



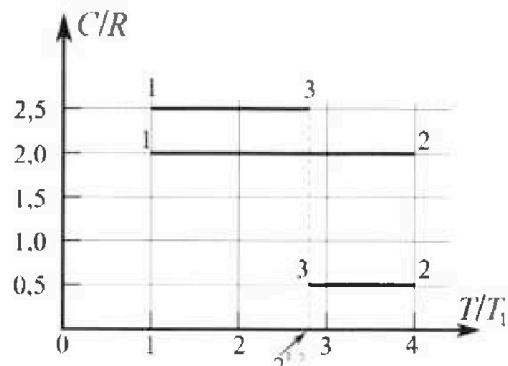
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01

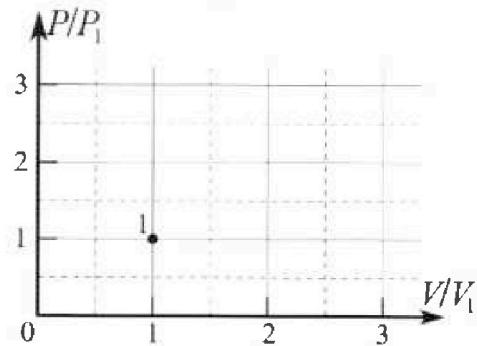


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

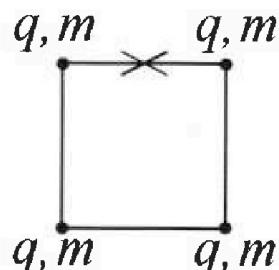


5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

- 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.

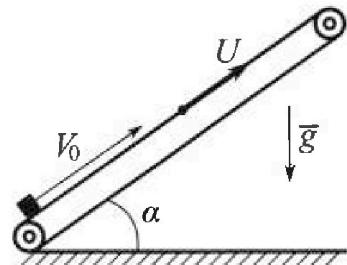
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист 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.

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 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.



- 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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

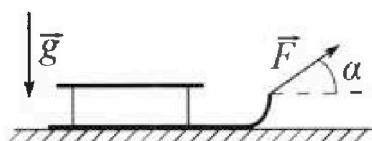
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2 \text{ м/с}$?

- 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.



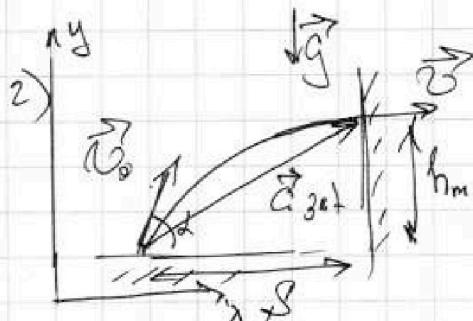
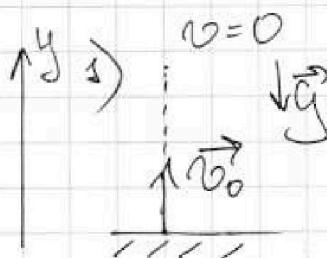
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

МФТИ.

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

N1.

$$\begin{aligned} T &= 2\text{c} \\ g &= 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ v_0 &= 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$



- 1) v_0 - ?
2) h_m - ?

Оце 1): $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$

1) Oy: $0 = v_0 - gt \Rightarrow v_0 = gt = 10 \cdot 2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Для определения h_m необходимо, чтобы перед ударом вертикальная составляющая скорости подняла
одиничась $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$

2) $Ox: \vec{v} = v_0 \hat{i} + \frac{gt}{\sqrt{1 + g^2 t^2}} \hat{j}$

3) Oy: $h_m = v_0 \sin \alpha_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow h_m = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow$

~~4) $v_0 \sin \alpha_0 = gt$, тогда $v_y = 0$~~ $\Rightarrow h_m = \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha_0} \Rightarrow v_0^2 \cos^2 \alpha_0 = \frac{gS^2}{2h_m}$

$2\vec{v} \cdot \vec{S} = v^2 - v_0^2$ $(**)$

5) Oy: $-2gh_m = -v_0^2 \sin^2 \alpha_0 \Rightarrow v_0^2 \sin^2 \alpha_0 = 2gh_m$

~~(*) + (**): $v_0^2 = \frac{gS^2}{2h_m} + 2gh_m \Rightarrow 4gh_m - 2v_0^2 h_m + g^2 S^2 = 0$~~

$\Rightarrow h_m = \frac{v_0^2 \pm \sqrt{v_0^4 h_m - 4gh_m S^2}}{4g} = \frac{20^2 \pm \sqrt{(400 \cdot 400 - 4 \cdot 100 \cdot 100)}}{4 \cdot 10}$

$\Rightarrow h_m = 10 \text{m}, h_m = \frac{v_0^2}{4g} = \frac{20^2}{4 \cdot 10} = \underline{\underline{50}}$

Обум: 1) $h_m = 10 \text{m}$, 2) $v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

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!

N2.

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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

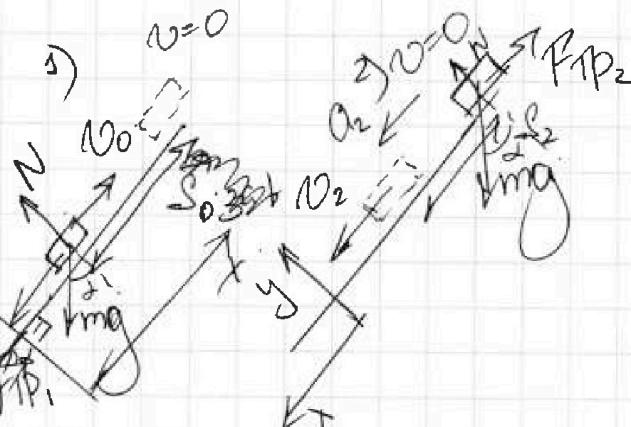
$$S = 1 \text{ м}$$

$$1) T - ?$$

$$2) u = 2 \text{ м/с}$$

$$L - ?$$

$$3) \mu - ?$$



5) $v = 0$
2) $v = 0$ F_Tp_2

Посмотрим, какое проходит коробка вдоль трапеции до своей основания

II 3-й Многонаправленный:

$$m\vec{a}_1 = \vec{mg} + \vec{N} + \vec{F}_{Tp_1}$$

$$1) \text{ay: } 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha, \text{ т.к. синий угол} \\ \text{треугольника} \Rightarrow F_{Tp_1} = F_{Tp\text{сиан}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$2) \text{Ox: } ma_{1x} = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = \\ = g \left(\frac{8}{10} + \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10} \right) = 9 \text{ м/с}^2$$

$$2\vec{as} = v^2 - v_0^2$$

$$3) \text{Ox: } -2a_1 s_0 = 0 - v_0^2 \Rightarrow s_0 = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{4^2}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = \\ = 0,8 \text{ м} - \text{не хватает скорости, чтобы} \Rightarrow \text{проехать}$$

$s_1 = 1 \text{ м}$ до основания. Значит, коробка развернется
и поедет в другом направлении.

II 3-й Многонаправленный:

$$m\vec{a}_2 = \vec{N} + \vec{F}_{Tp_2} + \vec{mg}$$

$$4) \text{ay: } 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$5) \text{Ox: } ma_{2x} = mg \sin \alpha - F_{Tp_2}$$

Пускай есть синий угол, тогда $F_{Tp_2} = \mu mg \cos \alpha$

$$ma_2 = mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) > 0 \Rightarrow \text{движение есть!}$$

$$\text{т.о. } a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g \left(\frac{8}{10} - \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10} \right) = 0,6 \text{ г.}$$



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

ЛМФТИ.

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

N2. Продолжение

Т.к. $S_0 < S_1$, то необходимо еще проекция $\vec{v}_2 =$

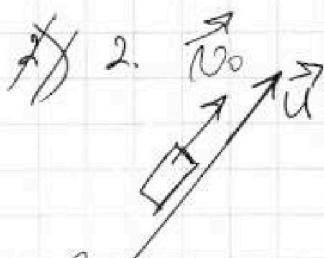
$$= \vec{S}_1 - \vec{S}_0$$

$$\text{6) } \frac{\vec{S}_1 - \vec{S}_0}{\frac{4}{10}} = \frac{a_2 t^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2(S_1 - S_0)}{0,6g}} = \sqrt{\frac{2(1-0,8)}{0,6 \cdot 10}}$$

$$= \sqrt{\frac{4}{10 \cdot 6}} = \frac{2}{\sqrt{60}} \approx \frac{2}{8} \approx \underline{\underline{0,25c}}$$

$$1). \text{ Две } \vec{t}: v_0 = a_1 t, \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4c$$

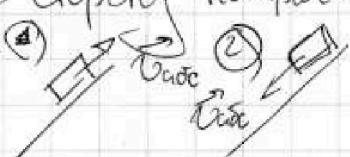
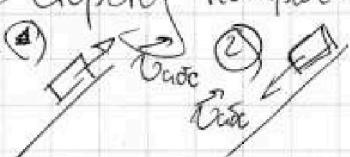
$$\text{т.о. } T = t_1 + t_2 = 0,25 + 0,4 = \underline{\underline{0,65c}}$$



Первый в CO, связанный с
транспортером. В ней транспортер
движущийся.

$v_{\text{отн}} = v_0 - U$ - относительная скорость

коробки по транспортеру. Это скорость ее
в лабораторной CO! Две пробы в ЛСО:
 $v_{\text{обс}} = v_{\text{отн}} + v_{\text{тп}}$. Нас просит $|v_{\text{обс}}| = U$,
а $v_{\text{тп}} = U$ - скорость транспортера.

Т.к. в задаче не сказано, в какую сторону направлены
 $v_{\text{обс}}$ возможны 2 случая: ①  ② 

Две ①:

$$v_0 = v_{\text{отн}} + U \Rightarrow |v_{\text{обс}}| = U$$

Т.к. направление $v_{\text{обс}}$ совпадающее с
 $v_{\text{отн}}$ $v_{\text{обс}} = v_{\text{отн}} + v_{\text{тп}} = U$ направление скорости

$$x: v_{\text{обс}x} = v_{\text{отн}x} + v_{\text{тп}x} = U \Rightarrow v_{\text{отн}x} = 0, \text{ т.о.}$$

$v_{\text{отн}}$ должна обнуляться в 1, когда коробка проходит
L, отн. транспортера; из полученного ранее

$$a_1 = g, \text{ т.о. } \vec{v}_{\text{отн}}^2 = v_0^2 - v_0^2$$

$$\text{б) } OX: -2gh_1 = 0 - v_0^2, \text{ т.е.}$$

$$v_0 = \sqrt{U - U} = 2c - \text{скорость, с которой падает}$$

движение коробки относит. к. сырью (у двери стартма)

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

N2. Продолжение

$$\text{т. о. } h_1 = \frac{(v_0 - u)^2}{2g} = \frac{(4 - 2)^2}{2 \cdot 10} = \frac{4}{20} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ м} \quad (\text{без т. снаряда})$$



Скорость направлена в другую сторону
 $\vec{V}_{\text{abs}} = \vec{V}_{\text{отн}} + \vec{V}_{\text{нр}}$

$$\text{OX: } -\frac{d}{2} U = V_{\text{отн}x} + U \Rightarrow \\ \Rightarrow V_{\text{отн}x} = -2U, |V_{\text{отн}x}| = 2U = 4 \text{ м/с}$$

\checkmark $\omega_2 = v_0 - u$ - скорость, с которой движется
человек относительно земли. Из полученного ранее $a_1 = g$
 $\vec{a}_{\text{нр}} = \vec{V}^2 - \vec{V}_0^2$ (Предположим, что т. с. н. при
данной высоте $V_{\text{отн}} = 2U$ будет

$$\text{г) ОД: } 2gh_2 = V_{\text{отн}}^2 - \omega^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow 2gh_2 = 4U^2 - (v_0 - u)^2 \Rightarrow h_2 = \frac{4U^2 - (v_0 - u)^2}{2g} = \\ = \frac{4 \cdot 2^2 - (4 - 2)^2}{2 \cdot 10} = \frac{16 - 4}{20} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ м} \quad (\text{без т. снаряда})$$

3. по условию, $V_{\text{abs}} = 0$. $\vec{V}_{\text{abs}} = \vec{V}_{\text{отн}} + \vec{V}_{\text{нр}}$
но $V_{\text{отн}} = 0$, $\vec{V}_{\text{нр}} = \vec{V}_{\text{нр}}$
 $\text{ОД: } 0 = V_{\text{отн}x} + U \Rightarrow$
 $\omega = v_0 - u \Rightarrow V_{\text{отн}x} = -U$, т.е.
- скорость, с которой движется
человек относительно земли
(без т. снаряда)

из ранее полученного, $a_1 = g$ - ускорение
при движении по окружности

$$\text{д) ОД: } -2gh_2 = V_{\text{отн}}^2 - \omega^2 \Rightarrow h_2 = \frac{\omega^2 - V_{\text{отн}}^2}{2g} = \\ = \frac{(v_0 - u)^2 - \omega^2}{2g} = \frac{(4 - 2)^2 - 2^2}{2g} = 0, \text{ т. о.}$$

$$\boxed{h_2 = 0}$$

Ответ: 1) $T = 0,65 \text{ с}$; 2) $\frac{h_1}{h_2} = \frac{0,2 \text{ м}}{0,6 \text{ м}}; K = 0$.

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

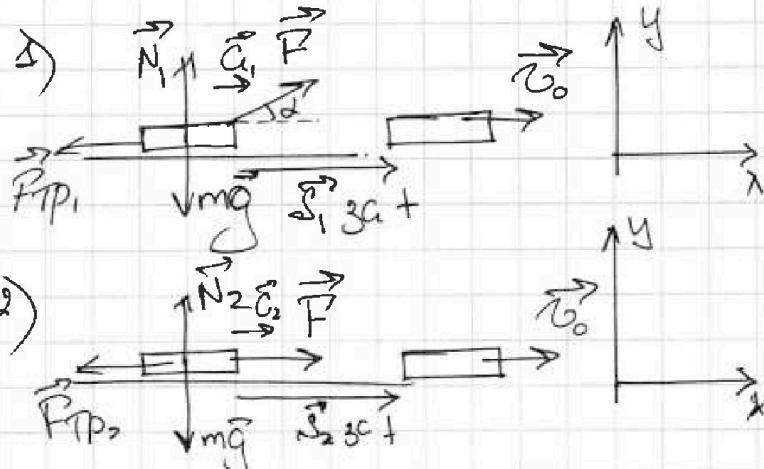
МФТИ.

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

N3.

$$\begin{aligned} v_0 + t_1 &= t_2 = t \\ F_1 = F_2 &= F \\ \cancel{d, g} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \mu - ? \\ T - ? \end{cases}$$



II 3-й Множина для 1):

$$m\vec{a}_1 = \vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{Tp_1} + \vec{F}$$

$$3) \text{ Oy: } 0 = -mg + N_1 + F_{Tp_1} \Rightarrow N_1 = mg - F_{Tp_1}$$

$$4) \text{ Ox: } m\vec{a}_1 = \vec{F} \quad F_{Tp_1} \\ \text{ т.к. сопротивление есть, то } F_{Tp_1} = F_{\text{против}} = \mu N_1 = \\ = \mu mg - \mu F_{\sin \alpha}, \text{ т.о. } m\vec{a}_1 = \vec{F} \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha (*)$$

II 3-й Множина для 2):

$$m\vec{a}_2 = \vec{mg} + \vec{N}_2 + \vec{F} + \vec{F}_{Tp_2}$$

$$3) \text{ Oy: } 0 = -mg + N_2 \Rightarrow N_2 = mg$$

$$4) \text{ Ox: } m\vec{a}_2 = \vec{F} + \vec{F}_{Tp_2} \\ \text{ т.к. сопротивление есть, то } F_{Tp_2} = F_{\text{против}} = \mu N_2 = \mu mg, \\ \text{ т.о. } m\vec{a}_2 = \vec{F} - \mu mg \quad (**)$$

По условию тела заодно и то же броши из состояния покоя разогнались ~~одинаково~~ на одинаковую ~~точку~~ скоординаты x_0 ,
тогда $x_0 = a_1 t / \cancel{t} \Rightarrow a_1 = a_2$

т.о. можно привести к левые части выражений

$$(*) \vee (**) : F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg \Rightarrow$$

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

После чего сила перестает действовать силой F , но т.к. тело скользит, то $F_{Tp} = F_{\text{против}} = \mu N$, $\mu = \tan \frac{\alpha}{2}$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

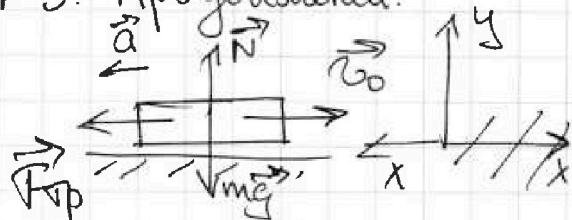
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

N3. Продолжение.



II 2-й закон Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{mg} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}$$

5) оч: $0 = N - mg \Rightarrow N = mg$, $F_{\text{тр}} = F_{\text{тронич}} = \mu N = \mu mg$

6) оч: $ma = F_{\text{тр}} = \mu mg \Rightarrow a = \mu g$

Из кинематики: радиуск. смысла:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

7) OX: $0 = -v_0 + aT \Rightarrow T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{g + g \frac{\mu}{2}}$

Ответ: 1) $\mu = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$, $T = \frac{v_0}{g + g \frac{\mu}{2}}$.

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!

$$\begin{aligned} N_4 \\ D &= 1 \text{ моль} \\ E &= \frac{3}{2} \quad i = 3 \\ T_1 &= 400 \text{ K} \\ R &= 8,31 \text{ J/K·моль} \end{aligned}$$

$$1) \Delta U_{12} - ?$$

$$2) h - ?$$

$$3) \left(\frac{P}{P_1}, \frac{V}{V_1} \right) \stackrel{\text{1}}{\sim} 200 \quad Q_{12} = C_{12} D (T_2 - T_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1) Q_{12} = 2R D (4T_1 - T_1) = 60RT_1$$

$$2) Q_{12} = \Delta U_{12} + \Delta U_{12} ; \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} VR (T_2 - T_1),$$

т.к. 200 одинаковых, т.о. $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} DR (4T_1 - T_1) =$

$$= \frac{9}{2} VRT_1, \text{ тогда } \Delta U_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 60RT_1 -$$

$$- \frac{9}{2} VRT_1 = VRT_1 \left(\frac{12}{2} - \frac{9}{2} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} VRT_1 \Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} VRT_1 = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 \approx$$

$$\approx 25 \cdot 200 = \underline{\underline{5000}}$$

$$3) h = 1 - \frac{Q_{12}}{Q_{\text{non}}} \quad \text{2}$$

$$4) Q_{\text{non}} = Q_{23} + Q_{31} = \frac{R}{2} D (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) + \frac{5}{2} DR (T_1 - 2\sqrt{2}T_1)$$

$$= VRT_1 \left(\sqrt{2} - 2 + \frac{5}{2} - \frac{5\sqrt{2}}{2} \right) = VRT_1 \left(-\frac{3}{2}\sqrt{2} + \right.$$

$$\left. \cdot \left(\sqrt{2} - 2 + \frac{5}{2} - 5\sqrt{2} \right) \right) = VRT_1 \left(-4\sqrt{2} + \frac{1}{2} \right)$$

$$5) Q_{\text{non}} = Q_{12} = 60RT_1$$

$$\text{т.о. } h = 1 - \frac{(4\sqrt{2} - \frac{1}{2})VRT_1}{60RT_1} = 1 - \frac{8\sqrt{2} - 1}{12} = \frac{12 - 8\sqrt{2} + 1}{12} =$$

$$= \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} = \frac{13 - 11^2}{12} \approx \frac{1 - 8}{12} = \frac{0.3}{2} = \frac{8\sqrt{2}}{12} \approx 13,2$$

$$= \underline{\underline{\frac{3}{20}}}$$



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

МФТИ

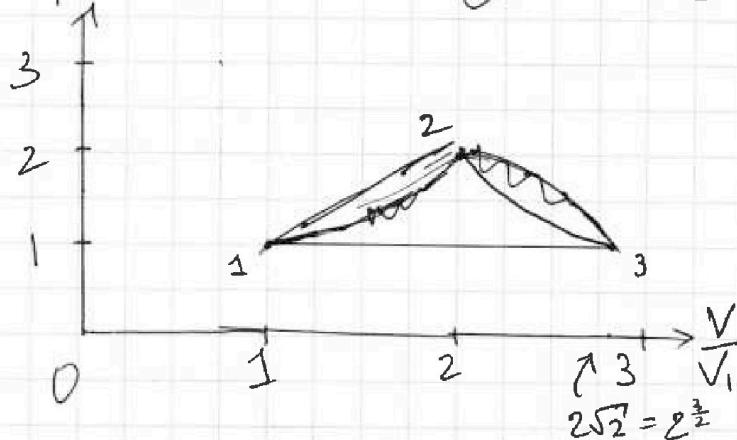
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Ничья QR-кода недопустима!

N4. Продолжение
уп-ш Менделеев-Кландрас Две с. 1, 2, 3.
т. с.:

$$\begin{aligned} & 6) P_1 V_1 = JRT_1 \\ \text{т. 2: } & P_2 V_2 = JRT_2 = 4JRT_1 \Rightarrow P_2 V_2 = 4P_1 V_1 \\ & 8) P_3 V_3 = JRT_3 = 2\sqrt{2}JRT_1 \Rightarrow P_3 V_3 = 2\sqrt{2}P_1 V_1 \\ \Rightarrow & P_2 V_2 = \sqrt{2} P_3 V_3 \end{aligned}$$

Значит, что процесс 1-3 (3-1) - изобарный,
т. к. $C = \frac{5}{2} = C_p = C_v + R = \frac{5}{2}R$, т. о. $P_1 = P_3$, тогда

$$P/P_1 \quad V_3 = 2\sqrt{2}V_1 \quad (\text{из выше полученного}) \quad \frac{2\sqrt{2}}{2} = \frac{2.14}{2} \approx 1.4$$



Рассмотрим теплоемкость: $\delta Q = C dT = \delta A +$

$$+ dU \Rightarrow C = \frac{\delta A}{dT} + \frac{dU}{dT} = \frac{3JRT}{2JdT} + \frac{pdV}{dT} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{dT} \quad (\text{две 2-3}): \quad C = \frac{1}{2}R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{pdV}{dT} = -R \Rightarrow pdV = -J RdT$$

$$\text{две 3-2}: \quad C = 2R \Rightarrow \frac{R}{2} = \frac{pdV}{dT} \Rightarrow 2pdV = J RdT$$

$$\text{две 1-3}: \quad C = \frac{5}{2}R \Rightarrow pdV = J RdT$$

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!

N4. Продолжение
из уравнения состояния $PV = \sigma RT \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{PV}{PdV} = \frac{\sigma RT}{\sigma RdT}$, т.е. $\frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$.

есть ур-ие: $\frac{dp}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$

две (2-3): $\frac{pdV}{PV} = -\frac{\sigma RdT}{\sigma RT} \Rightarrow \frac{dV}{V} + \frac{dT}{T} = 0$

$\frac{dp}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow \frac{dp}{P} = -\frac{2dV}{V} \Rightarrow \frac{P}{V} = -\frac{dp}{2dV}$

две (1-2): $\frac{2pdV}{PV} = \frac{\sigma RdT}{\sigma RT} \Rightarrow \frac{2dV}{V} = \frac{dT}{T}$

$\frac{dp}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow \frac{dp}{P} = \frac{dV}{V} \Rightarrow \frac{P}{V} = \frac{dp}{dV}$

~~- изотермический~~

$\frac{dp}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$ изотерма

1-2: $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$ переходим к изотермам приращением

$$\frac{P_1}{V_1} = P_2 - P_1 \Rightarrow \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{P_2}{P_1} - 1 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_1 V_2 = P_2 V_1 \quad | \Rightarrow V_2^2 P_1 P_2 = P_1 P_2 V_1^2 \Rightarrow$$

$$P_2 V_2 = 4 P_1 V_1$$

$$\Rightarrow V_2 = 2 V_1$$

2-3: $\frac{P}{V} = -\frac{dp}{2dV} \Rightarrow \frac{P_2}{V_2} = -\frac{(P_3 - P_2)}{2(V_3 - V_2)} \Rightarrow$
$$\Rightarrow 2 \frac{V_3}{V_2} - 2 = \frac{P_3}{P_2} + 1 \Rightarrow 2 \frac{V_3}{V_2} + \frac{P_3}{P_2} = 3$$



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!

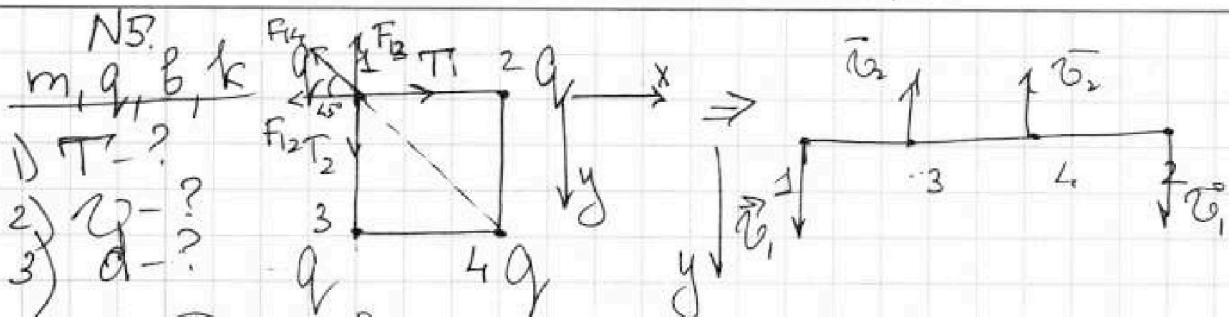
Nh. Продолжение.

Т.к. $V_2 = 2V_1$, то $P_2 = 2P_1$, требуется выяснить как
распределено давление под гидроцилиндрами и их отно-
шение друг к другу

Ответ: 1) $A_{12} = 5 \pi D^2 n$; 2) $\frac{z_1}{z_2} = \frac{3}{20}$.

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



- 1) T - ?
- 2) V - ?
- 3) α - ?

Рассставим силы исключая изображение.

$$\begin{cases} F_{12} = F_{13} = \frac{kq^2}{b^2} \\ F_{14} = \frac{kq^2}{(b\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2b^2} \end{cases}$$

$$\vec{P}_{12} + \vec{P}_{14} + \vec{P}_{13} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$$

$$3) \text{ OX: } T_1 - \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \cos 45^\circ - \frac{kq^2}{b^2} = 0 \Rightarrow T_1 = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} + 1 \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{kq^2}{4b^2} (4 + \sqrt{2})$$

$$4) \text{ OY: } T_2 - \frac{kq^2}{b^2} - \frac{kq^2}{2b^2} \sin 45^\circ \Rightarrow T_2 = \frac{kq^2}{4b^2} (4 + \sqrt{2})$$

т.о. все силы в силу симметрии, все они равны

$$T = \frac{kq^2}{4b^2} (4 + \sqrt{2})$$

$\vec{P}_1 = 0$ - начальный импульс

$$\vec{P}_2 = 2m\vec{V}_1 + 2m\vec{V}_2$$

В силу симметрии $V_1 = V_2 = V$, и $V_3 = V_4 = V$

т.к. внешних сил нет, то импульс сохраняется

$$\vec{P}_2 - \vec{P}_1 = \vec{P}_{Bn}$$

$$5) \text{ OY: } 2mV_1 - 2mV_2 = 0 \Rightarrow V_1 = V_2 = V$$

по теореме о кинетической энергии

$$\Delta W_{kin} = P_{Bn} = -\Delta W_{n.zn} \Rightarrow \frac{4mV^2}{2} - 0 + W_{n_2} - W_{n_1} = 0,$$

зде W_n - потенциальная энергия взаимодействия зарядов

Получаем W_{n_1} и W_{n_2} :

$$6) W_{n_1} = \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} \cdot 2 + \frac{kq^2}{b} \cdot 4 = \frac{kq^2}{b} (4 + \sqrt{2})$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

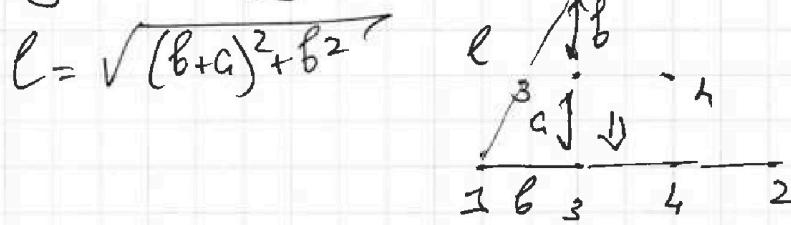
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N5. Продолжение.

$$\begin{aligned}W_{n_2} &= \frac{kq^2}{3B} + \frac{kq^2}{2B} + \frac{kq^2}{B} + \frac{kq^2}{6} + \frac{kq^2}{2B} + \frac{kq^2}{6} = \frac{3kq^2}{B} + \frac{2kq^2}{2B} + \frac{kq^2}{3B} = \\&= \frac{kq^2}{6} \left(4 + \frac{1}{3} \right) \quad \text{T.O. } 2m\omega^2 = \frac{kq^2}{6} \left(4 + \sqrt{2} \right) - \frac{kq^2}{6} \left(4 + \frac{1}{3} \right) \Rightarrow \\&\Rightarrow 2m\omega^2 = \frac{kq^2}{6} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right) = \frac{kq^2}{36} \left(3\sqrt{2} - 1 \right) \Rightarrow \\&\Rightarrow \omega^2 = \frac{kq^2}{6mb} \left(3\sqrt{2} - 1 \right) \Rightarrow \boxed{\omega = \sqrt{\frac{kq^2}{6mb} \left(3\sqrt{2} - 1 \right)}}\end{aligned}$$

3. В силу симметрии задачи 3 и 4 останутся

друг под другом:



Объем. 1) $\frac{kq^2}{6b^2} \left(4 + \sqrt{2} \right)$; 2) $\frac{kq^2}{6mb} \sqrt{\frac{kq^2}{6mb} \left(3\sqrt{2} - 1 \right)}$



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!

Черновик.

N1.

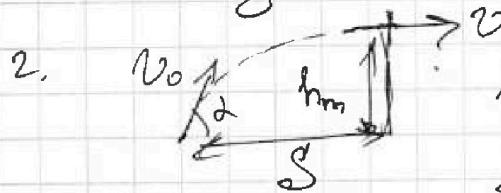
$$T = 2c$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$1) v_0 = ?$$

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

$$\Rightarrow v_0 = gT = 2 \cdot 10 = 20 \text{ m/s}$$



$$v_0 \sin \theta = gt$$

$$h_m = \frac{gt^2}{2}$$

$$\begin{aligned} \frac{S^2}{t^2} + g^2 t^2 &= v_0^2 \cos^2 \theta \\ \frac{S^2}{t^2} &= v_0^2 \cos^2 \theta - g^2 t^2 \\ S^2 &= v_0^2 \cos^2 \theta - g^2 t^2 \\ S^2 &= v_0^2 \cos^2 \theta - g^2 \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{g^2} \\ S^2 &= v_0^2 \cos^2 \theta - v_0^2 \sin^2 \theta \\ S^2 &= v_0^2 (\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) \\ S^2 &= v_0^2 \cos 2\theta \\ S &= v_0 \sqrt{\cos 2\theta} \\ S &= v_0 \sqrt{\frac{1 - \cos 2\theta}{2}} \\ S &= \frac{v_0 \sqrt{1 - \cos 2\theta}}{\sqrt{2}} \end{aligned}$$

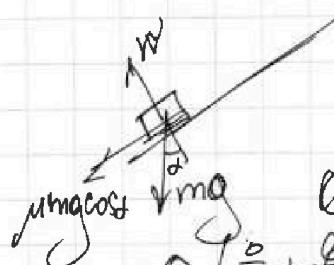
N2.

$$\sin \theta = 0.8$$

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

$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

1) T?



Основные:

$$2cS = v_0^2 \Rightarrow$$

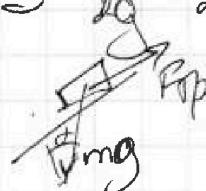
$$a = g(\sin \theta + \mu \cos \theta) =$$

$$= g \left(\frac{5}{10} + \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{5} \right) = g$$

$$\Rightarrow 2cS = v_0^2 \Rightarrow S = \frac{v_0^2}{2c} = \frac{4}{2 \cdot 10} =$$

$$= \frac{16}{20} = 0.8 \text{ м} - \text{на хвосте}$$

$$T_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ с}$$



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!

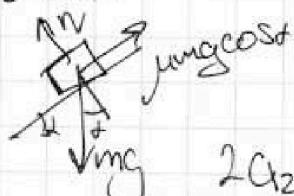


Черновик.

$$m \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{m v^2}{R} = \frac{m \omega^2 R}{10}$$

$$L_{\max}$$



$$a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \\ = g \left(\frac{8}{10} - \frac{\mu}{2} \cdot \frac{8}{10} \right) = 6 \text{ м/с}^2$$

$$2a_2 S =$$

$$h = 0,2 \text{ м} = \frac{a_2 t^2}{2} \Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{2h}{a_2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2^2}{6}} = \sqrt{\frac{4}{6}} = \frac{2}{\sqrt{6}} = \frac{2}{\sqrt{6}} \approx 0,25 \text{ с}$$

$$T = T_1 + T_2 = 0,65 \text{ с}$$

2.



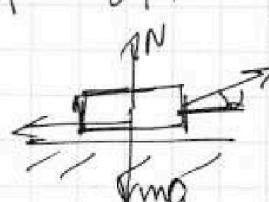
$$b) \text{ Составить} \quad G = G_0 - \vec{U} = \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 500} - \frac{400 \cdot 10}{2 \cdot 500}$$

$$v_x = v_0 - U = 2 \text{ м/с}$$

$$\frac{a s^2}{2 v_0^2} + h_m = 0$$

$$\frac{a s^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{t g \alpha}{1 + t g^2 \alpha} + \frac{a s^2}{2 v_0^2} + h_m = 0$$

№3.



$$d = 45^\circ$$

$$h_m = v$$

$$0 - v_0^2 \sin^2 d = 2gh_m$$

$$1) \quad h = ? \quad T = ?$$

$$S^2 - \frac{a^2 s^4}{400^2} \cdot 4 - \frac{4 a s^2}{2 \cdot 500} h_m = 0$$

$$N + F \sin d = mg \Rightarrow N = mg - F \sin d$$

$$F_p = \mu N = \mu m g - \mu F \sin d$$

$$h_m = \frac{2 a s^2}{a^2 s^2} = \frac{a s^2}{200^2} - S^2$$

$$F \cos d - F_p = m a_2 \quad F \cos d - \mu m g + \mu F \sin d =$$

$$v_0 = a_2 t$$

$$= F - \mu m g$$

$$F - \mu m g = m a_2$$

$$S = v_0 \cos d \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos d}$$

$$v_0 = a_2 t$$

$$h_m = v_0 \sin d - \frac{S}{2}$$

$$h_m = \frac{S^2 + a_2^2 t^2 - \frac{a^2 s^2}{2 v_0^2} \cdot S^2}{2 v_0^2 \cos^2 d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_m = S t g d - \frac{a^2 s^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{S^2}{1 + t g^2 d}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

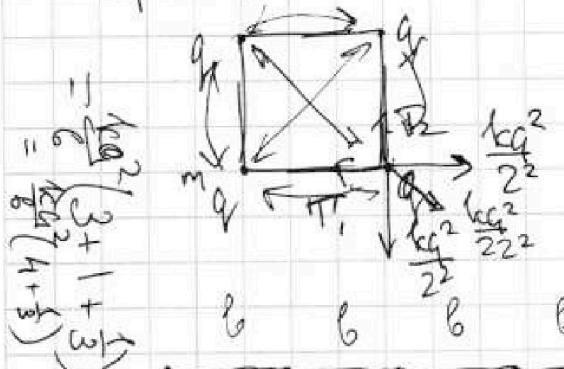


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

Черновик



$$1) \Pi_1 = \frac{kg^2}{2^2} + \frac{kg^2 \cdot \sqrt{2}}{2^2} = \frac{kg^2}{4} (4 + \sqrt{2})$$

$$2) W_{n_1} = \frac{kg^2}{2} \cdot 4 + 2 \cdot \frac{kg^2}{\sqrt{2}^2} = \frac{kg^2}{2} (4 + \sqrt{2})$$

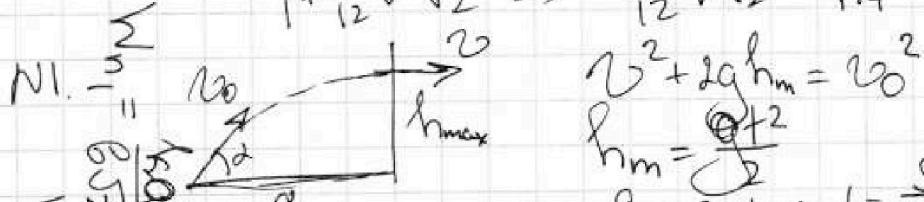
$$W_{n_2} = \frac{kg^2}{2^2} + \frac{kg^2}{2^2} + \frac{kg^2}{3^2} + \frac{kg^2}{4^2} +$$

$$= \frac{3kg^2}{2^2} + \frac{3kg^2}{2^2} + \frac{2kg^2}{3^2} + \frac{kg^2}{2^2} + \frac{kg^2}{2^2} + \frac{kg^2}{3^2} + \frac{kg^2}{4^2} =$$

$$= \frac{1kg^2}{2} \left(3 + \frac{3}{2} + \frac{2}{3} + \frac{1}{4} \right) = \frac{13}{12} \cdot 13 = \frac{62+3}{12} = \frac{65}{12}$$

$$= 5 \frac{5}{12} = 5 \quad \frac{65}{12} \sqrt{4+\sqrt{2}} \quad \frac{289}{144} - 2$$

$$1 + \frac{5}{12} \sqrt{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{1}{12} \sqrt{\sqrt{2}} \frac{289}{144} - 2$$



$$v^2 + 2gh_m = v_0^2$$

$$h_m = \frac{d^2}{2}$$

$$g = v_0 t \Rightarrow t = \frac{s}{v_0}$$

$$2h_m = g \cdot \frac{s^2}{v_0^2 - 2gh_m} \Rightarrow 4gh_m^2 + 2v_0^2 h_m - g^2 s^2 = 0$$

$$\frac{v_0}{2gh_m} = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^4 + 4g^2 s^2}}{4gh_m} = \frac{-400 \pm \sqrt{400 \cdot 400 + 400 \cdot 400}}{40 \cdot 10}$$

$$\frac{v_0}{2gh_m} = \frac{400(\sqrt{2}-1)}{40} = 10(\sqrt{2}-1) \approx 0.41 \cdot 10 = 4.1 \text{ m/s}$$

$$v_0^2 = 2gh \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{40^2}{2 \cdot 10} = 20 \text{ m}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \quad 2gh_m = v_0^2 \sin^2 \alpha \Rightarrow \frac{v_0^2}{2g} = \frac{2gh_m}{v_0^2 \sin^2 \alpha} =$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot 10(\sqrt{2}-1)}{20 \cdot 20} = \frac{\sqrt{2}-1}{2} = \frac{0.4}{2} \approx 0.2$$

$$h_{max} = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin^2 \alpha = \frac{20 \cdot 20}{10} = 40 \text{ m}$$

$$\frac{2kg^2}{2^2} + \frac{kg^2}{2^2} + \frac{kg^2}{3^2} + \frac{kg^2}{4^2} =$$

$$\frac{3kg^2}{2^2} + \frac{3kg^2}{2^2} + \frac{2kg^2}{3^2} + \frac{kg^2}{2^2} + \frac{kg^2}{2^2} =$$

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!

$$h_m = S \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S^2}{2 R_0^2} + g^2 d - \frac{g S^2}{2 R_0^2} \cdot 1$$

$$h_m = 20 \operatorname{tg} \alpha - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400}$$

$$h_m = 20 \operatorname{tg} \alpha - 5 \operatorname{tg}^2 \alpha - 5 \Rightarrow 5 \operatorname{tg}^2 \alpha - 20 \operatorname{tg} \alpha + h_m + 5 = 0$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha - 4 \operatorname{tg} \alpha + \left(\frac{h_m}{5} + 1 \right) = 0$$

$$D = \left(\frac{4}{2} \right)^2 - \frac{h_m}{5} - 1 \Rightarrow 4 + 1 = \frac{h_m}{5} \Rightarrow h_m = 25$$

$$h_m = \frac{R_0^2 \cdot \sin \alpha}{2g} = \frac{400 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = \underline{\underline{10 \text{ m}}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 2$$

$$V = V_0 \cos \alpha \quad 2g h_m = V_0^2 \sin^2 \alpha$$

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

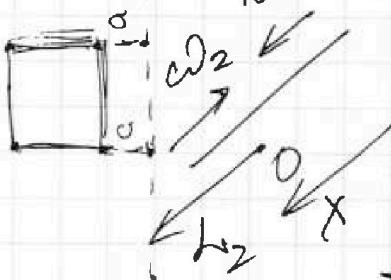
$$V \cdot \cos \alpha = S \Rightarrow f = \frac{S}{V \cos \alpha} = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$h_m = \frac{g \cdot S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow \begin{cases} V_0^2 \cos^2 \alpha = \frac{g S^2}{2 h_m} \\ V_0^2 \sin^2 \alpha = 2gh_m \end{cases}$$

$$\Rightarrow V_0^2 = \frac{g S^2}{2 h_m} + 2gh_m \Rightarrow 2h_m V_0^2 = g S^2 + 4gh_m^2$$

$$4gh_m^2 - 2V_0^2 \cdot h_m + g S^2 = 0$$

$$h_m = \frac{V_0^2 \pm \sqrt{V_0^4 - 4g^2 S^2}}{4g} = \frac{V_0^2}{4g} = \frac{400}{4 \cdot 10} = 10$$



$$2 \omega_2 \vec{d} = V_0^2 - \frac{v_0^2}{4} \Rightarrow 2g h_2 = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10}$$

$$\nabla_{\text{аэс}} = \nabla_{\text{нр}} + \nabla_{\text{вн}} \quad \nabla_{\text{аэс}} = \nabla_{\text{нр}} + \nabla_{\text{вн}}$$

$$x: 0 = V_{\text{нр},x} + U \Rightarrow V_{\text{нр},x} = -U$$

$$2 \vec{d} = V^2 - \omega^2$$

$$L$$

$$C = \frac{3}{2} R - R$$

$$\delta Q = \delta \Delta H + \Delta U = \frac{P dV}{V dT} + \frac{3VRdT}{2VdT} = \frac{3}{2} R$$

$$PdV = \delta R dT$$

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!

Черновик:

$$1. \quad \begin{array}{l} \text{Free body diagram:} \\ \text{Top view: } N_1, F, v_0, \mu mg, \mu F \sin \theta, \mu F \cos \theta \\ \text{Side view: } F_{Fp1}, v_0, \mu mg, \mu F \cos \theta, \mu F \sin \theta \\ \text{Bottom view: } N_1, F, v_0, \mu mg, \mu F \cos \theta, \mu F \sin \theta \end{array}$$

$$\begin{aligned} N_1 + F \sin \theta &= mg \\ R_F p &= \mu mg - \mu F \sin \theta \\ F_{x1} &= F \cos \theta - \mu mg + \mu F \sin \theta \\ F_{x2} &= F_{x1} \\ P - \mu mg &= F \cos \theta - \mu mg + \mu F \sin \theta \\ 1 = \cos \theta - \mu \sin \theta &\Rightarrow \end{aligned}$$

$$2. \quad \begin{array}{l} v_0 = Q T \\ \mu mg = m a \Rightarrow a = \mu g \\ v_0 = \mu g T \Rightarrow T = \frac{v_0 \sin \theta}{(1 - \cos \theta) g} \\ c = \text{const} - \text{номинальный} \\ \text{процесс} \\ P V_1 = \bar{V} R T_1 \\ P_2 V_2 = \bar{V} R \cdot 4 T_1 \end{array}$$

$$3. \quad \begin{array}{l} \text{Free body diagram:} \\ \text{Top view: } N_2, v_0, \mu mg, \mu mg \\ \text{Side view: } \vec{v}_{\text{out}} = \vec{v}_0 - \vec{U} \\ \text{Bottom view: } N_{2\text{out}} = v_0 - U = 2 \text{ m/s} \\ v_{\text{out}}^2 = 2gS \Rightarrow S = \frac{v_{\text{out}}^2}{2g} = \frac{2^2}{2 \cdot 10} = 0,2 \text{ m} \\ h = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,2 \text{ m} \end{array}$$

$$3. \quad \begin{array}{l} \text{Free body diagram:} \\ \text{Top view: } N_3, \vec{U}, \vec{U} \\ \text{Bottom view: } \vec{v}_{\text{out}} = \vec{U} - \vec{g} t \end{array}$$

$$\begin{aligned} a &= g(\sin \theta + \mu \cos \theta) = \\ &= 6 \cdot g \cdot c^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 0,2 \text{ m}, H = L + h = 0,16 \text{ m} \\ \Delta h &= \Delta h \cdot \sin \theta = \frac{1}{3} \cdot 0,8 = \frac{8}{3} \text{ m} \\ \Delta h^2 &= 2a \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{L^2}{2a} = \frac{4^2}{2 \cdot 6} = \frac{4}{3} \text{ m} \end{aligned}$$

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!

Черновик.

$$2^{\frac{3}{2}} = \sqrt[3]{8} = 2\sqrt{2} = 2 \cdot 1,41 \approx 3.$$

$$N_{L_1} \rightarrow A_{12} =$$

$$1) C_p = 2R, \Delta T = \Delta Q$$

$$Q_{12} = C_p V \Delta T = 2R V (4T_1 - T_1) = 6RT_1 = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} \Delta R (4T_1 - T_1) = \frac{9}{2} V RT_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{12} = \frac{12RT_1}{2} - \frac{9}{2} V RT_1 \Rightarrow \boxed{A_{12} = \frac{3}{2} V RT_1}$$

2)

$$\eta = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

$$\begin{aligned} Q_{in} &= Q_{23} + Q_{31} = -\frac{1}{2} R V (4T_1 - 2\sqrt{2}T_1) + \frac{5}{2} R V (T_1 - 2\sqrt{2}T_1) \\ &= -2V RT_1 + \sqrt{2} V RT_1 - 5\sqrt{2} V RT_1 + \frac{5}{2} V RT_1 = \\ &= \frac{V RT_1}{2} - 4\sqrt{2} V RT_1 = V RT_1 \left(\frac{1}{2} - 4\sqrt{2} \right) = \frac{V RT_1}{3} \left(1 - 8\sqrt{2} \right) \end{aligned}$$

$$Q_{out} = Q_{12} = 6RT_1$$

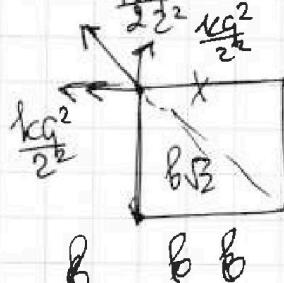
$$\begin{aligned} \eta &= 1 - \frac{6RT_1}{2 \cdot 6V RT_1} \left| \frac{V RT_1 (1 - 8\sqrt{2})}{2 \cdot 6V RT_1} \right| = \frac{1}{14} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{112} \\ &= \frac{12 - 8\sqrt{2} + 1}{12} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \approx 13 - 13,2 = \frac{1,8 \times 3}{12 \times 2} = 0,15 \end{aligned}$$

N3.

$$P_1 V_1 = 0RT_1$$

$$P_2 V_2 = 0RT_2$$

$$1. T_2 = \frac{kg^2}{42^2} (4 + \sqrt{2})$$



$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{kg^2}{2^2} + \\ &+ \frac{kg^2}{2^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \\ &= \frac{kg^2}{2^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) \end{aligned}$$

$$2. \frac{4mV^2}{2} + W_{n_2} - W_{n_1} = 0$$

$$W_n = \frac{kg^2}{2}$$

$$1 - \frac{5}{2} = -\frac{3}{2}$$

$$\partial Q = C \partial T$$

$$2^{\frac{5}{2}} = 2^{\frac{3}{2}}$$

$$\sqrt{2} = 2\sqrt{2}$$

$$2 \cdot 1,4^{\frac{3}{2}} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$$