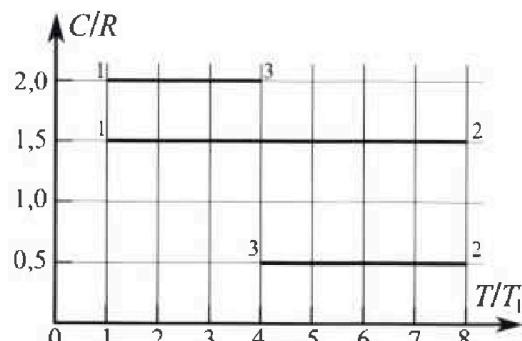


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

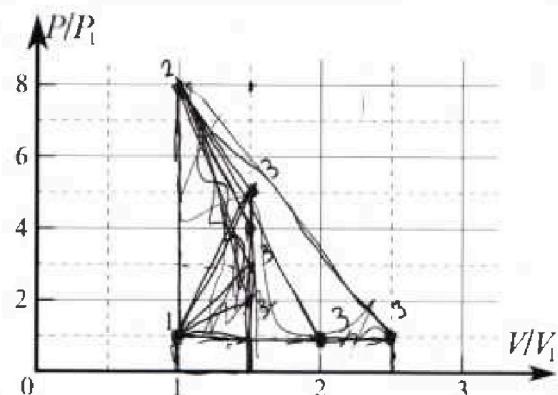
Вариант 10-02

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 процессы: 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).



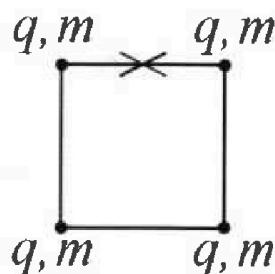
- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



$$\frac{3+1}{2} \cdot h = 4$$

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.





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.

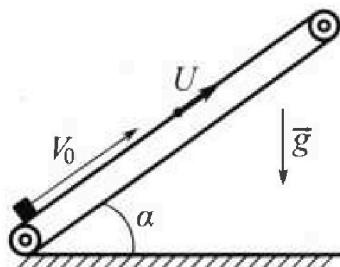
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $V_0 = 6 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



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

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

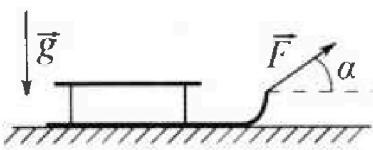
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1 \text{ м/с}$?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



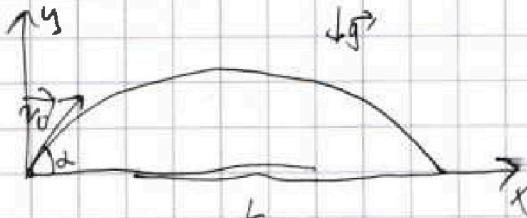
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

МФТИ

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

$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$



$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

$$y: 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x: L = v_0 \cos \alpha t = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0^2 \sin 2\alpha = Lg$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = 10\sqrt{2} \approx 14 \text{ м/с}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$y = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x = v_0 \cos \beta t$$

$$y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x = v_0 t$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \beta}$$

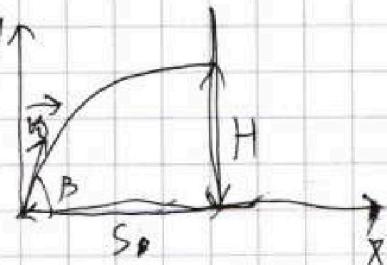
$$y = \frac{x}{t}$$

$$y = v_0 \cdot \sin \beta \cdot \frac{x}{v_0 \cos \beta} - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \beta} = \tan^2 \beta + 1$$

$$y = x \tan \beta - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \beta)$$

$$y = -\frac{gx^2 \tan^2 \beta}{2v_0^2} + x \tan \beta - \frac{gx^2}{2v_0^2}$$



Очк. 1 из 13

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

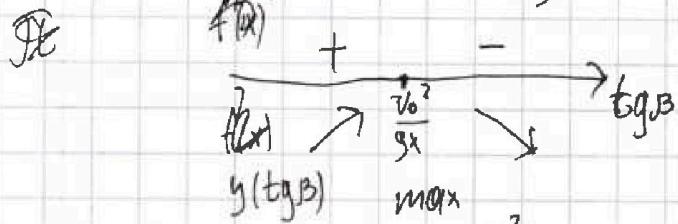
Исследуем функцию $y(tg\beta)$:

$$y'(tg\beta) = -\frac{3x^2 \cdot tg\beta}{2v_0^2} + x$$

$$y'(tg\beta) = 0$$

$$\frac{3x^2 \cdot tg\beta}{v_0^2} = x$$

$$tg\beta = \frac{v_0^2}{3x}$$



Значит, при $tg\beta = \frac{v_0^2}{3x}$ $y(tg\beta)$ - максимальна.

Поэтому:

$$H = -\frac{\cancel{3x^2} \cdot \cancel{98x}}{2v_0^2} + \cancel{\frac{1}{2} \cdot \frac{v_0^2}{g}} - \frac{9S^2}{2v_0^2}$$

~~$$H = -\frac{v_0^2}{g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{9S^2}{2v_0^2}$$~~

$$H = -\frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{9S^2}{2v_0^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{9S^2}{2v_0^2} \quad \frac{9S^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - H$$

$$S = \sqrt{\frac{v_0^4}{g^2} - \frac{2v_0^2 H}{g}} = \frac{v_0}{\sqrt{g}} \cdot \sqrt{\frac{v_0^2}{g} - 2H}$$

$$S = \frac{10\sqrt{2}}{10} \cdot \sqrt{\frac{200}{10} - 2 \cdot 36} \text{ м} = \sqrt{20} \cdot \sqrt{12,8} \text{ м} = \sqrt{2 \cdot 128} \text{ м} = 16 \text{ м}$$

Ответ: 1) $10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) 16 м

стар 2 из 23



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

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

$$\sin \alpha = 0,6 \quad T=1\text{c}$$

$$v_0 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\mu = 0,5$$

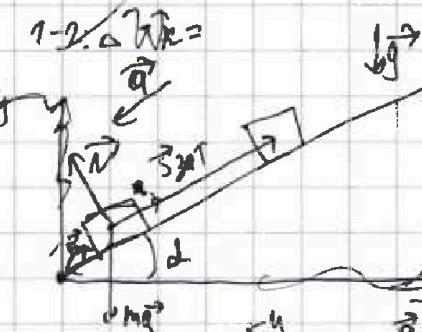
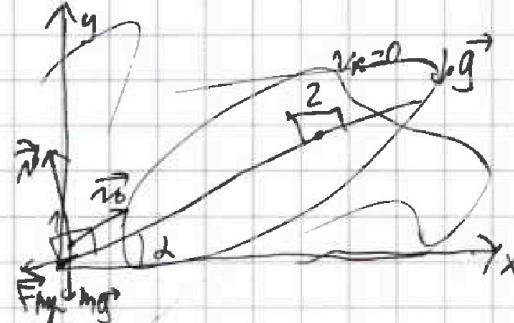
$$M = 1 \frac{\text{t}}{\text{c}}$$

m - масса коробки

h - высота подъема

L - длина трамвайного
направляющего пути

Найдите v_0



$$ma = mg + F_{\text{fr}} + T$$

$$y: \quad 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{fr}} = M_A g = M_m g \cos \alpha$$

$$x: \quad ma = Mg \sin \alpha + F_{\text{fr}} = Mg \sin \alpha + M_m g \cos \alpha$$

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

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$x: \quad -S = -v_0 T + \frac{aT^2}{2}$$

$$S = v_0 T - \frac{g(\sin \alpha + M_m \cos \alpha) T^2}{2}$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$S = 6 \cdot 1 - \frac{5}{72} (0,6 + 0,8 \cdot 0,5) \cdot 1 \approx 1 \text{m}$$

Справка из 13

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

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

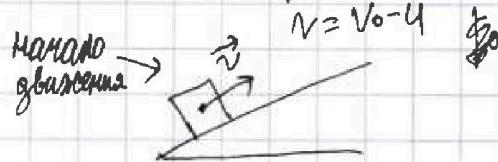
МФТИ



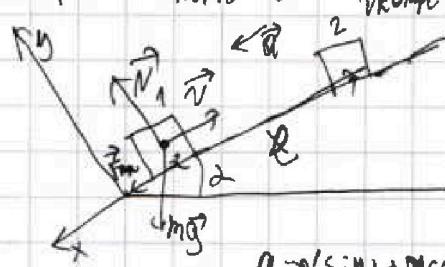
$$\vec{v}_{adv} = \vec{v}_{comp} + \vec{v}_{rel}$$

$$\vec{v}_{comp} = \vec{v}_{adv} - \vec{v}_{rel}$$

↓ В СО Используя



$$v_k = u \Rightarrow v_{komp} = 0$$



СО Используя:

$$1-2: m \cdot 2T_1 = A_{komp} + A_r + A_{Frig}$$

$$0 - \frac{mgv^2}{2} = -A_{komp} \sin \alpha - M_{komp} g l$$

$$l = \frac{v^2}{2g(\sin \alpha + M)}$$

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$x: -l = -v T_1 + \frac{g(\sin \alpha + M \cos \alpha) T_1^2}{2}$$

$$\frac{g T_1^2 (\sin \alpha + M \cos \alpha)}{2} - (v_0 - u) T_1 + \frac{(v_0 - u)^2}{2g(\sin \alpha + M)} = 0$$

$$T_1 = \frac{(v_0 - u)^2 \pm \sqrt{(v_0 - u)^2 - 4 \cdot \frac{g(\sin \alpha + M \cos \alpha)}{2} \cdot \frac{(v_0 - u)^2}{2g(\sin \alpha + M)}}}{2g(\sin \alpha + M \cos \alpha)}$$

$$T_1 = \frac{25 \pm \sqrt{25 - \frac{25}{11}}}{10} \text{ c} \quad \cancel{T_1} = \frac{25 \pm 5\sqrt{1 - \frac{1}{11}}}{22} \text{ c} =$$

$$= \frac{25 \pm \frac{5}{\sqrt{11}}}{10} \text{ c} = \frac{5 \pm \frac{1}{\sqrt{11}}}{2} \text{ c} = \frac{5\sqrt{11} \pm 1}{2\sqrt{11}} \text{ c} = \frac{55 \pm \sqrt{11}}{22} \text{ c}$$

Стр 4 из 15

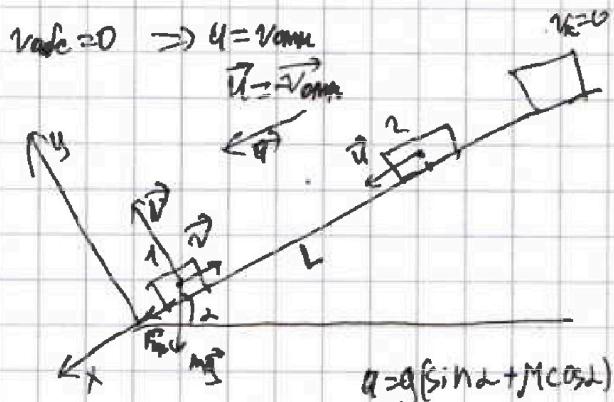
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$x: -L = -v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$L = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

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

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

$$L = \frac{2 \cdot 6 \cdot (6 - 1) - 36}{2 \cdot 10} m = \frac{60 - 36}{20} m = \frac{\frac{12}{24} m}{\frac{20}{20}} = 1,2 m$$

Ответ: 1) $\approx 1m$; 2) $\frac{55 \pm \sqrt{117}}{22} c$; 3) $1,2 m$

Лекция № 13

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

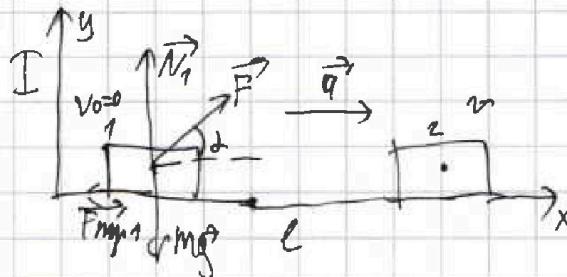


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <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. Нарча QR-кода недопустима!

$$W_{N_1} = k \vec{F}_2 \cdot \vec{k} \quad l_1 = l_2 = l$$



M_1, M_2 - массы санок

M - масса сарок

N_1, N_2 - сила реакции опоры θ_1, θ_2 углы

$$\rightarrow m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N}_1 + mg\vec{i} + \vec{F}_{mp_1}$$

$$y: 0 = N_1 + F \sin \theta_1 - mg$$

$$N_1 = -F \sin \theta_1 + mg$$

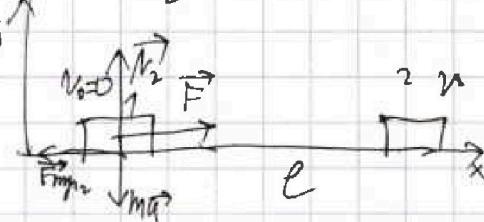
$$F_{mp_1} = M/N_1 = M(mg - F \sin \theta_1)$$

$$1-2: \Delta W_k = A_{mg} + A_m + A_{F_{mp_1}} + A_F$$

~~$$\frac{mv^2}{2} = F \sin \theta_1 l$$~~

$$\frac{mv^2}{2} = F \cos \theta_1 l - M \cos \theta_1 + M F \sin \theta_1 l \quad (1)$$

II



$$M\vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_{mp_2} + \vec{N}_2 + Mg\vec{i}$$

$$y: 0 = N_2 - Mg$$

$$N_2 = Mg$$

$$F_{mp_2} = M M g$$

$$1-2: \Delta W_k = A_{mg} + A_m + A_F + A_{F_{mp_2}}$$

$$\frac{mv^2}{2} = F \cos \theta_1 l - M \cos \theta_1 l \quad (2)$$

$$(1) = (2): F \cos \theta_1 l - M \cos \theta_1 l + M F \sin \theta_1 l = F l - M \cos \theta_1 l$$

$$F - 1 - \cos \theta_1 l + M \sin \theta_1 l$$

$$F \cos \theta_1 l + M F \sin \theta_1 l = F$$

$$M = \frac{1 - \cos \theta_1 l}{\sin \theta_1 l}$$

состр 6 из 13



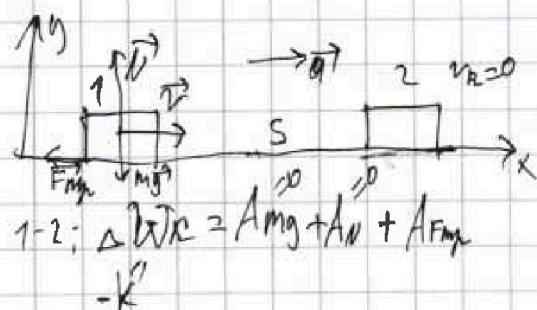
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$m\vec{a}^2 = \vec{N} + \vec{F}_{f\mu} + \vec{mg} + \vec{A}$$

$$y: 0 = N - mg$$

$$F_{f\mu} = MN = Mg$$

$$\cancel{K} = \cancel{MmgS}$$

$$S = \frac{K}{Mmg} = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad 2) S = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

Стр 4 из 13

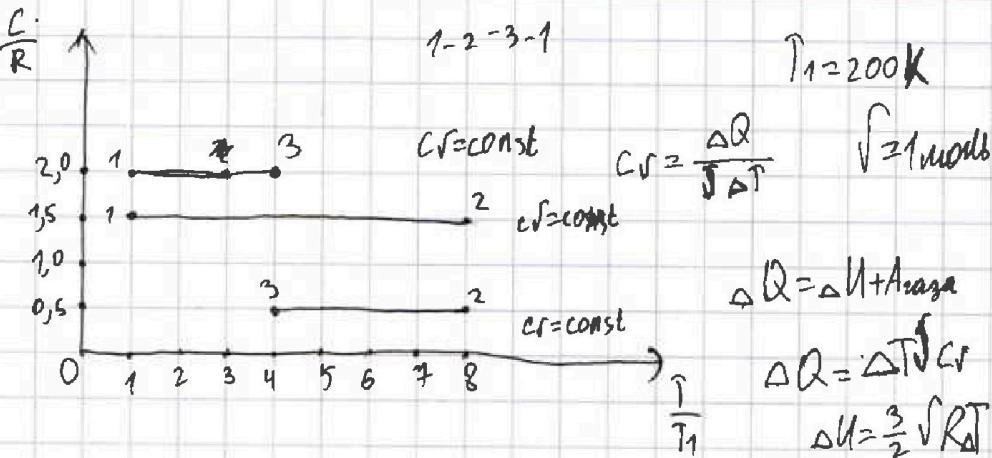
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\Delta Q_{31} = - (T_3 - T_1) \int_{C_{31}} \quad C_{31} = 2R \quad T_3 = 4T_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (T_3 - T_1) R \int \quad C_{32} = 1,5R \quad T_2 = 8T_1$$

$$C_{32} = 0,5R$$

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

$$A_{31} = (4T_1 - T_1) \cdot \sqrt{2R} - \frac{3}{2} (4T_1 - T_1) R \int = 3T_1 \cdot \sqrt{R} \cdot (2 - \frac{3}{2}) = 1,5h \sqrt{R}$$

$$A_{31} = 1,5 \cdot 200 \cdot 1 \cdot 8,31 \text{ Дж} = 831 \cdot 3 \text{ Дж} = \underline{\underline{2493 \text{ Дж}}}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{\text{внеш}}|}{A_{\text{внеш}}}$$

$$|Q_{\text{внеш}}| = |Q_{31}| + |Q_{23}| = |(T_1 - T_3) \int_{C_{31}}| + |(T_3 - T_2) \int_{C_{23}}|$$

$$Q_{\text{внеш}} = Q_{12} = |T_2 - T_1| \int_{C_{12}}$$

$$\eta = 1 - \frac{|(T_3 - T_1) \int_{C_{31}} + (T_2 - T_3) \int_{C_{23}}|}{|(T_2 - T_1) \int_{C_{12}}|} =$$

$$= 1 - \frac{(4T_1 - T_1) \cdot 2R + (8T_1 - 4T_1) \cdot 0,5R}{(8T_1 - T_1) \cdot 1,5R} = 1 - \frac{6+2}{4 \cdot 1,5} = 1 - \frac{8}{10,5} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{25}{105} = \frac{5}{21}$$

$$\eta = \frac{5}{21}$$

см. в 8 из 13

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!

$$p_1 V_1 = \sqrt{R T_1}$$

$$p_2 V_2 = \sqrt{R T_2}$$

$$p_3 V_3 = \sqrt{R T_3}$$

также

$$A_{31} = -1,5 \sqrt{R T_1}$$

чтобы

$$A_{12} = (T_2 - T_1) \int_{C_{12}} - \frac{3}{2} \sqrt{R \cdot (T_2 - T_1)} = 0$$

$$= -4 \cdot 1,5 \sqrt{R T_1} - \frac{3}{2} \sqrt{R \cdot 9 T_1} = \frac{21}{2} \sqrt{R T_1}$$

$$C_V = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

$$A_{23} = (T_3 - T_2) \int_{C_{23}} - \frac{3}{2} (T_3 - T_2) \sqrt{R} = 0,5 \sqrt{R T_1}$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = C_V \int$$

$$= (4 T_1 - 8 T_1) \cdot \sqrt{0,5 R} - \frac{3}{2} (4 T_1 - 8 T_1) \sqrt{R} =$$

$$\Delta T_2 (T_1 - T_0) = \frac{pV - p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$= 4 \sqrt{R T_1}$$

$$\Delta Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \sqrt{R \Delta T} + A$$

показ-мод

$$\Leftrightarrow C = C_V \int = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{R \Delta T} + A}{\Delta T} = \frac{3}{2} \sqrt{R} + \frac{A}{\Delta T} = \text{const на участке}$$

$$\frac{A}{\Delta T} = \text{const} \sqrt{-\frac{3}{2} \sqrt{R}}$$

$$A = (C_V \int - \frac{3}{2} \sqrt{R}) \Delta T = \int (C_V - \frac{3}{2} \sqrt{R})$$

$$A = \int \cdot \frac{pV - p_0 V_0}{\sqrt{R}} \cdot \left(C_V - \frac{3}{2} \sqrt{R} \right)$$

$$V_1 = V_2 \quad \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$p_1 = \cancel{p_1} \cancel{V_1} = \cancel{RT_1} \quad p_2 = \frac{T_2 p_1}{T_1} = 8 p_1$$

давл

$$A_{23} = \frac{p_3 V_3 - p_2 V_2}{R} \cdot \left(\frac{1}{2} R - \frac{3}{2} \sqrt{R} \right) = \frac{p_2 V_2 - p_3 V_3}{R} \cdot \cancel{R} = p_2 V_2 - p_3 V_3 = 4 \sqrt{R T_1}$$

$$p_2 V_2 = 8 p_1 V_1 = 8 \cdot \sqrt{R T_1}$$

$$A_{31} = -1,5 \sqrt{R T_1} = \frac{-p_3 V_3 + p_1 V_1}{R} \cdot \left(2R - \frac{3}{2} \sqrt{R} \right)$$

$$\Downarrow p_3 V_3 = 4 \sqrt{R T_1} = 4 p_1 V_1$$

$$A_{23} = \int p dV = 4 \sqrt{R T_1}$$

$$p = \frac{\sqrt{R T}}{V}$$

$$\frac{dV}{V} = dT \quad \frac{dT}{T} = d\ln V$$

$$p(V) = \cancel{R} \cancel{T} \cancel{V}$$

смкн №3 13



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

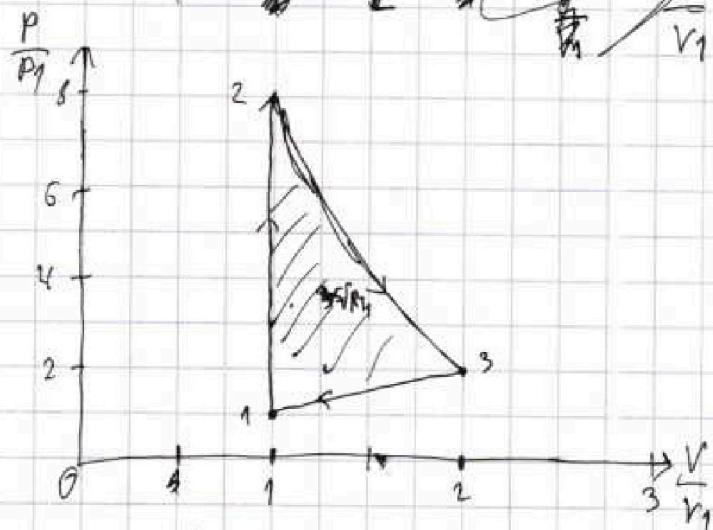
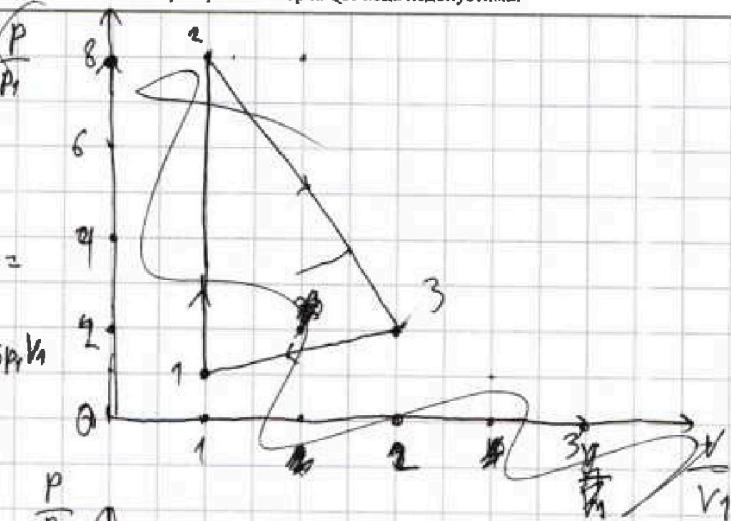
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{cases} V_3 \\ f(1) = 4P_1 \\ V_2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{затек}} &= A_{12} + A_{23} + A_{31} = \\ &= 2,5 \sqrt{R T_1} = 2,5 P_1 h \end{aligned}$$



$$\text{Решение: } A_{31} = 2493 \text{ дм}^2; \eta = \frac{5}{21}$$



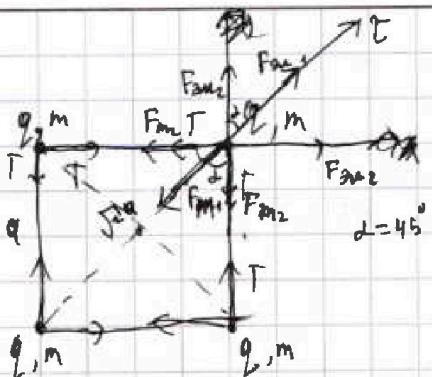
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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



$$m\ddot{q} = \vec{F}_{m1} + \vec{F}_{m2} + \vec{T} + \vec{T} + \vec{F}_{3m1} + \vec{F}_{3m2} + \vec{F}_{3m3}$$

$$\Sigma: 0 = \frac{kq^2}{2a^2} - \frac{Gm^2}{2a^2} + 2 \cdot \frac{kq^2}{a^2} \cdot \cos 45^\circ -$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} - 2 \cdot \frac{Gm^2}{a^2} \cdot \cos 45^\circ - 2T \cos 45^\circ$$

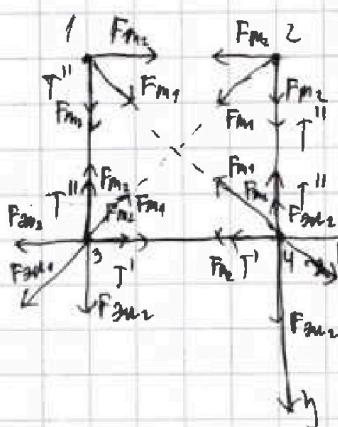
$$\frac{kq^2}{2a^2} + \frac{\sqrt{2}}{a^2} kq^2 = \frac{Gm^2}{2a^2} + \frac{\sqrt{2}Gm^2}{a^2} + \sqrt{2}T$$

$$kq^2 + 2\sqrt{2}kq^2 = Gm^2 + 2\sqrt{2}Gm^2 + 2\sqrt{2}a^2T$$

$$|q| = \sqrt{\frac{Gm^2(1+2\sqrt{2}) + 2\sqrt{2}a^2T}{(1+2\sqrt{2})k}}$$

$$|q| = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0(Gm^2(1+2\sqrt{2}) + 2\sqrt{2}a^2T)}{1+2\sqrt{2}}}$$

После разрыва нити:



$$\vec{q}_3 = \vec{q}_4, \text{ т.к. нить перестянута}$$

$\sum F_{q3x} = \sum F_{q4x} \Rightarrow$ по оси X шарик 3 и 4 попадают

$\rightarrow x: 0 \Rightarrow$ значит $T' = T$

Произвольный момент времени:



Слайд 11 из 13

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"/> |

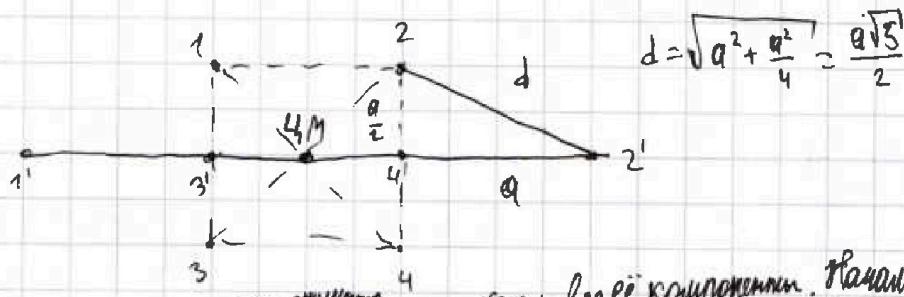
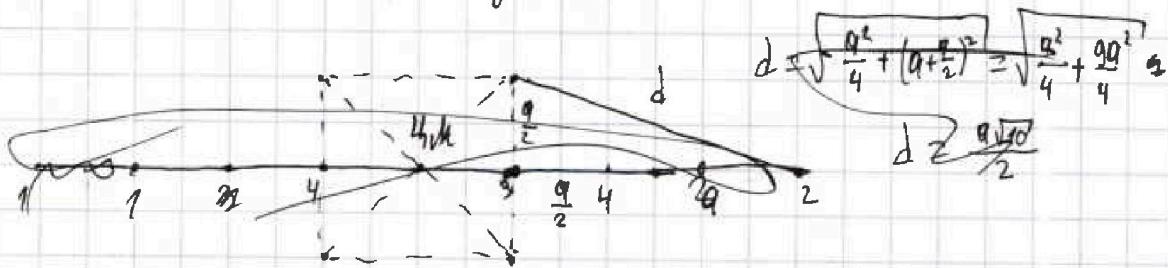
МФТИ

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

Система маятников 1, 2, 3, 4:

$\Delta P = F_{\text{норм}}^{\text{норм}}$ - значит центр масс системы покоялся

~~Начало~~ В начальный момент центр масс в центре квадрата, ~~затем~~ когда все шары дадут на одной прямой, он остановится там же. Проверка:



Система совершила полное колебание, ~~перевернувшись~~ как и все её компоненты. Начальное положение $\dot{x}_1 + \omega^2 x_1 = 0$ соответствует крайнему

$$\dot{x}_1 + \omega^2 x_1 = 0$$

$$x_m = \frac{a}{2} \cdot g$$

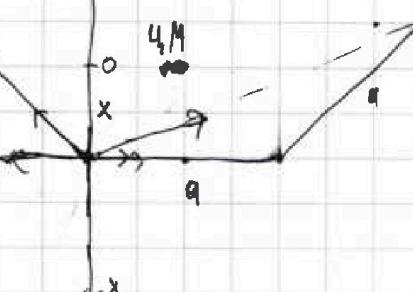
$$x_1 = x_m \cos \omega t$$

$$v_1 = -x_m \omega \sin \omega t$$

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

$$V = -x_m \omega$$

Продолжительность момента времени:



черт 12 из 13

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

Отметьте крестиком номер задачи,

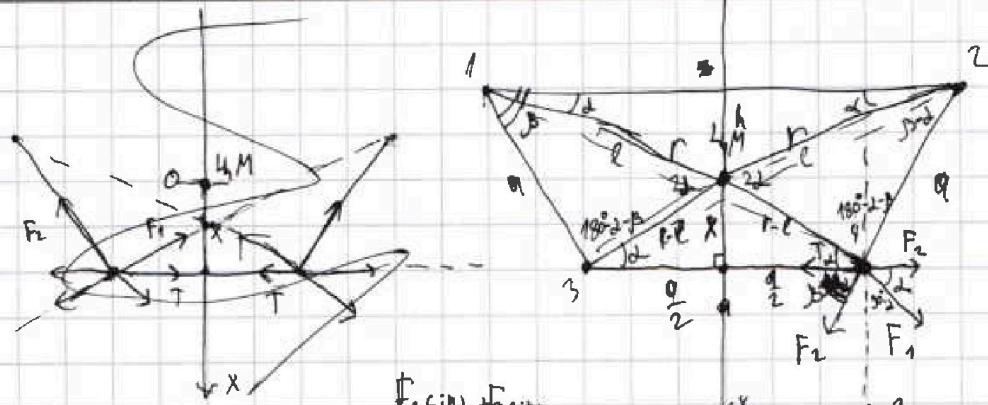
решение которой представлено на странице:



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



$$q_x = \frac{F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \beta}{m}$$

$$\frac{q}{\sin \alpha} = \frac{r}{\sin \beta}$$

$$tg \alpha = \frac{2x}{a}$$

$$q_x = \frac{\left(\frac{\sin \alpha}{r^2} + \frac{\sin \beta}{a^2} \right) \cdot (kq^2 - Gm^2)}{m} = \frac{\left(\frac{\sin^2 \alpha}{a^2 \sin^2 \beta} + \frac{\sin^2 \beta}{a^2} \right) (kq^2 - Gm^2)}{m} = \frac{(\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta) (kq^2 - Gm^2)}{ma^2 \sin^2 \beta}$$

$$F_1 = \frac{kq^2}{r^2} - \frac{Gm^2}{r^2}$$

$$F_2 = \frac{kq^2}{a^2} - \frac{Gm^2}{a^2}$$

$$r = \frac{a \sin \beta}{\sin \alpha}$$

$$m$$

$$\frac{l}{r-l} = \frac{h}{x}$$

$$h = \frac{l}{r-l} x$$

$$x+h = \frac{(l+1)x}{r-l}$$

$$\begin{aligned} x &= h \\ r-l &= l \\ \beta &= 180^\circ - \alpha - \gamma \end{aligned}$$

$$\frac{(x+h)+a}{2}$$

стор 13 из 13



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"/> |

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

МФТИ