \alpha$$

$$\Rightarrow N_2 = N_1 - F \sin \alpha$$

$$Ox: ma_x = F - F_{TP}^{(1)}$$

$$ma_x = F \cos \alpha - F_{TP}^{(2)}$$

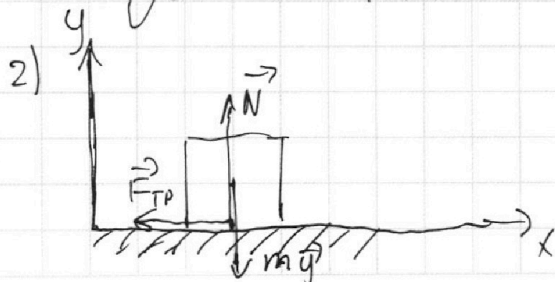
$$ma_x = F - \mu N_1$$

$$ma_x = F \cos \alpha - \mu N_1 + \mu F \sin \alpha$$

$$0 = F(1 - \cos \alpha) - \mu F \sin \alpha$$

$$\mu \sin \alpha = 1 - \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$



По III закону Ньютона:

$$Oy: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$$

$$Ox: ma_x = -F_{TP} = -\mu N = -\mu mg$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) По I началу термодинамики:

$$Q = \Delta U + A$$

$$C_V \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T + A$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T = A = 4986 \text{ Дж} = \frac{R}{2} \nu 3 T_2 = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$2) \eta = \frac{Q_+ + Q_-}{Q_+} = 1 + \frac{Q_-}{Q_+}$$

$$Q_+ = Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12} = \nu 2 R \cdot 3 T_1 = 6 \nu R T_1$$

$$Q_- = Q_{23} + Q_{31} = \nu (C_{23} \Delta T_{23} + C_{13} \Delta T_{13}) = -\left(\frac{1}{2} R \cdot (4 - 2^{1.5}) T_1 + 2.5 \nu R (2^{1.5} - 1) T_1\right) =$$

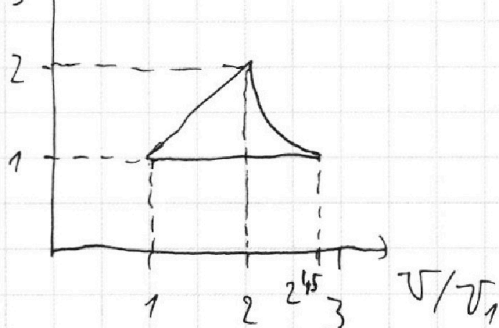
$$= -\left(2.5 \nu \sqrt[3]{4} - \sqrt{2} - 0.5\right) \nu R T_1$$

$$\eta = 1 - \frac{2.5 \nu \sqrt[3]{4} - \sqrt{2} - 0.5}{6} = \frac{6 - 2.5 \nu \sqrt[3]{4} + \sqrt{2} + 0.5}{6} = \frac{6.5 + \sqrt{2} - 2.5 \nu \sqrt[3]{4}}{6}$$

Ответ: 1)  $A = 4986 \text{ Дж} = \frac{R}{2}$

2)  $\eta = \frac{6.5 + \sqrt{2} - 2.5 \nu \sqrt[3]{4}}{6}$

3) P/P<sub>1</sub>



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

(4) 3) 1-атомный газ  $\Rightarrow i=3 \Rightarrow C_V = \frac{3}{2}$ ;  $C_P = \frac{5}{2}$

$$C_{13} = 2,5 = C_P \Rightarrow p_{13} = \text{const}$$

Все процессы политропические  $\Rightarrow$   
~~и имеет место~~  $pV^n = \text{const}$ ,  $n = \frac{C - C_P}{C - C_V}$

$$n_{12} = \frac{C - C_P}{C - C_V} = -1 \Rightarrow p \cdot V^{-1} = \text{const} \Rightarrow p = c_1 V$$

По 3-му Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

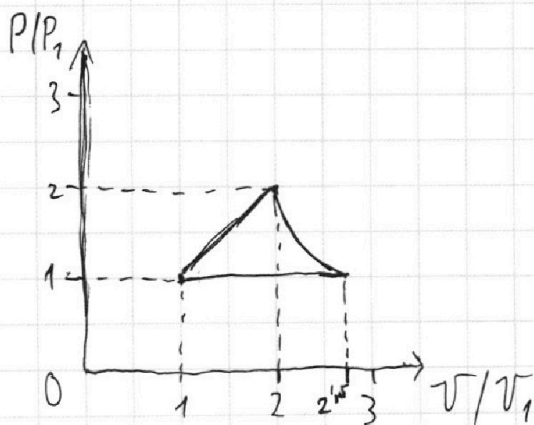
$$c_1 V^2 = \nu RT \Rightarrow V \sim \sqrt{T} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 2$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2}$$

$$n_{32} = \frac{-2}{-1} = 2 \Rightarrow pV^2 = \text{const} \Rightarrow p = \frac{c_{32}}{V^2}$$

В процессе 1-3:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_3 = \nu R T_3 \\ p_1 = p_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{1}{2^{1,5}}$$



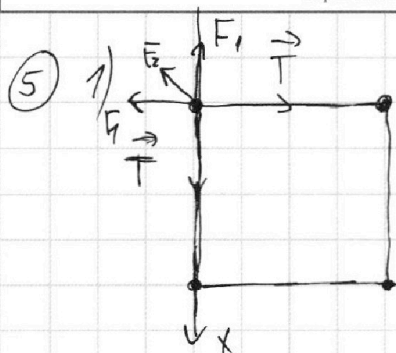
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



II закон Ньютона:

$$Ox: T - F_1 - F_2 \cos 45^\circ = 0$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3}{2} \frac{kq^2}{b^2}$$

Ответ:  $T = \frac{3}{2} \frac{kq^2}{b^2}$



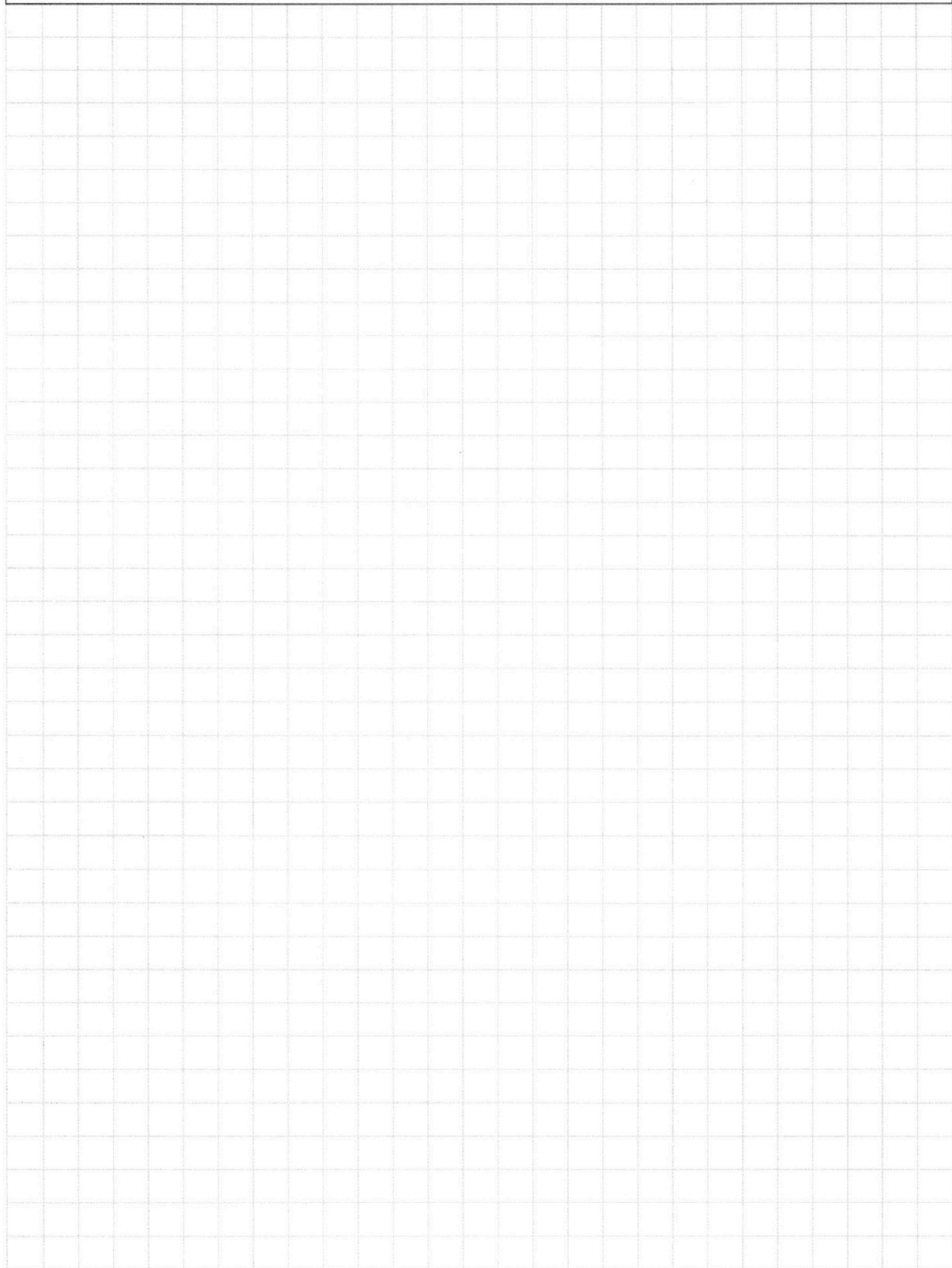
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$1-3 - p = \text{const}$$

$$n = \frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$n_{12} = \frac{-0,5}{0,5} = -1 \Rightarrow \frac{p}{v} = \text{const} \Rightarrow p = c_{12} v$$

$$n_{32} = \frac{-2}{-1} = 2 \quad p v^2 = \text{const} \Rightarrow p = c_{23} v^{-2}$$

$$c_{12} v^2 = \gamma R T \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 4 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2 = \frac{p_2}{p_1}$$

$$p v = \gamma R T$$

$$\frac{v}{T} = \text{const}$$

$$v = c T$$

$$\frac{1}{2} 8,31 \cdot 1200$$
$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

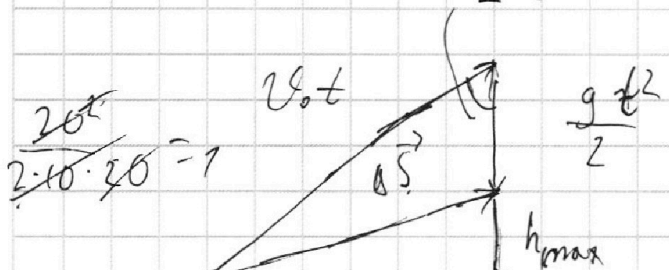
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$c_1 x + c_2 - c_2 v^2 \Rightarrow \dot{x} = \frac{b}{2c_1} - \frac{c_2}{2c_1} v^2$$



$$y = \sin \alpha v_0 t - \frac{g}{2} t^2$$

$$x = \cos \alpha v_0 t$$

$$\Rightarrow t = \frac{x}{\cos \alpha v_0}$$

$$q_x = -10 \left( 1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{5} \right) = -10 \left( 1 + \frac{4}{15} \right) = -10 \frac{19}{15} = -\frac{190}{15}$$

$$D S = \frac{190}{2} = \frac{95}{15} = \frac{19}{3}$$

$$y = t g \alpha \frac{x}{v_0} - \frac{g}{2 \cos^2 \alpha} x^2$$

$$v_0 x = c_1 \quad \frac{g x^2}{2 v_0^2} = c_2$$

$$y = c_1 t g \alpha - \frac{c_2}{\cos^2 \alpha}$$

$$y' = -c_1 t + g \alpha + c_2 \frac{t g \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{190}{15} x^2 - 4x + 1 = 0$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos} = \cos^{-2} \alpha = \frac{-2}{\cos^3 \alpha} \cdot -\sin \alpha = \frac{2 t g \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$c_1 t + g \alpha = c_2 \frac{t g \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$c_1 \cos^2 \alpha = c_2 t g \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\frac{1 - \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = t g^2 \alpha$$

$$1 - \cos^2 \alpha = t g^2 \alpha \cos^2 \alpha$$

$$\frac{\cos \alpha}{t g \alpha} = \sqrt{\frac{c_2}{c_1}} = c_3$$

$$\frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} = c_3$$

$$-1 = (1 - t g^2 \alpha) \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 - t g^2 \alpha} = \frac{1}{1 - \frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} = \frac{1}{\frac{\cos^2 \alpha - 1 + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} = -\cos^2 \alpha$$

$$\frac{1 - \sin^2 \alpha}{\sin \alpha} = c_3$$

$$\frac{1}{\sin \alpha} - \sin \alpha = c_3 \Rightarrow 1 - \sin^2 \alpha - c_3 \sin \alpha = 0$$

$$\sin^2 \alpha + c_3 \sin \alpha - 1 = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$19x^2 - 12x + 3 = 0$$

$$\frac{2}{5} + \frac{1}{\sqrt{15}} = \frac{2\sqrt{15} + 5}{5\sqrt{15}} = \frac{30 + 5\sqrt{15}}{75}$$

$$D = b^2 - ac = 36 -$$

$$1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{5} = \frac{4}{15} + 1 = \frac{14}{15} \cdot \frac{14}{15} \cdot 10 = \frac{2 \cdot 14}{3} = \frac{38}{3}$$

$$1 - \frac{4}{15} = \frac{11}{15}; \quad 10 \cdot \frac{11}{15} = \frac{2 \cdot 11}{3} = \frac{22}{3}$$

$$S_{\max} = \frac{u^2}{2a} = \frac{3 \cdot 16}{2 \cdot 38} \text{ м} = \frac{48}{76} \text{ м}$$

$$\frac{3}{5} + \frac{4}{15} = \frac{12+4}{15} = \frac{16}{15}; \quad 10 \cdot \frac{16}{15} = \frac{32}{3}$$

$$\frac{12-4}{15} = \frac{8}{15}; \quad 10 \cdot \frac{8}{15} = \frac{16}{3}$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{4}{5} + \frac{1}{5} = 1$$

$$\frac{4}{5} - \frac{1}{5} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$2 - \frac{2}{10} = 0,4 -$$

$$-0,2 + \frac{4}{6} = -\frac{1}{5} + \frac{4}{6} = \frac{20-6}{30} = \frac{14}{30} = \frac{7}{15}$$

$$\frac{6}{10} + \frac{7}{15} = \frac{18+14}{30} = \frac{32}{30}$$

$$\frac{32}{30} \cdot \frac{4}{5} = \frac{64}{75}$$

15

$$\begin{array}{r|l} 0,40 & 6 \\ \underline{36} & 0,0666... \\ \hline 40 & \end{array}$$

$$\frac{40}{60} = \frac{2}{30}$$