



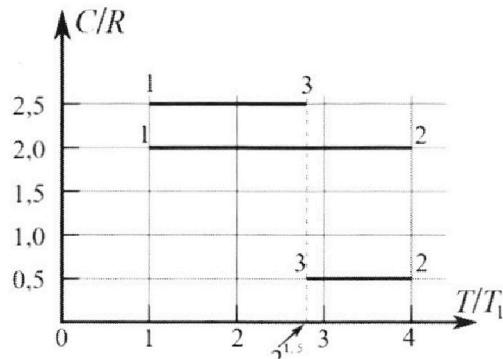
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

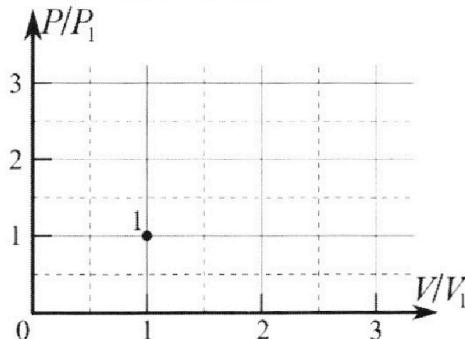


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

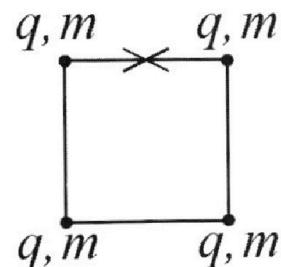
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01



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

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

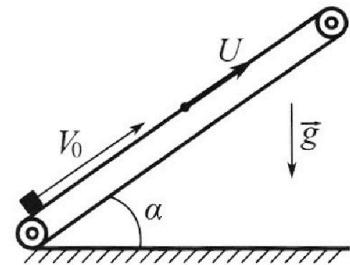
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посылает 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.

2. 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 покояющуюся 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.



1) 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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2 \text{ м/с}$?

3) 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.

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

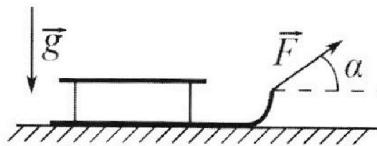
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? 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"/> |

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

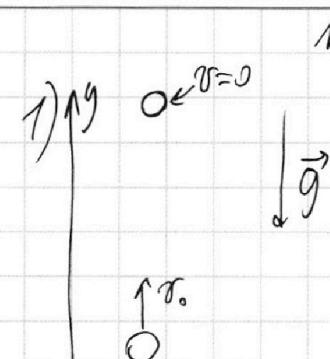
МФТИ

$$T = 2 \text{ с}$$

$$S = 20 \text{ м}$$

$$1) V_0 = ?$$

$$2) h_{\max} = ?$$



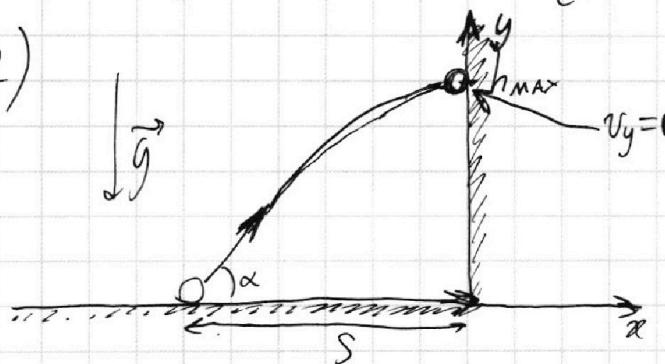
N1

$$\begin{aligned} y: v &= v_0 - gt \\ v &= v_0 - gT = 0 \\ v_0 &= gT \end{aligned}$$

$$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2)



Мяч будет на максимальной высоте, когда проекция его скорости на ось y будет равна 0.

t - время, при котором мяч ударится о стены с максимальной высотой

$$\begin{aligned} v_{oy} &= v_0 \sin \alpha \\ v_x &= v_{ox} = v_0 \cos \alpha \end{aligned}$$

$$v_y = v_{oy} - gt = 0$$

$$v_y = v_{oy} \sin \alpha - gt = 0$$

$$v_{oy} \sin \alpha - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{v_{oy} \sin \alpha}{g}$$

$$y = h_{\max} = v_{oy} t - \frac{v_{oy}^2 - v_{oy}^2}{-2g} = \frac{-v_{oy}^2}{-2g} = \frac{v_{oy}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$x: S = v_{ox} t = v_{ox} t = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \cos \alpha = \frac{S}{v_0 t}$$

$$\cos \alpha = \frac{S}{v_0 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}} = \frac{Sg}{v_0^2 \sin \alpha} = \frac{20 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{(20 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \sin \alpha} = \frac{1}{2 \sin \alpha}$$

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

$$\sin^2 \alpha + \frac{1}{4 \sin^2 \alpha} = 1$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2} \quad h_{\max} = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

см. курс. Физик.



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!

$$h_{\max} = \frac{(20 \frac{\text{м}}{\text{s}})^2 \frac{1}{g}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{s}^2}} = \frac{(20 \frac{\text{м}}{\text{s}})^2 \frac{1}{2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{s}^2}} = 10 \text{ м}$$

Ответ: $h_{\max} = 10 \text{ м}$.

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

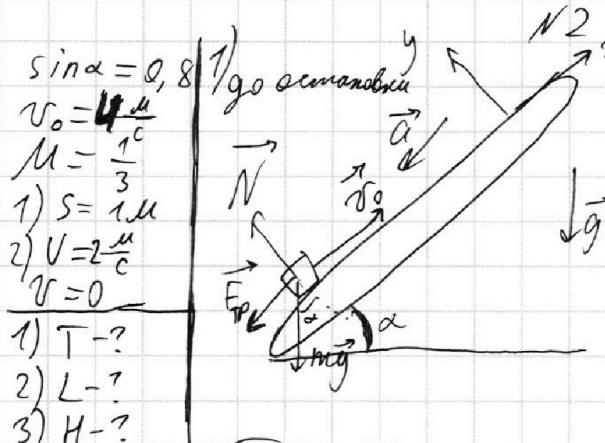
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

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

МФТИ



по III закону Ньютона

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{TP} = M N = M mg \cos \alpha$$

Установим, какими максимальным расстоянием
 l_{\max} останавливается каретка от точки старта

$$\text{Э.Д.: } \frac{E_K}{2} = A_{TP} + E_P$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = F_{TP} l_{\max} + mg l_{\max} \sin \alpha$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = M mg \cos \alpha l_{\max} + mg l_{\max} \sin \alpha$$

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

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$l_{\max} g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{v_0^2}{2}$$

$$l_{\max} = \frac{v_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \Rightarrow l_{\max} = \frac{(4 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right)} = \frac{4}{5} \mu = 0,8 \mu$$

Каретка преследует сверх $0,8 \mu$, затем будем двигаться вниз

находясь на склоне II закон Ньютона

$$x: -mg \sin \alpha + M mg \cos \alpha = -ma$$

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

$$x: v_0 - at_1 = 0 \quad t_1 - время до остановки$$

$$v_0 = a t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{a}$$

$$t_1 = \frac{4 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s^2}} = 0,4 s$$

и. Слэг. Стр.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

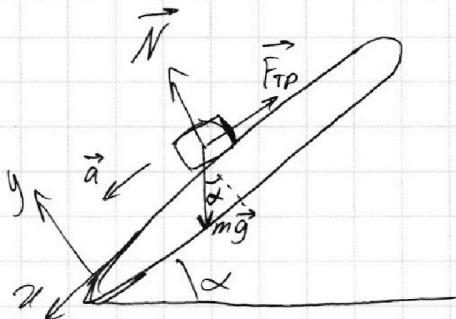
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 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!

после остановки



По II закону Ньютона

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

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

$$a = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \left(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6 \right) = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$S' = S - l_{\max} = 1 \text{ m} - 0,8 \text{ m} = 0,2 \text{ m}$ — оставшееся трекущее

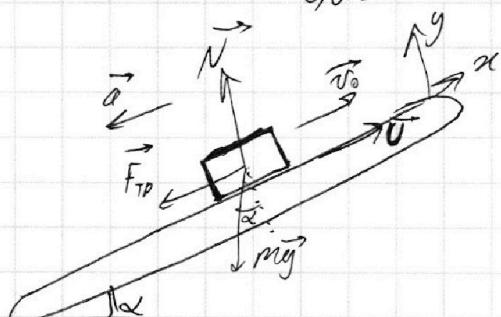
$$x = S' \Rightarrow \frac{a t^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S'}{a}} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ m}}{6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ s} \approx 0,25 \text{ s}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 \text{ s} + 0,25 \text{ s} = 0,65 \text{ s}$$

Ответ: $T = 0,65 \text{ s}$

2)



Задача: $E_{k0} = A_{Tp} + E_n + E_k$

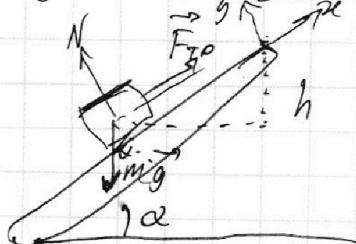
$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu mg \cos \alpha L + mgL \sin \alpha + \frac{mV^2}{2}$$

$$(g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)) = \frac{v_0^2 - V^2}{2}$$

$$L = \frac{v_0^2 - V^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \Rightarrow L = \frac{(4 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - (2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 20 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right)} = \frac{3}{5} \text{ m}$$

Ответ: $L = \frac{3}{5} \text{ m}$

3) Когда киринка начнет опускаться
елкин будет двигаться вниз ($V < U$)



Задача: ~~$\frac{mv_0}{2} + E_n + E_k = E_n + A$~~

$$E_k + A_{Tp} = E_n$$

h — высота, на которую киринка поднимается после остановки

coll. coll. STR.



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!

$$\frac{mU^2}{2} + \mu mg \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha} = mg h$$

$$h = g \cancel{\frac{1}{2} U^2} \cancel{\frac{1}{2}}$$

$$\cancel{\mu \cdot g h - \mu g \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha}} = \cancel{\frac{U^2}{2}}$$

$$h g \left(1 - \mu \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}\right) = \cancel{\frac{U^2}{2}}$$

$$h = \frac{U^2}{2g(1 - \mu \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha})} \Rightarrow h = \frac{(2 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{0,6}{0,8}\right)} = \frac{4}{15} m$$

$$H = h + L \sin \alpha$$

$$H = \frac{4}{15} m + \frac{3}{5} m \cdot 0,8 = \frac{56}{75} m$$

$$\text{Ответ: } H = \frac{56}{75} m.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

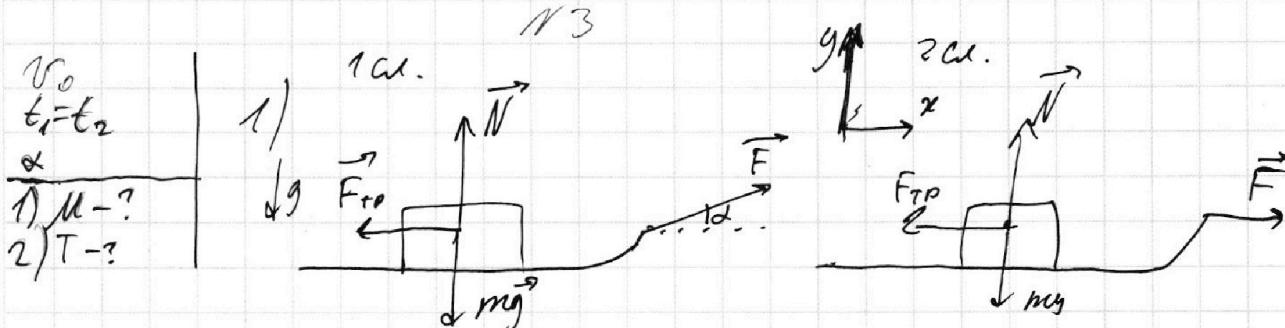
решение которой представлено на странице:



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



1) по II закону Ньютона: $F \sin \alpha + N - mg = 0$

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

$$F_{TP} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$\chi: F \cos \alpha - F_{TP} = ma$$

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

$$v_1 = v_2 = v_0, t_1 = t_2 \Rightarrow a = \text{const} \Rightarrow ma = \text{const}$$

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

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

$$M F \sin \alpha = F (1 - \cos \alpha)$$

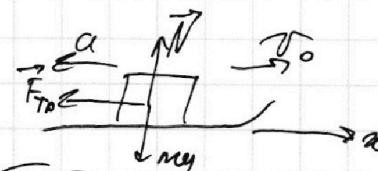
$$\mu = \frac{F(1 - \cos \alpha)}{F \sin \alpha}$$

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

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

$$2) \text{ при } v = 0 = v_0 - a T$$

$$v_0 = a T$$



$$T = \frac{v_0}{g \frac{(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

1) по II закону Ньютона $F_{TP} = -ma \Rightarrow a = \frac{F_{TP}}{m}$

$$F_{TP} = \mu mg$$

$$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = g \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\text{Однако: } T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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!

$$T_1 = 400K$$

$$C_{1-2} = 2R$$

$$C_{2-3} = 0,5R$$

$$C_{3-1} = 2,5R$$

$$i = 3 \text{ (одноатомный)}$$

$$1) C = \frac{\Delta U}{\Delta T}$$

$$\Delta U_{1-2} = C_{1-2} \Delta T_1 = 2R (4T_1 - T_1) = 2R 3T_1 = 6 \sqrt{RT_1}$$

$$\Delta U_{2-3} = C_{2-3} \Delta T_2 = 0,5 \sqrt{R} (4T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1) (2^{\frac{1}{2}} T_2 - 4T_1)$$

$$\Delta U_{3-1} = C_{3-1} \Delta T_3 = 2,5R (2^{\frac{3}{2}} T_1 - T_1) (2^{\frac{1}{2}} T_3 - 2^{\frac{3}{2}} T_1)$$

$$\cancel{II закон} \quad Q = A' + \Delta U$$

$$Q = P \Delta V + \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T$$

$$PV = \sqrt{RT} \Rightarrow Q = \cancel{A'} = \sqrt{R}(T - T_0) = \sqrt{R} \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} A' \Rightarrow A' = \frac{2 \Delta U}{3} = \frac{2 \cdot 6 \sqrt{RT_1}}{3} = 4 \sqrt{RT_1}$$

$$\text{Дополн.: } A'_{12} = 4 \sqrt{RT_1}$$

$$A'_{12} = 4 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 400K = 13296 \text{ Дж}$$

$$\text{Дополн.: } A'_{11} = 13296 \text{ Дж}$$

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

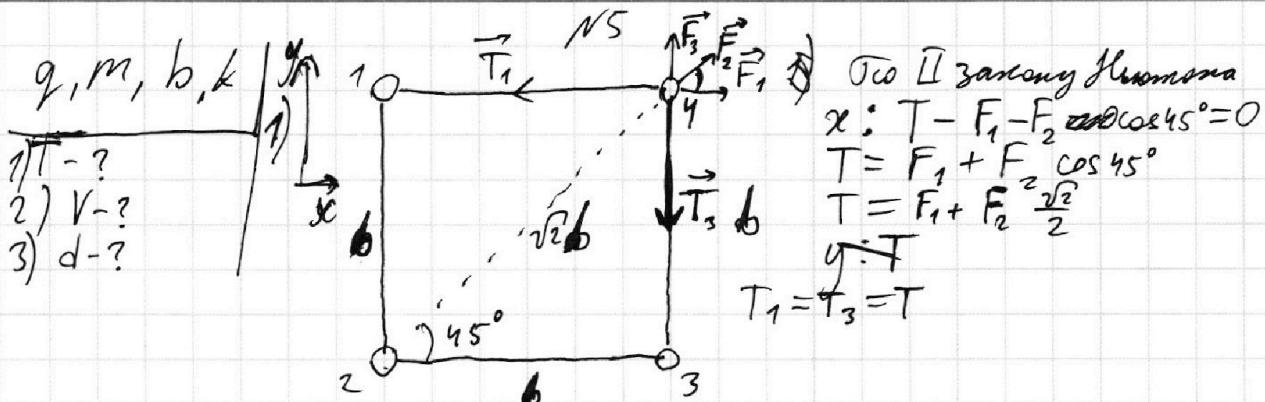
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

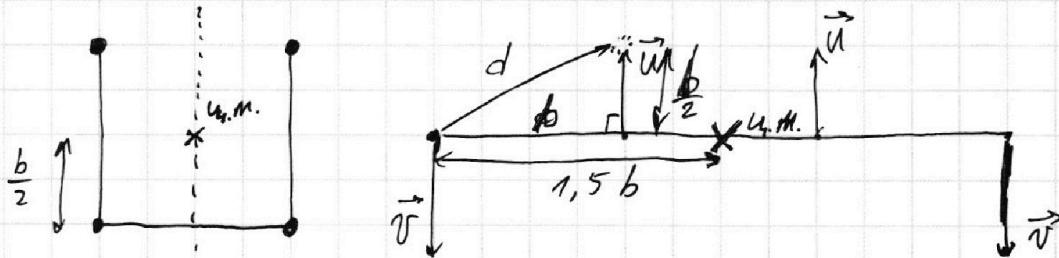
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$T = k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{(\sqrt{2}b)^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = k \frac{q^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2 \cdot 2}\right) = k \frac{q^2}{b^2} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4}\right)$$

Ответ: $T = k \frac{q^2}{b^2} \cdot \frac{4 + \sqrt{2}}{4}$

2)



Поскольку на систему не действуют внешние силы,
ее центр масс остается на той же позиции.

Система симметрична относительно вертикальной оси, проходящей через центр масс

В том момент, когда все точки окажутся на одной прямой,
скорость тех, что были внизу v , снизу - и
поскольку центр масс системы не движется, $u = v$

3) Коническая прямая будем проходить через центр масс,

$$d = \sqrt{b^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = b \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = b \sqrt{\frac{5}{4}}$$

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!

В системе отсчета, движущейся с линейкой,
коэффициент трения со скольжением $\mu' = \mu_0 - \mu$
когда скорость коэффициента скольжения равна V_0 , она останавливается относительно линии
 $E(T) = \frac{m V_0'^2}{2} = E_K = A_{J0} + E_n$

$$\frac{m V_0'^2}{2} = \mu mg \cos \alpha L + m g \sin \alpha L \quad \frac{m V_0^2}{2} = \mu mg \cos \alpha L + m g \sin \alpha L + \frac{m V^2}{2}$$

$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{V_0'^2}{2}$$

$$L = \frac{V_0'^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$$

$$L = V_0' - at$$

По II закону Ньютона

$$x: -mg = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t = \frac{V_0'}{a} = \frac{V_0'}{10} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}$$

$$L_{\text{неп}} = 6t = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{2}{10} = \frac{2}{5}$$

$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{V_0^2 - V^2}{2}$$

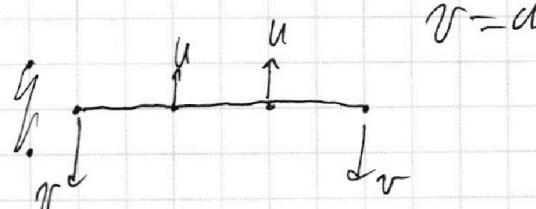
$$L = \frac{V_0^2 - V^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{16 - 4}{20 \cdot 1} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

$$\sqrt{F^2 - 2kx^2} = \frac{q}{b} \sqrt{2k} \rightarrow$$

$$F = \frac{q}{b} \sqrt{2k}$$

$$\frac{q}{20 \left(1 - \frac{3}{84}\right)} = \frac{1}{5 \frac{13}{4}} = \frac{4}{15}$$

$$\frac{4}{15} + \frac{3 \cdot 84}{5 \cdot 105} = \frac{4}{15} + \frac{12}{25} = \frac{20+36}{75} = \frac{56}{75} \text{ m}$$



$$F = d$$

$$\begin{array}{r} \times 1,3,1 \\ \times 1,6,00 \\ \hline + 4,9,8,6 \\ \hline 1,3,2,9,6,00 \end{array}$$



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"/> |

МФТИ

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

$$y = v_{0y} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = v_{0y} \cdot \frac{v_{0y}}{g} - \frac{g \cdot \frac{v_{0y}^2}{g^2} t^2}{2} = \frac{v_{0y}^2}{2g} t^2$$

$$v_{0y} - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$$

$$h_{\max} = v_{0y} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \alpha \frac{s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{s}{\cos \alpha} \left(\sin \alpha - \frac{gs}{v_0^2 \cos \alpha} \right)$$

$$\cos \alpha = \frac{s}{v_0 t} = \frac{s}{v_0 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}} = \frac{sg}{v_0^2 \sin \alpha}$$

$$\frac{s^2 g}{v_0^2} - \frac{20 \cdot 10}{400} = \frac{2^2}{4} = \frac{1}{2}$$

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

$$\sin^2 \alpha + \left(\frac{sg}{v_0^2 \sin \alpha} \right)^2 = 1$$

$$\boxed{\sin^2 \alpha = \frac{1}{4}}$$

$$\text{или } \gamma + \frac{s^2 g^2}{v_0^4} = 1$$

$$\gamma^2 - \gamma + \frac{s^2 g^2}{v_0^4} = 0$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

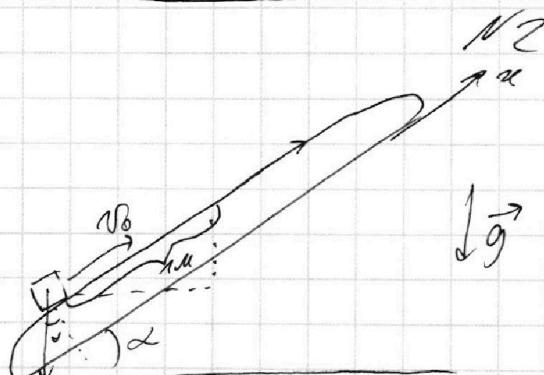
$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

$$\mathcal{D} = 1 - \gamma^2 - \gamma + \frac{1}{4} = 0$$

$$\mathcal{D} = 1 - 4 \cdot 1 \cdot \frac{1}{4} = 0$$

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

$$\gamma = \frac{1}{2} =$$



$$F_{\text{fr}} = \mu N = M m g \cos \alpha$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = M m g \cos \alpha s_{\max} + m g s_{\max} \sin \alpha$$

$$s_{\max} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{v_0^2}{2}$$

$$s_{\max} = \frac{v_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{4}{2 \cdot 10 / (0.26 + 0.8)} = \frac{4}{5 \cdot 1} = \frac{4}{5} \text{ m}$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0.64} = \sqrt{0.36} = 0.6$$

$$\sqrt{\frac{1}{15}} \approx \sqrt{\frac{1}{16}} \approx \frac{1}{4}$$

$$\frac{0.4}{6} = \frac{4}{60} = \frac{1}{15}$$

$$\frac{2 \cdot 0.2}{5 \cdot 3} = \frac{2}{15}$$

