

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

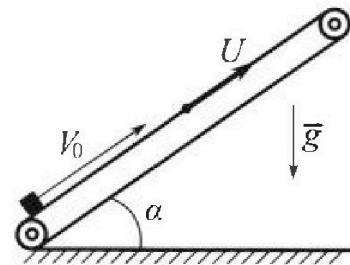


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
 - Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - Теннисист посыпает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?
Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

- Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



- За какое время T после старта коробка пройдет в *первом опыте* путь $S = 1 \text{ м}$?

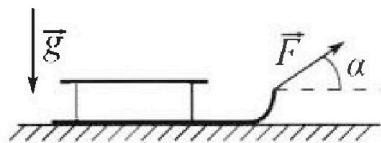
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

- На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во *втором опыте* будет равна $U = 2 \text{ м/с}$?
- На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во *втором опыте* станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

- Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

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 скорости V_0 действие внешней силы прекращается.



- Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

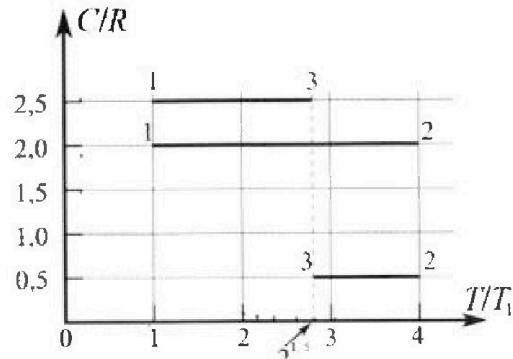
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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

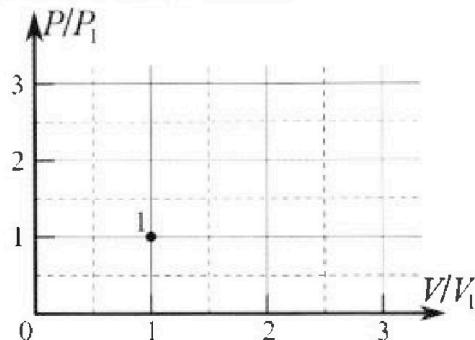
Вариант 10-01

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 R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

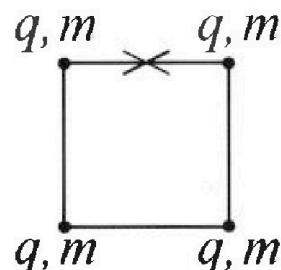


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

- 1) Найдите силу T натяжения нитей. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите скорость V 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)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

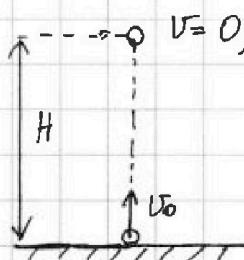
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

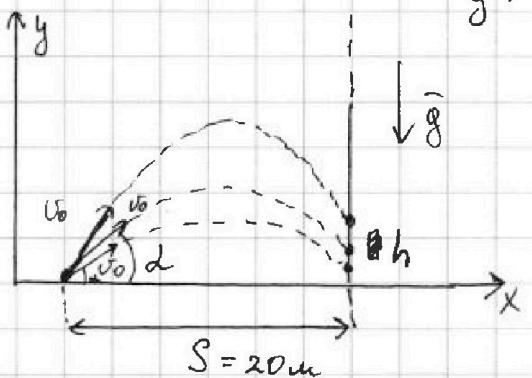


$$V = 0, T = 2 \text{ с} \quad 1) V = 0 \Rightarrow H - \text{максимальная высота}$$

$$V = V_0 - gt$$

$$0 = V_0 - gT$$

$$gT = V_0 \Rightarrow V_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}, 2 \text{ с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$2) V_x = V_0 \cos \alpha = \text{const}$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt$$

$$\begin{cases} S = V_0 \cos \alpha \cdot t \\ h = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

максимум
времени
спускания со
стенкой

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

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

$$h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1$$

$$h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \tan^2 \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = 5 \text{ м}$$

$-5 \tan^2 \alpha + 20 \tan \alpha - 5 = h$ - максимальное, зависимость от $\tan \alpha$
трапециевидная, уравнение - парабола с ветвями вниз, тогда
макс. значение в вершине

$$\tan \alpha = \frac{-20}{2 \cdot (-5)} = 2$$

$$h = -5 \cdot 4 + 20 \cdot 2 - 5 = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $h = 15 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

Дано:

$$v_0 = 4 \frac{m}{s}$$

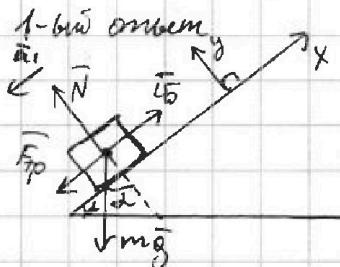
$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$1) T(s=0) - ?$$

$$2) L(\theta = 2\pi/3) - ?$$

$$3) H - ?$$



на 2-й з-к динамика:

$$\bar{N} + \bar{mg} + \bar{F}_{fp} = m\bar{a},$$

$$\text{на } OX: F_{fp} + m g \sin \alpha = m a,$$

$$\text{на } Oy: N - m g \cos \alpha = 0$$

$$N = m g \cos \alpha$$

$$F_{fp} = \mu N \quad (\text{3-й закон - динамика})$$

$$F_{fp} = \mu m g \cos \alpha$$

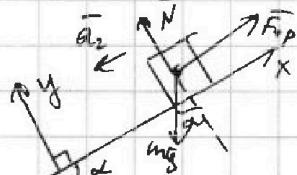
$$ma_1 = \mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha \quad | : m \quad \cos \alpha = 0,8 \quad (\text{из осн. тригонометрии})$$

$$a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$S = v_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} \quad \text{- найден математич.}$$

$$t_0 = \frac{-v_0}{2 \cdot (-a_1)} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с, тогда } S_0 = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 0,8 \text{ м}$$

через $t_0 = 0,4$ с можно остановиться, пройдя $S_0 = 0,8$ м



$F_{fp} < mg \sin \alpha$ - значит можно подъем вниз.
 $\leq mg \cos \alpha$

II 3-й закон:

$$\text{на } Oy: \bar{N} = m g \cos \alpha$$

$$\text{на } Ox: F_{fp} - m g \sin \alpha = -m a_2$$

$$F_{fp} = \mu m g \cos \alpha$$

$$m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha = m a_2$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 6 \frac{m}{s^2}$$

$$S - S_0 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м} \quad \text{- оставшееся прошлое из состояния покоя}$$

$$0,2 \text{ м} = \frac{a_2 t_2^2}{2} \Rightarrow 0,2 = 3 t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{1}{15}} \approx 0,26 \text{ с}$$

$$1) T = t_0 + t_2 = 0,4 \text{ с} + 0,26 \text{ с} = 0,66 \text{ с}$$

1

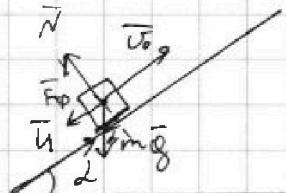
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$V_0 = 4 \frac{m}{s} - 5 \text{ отс. минут в ПСО}$$

$$V_{ACO,0} = V_0 + H = 6 \frac{m}{s} \text{ в АСО}$$

$$V_{ACO,1} = 2 \frac{m}{s}, \text{ но } V_{отс. минут} = 0 \frac{m}{s}, \text{ из отсчета}$$

№1, T=0,4с - время остановки

$$L = V_{ACO,0} \cdot T - \frac{a_1 T^2}{2} = 6 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 1,6 \text{ м}$$

6 сО минуты после остановки тела $a_2 = 6 \frac{m}{s^2}$

$$V_{ACO,2} = 0 \quad 0 = 2 - a_2 t \Rightarrow t = 0,333 \frac{1}{3} \text{ с}$$

через $t' = T + t = 0,733 \text{ с}$, тело останавливается в АСО

$$L = L_1 = 1,6 \text{ м}$$

$$L_2 = V_{ACO,2} \cdot t - \frac{a_2 t^2}{2} = 2 \cdot \frac{1}{3} - \frac{6 \cdot \frac{1}{9}}{2} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$L_0 = L_1 + L_2 = \frac{13}{5} + \frac{1}{3} = \frac{29}{15} \text{ м}$$

$$H = L_0 \sin \alpha = \frac{29 \cdot 4}{15 \cdot 5} = \frac{116}{75} \text{ м}$$

Ответ: 1) $T = 0,66 \text{ с}$ 2) $L = 1,6 \text{ м}$ 3) $H = \frac{116}{75} \text{ м}$

(2)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

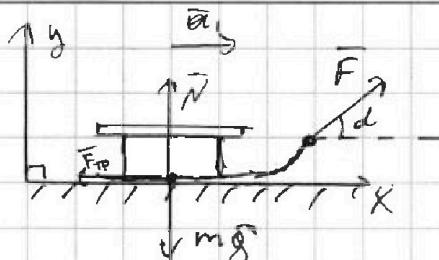
решение которой представлено на странице:

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



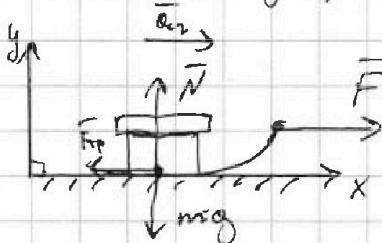
по II з-и Ньютона:

$$\text{на } y: N - mg + F \sin \alpha = 0$$

$$F_{\text{трек}} = \mu N \quad (\text{з-и трека - движущая})$$

$$\text{на } X: F \cos \alpha - F_{\text{трек}} = m a_1$$

$$F \cos \alpha - \mu N \sin \alpha = m a_1$$



по II з-и Ньютона:

$$\text{на } y: N = mg$$

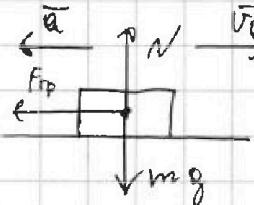
$$\text{на } X: F - \mu mg = m a_2$$

$$V_0 = V_0$$

$$a_1 t = a_2 t \Rightarrow a_1 = a_2 = a \Rightarrow m a_1 = m a_2 = m a$$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = \mu mg \quad | : F$$

$$1 = \cos \alpha + \mu \sin \alpha \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$



$m a = \mu mg$ (из II з-и Ньютона и з-и
движуща-движущегося)

$$a = \mu g = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} g$$

$V = 0$ - начальное состояние

$$0 = V_0 - a T \Rightarrow 0 = V_0 - \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} g T \Rightarrow T = \frac{V_0}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} g} = \frac{V_0}{g} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \mu = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad 2) \quad T = \frac{V_0}{g} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

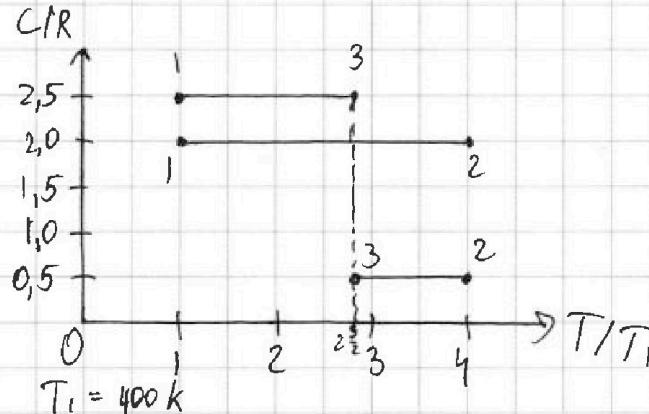
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$\frac{C}{R} = \frac{A_n}{\sqrt{\Delta T_R}} + \frac{3}{2}$$

для 1-2:

$$\frac{C}{R} = 2 \Rightarrow \frac{A_n}{\sqrt{\Delta T_R}} = 2 - \frac{3}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow A_n = \frac{\sqrt{R \Delta T_{12}}}{2} = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot (4T_1 - T_1)}{2} =$$

$$= \frac{8,31 \cdot 3 T_1}{2} = 8,31 \cdot 600 = 4986 \text{ Дж}$$

для $p = \text{const}$

$$\frac{C}{R} = \left(\frac{\pm \sqrt{p \Delta V}}{\sqrt{\Delta T}} \right) + \frac{3}{2}$$

$\sqrt{-} \approx \pm 1, m, \sqrt{p \Delta V} = \sqrt{R \Delta T}$

также $\frac{C}{R} = \frac{1}{2}$ или 2.5 для $p = \text{const}$, тогда получаем

2-3 и 3-1 - изобарные

~~$$(A_{23}) = \sqrt{R \Delta T_{23}} \quad Q_H = Q_{12} = \frac{8,31}{2} \cdot 1 \cdot \Delta T_{12} = 2 R \Delta T_{12} =$$~~

~~$$|A_{31}| = \sqrt{R \Delta T_{31}} = 2 \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 1200 = 19944 \text{ Дж}$$~~

$$Q_X = Q_{23} + Q_{31} = \frac{1}{2} R \Delta T_{23} + 2 \frac{1}{2} R \Delta T_{31} = R \sqrt{\left(\frac{1}{2} (4T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1) \right)}$$

$$+ 2 \frac{1}{2} (2^{\frac{3}{2}} T_1 - T_1) = R \sqrt{T_1} \left(\frac{1}{2} (4 - 2^{\frac{3}{2}}) + 2 \frac{1}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1) \right) =$$

$$= R \sqrt{T_1} \left(2 - \frac{2\sqrt{2}}{2} + \frac{5\sqrt{2}}{2} - 2,5 \right) = R \sqrt{T_1} \left(2\sqrt{2} - \frac{1}{2} \right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

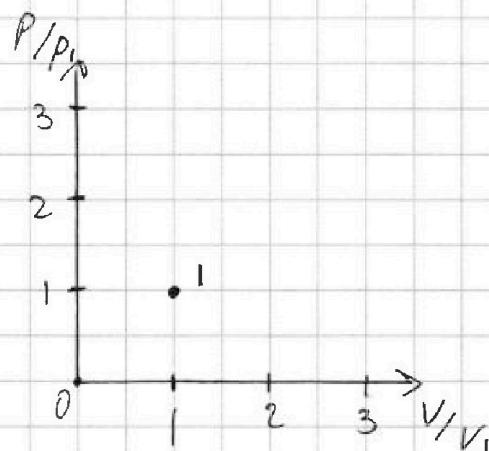
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

$$\textcircled{3} \quad R \bar{D} \bar{A}_1 \underbrace{(4 \cdot 1,4 - \frac{1}{2})}_{5,6} = 8,31 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 5,6 \approx 18614,4 \text{ дж}$$

$$\eta = \frac{Q_h - Q_x}{Q_h} \approx \frac{1330}{1994} \approx 0,66$$



2
ср

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

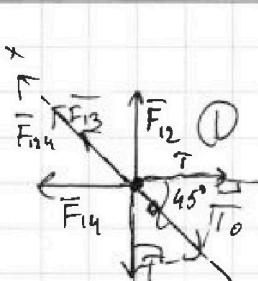
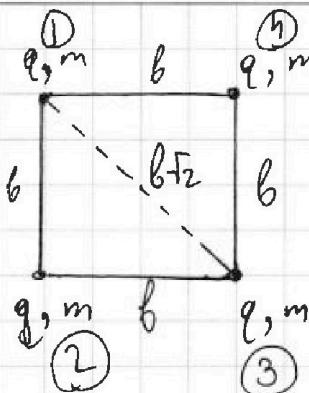
решение которой представлено на странице:

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



$$F_{12} = F_{14} = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_{10} = \frac{kq^2}{2b}$$

но есть сумма $\bar{F}_{12} + \bar{F}_{14} =$

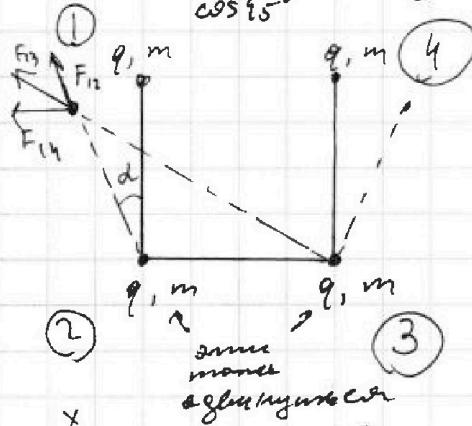
$$\bar{F}_{12} + \bar{F}_{14} = \bar{F}_{124}$$

$$F_{124} = \sqrt{F_{12}^2 + F_{14}^2} = \frac{kq^2\sqrt{2}}{b^2}$$

$$F_p = F_{13} + F_{124} = \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2}\right) \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_p = T_0 \text{ (цил. равновесия)}$$

$$T = T_0 \frac{\cos \alpha}{\cos 45^\circ} = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 1\right) = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{4+\sqrt{2}}{4}\right)$$



за счет сдвигнутых
шариков 1,4 и 2,3 будем доказывать
одинаково

Рассмотрим центр зарядов, то-
могие соединены некоим посторонним

F_p есть тангенс на оси x

$$dF_p = 2F_{12} \left(\cos(90 - \frac{d\alpha}{2})\right) + \frac{kq^2}{2b^2(1+dd)}$$

$$F_{13} = \frac{kq^2}{2b^2(1 + \cos(90 - \alpha))}$$

$$\frac{dF_p}{m} = da$$

$$da = \frac{kq^2\sqrt{2}}{b^2m} \left(\frac{1 + \frac{d\alpha}{2}}{1 + dd}\right)$$



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!

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!

$$T = 0,4 \text{ с}$$

$$U = (U_0 + U) - at$$

$$2 = 6 - 4 - \text{верно}$$

$$2) S(t=0,4) = 0,8 \text{ м}$$

3) От б СД минуты

$$0 < T < 0,4 \text{ с} \quad 0,4 < T < \infty$$

$$a = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$0,8$$

$$U_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = -6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{3} = \frac{17}{15}$$

$$0 = U_0 - at$$

$$U = \frac{17}{15} \cdot \frac{3}{5} = \frac{51}{25} \text{ м}$$

$$6t = 2$$

$$t = \frac{1}{3} \text{ с}$$

$$S = 2t - 3t^2$$

$$2 \cdot \frac{1}{3} - 3 \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 5,6 \\ \hline 12 \\ 20 \\ \hline 24 \\ \times 400 \\ \hline 22400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 6,31 \\ \hline 12 \\ 24 \\ \hline 33 \\ 24 \\ \hline 66 \\ 2 \\ \hline 66 \\ 440 \end{array}$$

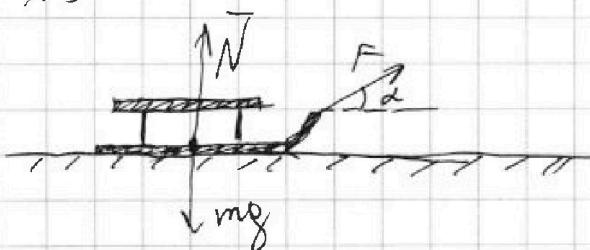
неправ

$$\begin{array}{r} 19944 \\ - 18614 \\ \hline 1330 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1330000 | 19944 \\ 179496 | 0,044 \\ 9864 | 6 \\ 552 \\ 19944 \\ 6 \end{array}$$

$$119664$$

№3



$$② F_{\text{прк}} = \mu N$$

$$N = mg$$

$$F_{\text{пр}} = \mu mg$$

$$① N + F \sin \alpha - mg = 0$$

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

$$F_{\text{пр}} = \mu mg - \mu F \sin \alpha$$

$$-F_{\text{пр}} + F \cos \alpha = ma$$

$$① -\mu mg + F = mg \alpha$$

$$① \sum m a = F - \mu mg$$

$$1 m a = F (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) - \mu mg$$

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

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

$$\mu \sin \alpha + \cos \alpha = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha} - \operatorname{ctg} \alpha$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$② \mu F \sin \alpha + F \cos \alpha - mg = a$$

$$\left(\tan \frac{\alpha}{2} \right)^2 = \text{беско} \quad \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{2}}$$

$$\frac{1 - \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

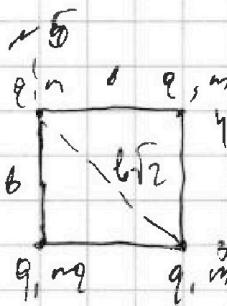
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$m\ddot{a} = \mu mg$$

$$\ddot{a} = \mu g$$

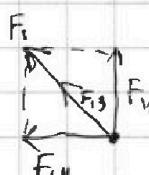
$$v_0 - \mu g T = 0$$

$$T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{6g} = 8 \text{ s}$$



$$|F_{x1}| = |F_{y1}| = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_{x13} = \frac{kq^2}{2b^2}$$



$$\frac{\frac{kq^2}{b^2} \left(\sqrt{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} d \right)}{1 + d^2} = \frac{kq^2 \sqrt{2}}{b^2} \left(\frac{1 + \frac{d}{2}}{1 + d^2} \right) \times \frac{8,31}{600} \times \frac{8,31}{2000} = \frac{3324}{1662} \times \frac{1}{198600} = \frac{1}{1994400}$$

$$\begin{aligned} NRAT_{31} &= Q_h = \frac{3}{2} NRAT \\ -NRAT_{23} &= Q_h = Q_{12} \times \frac{1,4}{5,6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) &= \\ &= p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1 \\ &= \frac{p_2 \Delta V}{NRAT} - p_1 \Delta V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_0 &= T_0 = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) \\ T &= T_0 \cos 45^\circ = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{f_2}{4} + 1 \right) \\ &= \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \right) \quad (1) \end{aligned}$$

$$V = \text{const} \quad A_T = 0$$

$$Q = CV_d T = \Delta U = \frac{3}{2} NRAT$$

$$C_V = \frac{3}{2} NR$$

$$C_p \Delta T = \frac{p \Delta V}{NRAT} + \frac{3}{2} NRAT$$

$$2F_{12} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{f_2}{2} \cdot \frac{d}{2} \right)$$

1-3 и 2-3 - изображены

$$C_p = \frac{5}{2} NR$$

$$0,5 NRAT$$

$$A_{12} = (p_1 - p_2)(V_1 - V_2) = NR(T_2 - T_1) = 45 \text{ K}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{A_{12} + \frac{3}{2} NR}{NRAT}$$

$$C = \frac{(A_{12}) + \frac{3}{2}}{(R)} = 2$$

$$\frac{kq^2}{2b^2 \left(1 + \sin \frac{d}{2} \right)} = \frac{1}{2}$$

$$\Delta p \Delta V_2 =$$

$$\frac{A_{12}}{NRAT_n} = \frac{1}{2} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{F_p}{m} = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$\frac{dF_p}{m} =$$

$$A_{12} = \frac{R}{2} \cdot \Delta T_{12} = 600 R$$

$$\frac{2b^2 + 2b^2 \cos(90 - \frac{d}{2})}{dF_p} = 2F_{12} (\cos 45 - \frac{d}{2}) + F_3$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

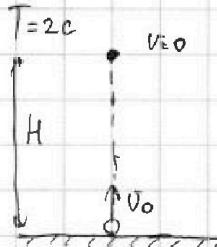


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

№1



$$\frac{m V_0^2}{2} = m g H$$

$$V_0 = 2gH$$

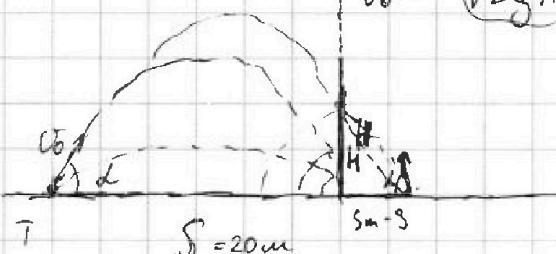
$$V_0 = \sqrt{2gH} =$$

$$0 = V_0 - gT$$

$$V_0 = gT$$

$$V_0 = 20 \frac{m}{c}$$

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



$$x = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$S = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{V_0^2}{g} \cdot 40m \quad S = \frac{S_m}{2} \Rightarrow \text{согласно симметрии } \alpha = 55^\circ$$

$$H_m = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{V_0^2}{2g} = 20m \quad - \text{не верт.}$$

$$H_m = \frac{20^2 \cdot \frac{1}{2}}{20} = 10m$$

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

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

$$\frac{\alpha \cdot 10}{20} = \frac{1}{2} = \sin 2\alpha$$

$$2\alpha = \frac{\pi}{6}$$

$$\left[\frac{5\pi}{6}, \frac{\pi}{2} \right]$$

$$\alpha = \frac{\pi}{12}$$

$$S = 20$$

$$\frac{8S^2}{2V_0^2} = \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = 5 \quad \frac{10 \frac{m}{c} \cdot 20^2 \frac{m^2}{c^2}}{2 \cdot 20^2 \frac{m^2}{c^2}} = \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$-5 \tan^2 \alpha + 20 \tan \alpha - 5 = 0 \quad \tan^2 \alpha + \tan \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\begin{cases} S = V_0 \cos \alpha \cdot t \\ H = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$H = S \tan \alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

учебные попадания в скобку.

$$H = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 5 = 15m$$

$$H = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2V_0^2} \cdot (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$-\tan^2 \alpha + 9 \tan \alpha - 1 = 0$$

$$\tan \alpha = \frac{-9 \pm \sqrt{80}}{2} = 2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

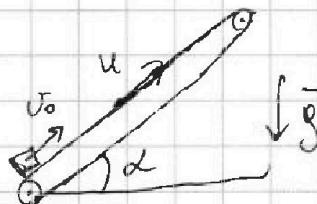


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

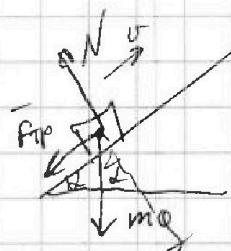
n²



$$U_0 = 4 \frac{m}{s}$$

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{tp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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

$$S = U_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

$$5T^2 - 4T + 1 = 0$$

$$D = 16 -$$

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

$$a = 10 \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$-5T^2 + 4T - 1 = 0$$

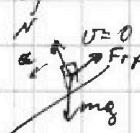
$$T_0 = \frac{-4}{-10} = 0,4$$

$$-5 \cdot 0,16 + 4 \cdot 0,16 - 1 = -0,8 + 1,6 - 1 = -0,2$$

$$U_0 T - \frac{a T^2}{2} = \max$$

$$4T - 5T^2 = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м до остановки}$$

$$T_0 = \frac{-4}{-10} = 0,4$$



$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$g \alpha = \frac{a_2 T^2}{2}$$

$$0,2 = \frac{1}{2} T^2$$

$$T^2 = \frac{2}{g}$$

$$T^2 = \frac{2}{30}$$

$$\frac{6}{2} \cdot \frac{T^2}{2} = 0,2$$

$$T^2 = \frac{1}{15} T_0 \sqrt{\frac{1}{15}} \approx 0,26$$

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

$$10 (0,8 - 0,2) = 6 = a$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 26 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ \times 52 \\ \hline 26 \end{array}$$

$$660$$

$$11$$

$$T = 0,4 + 0,26 =$$

$$0,26$$

$$= 0,660$$

$$\begin{array}{r} 980 \\ \times 2,45 \\ \hline 490 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 980 \\ \times 2,45 \\ \hline 490 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 980 \\ \times 2,45 \\ \hline 490 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 980 \\ \times 2,45 \\ \hline 490 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 980 \\ \times 2,45 \\ \hline 490 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 980 \\ \times 2,45 \\ \hline 490 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 15 \\ \hline 90 \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 15 \\ \hline 90 \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 15 \\ \hline 90 \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 15 \\ \hline 90 \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 15 \\ \hline 90 \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 15 \\ \hline 90 \\ 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 15 \\ \hline 90 \\ 10 \end{array}$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} = 0,6 \cdot 0,2 = 0,12$$

$$\begin{array}{r} 2,45 \\ \times 2,45 \\ \hline 2,45 \\ 2,45 \\ \hline 5,8081 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,45 \\ \times 2,45 \\ \hline 2,45 \\ 2,45 \\ \hline 5,8081 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,45 \\ \times 2,45 \\ \hline 2,45 \\ 2,45 \\ \hline 5,8081 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,45 \\ \times 2,45 \\ \hline 2,45 \\ 2,45 \\ \hline 5,8081 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,45 \\ \times 2,45 \\ \hline 2,45 \\ 2,45 \\ \hline 5,8081 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,45 \\ \times 2,45 \\ \hline 2,45 \\ 2,45 \\ \hline 5,8081 \end{array}$$