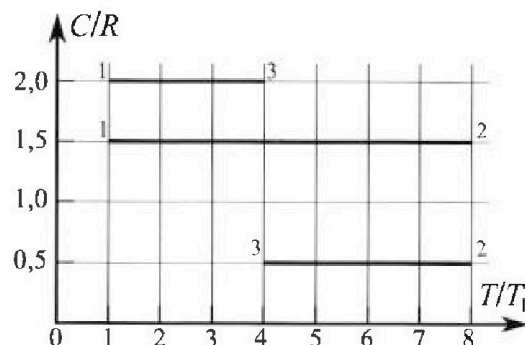


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

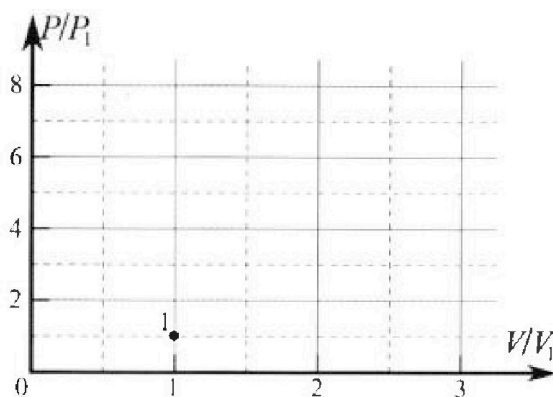
Вариант 10-02

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).

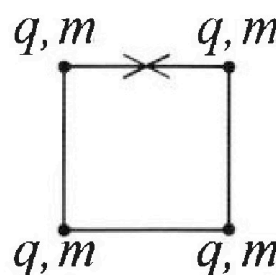


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

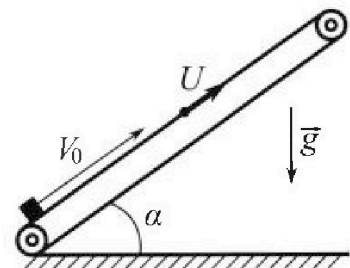
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

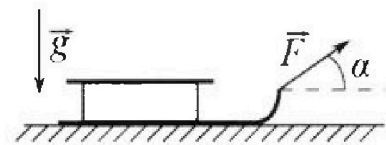
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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

Scrp

Дано: CA

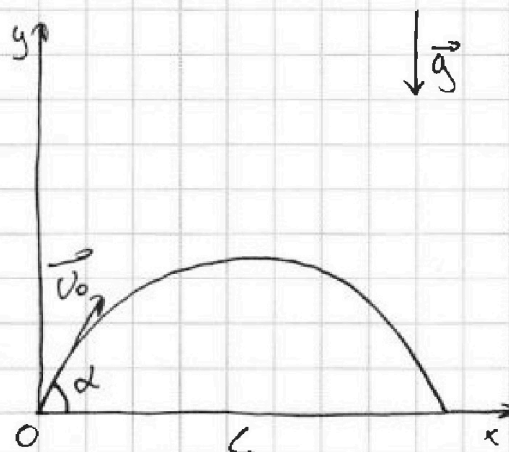
Решение:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$V_0 = ?$$



$$O_y: y = V_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$O_x: x = V_{0x}t = V_0 \cos \alpha t = L$$

$$V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$V_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2} \quad | \cdot 2$$

$$2V_0 \sin \alpha = gt$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = L$$

$$\frac{V_0^2 \sin^2 2\alpha}{g} = L$$

$$V_0^2 = \frac{gL}{\sin^2 2\alpha}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin^2 2\alpha}}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin^2 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

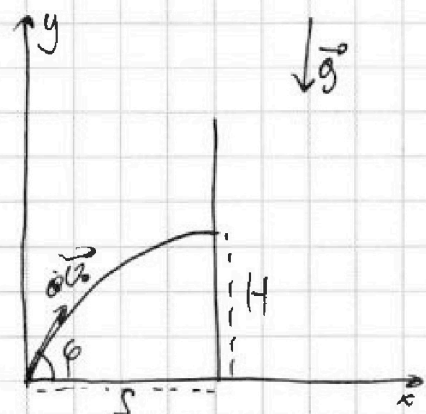
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\frac{mV_0^2 \sin^2 \varphi}{2} = \frac{mV^2 \sin^2 \varphi}{2} + mgh_{1/2}$$

$$V_0^2 \sin^2 \varphi = V^2 \sin^2 \varphi + 2gH$$

$$(V_0^2 - V^2) \sin^2 \varphi = 2gH$$

И/л. из-за гл. сказано, что $V \neq 0$

$$H = \frac{V_0^2 - V^2}{2g} = \frac{(V_0^2 - V^2) \sin^2 \varphi}{2g}$$

$$S = V_0 \cos \varphi t$$

Наибольшая проекция скорости будет, когда ось y

$V_y = 0$

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

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{2gH}{V_0^2}}$$

$$\sin^2 \varphi = \frac{2gH}{V_0^2}$$

$$= \sqrt{\frac{V_0^2 - 2gH}{V_0^2}}$$

$$S = \sqrt{\frac{V_0^2 - 2gH}{V_0^2}} \cdot V_0 t$$

$$S = \sqrt{\frac{2gH}{V_0^2}} \cdot V_0 \sqrt{\frac{V_0^2 - 2gH}{V_0^2}}$$

$$H = V_0 t \sin \varphi - \frac{gt^2}{2}$$

$$V_0 \sin \varphi = gt$$

$$t = \frac{V_0 \sin \varphi}{g}$$

$$V_y = V_{0y} - gt$$

Ответ: $V_0 \approx 14,1 \text{ м/с}$
 $S = 9,6 \text{ м}$

$$S = \frac{\sqrt{2 \cdot 10^{-3} \cdot 3,6} (200 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3,6)}{10} = \frac{\sqrt{72 \cdot 128}}{10} = 9 \frac{6 \sqrt{2 \cdot 2^7}}{10} = \frac{6 \cdot 16}{10} = 9,6 \text{ м}$$



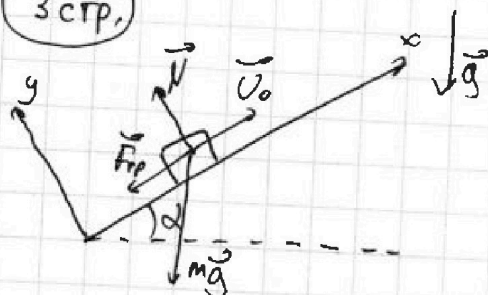
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

3 стр.



Когда коробка поднимается

$$F_{fr} + mg \sin \alpha = ma_1$$

Когда коробка спускается:

$$mg \sin \alpha - F_{fr} = ma_2$$

$$F_{fr} = \mu N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma_1$$

$$a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$a_1 = 10 \left(0,6 + \frac{0,4}{2} \right) = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$v = v_0 - a_1 t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_2 = 10 \left(0,6 - \frac{0,4}{2} \right) = 2 \frac{m}{c^2}$$

$$t_1 = \frac{6}{10 \left(0,6 + \frac{0,4}{2} \right)} = 0,6 c < T, \text{ значит коробка не достигнет вершины}$$

$$t_2 = T - t_1 \quad t_2 = 1 - 0,6 = 0,4 c.$$

$$x_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$S = x_1 + x_2$$

$$x_1 = v_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2}$$

$$S = 1,8 + 0,16 = 1,96 m.$$

Перейдём в связанную

с системой отсчёта, с лентой, тогда

$$v_{огн} = v_0 - u$$

$$v_{огн} = v_{огн} - a_1 T_1$$

$$v_{огн} = a_1 T_1$$

$$T_1 = \frac{6-1}{10} = 0,5 c.$$

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!

$$x_1' = V_{огн} T_c - \frac{a_2 T_c^2}{2}$$

(ч.стр.)

$$x_1' = 2,5 - \frac{10 \cdot 0,25^2}{2} = 1,25 \text{ м.}, \text{ Координата,}$$

где $V_{огн} = U$, $V_{коробки} = 0$, $V_{огн} = U - V$

U - скорость коробки

$$x_2' = \frac{U^2}{2a_2}$$

$$x_2' = \frac{1}{2 \cdot 2} = 0,25 \text{ м.}$$

$$X = x_1' + x_2' \text{ в системе отсчёта связанной с землёй}$$

$$X = 1,25 + 0,25 = 1,5 \text{ м.}$$

Ответ: $s = 1,96 \text{ м}$

$$T_c = 0,5 \text{ с}$$

$$X = 1,5 \text{ м.}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

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

8 сгр

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

1"

$$\frac{mU^2}{2} = K = -A_{\text{тр}}$$

$$K = \mu N s = \mu mg s$$

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

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

$$s = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

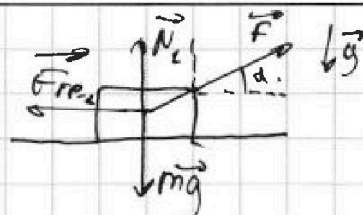
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

3.

1)



7 спп

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

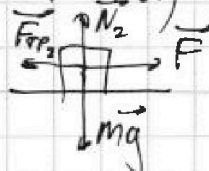
$$F_{тр2} = \mu N_1$$

$$A_F = k - A_{F_{тр2}}$$

$$F \cos \alpha \cdot X = k + F_{тр2} X$$

$$F \cos \alpha \cdot X = k + \mu X (mg - F \sin \alpha)$$

2) $N_2 = mg$



$$F_x = k + \mu X mg$$

$$\begin{cases} F_x = k + \mu mg X \\ F_x \cos \alpha = k + \mu mg X - \mu F \sin \alpha \cdot X \end{cases}$$

$$F_x \cos \alpha = k + \mu mg X - \mu F \sin \alpha \cdot X$$

$$\mu mg X = F_x - k$$

$$F_x \cos \alpha = \cancel{k} + F_x - \cancel{k} - \mu F \sin \alpha \cdot X$$

$$X F (\cancel{\cos \alpha} - \cancel{1} + \mu \sin \alpha) = 0$$

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

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

$$F_x = k + \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot mg X$$

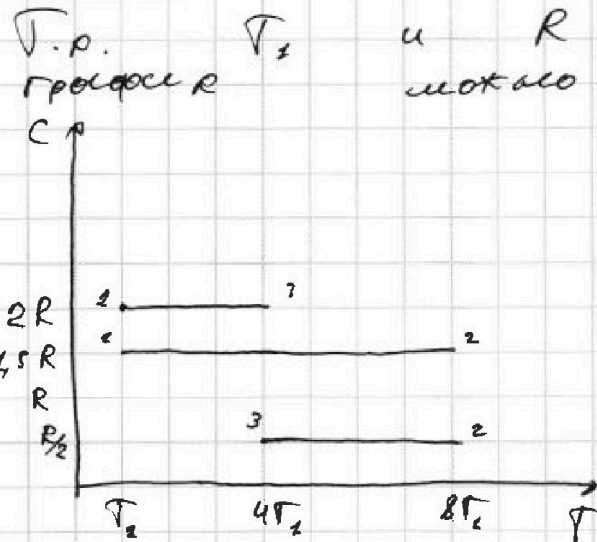
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 непустима!



Внешн $Q_{31} = -A_{31}$ газа

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

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

$$C = \frac{Q_{31}}{\Delta T}$$

$$\times \frac{831}{2493}$$

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

$$-3 \cdot 2 \nu T_1 R = -\frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_1 + A_{31}$$

$$-6 \nu R T_1 R = -\frac{9}{2} \nu R T_1 - A_{\text{внешн } 31}$$

$$6 \nu R T_1 R = \frac{9}{2} \nu R T_1 + A_{\text{внешн } 31}$$

$$A_{\text{внешн } 31} = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$A_{\text{внешн } 31} = \frac{3}{2} \cdot 200 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} \quad \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{31} = 0$$

$$Q_H = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 1,5 \nu R \cdot 7T_1 = 10,5 \nu R T_1$$

$$A = 1,5 \nu R \cdot 7T_1 - \frac{R}{2} \nu \cdot 4T_1 - 2R \nu \cdot 3T_1 = 2,5 \nu R T_1 = \frac{5}{2} \nu R T_1$$

$$\eta = \frac{2,5 \nu R T_1}{10,5 \nu R T_1} = \frac{25}{210} = \frac{5}{21}$$

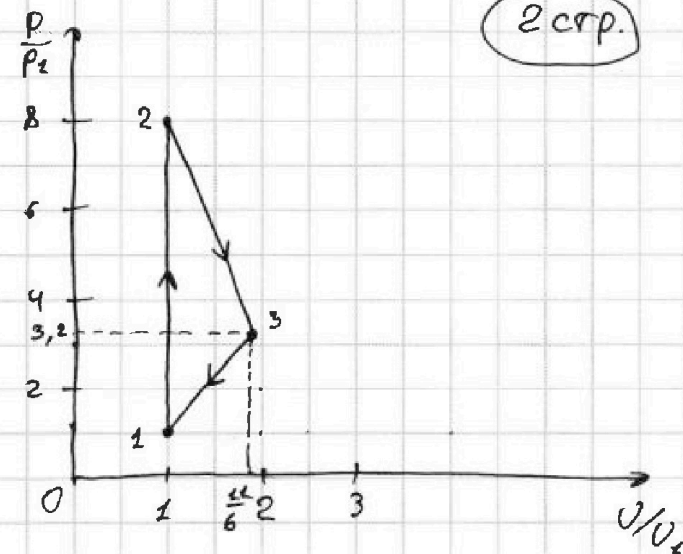
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



2 стр.

$$1-2: A = 10,5 \Delta RT_c -$$

$$- \frac{3}{2} \Delta R \cdot 7 T_c = 0$$

$\Rightarrow$ процесс
изотермический

$$pV = \Delta RT$$

$$p = \Delta T$$

$$p_c = \Delta T_c$$

$$p_2 = \Delta \cdot 8 T_c$$

2-3:

$$A = -\frac{R}{2} \Delta \cdot 4 T_c + \frac{3}{2} \Delta R \cdot 4 T_c = 4 \Delta RT_c = 4 p_c V_c = pV =$$

$$p_2 V_2 = \Delta R \cdot 8 T_c$$

$$p_2 V_3 = \Delta R \cdot 4 T_c$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$p_2 V_2 = 2 p_3 V_3$$

$$p_2 V_2 = \Delta RT_{c2}$$

$$p_3 V_3 = 4 \Delta RT_c = 4 p_c V_c$$

$$\frac{p_3}{p_c} \cdot \frac{V_3}{V_c} = 4$$

Ответ: $A_{внешн. 23} = 2453 \text{ Дж}$
 $\Delta = \frac{5}{21}$

3-1

$$A = -2R \cdot 30 T_c + \frac{3}{2} \cdot 30 T_c = -\frac{3}{2} \Delta RT_c = -\frac{3}{2} p_c V_c$$

$$\frac{8 p_c + p}{2} \cdot \Delta V = 4 p_c V_c$$

$$\frac{p_2 + p}{2} \Delta V = \frac{3}{2} p_c V_c$$

$$p = 3,2 p_c$$

$$\frac{p}{p_c} = 3,2$$

$$\Delta V = \frac{V_c}{1,2}$$

$$\frac{V}{V_c} = \frac{11}{6}$$

$$V - V_c = \frac{V_c}{1,2} \Rightarrow V = \frac{2,2 V_c}{1,2} = \frac{11 V_c}{6}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

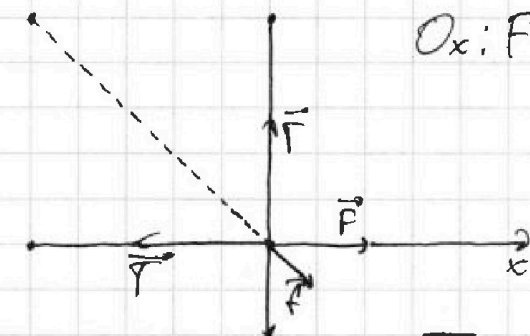
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$Ox: F + f \cos 45^\circ = T$$

$$F = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$f = \frac{kq^2}{2a^2}$$

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

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

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

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

$$K = \Delta E_{\text{pot.}} = \left(\frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a\sqrt{2}}\right) - \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{1}{2}\right) = kq^2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{2a} + \frac{1}{3a}\right)$$

$$= \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right)$$

$$= \frac{kq^2}{a} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = T \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) a$$

$$K = Ta \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

П.р. положение центра масс системы могут изменить только внешние силы, то он остаётся неизменным

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

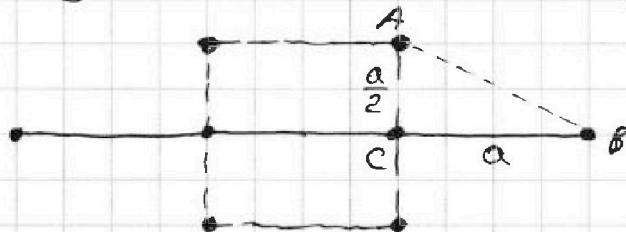
МФТИ

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

Тогда

расстояние

от начального
положения шара
магн. аз



$$\Delta ABC: \\ AB = \sqrt{\frac{a^2}{4} + a^2} = \\ = \sqrt{\frac{5}{4}a^2} = \frac{a}{2}\sqrt{5} = d$$

Ответ: $|q| = 2a \sqrt{\frac{\gamma \pi \epsilon_0}{(1 + \frac{1}{\sqrt{2}})}}$

$$K = \gamma a \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$d = \frac{\sqrt{5}}{2} a$$

10 стр

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!

$$F - F_{rp2} = ma$$

$$k = \frac{mV^2}{2}$$

$$F_{\cos\alpha} - \mu mg + F_{\sin\alpha} = F$$

$$m(\mu g + a) = F$$

$$F_{\cos\alpha} + F_{\sin\alpha} = F$$

$$\mu mgx + max = k + \mu mgx$$

$$V = \frac{2x}{t} \quad max = k$$

$$x = \frac{V^2}{2a}$$

$$x = \frac{2k}{2m(F - F_{rp2})}$$

$$F - \mu mg$$

$$a = \frac{V^2}{2x}$$

$$\sin 2\alpha = 0$$

$$F = \frac{k + \mu mgx}{x(\cos\alpha + \mu \sin\alpha)}$$

$$F = \frac{k}{x} + \mu mg$$

$$x = \frac{at^2}{2}$$

$$x = \frac{Vt}{2}$$

$$x = \frac{m \cdot 2x^2}{2} = k$$

$$V^2 = 2ax$$

$$2P_2 + 8P_1 \quad x(\mu F \sin\alpha + \mu mg \cos\alpha - \mu mg) = k(1 - \cos\alpha)$$

$$\frac{(P_2 + P)}{2} \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} x (F \sin\alpha + mg \cos\alpha - mg) = k(1 - \cos\alpha)$$

$$\frac{(P_2 + P)x}{2} \frac{F \sin\alpha + mg \cos\alpha - mg}{\sin\alpha} = k \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$\left(\frac{k}{x} + \mu mg\right) x \cos\alpha = k + \mu mgx - \mu \left(\frac{k}{x} + \mu mg\right) x \sin\alpha$$

$$k \cos\alpha + \mu mgx \cos\alpha = k + \mu mgx - \mu k \sin\alpha - \mu^2 mgs \sin\alpha x$$

$$x \mu mg (\cos\alpha - 1 + \mu \sin\alpha) = \frac{k}{x} (1 - \cos\alpha) - \mu k \sin\alpha - \mu^2 mgs \sin\alpha x$$

$$max = k \quad (F - \mu mg)x = k \quad F \cos\alpha - \mu mg - F \sin\alpha + ma$$

$$F_{rp} \cos\alpha + ma \cos\alpha = \mu mg - \mu F \sin\alpha + ma$$

$$24P_2 + 3P = 8P_2 + 8P$$

$$26P_2 = 5P$$

$$P = \frac{26}{5}P_2 = 3,2P_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

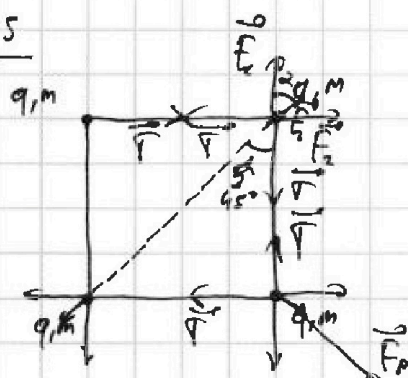
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

#5



$$1) F_1 = \frac{kq^2}{a^2} \quad F_2 = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$F_3 = \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$T = F_1 + F_3 \cos \alpha$$

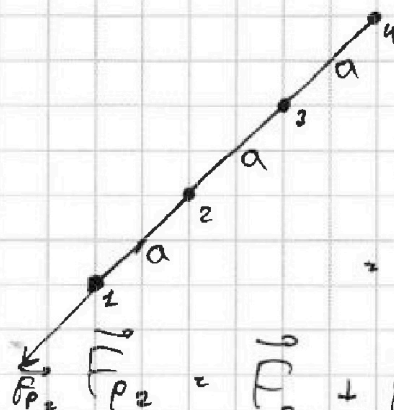
$$T = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2 \cdot \sqrt{2}}{4a^2}$$

$$= \frac{kq^2}{a^2} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \right)$$

$$q^2 = \frac{T a^2 \cdot 4}{k(4 + \sqrt{2})}$$

$$|q| = \sqrt{\frac{T a^2 \cdot 4}{k(4 + \sqrt{2})}} = 2a \sqrt{\frac{T}{k(4 + \sqrt{2})}}$$

2)



$$\Delta E = E_2 - K = E_{F_{P1}} - E_{F_{P2}}$$

$$F_{P1} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 + \vec{F}_6$$

$$F_{P1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} + F_3 = \sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} = \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2} \right) \frac{kq^2}{a^2} = \sqrt{2} T$$

$$F_{P2} = \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

$$F_{P2} = F_2 + F_3 + F_4$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

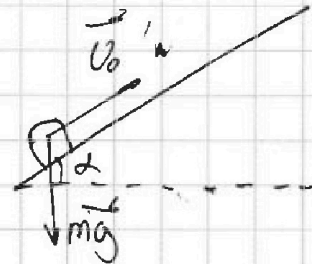
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

#2

$$\vec{V}_c = \vec{V}_0 + \vec{U}$$

$$\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_0 - \vec{U}$$

$$V_z = V_{\text{отн}} \sin \alpha - a_1$$



2) В системе отсчёта ленты:

$$V_{\text{отн}} = \frac{a_1 T_1}{n}$$

$$V = a_1 T_1$$

3) Рассмотрим, как независимые системы

$$T_2 = \frac{V_{\text{отн}}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$T_2 = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с}$$

$$T_1 = \frac{6-1}{10} = 0,5 \text{ с}$$

$$3) -U = V_{\text{отн}} + -a_1 t_1 + a_2 t_2$$

$$U = a_2 t_2$$

$$a_1 t_2 = \frac{U}{a_2}$$

$$t_1 = \frac{t}{2} = 0,5 \text{ с}$$

$$T = t_1 + t_2$$

γ

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!

Дано:

CA

Решение:

$$V_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$V_0 = 6 \text{ м/с}$$

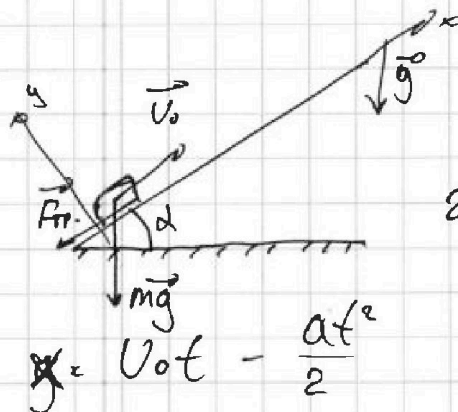
$$\mu = 0,5$$

$$T = 1 \text{ с.}$$

$$S = ?$$

$$1) \text{ Круга}$$

$$V = 0$$



$$1) F_{fr} + mg \sin \alpha = ma_1$$

$$2) mg \sin \alpha - F_{fr} = ma_2$$

$$F_{fr} = \mu N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma_1$$

$$a_1 = (\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha) = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$V = V_0 - a_1 t_1$$

$$V_0 = a_1 t_1$$

$$V_0 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t$$

$$t_1 = \frac{V_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$t_1 = \frac{6}{10(0,6 + \frac{0,5 \cdot 9,8}{2})} = 0,6 \text{ с.} < T \Rightarrow \text{поиск}$$

обратно

$$t_2 = T - t_1$$

$$t_2 = 1 - 0,6 = 0,4$$

$$x_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$x_2 = \frac{2 \cdot 0,16}{2}$$

$$= 0,16 \text{ м.}$$

$$x_1 = 0,6 \cdot 6 - \frac{0,86 \cdot 10}{2} = 1,8 \text{ м.}$$

$$2) ma_2 = -\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_2 = 10(0,6 - \frac{0,5 \cdot 9,8}{2}) = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1,96