

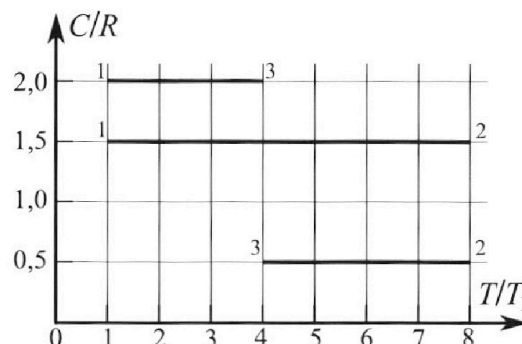
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



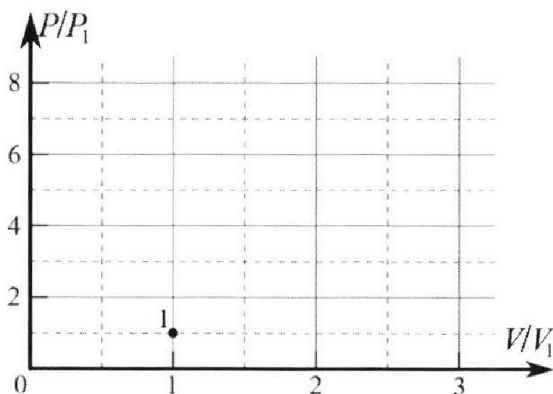
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

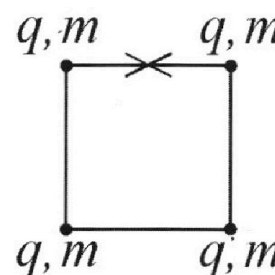
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.

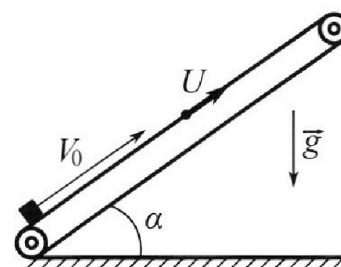
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

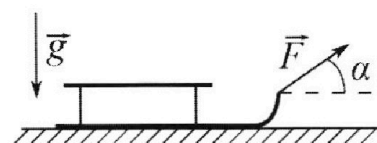
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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

МФТИ

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

$$1) L = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

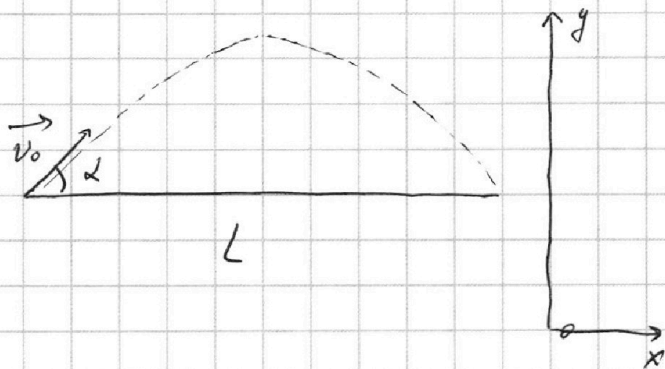
$$v_0 \sin \alpha t = \frac{gt^2}{2}$$

$$2v_0 \sin \alpha = gt$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{200}{1}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с} \quad \text{Ответ: } v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$



$$2) H = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \beta t$$

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \beta}$$

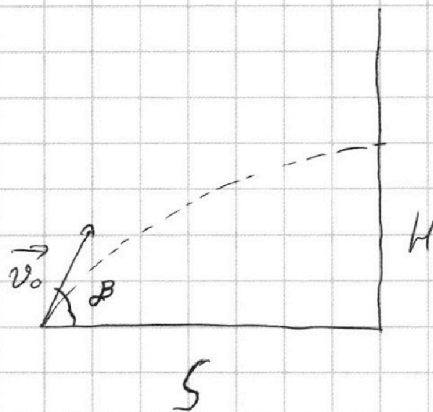
$$H = S \tan \beta - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$H = S \tan \beta - \frac{gS^2}{2v_0^2} \tan^2 \beta - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \beta} = 1 + \tan^2 \beta$$

$H(\tan \beta)$ - квадратичная зависимость - парабола ветвями вниз

$$H_{\max}, \text{ при } \tan \beta = \frac{-S}{-\frac{gS^2}{v_0^2}} = \frac{+v_0^2}{gS}$$



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!



$$H_{\max} = S \cdot \left(\frac{v_0^2}{gS} \right) - \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \left(\frac{v_0^2}{gS} \right)^2 - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{2g}{2v_0^2} - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$S = \sqrt{\left(H_{\max} - \frac{v_0^2}{2g} \right) \cdot \frac{2v_0^2}{g}} = \sqrt{\left(\frac{200}{20} - 3,6 \right) \cdot \frac{400}{10}}$$

$$= \sqrt{6,4 \cdot 40} = 16 \text{ м}$$

Ответ: $S = 16 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$d) OX: \mu N + mg \sin \alpha = ma$$

$$OY: N - mg \cos \alpha = 0$$

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

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$$L' = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = v_0 T - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2}{2} =$$

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

L' - расстояние от начальной точки до колеса,
если груз не изменил направление движения

$$v_0 T' - v_0 - g T' = 0$$

$$T' = \frac{v_0}{g} = 0,6 \text{ с, т.к. } T > T' \text{ то груз}$$

сначала поднимается на максимальную высоту

а затем спускается, при этом вектор

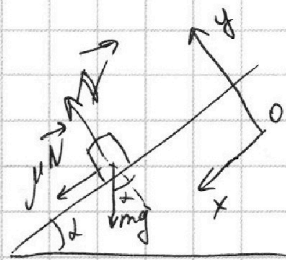
силы трения изменил свое направление

$$S = v_0 T' - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T'^2}{2} + \frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) (T - T')^2}{2} =$$

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

$$= 3,6 - 0,9 + 0,16 = 2,76 \text{ м}$$

Ответ: $S = 2,76 \text{ м}$



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!

$$2) v_0 - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T_1 = U$$

$$T_1 = \frac{v_0 - U}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{5}{10(0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = 0,5 \text{ c}$$

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

$$3) \Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{внеш}}$$

$$A_N = 0, A_{\text{mg}} = \Delta E_{\text{п}}, A_{\text{внеш}} = A_{\text{тр}}$$

$$-\left(\frac{mv_0^2}{2} - mgL \sin \alpha\right) = -\mu mg \cos \alpha L$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgL \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha L$$

$$L = \frac{v_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{36}{2 \cdot 10(0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} = 1,8 \text{ м}$$

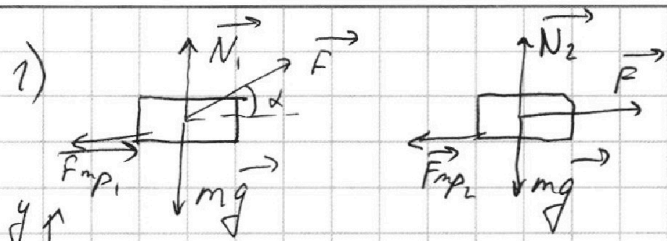
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$\text{OX: } F \cos \alpha - \mu N_1 = ma_1$$

$$\text{OY: } N_1 + F \sin \alpha - mg = 0$$

$$N_1 = mg - F \sin \alpha$$

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

$$S_1 = \frac{v_k^2 - 0^2}{2a_1} \Rightarrow a_1 = \frac{v_k^2}{2S_1}$$

$$\text{OX: } F - \mu N_2 = ma_2$$

$$\text{OY: } N_2 - mg = 0$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

$$S_2 = \frac{v_k^2 - 0^2}{2a_2} \Rightarrow a_2 = \frac{v_k^2}{2S_2}$$

$$\text{m.k. } S_1 = S_2, \text{ mo } \frac{v_k^2}{2S_2} = \frac{v_k^2}{2S_1} \Rightarrow a_1 = a_2$$

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

$$\frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = \frac{F}{m}$$

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$2) \Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{внеш}}$$

$$A_N = 0, A_{\text{тр}} = \Delta E_{\text{п}} = 0, \text{значит } A_{\text{внеш}} = A_{\text{тр}}$$

$$0 - k = -\mu mg S$$

$$k = \mu mg S$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

1) По определению $C = \frac{A + \Delta U}{V \cdot \Delta t}$

$$C = \frac{A}{V \Delta t} + \frac{i}{2} R$$

$$\frac{C}{R} = \frac{A}{VR \Delta t} + \frac{i}{2}$$

$$A_{31} = \left(\frac{C_{31}}{R} - \frac{i}{2} \right) VR \Delta T_{31} = (2 - 1,5) \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (1-4) \cdot 200 =$$

$$= -0,5 \cdot 8,31 \cdot 600 = -3 \cdot 831 = -2493 \text{ Дж}$$

Ответ: $A_{31} = -2493 \text{ Дж}$

2) $\eta = \frac{\sum A}{Q_{\text{п}}}$

$$A_{12} = \left(\frac{C_{12}}{R} - \frac{i}{2} \right) VR \Delta T_{21} = (5,5 - 1,5) \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (8-1) \cdot 200 = 0$$

$$A_{23} = \left(\frac{C_{23}}{R} - \frac{i}{2} \right) VR \Delta T_{32} = (0,5 - 1,5) \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (4-8) \cdot 200 =$$

$$= 8 \cdot 831$$

$$\sum A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + 8 \cdot 831 - 3 \cdot 831 = 5 \cdot 831$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} VR (8-1) T = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 1400 = 21 \cdot 831$$

$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2} VR (4-8) T = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (-800) = -12 \cdot 831$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} VR (1-4) T = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (-600) = -9 \cdot 831$$

$$\eta = \frac{5 \cdot 831}{8 \cdot 831 + 21 \cdot 831} = \frac{5}{29}$$

Ответ: $\eta = \frac{5}{29}$

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!

$$3) p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R \cdot 8T_1$$

$$p_3 V_3 = \nu R \cdot 4T_1$$

т.к. $A_{12} = 0$, то процесс 1-2 изохорический

$$p_2 = 8p_1, V_2 = V_1$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = 4$$

$$p_3 V_3 = 4p_1 V_1 \Rightarrow V_3 = \frac{4p_1 V_1}{p_3}$$

$$A_{31} = \left(\frac{p_1 + p_3}{2} \right) (V_1 - V_3)$$

$$-300 \cdot 8,31 \cdot 1 = \left(\frac{p_1 + p_3}{2} \right) (V_1 - V_3) \quad | \cdot (-1)$$

$$3,5 \nu R T_1 = \left(\frac{p_1 + p_3}{2} \right) (V_3 - V_1)$$

$$(p_1 + p_3) \left(\frac{4p_1 V_1}{p_3} - V_1 \right) = 3,5 p_1 V_1 \quad | : V_1$$

$$\frac{4p_1^2}{p_3} + 4p_1 - p_1 - p_3 - 1,5p_1 = 0 \quad | \cdot (-p_3)$$

$$p_3^2 + 1,5p_1 p_3 - 4p_1^2 = 0$$

$$D = 2,25 p_1^2 + 4 \cdot 4 p_1^2 = 18,25 p_1$$

$$p_3 = \frac{1,5 \pm \sqrt{18,25}}{2} p_1, \text{ минус не подходит, т.к.}$$

$$\sqrt{18,25} > 1,5$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

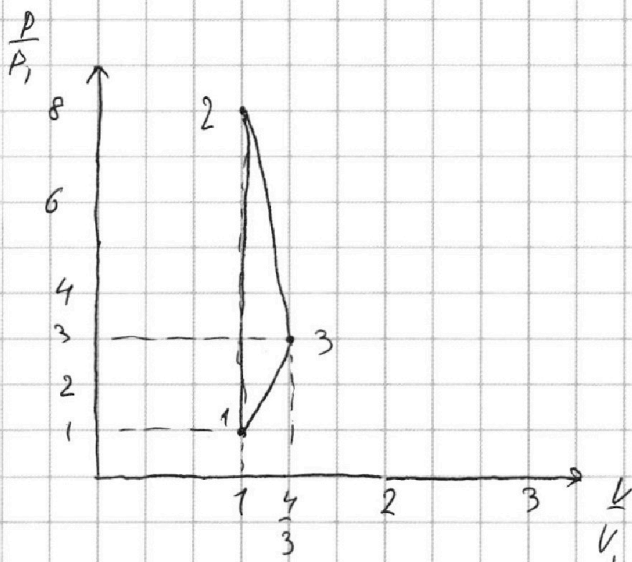
$$\begin{array}{r} \sqrt{18,25} = 4,27 \\ \begin{array}{r} 16 \\ \times 82 \\ \hline 225 \\ 2 \\ \hline 6100 \\ 5929 \\ \hline 171 \end{array} \end{array}$$

$$\sqrt{18,25} \approx 4,3$$

~~$$V_3 = \frac{4p_1 V_1}{3p_1} = \frac{4}{3} V_1$$~~

$$p_3 = \frac{15 + 4,3}{2} p_1 = 2,9 p_1 \approx 3 p_1$$

$$V_3 = \frac{4 p_1 V_1}{2,9 p_1} \approx \frac{4}{3} V_1$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

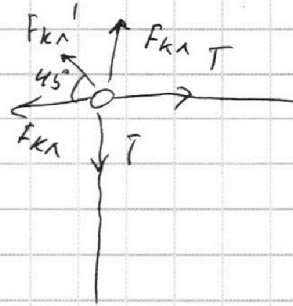
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



$$1) F_{к\lambda} = k \frac{q^2}{a^2}$$
$$F_{к\lambda}' = k \frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2} = k \frac{q^2}{2a^2}$$



$$T = F_{к\lambda}' \cos 45^\circ + F_{к\lambda}$$

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

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

$$\text{Ответ: } q = 4a \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 T}{4 + \sqrt{2}}}$$

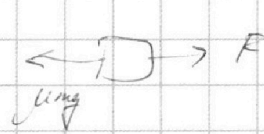
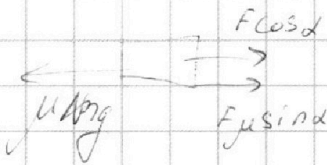
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{от}}}{Q_{\text{н}}}$$

$$FS_1(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) - \mu mg S_1 = k$$

$$FS_2 - \mu mg S_2 = k$$

$$(p_1 + p_3) \left(\frac{1}{3} - V_1 \right) = 1,5 p_1 V_1$$

$$S_1 = \frac{vk^2}{2(\mu(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g)}$$

$$S_2 = \frac{vk^2}{2(\mu - \mu g)}$$

$$v_k^2 = \frac{2k}{m}$$

$$(p_1 + p_3) \left(\frac{4p_1}{p_3} - 1 \right) = 3,5 p_1$$

$$k - \mu mg S = 0$$

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

$$S = \frac{k \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$$

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

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

$$1 - \cos \alpha$$

$$\mu \sin \alpha$$

$$\sqrt{16,25} = 4,27$$

$$\frac{C}{R} = \frac{1}{1R + \frac{3}{2}}$$

$$4p_1^2 - 4p_1 p_3 - p_1 p_3 - 3,5 p_1 = 0 \quad | - p_3$$

$$p_3^2 - 1,5 p_1 p_3 - 4 p_1^2 = 0$$

$$D = 2,25 p_1^2 + 16 p_1^2 = 18,25 p_1^2$$

$$p_3 = \frac{1,5 \pm \sqrt{18,25}}{2}$$

$$Q_2 = \frac{3}{2} VR \cdot 2400 +$$

$$- \frac{3}{2} VR \cdot 800 -$$

$$- \frac{3}{2} VR \cdot 600$$

$$- \frac{3}{2} VR \cdot 600$$

$$A_{31} = \left(\left(\frac{C}{R} \right)_{15} - \frac{3}{2} \right) VR = 600$$

$$- 0,5 VR \cdot 600 = 2,5 \cdot 1 \cdot 600 = 1500$$

$$B: A_{31} = 0,5 VR \cdot 600 - \frac{3}{2} VR \cdot 600$$

$$\frac{3}{2} \cdot 1400 - \frac{3}{2} \cdot 800 - 600$$

$$2100 - 1200 - 600$$

$$\eta = \frac{\frac{3}{2} \cdot 1400 - \frac{3}{2} \cdot 800 - 600}{2100 - 1200 - 600}$$

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!

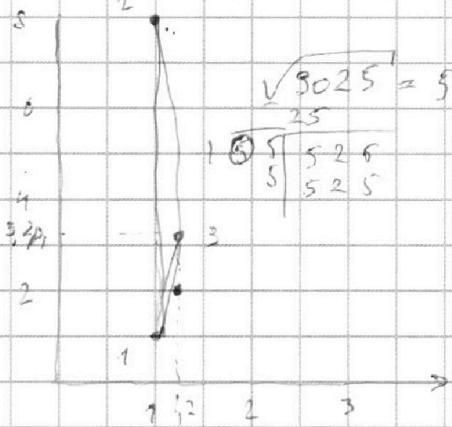


$$T = \frac{v_0}{g} = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$T = \frac{v_0}{g} = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$g = \frac{v_0^2}{2aT^2} = \frac{4}{2 \cdot 0,2^2} = 10$$

$$p_3 = \frac{5,5 + \sqrt{10,25}}{2}$$



$$A_{12} = 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} VR \cdot 1000$$

$$A_{23} = VR \cdot 500$$

$$\Delta U_{23} = -\frac{3}{2} VR \cdot 500$$

$$\Delta U_{34} = -\frac{3}{2} VR \cdot 1000$$

$$A_{31} = (2 - 1,5) (VR(2000 - 500)) = -300 VR$$

$$\sqrt{10,25} = 3,2$$

$$269 \overline{) 02700} \\ \underline{538} \\ 1320 \\ \underline{264} \\ 0$$

$$A_{23} = (0,5 - 1,5) VR (1000 - 500) + VR \cdot 500$$

$$\frac{\Sigma A}{C_n} = \frac{500}{2900}$$

$$= \frac{5}{29}$$

$$8p_1 V_1$$

$$6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot (0,4 + 0,6) \cdot 1^2}{2}$$

$$(8p_1 + p_2) \left(\frac{4p_1 V_1}{p_2} - V_1 \right) = 2000 VR$$

$$\frac{(8p_1 + p_2)}{2} (V_2 - V_1) = VR \cdot 500$$

$$\frac{32p_1^2 V_1}{p_2} + 4p_1 V_1 - 8p_1 V_1 - p_2 V_1 = p_2 V_2 = 4p_1 V_1$$

$$v_0 - gT = 0$$

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

$$p_2 V_1 + 4p_1 V_1 + 1600 VR - \frac{32p_1^2 V_1}{p_2} = 0$$

$$p_2^2 + 12p_1 p_2 - 32p_1^2$$

$$p_2^2 V_1 + 12p_1 V_1 p_2 - 32p_1^2 V_1 = 0$$

$$D = 144p_1^2 + 4288p_1^2 = 272p_1^2$$

$$D_2 = 144p_1^2 + 4288p_1^2$$

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!



$$v_0 - \mu g \cos \alpha \cdot T_1 = 0$$

$$T_1 = \frac{v_0}{\mu g \cos \alpha} = \frac{v_0}{0,5 \cdot 10 \cdot 0,8} = \frac{36}{4} = 9,25$$

$$N = S \sin \alpha - \frac{g S^2}{2(v_0 \cos \alpha)^2}$$

$$N = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

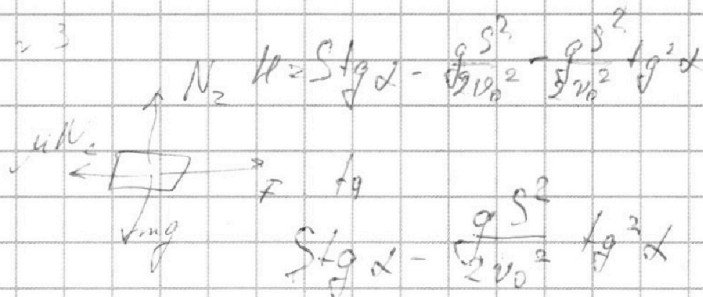
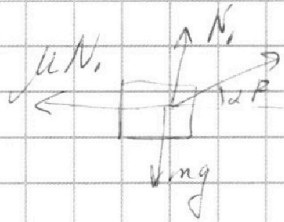
$$\frac{m v_0^2}{2} - \mu m g \cos \alpha L = m g L \sin \alpha$$

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \mu m g \cos \alpha L + g L \sin \alpha$$

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

$$L = \frac{v_0^2}{2(\mu g \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{36}{20 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = \frac{36}{20 \cdot 1} = 1,8 \text{ м}$$

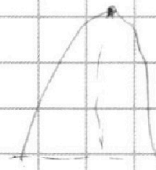


$$N_1 = mg - F \sin \alpha$$

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

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

$$\mu g \cos \alpha \frac{F}{m} = \tau$$



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

$$= \tau (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g = \tau - \mu g$$

$\tau = \mu g$

$$\frac{(a_1 t_1)^2}{2} m = k$$

$$\frac{(a_2 t_2)^2}{2} m = k \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2k}{m a_2^2}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2k}{m a_1^2}}$$

$$a_1 t_1 = a_2 t_2$$

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!



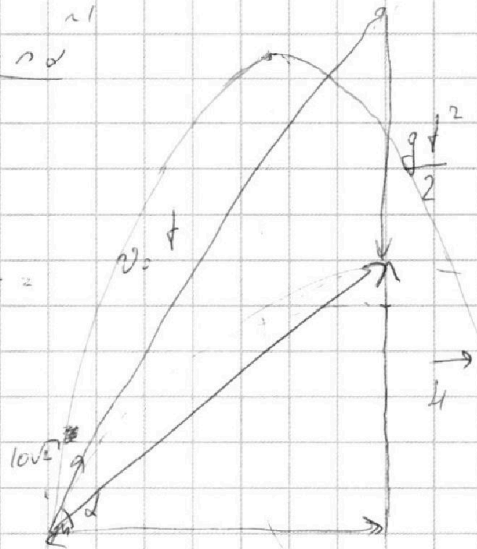
$$v_0 \sin \alpha t = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$v_0 \cos \alpha t = L$$

$$v_0 = \frac{L}{\cos \alpha t} = \frac{gL}{v_0 \sin^2 \alpha} = \frac{10 \cdot 20}{v_0} = 20$$

$$v_0^2 = 200$$

$$v_0 = \sqrt{200} = 14,1 \text{ м/с}$$



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

$$v_0 \sin \alpha - g t = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\text{Step } \frac{g S^2}{2 v_0^2} \frac{1}{g^2} = v_0 \cos \alpha t = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\text{tg } \beta = \frac{g S}{v_0^2}$$

$$mg \cos \alpha = N$$

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

$$\alpha = \mu g \cos \alpha$$

$$S = \frac{v_0^2}{2a_1} \frac{2gH}{v_0^2} = \frac{7,2 \cdot 10}{\sqrt{200}} = \frac{\sqrt{72}}{\sqrt{2} \cdot 10} = \frac{6\sqrt{2}}{\sqrt{2} \cdot 10} = 0,6$$

$$v_0 t = \frac{mg \cos \alpha t^2}{2}$$

$$= 6 - \frac{5 \cdot 0,8 \cdot t^2}{2} = 4$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{200 \cdot 0,36}{20} = 3,6$$

2) K=CC:

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{u}$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{200 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{10} = 9,6$$

$$v = v_0 + u$$

$$= 0,48 \cdot 20 = 9,6 \text{ м}$$