

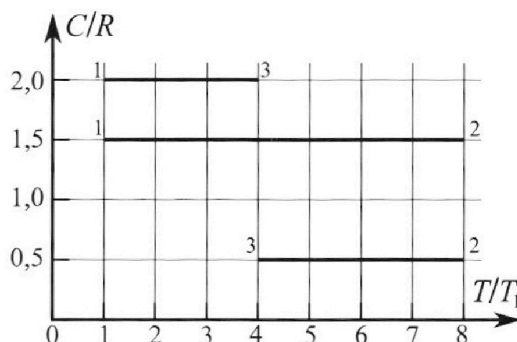
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



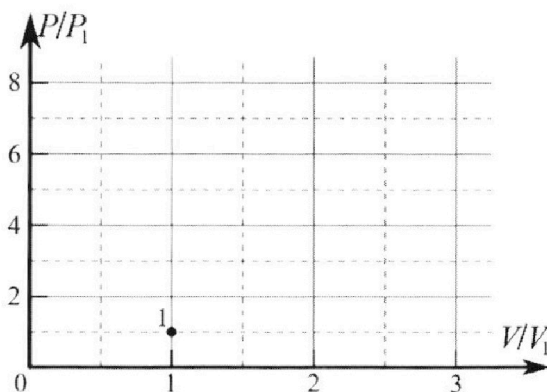
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

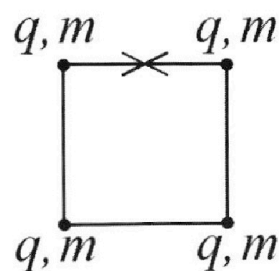
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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)?

Электрическая 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.



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.

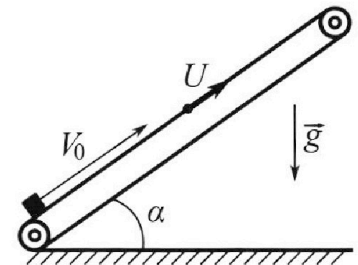
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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

2. 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.

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  $\alpha$  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!

N 1

Дано

$L = 245$

$L = 20 \text{ м}$

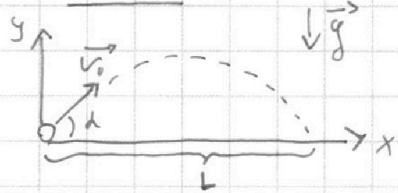
$H = 3,6 \text{ м}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

1)  $v_0 = ?$

2)  $S = ?$

Решение:



1) В проекции на  $Oy$

$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$      $a_y = -g$

$\Rightarrow v_y(t) = v_0 \sin \alpha - g t$

В конечной точке  $v_y = 0$ ,  $t = t_{\text{взл}} = t_{\text{сп}} = t_{\text{пол}} / 2$

$\Rightarrow 0 = v_0 \sin \alpha - g t_{\text{взл}} \Rightarrow t_{\text{взл}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$

и с обратным поворотом  $t_{\text{взл}} = t_{\text{сп}} = t_{\text{пол}} / 2$  (время полета)

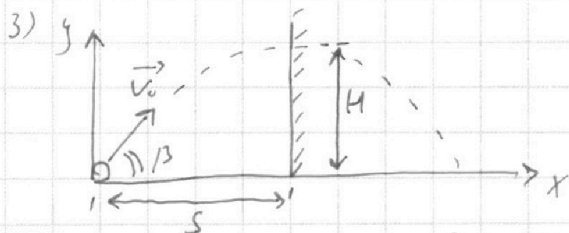
$\Rightarrow T = 2 t_{\text{взл}} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$ , где  $T$  - общее время полета

2) В проекции на  $Ox$ :  $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ ,  $a_x = 0$

$\Rightarrow S_x(t) = v_0 \cos \alpha \cdot t$     в мом.  $t = T$      $S_x = L$

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

$v_0 = \sqrt{\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \text{ м}}{\sin(45^\circ)}} = 10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$



Пусть  $\beta$  - угол, при котором происходит соударение на max высоте  $H$ .

-  $Oy$ :  $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \beta$      $a_y = -g$      $S_y = \frac{v_{0y}^2 - v_{0y}^2}{2 a_y}$

В конечной точке  $v_y = 0$

$\Rightarrow H = \frac{-(v_0 \sin \beta)^2}{-2g} \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$      $\sin \beta = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}}{10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{3}{5}$

$\Rightarrow \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{4}{5}$

-  $Ox$ :  $v_{0x} = v_0 \cos \beta$      $a_x = 0$      $S_x(t) = v_0 \cos \beta \cdot t$

Так как  $H$  - максимальная высота соударения, то расстояния  $S$  до точки равно половине глубины полета (точка соударения = вершина траектории (назад))

и пункта  $L$      $t_{\text{взл}} = \frac{v_0 \sin \beta}{g} \Rightarrow L = v_0 \cos \beta \cdot \frac{v_0 \sin \beta}{g} = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\beta}{g}$

$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g} = \frac{200 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 9,6 \text{ м}$

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

Ответ: 1)  $v_0 = 10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$     2)  $L = 9,6 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

N 2

Дано

$\sin \alpha = 0,6$

$v_0 = 6 \frac{m}{c}$

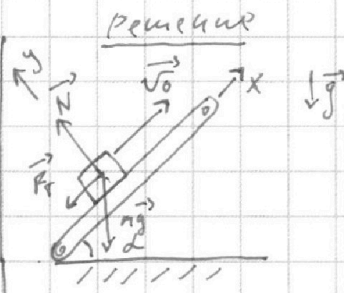
$\mu = 0,5$

$F = 1 c$

$v_2 = 1 \frac{m}{c}$

$v_1 = v_2 = 1 \frac{m}{c}$

$v_1 = 0$



1) II з.к. г.м. Коробки

$\vec{F}_f + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$

• Оу: (без отрыва)

$-\cos \alpha \cdot mg + N = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

Т.к. с.т.б. проекция закона  $F_{TP} = \mu N$

$\Rightarrow F_{TP} = \mu mg \cos \alpha$

• Ох:

$-mg \sin \alpha - F_{TP} = -ma \Rightarrow ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \quad | \cdot \frac{1}{m}$

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

1) S-?

2) T-?

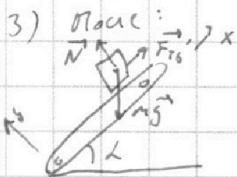
3) L-?

2) Пусть  $t$  - время до остановки  $v_x(t) = v_0 - at$

$\Rightarrow 0 = v_0 - at \Rightarrow t = \frac{v_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \quad || \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4}{5} ||$

$\bar{L} = \frac{6 \frac{m}{c}}{10^4 \cdot (0,5 \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5})} = 0,6 c$

$t < T \Rightarrow$  Коробка останавливается раньше чем T



Если  $mg \sin \alpha > F_{TP} \Rightarrow$  поедет вниз

$mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha \Rightarrow \tan \alpha > \mu$

$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{4} = \frac{3}{4} \quad \frac{3}{4} > \frac{5}{10} \Rightarrow$  поедет обратно.

с ускорением  $a'$

2.3.к. на Ох:  $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma' \Rightarrow a' = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

$|| a' = \frac{1}{5} g$

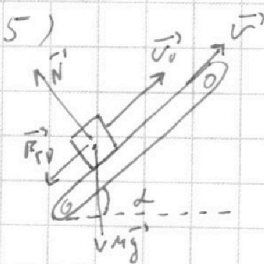
4)  $S = S_1 + S_2$

$S_1 = \frac{0 - v_0^2}{-2a} = \frac{v_0^2}{2g} \quad S_2 = \frac{30 \frac{m}{c}^2}{2 \cdot 10^4} = 1,8 m$

$S_2 = \frac{1}{2} a_2 \cdot (T - t)^2$

$S_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} \cdot 10^4 \cdot (1c - 0,6c)^2 = 0,16 m$

$\Rightarrow S = 1,96 m$



• Т.к. скорость увеличивается  $\Rightarrow$

СО: Граница - К.С.О

В К.С.О: Граница - К.С.О

$v_{\text{сн}} = v_0 + v$

Ох:  $v_{0 \text{ сн}} = v_0 + v$

$|| v_0$  - скорость в СО. Земля

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!

Продолжить задачу 2

• Аналогично азимуту  $\neq$   $a$  - ускорение в со: трансформировать

$$a_x = -g \\ \Rightarrow v(t) = v_{0x} - gt$$

• Если ось  $x$  выбрать по направлению скорости коробки -  $v_1(t)$ , то

$$v_{0x} = v_1 - v = 0 \\ \Rightarrow 0 = (v_0 - v) - gT_1 \quad \Rightarrow \quad T_1 = \frac{v_0 - v}{g} \quad T_1 = 0,5 \text{ с.}$$

б) Если скорость коробки в ч.с.о.  $v_2(t)$   $v_2(t=0)$

$$\Rightarrow \text{в ч.с.о. трансформировать } v_{0x2} = v_2 - v = 0 - v = -v$$

• После обнуления скорости ось трансформировать сюда время  
изменить своё направление аналогично пункту 3.

$$a' = \frac{1}{5}g \\ \Rightarrow v(t) = \frac{1}{5}gt \quad (\text{по модулю})$$

$T_2$  - время от остановки до разгона до скорости  $v-v$

$$v = \frac{1}{5}gT_2 \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{5v}{g} \quad T_2 = \frac{5 \cdot 10}{10 \cdot 10} = 0,5 \text{ с}$$

7) При переходе из ч.с.о трансформировать в ч.с.о.  $v_2(t)$   
на  $v_2(t)$  ускорение и время, только скорость

$$L = L_1 + L_2$$

$$\bullet L_1 = v_0 \cdot T_1 - \frac{1}{2} a T_1^2 \quad L_1 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,5 \text{ с} - \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{4} \text{ с}^2 = 1,75 \text{ м}$$

$$\bullet L_2 = v \cdot T_2 - \frac{1}{2} a' \cdot T_2^2 \quad L_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{1}{2} \text{ с} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{4} \text{ с}^2 = 0,25 \text{ м}$$

$$\Rightarrow \underline{L = 2 \text{ м}}$$

Ответ: 1)  $S = 1,96 \text{ м}$  2)  $T_1 = 0,5 \text{ с}$  3)  $L = 2 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



N 3

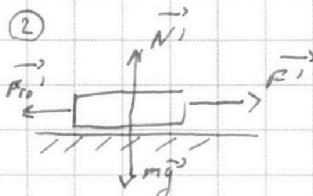
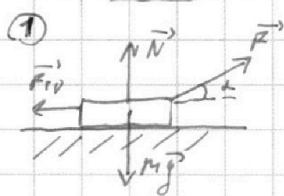
Дано

$K; d;$   
 $m; g$   
 $v_1 = v_2 = v$   
(вместо  $mg \sin \alpha$ )

1)  $\mu = ?$

2)  $S = ?$

Решение



$\|F = F'\|$

1) II з.к. В первом случае:

$$\vec{F}_{T0} + \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$O_y: N + F \sin \alpha = mg \quad (\text{вс отраве})$$

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

$$F_{T0} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

2) II з.к. во втором случае:

$$\vec{F}_{T0}' + \vec{N}' + \vec{F}' + m\vec{g}' = m\vec{a}'$$

$$O_y: N' = mg'$$

$$\Rightarrow F_{T0}' = \mu mg'$$

3) • закон Гука. где 1-ый случай: (закон Гука. закон Гука)

$$A_{T0} = -\mu (mg - F \sin \alpha) \cdot l$$

$$A_F = F \cos \alpha \cdot l$$

$$A_{T0} + A_F = K$$

$$\Rightarrow K = -\mu (mg - F \sin \alpha) l + F \cos \alpha \cdot l \quad (1)$$

• закон Гука. где 2-ой случай:

$$A_{T0}' + A_F' = K$$

$$A_{T0}' = -\mu mg l$$

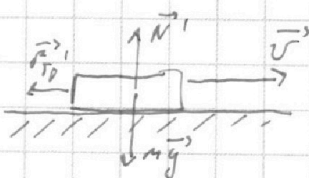
$$A_F = F \cdot l$$

$$\Rightarrow K = -\mu mg l + F l \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \frac{(-\mu mg + F) l}{(-\mu (mg - F \sin \alpha) + F \cos \alpha) l} = \frac{K}{K} \Rightarrow -\mu mg + F = -\mu mg + F \sin \alpha + F \cos \alpha \quad | \cdot \frac{1}{F}$$

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

4) Нахождение формулы



• К - сила упругости. Эпюра работы в мом. начала формулы

$$K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

• II з.к. где закон:  $\vec{F}_{T0}' + m\vec{g}' + \vec{N}' = m\vec{a}'$

$$O_y: N' = mg' \Rightarrow F_{T0}' = \mu mg'$$

$$O_x: F_{T0}' = ma_{2x} \Rightarrow a_2 = \mu g \quad \| a_{1x} = -\mu g$$

• Движение по склону  $\Rightarrow$  конечная скорость  $v_2 = 0$

$$\Rightarrow S = \frac{0 - v_1^2}{2a_{1x}} = \frac{v^2}{2\mu g} = S \Rightarrow S = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2K}{2\mu gm} = \frac{K}{\mu gm} = \frac{K \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ:

1)  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$  2)  $S = \frac{K \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



№ 4

Дано:  
 $\nu = 1 \text{ моль}$   
 $i = 3$   
 $C(T)$   
 $T_1 = 200 \text{ К}$   
 $R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$

Решение:

1)  $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$

$Q_{31} = Q_{32} + Q_{21} = \nu \cdot \Delta T$     и с учетом  $C_{31} = 2R$ ;  $\Delta T = T_3 - T_1 = T_2 - T_1 = 4T_1 - T_1 = 3T_1$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

$\Delta T = -3T_1$

$\Rightarrow Q_{31} = -6T_1 \nu R$

$\Delta U_{31} = -\frac{3}{2} \cdot 3T_1 \nu R$

1)  $A_{31} = ?$

$\Rightarrow -6T_1 \nu R = -\frac{3}{2} \nu R T_1 + A_{31} \Rightarrow A_{31} = -\frac{3}{2} \nu R T_1$      $A_{31} = -2493 \text{ Дж}$

2)  $\eta = ?$

3)  $P(V) = ?$

2) • Термодинамика 1 → 2

$C_{12} = \frac{3}{2} R$      $Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$      $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$  (используем процесс)

$\Rightarrow A_{12} = 0$      $Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (8T_1 - T_1) = \frac{15}{2} \nu R T_1$

• Термодинамика 2 → 3:  $C_{23} = \frac{1}{2} R$

$Q_{23} = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = \frac{1}{2} \nu R (4T_1 - 8T_1) = -2 \nu R T_1$

$\Delta U_{23} = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = \frac{1}{2} \nu R (4T_1 - 8T_1) = -2 \nu R T_1$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow A_{23} = -2 \nu R T_1 + 2 \nu R T_1 = 4 \nu R T_1$

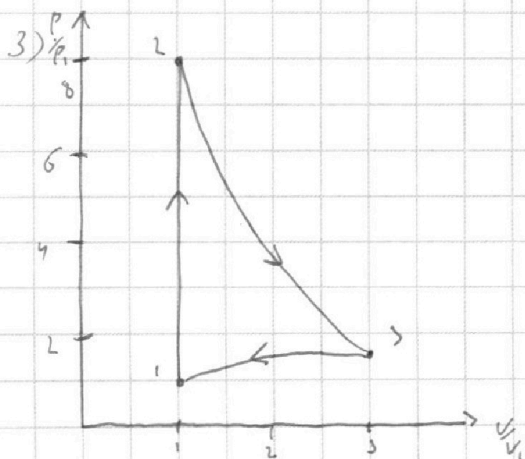
$Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = \frac{15}{2} \nu R T_1 + (-2 \nu R T_1) - 6 \nu R T_1 = 2,5 \nu R T_1$

$A_{123} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + 4 \nu R T_1 + (-6 \nu R T_1) = -2 \nu R T_1$

Финансирование процесса в процессе 12  
 $\Rightarrow Q = \frac{15}{2} \nu R T_1$

$\eta = \frac{A_{123}}{Q} = \frac{-2,5 \nu R T_1}{15 \nu R T_1} = -\frac{1}{6}$

$\eta = \frac{5}{21}$



Ответ: 1)  $A_{31} = -2493 \text{ Дж}$   
 2)  $\eta = \frac{5}{21}$

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**

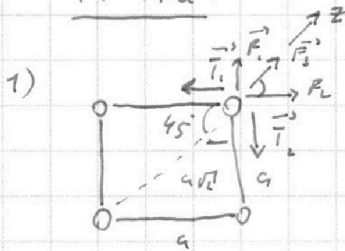
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N5

Дано:  
 $a, T, \epsilon_0$   
1)  $g$ ?  
2)  $K$ ?  
3)  $d$ ?

Решение:



$T_1 = T_2 = T$ ;  $F_1 = F_2$   
II. За. где одного заряда:  
 $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$  (принцип суперпозиции)

$$F_1 = F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{a^2} \quad F_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{2a^2}$$

В проекции на  $Oz$ :

$$2T \cos 45^\circ = 2F_1 \cos 45^\circ + F_3 \quad | \cdot \frac{1}{\cos 45^\circ}$$

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

$$\Rightarrow 2T = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \left( 2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\Rightarrow 2T = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \cdot \left( \frac{4 + \sqrt{2}}{2} \right) \Rightarrow q = \sqrt{16T \cdot \pi\epsilon_0 a^2 \cdot \frac{1}{4 + \sqrt{2}}}$$

$$q = \sqrt{\frac{16}{4 + \sqrt{2}} \pi\epsilon_0 T a^2}$$

2) З.С.З.

$$\frac{g}{2\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{g}{4\pi\epsilon_0 a^2} = K + \frac{g}{4\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{g}{4a^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g}{2\pi\epsilon_0}$$

$$K = \frac{g}{a^2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( 2 + \frac{1}{4} - \frac{1}{4} - \frac{1}{2} - 1 \right) = \frac{2}{3} \frac{g}{a^2} \cdot \frac{1}{\pi\epsilon_0}$$

$$K = \frac{2}{3\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g}{a^2}$$

3) -

Ответ: 1)  $q = \sqrt{\frac{16}{4 + \sqrt{2}} \pi\epsilon_0 T a^2}$  2)  $K = \frac{2}{3\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g}{a^2}$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

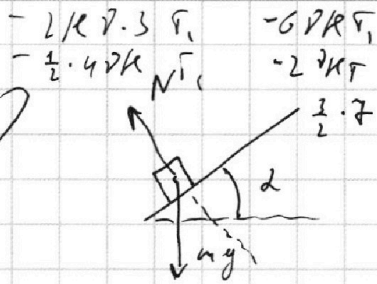
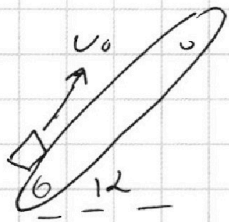
- 1  2  3  4  5  6  7



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



v2



$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

$$\frac{v_0}{\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha} = \frac{c}{10(0,5 \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5})} = 0,6c$$

$C_p = c \cdot v$   
 $\frac{C_p}{c} = \frac{c \cdot v}{c} = v$   
 $\frac{3}{5} = \frac{5}{10} \cdot \frac{4}{5} = \frac{3}{5} - \frac{2}{5} = \frac{1}{5}$

$$\frac{3}{5} = \frac{5}{10} \cdot \frac{4}{5} = \frac{3}{5} - \frac{2}{5} = \frac{1}{5}$$

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

$C_p = \frac{1}{2} R$

$C_p = \frac{5}{3} R$

$v_{12} = \text{const}$

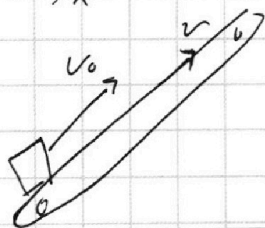
$$\frac{1}{10} \cdot 10 \cdot \left(\frac{4}{10}\right)^2 = \frac{16}{100} = 0,16m$$

$$-\mu mg l + R \sin \alpha l + \frac{k + \mu mg l}{l} \cos \alpha = k$$

$$-\mu mg l + \frac{k + \mu mg l}{l} \sin \alpha l + k \cos \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$= P \Delta v + \frac{1}{2} R \Delta t = P \Delta v + \frac{1}{2} P \Delta v (v_1 + v_2)$$

$$= C_p R \frac{P \Delta v}{P R}$$



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

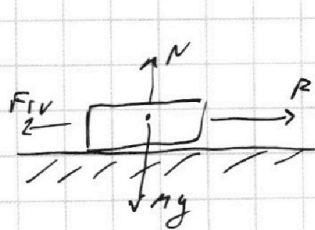
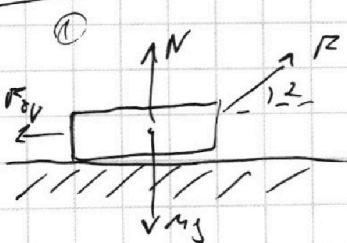
$$1 + \frac{1}{2} \quad \frac{L + c}{L} \quad \frac{3}{5}$$

$$k = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

$$3 - \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{12 - 5}{4} = \frac{7}{4}$$

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



$$= \mu mg + R$$

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

$$= \mu mg + R \sin \alpha + R \cos \alpha = -\mu mg + R$$

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

$R \Delta v$   
 $\text{out } A_{10} + A_R = \frac{m v^2}{2} = k$

$$A_{10}' + A_R' = \frac{m v^2}{2} = k$$

1)  $N \cos \alpha + R \sin \alpha = \mu (mg + R \sin \alpha)$

$$-\mu mg l + F l = k \quad F = \frac{k + \mu mg l}{l}$$

$$-\mu (mg + R \sin \alpha) \cdot l + R \cos \alpha \cdot l = k$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

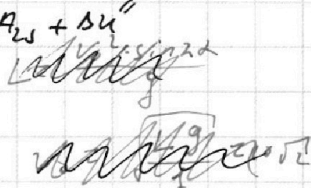
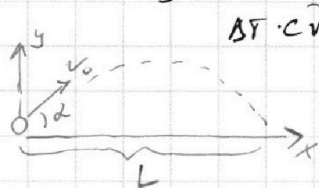


$$Q = \Delta U + A$$

$$\Delta T \cdot cV = A_{\text{л}} + \Delta U$$

$$\frac{1}{2} \Delta m \Delta v^2$$

N1



$W_{\text{л}} = m g y$   
 $W_{\text{л}} = m g \cdot \frac{L \sin \alpha}{2}$   
 $W_{\text{л}} = m g \cdot \frac{L \sin \alpha}{2}$

$$H = \frac{v_y^2 - v_{y0}^2}{2g} = \frac{0 - v_0^2 \sin^2 \alpha}{-2g}$$

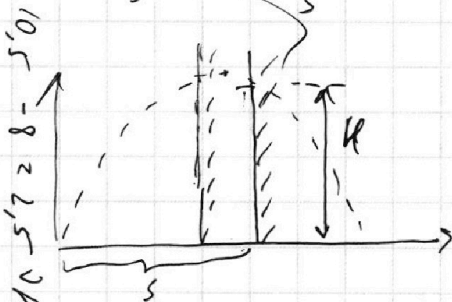
$$H(\alpha) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$



$A_{\text{л}} = 20 \text{ Дж}$

$$\sin^2 \alpha = \frac{2gH}{v_0^2} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,6}}{10\sqrt{2}} = \frac{6}{10} = 0,6 = \frac{3}{5}$$

$$\cos^2 \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$



$$t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{1}{2} g \left( \frac{s}{v_0 \cos \alpha} \right)^2$$

$$H = s \cdot \tan \alpha - \frac{1}{2} \frac{g s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha} \quad H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{1}{2} g \left( \frac{s}{v_0 \cos \alpha} \right)^2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = m g H + \frac{mv^2}{2} \quad v_0^2 = 2gH + v^2$$

$$K = A_{\text{л}} + A_{\text{р}} = A_{\text{л}}' + A_{\text{р}}'$$

$$\frac{2495}{5} = 499 \cdot 5$$

$$K = \ell \cdot \mu (mg - R \sin \alpha) + R \cos \alpha \cdot \ell$$

$$K = -\ell \mu m g + R \ell$$

$$\ell = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2g}$$

$$A_{\text{л}} = -1,5 \sqrt{R \ell}$$

$$a_1 = (R \cos \alpha - \mu m g + R \sin \alpha) \cdot \frac{1}{m}$$

$$a_2 = (-\mu m g + R) \cdot \frac{1}{m}$$

$$R \cos \alpha - \mu m g + R \sin \alpha = m a_1 = m g$$

$$R \cos \alpha + R \sin \alpha = \mu m g$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} m v^2$$

$$Q = -35 - 2R \cdot 0$$

$$\Delta U = -45 + 15 = -30$$

???

???

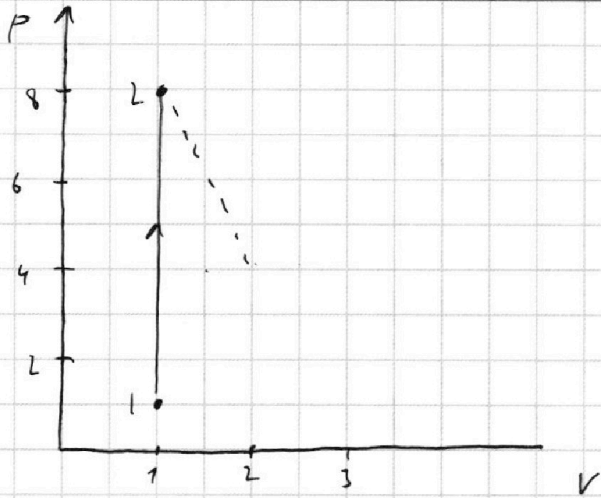
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1-91

$$\Delta T = -4T_1$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$4P_1V_1 = P_2V_2$$

$$A_{123} = 40RT_1 = 40RT_1 = 40P_1V_1$$

$$P_1V_1 = 2RT_1$$

$$4P_1V_1 = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2}$$

$$P_1V_1$$

$$P_2V_2 = 4P_1V_1$$

$$P_2V_2 = 2RT_1$$

$$\frac{4}{5}$$

$$\frac{7+3}{2} \cdot 1 = 5P_1V_1$$

$$5RT_1$$

$$\frac{8}{5}$$

$$\frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{K_1}{K_2}$$

$$\frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2}$$

$$g = \sqrt{\frac{45a^2}{5}} = \sqrt{9a^2} = 3a$$

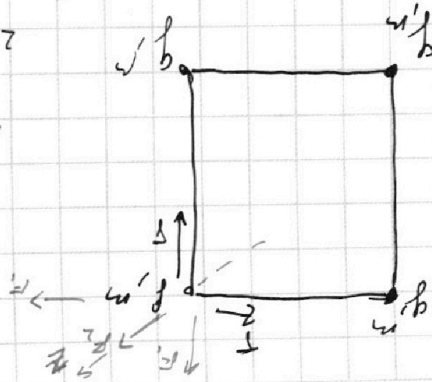
$$25 = g^2 \left( \frac{1}{h} + \frac{1}{h} \right) = 2g^2 \left( \frac{2}{5h} \right) = \frac{4g^2}{5h}$$

$$25 = \frac{4g^2}{5h} \cdot \frac{5}{4} = \frac{g^2}{h} \Rightarrow g^2 = 25h$$

$$25 \cos 45^\circ = P_2 + 2P_1 \cos 45^\circ$$

$$\frac{25}{\sqrt{2}} = \frac{4g^2}{5h} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + 2 \cdot \frac{4g^2}{5h} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{25}{\sqrt{2}} = \frac{4g^2}{5h} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{8g^2}{5h} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$



$$\frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2} = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



$$C_{31} = 2R \quad 3 \rightarrow 1$$

$$Q_{31} = C_{31} \cdot \sqrt{2} \Delta T = 2R \sqrt{2} (4T_1 - 4T_2) = -6\sqrt{2}RT_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot 3T_1 \cdot \sqrt{2} = -\frac{9}{2}\sqrt{2}RT_1$$

$$A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = -6\sqrt{2}RT_1 + \frac{9}{2}\sqrt{2}RT_1 = (4,5 - 6)\sqrt{2}RT_1 = -1,5\sqrt{2}RT_1$$

1 → 2

$$R = \frac{1}{2}R \Rightarrow A_{12} = 0 \quad Q_{12} = 7 \cdot \frac{1}{2}T_1 \cdot \sqrt{2} = \frac{7}{2}\sqrt{2}RT_1$$

2 → 3

$$C_{23} = \frac{1}{2}R \quad Q_{23} = \frac{1}{2}R \sqrt{2} (-4T_1) = -2\sqrt{2}RT_1$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{2} R (-4T_1) = -6\sqrt{2}RT_1$$

$$A_{23} = 4\sqrt{2}RT_1$$

$$P_1 V_1 = P_3 V_3 = \sqrt{2}RT_1$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{2} RT_1 = \frac{1}{2} \sqrt{2} RT_1 + A_{23}$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{2} RT_1 = \frac{1}{2} \sqrt{2} RT_1 + \frac{1}{2} A_{23} + P \Delta V$$

$$P V = \text{const}$$

$$\gamma = \frac{i+2}{c} = \frac{5}{2}$$

$$P_3 V_3 = \text{const}$$

$$\frac{8P_1 V_1}{\sqrt{2}} = \frac{P_3 V_3}{\sqrt{2}}$$

$$P_3 V_3 = 4P_1 V_1$$

$$(8P_1) V_1^{\frac{5}{2}} = P_3 V_3^{\frac{5}{2}}$$

$$8^{\frac{5}{2}} P_1^{\frac{5}{2}} V_1^{\frac{5}{2}} = \frac{4^{\frac{5}{2}} P_1^{\frac{5}{2}} V_3^{\frac{5}{2}}}{V_3^{\frac{5}{2}}} \cdot V_3^{\frac{5}{2}}$$

$$8^{\frac{5}{2}} \cdot V_1^{\frac{5}{2}} = 4^{\frac{5}{2}} V_3^{\frac{5}{2}} \quad 8 V_3 = V_1 \sqrt[5]{32} = V_1 2\sqrt{2}$$

$$\frac{E \cdot l}{g}$$



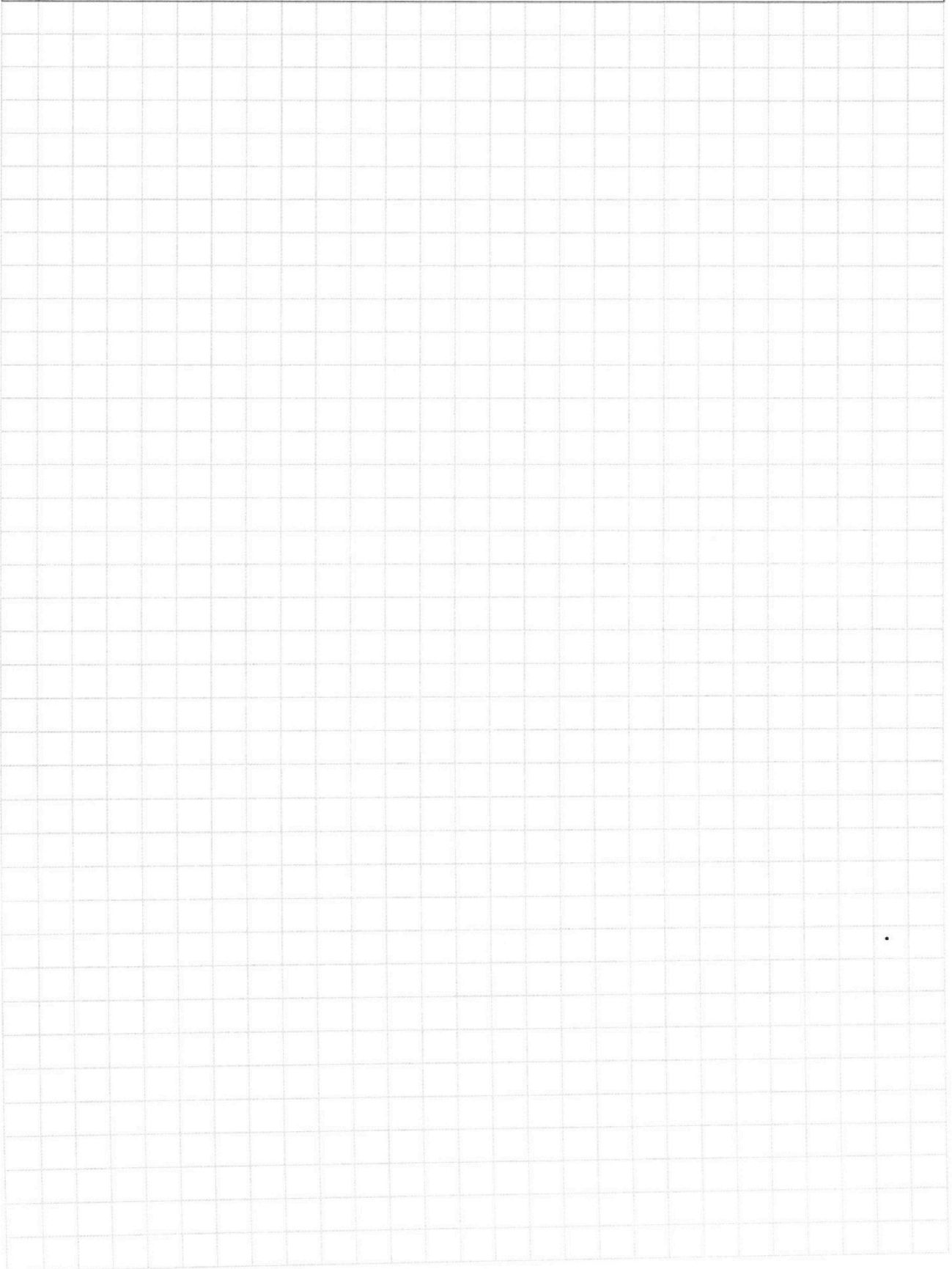
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

