



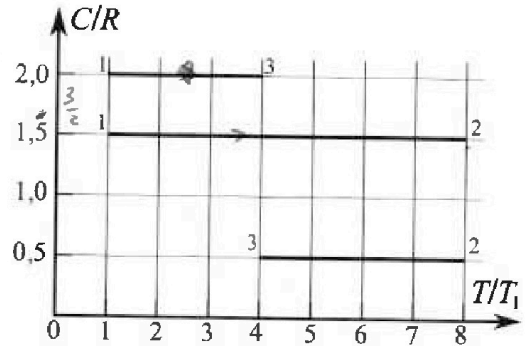
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02



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

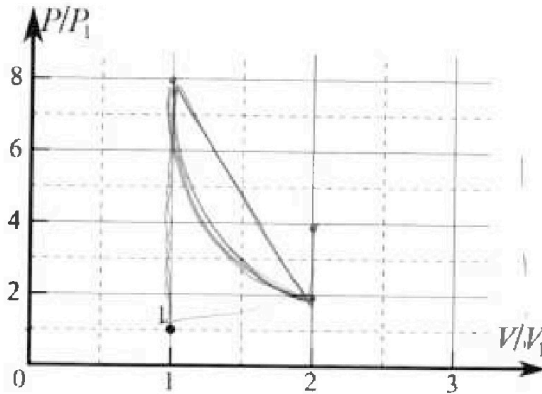
Ж. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 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  $\eta$  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  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

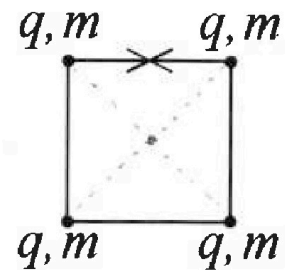
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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)?

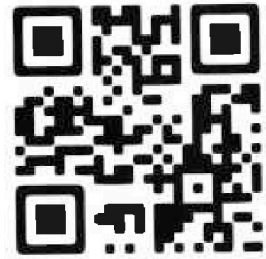
Элементарная постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02



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

*Handwritten note:  $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$*

Х. 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.

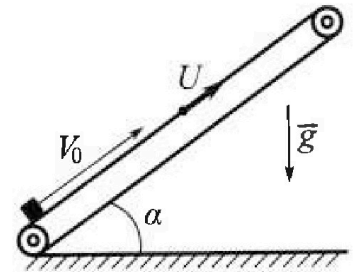
Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью  $V_0$  к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна  $H \approx 3,6$  м.

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

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

У. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  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.).

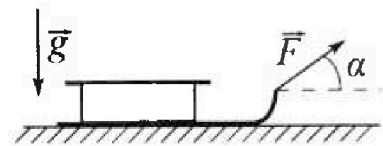
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

В. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии  $K$  на одинаковых участках пути.  $\Leftrightarrow S_1 = S_2$ .

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 кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент  $\mu$  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.



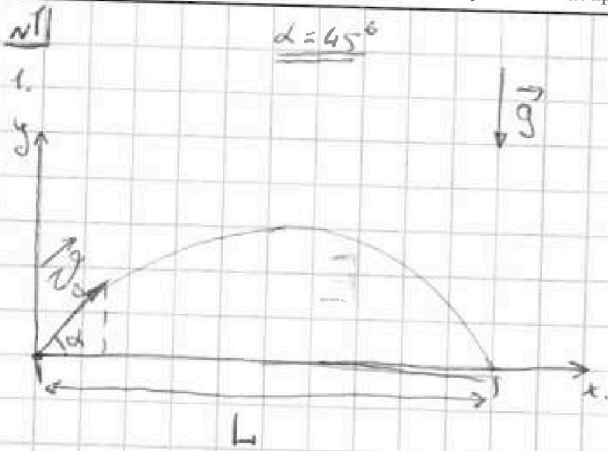
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$\begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y(t) = v_0 \cdot \sin \alpha - g t \end{cases}$$

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

Когда шар упадет  $y = 0 \Rightarrow v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} = 0 \Leftrightarrow$

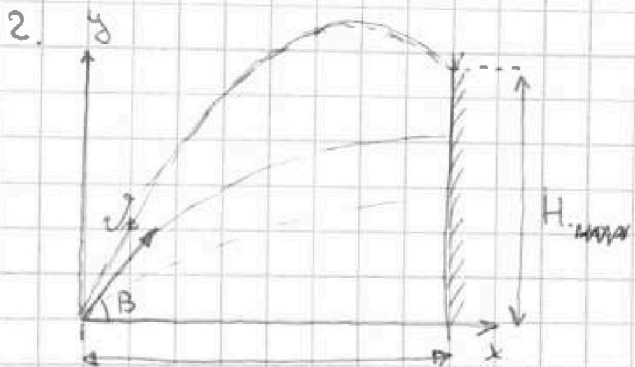
$\Leftrightarrow t = 0$  - траектория

$$v_0 \cdot \sin \alpha = \frac{g t}{2} \Rightarrow t_{\text{п}} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \quad (2)$$

$2 \rightarrow 1:$

$$L = \frac{2 v_0 \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{L g}{2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}}$$

$$= \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{\frac{2}{2}}} = \boxed{10\sqrt{2} \text{ м/с}}$$



Найдем макс. высоту полета. на макс высоте  $v_y = 0 \Rightarrow$

$$v_0 \sin \beta = g t \Rightarrow t_1 = \frac{v_0 \sin \beta}{g}$$

$$H_{\text{max}} = v_0 \sin \beta \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} =$$

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

$$= \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{g} - \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2g} = \frac{2g^2}{2g} \cdot \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2g} \quad \text{или прогоним}$$





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!

Продолжили решение задачи 1.

$$H_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2g}$$

Теперь нам надо найти  $\sin \beta \Rightarrow$

$$\Rightarrow H_{\text{max}} = H \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 3,6}{10^2 \cdot 2}} = \frac{6}{10} = 0,6$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot t_1 = v_0 \cos \beta \cdot \frac{v_0 \sin \beta}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot \sin \beta}{g}$$

$$= \frac{10^2 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{1 - \frac{36}{100}}}{g} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{\frac{100 - 36}{100}}}{g}$$

$$= \frac{2 \cdot 6 \cdot \sqrt{\frac{64}{100}}}{g} = \frac{2 \cdot 6 \cdot \frac{8}{10}}{g} = \frac{48 \cdot 2}{10} = \boxed{9,6 \text{ м}}$$

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

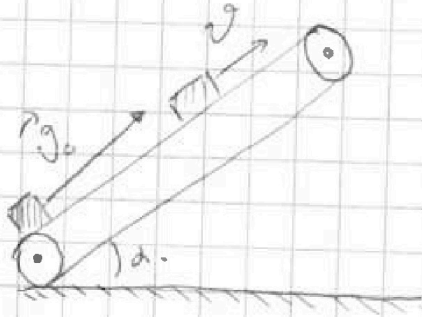
МФТИ

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

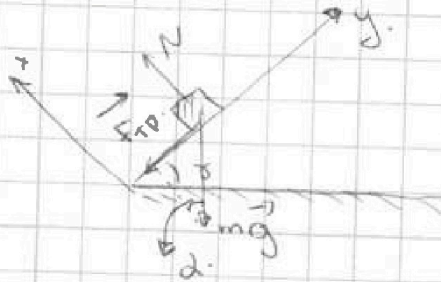
№2

ситуация №1

1.



Запишем (расставим) силы действующие на груз (короб)



Запишем II З.Н. Впр. по осям:

$$\begin{cases} \text{по } x: N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \\ \text{по } y: F_{\text{тр}} + mg \cdot \sin \alpha = ma \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ \mu N + mg \cdot \sin \alpha = ma \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu mg \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha = ma \Rightarrow a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \quad (1)$$

З.С.В

$\Delta E_{\text{ки}} = \Delta E_{\text{век}} \text{ или } \Delta E_{\text{ки}} = \text{измен. кин. энергии}$   
 $\Delta E_{\text{век}} \text{ или } \Delta E_{\text{век}} = \text{работа век сил}$

$$s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} \quad \text{где } v_1 \text{ — скорость коробки через время}$$

$$v_1 = v_0 \quad s = v_0 t + \frac{at^2}{2} = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (2)$$

$$1 \rightarrow 2: s = v_0 t + \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \cdot t^2}{2} =$$

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

$$= 6 - 5(0,4 + 0,6) = 1 \text{ м}$$

См. продолжи на след. листе.



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

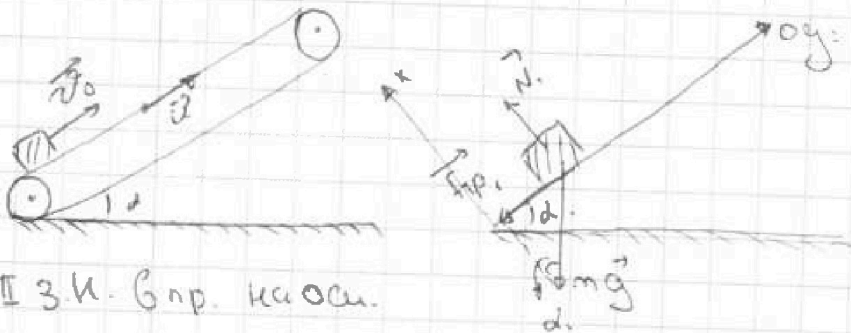
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

продолжение задачи №2

ситуация №2.

2.

Показатель скорости коробки:  $\vec{v}_n = \vec{v} + \vec{u}$   
и  $|\vec{v}_n| = |\vec{v}| + |\vec{u}| = 6 + 1 = 7 \text{ м/с}$



II 3 к. Впр. к а о с.

$$\begin{cases} \text{ox: } N_1 - mg \cdot \cos \alpha = 0 \\ \text{oy: } F_{sp} + mg \cdot \sin \alpha = ma \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} N_1 = mg \cos \alpha \\ \mu N_1 + mg \sin \alpha = ma \end{cases} \Rightarrow$$

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

~~Впр. к а о с.~~

$$\begin{cases} L_1 = \frac{v_n^2 - v^2}{2a} \\ L_2 = \frac{v_n^2 - u^2}{2} T_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{v_n^2 - v^2}{2a} = \frac{v_n^2 - u^2}{2} T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{(v_n + u)(v_n - u)}{a \cdot (v_n + u)} =$$

$$= \frac{v_n - u}{a} = \frac{7 - 1}{10(0,5 + 0,8 + 0,6)} = \frac{6}{10 \cdot 1} = \boxed{0,6 \text{ с}}$$

$$3. L = \frac{v_n^2 - 0}{2a} \Rightarrow L = \frac{v_n^2}{2a} = \frac{7^2}{2 \cdot 10 \cdot 1} = \frac{49}{20} = \frac{4,9}{2} = \boxed{2,45 \text{ м}}$$

Ответ:  $S = 1 \text{ м}$ ;  $T_1 = 0,6 \text{ с}$ ;  $L = 2,45 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

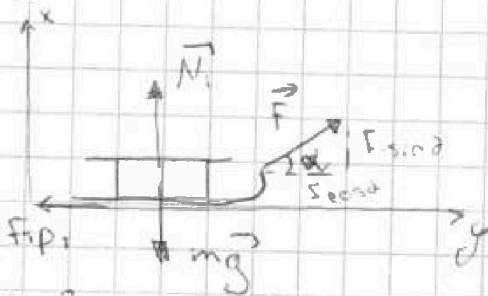
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

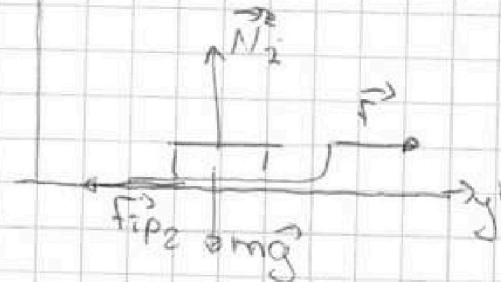
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№3.

ситуация №1



ситуация №2



II A 3. Механика. Впр. на осч.  $+ F \cdot \sin \alpha$

II 3. Механ. Впр. на осч.

$$\begin{cases} O_x: N_1 - mg = 0 \\ O_y: F \cdot \cos \alpha - F_{fp1} = ma_1 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} O_{x'}: N_2 - mg = 0 \\ O_{y'}: F - F_{fp2} = ma_2 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} N_1 = mg - F \cdot \sin \alpha \\ F \cdot \cos \alpha - \mu N_1 = ma_1 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} N_2 = mg \\ F - F_{fp2} = ma_2 \Leftrightarrow F - \mu N_2 = ma_2 \end{cases}$$

303.

$$\underline{F_{fp1} = \mu(mg - F \sin \alpha)} \quad (3) \quad \underline{F_{fp2} = \mu mg} \quad (4)$$

$$\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{всех сил}} \Leftrightarrow K = A_{\text{всех сил}}$$

Для ситуации №1  $A_{\text{всех сил}_1} = F \cos \alpha \cdot S_1 - F_{fp1} \cdot S_1$ , где  $S_1$  - перемещ.

$$\Rightarrow K = S_1 (F \cos \alpha - F_{fp1}) \quad (1)$$

Для ситуации №2.  $A_{\text{всех сил}_2} = F \cdot S_2 - F_{fp2} \cdot S_2$ , где  $S_2$  - перемещ. =)

$$\Rightarrow K = S_2 (F - F_{fp2}) \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} : \quad t = \frac{F \cos \alpha - F_{fp1}}{F - F_{fp2}} \Leftrightarrow F - F_{fp2} = \frac{F \cos \alpha - F_{fp1}}{t} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow F(t - \cos \alpha) = F_{fp2} - F_{fp1} \quad *$$

См. продолж  
на следующей





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!

Продолжение № 3

Подставл в \* 3 уч.:  $f(1 - \cos \alpha) = \mu mg - \mu(mg - f \sin \alpha) =$   
 $= \mu(mg - mg + f \sin \alpha) = \mu f \sin \alpha \Rightarrow$

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

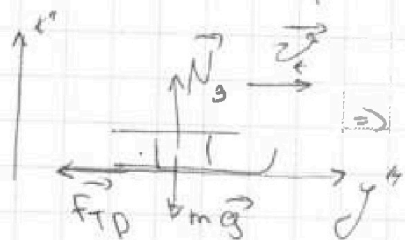
2.

ЗСЭ:

$\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{всех сил}}$

$\left\{ \begin{aligned} \Delta E_{\text{мех}} &= 0 - k \\ A_{\text{всех сил}} &= -f_{\text{тр}} \cdot S \end{aligned} \right.$

$\Rightarrow f_{\text{тр}} \cdot S = k^{**}$



II ЗНьютона впр на ось Oz

$N_3 - mg = 0 \Rightarrow N_3 = mg \Rightarrow$

$\Rightarrow f_{\text{тр}} = \mu N_3$

$\Rightarrow f_{\text{тр}} = \mu mg \quad (5)$

5  $\rightarrow$  \*\* i:  $\mu mg \cdot S = k \Rightarrow \boxed{S = \frac{k}{\mu mg} = \frac{k \cdot \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}}$

Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, S = \frac{k \cdot \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$



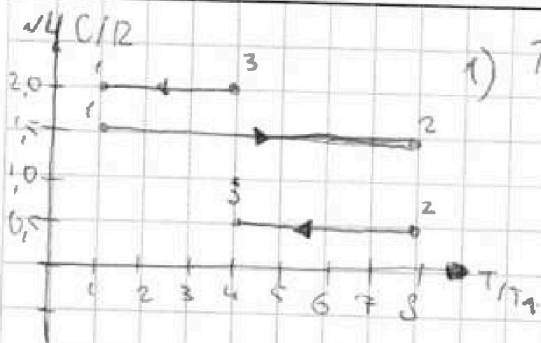
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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



1)  $T_1 = 200\text{K}$

$A_{31}$  - рад вкл. снл кауз 31

$A_{31r}$  - рад газа кауз 31

$A_{31} = -A_{31r} (\leftarrow)$

По I началу термод:

$Q = A_r + \Delta U \Leftrightarrow -A_r = \Delta U - Q \quad (2)$

подставл  $1 \rightarrow 2$ :  $A_{31} = \Delta U - Q$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

$Q = c_m \nu \Delta T$

$\Rightarrow A_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T - c_m \nu \Delta T$  где  $c_m$  - молярн. теплоемкост газа.

$A_{31} = \nu \Delta T \left( \frac{3}{2} R - c_m \right) = \nu \Delta T \left( \frac{3}{2} R - 2R \right) = 1 \cdot (-4 \cdot 200 + 200)$

$\cdot 0,31 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = \boxed{2493 \text{ Дж}} \quad (+2493 \text{ Дж})$

2).  $\eta = \frac{A}{Q_n} \cdot 100\% = \frac{Q_n - Q_0}{Q_n} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{Q_0}{Q_n}\right) \cdot 100\%$

получает тепло тепло снл на участках 1-2

$Q_n = c_{m1} \nu \Delta T_1 = 1,5 \cdot 1 \cdot (8 \cdot 200 - 200) = 1,5 \cdot 7 \cdot 200 =$

$= 300 \cdot 7 = 2100 \text{ Дж}$

Отдает воз на участках 2-3 и 3-1.

$Q_0 = Q_{23} + Q_{31}$  снл будем считать ее по модулю

$|Q_0| = |c_{m2} \nu \Delta T_2| + |c_{m3} \nu \Delta T_3| = 0,5 \cdot 1 \cdot (8 \cdot 200 - 4 \cdot 200) +$

$+ 2 \cdot 1 \cdot (4 \cdot 200 - 200) = 4 \cdot 200 \cdot 0,5 + 2 \cdot 3 \cdot 200 =$

$= 200(2+6) = 200 \cdot 8 = 1600 \text{ Дж}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

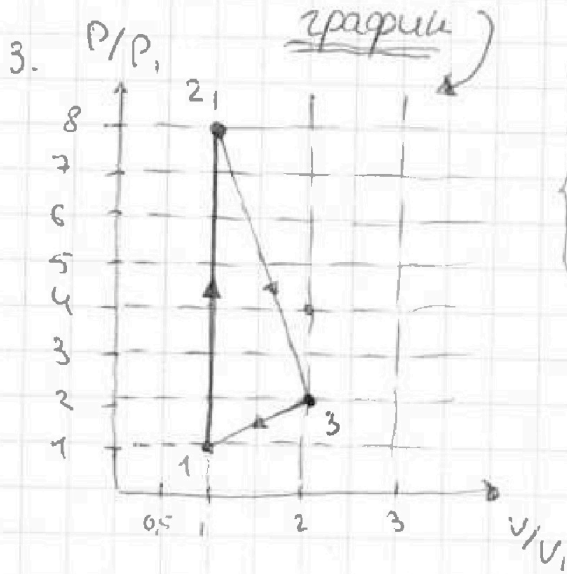
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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

проде шмем №4.

$$\eta = \left(1 - \frac{1600}{2100}\right) \cdot 100\% = \left(\frac{21-16}{21}\right) \cdot 100\% = \frac{5}{21} \cdot 100\% = \boxed{\frac{500}{21} \%}$$



$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad \text{— газ } (\rightarrow) 1$$

$$P_2 V_2 = \nu R 8 T_1 \quad \text{— газ } (\rightarrow) 2$$

$$P_3 V_3 = \nu R 4 T_1 \quad \text{— газ } (\rightarrow) 3$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{1}{8} \Leftrightarrow P_2 V_2 = 8 P_1 V_1 \quad (1)$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{1}{4} \Leftrightarrow P_3 V_3 = 4 P_1 V_1 \quad (2)$$

Как мы можем заметить из данного графика мы по условию процесс 1-2 — изохорный т.е. и т.т. теплоёмкость в этом и в изохорном процессе совпадают.  
 $c_v = \frac{3}{2}$ .

1-2  $V = \text{const.}$  и из соотн 1 мы получаем  $(\rightarrow) 2$ .

Теперь из соотн. 2 мы получаем, то точка 3 может быть либо  $(4; 1)$  либо  $(2; 2)$  но т.т.

его теплоёмкость не соотв теплоёмкости при изохорн

процессе  $\Rightarrow (\rightarrow) 3$  имеет коорд  $(2; 2)$

См. продолж.

Дополнение:  $(\rightarrow) 3$  также не может иметь коорд:  $(1; 4)$  т.т. при изобарном процессе теплоёмкость (молем ркше)





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!

продолжение н.ч.

...мол. теплоемкость не равна теплоемкости  
газа в этом процессе

Ответ:  $A_{31} = 2493 \text{ Дж}$ ;  $\eta = \frac{500}{21} \%$ ; смотри график.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

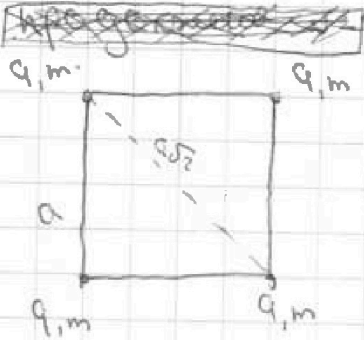
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



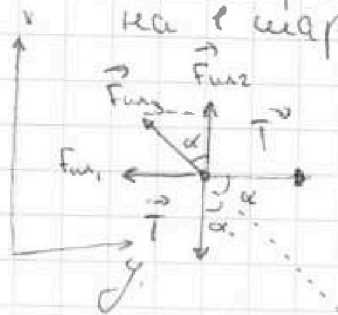
N5



1.

$\alpha = 45^\circ$  т.к. это квадрат

Рассмотрим силы действующие на 1 заряд.



Т.к. заряды положительные  $\Rightarrow$  все силы направлены наружу

II З.Н. Впр. на оси:

$$\begin{cases} \text{по } x: F_{12} + F_{13} \cdot \cos \alpha - T = 0 \\ \text{по } y: T - F_{11} - F_{13} \cdot \sin \alpha = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} F_{12} + F_{13} \cdot \cos \alpha = T \quad (1) \\ F_{11} + F_{13} \cdot \sin \alpha = T \end{cases}$$

$$F_{12} = F_{13} = \frac{k|q||q|}{a^2} \quad (2)$$

$$F_{11} = \frac{k|q||q|}{a^2 \cdot 2} \quad (3)$$

$$2 \rightarrow 1 \text{ и } 3 \rightarrow 1: \frac{k|q|^2}{a^2} + \frac{k|q|^2}{a^2 \cdot 2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = T$$

$$T = \frac{kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) \Rightarrow |q|^2 = \frac{T \cdot a^2}{k \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)} \Rightarrow$$

$$|q| = a \sqrt{\frac{T}{k \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)}} \quad \text{или} \quad a \sqrt{\frac{T}{4\pi\epsilon_0 \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)}}$$

2.



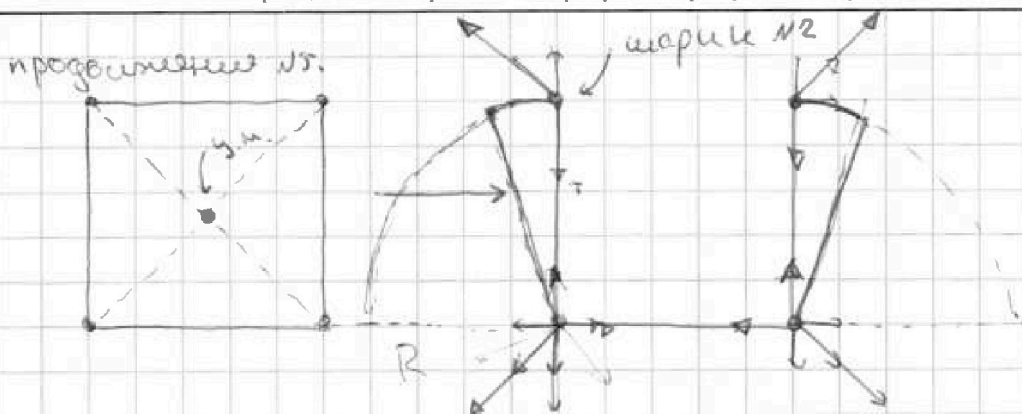
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

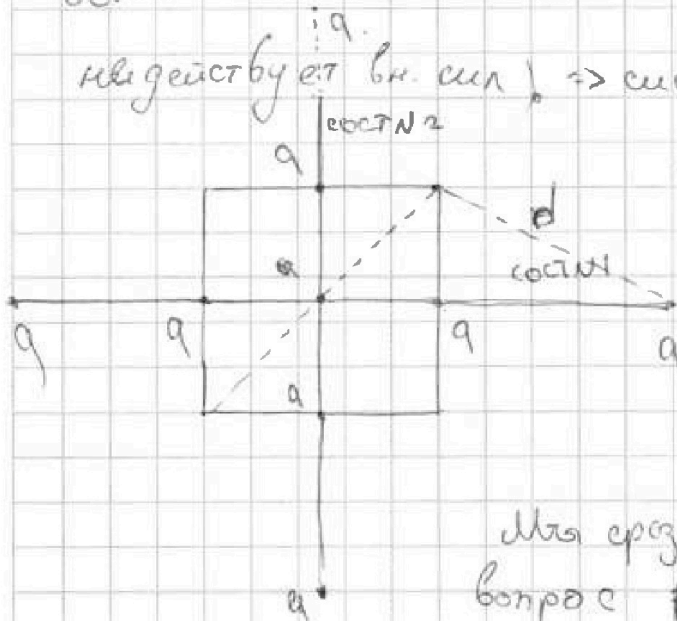
МФТИ

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



Когда перешли изть координата центра массе должно  
оставать ее постоя нной по формуле на систему (шарик №2)

выдействует вн. сил => система персидет:



то есть шарик выстрелит  
в миге  $t_1$ . тогда коорду  $y$   
бала посередине

Из пер-й д-т она  
именно в ось  $x_1$ .

Мы сразу можем ответить на 3  
вопрос  $d = \sqrt{\frac{a^2}{4} + a^2} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$

ЗСЭ:

$\Delta E_{\text{и}} = A_{\text{век}} \text{ сил} \Leftrightarrow E_{\text{и кон}} = A_{\text{век}} \text{ сил}$  Будем рассматривать шарик №2

$$A_{\text{век}} \text{ сил} = \frac{kq^2}{a^2} \cdot \frac{\pi R}{2}$$

$$E = \frac{4\pi \epsilon_0 \cdot \pi R}{4\pi \epsilon_0 \left(1 + \frac{\sqrt{5}}{4}\right) \cdot 2} = \frac{\pi R a}{2 \left(1 + \frac{\sqrt{5}}{4}\right)}$$



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!

$$\text{Ответ: } |q| = a \sqrt{\frac{T}{4\pi^2 \epsilon_0 (1 + \frac{\sqrt{2}}{4})}}; \quad d = \frac{a\sqrt{5}}{2};$$

$$\text{Емк. } k = \frac{T\pi a}{2(1 + \frac{\sqrt{2}}{4})}$$

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!

Черновик

$$\Delta E_{\text{ш}} = A_{\text{всех ш.}}$$

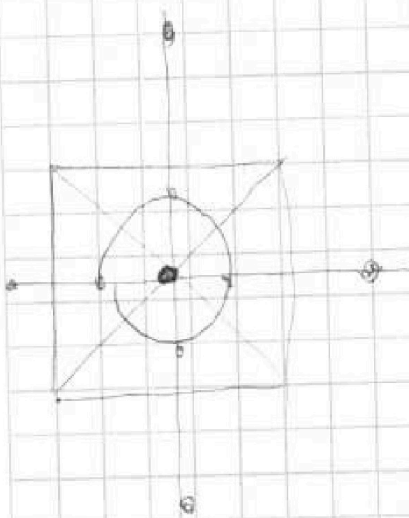
$$\boxed{\epsilon_0?}$$

$$\text{к-д } E_{\text{ш}} - 0 = E_{\text{ш}}$$

$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$A_{\text{всех ш.}} = T \cdot \cos 90^\circ + A_{\text{фин.}} =$$

$$\Phi = E_{\text{ш}} S$$



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!

0-к.





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!

$$\eta = \frac{A}{Q_n} \cdot 100\% = \frac{Q_n - Q_0}{Q_n} \cdot 100\% = 1 - \frac{Q_0}{Q_n}$$

[ $Q_n$  - носит.]  
[ $Q_0$  - носит.]

$C_p =$  где  $u_g$  — расход газа при  $U_{const}$

$$C_{p, \text{max}} = \frac{3}{2} \text{ ORAT}$$

$$C_p = \left( \frac{3}{2} R \right)$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 21 \\ \hline 210 \\ 210 \\ \hline 0 \end{array}$$

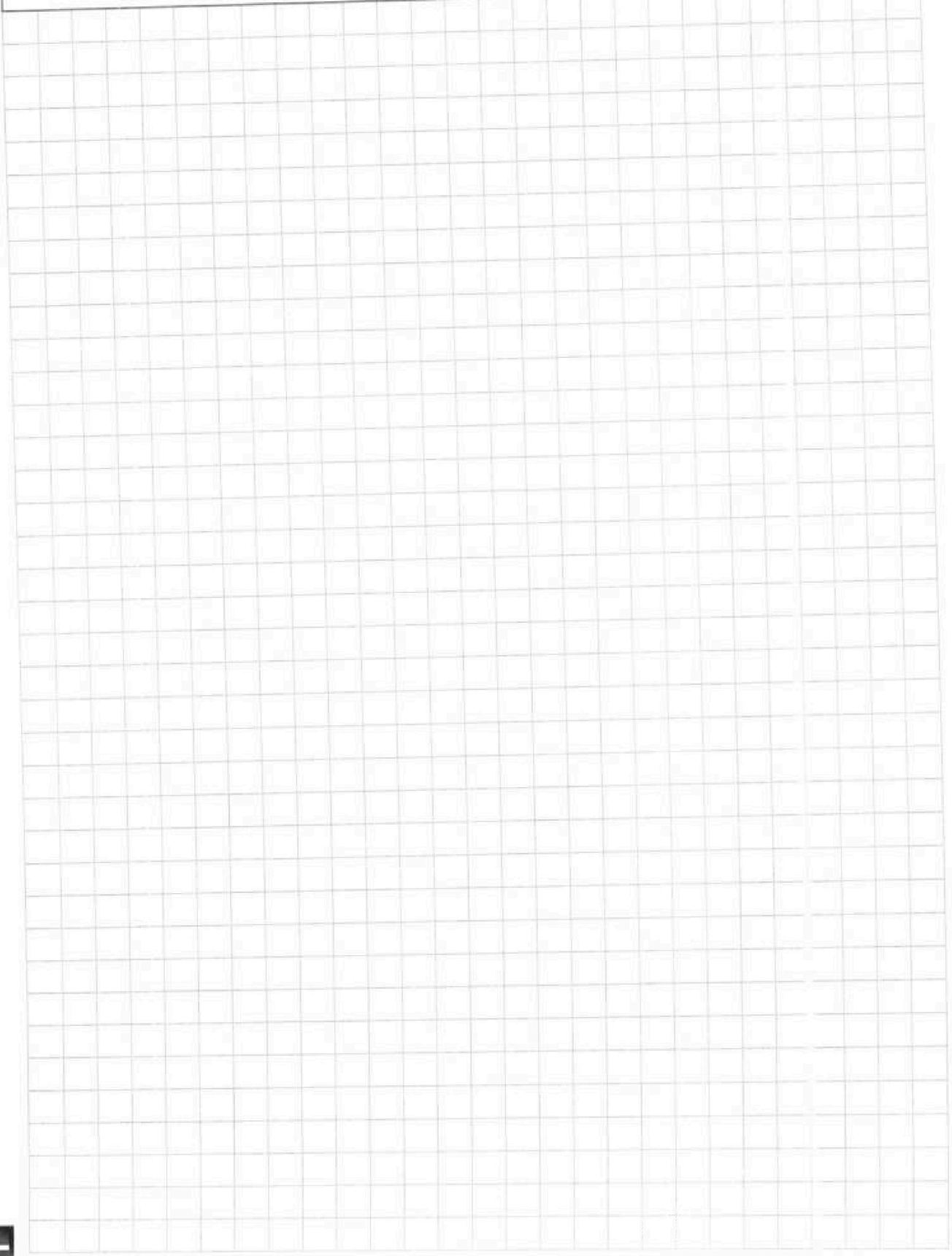


На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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"/>



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



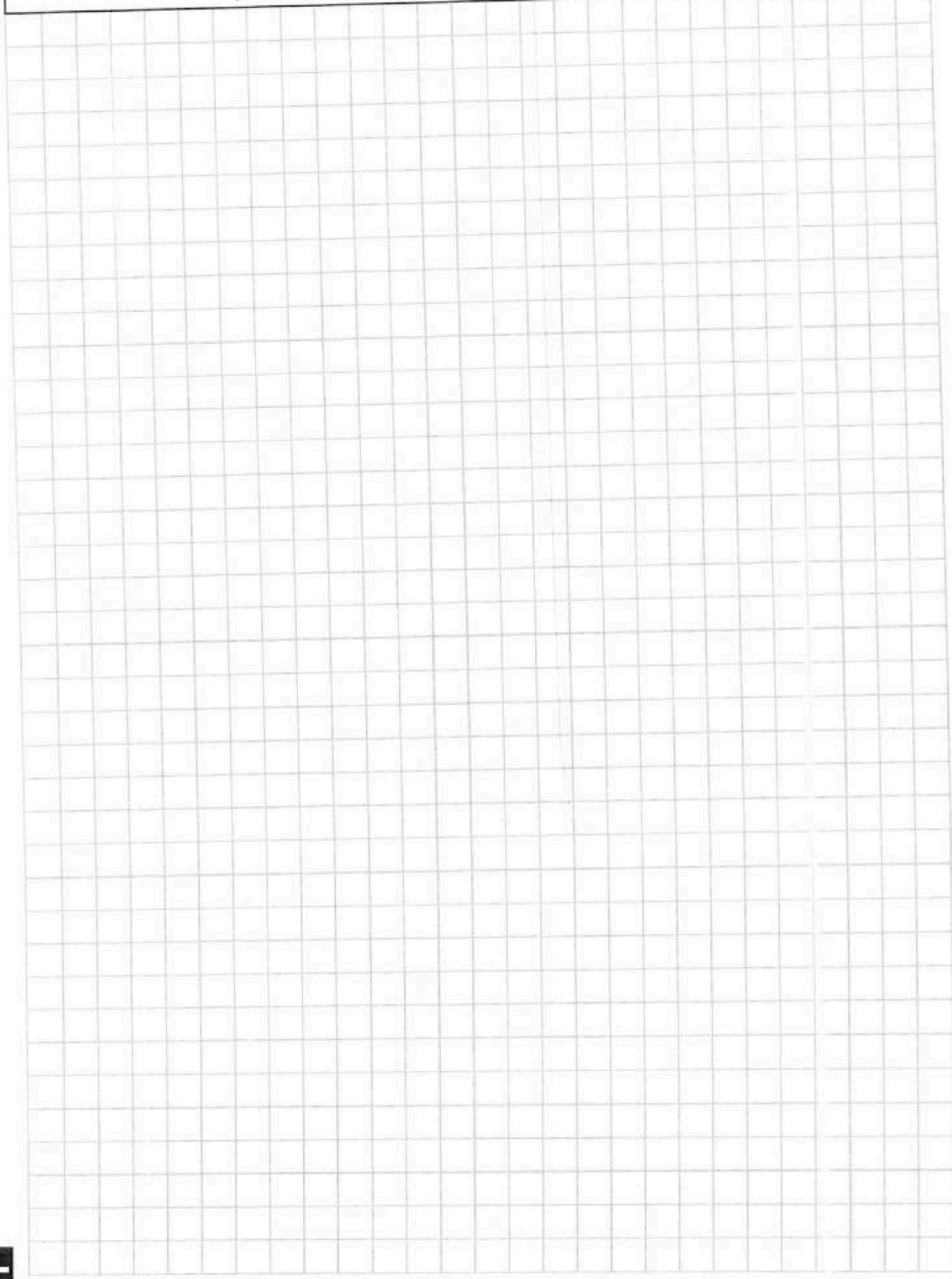


На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

**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!



Черновик.

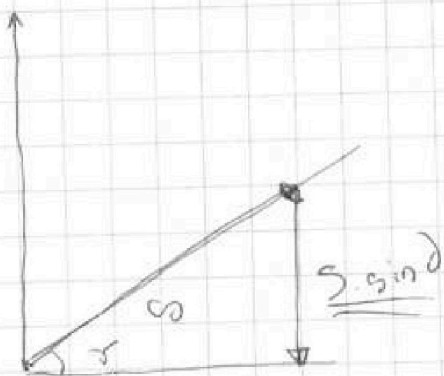
$$\Delta E_k = A_{\text{ср.}}$$

$\Downarrow$

$$\frac{m v_H^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = A_{\text{ср}} = -F_{\text{тр}} \cdot S \quad (5)$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_H^2}{2} = F_{\text{тр}} \cdot S$$

$\leftarrow mgh$



$$L = \frac{v_H^2 - v_0^2}{2a}$$



$$\left(\frac{6}{10}\right)^2 = \frac{36}{100}$$

$$1 - \frac{36}{100} = \frac{100 - 36}{100} =$$

$$= \frac{64}{100}; \sqrt{\frac{64}{100}} = 0,8$$

$$\begin{array}{r} 0,8 \\ \times 0,8 \\ \hline 0,40 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,8 \\ \times 0,8 \\ \hline 0,64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,4 \\ \times 0,4 \\ \hline 0,16 \end{array}$$

$$L = \frac{v_0^2 - v_H^2}{2a}$$

$$L = \frac{v_0 + v_H}{2} t$$

$$\begin{array}{r} 4,9 L^2 \\ 4,9 \quad 2,45 \\ \hline 8 \\ \hline 10 \end{array}$$

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

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

Черновик:

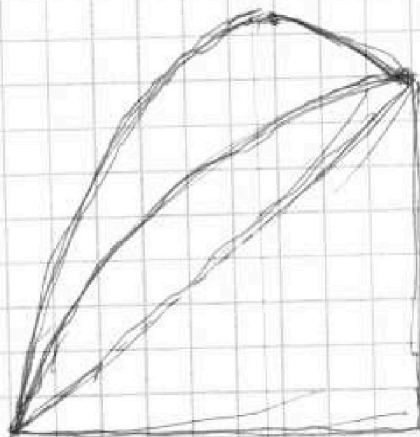
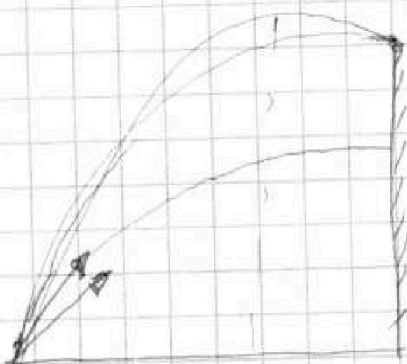
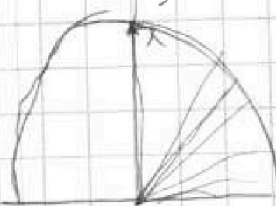
$$4 \cdot 200 - 200 = 3 \cdot 200 = 600$$

$$600 \cdot \frac{1}{2} = 300$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \hline 300 \\ \hline 249300 \end{array}$$

$$\sin^2 \beta \rightarrow \max \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\sin}{\sin}$$



5

9

$$100 - 36 =$$

$$64 + 36$$

$$\sqrt{\frac{3,6 \cdot 2 \cdot 10}{10^2 \cdot 0,2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{36}{100}} = \sqrt{\frac{6}{10}}$$

$$V_{\max} = \frac{10^2 \cdot x}{10 \cdot x} = \boxed{10 \text{ м}} \text{ при } \beta = 90$$

$$\frac{6}{10} = \frac{6}{10} \quad y(t) = \left( V_0 \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2} \right)$$

$\mathcal{D} =$

$$\frac{gt^2}{2} - V_0 \sin \beta \cdot t + H = 0$$

$$\mathcal{D} = 0 = V_0^2 \sin^2 \beta - 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot H = 0$$

$$\boxed{\frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H}$$



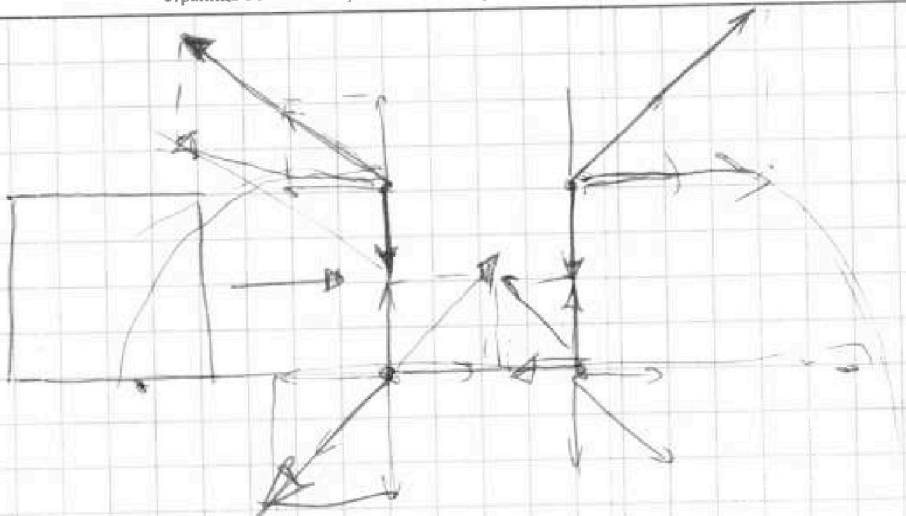
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





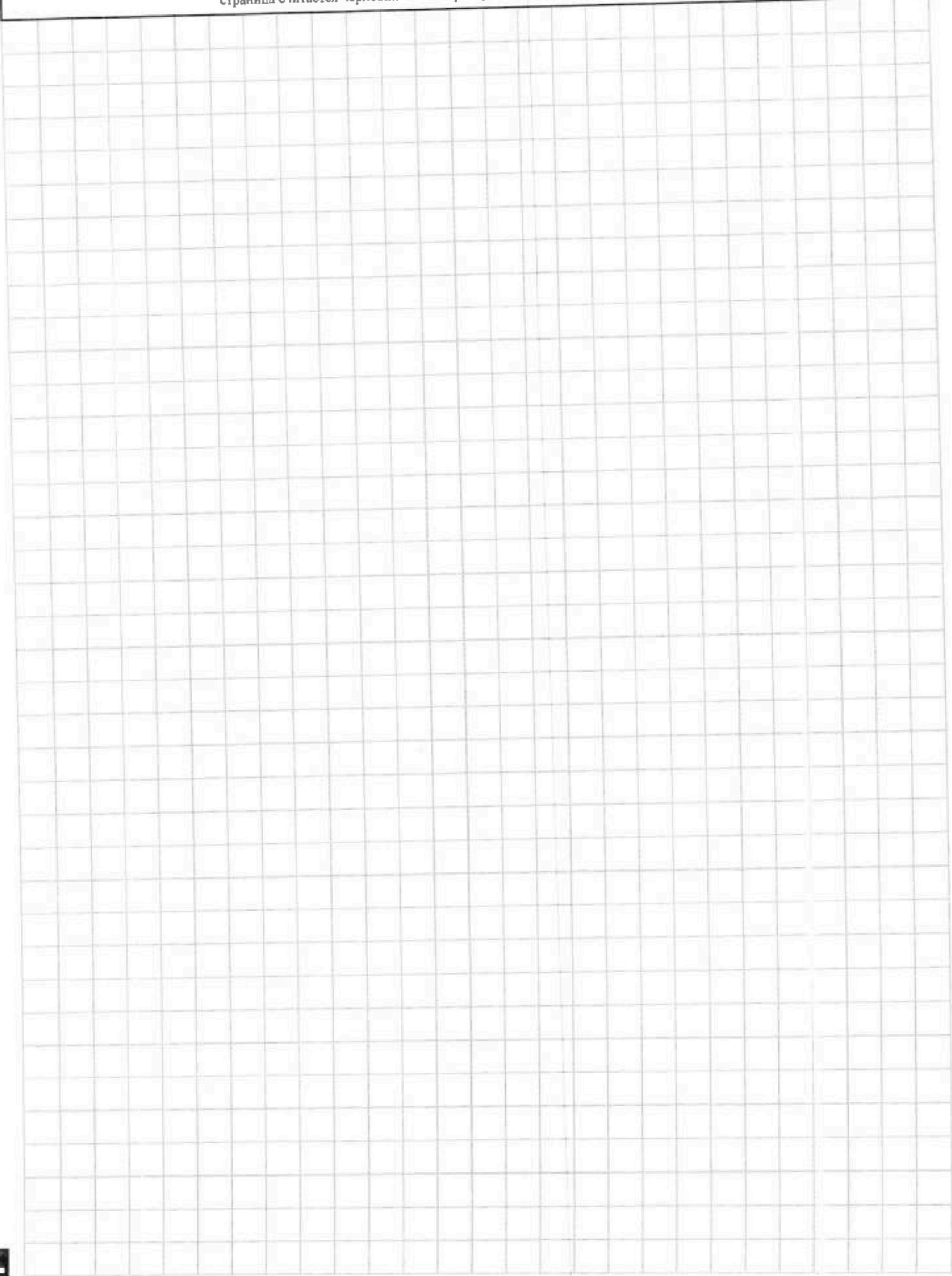


На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

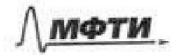


На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



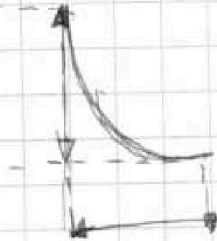
- 1  2  3  4  5  6  7



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

Черновик  
 $\varphi = \Delta U + A$

$$\Gamma = \text{const} \quad \Delta U = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

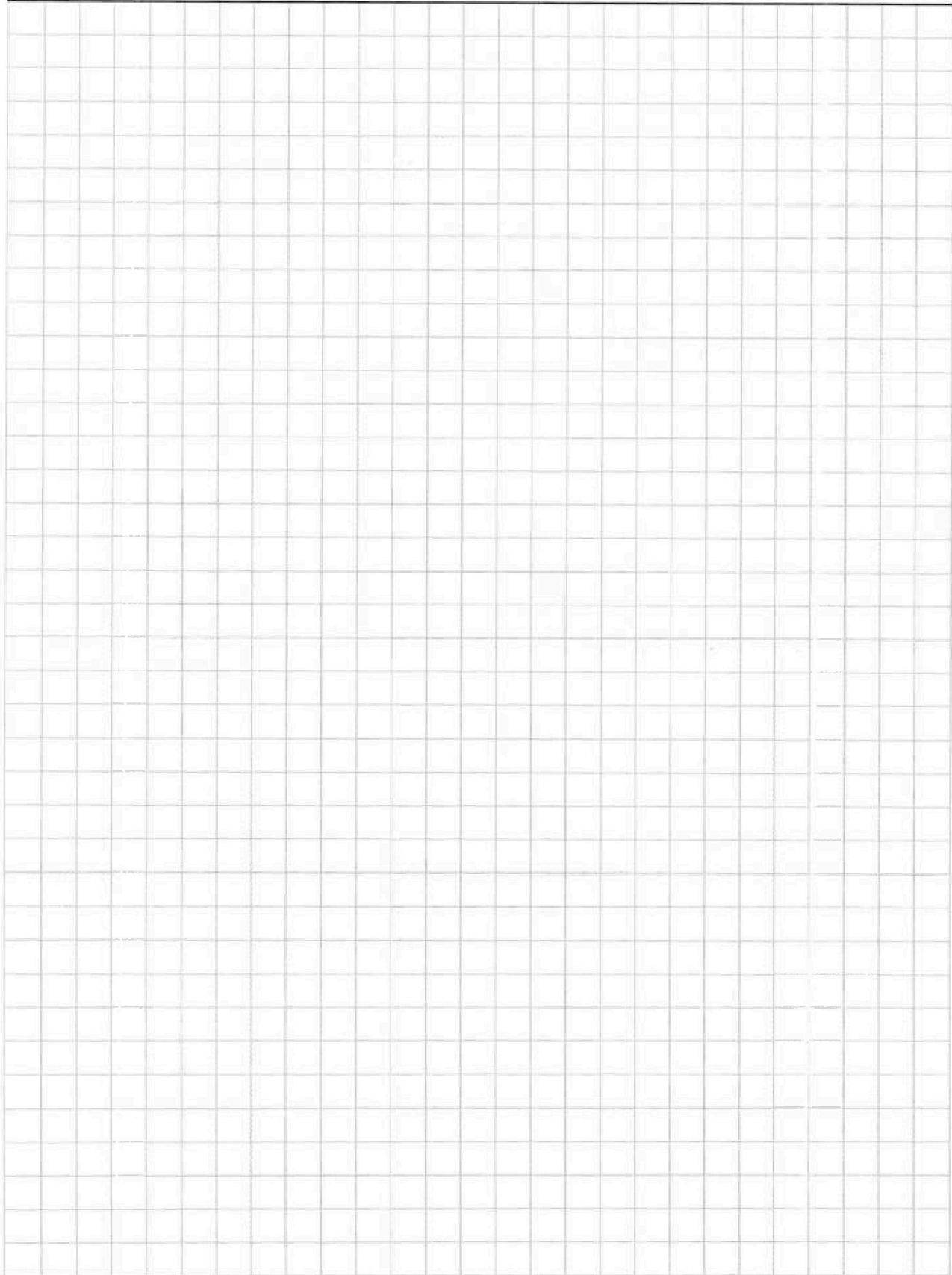
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<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!

