

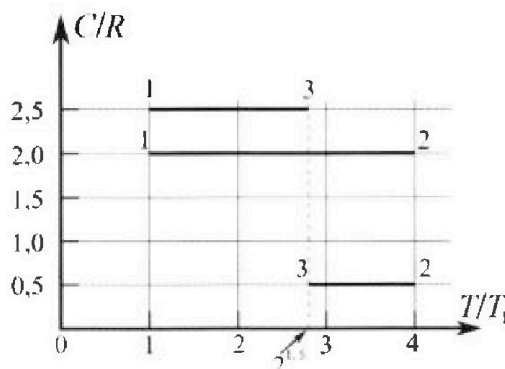
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



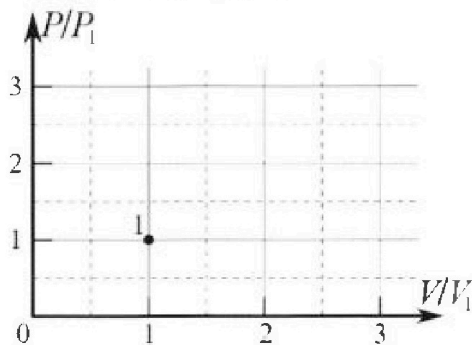
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



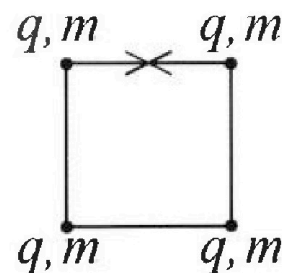
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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 рас стоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Коэффициент пропорциональности 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.

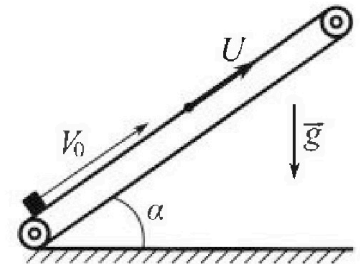
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

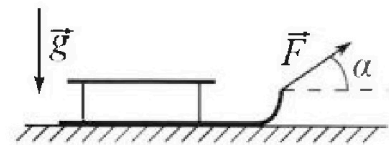
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

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.

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!

### Задача № 1

Дано:

$T = 2c$

$V_0 = ?$

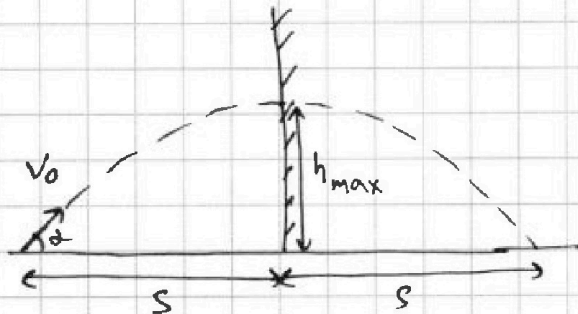
$h_{\max} = ?$

Решение:

1) П.к. на максимальной высоте скорость мяча будет равна 0, то:  $V_0 = gT$

$V_0 = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2c = 20 \text{ м/с}$

2) Предположим, что мяч запустим так, что стена пересечет его верхнюю точку траектории.



$h_{\max}$  - исконая высота

$\alpha$  - угол, под которым запустим

Тогда: 1)  $V_0 \cos \alpha \tau = S$ , где  $\tau$  - время полета до стены

2)  $V_0 \sin \alpha = g \tau$

3)  $V_0 \sin \alpha \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h_{\max}$

из 1) и 2):  $V_0^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = \frac{S^2}{\tau^2} + g^2 \tau^2$

$20^2 = \frac{20^2}{\tau^2} + 100 \tau^2$

$0 \tau^4 - 4 \tau^2 + 4 = 0$

$\tau = \sqrt{2}$

Тогда  $\cos \alpha = \frac{S}{V_0 \tau} = \frac{20}{20 \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

$h_{\max} = V_0 \sin \alpha \tau - \frac{g \tau^2}{2} = 20 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} - \frac{10}{2} \cdot 2 = 10 \text{ м}$

Ответ: 1)  $V_0 = 20 \text{ м/с}$

2)  $h_{\max} = 10 \text{ м}$

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!



### Задача 12

Дано:

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

$$u = 2 \text{ м/с}$$

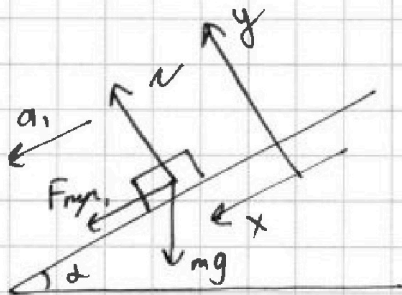
T-?

L-?

H-?

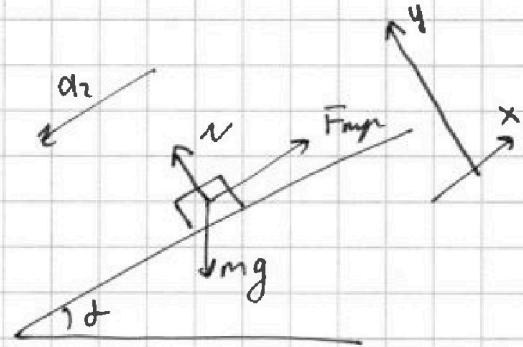
Тем же:

при движении  
коробки вверх отн.  
лестн:



m-масса коробки

при движении  
коробки вниз отн. лестн:



2-й Закон Ньютона:

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

$$O_x: ma_1 = \mu N + mg \sin \alpha$$

$$ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 =$$

$$= 10 \text{ м/с}^2$$

2-й Закон Ньютона:

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

$$O_x: ma_2 = mg \sin \alpha - \mu N$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha =$$

$$= 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) =$$

$$= 6 \text{ м/с}^2$$

1) Предположим, что скорость коробки не меняет своего направления, т.е. она направлена только вверх.

$$\text{Полога: } V_0 T - \frac{a_1 T^2}{2} = S$$

$$4T - 5T^2 = 1$$

$$D < 0$$

Значит коробка меняет свое направление движения.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

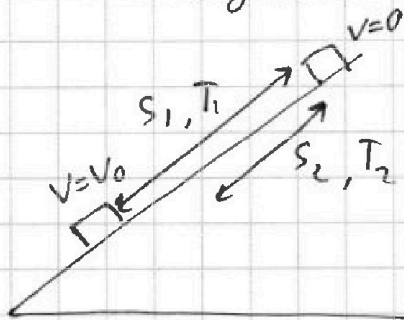
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Задача №2



Пусть  $S_1; T_1$  - ~~время~~ путь и время движения вверх,  
 $S_2; T_2$  - путь и время движения вниз.

Получим:  $S_1 + S_2 = S$   
 $T_1 + T_2 = T$

$$\begin{cases} S_1 = \frac{a_1 T_1^2}{2} \\ V_0 = a_1 T_1 \rightarrow T_1 = \frac{V_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с} \end{cases}$$

$$S_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2}$$

$$\frac{a_1 T_1^2}{2} + \frac{a_2 T_2^2}{2} = S$$

$$\frac{10}{2} \cdot 0,4^2 + \frac{6}{2} T_2^2 = 1$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{1 - 0,8}{3}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$T = T_1 + T_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

2) Перейдем в СО ленты, тогда:

$$A_{\text{тр}} = \frac{m(v_0 - u)^2}{2} - \left( \frac{m(u - u)^2}{2} + mgx \right), \text{ где } x -$$

относительное  
перемещение  
по ленте

$$\mu mg \cos \alpha x = \frac{m(v_0 - u)^2}{2} - mgx$$

$$x = \frac{m(v_0 - u)^2}{2(mg + \mu mg \cos \alpha)} = \frac{2^2}{2(10 + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6)}$$



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!

$$x = \frac{1}{6}$$

Получим:  $(v_0 - u) = a_1 t$ , где  $t$  - время до

В ИСО земли:  $t = \frac{v_0 - u}{a_1} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ с}$  исключено  
положения

$$L = (v_0 + u)t - \frac{a_1 t^2}{2} = 6 \cdot 0,2 - \frac{10}{2} \cdot 0,2^2 = 1 \text{ м}$$

$$3) A_{\text{тр}} = \frac{m(v_0 - u)^2}{2} - \left( \frac{m(0 - u)^2}{2} + mgH \right) \leftarrow \text{В ИСО лентки}$$

$A_{\text{тр}} = (L + l) F_{\text{упр}}$ , где  $l$  - путь, который

$$\frac{H}{L - l} = \sin \alpha$$

прошел груз, чтобы  
достигнуть скорости  $-u$   
со скоростью 0.

$$l = L - \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$\left( L + L - \frac{H}{\sin \alpha} \right) \mu mg \cos \alpha = \frac{m(v_0 - u)^2}{2} - \frac{m u^2}{2} - mgH$$

Ответ: 1)  $T = 0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}}$

2)  $L = 1 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

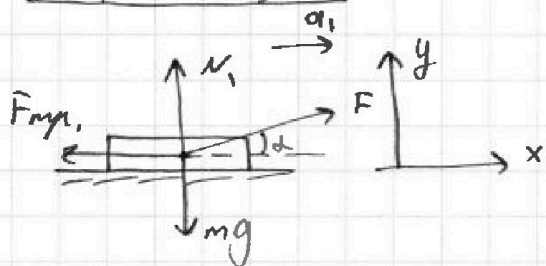
МФТИ

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

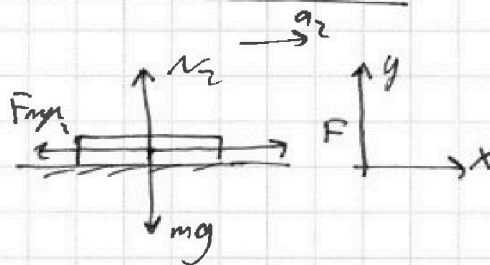


### Задача №3

в первом случае:



во втором случае:



1) 2-й закон Ньютона:

$$\begin{aligned} O_y: N_1 + F \sin \alpha &= mg \\ O_x: ma_1 &= F \cos \alpha - F_{\text{тр.}} \\ N_1 &= mg - F \sin \alpha \end{aligned}$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)}{m}$$

2-й закон Ньютона:

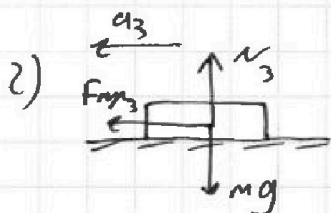
$$\begin{aligned} O_y: N_2 &= mg \\ O_x: ma_2 &= F - F_{\text{тр.}} \\ ma_2 &= F - \mu mg \\ a_2 &= \frac{F - \mu mg}{m} \end{aligned}$$

П.к. разгон до одинаковой скорости произойдет за одинаковое время, то:  $a_1 = a_2$

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

$$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = F$$

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



$$F_{\text{тр.}3} = \mu N_3 = \mu mg$$

$$ma_3 = F_{\text{тр.}3} \rightarrow a_3 = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

$$V_0 = a_3 T = \mu g T$$

$$T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

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

2)  $T = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$

2)  $T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

### Задача 4

$$1) Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$
$$c_{12}(T_2 - T_1) \nu = \frac{i}{2} \nu n (T_2 - T_1) + A_{12}$$
$$A_{12} = 2\nu n (T_2 - T_1) \nu - \frac{i}{2} \nu n (T_2 - T_1) \nu = 0,5 \nu n (4T_1 - T_1) \nu =$$
$$= 1,5 \nu n T_1$$

$$A_{12} = 1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 = 4986 \text{ Дж}$$

$$2) Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \quad \text{т.к. } Q_{23} < 0 \rightarrow \text{тепло отводится}$$

$$c_{23}(T_3 - T_2) \nu = \frac{i}{2} \nu n (T_3 - T_2) + A_{23}$$

$$0,5 \nu n (2^{1,5} T_1 - 4T_1) \nu = 1,5 \nu n (2^{1,5} T_1 - 4T_1) + A_{23}$$

$$(4 - 2^{1,5}) T_1 \nu n = A_{23}$$

$$3) Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} \quad \text{т.к. } Q_{31} < 0 \rightarrow \text{тепло отводится}$$

$$c_{31}(T_1 - T_3) \nu = \frac{i}{2} \nu n (T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$2,5 \nu n (T_1 - 2^{1,5} T_1) \nu = \frac{i}{2} \nu n (T_1 - 2^{1,5} T_1) + A_{31}$$

$$\nu n T_1 (1 - 2^{1,5}) = A_{31}$$

$$\text{Получим } \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} \quad \text{т.к. тепло поглощается только на } 1-2.$$

$$\eta = \frac{1,5 \nu n T_1 + (4 - 2^{1,5}) \nu n T_1 + (1 - 2^{1,5}) \nu n T_1}{6 \nu n T_1} =$$

$$= \frac{6,5 - 2 \cdot 2^{1,5}}{6} \approx \frac{3,68}{6} \approx 0,61 \approx 0,14$$

$$4) p_2 V_2 - p_1 V_1 = \nu n (T_2 - T_1) = 3 \nu n T_1 = 3 p_1 V_1$$

$$p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$$

$$p_3 V_3 - p_2 V_2 = \nu n (T_3 - T_2) = (2^{1,5} - 4) T_1 \nu n = (2^{1,5} - 4) p_1 V_1$$

$$p_3 V_3 = 2^{1,5} p_1 V_1$$





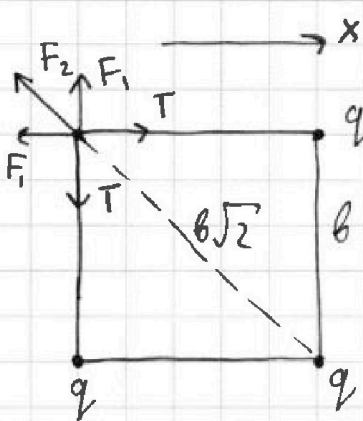
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Задача №5

1) Рассмотрим силы, действующие на один из шариков.

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

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

2-й закон Ньютона на  $O_x$ :

$$T = F_1 + F_2 \cdot \cos 45 = k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{2b^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{kq^2}{b^2} \left( \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$$

2) После того, как мы уберем одну нить, шарики выстроятся в одну линию. Рассмотрим силы, действующие на них.



поскольку фигура симметрична, то ускорение у системы не будет, что говорит нам о том, что все шарики будут двигаться одинаковой скоростью.

ЗСЭ:

$$4 \cdot k \cdot \frac{q^2}{b} + 2 \cdot k \cdot \frac{q^2}{\sqrt{2}b} = 4 \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{2kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} = mV^2$$

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

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

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

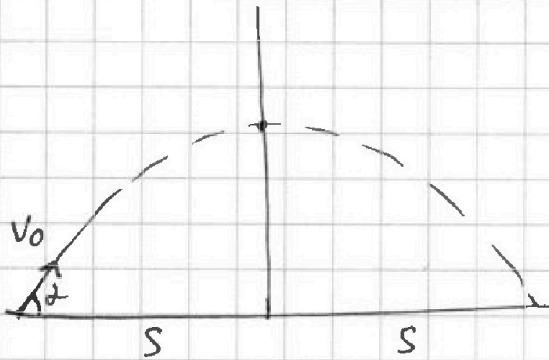
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$v_0 \cos \alpha \tau = S \rightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{S}{\tau}$$

$$v_0 \sin \alpha \tau = h_{\max}$$

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

$$v_0^2 \cos^2 \alpha = \frac{S^2}{\tau^2}$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = g^2 \tau^2$$

$$v_0^2 = \frac{S^2}{\tau^2} + g^2 \tau^2$$

$$400 = \frac{400}{\tau^2} + 100 \tau^2$$

$$4 = \frac{4}{\tau^2} + \tau^2$$

$$400 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 2$$

$$\cos \alpha \sin \alpha = \frac{2}{400} = \frac{1}{200}$$

$$\frac{\sin 2\alpha}{2} = \frac{1}{200}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{1}{100}$$

$$\cos \alpha \cdot \tau = 1$$

$$\cos \alpha \cdot \sqrt{2} = 1$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$v_0 \cos \alpha \tau = S$$

$$v_0 \sin \alpha \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h_{\max}$$

$$v_0 \sin \alpha = g \tau \rightarrow \tau = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{v_0 \cos \alpha \cdot v_0 \sin \alpha}{g} = S$$

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

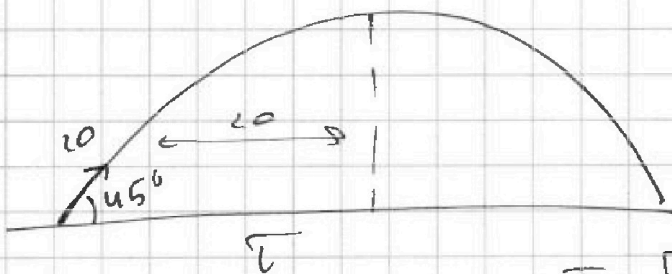
$$4\tau^2 = 4 + \tau^4$$

$$\tau^4 - 4\tau^2 + 4 = 0$$

$$D = 16 - 16 = 0$$

$$\tau^2 = \frac{4 - 0}{2} = 2$$

$$\tau = \sqrt{2}$$



$$20 \cdot \cos 45 \cdot \tau = 20 \rightarrow \tau = \sqrt{2}$$

$$20 \cdot \sin 45 \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h_{\max}$$

215

2.52

282.2

5.64

0.86

3.9

3.9

35 1

11 7

1 7 2 1

$$20 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} - \frac{10 \cdot 2}{2} = 10$$

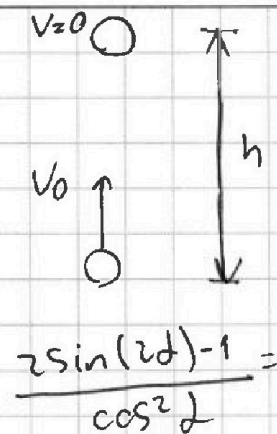
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$gt = v_0$  1)  $v_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20$   $\frac{1}{\sqrt{2}}$   $\frac{1}{2}$   
 ~~$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = h$~~

$\frac{2 \sin(2\alpha) - 1}{1 - \sin^2 \alpha}$



20S

$5 \cdot \frac{400}{400}$

$20 \operatorname{tg} \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha} = h_{\max}$

$S - \frac{g \cdot S^2}{4 v_0^2} = h_{\max}$

$v_0 \cos \alpha T = S \rightarrow T = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

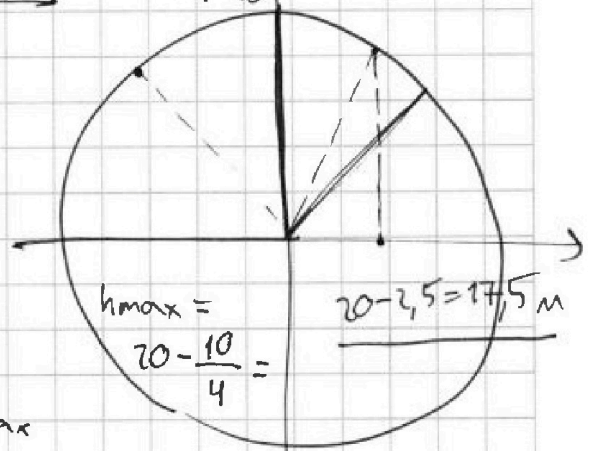
$v_0 \sin \alpha - gT = \cos 45^\circ$

$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = h_{\max}$

$v_0 \sin \alpha \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - g \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = h_{\max}$

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

$\frac{1}{\cos^2 \alpha} \left( \sin \alpha S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) = h_{\max}$



$v_0 \sin 45^\circ \cdot \frac{S}{v_0 \cos 45^\circ} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 45^\circ} = h_{\max}$

$20 \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha} = h_{\max}$

$v_0 \cos \alpha T = S \rightarrow T = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

$v_0 \cos \alpha v_0 \sin \alpha T - \frac{g T^2}{2} = h_{\max}$

$\frac{5}{\cos^2 \alpha} \left( 2 \sin \alpha - \frac{g}{\cos^2 \alpha} \right)$

$\frac{v_0 S \sin \alpha}{v_0 \cos^2 \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = h_{\max}$

$\frac{f'g - g'f}{f^2}$

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

$\frac{4 \sin \alpha \cos \alpha - 1}{\cos^2 \alpha}$

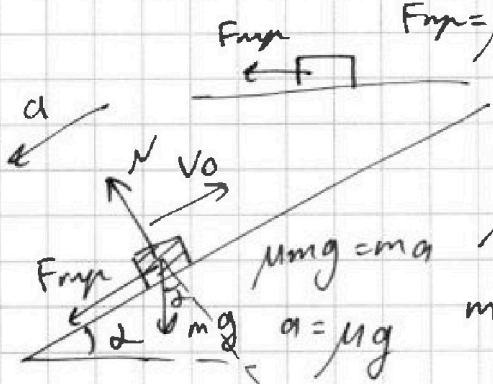
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$F_{mp} = \mu mg \quad \sin \alpha = 0,8$   
 $\mu = \frac{1}{3} \quad \cos \alpha = 0,6$

$\mu mg = ma \quad N = mg \cos \alpha$   
 $ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$   
 $a = \mu g$

$\alpha = (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) g = \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8\right) 10$   
 $\frac{1}{3} = 10 \text{ м/с}$

$V_0 T - \frac{aT^2}{2} = -S \quad \left\{ \begin{array}{l} V_0 = \mu g T \\ a = \mu g \end{array} \right.$   
 $V_0 T - \frac{(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) g T^2}{2} = S$

$4T - \frac{(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8) \cdot 10}{2} T^2 = 1$   
 $4T - 5T^2 = 1$

$4T = 5T^2 + 1$   
 $5T^2 - 4T + 1 = 0$   
 $D = 16 - 20 = -4$

$T_1 = \frac{4 + 6}{10} = 1$   
 $T_2 = \frac{4 - 6}{10} = -0,2$  (не подходит)

$V_0 - at + u = u$   
 $V_0 - at + u = -u$

$\begin{cases} V_0 = at \rightarrow t_1 = \frac{V_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с} \\ V_0 - at = -2u \rightarrow t_2 = \frac{V_0 + 2u}{a} = \frac{4 + 4}{10} = 0,8 \text{ с} \end{cases}$

$L_1 = V_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} + ut_1 = 4 \cdot 0,4 - 5 \cdot 0,4^2 + 2 \cdot 0,4 = 1,6$   
 $L_2 = V_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2} + ut_2 = 4 \cdot 0,8 - 5 \cdot 0,8^2 - 2 \cdot 0,8 = -1,6$

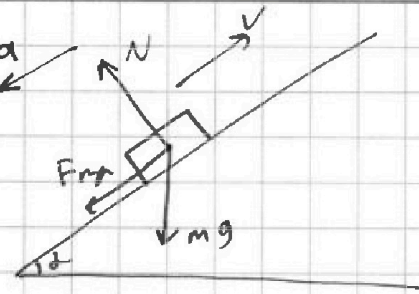
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

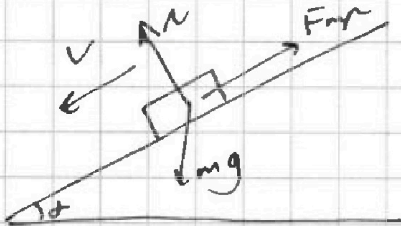
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$a_1 = \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8\right) \cdot 10 = 10 \text{ м/с}^2$$



$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$a_2 = 10 \left(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6\right) = 6 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{1}{15} =$$

$$\sqrt{0,0666}$$

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

1) Представим, что скорость двух телко вверх:

$$v_0 T - \frac{a_1 T^2}{2} = S$$

$$S_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{100 \cdot 4}{2} - \frac{10 \cdot 16}{2} = 100,668$$

$$4 \cdot T - 5 T^2 = 1$$

$$S_1 = \frac{14}{17}$$

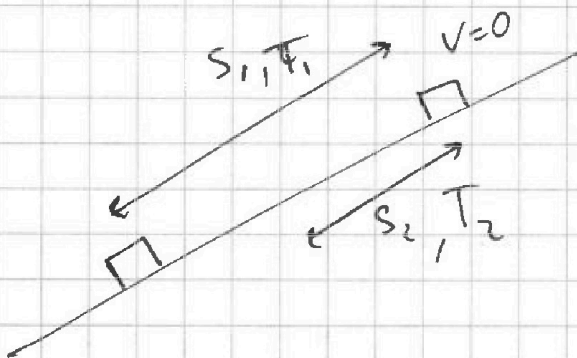
$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot 4$$

$$0,8 + 3T^2 = 1$$

$$5T^2 - 4T + 1 = 0$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{0,2}{3}}$$

$\otimes < 0 \leftarrow$  значит он еще и опускался



$$S_1 + S_2 = S$$

$$\left| v_0 = a_1 T_1 \right| \leftarrow T_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4$$

$$S_1 = \frac{a_1 T_1^2}{2} \leftarrow S_1 = \frac{10}{2} \cdot 0,16 = 0,8$$

$$S_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2}$$

$$S_1 + S_2 = \frac{a_1 T_1^2}{2} + \frac{a_2 T_2^2}{2} = S$$

$$a_1 T_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2} \sqrt{\frac{0,4}{6}}$$

$$0,4 = 6 \cdot T_2^2$$

$$\left| \frac{a_1 T_1^2}{2} + \frac{a_2 T_2^2}{2} = 1 \right.$$

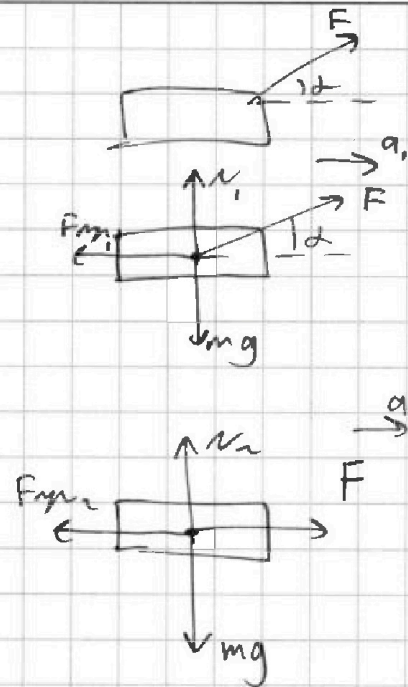
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\cancel{F \cos \alpha} = \mu m g \quad N_1 = m g - F \sin \alpha$$

$$N_2 \quad m g = N_1 + F \sin \alpha$$

$$m a_1 = F \cos \alpha - F \mu$$

$$m a_1 = F \cos \alpha - \mu (m g - F \sin \alpha)$$

$$m a_2 = F - F \mu = F - \mu m g$$

$$a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha}{m}$$

$$a_2 = \frac{F - \mu m g}{m}$$

$$v_0 = \mu m g T$$

$$F \cos \alpha - \mu m g + F \sin \alpha = F - \mu m g$$

$$v_0 T^2 = \mu m g$$

$$F \cos \alpha + F \sin \alpha = F$$

$$F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha = F - \mu m g$$

$$T = \frac{v_0}{\mu m g}$$

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

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

$$m a_1 = F \cos \alpha - \mu (m g - F \sin \alpha)$$

$$m a_2 = F - \mu m g$$

$$F \cos \alpha - \mu (m g - F \sin \alpha) = F - \mu m g$$

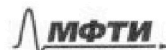
$$F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha = F - \mu m g$$

$$\begin{array}{r} 1,5 \\ \times 4 \\ \hline 600 \\ 1 \\ \times 8,31 \\ \hline 4988,10 \\ 1 \\ \times 8,31 \\ \times 6 \\ \hline 4988 \end{array}$$

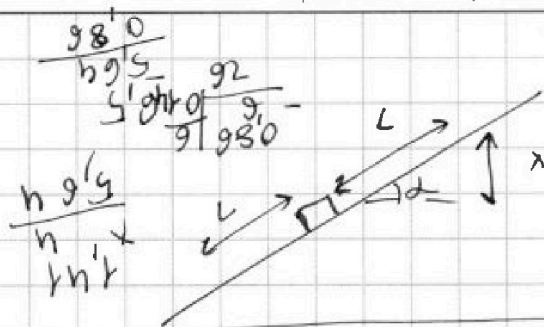
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$$\frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} + mgL \sin \alpha$$

$$1,2 - v = \sin \alpha (L - e)$$

$$\frac{40}{2} \cdot 0,04$$

$$10 \cdot 0,02 = 0,2$$

$$\frac{m(v_0 - v)^2}{2} = \frac{m(v - v_0)^2}{2} + mgL \sin \alpha$$

$$\frac{v}{\sin \alpha} = L - e \quad e = L - \frac{v}{\sin \alpha}$$

$$v_0 - a_1 t_1 = 0$$

$$v_0 - a_1 t_1 - a_2 t_2 = -24$$

$$v_k = -24$$

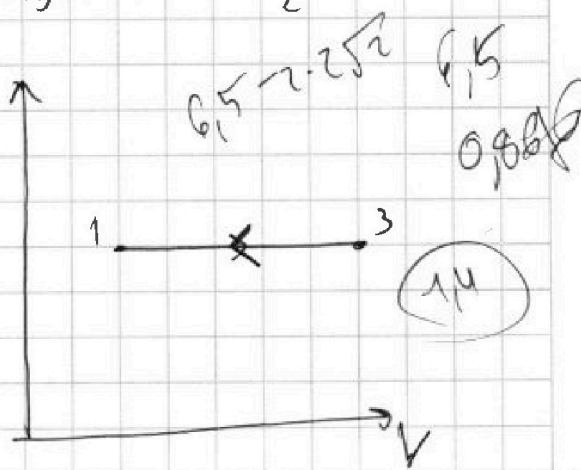
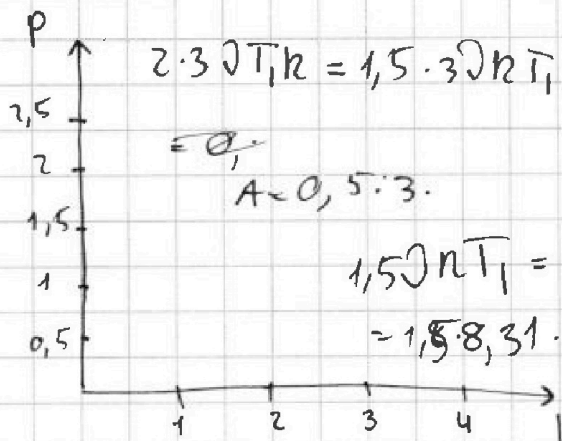
$$v_k = 0$$

$$\left(1 + 1 - \frac{H}{0,8}\right) \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 = 2 = 2 - mgH$$

$$\frac{1}{2} P \Delta V + P \Delta V = \frac{9}{232-510} \quad 4 - \frac{4}{0,4} = -10H$$

$$Q = (4T_1 - 1T_1) C = \frac{1}{2} C (4T_1 - T_1) = 1,6 - H = -4H$$

$$\left(L + e - \frac{H}{\sin \alpha}\right) mg \cos \alpha = \frac{mv_0^2}{2} - mgH$$





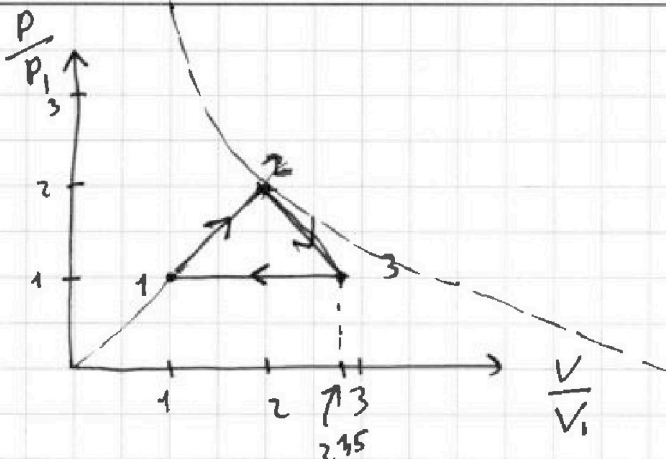
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$1,5 R (p_2 v_2 - p_1 v_1) = 1,5 R T_1$$

$$p_2 v_2 - p_1 v_1 = \cancel{0} R 3 T_1$$

$$p_2 v_3 - p_2 v_2 = \cancel{0} R (2^{1,5} - 4) T_1$$

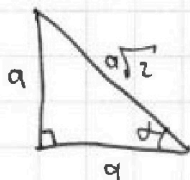
$$p_1 v_1 - p_3 v_3 = \cancel{0} R (1 - 2^{1,5}) T_1$$

$$p_1 (v_1 - v_3) = \cancel{0} R (1 - 2^{1,5})$$

$$p_1 (v_1 - v_3) = p_1 v_1 (1 - 2^{1,5})$$

$$(4 - 2^{1,5}) T_1 \cancel{0} R$$

$$(4 - 2^{1,5}) p_1 v_1$$



$$\frac{(4 - 2^{1,5}) p_1 v_1}{2} = (4 - 2^{1,5}) p_1 v_1$$

Т.к теплоемкость постоянная, то Т меняется везде линейно

$$(2^{1,5} - 2) \cdot 1,5 =$$

$$(2^{1,5} - 2) \cdot 1,5$$

$$2 \cdot 2^{1,5} = 3 + 4$$

$$2 \cdot 2^{1,5} = 7$$

$$4 - 2^{1,5} \left[ \frac{(2^{1,5} - 2) \cdot 1,5}{4 - 2^{1,5}} \right]$$

$$2,1 \cdot 1,5 = 3,15$$

$$1,5 \cdot 2^{1,5} = 3$$

$$4 - 2^{1,5}$$

$$1,5$$

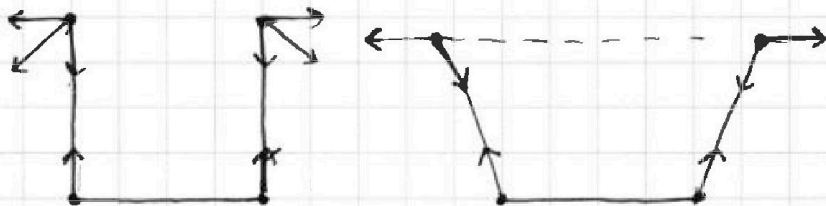
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$2 \frac{kq^2}{b} + k \frac{q^2}{\sqrt{2}b} = mV^2$$

$$\left( \frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right) \frac{kq^2}{mb} = V^2 = v$$