



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

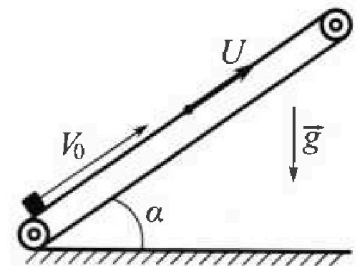
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

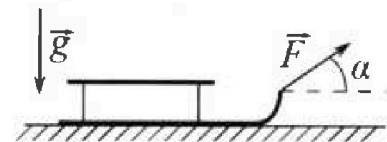
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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.

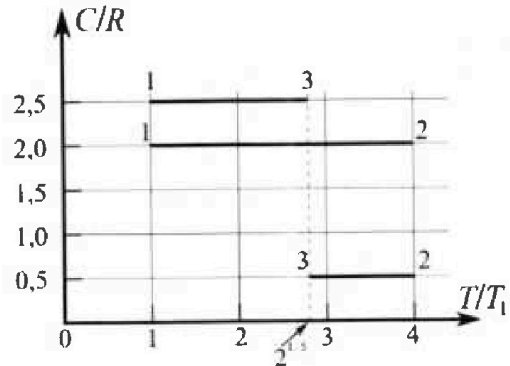
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



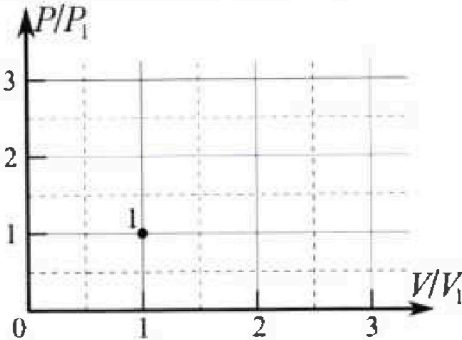
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



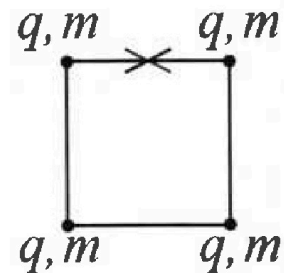
1) Найдите работу  $A_{1-2}$  газа в процессе 1-2.

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 пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



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

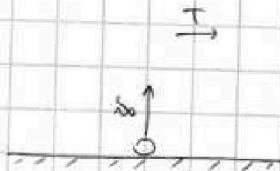
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1.

$v = v_0 - gt$

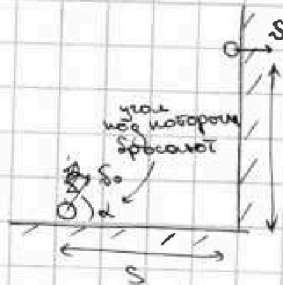
$$0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt = 2 \cdot 10 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$



Ответ:  $v_0 = gt = 20 \text{ м/с}$

2.

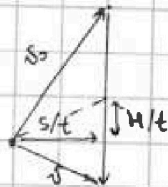


$S$  - скорость в конце

$t$  - время полета до стены

$H$  - максимальная высота удара о стену

Треугольник скоростей



$$\begin{cases} S = v_0 \cos \alpha t & (1) \\ H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} & (2) \end{cases}$$

$$(1) \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \rightarrow (2) \Rightarrow$$

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H = \tan \alpha S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$H \Rightarrow$

$$H = \left( \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right) S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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

$$\frac{dH}{d\alpha} = \cos \alpha \cos^{-1} \alpha + \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} S - \frac{g S^2 (-2) (-\sin \alpha)}{2 v_0^2 \cos^3 \alpha} = 0$$

н.к.  $H \cdot \max$

$$\cos \alpha - \frac{g S \sin \alpha}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = 0$$

$$\sin \alpha g S = v_0^2 \cos \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_0^2}{g S}$$

$$\frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1 \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 + g S^2}{(g S)^2}$$



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 checked="" 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!

МФТИ



2. (продолжение)

$$H = \operatorname{tg} \alpha S - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_0^2}{gS}$$
$$\cos^2 \alpha = \frac{v_0^4 + (gS)^2}{(gS)^2}$$

$$H = \frac{v_0^2 S}{gS} - \frac{gS^2 (v_0^4 + (gS)^2)}{2v_0^2 (gS)^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g(v_0^4 + (gS)^2)}{2v_0^2 g} = \frac{2v_0^4 - v_0^4 - (gS)^2}{2v_0^2 g}$$

$$H = \frac{v_0^4 - (gS)^2}{2v_0^2 g} = \frac{20^4 - (10 \cdot 20)^2}{2 \cdot 20^2 \cdot 10} = \frac{20^2 - 10^2}{20} \text{ м}$$

$$H = \frac{300}{20} \text{ м} = 15 \text{ м}$$

Ответ:  $H = \frac{v_0^4 - (gS)^2}{2v_0^2 g} = 15 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

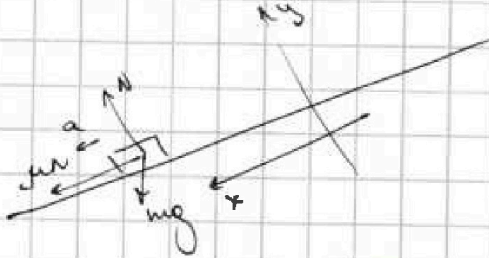
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1.



$$\begin{aligned} \Sigma F : OY : N - mg \cos \alpha &= 0 \\ OX : \mu N + mg \sin \alpha &= ma \\ \Rightarrow a &= g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g \end{aligned}$$

Расстояние до верхней точки

$0 - v_0 = -at_1$  ← время до верхней точки

$$S_{\text{max}} = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow t_1 = v_0 / a = 0,4 \text{ c}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2} - \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{4 \cdot 4 \text{ m}}{2 \cdot 10} = \frac{4}{5} \text{ m}$$

2) далее блок спускается еще вниз на  $S - S_{\text{max}}$

при этом начальная скорость у него 0 за время  $t_2$

$$S - S_{\text{max}} = \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2(S - S_{\text{max}})}{g}}$$

$$t_0 + t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{10 \cdot 5}} \text{ c} = 0,2 \text{ c}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,6 \text{ c}$$

Ответ:  $T = 0,6 \text{ c} = \sqrt{\frac{v_0^2}{a}} + \sqrt{\frac{2(S - v_0^2/2a)}{g}}$



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!

~~Величина  $\tilde{v}_0$  зависит от скорости движения трансформатора~~

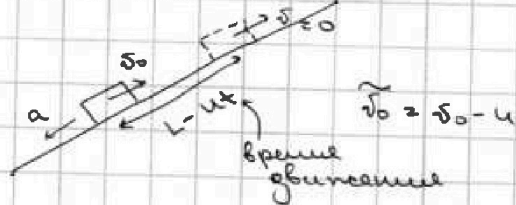
2.  $\tilde{v}_0^2 = 2(L - ut) a$

$\tilde{v}_0 = at \Rightarrow t = \frac{\tilde{v}_0}{a}$

$\Rightarrow \tilde{v}_0^2 = 2(L - u \frac{\tilde{v}_0}{a}) a$

$L = \frac{\tilde{v}_0(2u + \tilde{v}_0)}{a}$

со трансформатора  
(м.к.  $\vec{u} = \text{const} \Rightarrow \in \text{ИСО}$ )



~~$L = \frac{4(3+4)}{10} \text{ м} = 3,2 \text{ м}$~~

$L = \frac{(v_0 - u)(v_0 + u)}{a}$

$L = \frac{4^2 - 2^2}{10} = 1,2 \text{ м}$

Ответ:

~~$L = \frac{\tilde{v}_0(2u + \tilde{v}_0)}{a}$~~   
 ~~$L = \frac{3,2 \text{ м}}{1}$~~   
 $L = \frac{\tilde{v}_0^2 - u^2}{a} = 1,2 \text{ м}$

3.  $\Delta E: (0 + mgH)_{\text{к}} - (\frac{(\tilde{v}_0 + u)^2}{2} m + 0)_{\text{к}} = \int F_{\text{тр}} ds$

$F_{\text{тр}} = N\mu = mg \cos \alpha \mu$   
(по н.к.)

$\int F_{\text{тр}} ds = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{H}{\sin \alpha}$

$\Rightarrow m g H - \frac{(\tilde{v}_0 + u)^2}{2} m = \frac{\mu mg \cos \alpha H}{\sin \alpha}$

$g H (\frac{1}{\sin \alpha} - \mu \cos \alpha) = \frac{(\tilde{v}_0^2 + u^2)}{2}$

$H = \frac{(\tilde{v}_0 + u)^2 \sin \alpha}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$

~~$H = \frac{36 \cdot 4}{2 \cdot 10 \cdot 3} = \frac{24}{10} \text{ м} = 2,4 \text{ м}$~~

$H = \frac{\tilde{v}_0^2 \sin \alpha}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} =$

Ответ:  $H = \frac{(\tilde{v}_0)^2 \sin \alpha}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = 2,4 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

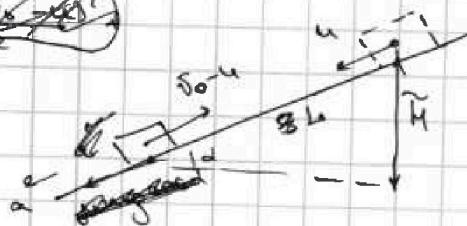
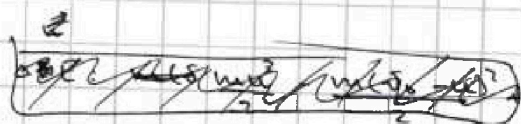
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Вам  $\delta_0$  сообщают относительно  $z$  на  $\delta$ .

СО транспортера



$$v_0 + u = v_0 + u$$

$$u + v_0 - u = at$$

$$\Rightarrow t = \delta_0 / a$$

$$\tilde{H} = \frac{(v_0 - u)t - \frac{at^2}{2}}{\sin \alpha}$$

$$\tilde{H} = \left( \frac{(v_0 - u) \delta_0}{a} - \frac{\delta_0^2}{2a} \right) / \sin \alpha$$

$$\tilde{H} = \frac{2\delta_0^2 - 2u\delta_0 - \delta_0^2}{2a \sin \alpha} = \frac{\delta_0(\delta_0 - 2u)}{2a \sin \alpha} = 0 \text{ м}$$

~~Ответ:  $H = 0 \text{ м}$~~

$$\text{в } \text{СО} : \tilde{H} = \tilde{H} + ut \sin \alpha = ut \sin \alpha = \frac{u \delta_0 \sin \alpha}{a}$$

$$H = \frac{4 \cdot 2 \cdot 4}{5 \cdot 10} = 0,64 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } H = 0,64 \text{ м} = \frac{u \delta_0 \sin \alpha}{a}$$

исл. пр. 25

5/10





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

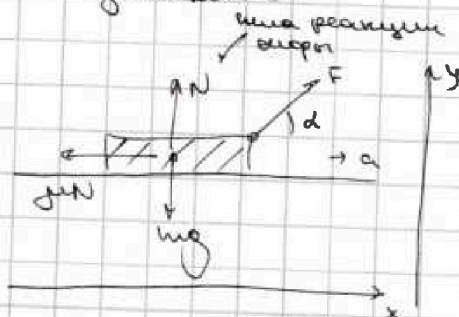
МФТИ

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

1. Т.к. время разгона одинаковое  $\Rightarrow$   
ускорение санок тоже одинаковое

$$\Delta F: OY: N + F \sin d - mg = 0$$

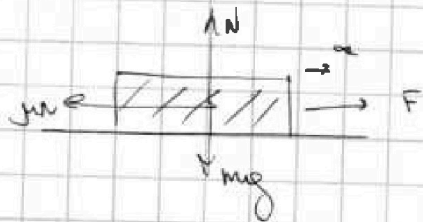
$$OX: F \cos d - \mu N = am$$



$$\Rightarrow N = mg - F \sin d$$

$$am = F \cos d - \mu mg + \mu F \sin d$$

$$am = F \cos d - \mu mg + \mu F \sin d \quad (1)$$



$$\Delta F:$$

$$OY: N - mg = 0$$

$$OX: F - \mu N = ma$$

$$\Rightarrow F - \mu mg = ma \quad (2)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow F \cos d - \mu mg + \mu F \sin d = F - \mu mg$$

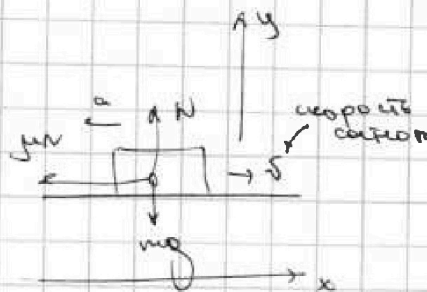
$$\mu F \sin d = F(1 - \cos d)$$

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

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

2.  $OX: -\mu N = -ma$   
 $OY: N - mg = 0$

$$\Rightarrow a = \mu g$$



$$0 - v_0 = -aT \Rightarrow T = s_0/a = s_0/\mu g$$

Ответ:  $T = s_0/\mu g$

это еще  
одна стр  
15  
5/10



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!

1.  ~~$dQ = c dT = \frac{1}{2} \gamma R dT + p dV$~~   
~~внутренняя энергия → работа~~  
~~Т.к.  $c = \text{const} \Rightarrow c dT = \frac{i}{2} \gamma R dT + p dV$~~   
~~ЗМК:  $pV = \gamma R T$~~   
 ~~$d(pV) = \gamma R dT$~~   
 ~~$p dV + V dp = \gamma R dT$~~

1. Т.к.  $c = \text{const}$  на участке 1-2  
 $dQ = dU + dA$  ЗМК:  $pV = \gamma R T$   
 $c dT = \frac{i}{2} d(pV) + p dV$   $d(pV) = \gamma R dT$   
 $dT = \frac{d(pV)}{\gamma R}$   
 $\frac{c d(pV)}{\gamma R} = \frac{i}{2} d(pV) + p dV$

$$\left(\frac{c}{\gamma R} - \frac{i}{2}\right) p dV = \left(\frac{i}{2} + 1 - \frac{c}{\gamma R}\right) p dV$$

$$V dp = k p dV$$

$$\frac{dp}{p} = k \frac{dV}{V} \Rightarrow \ln \frac{p_k}{p_n} = k \ln \frac{V_k}{V_n}$$

$$\ln \frac{p_k}{p_n} = \ln \left(\frac{V_k}{V_n}\right)^k$$

$$p_k V_k^{-k} = p_n V_n^{-k}$$

$$\Rightarrow pV^{-k} = \text{const}, k = \frac{\frac{i}{2} + 1 - c}{\frac{c}{\gamma R} - \frac{i}{2}} \approx \frac{2.5 \gamma R - c}{c - 1.5 \gamma R}$$

$$-k = \frac{\frac{2}{2} c - (\frac{i}{2} + 1) \gamma R}{c - \frac{i}{2} \gamma R} = \frac{c - 2.5 \gamma R}{c - 1.5 \gamma R}$$

$$\Rightarrow pV^{\frac{c - 2.5 \gamma R}{c - 1.5 \gamma R}} = \text{const}$$

Т.к.  $c_2 = 2R \Rightarrow pV^{\frac{2 - 2.5 \gamma R}{2 - 1.5 \gamma R}} = \text{const} \Rightarrow p = \text{const}$

$\Rightarrow p(V) - \text{минимум (выходит из 0)}$

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!



1. (продолжение)

~~$p = p_0$~~   $A_{12} = Q_{12} - U_{12} = c_p T - \frac{i}{2} \nu R T$

$A_{12} = 2R T - 1,5R T = 0,5 A T R = 0,5 \cdot 3 T_1 R$

$A_{12} = 1,5 T_1 R = 1,5 \cdot 400 \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot 600 \cdot 8,31 \text{ Дж/моль}$

$A_{12} = 498600 \text{ Дж}$

Ответ:  $A = 498,6 \text{ кДж}$

2. 
$$\begin{cases} Q_{12} = \sum U_{12} + A_{12} \\ Q_{23} = U_{23} + A_{23} \\ Q_{34} = U_{34} + A_{34} \\ U_{12} + U_{23} + U_{34} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} = A_{12} + A_{23} + A_{34} = A \\ -A \end{cases}$$

и к. энергии замкнутой

$A = 2R \cdot 3T_1 + 0,5R (4 - 2^{1,5})T_1 - 2,5R (2^{1,5} - 1)T_1$

$A = T_1 R (6 - 2 + \sqrt{2} + 2,5 - 5\sqrt{2})$

$A = (6,5 - 4\sqrt{2}) T_1 R$

$Q_+ = Q_{12} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1$

$\Rightarrow y = \frac{A}{Q_+} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

Ответ:  $y = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

3.  $U_{34}$  н. 1  $\Rightarrow p \nu$  Две всех уравнений  $p \nu^{\frac{c-2,5R}{2,5R}} = \text{const}$

1-2:  $c = 2 \Rightarrow p \nu^{-1} = \text{const}$ ,  $T \uparrow$  &  $4$  раз  $\Rightarrow p, \nu \uparrow$   $2$  раз

3-4:  $c = 2,5 \Rightarrow p \nu^0 = \text{const}$ ,  $T \uparrow 2\sqrt{2}$  раз  $\Rightarrow \nu \uparrow 2\sqrt{2}$  раз  $\nu = \text{const}$

3-3:  $c = 0,5 \Rightarrow p \nu^2 = \text{const}$ ,  $T \downarrow$  &  $\sqrt{2}$  раз  $\Rightarrow T \downarrow \sqrt{2}$ ,  $p \uparrow \sqrt{2}$   
 $\nu \uparrow \sqrt{2}$ ,  $p \downarrow 2$

7/10



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!

3 (продолжение)

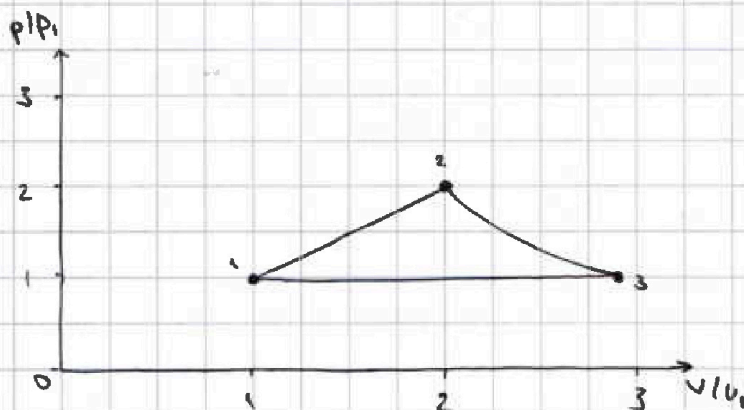
$$1-2: pV^{-1} = \text{const} : p_2 = 2p_1 \\ V_2 = 2V_1 \\ T_2 = 4T_1$$

~~3-1:  $p = \text{const} : p_3 = \sqrt{2} p_1 / 2$   
 $V_3 = 2V_1$   
 $T_3 = 2\sqrt{2} T_1$~~

$$2-3: pV^2 = \text{const} : p_3 = 8p_1 \\ V_3 = 2\sqrt{2} V_1 \\ T_3 = 2\sqrt{2} T_1$$

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

<del><math>p_2 = 2p_1</math></del>	<del><math>V_2 = 2V_1</math></del>	<del><math>T_2 = 4T_1</math></del>
------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------



$$p_2 = 2p_1 \\ V_2 = 2V_1 \\ p_3 = p_1 \\ V_3 = 2\sqrt{2} V_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

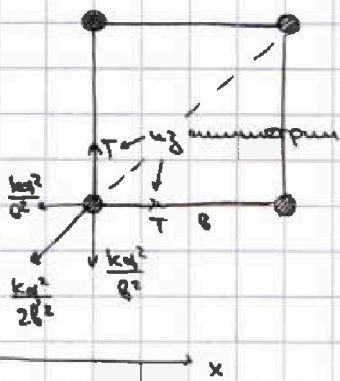
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1.



$$\Delta F: O_x: T - \frac{kq^2}{b^2} - \frac{kq^2 \cos 45^\circ}{2b^2} = 0$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

2. Т.к. шарик стремится разлететься ~~то~~   
 в ките все время ~~и~~ будут ~~на~~ киты   
 $\Rightarrow$  длина кита ~~не~~ ~~будет~~   
 ~~$\Rightarrow$  работа сил ~~на~~ ~~китах~~~~   
~~всего китов~~  $\Rightarrow$

т.к. T выталкивает шар и картинка   
 симметрична ~~шару~~  $\Rightarrow$  работа сил   
~~на~~ ~~китах~~  $\Rightarrow$

$$\Delta E: \frac{4m\delta^2}{2} + \frac{kq^2}{b} (1+1+1 + (\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2})^2 + 1) +$$

$$+ \frac{kq^2}{b} (1+1+1 + 2^2 + 2^2 + 3^2) = 0$$

$$\frac{4m\delta^2}{2} = (4 + \sqrt{2}) \frac{kq^2}{b} - (8 + \frac{1}{3}) \frac{kq^2}{b} = \frac{(3\sqrt{2} - 1) kq^2}{b}$$

$$\text{или } \delta^2 = \frac{(3\sqrt{2} - 1) kq^2}{8mb}$$

$$\text{Ответ: } \delta = \sqrt{\frac{(3\sqrt{2} - 1) kq^2}{8mb}}$$

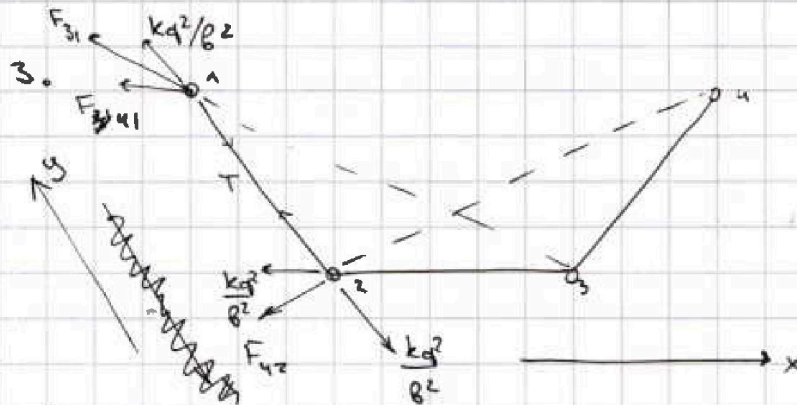
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



~~OX:  $a_x = a_{2x}$ , м.к. ~~нить~~ ~~неразличима~~  
 $\Sigma F_{ix} = a_x m$ ,  $\Sigma F_{2x} = a_{2x} m$   
 $\Sigma F_{ix}$~~

OX:  $F_{x2} + F_{x3} = 0$ , м.к. картинка симметрична

$a_{x2} = a_{x1}$ , м.к. нить неразличима

$\Rightarrow F_{x2} = F_{x3} = 0$

~~$a_{x2} = a_{x1} = 0$~~

OY:  $F_{y1} \geq 0$   ~~$\neq$~~

~~$F_{y1} \geq F_{y2}$~~

нить неразличима

$F_{y1} = F_{y2}$   
 $\Rightarrow a_{y1} = a_{y2}$

м.к. нить всегда натянута,  $v_y \geq 0$

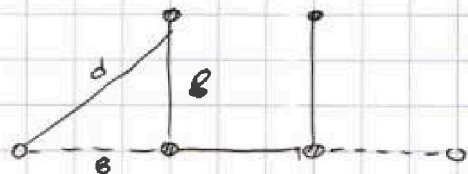
~~м.к.  $a_{x2} = 0 \Rightarrow a_{y2} = 0 \Rightarrow a_{y1} = 0$~~

$\Rightarrow a_{y2} = a_{y1} = 0$

$\Rightarrow$  ~~у~~ ускорение ~~1~~ шарика  $\perp$  нити  
 ускорение ниточных шариков  $\circ$

$\Rightarrow d = \sqrt{2}b$

Ответ:  $d = \sqrt{2}b$



10/10 2/2





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!

- ① Решена
- ② ~~Рассмотрены 1 пункт из 3х рассмотрены 2,3~~
- ③ Решена
- ④ ~~Рассмотрены 1 пункт из 3х рассмотрены 2,3~~
- ⑤ Решена, но криво

$\frac{4}{2\sqrt{2}} = \sqrt{2} \quad 2\sqrt{2}$

$3\sqrt{3}$   
 $\frac{6\sqrt{3}}{2}$

$\int \frac{kq^2}{r^2} = -\frac{kq^2}{r} + const$

$\rho = 8V$

$\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$

$\frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$

$\int \frac{GMm}{R^2} = -\frac{GMm}{R} = -gRm$

$p = \frac{\alpha}{v^2}$

$2R \cdot 5\pi - \frac{1}{2} R \cdot 3\pi$   
 $1,5R\pi$

$\frac{\sqrt{2}}{22}$

$\frac{615 - 4\sqrt{2}R\pi}{8R\pi} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{R}$

$2R\pi$

$\frac{615 - 4\sqrt{2}R\pi}{8R\pi}$

$\frac{13 - 8\sqrt{2}}{R}$

Diagrams showing force vectors, potential energy curves, and geometric constructions on a grid.

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!



$(x-a)(x-b) = x^2 - (a+b)x + ba$

$16 - 4 = 12$

$\frac{+4 \pm \sqrt{12}}{2} = 2 \pm \sqrt{3}$

$5T^2 - 2T + 1 = 0$

$\Delta = 2^2 - 4 \cdot 5 = -16 \Rightarrow \text{p.u.}$

4  $\frac{3-2}{5 \cdot 10}$

Изохора:  $\frac{1}{2} = \frac{3}{2} \approx 1,5$

Изобара: 2,5

Адиабата

$S = 2T - 5T^2$

$\frac{u^2}{c^2} = \frac{c^2}{u}$

$\frac{4}{2\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}}$

$2^2(10 \cdot 10)^4$

$2\sqrt{2}$

$4 \cdot 2 = 8$

$1,25$

$400 - 100$

$1,5 < \sqrt{3} < 2$

$3 \dots \frac{2,5}{2,25}$

$S = 4t - \frac{10t^2}{2} = 4T - 5T^2$

$u \uparrow k$

$10 u \downarrow k^2$

$p = \frac{c}{v^2}$

$4 = 10T$

$T = \frac{2}{5}$

$\frac{8}{5} - \frac{4}{5} = \frac{4}{5}$

$v \uparrow k$

$p \downarrow k^2$

$p + k^2$

$pV \downarrow k^3 = \downarrow \sqrt{2}$

$T \downarrow k$

$k = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g \cos^2 \alpha} - \frac{v^2}{2g \cos^2 \alpha}$

$\frac{1}{2} \frac{v^2}{g \cos^2 \alpha} = \frac{v^2}{2g \cos^2 \alpha} + gS$

$5 - 4 + 1$

$\mu \cos \alpha = \sin \alpha = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} = 1$

Diagram showing forces on an inclined plane:  $N = mg \cos \alpha$ ,  $mg \sin \alpha$ ,  $mg$ ,  $\mu N$ .

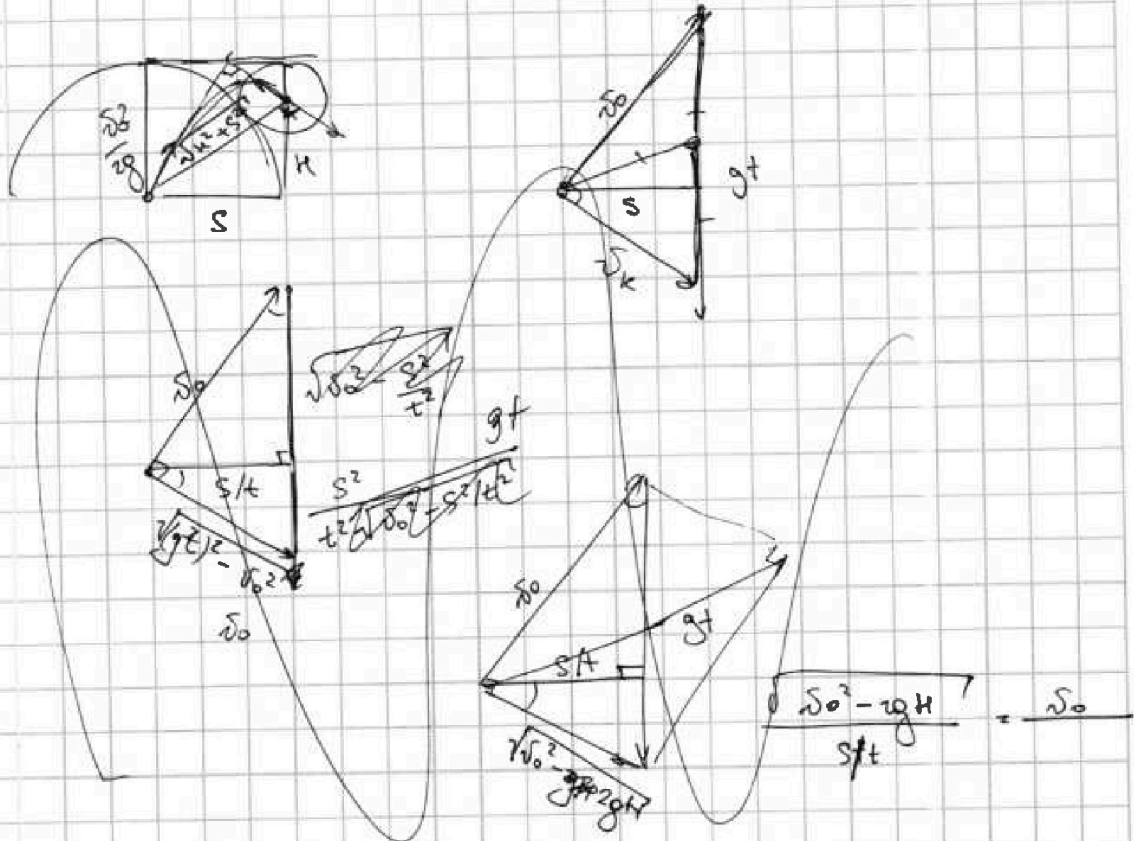
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!





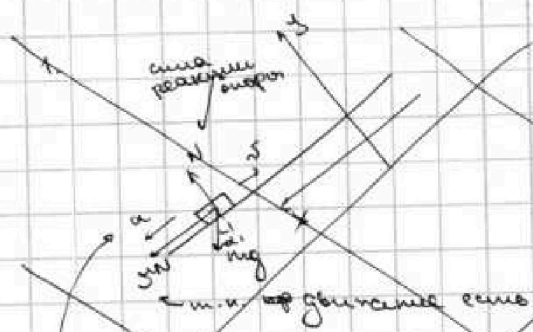
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



ускорение коробки, т.к. сила реакции опоры компенсирует все силы по оси OY

$$\Delta F: OY: N - \mu g \cos \alpha = 0$$

$$OX: \mu N = ma$$

$$\Rightarrow a = \mu g \cos \alpha$$

$$S = \delta_0 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$\Rightarrow S = \delta_0 T - \frac{\mu g \cos \alpha T^2}{2}$$

$$1 \text{ м} = 4 \text{ м/с} \cdot T - \frac{10 \cdot 3 \cdot 1 T^2}{5 \cdot 3 \cdot 2} \text{ м/с}^2$$

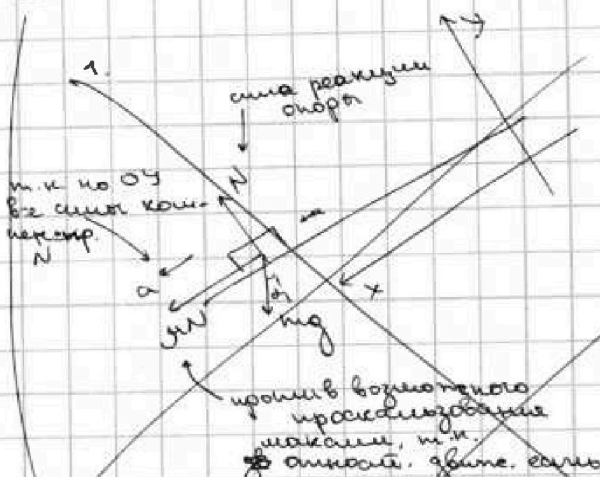
$$\text{Реш } T^2 \frac{\mu}{c^2} - 4 \frac{\mu}{c} T + 1 \text{ м} = 0$$

$$T = (2 \pm \sqrt{3}) \text{ с}$$

Т.к. коробка должна пройти путь S, а на перемещение S

$$\Rightarrow T = (2 - \sqrt{3}) \text{ с}$$

Ответ:  $T = (2 - \sqrt{3}) \text{ с}$



т.к. по OY все силы компенсируются

пролив возможного проскальзывания макушки, т.к. относ. движение равно

Груз доберется до своей верхней точки и

остановится на какое-то расстояние вниз

$$\text{Вывод } S_{\text{max}} = 2 \frac{\mu}{c} T_1 - \frac{S}{2} \frac{\mu}{c^2} T_1^2, \quad \frac{\mu}{c} = 5 \frac{10 T_1^2}{c^2}$$

расстояние до верхней точки

$$\Rightarrow S_{\text{max}} = 0,8 \text{ м}, \quad T_1 = 0,4 \text{ с}$$

$$\text{и } S - S_{\text{max}} = \frac{g T_2^2}{2} \Rightarrow T_2^2 =$$

$$\Delta F: OY: N - \mu g \cos \alpha = 0$$

$$OX: \mu N + \mu g \sin \alpha = am$$

$$\Rightarrow a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$a = \left( \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \right) g = g$$

$$S = \delta_0 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$1 \text{ м} = 4 \frac{\mu}{c} T - \frac{10 \mu}{2 c^2} T^2$$

$$5 \frac{\mu}{c^2} T^2 - 4 \frac{\mu}{c} T + 1 \text{ м} = 0$$

$\Rightarrow$  т.к. решение нет

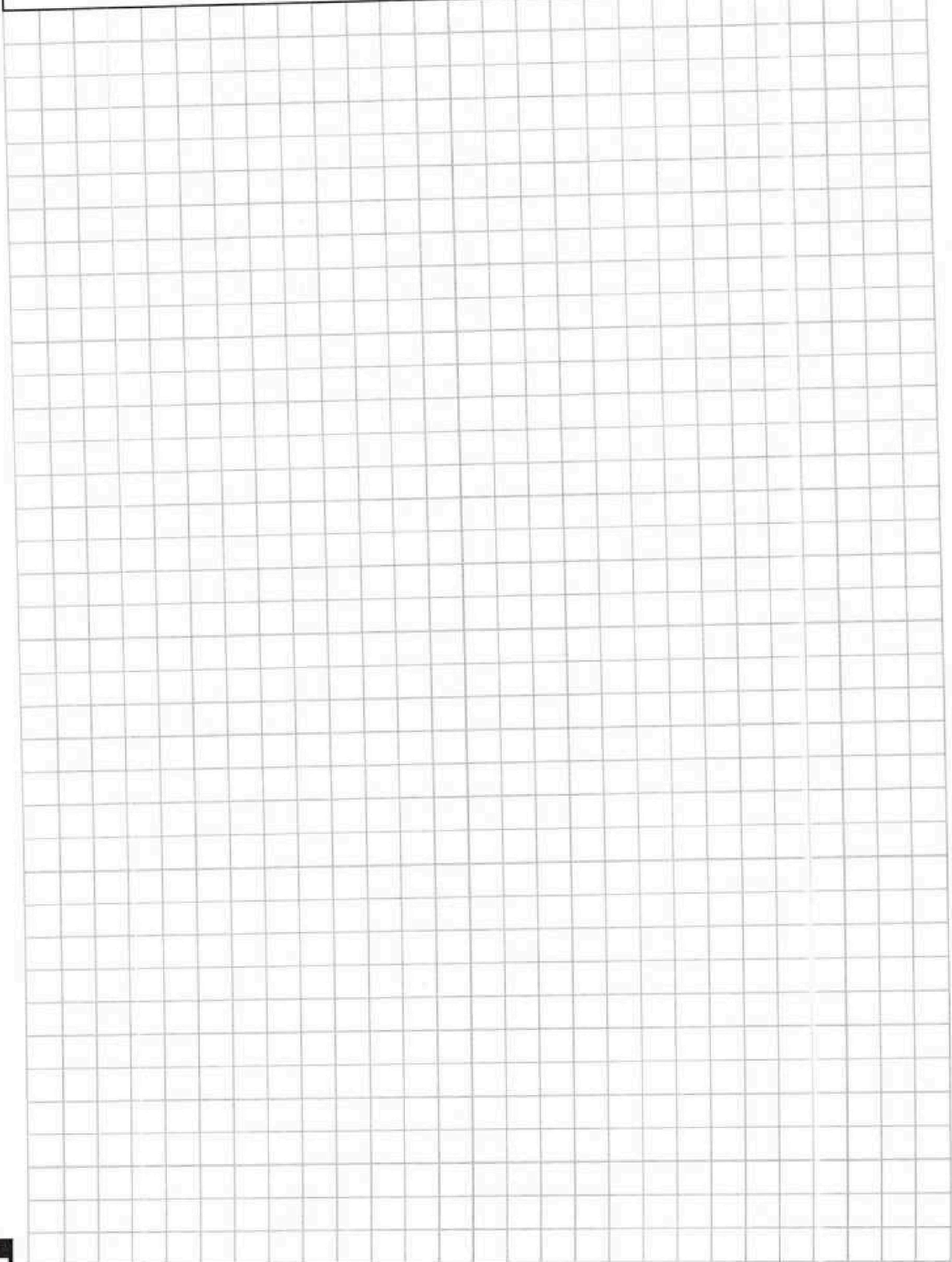


На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



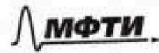
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



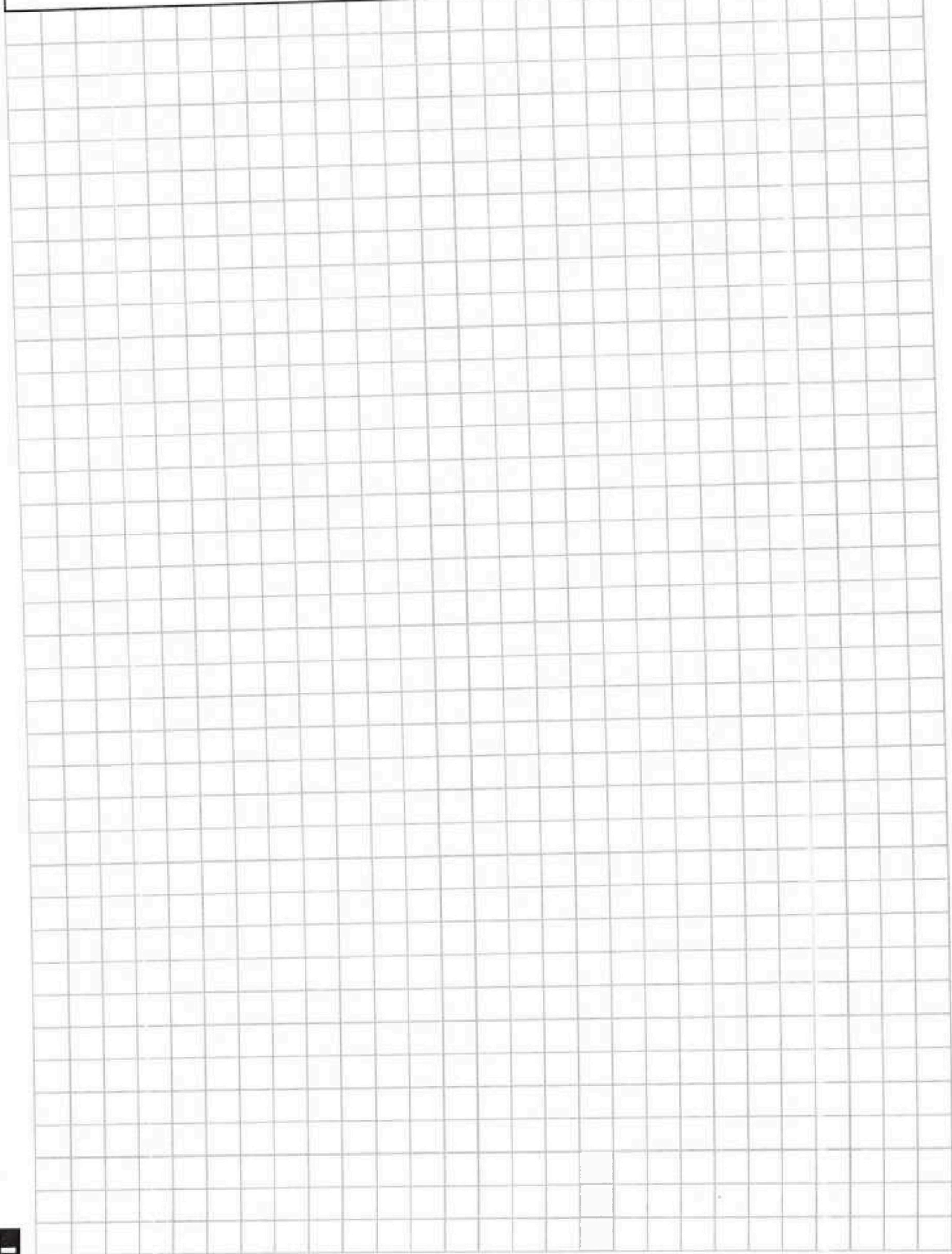
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

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!





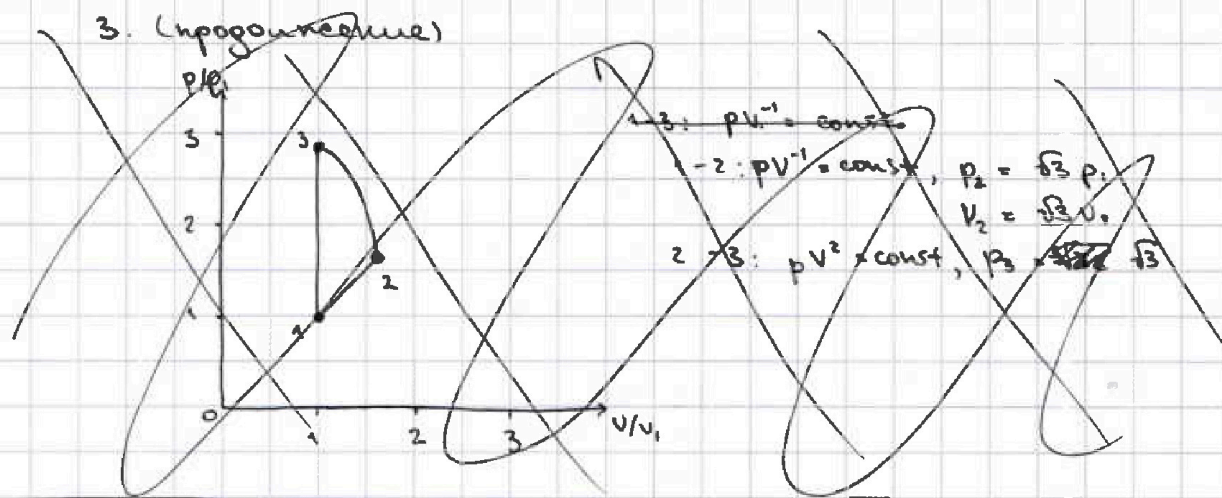
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



3. (продолжение)

1-2:  $pV^{-1} = \text{const}$ ,  $p_2 = \sqrt{3} p_1$ ,  $T_2 = 3T_1$   
 $V_2 = \sqrt{3} V_1$   
2-3:  $pV^2 = \text{const}$ ,  $p_3 = \sqrt{3} p_2 / 2$ ,  $T_3 = 3\sqrt{2} T_1 / 2$   
 $V_3 = \sqrt{6} V_1$   
3-4: