



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01



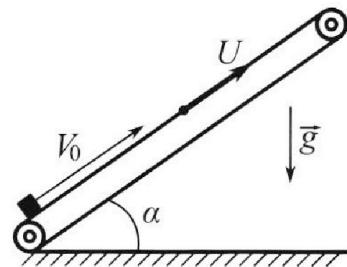
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
 - Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - Теннисист 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 $g = 10$ м/с². 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 $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



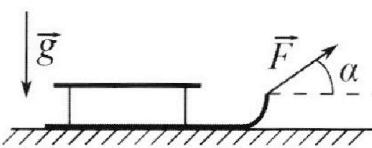
- За какое время T после старта коробка пройдет в *первом опыте* путь $S = 1$ м?

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

- На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во *втором опыте* будет равна $U = 2$ м/с?
- На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во *втором опыте* станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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.



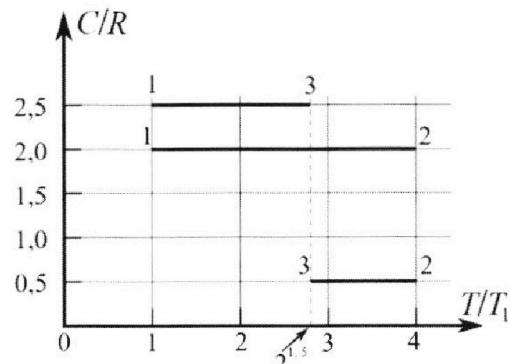
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

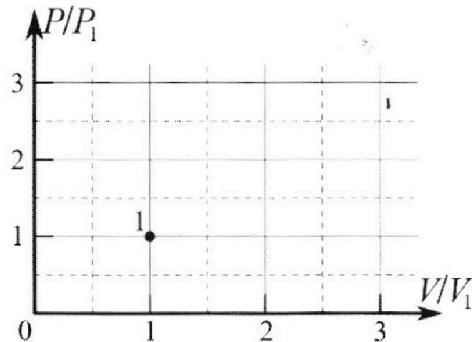


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

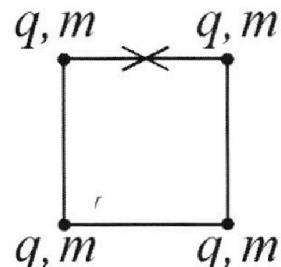


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
 2) Найдите КПД η цикла.
 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа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

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

21

дано

$T = 2\text{c}$

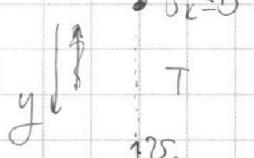
$S = 20\text{m}$

$\frac{S}{T} = \frac{m}{c}$

$\frac{S}{T} = ?$

$H_{max} = ?$

1)



$$v_0 = 0$$

$$\vec{v}_k = \vec{v}_0 + \vec{g}T$$

черновик

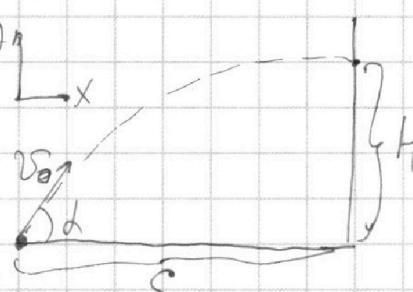
$$\partial y : \partial = -v_0 + gT$$

$$[v_0 = gT] = 10 \cdot 2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

$$\partial y : y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\partial x : x = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

2)



$$\text{Найти } y(x) = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)$$

В этой задаче: $x = S$, $y(S) = H$.

$$H = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} + - \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha$$

$$H_{\operatorname{tg} \alpha} = 0 \Rightarrow 0 = S - \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow 0 = 1 - \frac{gS}{2v_0^2} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{gS}{2v_0^2} \operatorname{tg} \alpha = 1 \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{v_0^2}{gS}$$

$$\text{Найти } H_{\operatorname{max}} = S \cdot \frac{v_0^2}{gs} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{g^2 s^2} \right)$$

$$H_{\operatorname{max}} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{g^2 s^2 \cdot v_0^2}{2v_0^2 g^2 s^2} \quad h_{\operatorname{max}} = \frac{gT^2}{2} - \frac{gs^2}{2gT^2} = \frac{T^2}{2} - \frac{s^2}{2gT^2}$$

$$H_{\operatorname{max}} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{400}{20} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} =$$

$$= 15 \text{m}$$

$$\text{Очевидно: 1) } v_0 = gT = 20 \frac{\text{m}}{\text{c}} ; 2) H_{\operatorname{max}} = \frac{T^2}{2} - \frac{s^2}{2gT^2} = \frac{15}{2} = 15 \text{m.}$$

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"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

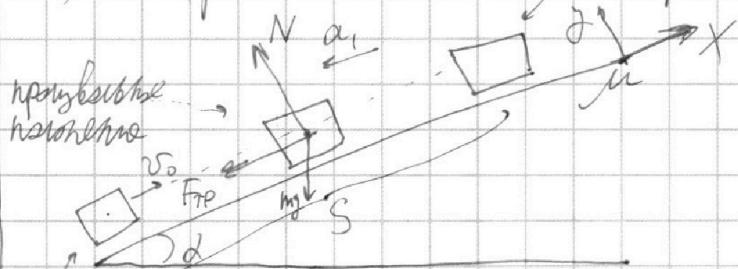
МФТИ.

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

(2)

I) В первом случае: $\text{коэффициент трения } S$

дано:
 $\sin \alpha = 0.8$
 $\Delta_0 = 4 \text{ см}$
 $\mu = \frac{1}{3}$
 $U = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $S = 1 \text{ м}$
 $T = 10 \frac{\text{дн}}{\text{с}}$



- 1) $T = ?$
2) $L = ?$
3) $t = ?$

1) Второй З. Ньютона:

$$Ox: -(F_{Tp} + m g \sin \alpha) = -m a_1 \Rightarrow F_{Tp} + m g \sin \alpha = m a_1$$

$$Oy: N - m g \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = m g \cos \alpha$$

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

~~$$\text{Изога } F_{Tp} = \mu N \Rightarrow \mu m g \cos \alpha = m a_1$$~~

Изога

$$\text{Изога: } \mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha = m a_1$$

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

~~$$2) S = v_0 t + \frac{a_1 t^2}{2}$$~~

~~$$2) S = v_0 t + \frac{a_1 t^2}{2}$$~~

~~$$0x: S = v_0 t - \frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2}{2}$$~~

~~$$-g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2 + 2v_0 \cdot t - 2S = 0$$~~

~~$$g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2 - 2v_0 \cdot t + 2S = 0$$~~

~~$$t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{2v_0 \pm \sqrt{(2v_0)^2 - 4g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \cdot 2S}}{2g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$~~

→

②

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!

$$\rightarrow T = \frac{225 \pm \sqrt{425^2 - 825(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \quad \text{чертёжник}$$

$$0 \cdot 425^2 - 825(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 4 \cdot 16 - 8 \cdot 10 \cdot 1 (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) =$$

$$= 64 - 80 \cdot (0,8 + 0,2) = 64 - 80 \cdot 1$$

О) Наибольшее максимальное расстояние, которое будет проходить мяч до остановки:

$$l = \frac{v_0^2 - v_x^2}{2g \sin \alpha} \quad v_x = 0 \Rightarrow l = \frac{v_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{16}{2 \cdot 10 \cdot 1} = 0,8 \text{ м} \leq 1 \text{ м}$$

И) Время полёта мяча до остановки (S-l) будет:

$$mV = m g \cos \alpha$$

$$S - l = \frac{\alpha_2 T^2}{2}$$

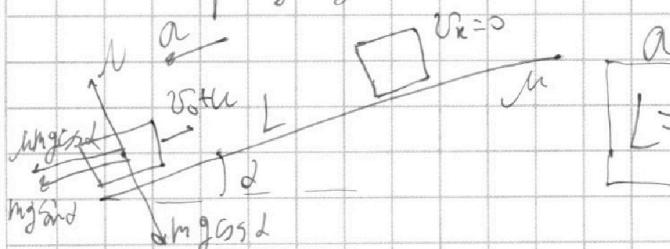
$$T = \sqrt{\frac{2(S-l)}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}$$

$$\text{Тогда } T = t_1 + T = \sqrt{\frac{2l}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}} + \sqrt{\frac{2(S-l)}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} \approx 0,6 \text{ с}$$

II) Второй вариант:

Первый в. С) движется с постоянной траекторией, когда
на склоне мяч движется с той же С) с той же (v_0 + a) м/с.

Когда мяч движется в С) землю начнёт работать V, С) С)



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

$$L = \frac{(v_0 + a)t}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$t = \frac{2L}{v_0 + a} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ с}$$

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

МФТИ

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

→ ① Скорость ветра u ② Воздух сражает рабочую ногу нога
состоит из рабочей u ③ Рабочая нога направлена влево (вниз
левоток) вниз (вправо влево) и рабочая нога

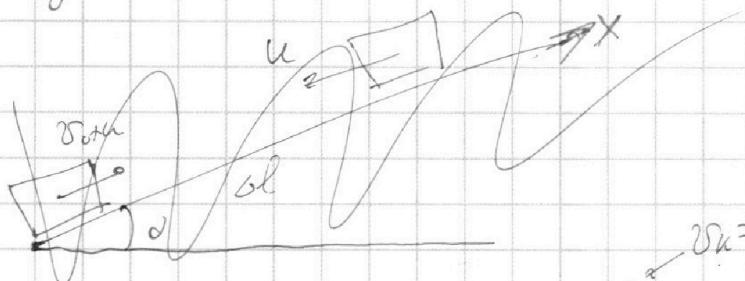
$$a = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)}$$

$$v_{hor} = u$$

$$dl = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)}$$

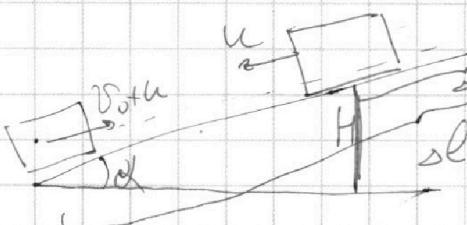
Числовые

Числовые $u = 10 \text{ м/с}$ $u = 10 \text{ м/с}$



$$v_{hor} = u$$

$$dl = \frac{(u_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)} = 1$$



$$\Delta S = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)}$$

$$H = dl \sin\alpha - \Delta S \sin\alpha = \left(\frac{(u_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)} - \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)} \right) \sin\alpha$$
$$= 1,2 \text{ м.}$$

$$\text{Решение: 1) } T = \frac{u_0^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)} + \sqrt{\frac{2(S - \frac{u_0^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)})}{g(\sin\alpha - \cos\alpha)}} \approx 0,60$$

$$2) L = \frac{(u_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)} = 1,8 \text{ м}$$

$$3) H = \left(\frac{(u_0 + u)^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)} - \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \cos\alpha)} \right) \sin\alpha = 1,2 \text{ м.}$$

(4)

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



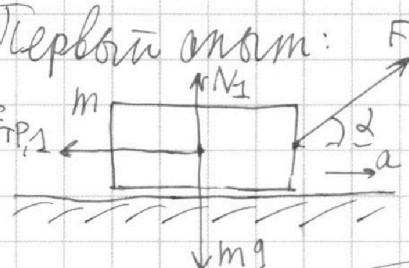
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

№3

Дано:
 $\alpha, 25^\circ$
1) $\mu=?$
2) $T=?$



1) Следует из условия, что известно

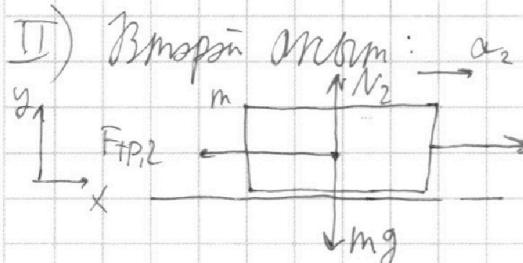
$$F_{f1} = \mu N_1$$

2) Второй закон Ньютона:

$$\text{Oy: } F_{\text{Gsd}} + N_1 - mg = 0 \Rightarrow N_1 = mg - F_{\text{Gsd}}$$

$$\text{Ox: } F_{\text{Gsd}} - \mu N_1 = m a_1$$

$$\text{Тогда } F_{\text{Gsd}} - \mu(mg - F_{\text{Gsd}}) = m a_1 = \frac{F_{\text{Gsd}} - \mu(mg - F_{\text{Gsd}})}{m}$$



1) Следует из условия, что известно
 $F_{f2} = \mu N_2$

2) Второй закон Ньютона:

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

$$\text{Ox: } F - \mu N_2 = m a_2$$

$$\text{Тогда } F - \mu mg = m a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{F - \mu mg}{m}$$

IV) В двух случаях у нас есть одинаковая начальная скорость (равна нулю) и одинаковое время движения по склону 25.

$$\text{Тогда } a_1 = a_2 \Rightarrow \frac{F_{\text{Gsd}} - \mu(mg - F_{\text{Gsd}})}{m} = \frac{F - \mu mg}{m}$$

$$F_{\text{Gsd}} - \cancel{\mu mg} + \mu F_{\text{Gsd}} = F - \cancel{\mu mg}$$

$$F_{\text{Gsd}} + \mu F_{\text{Gsd}} = F \quad | : F$$

$$1 + \mu \text{Gsd} = 1 \Rightarrow \mu \text{Gsd} = 1 - \text{Gsd} \Rightarrow \mu = \frac{1 - \text{Gsd}}{\text{Gsd}} \quad (5)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

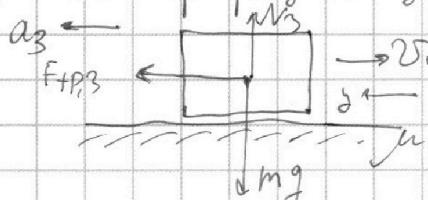
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

IV) После прекращения действия внешней силы: чистовик



$$1) N_3 = m g \Rightarrow F_{p,3} = \mu m g$$

$$F_{p,3} = \mu N_3$$

2) Второй З. Начало:

$$OY: F_{p,3} = m a_3$$

$$\mu m g = m a_3 \Rightarrow a_3 = \mu g$$

$$3) \vec{v}_k = \vec{v}_0 + \vec{a}_3 T \quad (\text{м.к. движение рабочего спираль})$$

$$\text{ОЗ: } O = v_0 - \mu g T \Rightarrow T = \frac{v_0}{\mu g} = \boxed{T = \frac{v_0}{1 - \cos \alpha \cdot g} = \boxed{T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}}}$$

$$\text{Ответ: 1) } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad 2) T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

⑥

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!

(24)

$$1) C_{12} = 2R \Rightarrow Q_{12} = 2\sqrt{2}R(T_2 - T_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\sqrt{2}R(T_2 - T_1)$$

$$\text{Потр } A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \frac{1}{2}\sqrt{2}R(T_2 - T_1) = \frac{1}{2}\sqrt{2}R(4T_1 - T_1) = \underline{\underline{\frac{3}{2}\sqrt{2}RT_1}}$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 831 \cdot 400 = 4986 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}}$$

$$\circ A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = \frac{1}{2}\sqrt{2}R(T_3 - T_2) - \frac{3}{2}\sqrt{2}R(T_3 - T_2) =$$

$$= \frac{1}{2}\sqrt{2}R(T_3 \cdot 2\sqrt{2} - 4T_2) - \frac{3}{2}\sqrt{2}R(2\sqrt{2}T_1 - 4T_2) =$$

$$= -\sqrt{2}RT_1(2\sqrt{2} - 4)$$

$$\circ A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = \frac{5}{2}\sqrt{2}R(T_3 - T_1) - \frac{3}{2}\sqrt{2}R(T_3 - T_1) =$$

$$= \sqrt{2}R(T_3 - T_1) = \sqrt{2}R(2\sqrt{2}T_1 - T_1) = \sqrt{2}RT_1(2\sqrt{2} - 1)$$

$$\circ Q_{12} = 2\sqrt{2}R(T_2 - T_1) = 6\sqrt{2}RT_1$$

$$\circ \eta = \frac{\frac{3}{2}\sqrt{2}RT_1 + -2\sqrt{2}RT_1(2\sqrt{2}-4) + \sqrt{2}RT_1(2\sqrt{2}-1)}{6\sqrt{2}RT_1} = \frac{\frac{3}{2}-2\sqrt{2}+4 \times 2\sqrt{2}-1}{6} =$$

$$= \frac{45}{60} = \frac{45}{120} = 0,75 = \frac{9}{12} = \frac{3}{4} = 0,75$$

3) Если процесс изотермический, то $pV = \text{const}$.

$$\textcircled{1} - \textcircled{2}: C_{12} = 2R \Rightarrow pV \frac{\frac{2R}{2} - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{5}{2}R} = \text{const} \Rightarrow pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow p \sim V$$

$$\textcircled{2} - \textcircled{3}: C_{23} = \frac{R}{2} \Rightarrow pV \frac{\frac{R}{2} - \frac{5}{2}R}{\frac{R}{2} - \frac{5}{2}R} = \text{const} \Rightarrow pV^2 = \text{const} \Rightarrow p \sim V^{-2}$$

$$\textcircled{3} - \textcircled{2}: C_{31} = \frac{5}{2}R \Rightarrow pV \frac{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R - \frac{5}{2}R} = \text{const} \Rightarrow pV^0 = \text{const} \Rightarrow p = \text{const}$$

7



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

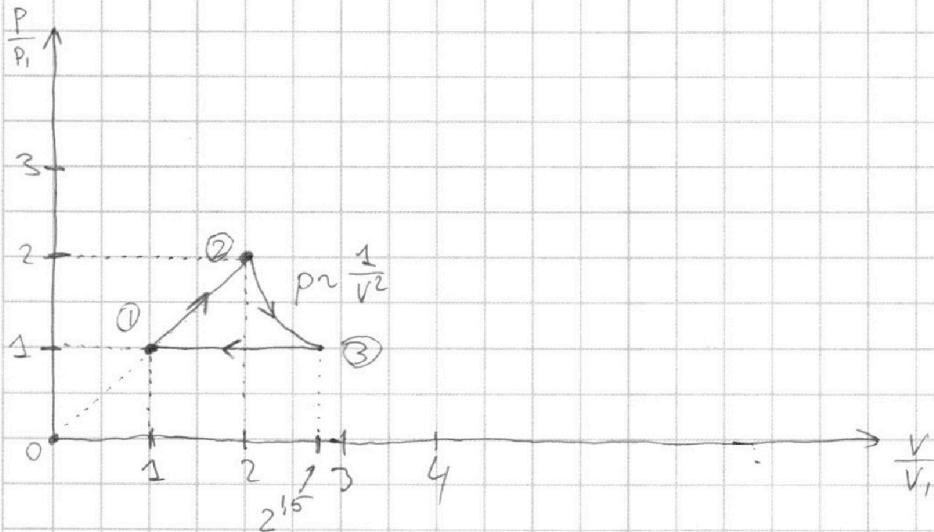
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Черновик



Омбен: 1) $A_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1} = 4986 \text{ Дж}$

$\eta = \frac{A_{12}}{A_{12} + A_{34}} = \frac{13}{20} = 0.65$

2) $\eta = \frac{3}{4} = 0.75$.

8

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!

65

Черновик

Дано:

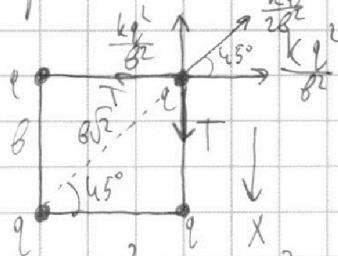
$$G, m, g$$

$$1) T = ?$$

$$2) \theta = ?$$

$$3) d = ?$$

1) По неразрывности

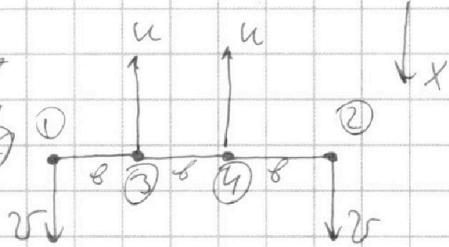
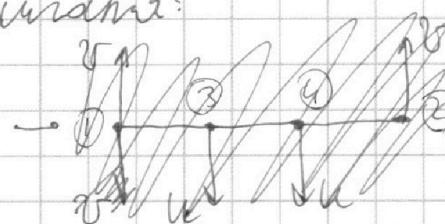
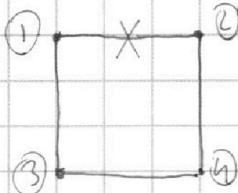


$$\text{ДЗН } (Ox): T - \frac{kq^2}{8^2} - \frac{kq^2}{28^2} \cdot \sin 45^\circ = 0$$

$$T = \frac{kq^2}{8^2} + \frac{kq^2}{28^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$T = \frac{kq^2}{8^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

2) После неразрывности:



Из симметрии задачи можно утверждать, что $v_1 = v_2 = v$
 $v_3 = v_4 = w$

Закон сохранения импульса по оси движущимся Ox :

$$0 = 2mv - 2mw \Rightarrow (v - w) = v_0$$

Закон сохранения энергии по закону сохранения:

$$\frac{kq^2}{8^2} + \frac{kq^2}{28^2} + \frac{kq^2}{8\sqrt{2}} + \frac{kq^2}{8} + \frac{kq^2}{8} = \frac{kq^2}{8} + \frac{kq^2}{28} + \frac{kq^2}{38} + \frac{kq^2}{8} + \frac{kq^2}{8} +$$

$$+ \frac{4mv_0^2}{2} \Rightarrow \frac{kq^2}{8\sqrt{2}} + \frac{kq^2}{8} = \frac{kq^2}{8} + \frac{kq^2}{38} + 2mv_0^2 \frac{kq^2}{8} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$2mv_0^2 = \frac{kq^2}{8} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} \right) \Rightarrow v_0 = \frac{\sqrt{2}}{2m} \quad (9)$$



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"/> |

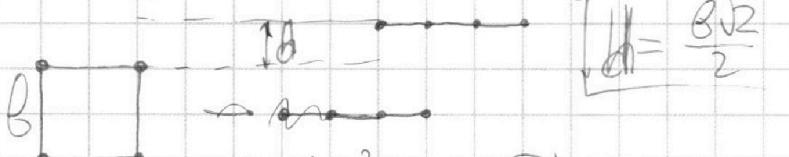
МФТИ

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{kq^2(3\sqrt{2}-2)}{2mb}} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{kq^2(3\sqrt{2}-2)}{12mb}}$$

Черновик

3) Центр масс сильно ненадежен.



Решение:
1) $T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$
2) $v_0 = \sqrt{\frac{kq^2(3\sqrt{2}-2)}{12mb}}$
3) $d = \frac{b\sqrt{2}}{2}$.

19

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.



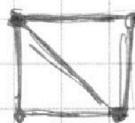
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

(Первый)

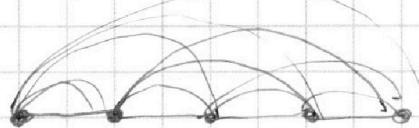
$$h_{\max} = S \cdot \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \left(1 + \frac{v_0^4}{g^2 S^2} \right)$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{g^2 S^2 v_0^2}{2 v_0^4 g^2 S^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{v_0^2}{2 g} = \\ = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = \frac{400}{20} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} = \frac{400}{20} - 5 =$$

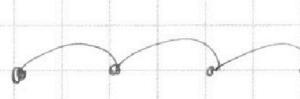
$$= 15 \text{ м}$$
$$h_{\max} = \frac{g^2 T^2}{2g} - \frac{g S^2}{2g^2 T^2} = \frac{g^2 T^2}{2g} - \frac{S^2}{2g T^2} = 4000 - \frac{400}{8 \cdot 20} \\ = \frac{10 \cdot 4}{2} - \frac{400}{2 \cdot 10 \cdot 4} = 40 - \frac{400}{80} = 40 - \frac{20}{4} = 35$$



$$\frac{4kq^2}{8} + \frac{kq^2}{8\sqrt{2}} = \frac{kq^2}{8} \left(4 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

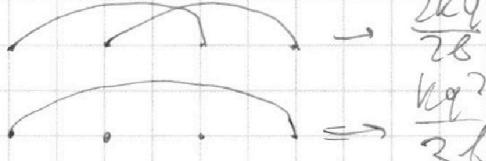


$$\frac{4kq^2}{8} + \frac{3kq^2}{28} +$$



$$\rightarrow \frac{3kq^2}{8}$$

$$\frac{4kq^2}{8} + \frac{1}{3} \frac{kq^2}{8} = \frac{13kq^2}{24}$$



$$\rightarrow \frac{2kq^2}{28} = \frac{kq^2}{8}$$

$$\Rightarrow \frac{kq^2}{36}$$



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:

МФТИ

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

$$S = \frac{V_0^2}{2g(\sin\alpha + \sqrt{1 + \sin^2\alpha})} = \frac{16}{20 \cdot (0,8 + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5})} = 0,8 + 0,2 = 1 = \frac{16}{20} = 0,8$$



$$a_l = \frac{g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)}{2} t^2$$

repulsion

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

$$t = \frac{1 - 4}{10} = 0,4 \text{ s} \quad \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} = \frac{3\sqrt{2} - 2}{6}$$

$$T = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{10(0,8 - 0,2)}} = \underline{\underline{0,9}} \quad \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8}{10 \cdot 0,6}}$$

$$\therefore \sqrt{\frac{0.4}{6}} = \sqrt{\frac{2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{\sqrt{15}}{15} \quad \text{since } \sqrt{15}^2 = 15$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} = \frac{3.8}{3} - \frac{3.8}{3} = \frac{19}{3}$$

$$\Delta y = V_{open} = \bar{V}_0 - \bar{V}$$

$$\frac{5.100}{2} - \frac{400}{2+10.400} = \rightarrow \text{V}_{\text{max}} = \text{V}_0 + u$$

$$= \frac{2}{20} - \frac{1}{20} = \frac{1}{20}$$

$$\left(1,8 - \frac{4}{20} (0,8 - 0,2) \right) \cdot 0,8$$

$$\left(1,8 - \frac{4}{20 \cdot 0,6}\right) \cdot 0,8 = \left(1,8 - \frac{1}{3}\right) \cdot 0,8 = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ m}$$

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!

(решение) 1) $C = 2R$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{2} = -1 \quad C = C_V + \frac{R}{2} = 2R \quad (p \sim V)$$

~~2) $C = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{2} = -1 \quad \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T + A$~~

~~3) $A_{12} = ?$~~

$$C_{12} = 2R \Rightarrow Q_{12} = 2\sqrt{R} \Delta T \quad Q_{12} = 2\sqrt{R} (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_2 - T_1)$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} \sqrt{R} (T_2 - T_1)$$

$$\textcircled{2} - \textcircled{1}: C = 2R \Rightarrow p \sim V$$

2) $n = ?$; $n =$

$$\frac{3450}{2} = 620 \cdot 8.31$$

$$600 \cdot 8 = 4800 \quad = 4988$$

$$0.71 \cdot 600 = 18$$

$$\frac{620}{18} \times \frac{31}{600} = \frac{31}{300}$$

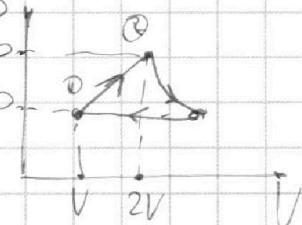
$$\textcircled{2} - \textcircled{2}: C = \frac{1}{2} R$$

$$C_{12} \Delta T \quad \frac{1}{2} \sqrt{R} \Delta T = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T + p \Delta V$$

$$p \Delta V = -\frac{1}{2} \sqrt{R} \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} n R \Delta T$$

$$p \Delta V + V \Delta p = n R \Delta T$$



$$p \Delta V = -p \Delta V - V \Delta p$$

$$2p \Delta V = -V \Delta p \Rightarrow$$

$$pV^n = \text{const} \Rightarrow pV^{\frac{C_p - C_V}{C_p}} = \text{const} : \textcircled{2} - \textcircled{1}: pV^{\frac{1}{2} - \frac{5}{2}}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{5}{2} = -2 \quad -pV^2 = \text{const}$$

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

$$\textcircled{2} - \textcircled{1}: p \propto V$$

$$\textcircled{2} - \textcircled{1}: \frac{C_p - C_V}{C_p} = \frac{\frac{5}{2} - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - \frac{1}{2}} = 0$$

$$pV^{\frac{5}{2}} = \text{const} \Rightarrow p \propto V^{\frac{5}{2}}$$

$$\textcircled{3} - \textcircled{2}: \frac{C_p}{C_V} = \frac{\frac{5}{2} - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - \frac{1}{2}} = \frac{-12 - 4}{-6 - 2} = 2 \quad \frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = \frac{-\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = -1$$