

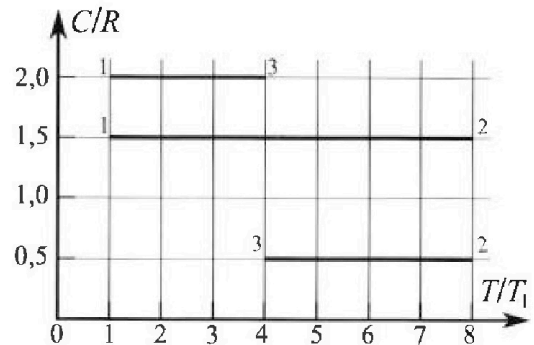
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



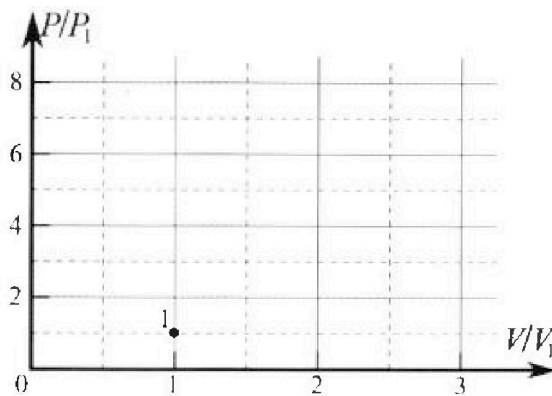
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

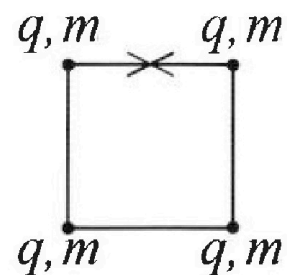
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.

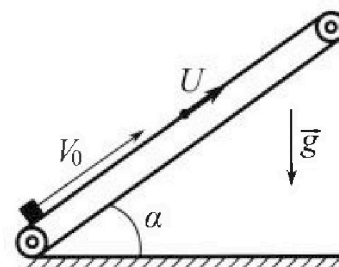
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

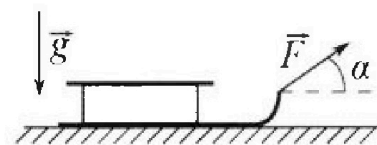
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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
<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!

#1

Дано: α

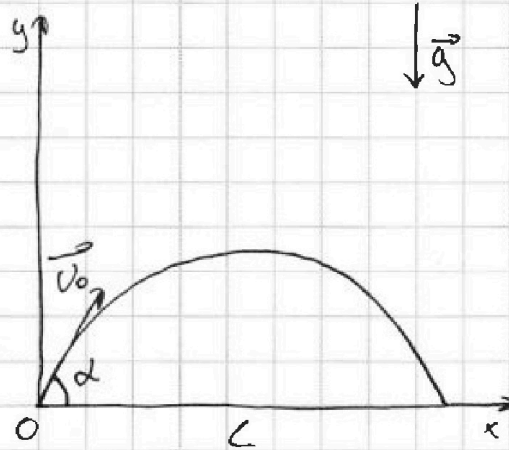
Решение:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$V_0 = ?$$



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

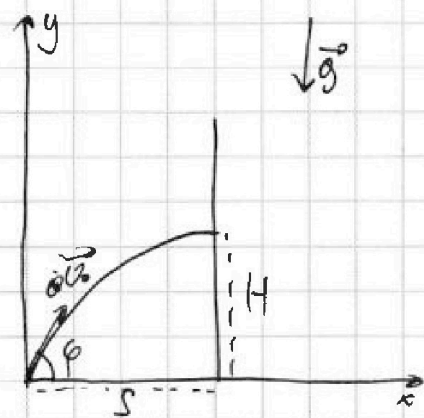
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\frac{mU_0^2 \sin^2 \varphi}{2} = \frac{mU^2 \sin^2 \varphi}{2} + mgh_{1/2}$$

$$U_0^2 \sin^2 \varphi = U^2 \sin^2 \varphi + 2gH$$

$$(U_0^2 - U^2) \sin^2 \varphi = 2gH$$

Иск. из усл. сказано, что $U = 0$

$$H = \frac{U_0^2 \sin^2 \varphi}{2g} = \frac{(U_0^2 - U^2) \sin^2 \varphi}{2g}$$

$$S = U_0 \cos \varphi t$$

Наибольшая проекция скорости будет, когда $v_y = 0$

$$H = \frac{U_0^2 \sin^2 \varphi}{2g} \quad \cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{2gH}{U_0^2}}$$

$$\sin^2 \varphi = \frac{2gH}{U_0^2} \quad = \sqrt{\frac{U_0^2 - 2gH}{U_0^2}}$$

$$S = \sqrt{\frac{U_0^2 - 2gH}{U_0^2}} \cdot U_0 t$$

$$S = \sqrt{\frac{2gH}{U_0^2}} \cdot U_0 \sqrt{\frac{U_0^2 - 2gH}{U_0^2}} = \frac{2gH}{g}$$

$$H = U_0 t \sin \varphi - \frac{gt^2}{2}$$

$$U_0 \sin \varphi = gt$$

$$t = \frac{U_0 \sin \varphi}{g}$$

$$v_y = U_0 \sin \varphi - gt \quad \text{Ответ: } U_0 \approx 14,1 \text{ м/с}$$

$$S = \frac{\sqrt{2gH(U_0^2 - 2gH)}}{g}$$

$$S = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,6 \cdot (200 - 2 \cdot 10 \cdot 3,6)}}{10} = \frac{\sqrt{72 \cdot 128}}{10} = \frac{9 \cdot 6 \sqrt{2 \cdot 27}}{10} = \frac{6 \cdot 16}{10} = 9,6 \text{ м}$$



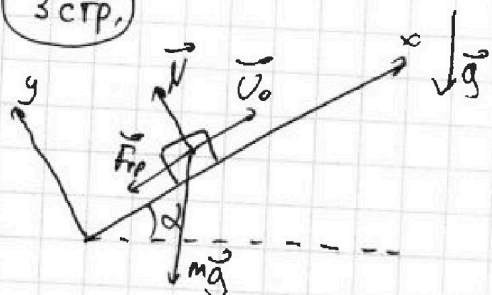
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МОТИ

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

3 стр.



Когда коробка поднимается

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

Когда коробка спускается:

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

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

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

$$v = v_0 - a_1 t_1$$

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

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

$$a_2 = 10 \left(0,6 - \frac{0,4}{2} \right) = \frac{24}{c^2}$$

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

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

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

$$s = x_1 + x_2$$

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

$$s = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м.}$$

Перейдём в систему отсчёта, связанную с лентой, тогда

$$v_{огн} = v_0 - u$$

$$v_{огн} = v_{огн} - a_1 T_2$$

$$v_{огн} = a_1 T_2$$

$$T_2 = \frac{6-1}{10} = 0,5 \text{ с.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$x_2' = v_{огн} T_c - \frac{a_2 T_c^2}{2}$$

центр

$$x_2' = 2,5 - \frac{10 \cdot 0,25^2}{2} = 1,25 \text{ м.}, \text{ Координата,}$$

где $v_{огн} = u$, затем $v_{огн}' = u - v$
 $v_{коробки} = u$
 $v_{огн} = 0$

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

МФТИ

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

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

8 сгрр

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

$$\frac{mU^2}{2} = k = -A \mu g$$

$$k = \mu N s = \mu mg s$$

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

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:

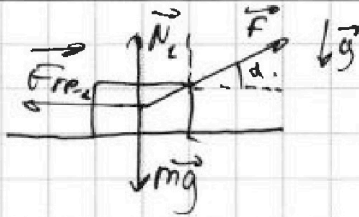
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

3.

1)



7 спп

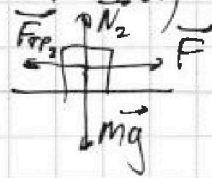
$$N_1 = mg - F \sin \alpha \quad F_{тр1} = \mu N_1$$

$$A_F = k - A_{F_{тр1}}$$

$$F \cos \alpha \cdot x = k + F_{тр1} x$$

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

2) $N_2 = mg$



$$F x = k + \mu x mg$$

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

$$\mu mg x = F x - k$$

$$F x \cos \alpha = k + F x - k - \mu F \sin \alpha \cdot x$$

$$x F (\cos \alpha - 1 + \mu \sin \alpha) = 0$$

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

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

$$F x = k + \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot mg x$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

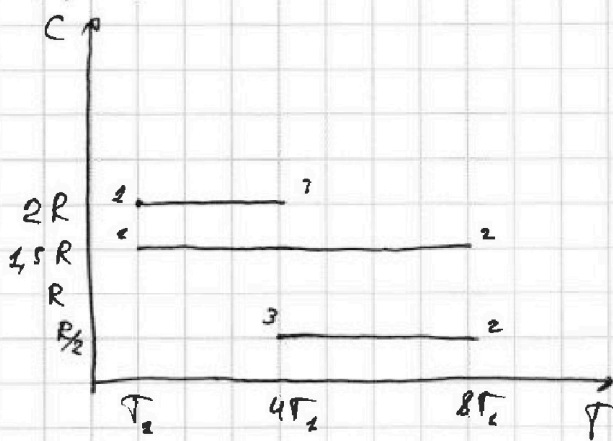
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Т.р.
график P



и $R = const$, то
можно представить:

1 сгр.

Внешн $Q_{31} = -A_{31}$ газа

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

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

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

$$\times \frac{831}{3} = \frac{2493}{}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{5}{2} \nu R T_1$$

$$J = \frac{2,5 \nu R T_1}{10,5 \nu R T_1} = \frac{25}{105} = \frac{5}{21}$$

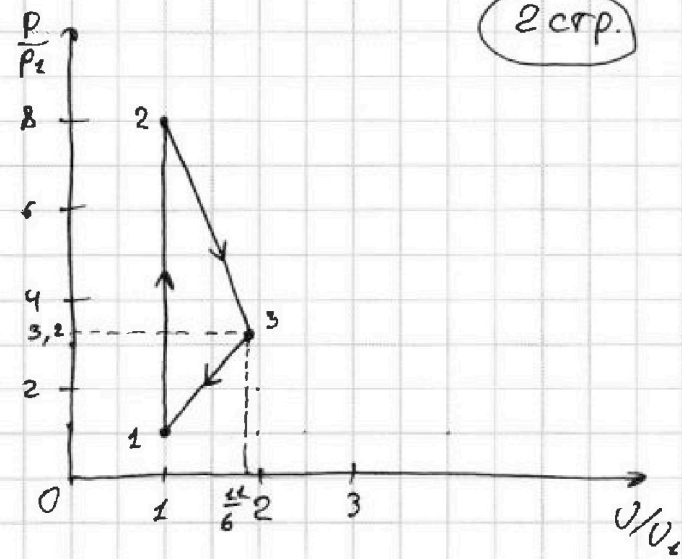
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1-2: $A = 10,5 \Delta RT_c -$
 $- \frac{3}{2} \Delta R \cdot T_c = 0$

\Rightarrow процесс изохорный

$pV = \Delta RT$
 $p = \Delta T$
 $p_1 = \Delta T_c$
 $p_2 = \Delta \cdot 8 T_c$

2-3:

$A = -\frac{R}{Z_c} \int_2^3 V^2 dT_c + \frac{3}{Z_c} \Delta R \cdot 4 T_c = 4 \Delta RT_c = 4 p_c V_c = pV =$

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

$p_2 V_2 = 2 p_3 V_3$

$p_0 V_3 = \Delta R \cdot 4 T_c$

$p_c V_c = \Delta RT_{c2}$

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

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

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

Ответ: $A_{внешн} = 2453 \text{ Дж}$
 $D = \frac{5}{2L}$

3-1

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

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

$p = 3,2 p_c$

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

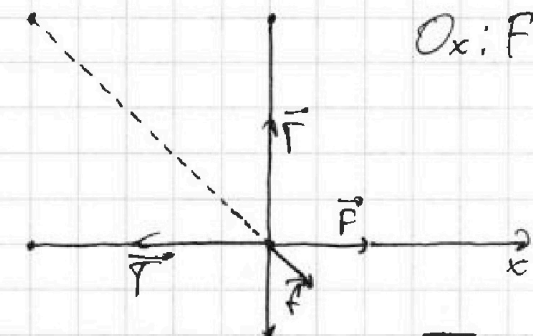
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



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

$g_{стр}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:



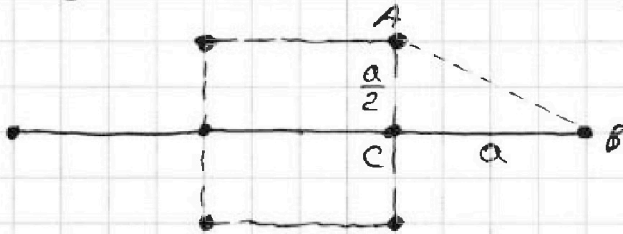
МФТИ

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
к центру
 ΔABC :



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

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

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

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

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!



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

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

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

$$x = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$V t_1 = V t_2$$

$$F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha = m(u g + a)$$

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

$$F - \mu mg = m a$$

$$m(u g + a) = F$$

$$2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0$$

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

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

$$\sin 2\alpha = 0$$

$$a_2 = a_1 \cdot a$$

$$\mu mg x + m a x = k + \mu mg x$$

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

M

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

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

$$k + \mu mg x = \frac{mV^2}{2} = k$$

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

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

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

$$\frac{(P_1 + P_2)}{2} \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} x (F \sin \alpha + mg \cos \alpha - mg) = k (1 - \cos \alpha)$$

$$\frac{(P_1 + P_2) x}{2} \frac{F \sin \alpha + mg \cos \alpha - mg}{k \sin \alpha} = \frac{(P_1 + P_2) \Delta V = 4P_1 V_1 - 2P_2 V_2}{k \sin \alpha} \cdot \frac{15}{7}$$

$$\frac{(P_1 + P_2) x}{2} \frac{F \sin \alpha + mg \cos \alpha - mg}{3P_1 V_2} = \frac{k \sin \alpha + 105}{x}$$

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

$$\frac{P_2 + 8P_1}{2} \cdot 3V_2 \quad (2P_1 + P_2) \Delta V = 2P_1 V_2$$

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

$$\Delta V (P_1 + 3,2P_2) = 2P_1 P_2 + P_1 \sin \alpha \cdot \Delta V = \frac{3V_2}{4} \cdot \frac{15}{7}$$

$$x \mu mg (\cos \alpha - 1 + \mu \sin \alpha) = F_{rp2} + ma$$

$$\mu a x = k \quad F \cos \alpha - \mu mg - F \sin \alpha + ma$$

$$F_{rp2} \cos \alpha + ma \cos \alpha = \mu mg - \mu F \sin \alpha + ma$$

$$24P_2 + 3P_1 = 8P_2 + 8P_1 \quad 16P_2 = 5P_1 \quad P_1 = \frac{16}{5} P_2 = 3,2 P_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

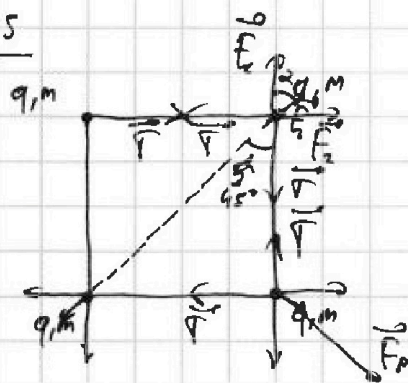
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



$$1) F_2 = \frac{kq^2}{a^2} \quad F_3 = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$F_1 = \frac{kq^2}{2a^2}$$

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

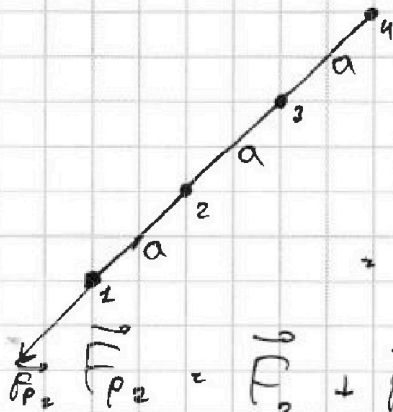
$$F = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2 \cdot \sqrt{2}}{4a^2}$$

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

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

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

2)



$$\Delta E = E_2 - K = E_{F_{p1}} - E_{F_{p2}}$$

$$F_{p1} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5$$

$$F_{p1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} + F_3 + F_4 = \sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} = \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2} \right) \frac{kq^2}{a^2} - \sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2}$$

$$F_{p2} = F_2 + F_3 + F_4$$

$$F_{p2} = F_2 + F_3 + F_4$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

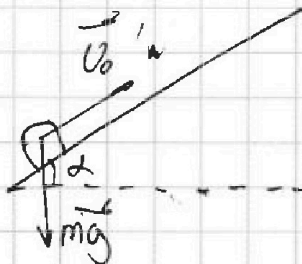
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

#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:

$$V_{\text{отн}} = \frac{a_1 t_1}{\mu}$$

3) Рассмотрим как независимые системы

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

$$t_1 = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с}$$

$$t_2 = \frac{6-1}{10} = 0,5 \text{ с}$$

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

$$U = a_2 t_2$$

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

$$t_2 = \frac{t}{2} = 0,5 \text{ с}$$

$$T = t_1 + t_2 =$$

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:

$v_0 = 6 \text{ м/с}$

$\mu = 0,5$

$\sin \alpha = 0,6$

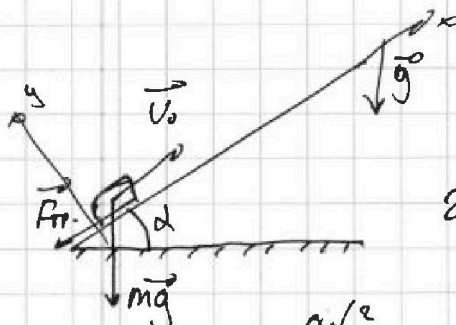
$v_0 = 6 \text{ м/с}$

$\mu = 0,5$

$T = 1 \text{ с.}$

$S = ?$

1) $t_{\text{возв}} \quad v = 0$



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

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

$F_{\text{тр}} = \mu N$

$N = mg \cos \alpha$

$x = v_0 t - \frac{at^2}{2}$

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

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

$v = v_0 - a_1 t_1$

$v_0 = a_1 t_1$

$v_0 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t$

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

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

$x_1 = 0,6 \cdot 6 - \frac{0,18 \cdot 10}{2} = 1,8 \text{ м.}$

$t_2 = T - t_1$

$t_2 = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ с.}$

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

$x_2 = \frac{2 \cdot 0,18}{2}$

$= 0,18 \text{ м.}$

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

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

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

$= 0,18 \text{ м.}$