



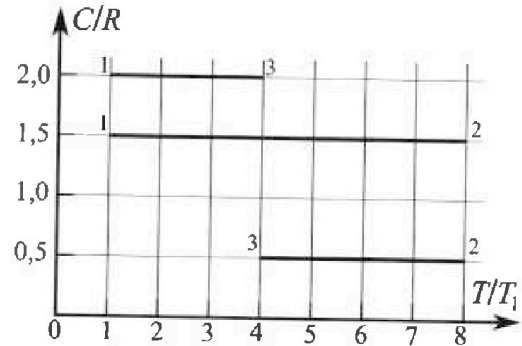
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

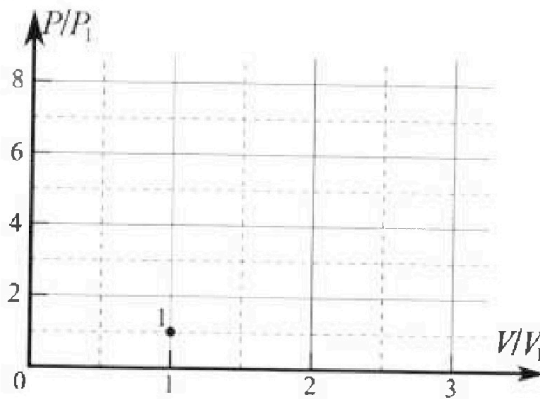
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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).

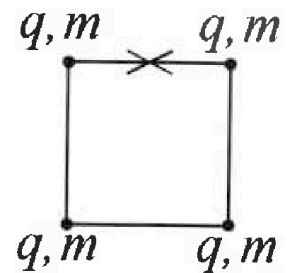


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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 вверху (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.

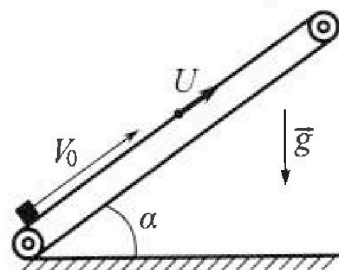
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

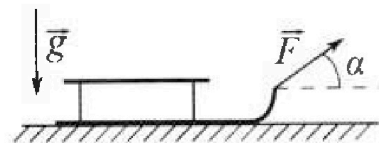
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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!



Записываем закон движения в проекциях на оси координат

оx: $x = v_0 \cos \alpha \cdot t$
оy: $y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$



В конце полета:

$x=L, y=0; \begin{cases} L = v_0 \cos \alpha \cdot t_1 & \textcircled{1} \\ 0 = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} & \textcircled{2} \end{cases}$ где t_1 - время полета в первом случае

$\textcircled{1} \Rightarrow t_1 = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$ → t_1 получено

$\textcircled{2} \Rightarrow v_0 \sin \alpha \cdot \frac{L}{v_0 \cos \alpha} = \frac{g L^2}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$ → t_1 получено

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

2 случай. Мал стальной шарик со стенкой на максимальной высоте H.

Выбором при этом запущен шарик под углом β к горизонту. Стенку можно убрать, следовательно мал стальной шарик в какой-то момент времени рухнет на пол, если бы стена не было.



В какой-то момент траектории: $t = \frac{t_0}{2}$, где t_0 - всё время полета во 2 случае.

$S = \frac{1}{2} g t^2$ - вся длина полета шара. Записываем закон движения в проекциях на оси:

оx: $x = v_0 \cos \beta \cdot t$
оy: $y = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$

В конце полета: $\begin{cases} H = v_0 \cos \beta \cdot t_2 & \textcircled{1} \\ 0 = v_0 \sin \beta \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2} & \textcircled{2} \end{cases} \Rightarrow v_0 \sin \beta = \frac{g t_2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g}$

На высоте H какой-то момент траектории: $\begin{cases} H = v_0 \sin \beta \cdot \frac{t_2}{2} - \frac{g (\frac{t_2}{2})^2}{2} & \textcircled{3} \\ S = v_0 \cos \beta \cdot t_2 & \textcircled{4} \end{cases}$

получаем $\textcircled{3}$ и $\textcircled{4}$, получаем: $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2 g H}{v_0^2}}$

$\sin \beta = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 9.8}{200}} = 0.6$, $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 0.8$

$S = \frac{v_0 \cos \beta \cdot t_2}{2} = \frac{v_0^2 \cos^2 \beta \sin \beta}{g} = \frac{200 \cdot 0.8 \cdot 0.6}{10} = 9.6 \text{ м}$ Ответ: $v_0 = 10 \sqrt{2} \text{ м/с}$, $S = 9.6 \text{ м}$.

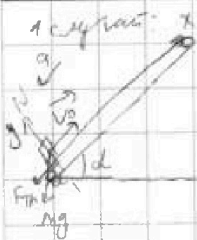
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



По II закону Ньютона в направлении на ось координат

$$Ox: F - ma = -F_{тр} - mg \sin \alpha$$

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

$$\Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu N$$

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

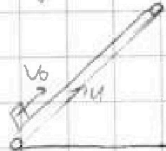
$$ma = F_{тр} + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 20 \cdot 0,8 + 10 = 16 \text{ м/с}^2$$

По закону сохранения энергии: $S = \frac{V_k - V_0^2}{2a}$, где $V_0 = 0$ - начальная скорость

$$S = \frac{V_k^2}{2a} = \frac{V_k^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{36}{20 \cdot 10,5 \cdot 0,8 + 10 \cdot 10} = 1,8 \text{ м.}$$

2 ситуация



Нам требуется найти то время T_1 , при котором скорость направлена вверх, т.е. скорость положительна. Проверка: НСО: транспортёр

НСО: земля

Результат в этом случае известен только, когда в первом случае

$$V_k = V_0 - U = 5 \text{ м/с}$$

Определив этот остаток отсчета на втором случае,

когда $V_k = 0$. Завершить осталось 70 м, что и в первом случае.

$$V_k = V_0 - a T_1$$

$$a T_1 = V_0 \Rightarrow T_1 = \frac{V_0}{a} = \frac{5}{20 \cdot 0,8 + 10} = 0,5 \text{ с.}$$

$$T_2 = \frac{V_0 + V_k}{a} = \frac{5 + 0}{20} = 0,25 \text{ с}$$

после этого в 2 ситуации блок будет двигаться

вверх, $mg \sin \alpha > \mu N$, если нет, то тело перестанет

двигаться относительно транспортёра. А если да, то начнёт падать

на скорость вниз

$$mg \sin \alpha = 0,5 mg$$

$$\mu N = \mu mg \cos \alpha = 20 \cdot 0,8 \cdot 0,4 mg < mg \sin \alpha, \text{ следовательно}$$

будет двигаться вверх.

Нам нужен момент, когда скорость относительно земли будет 0, т.е. когда в первом случае $V = 0$ м/с по направлению к оси Ox блок будет двигаться

По II закону Ньютона: $ma = mg \sin \alpha - F_{тр} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$; $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 2 \text{ м/с}^2$

$$V = 0 \Rightarrow T = \frac{V_0}{a} = 0,5 \text{ с} \quad T_2 = \frac{0 + 1}{2} = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 \text{ с}$$

$$L = T_1 + T_2 = 0,5 + 0,25 = 0,75 \text{ с} = 2 \text{ м.}$$

Ответ: $T_1 = 0,5 \text{ с}$; $T_2 = 0,25 \text{ с}$; $L = 2 \text{ м.}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



По II з-ну Ньютона в проекции на ось:

$$Ox: R_1 = F \cos \alpha - F_{тр}$$

$$Oy: 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$
$$F_{тр} = \mu N$$

$$Ox: R_2 = F - F_{тр}, \text{ где } R_1, R_2 - \text{реакции}$$

$$Oy: 0 = N - mg \Rightarrow N = mg$$
$$F_{тр} = \mu N$$

$$R_1 = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

По закону сохранения энергии

$$R_2 = F - \mu mg$$

$$R_1 = F; R_2 = F \Rightarrow R_1 = R_2$$

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

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

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

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

После того как определены коэффициенты по условию задачи F:

По закону сохранения энергии: $k = F_{тр} \cdot S$

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

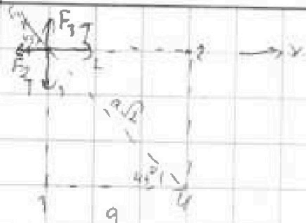
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Рассмотрим заряд 1. На него действуют силы: T_2, T_3 ;

$$F_2; F_3; F_4; \quad T_2 = T_3 = T$$

$$F_2 = F_3 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a^2} \quad F_4 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (\sqrt{2}a)^2} = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 a^2}$$

Заряды 2 и 3-х действуют в противоположных направлениях:

$$T_{\text{равн}} = 0 = T_2 - F_2 - F_4 \text{ согласно}$$

$$T = F_2 + F_4 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{2a^2} \right) \Rightarrow q = \sqrt{\frac{10\pi\epsilon_0 a^2 T}{4 + \sqrt{2}}} = 4a \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 T}{4 + \sqrt{2}}}$$

По закону сохранения энергии для равновесия тела.

$$\Pi_2 + \Pi_3 + \Pi_4 = k + \Pi_2' + \Pi_3' + \Pi_4', \text{ где } \Pi_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{a}$$

$$\Pi_3 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{a}$$

$$\Pi_4 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}a}$$

$$\Pi_2' = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2a}$$

$$\Pi_3' = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2a}$$

$$\Pi_4' = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2a}$$

$$k = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{a} + \frac{1}{\sqrt{2}a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6\sqrt{2} + 6 + 3\sqrt{2} + 3\sqrt{2} - 3}{2a} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{6 + 11\sqrt{2}}{2a}$$

$$k = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{6 + 11\sqrt{2}}{2a}$$

$$k = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{6 + 11\sqrt{2}}{2a}$$

$$k = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{6 + 11\sqrt{2}}{2a}$$

Ответ: Для $q = 4a \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 T}{4 + \sqrt{2}}}$; $k = \frac{6 + 11\sqrt{2}}{6\sqrt{2} + 3} \cdot a \cdot T$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Известно, что $\frac{C_{12}}{R} = 1,5$, $\Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$, следовательно 1-2 - изохорный процесс

$$A_{12} = 0 \quad Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 7 \cdot R \cdot \Delta T = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 7 \cdot 200 = 891,21 \text{ Дж}$$

Найдём работу внешнего сил $A_{\text{вн}31} = -A_{21}$, где A_{21} - работа газа.

Пусть газ совершил температурный скачок, то $Q = A + \Delta U$, где Q - подведённая теплота

A - это работа; ΔU - изменение внутренней энергии газа

$$A = Q - \Delta U \quad \Delta U_{\text{вн}31} = Q_{31} - \Delta U_{31}$$

$$Q = C \cdot \Delta T = \left(\frac{C}{R}\right) R \cdot \Delta T \quad \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$A_{\text{вн}31} = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (10 - 9) - 7 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 8,31 \cdot (1 - 3) \cdot T_1 = 8,31 \cdot 200 \cdot (1 - 3) \cdot \frac{3}{2} - 2) = 8,31 \cdot 200 \cdot 1,5 = 891,3 = 2493 \text{ Дж}$$

$$A_{21} = -2493 \text{ Дж} = -891,3 \text{ Дж}$$

Найдём КПД: $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{23} + A_{31}}{Q_{12}}$

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = 0,5 \cdot 8,31 \cdot (41 - 20) - 1,5 \cdot 8,31 \cdot (1 - 4) \cdot 200 = 1831 \cdot 4 \cdot 200 = 891,8 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{891,8 - 891,3}{891,21} = \frac{5}{21}$$

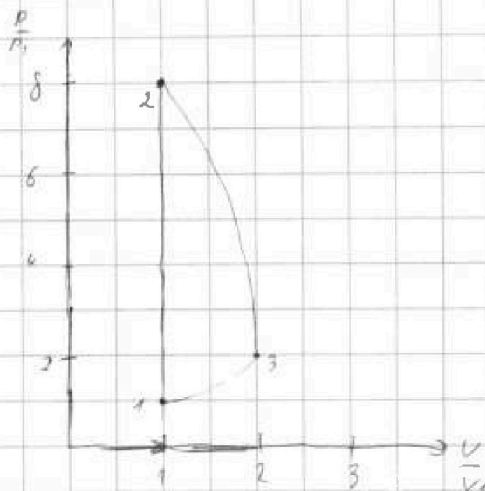
1-2 - изохорный, то есть $p = \text{const}$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad ; \quad p_1 = \frac{p_2 T_1}{T_2} = 8 p_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad ; \quad T_2 = 4 T_1$$

$$p_1 V_1 = 4 p_2 V_2$$

$$\text{Отсюда: } \eta = \frac{5}{21}, \quad A_{\text{вн}31} = 2493 \text{ Дж}$$



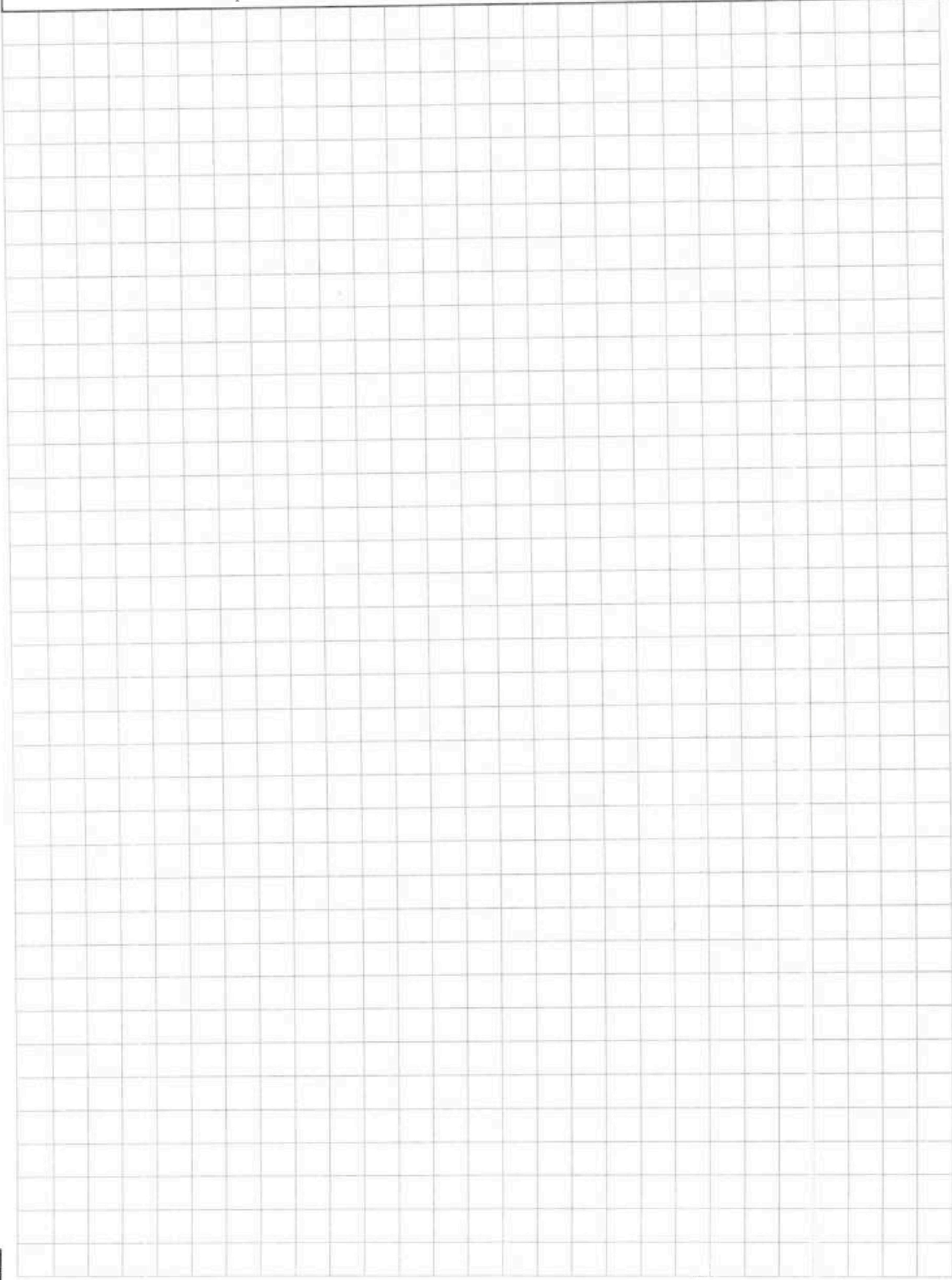


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



$$mg \cos \alpha = N$$

$$F_{тр} + mg \sin \alpha = ma$$

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

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

$$s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{36}{2 \cdot 10 \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} = 3,6 \text{ м.}$$

→



$$F \cos \alpha - F_{тр} = ma$$

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

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

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

$$F - F_{тр} = R$$

$$k = R \cdot s = F \cos \alpha s - \mu mg s + \mu F \sin \alpha s$$

$$F - \mu mg = R$$

$$k = R \cdot s = \int (F - \mu mg) \cdot s$$

$$k = \int_0^s (F - \mu mg) ds$$

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

$$F_1 = \frac{k}{F - \mu mg}$$

$$\int (F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha) ds = \int F ds$$

$$k = \mu mg s$$

$$v_0 = \mu g t$$

$$v_0^2 = \mu^2 g^2 t^2$$

$$2k = m \mu^2 g^2 t^2$$

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

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

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

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

$$s = \frac{k}{2} \cdot \frac{2}{\mu mg} = \frac{\mu g t^2}{2} = \frac{v_0^2}{2 \mu g}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



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

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

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

$$L = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{g L} = \sqrt{20 \cdot 10} = 10 \sqrt{2}$$

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

$$= \frac{200 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = 5 \text{ м}$$

$$\frac{g \cdot L}{10}$$



$$H = H_{\max}$$

$$t_{\max} = \frac{t}{2}$$

$$\cos \beta = \frac{L}{L}$$

$$L = v_0 \cos \beta \cdot t$$

$$0 = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

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

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

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{g t^2}{8} = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \beta}{8g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{4g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{4g}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{4 H_{\max}}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{200}} = \frac{10 \cdot \sqrt{2}}{200} = \frac{\sqrt{2}}{20} = \frac{1}{10\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{20}$$

$$\beta = \frac{L}{L} = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{2g} = \frac{200 \cdot \frac{\sqrt{2}}{20} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{20}}{10 \cdot 10 \cdot 10} = \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{18}{100}} = \frac{\sqrt{82}}{10}$$

$$= \frac{12 \sqrt{41}}{10} = \frac{6 \sqrt{41}}{5} \text{ м}$$

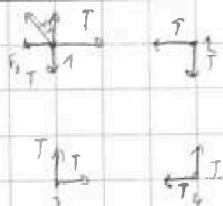
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1. ох: $T = F_2 + F_0 \cos 45^\circ$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

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

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

$\Gamma_1 = k_1 + \Gamma_2$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{4a^2} + \frac{1}{2a^2} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{2a^2} + \frac{1}{3a^2} \right) + k$$

$$k = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{4a^2} + \frac{1}{2a^2} - \frac{1}{a^2} - \frac{1}{4a^2} - \frac{1}{3a^2} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{41}{12a^2} = \frac{36\pi T \epsilon_0 q^2}{4\pi\epsilon_0 (4 + \sqrt{2})}$$

$$\frac{41}{36q^2} = \frac{41}{a} \cdot \frac{T}{4 + \sqrt{2}}$$

$$4 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{a} + \frac{1}{\sqrt{2}a} - \frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{3a} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{6 + 11\sqrt{2}}{6\sqrt{2}a} = \frac{3\sqrt{2} + 11}{6\sqrt{2}}$$

$$\frac{36\pi T \epsilon_0 a^2}{4\pi\epsilon_0 (4 + \sqrt{2})} = \frac{(3\sqrt{2} + 11) \cdot 2 \cdot T \cdot a}{3 \cdot (4 + \sqrt{2})} = \frac{9\sqrt{2}(3 + 11\sqrt{2})}{5\sqrt{2} + 3} \cdot T \cdot a$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

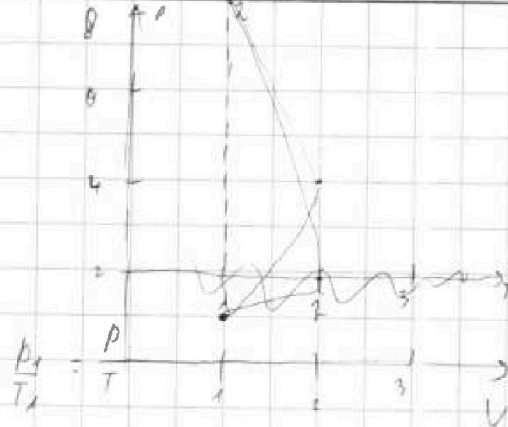
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$C \cdot \frac{3}{2} \sqrt{2}$$

1-2 изохорный процесс



$C \Delta T$

$$Q = C \cdot \Delta T = \left(\frac{C}{R}\right) \cdot R \cdot \Delta T \quad A_{1,2} = 24,93$$

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

$$A_{1,2} = Q \cdot \Delta U = R \Delta T \left(\frac{C}{R} - \frac{3}{2} \sqrt{2}\right) = 8,31 \cdot 7 \cdot 200$$

$$Q = A_T + \Delta U$$

$$A_{1,3} = Q \cdot \Delta U = R \Delta T \left(\frac{C}{R} - \frac{3}{2} \sqrt{2}\right) = 8,31 \cdot 4 \cdot 200 =$$

$$A_T = Q \cdot \Delta U$$

$$= 6648 \quad 831 \cdot 8$$

$$A_{3,4} = -A_T = \Delta U \cdot Q = \frac{3}{2} \sqrt{2} R \Delta T - \frac{C}{R} \cdot R \Delta T = R \Delta T \left(\frac{3}{2} \sqrt{2} - \frac{C}{R}\right) = -9,5$$

$$= -0,5 \cdot 1 - 3 \cdot 1 \cdot R = 1,5 \cdot 200 \cdot 8,31 = 2493 \quad A_{3,4} = 831 \cdot 3 \quad 6648 - 2493$$

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

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

$$\eta = \frac{Q_{1,2}}{Q_{1,3}} = \frac{831 \cdot 8 - 831 \cdot 3}{831 \cdot 21} = \frac{5}{21}$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

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

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_4 V_4}{T_4}$$

$$Q_{1,2} = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 7 \cdot 200$$

$$+ 831 \cdot 21$$