

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

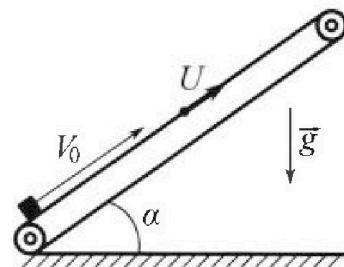
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



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

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

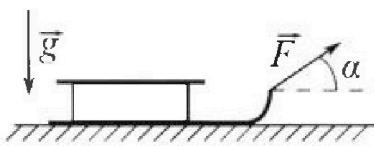
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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

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



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

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



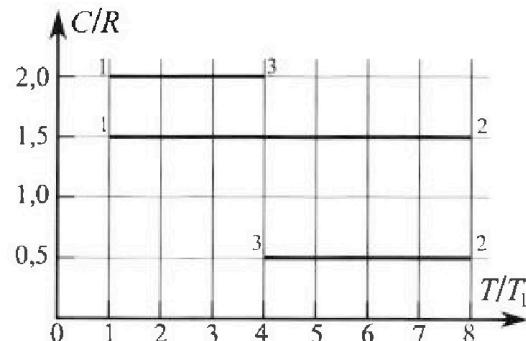
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**



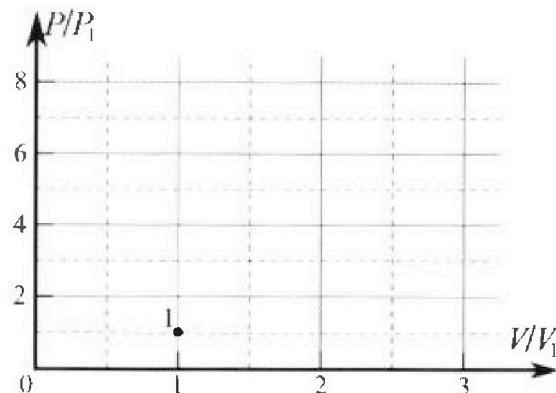
Вариант 10-02

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

4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1(см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

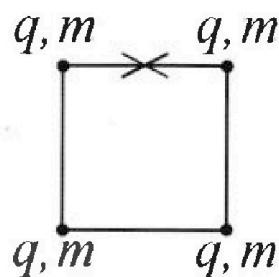


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



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

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





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!

Nº 1 Dato:

20

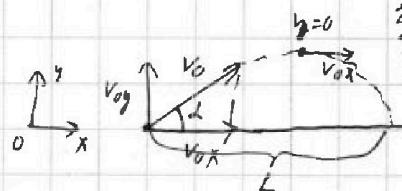
1-100

H-160

116 1

253

211 - 2



$$1) \quad V_{0x} = V_0 \cos \angle, \quad \angle = V_{0x} \cdot f$$

$V_0y - gt = 0$, zeit $t = \frac{V_0y}{g}$ - rechte Forme raus

$$V_{0g} = gt \quad , \quad t = \frac{V_{0g}}{g} \quad , \quad T = \frac{2V_{0g}}{g}$$

$$L = \frac{V_0 X \cdot 2V_0 g}{g} = \frac{2V_0^2 \cos \theta \cdot \sin \theta}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$V_{02} = \sqrt{\frac{g L}{\sin \theta}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin 30^\circ}} = \sqrt{200^2} = 10\sqrt{2} \approx 14,1 [m]$$



$$V_{0x} \uparrow V_{0y} + \frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial p_y}$$

$$H = 0 + \text{about } -\frac{gt^2}{2}$$

Order: 1) 14, 1 $\frac{1}{2}$

$$F_y = f_n \sin \beta$$

Order: 1) 14, 1 $\frac{1}{2}$

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!

N₂ Data:

$$\sin \alpha = \frac{1}{5}$$

$$V_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$M = 0,5$$

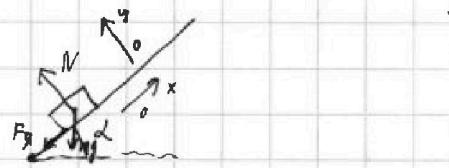
$$T = 1 \text{ с}$$

$$U = 1 \text{ м/с}$$

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

$$1) S - ?$$

$$2) T_1 - ?$$



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

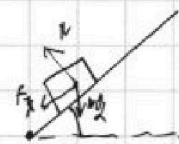
$$\cos \alpha d = \frac{4}{5}$$

$$1) 23 \text{ Н на OK: } -F_{gx} - mg \sin \alpha = -ma_1 \\ \text{наод: } N = mg \cos \alpha \\ F_gx = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = \text{const}$$

$$S_1 = V_0 \cdot T - \frac{a_1 T^2}{2} = V_0 T - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2} = \\ = 6 \cdot 1 - \frac{10 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) \cdot 1^2}{2} = 1 \text{ (м)}$$

2)



В УРО „лента“ полного цикла физика

$$a_1 = a_{\text{ном}} + a_{\text{нр}} = \overline{a}_1 = a_{\text{ном}} = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = \\ = 10 \cdot \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) = 10 \cdot \frac{9}{25} =$$

$$V_{0\text{нр}} = V_{0\text{ном}} + U$$

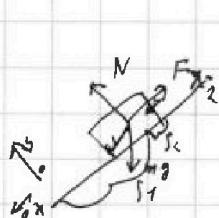
$$V_{0\text{ном}} = V_0 - U = 6 - 1 = 5 \text{ (м)}$$

При движении скорость и дробь остаются одинаковы.

$$V_{0\text{ном}} = 0 = V_{0\text{ном}} + a_1 T_1$$

$$V_{0\text{ном}} = a_1 T_1 \rightarrow T_1 = \frac{V_{0\text{ном}}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ (с)}$$

3) S₁ - расстояние, проходимое дробью до окончания 1-го цикла.



$$S_1 = \frac{V_0^2 - U^2}{2a_1}$$

Вычисление дроби полного цикла вниз, где скорость

в ЛСО будет равна 0 при $V_{0\text{ном}} = \vec{U}$.

S₂ - это перемещение дроби в ЛСО от U до 0.

$$S_2 = S_{\text{ном}} + S_{\text{нр}}$$

$$S_{\text{ном}} = \frac{(U^2 - 0)}{2a_2}$$

$$S_{\text{нр}} = U \cdot t, \quad U = a_2 \cdot t \Rightarrow$$

$$23 \text{ Н: } mg = mg \sin \alpha - F_{gx}$$

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

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

$$S_{\text{нр}} = -\frac{U^2}{2a_2} + \frac{U^2}{a_2} = \frac{U^2}{2a_2}$$

$$L = S_1 + S_2 = \frac{V_0^2 - U^2}{2a_1} + \frac{U^2}{2a_2} = \frac{6^2 - 1^2}{2 \cdot 10} + \frac{1^2}{2 \cdot (10 \cdot \frac{9}{25} - 1 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5})} = \frac{35}{20} + \frac{1}{2 \cdot (16 - 4)} = \frac{35}{20} + \frac{1}{2 \cdot 12} = \frac{35}{20} + \frac{1}{24} = \\ = \frac{40}{20} = 2 \text{ (м)}$$

Ответ: 1) 1 м; 2) 0,5 с; 3) 2 м.

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.

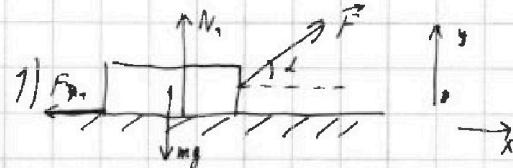
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N^o 3 Dанные:

l
k

m
1) M-?
2) F-?

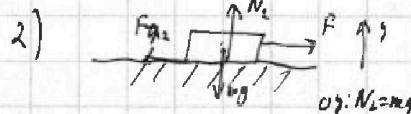
L - длина
перегородки



$$\text{OK: } N_1 = mg - F \sin \theta$$

если $F \cos \theta = N_1 \cos \theta = mg - m F \sin \theta$ сажай
здесь силы изолированы как элементы фермы

$$k=0 = A_F + A_x = P L (\cos \theta + (-F \sin \theta)) = FL \cos \theta - \mu L (mg - F \sin \theta)$$



$$F_{\text{действ}} = mg$$

здесь ферма силы изолированы как элементы фермы

$$k=0 = A_F + A_x = F \cdot L - \mu mg L$$

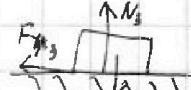
Приложим работы: $P L - \mu mg L = F L \cos \theta - \mu L (mg - F \sin \theta)$

$$FL = PL \cos \theta + \mu L F \sin \theta$$

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

3)

Торможение:



$$F_r = k \cdot \frac{m V^2}{2} \rightarrow$$

$$V^2 = \frac{2 k}{m}$$

$$F_{\text{действ}} = N_3 = mg$$

$F_{\text{действ}} = m a = mg - \text{действительное ускорение} \rightarrow a = \mu g$

$$s = \frac{0 - V^2}{-2a} = \frac{V^2}{2a} = \frac{V^2}{2 \cdot \mu g} = \frac{2k}{4 \mu mg} = \frac{k \sin \theta}{(1 - \cos \theta) \mu g}$$

Ответ: 1) $\frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta}$; 2) $\frac{k \sin \theta}{(1 - \cos \theta) \mu g}$.

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!

N^a_4 Дата:

$$T_1 = 200 \text{ K}$$

$$R = 0,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$1) A_{31} - ?$$

$$2) \eta - ?$$

1) Из упрощения видно, что $A_{31} = V$. В Т.1 $T_1 = 200 \text{ K}$, в точке 3 $T_3 = 2 \text{ K}$, в точке 2 $T_2 = 100 \text{ K}$.

$$\theta \text{ точка } 2, \theta T_1, \frac{C}{R} \text{ фазы } \frac{T_3 - T_2}{T_2} = 2; \frac{T_3 - T_2}{T_2} = \frac{1}{2}; \frac{T_3 - T_1}{T_1} = \frac{1}{2}$$

$$A_{31} = \sqrt{\frac{C}{R}} \cdot R \cdot \Delta T_{31} = \sqrt{2R} (T_3 - T_1) = -6\sqrt{R} T_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} V R (T_3 - T_1) = -\frac{3}{2} V R T_1$$

$$A_{31} = \Delta U_{31} - A_{31} \rightarrow A_{31} = -4,5 V R T_1 + 6\sqrt{R} T_1 = \frac{3}{2} \sqrt{R} T_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 0,31 \cdot \frac{100}{200} = 2493 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = 1 - \frac{a_{12}}{a_{11}} \quad A_{12} = \sqrt{\frac{C}{R}} \cdot [P(T_2 - T_1)] \cdot R = \frac{3}{2} \cdot R \cdot \Delta T_1 = \frac{3}{2} R T_1.$$

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

$$A_{12} = \sqrt{\frac{C}{R}} [U_{T_2} - U_{T_1}] / R = \sqrt{\frac{1}{2} R} U_{T_1} = -2\sqrt{R} T_1$$

$$a_{11} = -6\sqrt{R} T_1$$

$$a_{11} = a_{12}$$

$$a_{12} = -(a_{23} + a_{31}) \rightarrow \eta = 1 - \frac{a_{12}}{a_{11} + a_{12}} =$$

$$= 1 - \frac{21 R T_1}{2(2\sqrt{R} T_1 + 6\sqrt{R} T_1)} = 1 - \frac{21}{2} =$$

$$= 1 - \frac{16\sqrt{R} T_1}{21\sqrt{R} T_1} = 1 - \frac{16}{21} = \frac{5}{21}$$

$$3) A_{12} = A_{11}' + \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} V R (T_2 - T_1) = \frac{27}{2} V R T_1 \rightarrow A_{12}' = \frac{27}{2} V R T_1 - \frac{27}{2} V R T_1 = 0 \Rightarrow \text{получен } A_{12}' = 0 \text{ неправильный.}$$

Ответ: 1) 2493 Дж; 2) $\frac{5}{21}$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

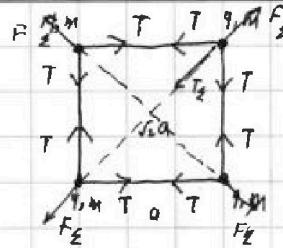
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N^o5 Data:

$$\begin{array}{|c|} \hline a \\ \hline T \\ \hline k/q=1? \\ \hline 0 \neq E_0? \\ \hline \end{array}$$

3) d?

к-коэффициент Гальвари



$$1) F_z = F_1 \cdot \sqrt{2} + F_2$$

$$F_1 = \frac{k|H||H|}{a^2}, \quad F_2 = \frac{k|q||H|}{(J_2 \cdot a)^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$F_z = \frac{\sqrt{2}kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} = \frac{2\sqrt{2}kq^2 + kq^2}{2a^2}$$

$$F_z = T_z = T\sqrt{2}$$

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

$$kq^2 = \frac{2\sqrt{2}T \cdot a^2}{2\sqrt{2}+1} \rightarrow k = a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}T}{2\sqrt{2}+1}}$$

2) Приложим кинетич. энергию, действующую на систему из 4 частиц и считая, что
коэффициент γ в законе Гальвари (всем частицам скорость одинакова)

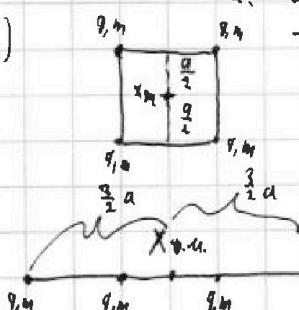
$$V \downarrow a \quad a \quad a \quad a \downarrow V \quad 2U = 2V \Rightarrow U = V$$

Мод. энергия системы также выражается: $W_{kin} = W_k + 4E_k \quad E_k = \frac{k a \sqrt{2} T}{4(2\sqrt{2}+1)} (\sqrt{2}+1)$

$$W_{kin} = \frac{4kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2} \cdot a}; \quad W_k = \frac{3kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{1a}$$

$$4E_k = \frac{4kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2} \cdot a} - \frac{3kq^2}{a} - \frac{2kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{1a} = \frac{kq^2}{a} (\sqrt{2} + \frac{1}{2}) \rightarrow E_k = \frac{kq^2}{4a} (\sqrt{2} + \frac{1}{2})$$

3)



Т. к. массы сконцентрированы, а сами невесомы, то х.ч. и. будет расположена в центре квадрата, на расстоянии $\frac{a}{2}$ от каждого угла.

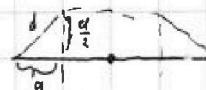
На систему не действует внешних сил $\Rightarrow \vec{M} \cdot \vec{v}_{2,4} = \vec{0} \Rightarrow$ центр масс
либо покоятся либо движется равномерно, но вначале он покончит \Rightarrow

$$\Rightarrow v_{2,4} = const \quad x_{2,4} = const$$

Второе условие х.ч. будет выполняться только приравняв $\frac{a}{2}$.

$$d^2 = a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = a^2 + \frac{a^2}{4} = \frac{5a^2}{4}$$

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



$$(Odej: 1) a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}T}{2\sqrt{2}+1}}; 2) \frac{k a \sqrt{2} T}{4(2\sqrt{2}+1)} (\sqrt{2} + \frac{1}{2}); 3) \frac{a\sqrt{5}}{2}.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



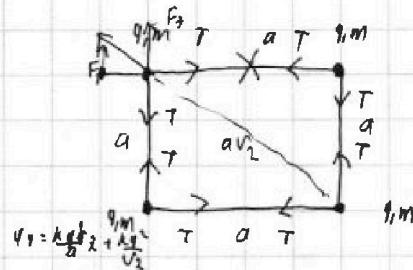
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

(1)
(2)

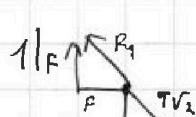
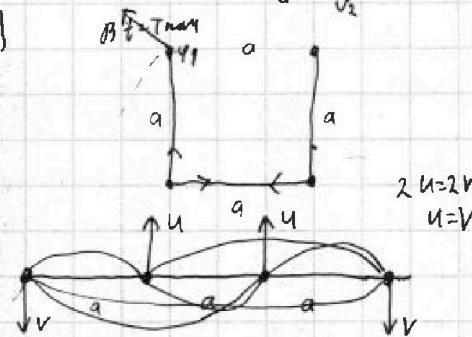
$$k = \frac{1}{4\pi f_0}$$



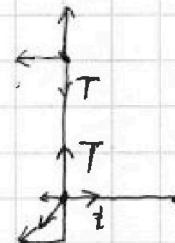
$$F = \frac{Kg^2}{a^2}$$

$$F_1 = \frac{Kg^2}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{Kg^2}{2a^2}$$

2)



$$F_1 + FV_2 = TV_2$$



$$\frac{Kg^2}{2a^2} + \frac{Kg^2V_2}{a^2} = TV_2$$

$$\frac{g^2(K+2\sqrt{2}K)}{2a^2} = TV_2$$

$$g = \sqrt{\frac{TV_2 \cdot 2a^2}{K+2V_2K}} = a\sqrt{\frac{T\sqrt{8}}{K(1+V_2)}} = a\sqrt{T\sqrt{8}(1+V_2)}$$

Для определения V_2 предположим, что грузы одинаковы

$$W_{KOH} = \frac{4Kg^2}{a} + \frac{2Kg^2L}{a^2} = \frac{Kg^2}{a}(4+V_2)$$

$$W_{KOH} = \frac{3Kg^2}{a} + \frac{2Kg^2}{2a} + \frac{Kg^2}{a^2} = \frac{3Kg^2}{a} + \frac{Kg^2}{a} + \frac{Kg^2}{a^2} = \frac{Kg^2}{a}(3+\frac{1}{2}) = \frac{Kg^2}{a}(3+\frac{1}{2}) = \frac{Kg^2}{a}(4+\frac{1}{2})$$

$$\frac{Kg^2}{a}(4+V_2) - \frac{Kg^2}{a}(4+\frac{1}{2}) = \frac{Kg^2V_2}{2}$$

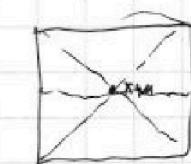
$$\frac{Kg^2}{a}(4+V_2 - 4 - \frac{1}{2}) = \frac{Kg^2V_2}{2}$$

$$\frac{Kg^2}{a}(V_2 - \frac{1}{2}) = \frac{Kg^2V_2}{2} = K$$

of

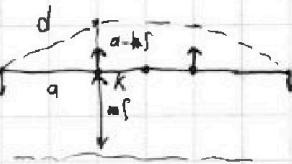
$$F_K = \frac{KaTV_2}{4g(1+V_2)} (V_2 - \frac{1}{2})$$

3)



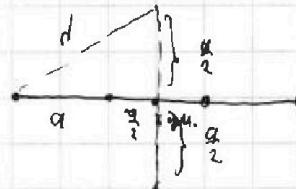
E_K

$$Adu = \alpha E_K$$



$$Adu = F_H \cdot d \Rightarrow M_{R1} = F_H \cdot d = \gamma_a u \cdot d \Rightarrow \text{у. и. либо ненесен,}$$

либо длина $d = V = 10m$ и подъем. угла $\theta = 45^\circ$



$$Adu = \sum F \cdot d \cos \theta$$

$$d^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{3a}{2}\right)^2 = \frac{a^2}{4} + \frac{9a^2}{4} = \frac{10a^2}{4}$$

$$d = \frac{a}{2}\sqrt{10} = \frac{\sqrt{10} \cdot a}{2}$$



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!

4

$$\angle = 45^\circ$$

$$L=20\mu$$

V0-7

$$1 \quad V_x = V_0 \cos \alpha$$

$$t_{\text{exp}} \quad \dot{\theta} = V_g - g b_1$$

$$V = V_0 \cos(\omega t) = v_0 \sin(\theta)$$

$g_{t_1} = k_1$ - first requires $\geq \frac{1}{2}$

1

$$L = \underline{V_0 \cos \alpha \cdot 2 V_0 \sin \alpha}$$

$$t_7 = \frac{7}{2} t$$

$$t = \frac{2Lg}{g} = \frac{2 \cdot 10 \sin 30^\circ}{9.8}$$

$$\frac{g L}{3.6 \times 10^6 / 6.1 \times 10^3} = V_0$$

$$\text{Zeitfindung} \quad V_0 = \sqrt{\frac{r_{\text{ATO}}}{\frac{r_{\text{ATO}}}{2} \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{r_{\text{ATO}}}{1}} = r_{\text{ATO}} = 10 \cdot \sqrt{2} = 10 \cdot 1,414 = 14,14 \text{ m/s}$$

21

5-

$$V_{0Y} = V_0(0, 1/2)$$

$$f \in k[x_1, \dots, x_n]$$

V₀, V₀P₃

$$H = V_0 \sin(\beta t - \frac{\pi}{2})$$

$$T = \frac{2\pi r \sin B}{g \cos^2 B} = \frac{\pi r^2}{g \cos^2 B} \tan B = \frac{\pi r^2}{g r^2 \cos^2 B} = \frac{\pi}{g \cos^2 B}$$

$$H = \epsilon g \beta f - \frac{g f^2}{2 b_0^2 c_0 r^2 p} k$$

$$2\frac{d}{v_0^2 \cos^2 \beta} \int -t g \beta f + H = 0$$

$$D = \frac{fg^2\beta - 4 \cdot H \cdot g}{2 \cdot b_0^2 \cdot r_0^4 \cdot \beta} \quad \sqrt{D} = \sqrt{\frac{2b_0^2c_0f_0g^2\beta - 4H_0}{2b_0^2r_0^4\beta}}$$

$$f = \frac{t^2 \beta + \sqrt{2V_0^2 m^2 \beta - 4M}}{2V_0^2 e U \beta}$$

$$J = 64 - \frac{1}{4} \sqrt{10} - \text{notable}$$

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!

$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$V_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0.5$$

$$T = 1 \text{ с.}$$

1)

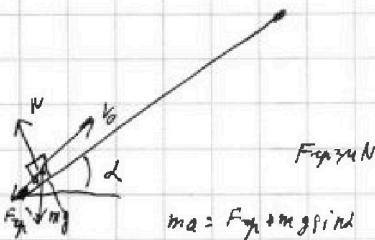


Fig 34 N

$$ma = F_x + mg \sin \alpha$$

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

$$m_a = m g \cos \alpha + \mu m g \sin \alpha$$

$$+ 0.5 \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{5} \right) = 10 \text{ м/с}^2$$

$$a > m g (\cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$f = V_0 \cdot T - \frac{\alpha t^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{\frac{3}{5} \cdot \frac{7}{5} \cdot 1}{2} =$$

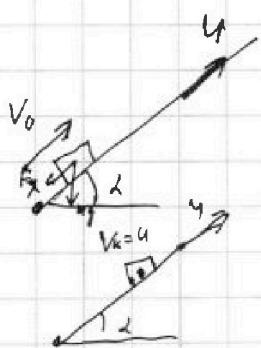
$$= 6 - 1.5 = 2.5 \text{ м}$$

$$U = 14 \text{ м}$$

$$V_0 = 6 \text{ м/с}$$

T

2)



Быстро скати (интуиц.)

$$V_0 = V_{\text{окн}} + U$$

$$V_{\text{окн}} = V_0 - U = 6 - 1 = 5 \text{ м/с}$$

$$a = 9 \text{ м/с}^2$$

$$V_{\text{окн}} \cdot t = 0$$

$$a = \text{const}$$

$$V_{\text{окн}} \cdot t = V_{\text{окн}} - a T_1$$

$$a T_1 = V_{\text{окн}}$$

$$T_1 = \frac{V_{\text{окн}}}{a} = \frac{5}{9} = \frac{5}{\mu g \cos \alpha + \sin \alpha} = \frac{5}{\frac{1}{2} \cdot \frac{25}{16} + \frac{3}{5}} = \frac{5}{\frac{1}{2} \cdot \frac{49}{16}} = \frac{5}{\frac{49}{32}} = \frac{16}{49} \text{ с}$$

3) L?

$$V_K = 0$$

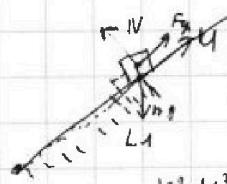
$$\sqrt{V_0^2 - U^2} =$$



$$V_K = V_{\text{окн}} + U = 0$$

$$U = V_{\text{окн}}$$

$$S = f_{\text{акт}} \cdot t$$



$$ma_2 = m g \sin \alpha - F_x = \mu g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

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

$$L_1 = \frac{V_0^2 - U^2}{2 a_1} \quad \text{предположение } V_{\text{окн}} = U$$

$$L_2 = \frac{U^2 - U_1^2}{2 a_2}$$

$$U = 0 + at$$

$$S_{\text{акт}} = \frac{U^2 - U_1^2}{2 a_1}$$

$$S_{\text{акт}} = U \cdot t = \frac{U^2}{a_1}$$

$$S = \frac{U^2}{2 a_1} - \frac{U_1^2}{2 a_2} = - \frac{U_1^2}{2 a_2}$$

$$F_x = L_1 - S = \frac{V_0^2 - U^2}{2 a_1} - \left(- \frac{U_1^2}{2 a_2} \right) = \frac{V_0^2 - U^2 + U_1^2}{2 a_1} =$$

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!

$$2) \eta = \frac{A'}{Cn} = \frac{a_n - a_1}{a_n} = 1 - \frac{a_1}{a_n}$$

1-2

2-3

3-1

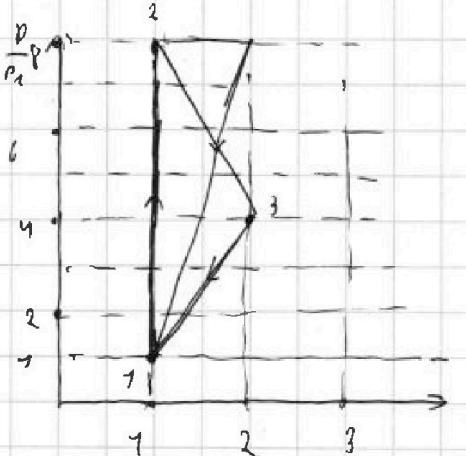
$$\begin{aligned} A_{12} &= \sqrt{R \cdot 4T_2} \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{R \cdot 4T_1} \\ R &= 1.5 \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{R T_1} \\ C &= 1.5R \end{aligned}$$

$$A_{23} = \sqrt{\frac{1}{2} p_1 (4T_3 - 4T_2)} = -\sqrt{\frac{1}{2} R \cdot 4T_1} = -2\sqrt{RT_1}$$

$$A_{31} = \sqrt{2R(4T_1 - 4T_3)} = -6\sqrt{RT_1}$$

$$a_x = -(-2\sqrt{RT_1} - 6\sqrt{RT_1}) = +18\sqrt{RT_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{8\sqrt{RT_1}}{21\sqrt{RT_1}} = 1 - \frac{8}{21} = 1 - \frac{76}{21} = \frac{5}{21}$$



$$A_{12} = A_{12}' + \Delta U_{12}$$

$$+\frac{1}{2} \sqrt{R T_1} = A_{12}' + \frac{1}{2} \sqrt{R (P T_1 - 21)}$$

$A_{12}' = 0$, т.к. процесс изохорический

$$\frac{1}{2} \sqrt{R T_1} = p_1 v_1$$

$$\sqrt{R \cdot RT_1} = p_2 v_2$$

$$p_2 = 8p_1$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \sqrt{R T_3} &\neq \sqrt{R T_2} \\ VR \cdot 4T_1 &= p_1 v_3 \\ VR \cdot 4T_1 &= p_1 v_3 \end{aligned}$$

$$A_{23} = -\frac{1}{2} \sqrt{R \cdot 4T_1} = -2\sqrt{RT_1}$$

$$A_{23} = A_{23}' + \Delta U_{23} \quad \Delta U_{23} = -\frac{1}{2} \sqrt{R \cdot 4T_1} = -6\sqrt{RT_1}$$

$$A_{23}' = 4\sqrt{RT_1} =$$

$$p_1 v_1 = \sqrt{RT_1}$$

Вокруг 3: $VR \cdot 4T_1 = p_2 v_3$

$$\sqrt{R \cdot RT_1} = p_2 v_3$$

$$p_2 v_3 = 4p_1 v_3$$

$$A_{31} = -\sqrt{2R \cdot 3T_1} = -6\sqrt{RT_1}$$

$$\Delta U = -\frac{3}{2} \sqrt{R (4T_1 - 4T_3)} =$$

$$-\frac{9}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$A_{34}' = -\frac{1}{2} \sqrt{R \cdot 4T_1} = -2\sqrt{RT_1}$$

$$U_2 = \frac{3}{2} \sqrt{R \cdot 4T_1} = 12\sqrt{RT_1}$$

$$U_1 = \frac{1}{2} \sqrt{R \cdot 4T_1} = 6\sqrt{RT_1}$$

$$\Delta U = 6\sqrt{RT_1}$$

$$A_{23} = -2\sqrt{RT_1}$$

$$A_{23}' = 4\sqrt{RT_1}$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{p_1}{v_1} + \frac{p_2}{v_2} \right) \left(\frac{k}{k-1} - 1 \right) = \frac{1}{2} k \left(\frac{p_1}{v_1} + \frac{p_2}{v_2} \right) = \frac{1}{2} k \left(\frac{p_1}{v_1} + \frac{4p_1}{v_3} \right)$$

$$A_{23} = -\sqrt{\frac{1}{2} R \cdot 4T_1} = -2\sqrt{RT_1}$$

$$\Delta U_{23} = -\frac{1}{2} \sqrt{R \cdot 4T_1} = -6\sqrt{RT_1}$$

$$A_{21}' = 4\sqrt{RT_1} = 4p_1 v_1$$

$$A_{21} = 4p_1 v_1 - \frac{3}{2} p_1 v_3 = (\frac{1}{2} p_1 v_1)$$

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!

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

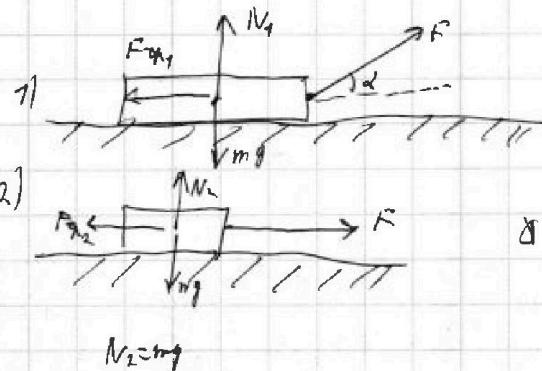
$$d$$

$$\theta \cdot F \sin \theta$$

$$m$$

$$s$$

$$m$$



$$N_1 = mg - F_1 \sin \theta$$

$$F_{1\parallel} = \mu(mg - F_1 \sin \theta)$$

$$\Delta K = A\Delta t = F \cdot s \cdot \cos \theta - \mu(mg - F_1 \sin \theta) \quad |$$

$$\Delta K = A\Delta t = Fs - \mu m g$$

$$F \cos \theta - \mu(mg - F_1 \sin \theta) = F - \mu m g$$

~~$$F \cos \theta - \mu m g + F_1 \sin \theta = F - \mu m g$$~~

~~$$F \cos \theta + F_1 \sin \theta = F$$~~

~~$$F(\cos \theta + \sin \theta) = F$$~~

~~$$\cos \theta + \sin \theta = 1 = \sqrt{1 + 2 \sin \theta \cos \theta}$$~~

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

$$F \cos \theta - \mu m g + \mu k s \sin \theta = F - \mu m g$$

$$\cos \theta + \sin \theta = 1$$

$$\mu \sin \theta = 1 - \cos \theta$$

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

$$s = \frac{V^2 \cdot 0}{2a}$$

$$2k = mV^2$$

$$V = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

$$2) \quad F_g = ma = m a_y = m a = m g = a$$

$$K - a = A\Delta t$$

$$s = V \cdot t - \frac{a t^2}{2}$$

$$F_{g\parallel} = m a_y$$

$$\frac{mV^2}{2} = F_{g\parallel} \cdot s_1$$

$$\frac{mV^2}{2} = \mu m g \cdot s_1 \quad s = \frac{V^2}{2 \mu m g}$$

$$s_1 = F_{g\parallel} \cdot s_1$$

$$s_1 = \frac{k}{F_g} = \frac{k}{m g}$$

$$s_1 = \frac{V^2 \cdot 0^2}{2 \cdot m g} = \frac{2k}{2 \cdot m g} \cdot V$$

$$4. \quad T_1 = 200k$$

$$R = 1,31 \quad \sqrt{2} = 1$$

$$\alpha = \sqrt{C_B T} = \sqrt{\frac{1}{2} R \alpha T}$$

$$C_B = (1 + \frac{1}{2})R$$

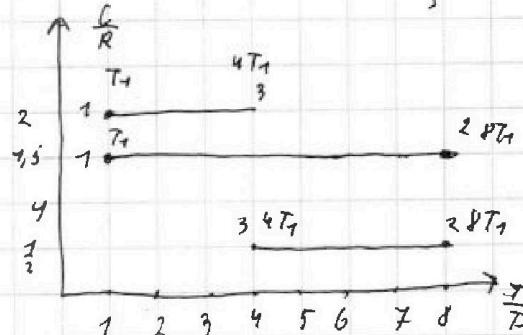
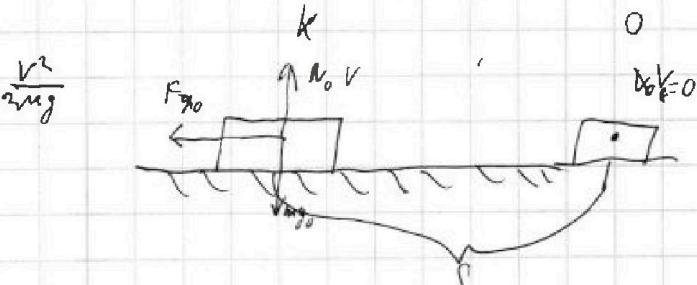
$$L = \frac{1}{2} R \quad \frac{L}{R} = L \rightarrow L = 2R$$

$$1-2-3-1$$

$$1) A_{31} - ?$$

$$U_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}' = \Delta U_{31} - A_{31}$$

$$\frac{P_{31}}{24,93}$$



$$A_{31} = \Delta U_{31} + Q_{31} = \frac{3}{2} \sqrt{R(T_1 - 4T_1)} + (\sqrt{2} R \cdot 8T_1) = -\frac{9}{2} \sqrt{R T_1} + 6 \sqrt{R T_1} =$$

$$= \frac{3}{2} \sqrt{R T_1} = \frac{3}{2} \cdot 1,31 \cdot 200 =$$

$$= 3 \cdot 1,31 \cdot 100 = 393 N (dm)$$