

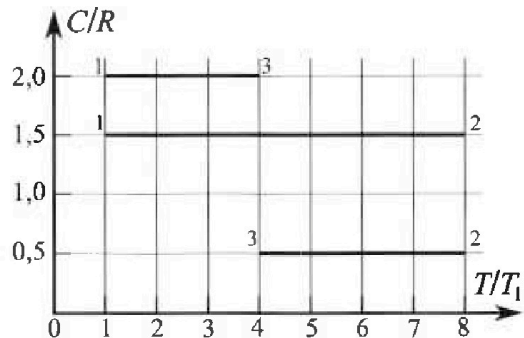
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



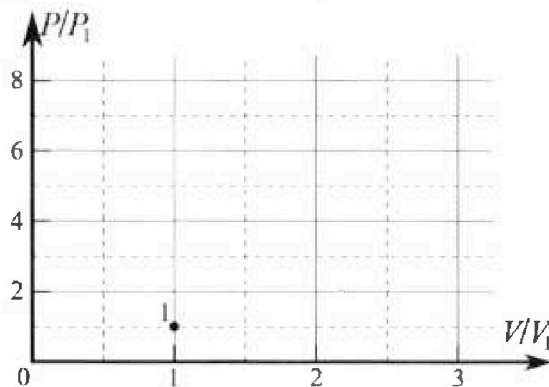
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

2) Найдите КПД η 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 a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

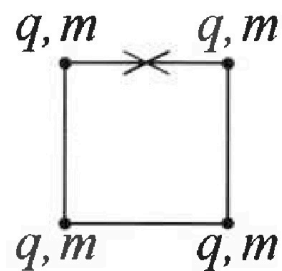
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K 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)?

Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

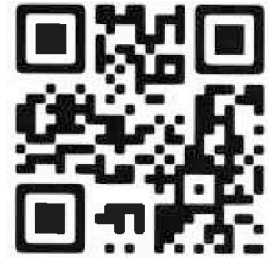




Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

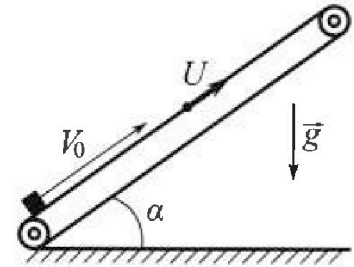
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

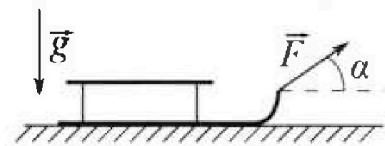
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

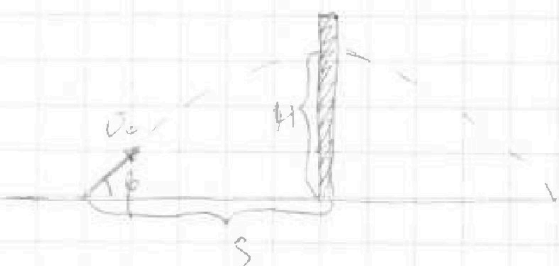
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1. Дано
 $\alpha = 45^\circ$
 $L = 20 \text{ м}$
 $H = 36 \text{ м}$
 $v_0 = ?$
 $S = ?$

$$1) L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{g \cdot L}{\sin 90^\circ}} = \sqrt{\frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м}}{1}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

2) II. К. H - максимальная высота, не к-рой, произойдет соударение, но, значит, что мяч направился под углом φ вверх, где H - максимальная высота полета.



$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g} \Rightarrow$$

$$\sin \varphi = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 36 \text{ м}}}{10\sqrt{2} \text{ м/с}} = 0,6$$

$$\sin \varphi = 0,6 \Rightarrow \cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi} = 0,8$$

III. K H - максимальная высота полета, но расстояние S до него равно половине длины полета L^* (L^* - длина полета мяча под углом φ)

$$S = \frac{1}{2} L^* = \frac{v_0^2 \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi}{g} = \frac{v_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g}$$

$$S = \frac{(10\sqrt{2} \text{ м/с})^2 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{10 \text{ м/с}^2} = 9,6 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$
 $S = 9,6 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

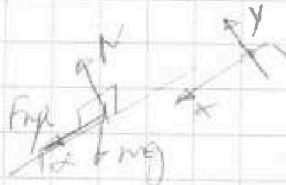
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

2. $\sin \alpha = 0,6$
 $\cos \alpha = 0,8$
 $v_0 = 6 \text{ м/с}$
 $\mu = 0,5$
 $T = 1 \text{ с}$
 $v_0 = 6 \text{ м/с}$
 $u = 1 \text{ м/с}$
 $T_1 = ?$
 $S = ?$

1) лента неподвижна



2 ЗН: $N = mg \cos \alpha$
 $F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$

X: $ma = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$
 $a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$

$S = v_0 T - \frac{1}{2} a T^2$

$S = v_0 T - \frac{1}{2} g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2 = 1 \text{ м}$

2) Лента движется со скоростью u . Если у коробки скорость u , то она остановилась относительно ленты. Перецелит в 0 ленты, а не $u \cos \alpha$, т.к. $u = \text{const}$



ЗСС: $v_{0T_1} = v_0 - u$

При переходе в движение $u \cos \alpha$ картина сил не меняется, т.е. a коробки будет такой же

$0 = v_{0T_1} - a T_1 = ?$

$T_1 = \frac{v_{0T_1}}{a} = \frac{v_0 - u}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{6 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2 (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = 0,5 \text{ с}$

Ответ: $S = 1 \text{ м}$

$T_1 = 0,5 \text{ с}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

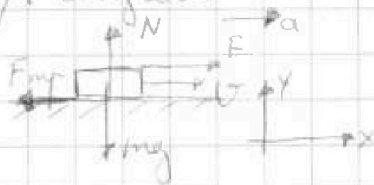
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

3. Дано

K, μ, m
 $\mu - ?$
 $S - ?$



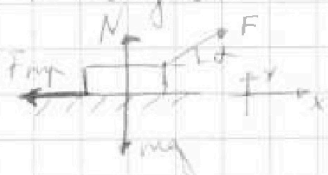
2 ЗИ: $y: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$
 $F_{tr} = \mu N = \mu mg$

3 УМЭ: $K = A_F + A_{F_{tr}}$

$A_F = FL \cos(0^\circ) = FL$; $A_{F_{tr}} = F_{tr} L \cos(180^\circ) = -\mu mg L$

$K = FL - \mu mg L$

2 вариант



2 ЗИ: $y: N + F \sin \alpha - mg = 0$
 $N = mg - F \sin \alpha$

$F_{tr} = \mu N = \mu mg - \mu F \sin \alpha$

3 УМЭ: $K = A_F + A_{F_{tr}}$

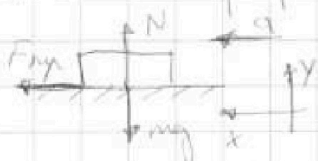
$A_F = FL \cos \alpha$; $A_{F_{tr}} = F_{tr} L \cos(180^\circ) = -\mu mg L + \mu F \sin \alpha L$

$K = FL \cos \alpha - \mu mg L + \mu F \sin \alpha L$

$FL - \mu mg L = FL \cos \alpha - \mu mg L + \mu F \sin \alpha L$

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

2) Искать преобразование гиперболических косинусов син:



2 ЗИ: $y: N - mg = 0$

$N = mg$

$F_{tr} = \mu mg$

$x: F_{tr} = \mu mg$

$\mu mg = m a$

$a = \mu g$

3 УМЭ: $A_{F_{tr}} = 0 - K$

$A_{F_{tr}} = F_{tr} S \cos 180^\circ = -\mu mg S$

$-\mu mg S = -K$

$\mu mg S = K \Rightarrow S = \frac{K}{\mu mg}$

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

$S = \frac{K}{\mu mg}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

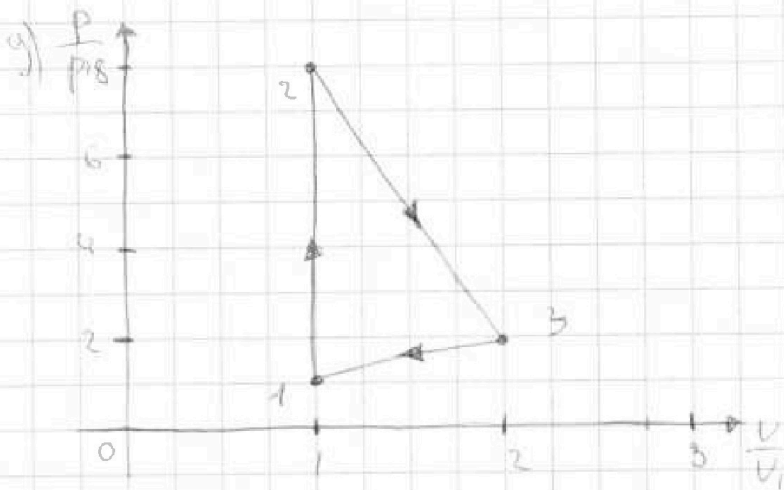
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



д) III-к процесс — пропорциональной зависимости, следовательно, что $V_2 = 2V_1$, тогда $p_2 = 2p_1$

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ 2^2 p_1 V_1 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow 2^2 = \frac{T_2 \cdot \nu R T_1}{T_1 \cdot \nu R T_1} = 4 \\ \downarrow = \sqrt{4} = 2$$

Выводим, что $\frac{V_2}{V_1} = 2$, $\frac{p_2}{p_1} = 2$



Ответ: $A_{\text{max}} = 2493 \text{ Дж}$
 $\eta = 24\%$

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. Дано $i=3$, $\bar{V}=1$ моль, $T_1=200\text{K}$

1) Из графика видно, что $T_1=T_1$, $T_2=8T_1$, $T_3=4T_1$

$$\frac{C_{31}}{R} = 2 \Rightarrow C_{31} = 2R \quad \frac{C_{12}}{R} = 1,5 \Rightarrow C_{12} = 1,5R = \frac{3}{2}R$$

$$\frac{C_{23}}{R} = 0,5R \Rightarrow C_{23} = \frac{1}{2}R$$

2) Рассмотрим процесс 31

$$Q_{31} = C_{31} \bar{V} (T_1 - T_3) = 2R \bar{V} (T_1 - T_3) = -6 \bar{V} R T_1$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \bar{V} R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$2 \bar{V} R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \bar{V} R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$A_{31} = \frac{1}{2} \bar{V} R (T_1 - T_3) = \frac{1}{2} \bar{V} R (T_1 - 4T_1) = -\frac{3}{2} \bar{V} R T_1$$

$$A_{31, \text{max}} = -A_{31} = \frac{3}{2} \bar{V} R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 5,7 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 200\text{K} = 549,3 \text{ Дж}$$

3) Рассмотрим процесс 12:

$$Q_{12} = C_{12} \bar{V} (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} R \bar{V} (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \bar{V} R (8T_1 - T_1) = \frac{21}{2} \bar{V} R T_1$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\frac{3}{2} \bar{V} R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \bar{V} R (T_2 - T_1) + A_{12} \Rightarrow A_{12} = 0, \text{ значит, процесс 12 - изохорный}$$

4) Рассмотрим процесс 23

$$Q_{23} = C_{23} \bar{V} (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} R \bar{V} (4T_1 - 8T_1) = \frac{1}{2} R \bar{V} (-4T_1) = -2 \bar{V} R T_1$$

5) К циклу принадлежат тепло в процессе 12, в количестве Q_{12} , т.е. $Q_{\text{н}} = Q_{12} = \frac{21}{2} \bar{V} R T_1$

От цикла отводится тепло в ~~каждом~~ процессах 23, 31, в количестве $(-Q_{23}) + (-Q_{31})$, т.е. $Q_{\text{о}} = (-Q_{23}) + (-Q_{31}) = 2 \bar{V} R T_1 + 6 \bar{V} R T_1 = 8 \bar{V} R T_1$

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{о}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{\frac{21}{2} \bar{V} R T_1 - 8 \bar{V} R T_1}{\frac{21}{2} \bar{V} R T_1} = \frac{\frac{5}{2} \bar{V} R T_1}{\frac{21}{2} \bar{V} R T_1} = \frac{5}{21} \approx 0,24 \text{ или } 24\%$$

6) Молярная теплоемкость в прямопропорциональной зависимости p от объема V :

$$C = C_V + \frac{1}{2}R = \frac{5}{2}R + \frac{1}{2}R = \frac{3}{2}R + \frac{1}{2}R = 2R = C_{31} \Rightarrow$$

процесс 31 - процесс прямопропорциональной зависимости ~~температуры~~ p от объема V

7) $V_1 = V_2$, т.е. процесс 12 - изохорный ($\frac{V_2}{V_1} = 1$)

$$p_1 V_1 = \bar{V} R T_1, \quad p_2 V_2 = \bar{V} R T_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$$



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!

$$K = \left(\frac{2aT}{\sqrt{2}^2} - \frac{aT \cdot 1}{3 \cdot 4 \cdot \sqrt{2}^2} \right) \frac{caT - \sqrt{2}^2 aT}{(4 + \sqrt{2}^2) \cdot \sqrt{2}^2} = \frac{aT(6 - \sqrt{2}^2)}{3 \cdot \sqrt{2}^2 - (4 + \sqrt{2}^2)}$$

Ответы:

$$1) |q| = 4a \frac{T \cdot \sqrt{2} \cdot \epsilon_0}{4 + \sqrt{2}^2}$$

$$2) K = \frac{aT(6 - \sqrt{2}^2)}{12 \cdot \sqrt{2}^2 + 6}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

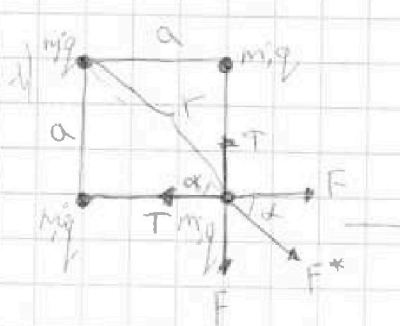
МФТИ

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

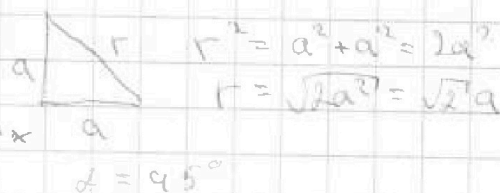


5. Дано

- 1) q - ?
- 2) K - ?
- 3) d - ?



$$F = \frac{kq^2}{a^2} \quad F^* = \frac{kq^2}{r^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$



$$r^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$$

$$r = \sqrt{2a^2} = \sqrt{2}a$$

$$\alpha = 45^\circ$$

III. К все шары неподвижны, то $\vec{a} = 0$

Рассм. один шарик

$$2 \text{ ЗН: } F + F \cos 45^\circ + T = 0$$

$$T = F + F \cos 45^\circ$$

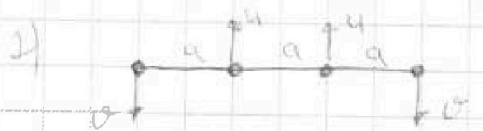
$$T = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$T = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{\sqrt{2}kq^2}{4a^2} = \frac{kq^2(4 + \sqrt{2})}{4a^2} \Rightarrow$$

$$|q| = 2a \sqrt{\frac{T}{k(4 + \sqrt{2})}} = 2a \sqrt{\frac{T \cdot 4 \sqrt{2} \epsilon_0}{(4 + \sqrt{2})}} = 4a \sqrt{\frac{T \sqrt{2} \epsilon_0}{4 + \sqrt{2}}}$$

Потенциальная энергия системы:

$$W_0 = \frac{4kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}a}$$



ЗЦУ для систем:
 $y: 0 = 2m\omega - 2m\omega \Rightarrow \omega = 0$
 м.р. кинематические энергии
 всех шаров друг к другу равны

$$W_k = \frac{3kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} = \frac{4kq^2}{a} + \frac{kq^2}{3a}$$

$$\text{ЗЦЭ: } W_0 = W_k + 4K$$

$$4K = \frac{2kq^2}{\sqrt{2}a} - \frac{kq^2}{3a}$$

$$K = \frac{kq^2}{2\sqrt{2}a} - \frac{kq^2}{12a} = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{1}{2\sqrt{2}} - \frac{1}{12} \right) =$$

$$K = \frac{4\sqrt{2}a^2 T \sqrt{2} \epsilon_0}{4\sqrt{2} \epsilon_0 a (4 + \sqrt{2})} \left(\frac{1}{2\sqrt{2}} - \frac{1}{12} \right) = 4a^2 T \left(\frac{1}{2\sqrt{2}} - \frac{1}{12} \right)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



$P_1 = V_1$
 $P_2 = 2V_1 = 2P_1$
 $V_2 = \frac{P_2}{2} = V_1$
 $\frac{P_2}{2V_1} = \frac{P_1}{V_1}$
 $\frac{P_2}{2} = P_1$

$P_1 V_1 = 2P_2 V_2$
 $P_1 V_1 = 2P_1 V_1$
 $1 = 2 \Rightarrow \boxed{x = 2}$

$P_2 = 2P_1$ $V_2 = 2V_1$

3. 1 случай:

$2 \text{ ЗН: } \mu N = mg - F \sin \alpha = \mu mg$
 $FL - \mu mgL = L$

2 случай:

$2 \text{ ЗН: } N + F \sin \alpha = mg$
 $N = mg - F \sin \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg - \mu F \sin \alpha$
 $\frac{\mu \mu^2}{2} = FL \cos \alpha - \mu mgL + \mu F \sin \alpha L$

$FL - \mu mgL = FL \cos \alpha - \mu mgL + \mu F \sin \alpha L$

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

$\frac{\mu \mu^2}{2} = \mu mgL \Rightarrow S = \frac{\mu \mu^2}{2}$

$S = \frac{\mu \mu^2}{2}$

$S = \sqrt{2} \mu g$

2 ЗН - все уравнения вращ. осей

$2 \text{ ЗН: } N = mg$
 $F_{\text{тр}} = \mu mg$

$K = \mu mgS \Rightarrow S = \frac{K}{\mu mg}$

$\mu a = \mu mg$
 $a = \mu g$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



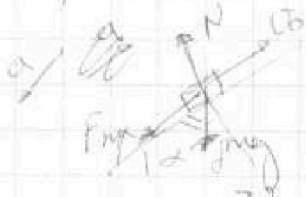
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$H = v_0^2 \cos^2 \alpha \quad L = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin^2 \alpha}}$$

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

2. а) система невзаимодействует:



$$\begin{aligned}
 & 2 \text{ шт. } x: N = mg \cos \alpha \\
 & y: ma = F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha \\
 & ma = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha \\
 & a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)
 \end{aligned}$$

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

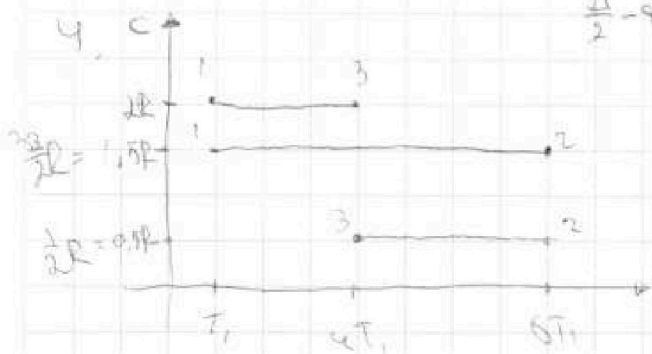
б) система движется со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$



При переходе из одного ИСО в другое координаты суд не меняются \Rightarrow \vec{a} тоже не меняется

$$0 = v_0 t_H - a t_H \Rightarrow t_H = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}$$

$$\frac{21}{2} - 9t^2 = \frac{21}{2} - \frac{16}{2} - \frac{5}{2} t_1 = t_1 \quad T_3 = 4t_1 \quad T_2 = 8t_1$$



$$Q_{12} = C_{12} \Delta T \quad Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A_{12}$$

$$A_{12} = 0 \Rightarrow 1-2: v \leq \mu g s$$

$$A_{\text{neg}} = -A_{31} = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} R \Delta T (T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T (T_1 - 4T_1) = A_{31} = \frac{1}{2} R \Delta T \cdot (-3T_1) = -\frac{3}{2} R \Delta T$$

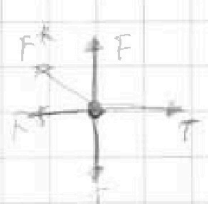
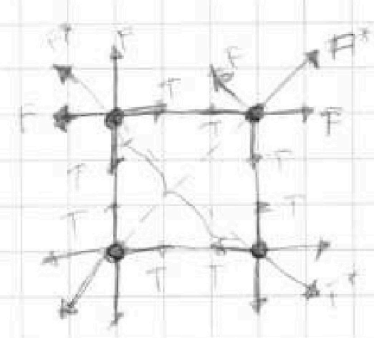
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$k = \frac{kg^2}{2a^2}$$

$$F^* = \frac{kg^2}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{kg^2}{2a^2}$$



$$r^2 = a^2 + a^2$$

$$r^2 = 2a^2 \Rightarrow r = a\sqrt{2}$$

$$T = \frac{kg^2}{a^2} + \frac{kg^2}{2a^2} \cos 45^\circ$$

$$T = \frac{kg^2}{a^2} + \frac{kg^2}{2a^2} \cos 45^\circ$$

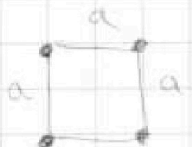
$$T = \frac{kg^2}{a^2} + \frac{kg^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$T = \frac{kg^2}{a^2} + \frac{kg^2 \sqrt{2}}{4a^2}$$

$$T = \frac{4kg^2 + kg^2 \sqrt{2}}{4a^2} = \frac{kg^2(4 + \sqrt{2})}{4a^2}$$

$$4a^2 T = kg^2(4 + \sqrt{2})$$

$$|q| = \frac{4a^2 T}{\sqrt{2}(4 + \sqrt{2})} = \frac{4a^2 T}{k(4 + \sqrt{2})}$$



$$W_0 = 4 \frac{kg^2}{a^2} + \frac{2kg^2}{\sqrt{2}a}$$

$$0 = 2ml^2 - 2ml^2 \Rightarrow U = 0$$

$$W_2 = 3 \frac{kg^2}{a^2} + 4 \frac{kg^2}{\sqrt{2}a} + \frac{kg^2}{3a} =$$

$$= \frac{3kg^2}{a^2} + \frac{kg^2}{a} + \frac{kg^2}{3a} = \frac{4kg^2}{a} + \frac{kg^2}{3a}$$

$$= \frac{12kg^2}{3a} + \frac{kg^2}{3a} = \frac{13kg^2}{3a}$$

$$\frac{4kg^2}{a} + \frac{2kg^2}{\sqrt{2}a} = \frac{13kg^2}{3a} + 4k$$

$$\frac{4\sqrt{2}kg^2 + 2kg^2}{\sqrt{2}a} = \frac{13kg^2}{3a}$$

$$\frac{4\sqrt{2}kg^2}{a} + \frac{2kg^2}{\sqrt{2}a} - \frac{kg^2}{a} = \frac{kg^2}{3a} = 4k$$

$$k = \frac{1}{4} \left(\frac{2kg^2}{\sqrt{2}a} - \frac{kg^2}{3a} \right) = \frac{kg^2}{2\sqrt{2}a} - \frac{kg^2}{12a}$$

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!



12 - nozbag
 23 - oibzbag
 31 - oibzbag

$$Q_{12} = \frac{1}{2} R \nu (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} R \nu (4T_1 - 8T_1) = \frac{1}{2} R \nu (-4T_1) = -2 R \nu T_1$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} R \nu (8T_1 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 7T_1 \cdot 2R = \frac{21}{2} R \nu T_1$$

$$Q_{31} = 2 R \nu (T_1 - T_2) = 2 R \nu (T_1 - 4T_1) = 2 R \nu (-3T_1) = -6 R \nu T_1$$

К системе добавим тепло в процессе 12 $\Rightarrow Q_{12} = \frac{21}{2} R \nu T_1$

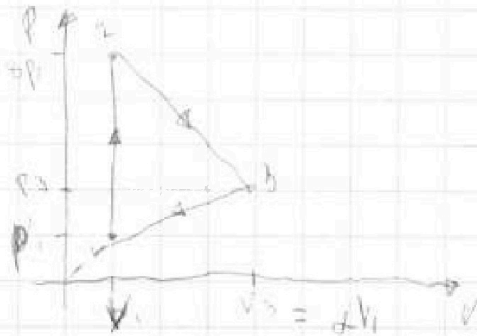
А для системы охладим тепло в точке 1 $(-Q_{23})$ и $(-Q_{31})$

$$Q_{23} = 2 R \nu T_1 + 6 R \nu T_1 = 8 R \nu T_1$$

$$Q_{11} - Q_{23} = 2 R \nu T_1 (\frac{21}{2} - 8) = \frac{5}{2} R \nu T_1 = A_{\Sigma}$$

$$\eta = \frac{Q_{11} - Q_{23}}{Q_{11}} = \frac{\frac{5}{2} R \nu T_1}{\frac{21}{2} R \nu T_1} = \frac{5}{21}$$

$V_1 = V_2$, м.к. 1-2 - изохорный



$$p_1 V_1 = 2 R \nu T_1$$

$$p_2 V_1 = 2 R \nu \cdot 8T_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 8 \Rightarrow p_2 = 8p_1$$

$$p_3 V_3 = 2 R \nu T_3 = 4 R \nu T_1$$

$$Q_{23} = 2 R \nu (T_3 - T_2) = 2 R \nu (T_3 - T_2) ; A_{23} \Rightarrow A_{23} > 0 (V \uparrow, T \downarrow)$$

$$A_{31} < 0 (V \downarrow, T \downarrow)$$

$$s_2 = \frac{1}{2} \alpha \alpha h$$

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (8p_1 - p_1) (V_3 - V_1) = \frac{7}{2} p_1 V_3 - \frac{7}{2} p_1 V_1$$

$$A_{\Sigma} = \frac{7}{2} p_1 (\alpha V_1 - V_1) = \frac{7}{2} p_1 V_1 (\alpha - 1) = \frac{7}{2} 2 R \nu T_1 (\alpha - 1)$$

$$\frac{5}{2} R \nu T_1 = \frac{7}{2} R \nu T_1 (\alpha - 1) \quad 5 = 7(\alpha - 1)$$

$$C_{p+V} = \frac{5}{2} R + \frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2R \quad 5 = 4\alpha - 7$$



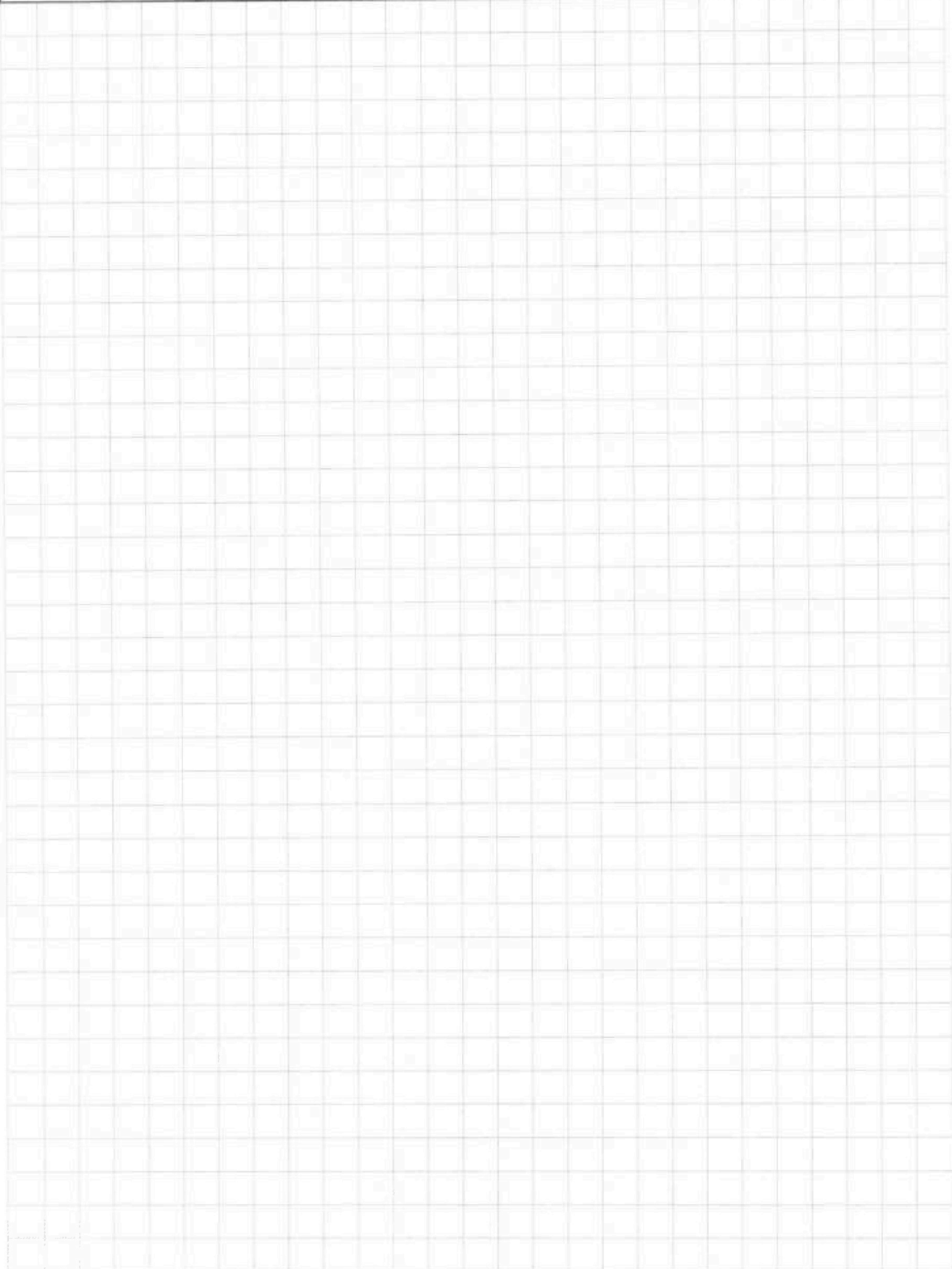
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

$$S = \frac{1}{2} v_0^2 \sin^2 \varphi \quad S = \frac{1}{2} L v^2 = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{g} = \frac{v_0^2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi}{2g} = \frac{v_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g}$$

$$\frac{m v_0^2 \sin^2 \varphi}{2} = m g H + \frac{m v_0^2 \cos^2 \varphi}{2} \quad \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2} = g H$$

$$\begin{array}{r} 0,48 \overline{) 5} \\ 0,96 \\ \hline 4 \\ \underline{-4} \\ 0 \end{array}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2} = g H$$

$$\sin \varphi = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$$

$$v_0 = \frac{10 \sqrt{20}}{\sqrt{\sin 90}} = \frac{200}{1} = 200 \text{ м/с}$$

$$\sin \varphi = \frac{2 - 10 \cdot 0,6}{10 \sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 36}}{10 \sqrt{2}} = \frac{6}{10} = 0,6$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8 \quad 2 \cdot 10 \cdot 0,48 = 9,6 \cdot 2 = 19,2$$

$$S = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{10} = \frac{2 \cdot 0,48}{10} = \frac{0,96}{5} = 0,192 \text{ м}$$

$$2. \quad S = v_0 T - \frac{1}{2} g | \mu \cos \alpha + \sin \alpha | T^2 = 6 - 1 - \frac{1}{2} \cdot 10 (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) T^2$$

$$= 6 - 5 (0,4 + 0,6) T^2 = 6 - 5 T^2$$

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

$$3. \quad \text{Аналог} = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot 200 = 2943 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{5}{21} \approx 0,24 \text{ или } 24\%$$

$$\begin{array}{r} 5 \overline{) 21} \\ 10 \\ \hline 11 \\ \underline{-10} \\ 10 \\ \underline{-10} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 9 \overline{) 48} \\ 9 \\ \hline 0 \end{array}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

