



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

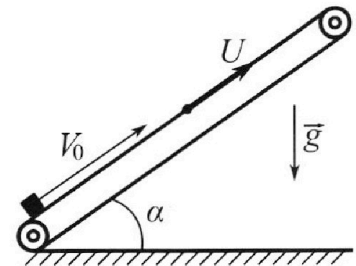
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

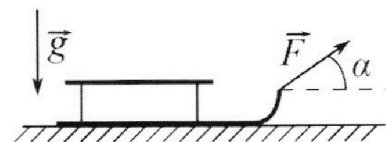
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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.

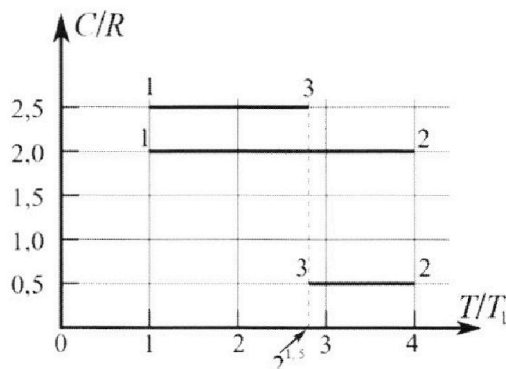
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



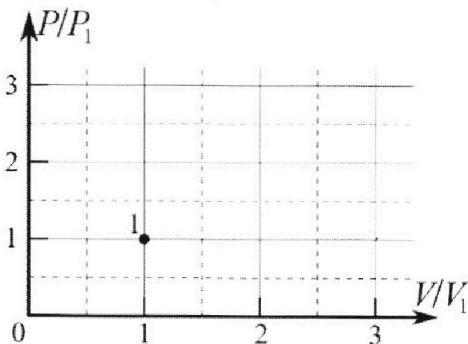
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 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  $A_{12}$  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.



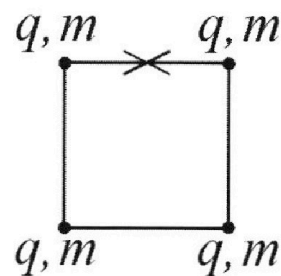
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

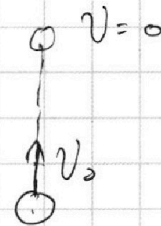
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

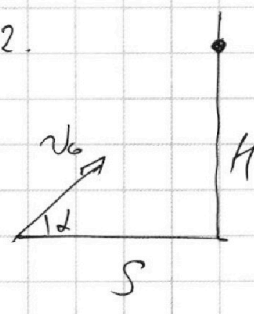
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

1) 1.  На максимальной высоте скорость шарика равна 0, поэтому  $v_0 = gT =$   
 $= 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м/с}$

Ответ:  $v_0 = 20 \text{ м/с}$

2.  Введём угол  $\alpha$  - угол под которым к горизонту кидается мячик  
 $t$  - время до соприкосновения  
 $H$  - высота.

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

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

$H$  - максимума, поэтому  $H' = 0$

$$H' = \left( t g(\alpha) S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha)} \right)' = 0$$

$$\left( t g(\alpha) S \right)' - \left( \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha)} \right)' = 0$$

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!

$$\# H' = 0 = \frac{1}{\cos(\alpha)^2} S - \frac{g S^2}{2v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)^2} \operatorname{tg}(\alpha) = 0$$

$$\frac{1}{\cos(\alpha)^2} S \left( 1 - \frac{g S}{v_0^2} \operatorname{tg}(\alpha) \right) = 0$$

$$1 - \frac{g S}{v_0^2} \operatorname{tg}(\alpha) = 0$$

$$1 = \frac{g S}{v_0^2} \operatorname{tg}(\alpha)$$

$$\frac{v_0^2}{g S} = \operatorname{tg}(\alpha) \quad \text{— ~~это~~ значение для \operatorname{tg} \text{ горизонтальной линии}$$

фоски, что для двух перпендикулярных линий.

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

$$\frac{1}{\cos(\alpha)^2} = 1 + \operatorname{tg}(\alpha)^2$$

$$H = \frac{v_0^2}{g S} \cdot S - \frac{g S^2}{2v_0^2} \left( 1 + \frac{v_0^2}{g S} \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2v_0^2} - \frac{g S^2}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^2}{g S} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2v_0^2} - \frac{S}{2}$$

Все величины как даны, поэтому  $\#$   $\#$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

 МФТИ

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

$$H = \frac{(20 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м/с}^2} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (20 \text{ м})^2}{2 \cdot (20 \text{ м/с})^2} - \frac{20 \text{ м}}{2} =$$

$$= 40 \text{ м} - 5 \text{ м} - 10 \text{ м} = 25 \text{ м}$$

~~Итак = 25 м~~ Ответ:  $H_{\text{max}} = 25 \text{ м}$ .

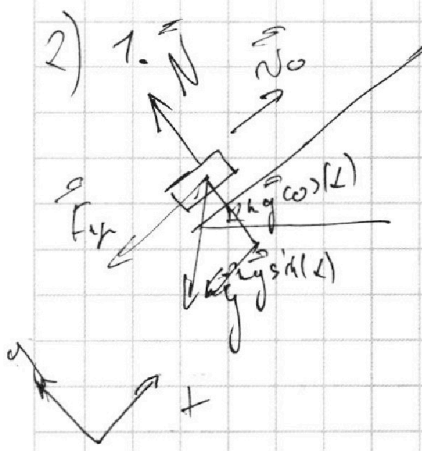
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



По 2. ги <sup>силы</sup> ~~и~~ <sup>указаний</sup> на ось  
вертикальную равно  $= 0$   
~~и не будет уравнения  $\cos$ , а это~~  
~~не имеет смысла, т.к. тем указывают~~  
на ось  $y$

$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)}$$
$$= \sqrt{1 - \frac{64}{100}}$$
$$= \sqrt{\frac{36}{100}} = \frac{6}{10}$$
$$mg \cos(\alpha) = N$$

И в другом случае, что  $F_{tr}$  -  
сила трения скольжения, равняется  
 $\mu N = F_{tr}$ . а так как  $\mu$  не зависит  
Поэтому закон движения по оси  $x$ :

Возьмем 2  $\mu$  на ось  $x$

$$ma_x = -mg \sin(\alpha) - \mu mg \cos(\alpha)$$

$$a_x = -g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))$$

Закон движения на ось  $x$ :

$$v_0 t - \frac{g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha)) t^2}{2} = S$$

$$\text{Получим сначала } a_x = -10 \text{ м/с}^2 \left( \frac{8}{10} + \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10} \right)$$
$$= -10 \text{ м/с}^2 \left( \frac{8}{10} + \frac{2}{10} \right) = -10 \text{ м/с}^2$$

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 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!

Проверим, не соскальзывает ли основная доска по  
горизонтали  $S=1$

$$S = \frac{0^2 - v_0^2}{2a_x} = \frac{-16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{-20 \text{ м}/\text{с}^2} = 0,8 \text{ м}$$

Значит доска соскальзывает по льду, как ~~доска~~<sup>соскальзывает</sup>  
туда же.

Посчитаем, сколько она проедет до вершины, зная,  
что в конце  $v=0$

$$v_0 + a_x t = 0 \quad \Rightarrow \quad t = \frac{4 \text{ м}/\text{с}}{10 \text{ м}/\text{с}^2} = 0,4 \text{ с}$$

Дальше доска будет ехать вверх, пока не начнет  
качаться в другую сторону

Получа вращение на ось  $x$ :

$$m a_x' = -m g \sin(\alpha) + \mu m g \cos(\alpha)$$

$$a_x' = -g (\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha)) = -10 \text{ м}/\text{с}^2 \left( \frac{8}{10} - \frac{1}{3} \cdot \frac{8}{10} \right) =$$

$$= -10 \text{ м}/\text{с}^2 \left( \frac{6}{10} \right) = -6 \text{ м}/\text{с}^2$$

Запишем закон движения на ось  $x$ , зная, что сверху

удерживает  $1 \text{ м} - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$

$$\frac{a_x' t^2}{2} = -0,2 \text{ м} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{-0,2 \text{ м} \cdot 2}{-6 \text{ м}/\text{с}^2}} = \sqrt{\frac{0,4}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

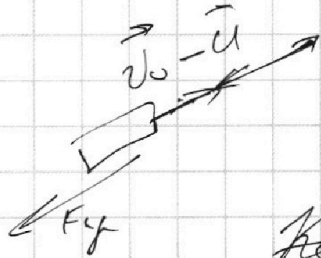
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

$$a_{\text{век}} T = 0,4 \text{ с} + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

2) Сила тяги кабриолета больше относительной скорости  
т.к.  $v_0 > u$ , но джонс едет



вперед, сила тяги кабриолета больше-визу

~~конца скорости равна u, но скорость~~

~~кабриолета~~

Найдём время  $T$  здесь, как же, как же ускорение  
равняется  $a_k$

$$\text{Потому } v_0 - u = -a_k T \Rightarrow T_1 = \frac{v_0 - u}{-a_k} = \frac{4 \text{ м/с} - 2 \text{ м/с}}{-10 \text{ м/с}^2} =$$

$$0,2 \text{ с}$$

За это время в СО кабриолета скорость падает!

$$(v_0 - u) T + \frac{a_k T^2}{2} = 2 \text{ м/с} \cdot 0,2 \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{4}{100} \text{ с}^2}{2} =$$

$$= 0,4 \text{ м} - 0,2 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

За это время кабриолет уедет!  $\Phi u \cdot T = 2 \text{ м/с} \cdot 0,2 \text{ с} = 0,4 \text{ м}$

$$\text{Потому } L_1 = 0,4 \text{ м} + 0,2 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

Какие же скорости может стать равна  $|u|$  при

движении в другую сторону, сила тяги уменьшилась

своего направления, и ускорение стало равно  $a_k$



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!

Получа 
$$-u - \frac{4}{a_1} = -a_1 t_2 \Rightarrow \frac{-u - \frac{4}{a_1}}{-a_1} = t_2 = ?$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{-2u/c - \frac{4}{a_1} - 2u/c}{-6u/c^2} = \frac{2}{3} c$$

Эта  $t_2 = \frac{2}{3} c$  - это время от момента, когда

скорость была  $2u/c$  до момента  $-2u/c$

Все это время займёт перемещение в 0 км/ч:

$$\begin{aligned} S_2 &= 0u/c \cdot t_2 + \frac{a_1' t_2^2}{2} = \frac{-6u/c^2 \cdot \frac{4}{9} c^2}{2} \\ &= -\frac{4}{3} u \end{aligned}$$

Камеер за это время проедет:  $\frac{2}{3} c \cdot 2u/c = \frac{4}{3} u$

Получа  $L_2 = L_1 + \frac{4}{3} - \frac{4}{3} = L_1$ , ~~то~~  $L_1 = L_2$

Значит ответ один:  $L_1$

Ответ:  $L = 0,6 u$ .

3) Каждый  $L$  км который это займёт, а через

$\sin(L)$  займёт  $H$ .

Эта займёт время за которое скорость увеличится

от  $+2u/c$  до  $0 u/c$ , в том случае если же скорость  
будет  $a_1'$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



~~$\theta = 2\pi t$~~

$$0 - u + a \times \tau_3 = 0$$

$$-2 \text{ м/с} = -6 \text{ м/с}^2 \tau_3$$

$$\tau_3 = \frac{1}{3} \text{ с}$$

За это время конвейер проедет!  $u \cdot \tau_3 = \frac{2}{3} \text{ м} \cdot \frac{1}{3} \text{ с} \cdot 2 \text{ м/с} = \frac{2}{3} \text{ м}$

Брусок в СО конвейера проедет!

$$S_4 = (u - u) \tau_3 + \frac{a \times \tau_3^2}{2} = \frac{a \times \tau_3^2}{2} = \frac{-6 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{1}{9} \text{ с}^2}{2} = -\frac{1}{3} \text{ м}$$

$$\text{Полная } S_{\text{одн}} = L + \frac{2}{3} \text{ м} - \frac{1}{3} \text{ м} = L + \frac{1}{3} \text{ м} = 0,6 \text{ м} + \frac{1}{3} \text{ м} =$$

$$\frac{6}{10} + \frac{1}{3} = \frac{18}{30} + \frac{10}{30} = \frac{28}{30} \text{ м} \Rightarrow S_{\text{одн}} = \frac{28}{30} \text{ м}$$

$$H = S_{\text{одн}} \sin(\alpha) = \frac{28}{30} \text{ м} \cdot \frac{8}{10} = \frac{28 \cdot 2}{15 \cdot 5} = \frac{56}{75} \text{ м} \approx 0,74 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } H \approx 0,74 \text{ м} \quad H = \frac{56}{75} \text{ м} \approx 0,74 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

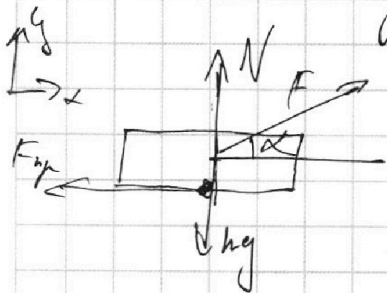
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

3) Записать 2 ЗИ для связи сил, когда  
самолет летит горизонтально и со скоростью  $v$ .



Сила 1: т.к. самолет летит горизонтально, то

$$F_{тр} = \mu N$$

По оси y ~~все равно равно нулю~~ <sup>ускорения нет</sup>

$$N + F \sin(\alpha) = mg \rightarrow N = mg - F \sin(\alpha)$$

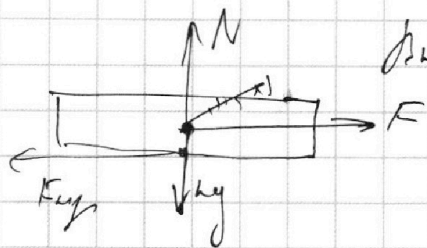
По оси x:

$$ma_x = F \cos(\alpha) - F_{тр} = F \cos(\alpha) - \mu N$$

$$= F \cos(\alpha) - \mu (mg - F \sin(\alpha)) =$$

$$= F (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu mg$$

$$a_x = \frac{F}{m} (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu g$$



Два других случая:

$$\text{Аналогично: } F_{тр} = \mu N$$

$$mg - N = ma_y = 0 \Rightarrow mg = N$$

$$ma_x = F - F_{тр} = F - \mu mg$$

$$a_x = \frac{F}{m} - \mu g$$

Если равное время  $t$  которое самолет разогнается  
из состояния покоя, то т.к.  $v = a \cdot t$ , то ускорения также равны

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 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!

$$a_k = a_k'$$

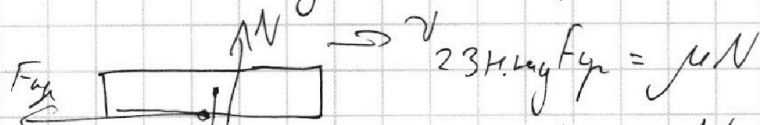
$$\frac{F}{m} (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu g' = \frac{F}{m} - \mu g'$$

$$\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha) = 1$$

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

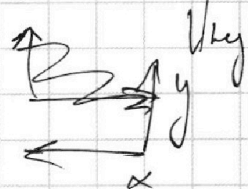
Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$

В 2. Коэффициент трения:



$$\Rightarrow \text{23 н.к. } F_{tr} = \mu N$$

$$m g_y = N \quad F_{tr} = \mu m g$$



$$\text{23 н.к. } m a_{3x} = F_{tr} = \mu m g \Rightarrow a_{3x} = \mu g$$

Итак скорость на высоте:

$$v_0 = a_{3x} \cdot T$$

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

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

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

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!

4) 1.  $Q = A + \Delta U$

$$Q = C \Delta T$$

$$\sqrt{C} \Delta T = A + \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T$$

$$A = \sqrt{C} \Delta T - \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T = \sqrt{\Delta T R} \left( \frac{C}{R} - \frac{i}{2} \right)$$

$\Delta T_{12}$  в процессе 1-2 = ~~3~~ 1200 K  $\Delta T_{12} = 3$

и к раз одинаковая  $i = 3 \Rightarrow \Delta T_{12} = T_1 \cdot 3 = 1200 \text{ K}$

Для 1-2  $\frac{C}{R} = 2,0$

$$A_{12} = 1200 \text{ K} \cdot 1200 \text{ K} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \left( 2 - \frac{3}{2} \right) =$$

$$= \cancel{1200} \cdot \cancel{1200} \cdot 600 \cdot 8,31 \text{ Дж} =$$

$$= 4986 \text{ Дж}$$

2.  $\eta = \frac{A_{23}}{Q_H}$

Заметим, что на ~~раз~~ каровен раз колво

в процессе 1-2, в остальных процессах число молей

восмнен равно  $A_{23}$  по линей формуле из 1.1. ?

$$\Delta T_{23} = T_1 (2^{1,5} - 4) = \frac{2^{1,5} T_1}{T_1} - 4 \frac{T_1}{T_1} =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{2}} (2\sqrt{2} - 4) \cdot T_1 ; \frac{C}{R} = 0,5$$

$$A_{23} = 1 \cdot (2\sqrt{2} - 4) \cdot 400 \cdot 8,31 (0,5 - 1,5) = \cancel{(2\sqrt{2} - 4)}$$
$$= (4 - 2\sqrt{2}) \cdot 400 \cdot 8,31 \text{ Дж}$$

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!

$$A_{31} \rightarrow \Delta T_{13} = T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}}) = T_1 (1 - 2\sqrt{2})$$

$$\# C_{31} = 2,5$$

$$A_{31} = 1 (1 - 2\sqrt{2}) \approx 400 \cdot 8,31 (2,5 - 1,5) = \\ = (1 - 2\sqrt{2}) \cdot 400 \cdot 8,31$$

$$\eta = \frac{A_{обг}}{Q_{н}} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{\mu \frac{C_{12} \Delta T_{12} R}{R} \cdot \frac{1}{\text{числ}} \cdot 2 \cdot 1200 \text{ К} \cdot 8,31}$$

$$= \frac{600 \cdot 8,31 + 8,31 \cdot 400 (5 - 4\sqrt{2})}{1 \cdot 2 \cdot 1200 \text{ К} \cdot 8,31} = \frac{600 + 400 (5 - 4\sqrt{2})}{2400 \text{ К}}$$

$$\frac{2600 - 1600\sqrt{2}}{2400} = \frac{26 - 16\sqrt{2}}{24} \approx \frac{26 - 16 \cdot 1,4}{24}$$

$$= \frac{26 - 22,4}{24} = \frac{3,6}{24} \approx \frac{3}{20} = \frac{1,5}{10} = 0,15$$

Ответ:  $\eta \approx 0,15 = 15\%$ .

3. Заметим, что  $C_{\text{дл}}$  для одинакового газа

$$\text{равняется } C = \frac{3}{2}R + R = 2,5R \quad \frac{C}{R} = 2,5, \text{ что}$$

соответствует числу ~~3~~ 3-1, значит

он происходит при постоянном давлении.

Узнав, сколько изменяется объём в результате

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!

Этот процесс

~~$P_1 V_1 = \nu R T_1$~~

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

~~$P_1 V_3 = \nu R T_1 + \Delta T$~~

$P_1 V_3 = \nu R T_1 + \Delta T$

~~$P_1 (V_1 + \Delta V) = \nu R (T_1 + \Delta T)$~~

$P_1 (V_1 + \Delta V) = \nu R (T_1 + \Delta T)$

~~$P_1 V_1 + P_1 \Delta V = \nu R T_1 + \nu R \Delta T$~~

$P_1 \Delta V = \nu R \Delta T$

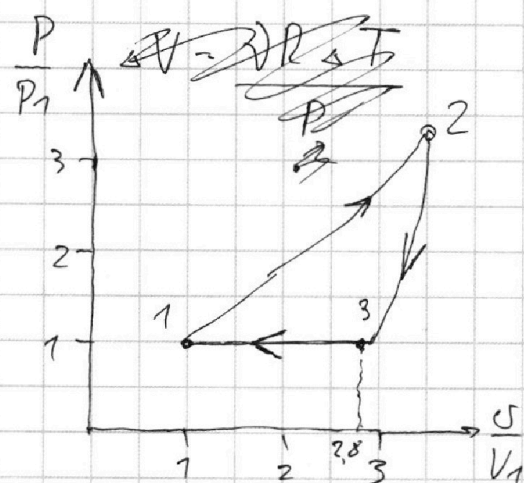
$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$

$\Delta V = V_1 \cdot \frac{\Delta T}{T_1}$

$\Delta V = V_1 \cdot \frac{(2\sqrt{2} - 1) T_1}{T_1} = V_1 (2\sqrt{2} - 1)$

$\Delta V \approx 1.8 V_1$

$V_3 = V_1 + \Delta V = 2.8 V_1$



И. и. количество вещества, но зад условия

уравнению  $PV^\gamma = \text{const}$

~~$PV = \nu R T$~~

~~$(\nu R T) V^{\gamma-1} = \text{const}$~~  Рассмотрим ~~состояние~~ малые

изменения  $\nu C \cdot dt = P \cdot dV + \frac{\gamma}{2} \cdot \nu R dt$

$C \nu = P \frac{dV}{dt} + 1.5 \nu R$

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!

$$\frac{dV}{dt} = \nu R \left( \frac{C}{R} - 1 \right)$$

$$\frac{dV}{dt} = \text{константа} \rightarrow \text{от } V \rightarrow \text{увеличение } t$$

$$pV^n = \text{const}$$

$$p(\nu R T) V^{n-1} = \text{const}$$

~~$\frac{1}{V^{n-1}} = \nu R T$~~   ~~$\frac{1}{\nu R T} = V^{n-1}$~~

$$\frac{1}{V^{n-1}} = \nu R T$$

$$\frac{1}{\nu R T} = V^{n-1}$$

$$V^{1-n} = \nu R T$$

$$\ln \left( \frac{T^*}{T_n} \right) \frac{1}{\nu R} = \frac{V^{n-1}}{dt}$$

$$(1-n) V^{-n} = \nu R$$

Получаем уравнение изопроцесса



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

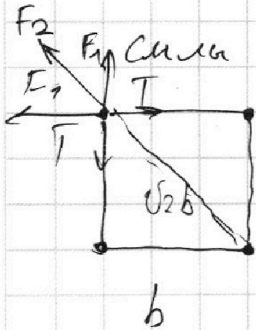
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

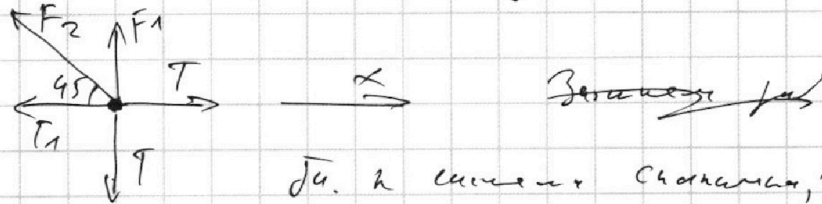
МФТИ

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

5) 1. Две системы взаимодействующих зарядов, но в 4 равны, а заряды



Рассмотрим один заряд



Две системы взаимодействующих зарядов

Уравняем сил на ось x равны:

$$T = F_1 + F_2 \cos(45)$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{b^2} \quad F_2 = \frac{k q^2}{2 b^2}$$

$$\cos(45) = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

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

$$\text{Ответ: } \frac{k q^2}{b^2} \left( 1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right)$$

Рассмотрим 2. Две силы взаимодействующих зарядов, но  
у них несколько и равна 0, а заряды взаимодействуют  
у них также равна 0.

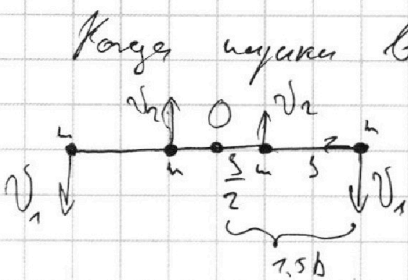
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



O - моментальный центр вращения

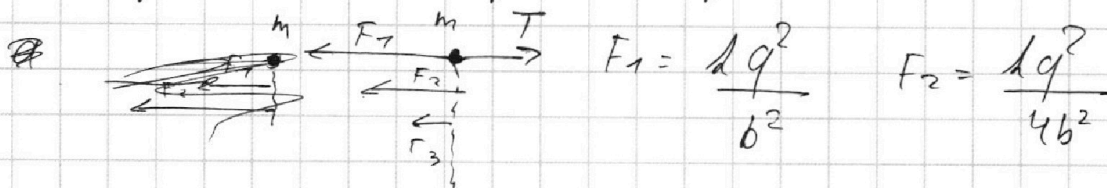
и г.л., коо. скорости в МСО, равна 0

$$\text{так } \Delta p_x = 0, \text{ но } \frac{2m\cancel{v_1} - 2m\cancel{v_2}}{4m} = 0$$

$$\Rightarrow 2mv_1 = 2mv_2 \Rightarrow v_1 = v_2 = v$$

В данной постановке у нас есть только центр  
двумерности совмещаются.

Рассмотрим силы на крайние точки:



$$T = F_1 + F_2 + F_3$$

$$kayc = T$$

$$F_3 = \frac{kq^2}{9b^2}$$

$$m a_{gc} = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = \frac{kq^2}{b^2} \left( 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right)$$

$$a_{gc} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}$$

$$\frac{v^2}{1.5b} = a_{gc} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}$$

$$v = \sqrt{1.5b \cdot \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}} = \sqrt{1.5b \cdot \frac{kq^2}{m \cdot b^2} \left( 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right)}$$

$$= \sqrt{1.5 \cdot \left( 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) \cdot \frac{kq^2}{m \cdot b}} = \frac{1}{6} q \sqrt{\frac{k}{mb}} \cdot \sqrt{1.5 \cdot \frac{7^2}{6^2}}$$

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!



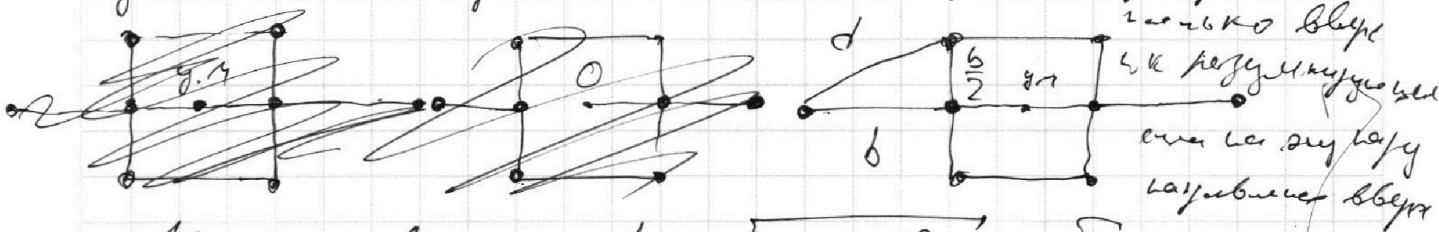
Ответ:

$$v = q \sqrt{\frac{k}{mb}} \cdot \frac{4}{6} \cdot \sqrt{1,5} \text{ м/с} \approx q \sqrt{\frac{d}{mb}} \cdot \frac{4}{6} \cdot \frac{8,5}{6} \approx q \sqrt{\frac{d}{mb}} \cdot 1,41$$

3. Все сам вычисления, дадим 5 ун = 0

Дадим же вычисления две картинки с совмещением

ц. м. и рассмотрим на сцене



Как мы видим  $d = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} b$

Ответ:  $d = \frac{\sqrt{5}}{2} b$



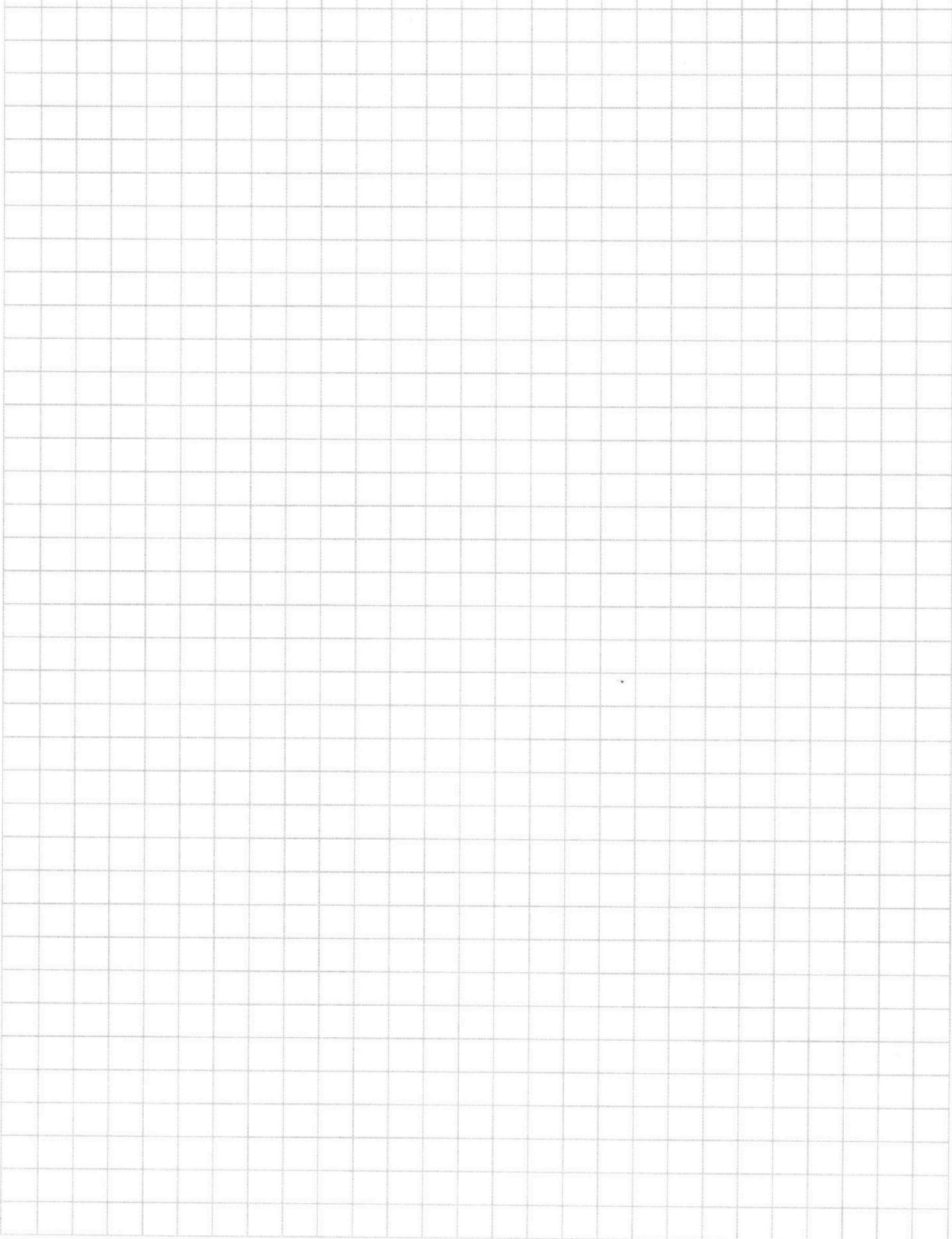
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

МФТИ

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



~~Число выделенных масс в энергии S:~~  $\frac{225}{1,6} = 140,625$

~~Part 92~~  $\frac{225}{1,5} = 150$

$$4b^2 + b^2 = \frac{\sqrt{5}}{2} b$$

$$4a^2 c^2 + 2U_0 c = 2S = 0$$

$$c = \frac{-2U_0 \pm \sqrt{4U_0^2 + 8Sa}}{2a}$$

$$= -2 \cdot 4 \cdot 10^2 \pm \sqrt{4 \cdot 16 \cdot 10^4 + 8 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 10^2}$$

$$= -80 \pm \sqrt{640000 + 80000} = -80 \pm \sqrt{720000} = -80 \pm 848,5$$

$$\frac{7}{6} \sqrt{3} = \frac{7}{2\sqrt{3}} \sqrt{2} = \frac{7\sqrt{2}}{2\sqrt{6}}$$

$$\sqrt{3} \cdot 2 = -8 \cdot 10^2 - 560 = -840$$

$$\frac{20}{100} = 0,2 = \frac{350 \cdot 5}{300 \cdot 5} = \frac{35}{30} = \frac{7}{6}$$

$$PV^{\gamma} = \text{const} = \frac{8,5}{2,5} \cdot \frac{16}{1,4} \cdot 2 = \frac{52 \cdot 2}{3} = \frac{104}{3}$$

$$PV = \gamma RT = \frac{8,5}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{8,5}{18}$$

$$2^{\frac{3}{2}} = \sqrt{2^3} = 2\sqrt{2}$$

$$C(dT) = P dV + \frac{i}{2} \gamma R dT$$



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"/>

МФТИ

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

$$\frac{2}{3} \frac{C_p}{C_v}$$

$$R = \frac{20^2}{20} = 20$$

~~$C_p + R = C_p$~~

$$C_v + R = C_p$$

$$\frac{3}{2} R + 1 R = 2,5 R$$

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{2} = \frac{(\frac{i}{2}+1)R}{2}$$

$$\frac{i}{2} + 1 R$$

$$\frac{i}{2} = \frac{3}{2} = 1,5$$

→ 1-3 - это вода



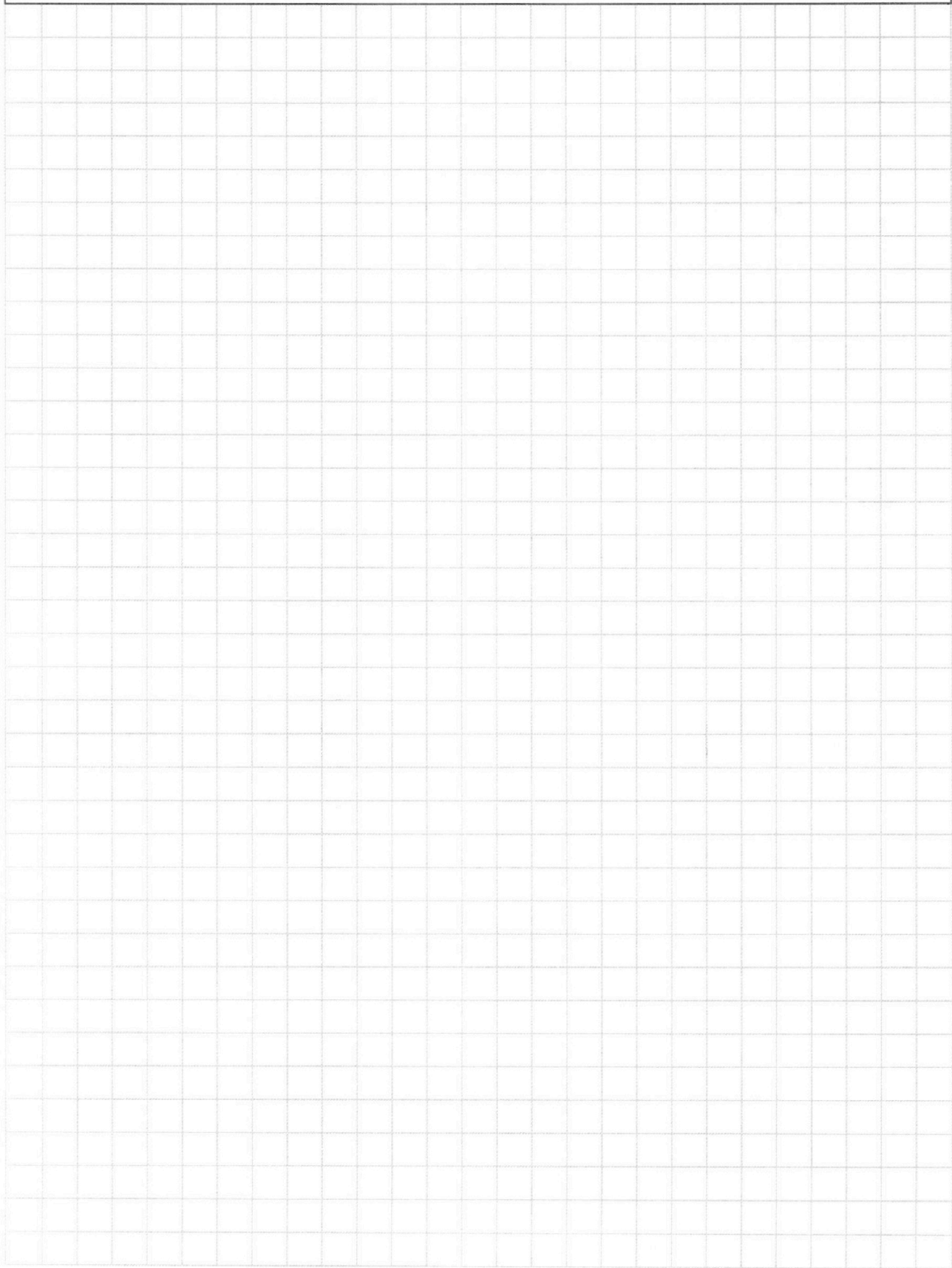
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





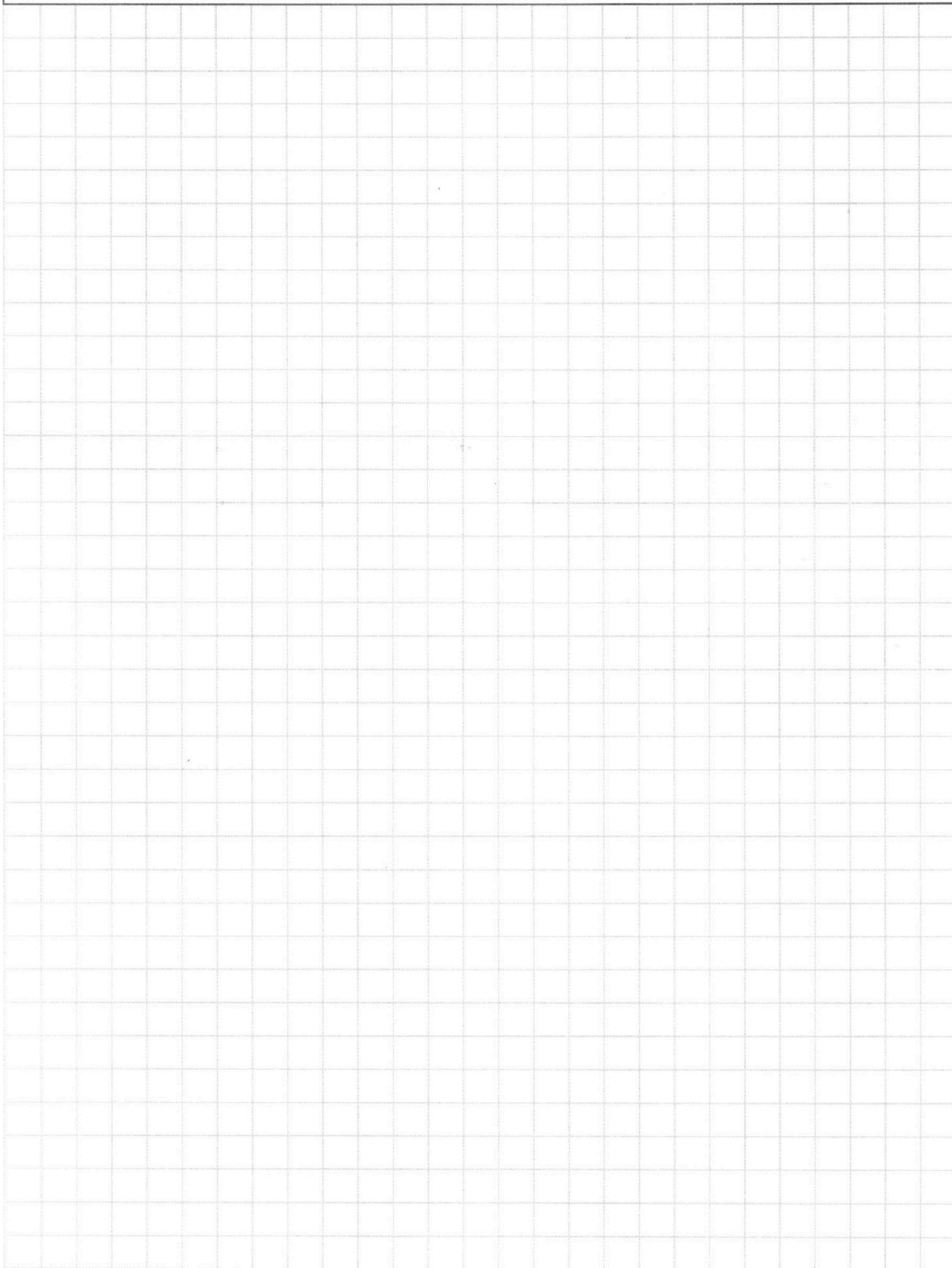
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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

МФТИ

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

$$\int v_0 \cos(\alpha) E = S \Rightarrow \tau = \frac{S}{v_0 \cos(\alpha)}$$

$$g \tau^2 - \frac{g \tau^2}{2} = H$$

$$\frac{g \tau^2}{2} = H$$

$$H = \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha)} = 4$$

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

$$\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha) = 1$$

$$\left[ \frac{1}{\cos^2(\alpha)} = 1 + \tan^2(\alpha) \right]$$

$$v_0 \cos(\alpha) \tau = S \Rightarrow \tau = \frac{S}{v_0 \cos(\alpha)}$$

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

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

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

$$\left( \cos^2(\alpha) \right)' =$$

$$\left( \cos(\alpha)^{-2} \right)' =$$

$$\left[ +2 \frac{1}{\cos^3(\alpha)} \sin(\alpha) \right]$$

$$H' = 0$$

$$S \cdot \frac{1}{\cos^3(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$+ 2 \frac{1}{\cos^3(\alpha)} \sin(\alpha)$$

$$S \cdot \frac{1}{\cos^3(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{1}{\cos^3(\alpha)} \tan(\alpha) = 0$$

$$S - \frac{g S^2}{v_0^2} \tan(\alpha) = 0 \quad \tan(\alpha) = \frac{v_0^2}{S^2 g}$$

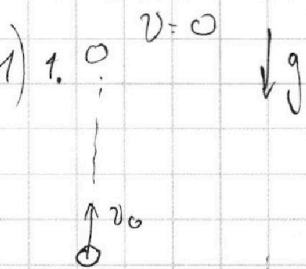
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

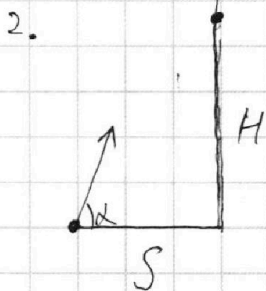
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) На максимальной высоте скорости шарика равна 0, поэтому.

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

Ответ:  $v_0 = 20 \text{ м/с}$



2) Всегда угол  $\alpha$  - угол под которым проецируется шарик.  $T$  - время его скольжения

$$v_0 \cos(\alpha) T = S \quad H - \text{высота}$$

$$v_0 \sin(\alpha) T - \frac{gT^2}{2} = H$$

$10 \alpha = 10 \alpha$   
 $- 5$

4000

$\frac{10}{2} = 5$

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

Во время скольжения со снежной шарик должен находиться в самой верхней точке своей траектории, иначе если более высокая точка, значит во время скольжения  $v_y$  (вертикальная проекция скорости) равна 0  $\Rightarrow v_0 \sin(\alpha) = gT$

Получим систему уравнений

$$\begin{cases} v_0 \cos(\alpha) T = S \\ v_0 \sin(\alpha) = gT \\ v_0 \sin(\alpha) T - \frac{gT^2}{2} = H \end{cases} \quad \begin{aligned} x_{\text{ш}} &= \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} \\ \vec{v}_{y\text{ш}} &= \frac{1}{m_1 + m_2} (m_1 v_1 + m_2 v_2) \end{aligned}$$

