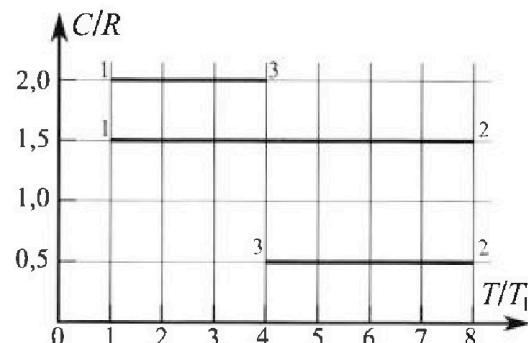


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

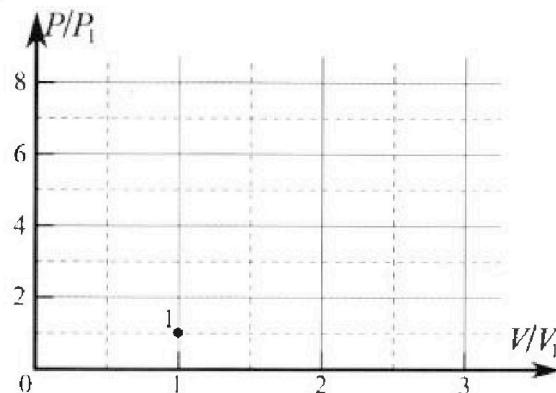
Вариант 10-02

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).

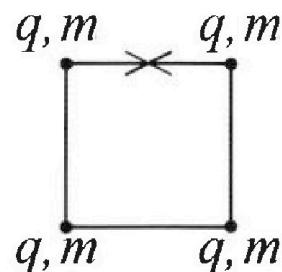


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



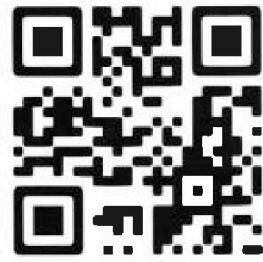
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 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.

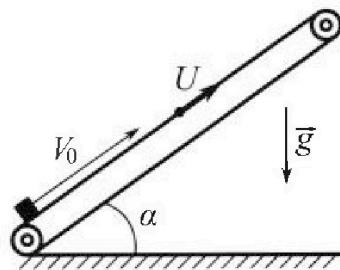
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $V_0 = 6 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1 \text{ с}$?

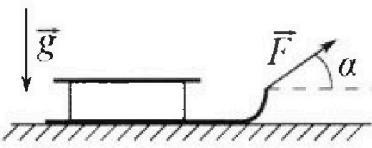
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6 \text{ м/с}$ (см. рис.).

2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна

$$U = 1 \text{ м/с}?$$

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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"/> |

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:

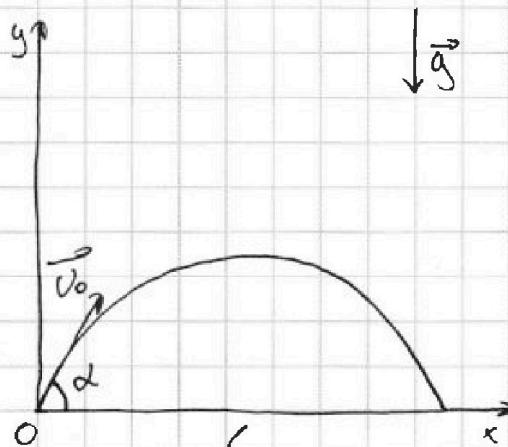
$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$V_0 = ?$$

Сд
Решение:



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

$$O_x: x = V_0 x t = V_0 \cos \alpha t = L$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$V_0 = \sqrt{10 \cdot 20} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

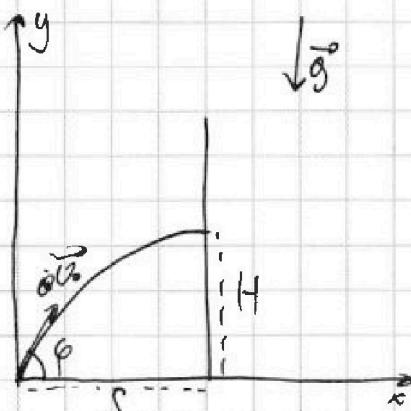
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!



$$\frac{m V_0^2 \sin^2 \theta}{2} + \frac{m V_0^2 \sin^2 \phi}{2} + m g H$$

6 срп

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

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

Д/к. из усл. сказано, что

задача

$$H = \frac{V_{0y}^2 - V_y^2}{2g} = \frac{(V_0^2 - V^2) \sin^2 \theta}{2g}$$

$$S = V_0 \cos \theta t$$

Наибольшая проекция вектора скорости на ось y

$$V_y = 0$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \quad \cos \theta = \sqrt{1 - \frac{2gH}{V_0^2}}$$

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

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

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

$$V_0 \sin \theta = gt$$

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

$$S = \frac{\sqrt{2 \cdot 20 \cdot 3,6} (200 - \frac{\sqrt{2 \cdot 20 \cdot 3,6}}{2})}{20} = \frac{\sqrt{72 \cdot 228}}{20} \cdot 9 \frac{6 \sqrt{2 \cdot 27}}{20} = \frac{6 \cdot 16}{20} \cdot 9,6 \text{ м}$$

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

$$V_y = V_{0y} - gt \quad \text{Однр. } V_0 = 19,1 \text{ м/с}$$

$$S = 9,6 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

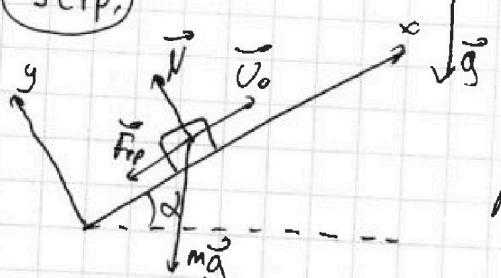
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

3 сгр.



Korga городка поднимается
 $F_{Fr} + mgsin\alpha = ma_1$

Korga спускается:
 $mgsin\alpha - F_{Fr} = ma_2$

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

$$N = mgcos\alpha$$

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

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

$$\mu mgcos\alpha + mgsin\alpha = ma_1$$

$$a_1 = g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha) \quad a_1 = 10 \left(0,6 + \frac{0,4}{0,8} \right).$$

$$V = V_0 - a_1 t_1$$

$$= 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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

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

$$t_2 = \frac{6}{10(0,6 + \frac{0,4}{0,8})} = 0,6 \text{ s} < T, \quad \text{значит}$$

$$a_2 = 10(0,6 - \frac{0,4}{0,8}) = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t_2 = T - t_1 \quad t_2 = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ s.}$$

городка погиб

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

$$S = x_1 + x_2$$

$$x_2 = V_0 t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$S = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ m.}$$

Перейдём в
связанные

с саседией от скрёта,
а лентой, города

$$V_{\text{гор}} = V_0 - a_1 t_1$$

$$V_{\text{гор}} = V_{\text{гор}} - a_1 T_1$$

$$V_{\text{гор}} = a_1 T_1$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

$$x_1' = V_{\text{огн}} T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} \quad t, 25$$

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

где $V_{\text{огн}} = U$, , затем $V_{\text{огн}}' = U - V$
 $V_{\text{огн}} = 0$

U - скорость городки

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

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

$$x = x_1' + x_2' = 2 \quad \begin{matrix} \text{составлено} \\ \text{связью} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{составлено} \\ \text{с землей} \end{matrix}$$

$$x = 1,25 + 0,25 = 1,5 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } x = 1,96 \text{ м}$$

$$T_1 = 0,5 \text{ с}$$

$$x = 1,5 \text{ м.}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

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

8 срп

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

$$\frac{mv^2}{r} = F = -\dot{A}_{rp}$$

$$F = \mu N S = \mu emg S$$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

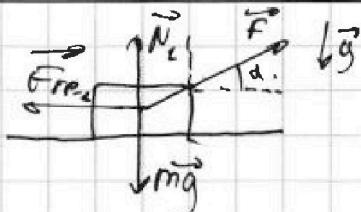
ЛМФТИ



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

3.

1)



F opp

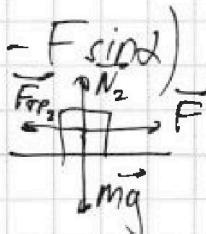
$$N_1 = mg - F \sin \alpha \quad F_{fric} = \mu N_1$$

$$A_F = k - A_{fric}$$

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

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

$$2) N_2 = mg$$



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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

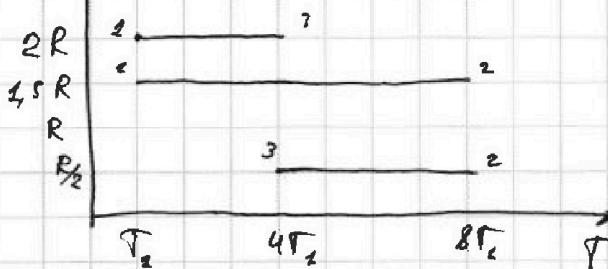
МФТИ



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

Г.р. T_2 и $R = \text{const}$, то
процесс \rightarrow шоково представится:

С р



Абнеш $A_{31} = -A_{31}$ град

$$U = \frac{3}{2} \partial R T + \frac{1}{2} C S^2$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = C = \frac{Q_{31}}{\partial \Delta T}$$

$$\times \frac{832}{3} \frac{3}{2493}$$

$$C = \frac{\Delta U_{31} + A_{31}}{\partial \Delta T} = -\frac{\frac{3}{2} \partial R \cdot 3T_2 + A_{31}}{-\partial \cdot 3T_2} = 2R$$

$$-3 \cdot 2 \partial T_2 R = -\frac{3}{2} \partial R \cdot 3T_2 + A_{31}$$

$$-6 \partial R T_2 R = -\frac{9}{2} \partial R T_2 - A_{\text{внешн} 31}$$

$$6 \partial R T_2 R + \frac{9}{2} \partial R T_2 + A_{\text{внешн} 31}$$

$$A_{\text{внешн} 31} = \frac{3}{2} \partial R T_2$$

$$A_{\text{внешн} 31} = \frac{3}{2} \cdot 200 \cdot 8,32 = 2493 \text{ Дж}$$

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

$$Q_u = Q_{12} + \Delta U_{12} + A_{12} = 1,5R \partial \cdot 4T_2 = 10,5 \partial R T_2$$

$$A = 1,5R \partial \cdot 4T_2 - \frac{R}{2} \partial \cdot 4T_2 - 2R \partial \cdot 3T_2 = 2,5 \partial R T_2 =$$

$$= \frac{5}{2} \partial R T_2$$

$$J = \frac{2,5 \partial R T_2}{10,5 \partial R T_2} = \frac{25}{105} = \frac{5}{21}$$

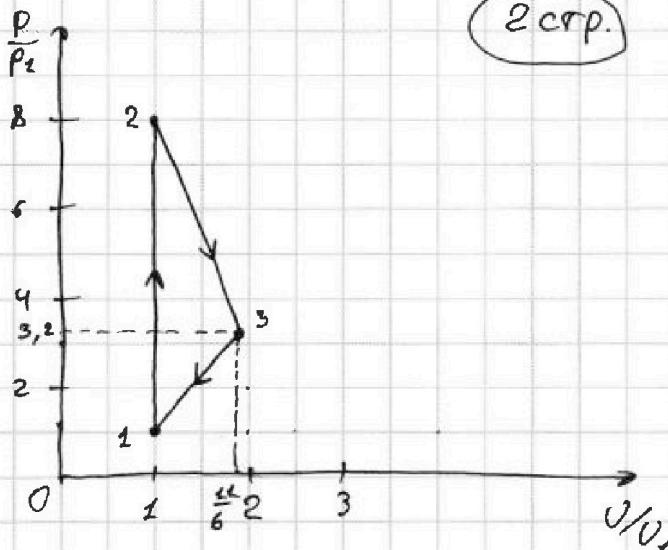
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



2 сгр.

$$1-2: A = 10,5 \partial R T_e - \frac{3}{2} \partial R \cdot \frac{1}{2} T_e = 0$$

* \Rightarrow процесс изохорический

$$PV = \partial RT$$

$$P = \lambda T$$

$$P_e = \lambda T_e$$

$$P_2 = \lambda \cdot 8T_e$$

2-3:

$$A = -\frac{R}{2} \partial \cdot \frac{1}{2} T_e + \frac{3}{2} \partial R \cdot \frac{1}{2} T_e = 4 \partial R T_e = 4 P_e V_e = PV =$$

$$P_2 V_2 = \partial R \cdot 8T_e$$

$$P_2 V_2 = 2 P_3 V_3$$

$$P_0 V_3 = \partial R \cdot 4T_e$$

$$P_2 V_2 = \partial R T_{e_2}$$

$$\frac{P_3 V_3}{P_2 V_2} = \frac{1}{2} : \frac{1}{2}$$

$$\frac{P_3}{P_2} \cdot \frac{V_3}{V_2} = 4$$

$$\text{Ortner: } A_{\text{внешн}} = 2493 \text{ Aж}$$

$$\lambda = \frac{5}{24}$$

3-1

$$A = -2R \cdot 3 \partial T_e + \frac{3}{2} \cdot 3 \partial T_e = -\frac{3}{2} \partial R T_e = -\frac{3}{2} P_e V_e$$

$$\frac{8P_e + P}{2} \cdot \Delta V = 4P_e V_e \quad P = 3,2 P_e$$

$$\frac{P_2 + P}{2} \Delta V = \frac{3}{2} P_e V_e$$

$$\frac{P}{P_e} = 3,2$$

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

$$V - V_e = \frac{V_e}{11/6} \quad V = V_e \cdot \frac{272}{372} = \frac{11V_e}{6}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

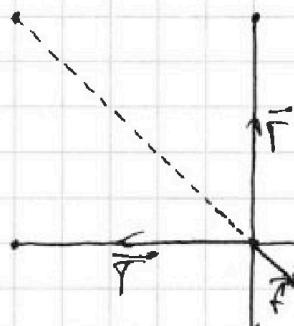
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!



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

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

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

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

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

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

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

$$K = \Delta E_{\text{nor.}} = \left(\frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a\sqrt{2}}\right) - \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{1}{2}\right) - kq^2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{2a} + \frac{1}{3a}\right)$$

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

$$= \frac{kq^2}{a} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{T}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) a$$

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

Г.Р. положение центра масс системы может изменяться в зависимости от сдвигов, то оно ограничено неизменяемым



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

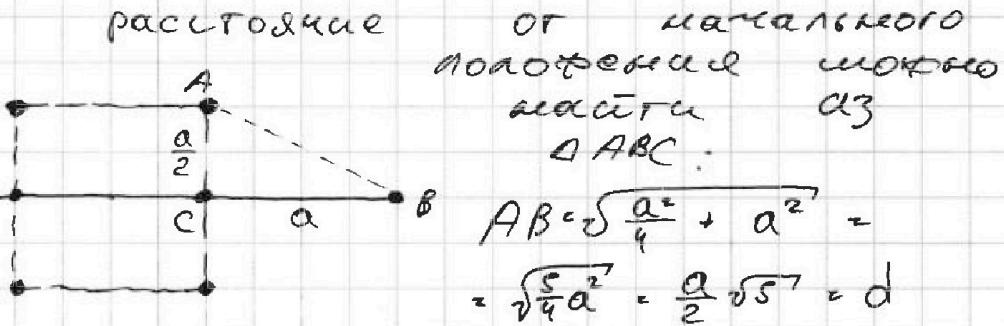
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Тогда



Orber: $|q| = 2a \sqrt{\frac{T\pi G_0}{(z + \frac{c}{2d})}}$

$$k = T a \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{82} \right)$$

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

10 cрп

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

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

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

$$F_{CoSL} - \mu mg + F_{SiND} = \frac{2k\alpha t}{2m(F - F_{FrP})} = \frac{K}{F - \mu mg} \frac{\alpha t^2}{t_1 t_2} = \frac{V^2}{2\sin\alpha \cos\alpha} = \frac{V^2}{2x} \quad \begin{aligned} & \text{If } \alpha = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha \\ & m(\mu g + a) = F - \mu mg \\ & F_{CoSL} + F_{SiND} = k \\ & \mu mg x + max = k + \mu mg x \end{aligned}$$

M

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

After:

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

$$F_{CoSL} - \mu mg x = \frac{\alpha t^2}{2} + \frac{V^2}{2} \frac{m \cdot 2x^2}{x^2 - 2ax} = k$$

$$\frac{2P_e + 8P_s}{x} \left(V \times (\mu F_{SiND} + \mu mg \cos\alpha - \mu mg) \right) = k(1 - \cos\alpha)$$

$$\frac{(P_e + P)}{2} \frac{\sin\alpha}{AV = \frac{3}{2} P_e V_e} \frac{x}{k \sin\alpha} \left(F_{SiND} + \mu mg \cos\alpha - mg \right) = k \left(\frac{1 - \cos\alpha}{2} \right)$$

$$\frac{(P_e + P)}{2} \frac{X}{AV = \frac{3}{2} P_e V_e} \frac{F_{SiND} + mg \cos\alpha - mg}{k \sin\alpha} = \frac{X}{\frac{k}{x} \sin\alpha + \frac{10s}{x}}$$

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

$$\frac{P_e + 8P_s}{2} \left(\frac{3}{2} V_e \right) \frac{X}{(P_e + 3,2P_s) \frac{2P_e P_s + P}{P_e + P} \sin\alpha} = \frac{X}{(P_e + P) AV = 8P_e V_e}$$

$$K_{CoSL} - \mu mg x \cos\alpha = k + \mu mg x - \mu K \frac{\sin\alpha}{AV = \frac{2}{2} P_e} - \mu^2 mg \sin\alpha x$$

$$X \mu mg (\cos\alpha - 1 + \mu \sin\alpha) = \frac{P_e + P}{2} \cdot F_{FrP} + Ma$$

$$max = k \quad (F - \mu mg) x = k \quad F_{CoSL} - \mu(mg - F_{SiND}) + ma$$

$$\frac{F_{CoSL} + ma \cos\alpha}{24P_e + 3P_s} = \frac{\mu mg}{26P_e + 5P_s} - \frac{\mu F_{SiND} + ma}{P_e + \frac{66P_s}{26P_e}} = 3,2P_e$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

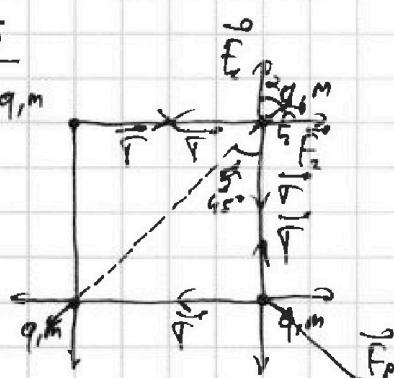
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

#5



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

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

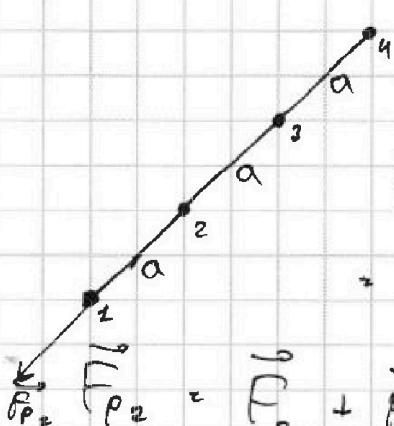
$$T = F_1 + F_3 \cos 45^\circ$$

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

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

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

2)



$$\Delta E \cdot E_0 \cdot K = E_{F_{P_1}} - E_{F_{P_2}}$$

$$F_{P_1} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}_c + \vec{T}_4$$

$$F_{P_1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} + F_3 = \sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} T$$

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

$$F_{P_2} = \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

$$F_{P_2} = F_2 + F_3 + F_4$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

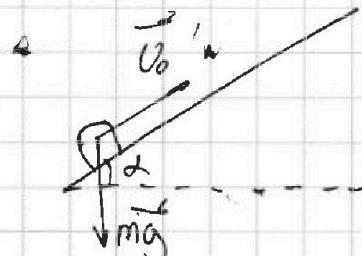
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

#2

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

$$\vec{V}_{\text{орт}} = \vec{V}_o - \vec{U}$$

$$V_{\text{орт}} = V_z = V_{\text{орт}} t_k - a_z$$



2) В движение отстёга лестница

$$V_{\text{орт}} = a_z t_1. \quad V = a_z t_1 \quad 3) \text{Рассмотрим, как издавна}$$

$$T_1 = \frac{V_{\text{орт}}}{g(\sin \alpha + \cos \alpha)} \quad T_1 = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с}$$

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

$$3) -U \cdot V_{\text{орт}} + -a_z t_1 + a_z t_2$$

$$+ U = a_z t_2$$

$$a_z t_2 = \frac{U}{a_z}$$

$$t_2 = \frac{U}{a_z} = 0,5 \text{ с}$$

$$T = t_1 + t_2 =$$

8

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:

СА

Решение:

$$U_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 0,5$$

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

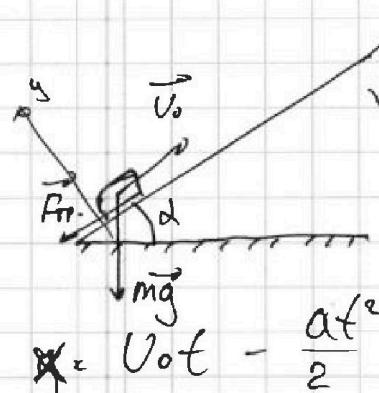
$$U_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 0,5$$

$$T = 1 \text{ с.}$$

$$S = ?$$

1) Когда $U = 0$



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

$$2) mg \sin \alpha - F_f = ma_2$$

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

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$= \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$U = U_0 - a_1 t_1$$

$$U_0 = a_1 t_1$$

$$U_0 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t_1$$

$$t_1 = \frac{U_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$t_1 = \frac{6}{g(0,6 + \frac{0,8 \cdot 0,4}{0,8})} = 0,6 \text{ с.} \leftarrow T = \rightarrow \text{недалеко}$$

$$x_1 = 0,6 \cdot 6 - \frac{0,36 \cdot 10}{2} = 1,8 \text{ м.}$$

$$t_2 = T - t_1$$

$$t_2 = 0,6 - 0,6 = 0$$

2) $\mu a_2 = \mu \mu g \cos \alpha + \mu g \sin \alpha$

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

$$a_2 = 10(0,6 - \frac{0,8 \cdot 0,4}{0,8}) = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

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

$$= 0,16 \text{ м.} \leftarrow 1,36$$