

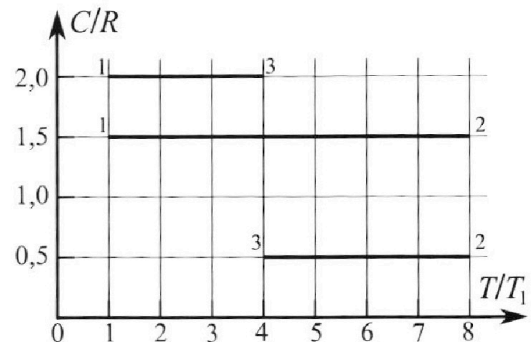
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



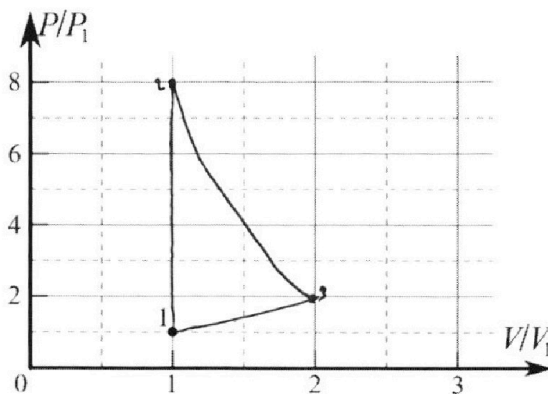
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

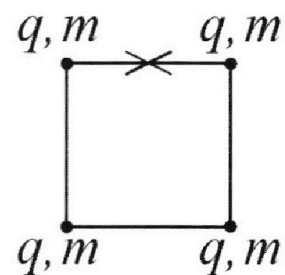
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.

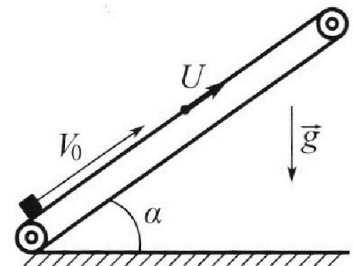
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободно го 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

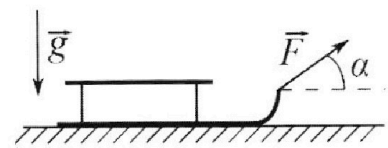
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.

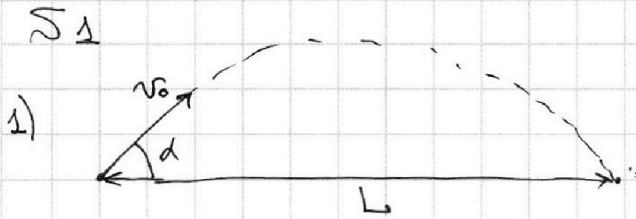
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

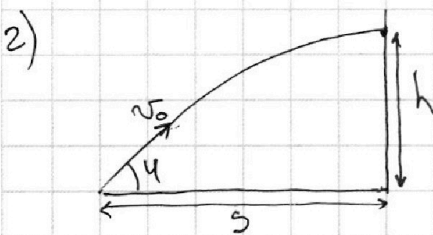
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\alpha = 45^\circ$
 $L = 20 \text{ м}$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = 10\sqrt{2} \text{ (м/с)}$$



γ - начальный угол

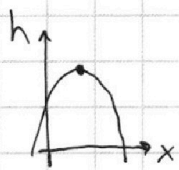
h - высота соударения

$$H = \max(h)$$

$$t_n = \frac{s}{v_0 \cos \gamma} \text{ - время полета до удара}$$

$$h = v_0 \sin \gamma t - \frac{gt^2}{2} = s \cdot \tan \gamma - \frac{g}{2} \cdot \frac{s^2}{v_0^2} \cdot \left(\frac{1}{\cos^2 \gamma}\right) =$$

$$= s \tan \gamma - \frac{gs^2}{2v_0^2} \cdot (\tan^2 \gamma + 1) = \left| \frac{gs^2}{2v_0^2} = p, \tan \gamma = x \right| = \underline{s \cdot x - px^2 - p}$$



Найдем максимум:

$$x = \frac{-s}{-2p} = \frac{s}{2p}$$

$$\max(h) = H = \frac{s^2}{2p} - \frac{s^2}{4p} - p = \frac{s^2}{4p} - p =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gs^2}{2v_0^2}$$

$$3,6 = \frac{200}{2 \cdot 10} - \frac{10}{2 \cdot 200} \cdot s^2$$

$$\frac{s^2}{40} = 10 - 3,6 = 6,4$$

$$s^2 = 64 \cdot 4 = (16)^2 \quad s = 16 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$
 $s = 16 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

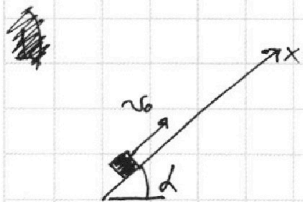
1 2 3 4 5 6 7



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



52



$\mu = 0,5$
 $v_0 = 6 \text{ м/с}$
 $\sin \alpha = 3/5$

$\cos \alpha = 4/5$

$\tan \alpha = 3/4$

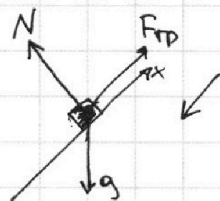
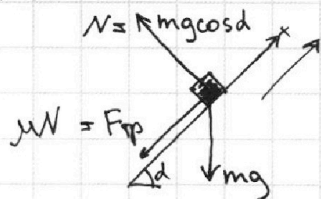
$\mu < \tan \alpha$

⇓

Коробка заклинить не может

Значит сила $F_{\text{тр}}$ скольжения

Р-и силы:



Введём ось Ox вдоль ленты

$a_x = -\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha$ — ускорение при движении вверх

$a'_x = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha$ — ускорение при движении вниз

1) S_1 — путь вверх, τ_1 — время движения вверх

S_2 — путь вниз, τ_2 — время движения вниз

$|S_1| + |S_2| = S$

$\tau_1 + \tau_2 = T$

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

$a'_x = 4 - 6 = -2$

~~$v_0 + a_x \tau_1 = 0$~~
 ~~$\tau_1 = -\frac{v_0}{a_x} = 0,6$~~

$v_0 + a_x \tau_1 = 0$

$S_1 = v_0 \tau_1 + \frac{a_x \tau_1^2}{2} = 3,6 - 1,8 = 1,8 \text{ (м)}$

$\tau_1 = -\frac{v_0}{a_x} = 0,6 \text{ (с)}$

$S_2 = \frac{a'_x \tau_2^2}{2} = -0,16 \text{ (м)}$

$\tau_2 = 0,4 \text{ (с)}$

Ответ: $S = 1,96 \text{ (м)}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

2) Пересажем в СО ленты, тогда

$$\text{начальная скорость коробки} = v_0' = v_0 - u = 5 \text{ м/с}$$

$$\text{конечная скорость коробки} = u' = u - u = 0 \text{ м/с}$$

$$v_0' + a_x T_1 = u' = 0$$

$$5 - 10 T_1 = 0$$

$$T_1 = 0,5 \text{ с} : \text{ Ответ}$$

СО лента инерциальна.
Значит ускорения не изменятся

3) конечная скорость коробки = $u'' = 0 - u = -1 \text{ м/с}$

В СО
ленты:

t_1' - время вверх, L_1 - путь вверх

t_2' - время вниз, L_2 - путь вниз

$$|L_1| + |L_2| = L$$

$$t_1' = T_1 = 0,5 \text{ с}$$

$$L_1 = v_0' T_1 + a_x T_1^2 / 2 = 2,5 - 1,25 = 1,25 \text{ (м)}$$

$$L_2 = a_x (t_2')^2 / 2 = -2 \cdot 0,25 / 2 = -0,25$$

$$-2 \cdot t_2' = -1$$

$$t_2' = 0,5 \text{ с}$$

$$L = 1,25 + 0,25 = 1,5$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



~~2~~ t_1' - время вверх, L_1 - путь вверх

t_2' - время вниз, L_2 - путь вниз

$L' = L_1 + L_2$ - перемещение в со
ленты

$$t_1' = T_1 = 0,5 \text{ c}$$

$$a_x' \cdot t_2' = u''$$

$$L_1 = v_0' \cdot t_1' + a_x' (t_1')^2 / 2 =$$

$$-2 \cdot t_2' = -1$$

$$= 2,5 - 1,25 = 1,25 \text{ (м)}$$

$$t_2' = 0,5 \text{ c}$$

$$L_2 = a_x' (t_2')^2 / 2 = -0,25 \text{ (м)}$$

$$L' = 1,25 - 0,25 = 1 \text{ (м)}$$

~~Время: 1 м~~

За время $t_1' + t_2'$ лента проехала $u(t_1' + t_2') = 1 \text{ м}$

$$L = L' + 1 = 2 \text{ (м)}$$

Ответ: 2 м



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



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

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a block on an inclined plane. The solution includes several diagrams and calculations:

Diagram 1: Shows a block on an inclined plane with forces: weight P , normal force N , and friction force $F_{тр}$. The angle of the incline is α .

Diagram 2: Shows the decomposition of weight into components $P \sin \alpha$ and $P \cos \alpha$.

Diagram 3: Shows a right-angled triangle with sides $h = 4$ and $l = 5$, where $\sin \alpha = \frac{4}{5}$ and $\cos \alpha = \frac{3}{5}$.

Diagram 4: Shows a coordinate system with x and y axes along the incline.

Calculations:

- Weight component along the incline: $P \sin \alpha = 10 \cdot \frac{4}{5} = 8 \text{ N}$
- Weight component perpendicular to the incline: $P \cos \alpha = 10 \cdot \frac{3}{5} = 6 \text{ N}$
- Normal force: $N = P \cos \alpha = 6 \text{ N}$
- Friction force: $F_{тр} = \mu N = 0.3 \cdot 6 = 1.8 \text{ N}$
- Net force along the incline: $F_{net} = P \sin \alpha - F_{тр} = 8 - 1.8 = 6.2 \text{ N}$
- Acceleration: $a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{6.2}{1} = 6.2 \text{ m/s}^2$
- Velocity after time $t = 2$ s: $v = at = 6.2 \cdot 2 = 12.4 \text{ m/s}$
- Distance traveled: $s = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \cdot 6.2 \cdot 2^2 = 12.4 \text{ m}$

Additional notes:

- Energy conservation: $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mgs \sin \alpha$
- Final velocity from energy: $v = \sqrt{2g(h - s \sin \alpha)}$
- Final velocity from kinematics: $v = at = 6.2 \cdot 2 = 12.4 \text{ m/s}$

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

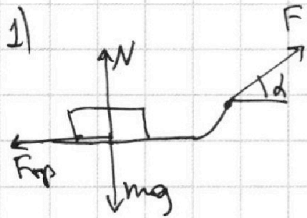
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

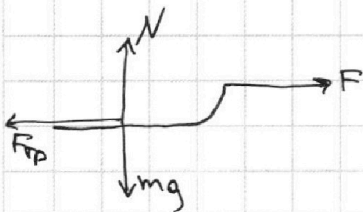
53



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

$$F_{тр} = \mu N$$

$$ma = \underline{F_x} - F_{тр} = \underline{F \cos \alpha} - \mu mg + \mu F \sin \alpha + \underline{F \cos \alpha}$$



$$N' = mg$$

$$F_{тр}' = \mu N'$$

$$ma = F - F_{тр}' = F - \mu mg$$

Ускорения равны,
потому мы стартуем
из состояния покоя
и пути равны

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

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

2) $A_{тр} = k$

$$F_{тр} S = k$$

$$S = \frac{k}{\mu mg} \quad \text{— ответ}$$

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!

54

$$C_V = \frac{3}{2} \nu R$$

$$C_P = \frac{5}{2} \nu R$$

1) $Q = \Delta U + A_r$

$$\nu C_P \Delta T = \Delta U + A_r \quad C = 2R$$

~~2021~~

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

$$A_r = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = -\frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$A_{31} = -A_r = \boxed{\frac{3}{2} \nu R T_1} \quad \text{Может} \quad \text{Ответ: } \boxed{\frac{3}{2} \nu R T_1 = 2493 \text{ Дж}}$$

2) $1 \rightarrow 2 : A = 0, Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{21}{2} \nu R T_1$

$$2 \rightarrow 3 : \nu \frac{1}{2} \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A$$

$$A = -\nu R \Delta T = 4 \nu R T_1$$

$$Q = -2 \nu R T_1$$

$$3 \rightarrow 1 : A = -\frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$Q = -6 \nu R T_1$$

~~А именно~~ $\nu R T_1 \left(\frac{21}{2} + 4 - 6 \right) = \nu R T_1 \left(\frac{21}{2} + 2 \right) = \frac{25}{2} \nu R T_1$

$$Q = \frac{21}{2} \nu R T_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

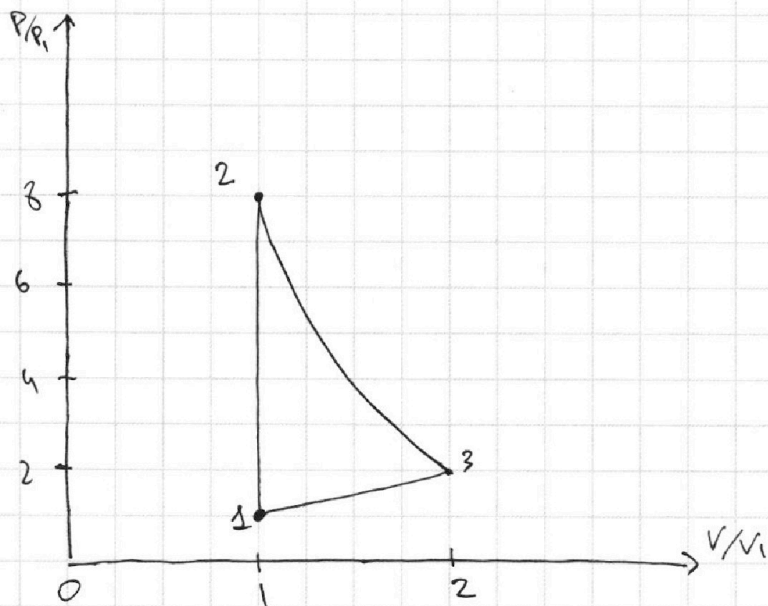
$$A_{\text{цикла}} = \Delta R T_1 \left(4 - \frac{3}{2}\right) = \frac{5}{2} \Delta R T_1$$

$$Q^+ = \frac{21}{2} \Delta R T_1$$

$$\eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q^+} = \frac{5}{21}$$

Ответ: $\eta = \frac{5}{21}$

3)



1 → 2: $C = \frac{3}{2}R = C_V \Rightarrow V = \text{const}$

$\frac{P_2 V_1}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8 \Rightarrow P_2 = 8P_1$

3 → 1: $C = 2R$ $PV^\gamma = \text{const}$

$\gamma = \frac{C - C_V}{C - C_V} = \frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = -1 \Rightarrow PV^{-1} = \text{const} \Rightarrow P \sim V$

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"/>



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

$$\frac{P_1 V_1}{P_3 V_3} = \frac{T_1}{T_3} = 4$$

$$P_1 = 2V_1$$

$$P_3 = 2V_3$$

$$V_1^2 = 4V_3^2$$

$$\underline{V_3 = 2V_1}$$

2 → 3:

$$\gamma = \frac{1/2 - 5/2}{1/2 - 3/2} = 2$$

$$\underline{P \sim \frac{1}{V^2}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

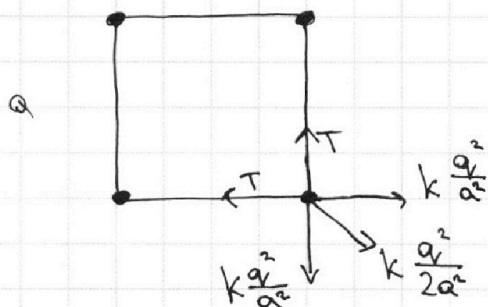
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

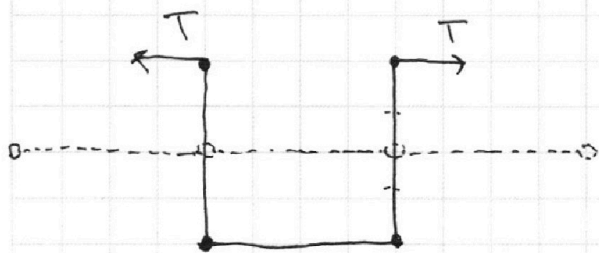
55

Все заряды одноименные, иначе нити не могут быть натянуты



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

$$|q| = \sqrt{\frac{Ta^2}{k(1 + \frac{\sqrt{2}}{4})}} = a \sqrt{\frac{T}{k(1 + \frac{\sqrt{2}}{4})}} \quad - \text{ ответ.}$$



Центр масс остается на месте

Значит шарики будут располагаться как на рисунке нумерован.



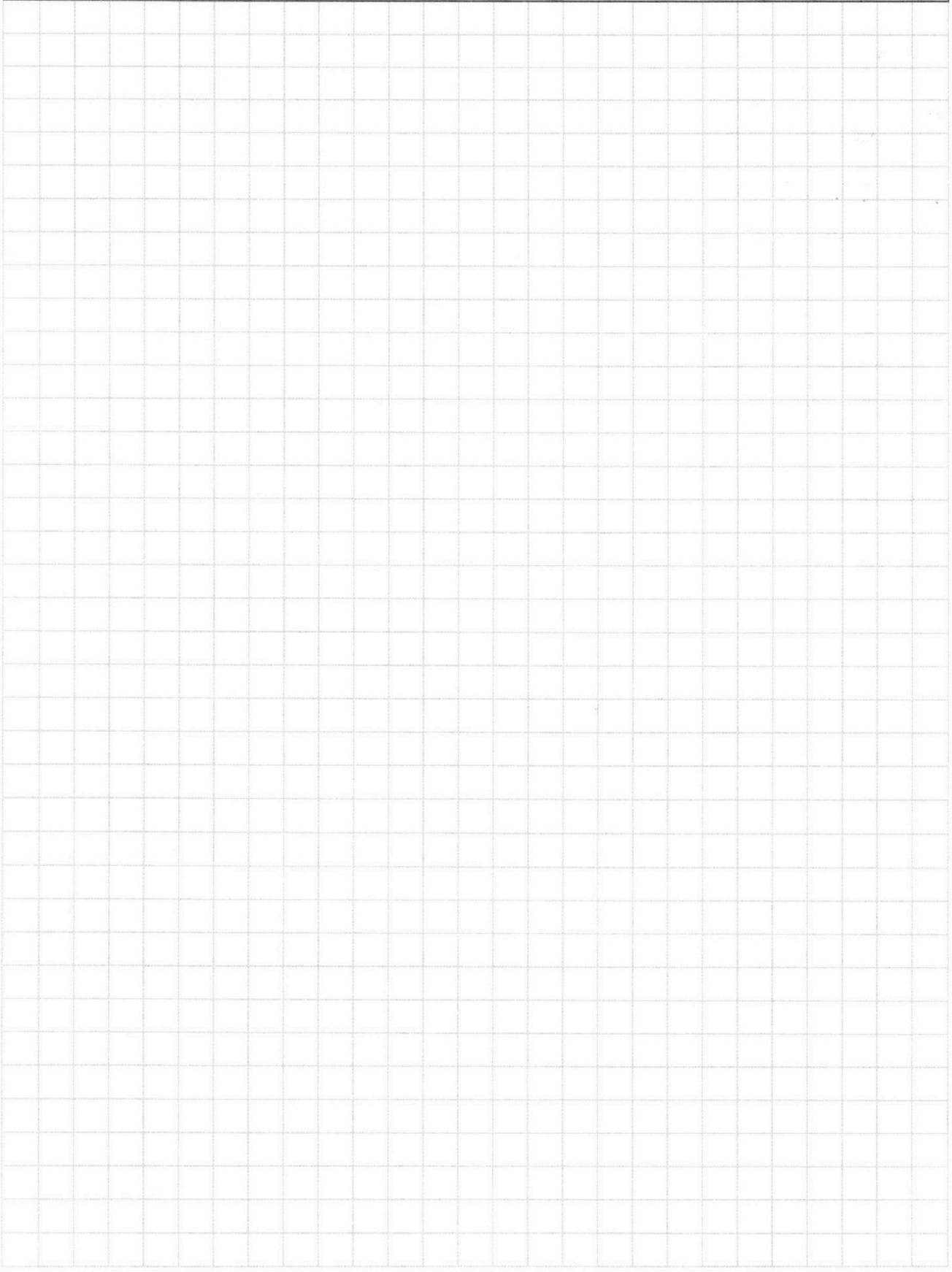
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



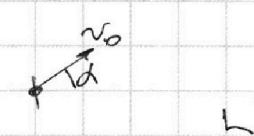
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$t_{ns} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

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

$$v_0^2 = \frac{Lg}{\sin 2\alpha}$$

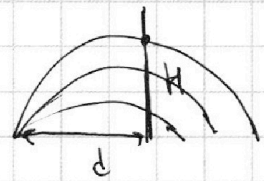
$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{Lg} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}$$

$\sin 2\alpha = 1$

$$\begin{array}{r} 756 \overline{) 2} \\ 6 \overline{) 378} \overline{) 2} \\ 151 \overline{) 17} \\ 76 \overline{) 16} \\ 10 \end{array}$$

$$v = v_0 \sin \alpha = \frac{17}{18} \cdot 10\sqrt{2}$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot 2}{g} = \frac{17}{9} \cdot \frac{10\sqrt{2}}{10}$$

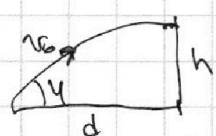


$$v_y = \sqrt{2gh}$$

$$h = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{17^2 - 2}{2} = 34$$

$$v_y = 10\sqrt{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} = 10$$

24



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

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

$$v_y = \sqrt{2gh}$$

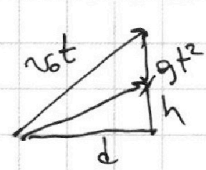
$$\frac{3.6 \cdot 10}{36} = 1$$

$$\sqrt{72} = 6\sqrt{2}$$

$$d \tan \alpha - \frac{g}{2} \frac{d^2}{v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = h$$

$$d \tan \alpha - \frac{g}{2} \frac{d^2}{v_0^2} \tan^2 \alpha - \frac{g d^2}{2 v_0^2}$$

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



$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 5$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} + 1 =$$

$$-p \tan^2 \alpha + d \tan \alpha - p$$

$$2p = \frac{gd^2}{v_0^2}$$

$$-px^2 + dx - p$$

$$\tan \alpha = \frac{v_0^2}{gd}$$

$$-2xp + d = 0$$

$$x = \frac{d}{2p}$$

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

$$20 - \frac{d}{2} -$$

$$h = \frac{200 \cdot \frac{24}{25}}{20} = \frac{2 \cdot 24}{25 \cdot 5} = \frac{48}{5}$$

$$3.6 = 10 \sin^2 \alpha$$

$$0.36 = \sin^2 \alpha$$

$$\sin \alpha = 0.6 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$d^2 + 20d - 656 = 0$$

$$20 - \frac{1}{2}d - d^2 \cdot \frac{1}{40} = \frac{13}{5}$$

$$800 - 20d - d^2 = 144$$

$$D = b^2 - 4ac$$

$$\frac{D}{4} = \left(\frac{b}{2}\right)^2 - ac = 100 + 656 = 756 = 34^2$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2}$$

$$= \frac{-6 \pm \sqrt{71}}{2}$$

$$= -10 + 34 = 24$$

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!

$$C_p \Delta T = Q = \Delta U + A = \frac{1}{2} P \Delta V = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

$$\Delta U = A + Q$$

$$A = P \Delta V$$

$$\frac{3}{2} P \Delta V$$

$$\frac{831 \cdot 3}{2493}$$

$$\gamma = 1$$

$$\gamma = \frac{C_p - C_v}{C_p - C_v} = \frac{5}{3}$$

$$-1 = \frac{2 - \frac{1}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = \frac{3/2}{1/2} = 3$$

$$-\frac{1}{2} + \frac{5}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

$$-1 = \frac{2 - 5/2}{2 - 3/2} = \frac{-1/2}{1/2} = -1$$

$$\frac{3}{2} \cdot 200 \cdot 831$$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{1}{2} = \frac{x - 5/2}{x - 3/2} = \frac{2x - 5}{2x - 3}$$

$$x - \frac{3}{2} = 2x - 5$$

$$x = 5 - \frac{3}{2} = 3,5$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = \int P dV + \nu C_v \Delta T$$

$$\frac{13}{2} \Rightarrow 9$$

$$\frac{-\frac{1}{2} + \frac{5}{2}}{-\frac{1}{2} + \frac{3}{2}} = 2$$

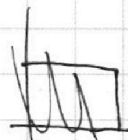
$TV = \text{const}$

$PV^2 = \text{const}$

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

$$A = \nu R \Delta T = P \Delta V$$

$$Q = c \Delta T$$



~~Adiabatic~~

$$C_p \Delta T = Q$$

$$\Delta U = A + Q$$

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

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

$$C_v = C_p + R$$

$$P V^2 = \text{const}$$

$$A = -\nu R \Delta T$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A$$

$$C = \frac{5}{2} R$$

$$\Delta U = A + Q \quad Q=0$$



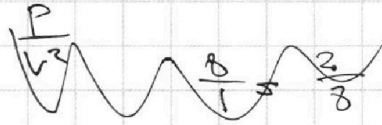
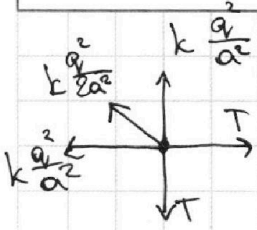
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

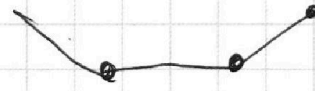
- 1 2 3 4 5 6 7



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

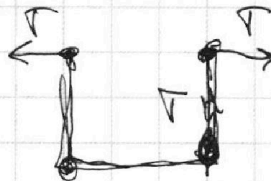


$$T = k \frac{Q^2}{a^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} k \frac{Q^2}{2a^2} = k \frac{Q^2}{a^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

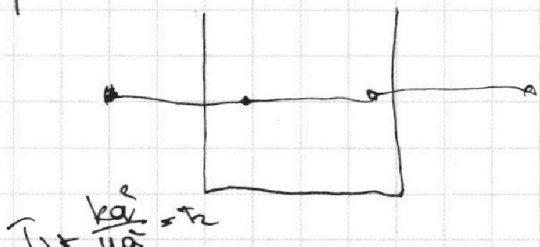


$$\sqrt{\frac{T a^2}{k \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)}} \rightarrow \Delta l$$

$$P U^2 = 8 \cdot 1 = 2 \cdot 2^2$$



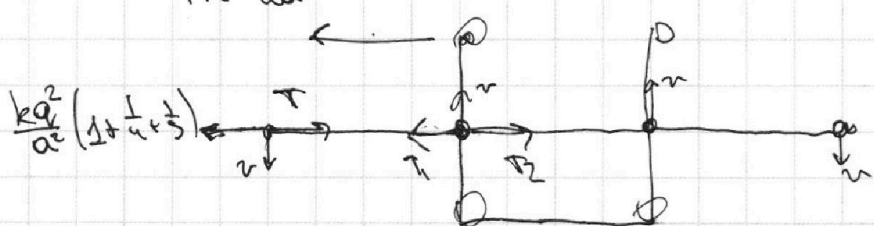
$$\Delta U = Q$$



$$T_1 + \frac{k a^2}{4 a^2} = T_2$$

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

$$F \cos \alpha - \mu N =$$



ум. на месте

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

$$= F + \mu mg$$

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

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