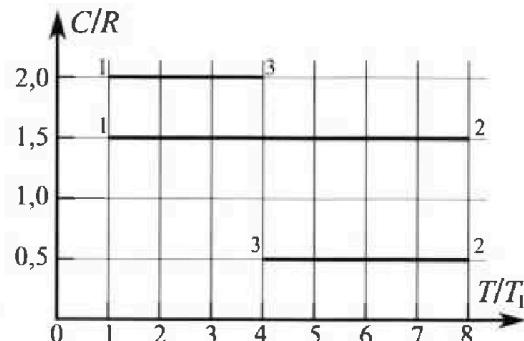


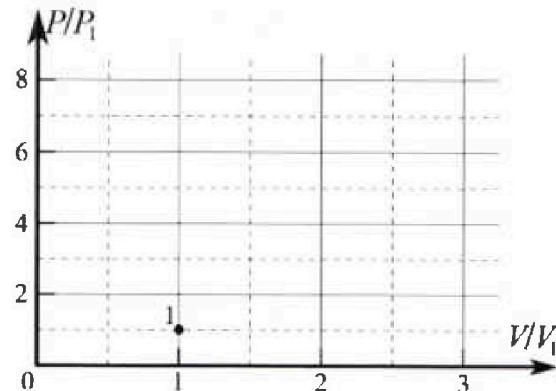
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**  
**Вариант 10-02**

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).

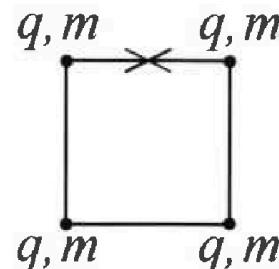


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка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



5. Четыре заряженных шарика связаны лёгкими 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  $\epsilon_0$ . 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.

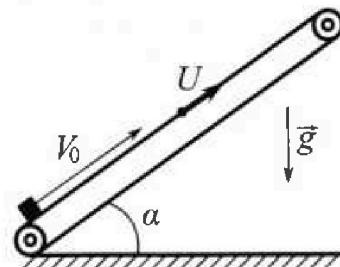
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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  $\alpha$  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

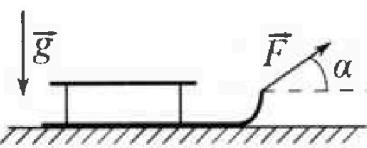
$$U = 1 \text{ м/с}?$$

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  $\alpha$  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  $\mu$  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:

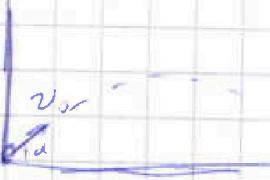


- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

3



(4 часть)

Уравнения решения в проекции

$$Ox: V_0 \cos \alpha t = x, g_x = 0, V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$x = V_0 \cos \alpha t$$

$$Oy: V_0 \sin \alpha t + g_y \frac{t^2}{2} = y, g_y = -g, V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

$$y = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

Нужно найти соответствующее  $t$  при  $b$  равно бреши полета

$$\text{точка } y(m) = 0 = V_0 \sin \alpha t_n - \frac{g t_n^2}{2} / : t_n = 0 \rightarrow$$

$$- V_0 \sin \alpha - \frac{g t_n}{2} = 0 \Rightarrow t_n = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x(m) = L = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}}, V_0 = \sqrt{\frac{20 \cdot 10 \cdot 9.8}{2}} = \sqrt{19600} =$$

$$x = V_0 \cos \alpha \cdot \sqrt{\frac{20 \cdot 10 \cdot 9.8}{2}}, y = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \text{ Проверка}$$

$$y = V_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} \quad (\text{Проверка})$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{(x)^2 + (y)^2}{(x)^2} = 1 + \frac{y^2}{x^2} \rightarrow$$

$$\Rightarrow y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 V_0^2} (1 + \frac{y^2}{x^2})$$

$$\text{при } x = s \Rightarrow y = V_0 \sin \alpha \cdot \frac{s}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g s^2}{2 V_0^2} = \frac{g s^2 \tan^2 \alpha}{2 V_0^2}$$

где  $h$  - высота бреши о стенку

$h / 2 g \alpha$  - квадратичная зависимость с вершиной

вниз  $\rightarrow$  есть максимум в вершине параболы

$$\text{极大} ; k_0 = \frac{b}{2a}; y_{\max} = \frac{-f}{4a}; f g d_{\max} = \frac{V_0^2}{2(1 + \tan^2 \alpha)}$$

Найдем  $y_{\max}$  в  $y(x)$   $\rightarrow$  при  $x = d_{\max}$  - 1 максимум

высота  $\rightarrow$  в начале горизонта  $H \rightarrow$

~~1~~ ~~2~~ ~~3~~



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!

$$\Rightarrow H = g \cdot \frac{v_0^2}{g^2} - \frac{g s^2}{2 v_0^2} \left( 1 + \frac{v_0^2}{g^2 s^2} \right) \quad (\text{доказательство})$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g s^2}{2 v_0^2} = \frac{g s^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{2 v_0^2}{g^2 s^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g s^2}{2 v_0^2} - \frac{v_0^2}{2 g}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2 g} - \frac{g s^2}{2 v_0^2} \Rightarrow g s^2 = 2 H \frac{v_0^2}{g}$$

$$s^2 = \frac{2 v_0^2}{g} \left( \frac{v_0^2}{2 g} - H \right)$$

$$s^2 = \frac{v_0^2}{g} \left( \frac{v_0^2}{2 g} - 2 H \right)$$

$$s = v_0 \sqrt{\frac{v_0^2}{g} - 2 H}$$

$$s = \sqrt{200} \frac{m}{s} \cdot \sqrt{\frac{200}{10} m^2 - 2 \cdot 3,6 m^2}$$

$$s = \sqrt{200} \cdot \sqrt{\frac{12,8}{10} m^2} = \sqrt{20 \cdot 12,8} m$$

$$s = \sqrt{200} \frac{m}{s} \Rightarrow s = 16 m$$

Одн. реш.: 1)  $v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{4H}} = \sqrt{\frac{200}{4 \cdot 3,6}} \frac{m}{s}$

2)  $s = v_0 \sqrt{\frac{v_0^2}{g} - 2H} = 16 m$

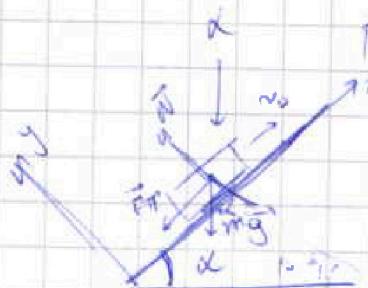
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



(1 задача)  
F<sub>тр</sub> направлена вправо в другую сторону  
относительная движение вправо

Выведем уравнения баланса по ОX и ОY  
неподвижной системы

по II закону Ньютона -

$\mu N + mg \cdot \sin \alpha = F_{\text{тр}} = m \omega^2 r$ , осевая сила постоянна  
на линии центра (без)  $\Rightarrow$  в неподвижной системе  $F_{\text{тр}} + m g \sin \alpha = m \omega^2 r = 10000$

Ox:  $-F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = m a_x$  (уравнение Ньютона)

Oy:  $N_y + mg \cos \alpha = m a_y = 0$ , т.к.  $a_y = 0$  (уравнение Ньютона)

Oy:  $N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$F_{\text{тр}} = F_{\text{трmax}} = \mu N = \mu m g \cos \alpha$  - формула сопротивления  
движению т.к. тело размножается -

$$\Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu m g \cos \alpha$$

Ox:  $m a_x = -\mu m g \cos \alpha - m g \sin \alpha \Rightarrow$

$$-a_x = -g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$\sin \alpha = 0.6 = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}; \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$-a_x = -g \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) \Rightarrow a_x = -g = -10 \frac{m}{s^2}$$

Будет Ox разнообразнее движение  $\Rightarrow x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_x t^2$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a_x t^2 \Rightarrow x(T) = s = v_0 T + \frac{1}{2} a_x T^2$$

$$s = v_0 T - \frac{1}{2} g \cos^2 \alpha T^2 = 6 \cdot 10 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{16}{25} \cdot 1^2 =$$

$$\bar{v}_{\text{адс}} = \bar{v}_{\text{тре}} + \bar{v}_{\text{неп}} \text{ по } OX \rightarrow \bar{v}_{\text{адс}} = \bar{v}_{\text{тре}} + \bar{v}_{\text{неп}}$$

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!



(2 четн)

равнодейств. сила  $\Omega_x = -g$

$$U = U_0 + \alpha x T_1 \rightarrow \alpha = U_0 / \sqrt{T_1} = U_0 / \sqrt{0.5} \approx 0.5 C$$

Заметим, что когда  $U_{\text{раб}} = U$ , то далее

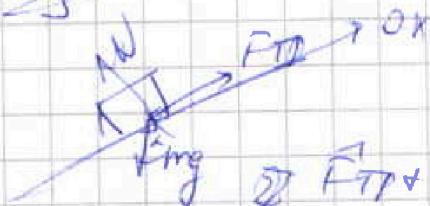
при замедлении ГР направляется Справа

т.к. это не споротн (ЭДК. нечетн)

$U_{\text{раб}} = U_{\text{раб}} - 2 \mu g c_s = U - U_{\text{раб}}$ , а дальше  
уменьшается  $\rightarrow$  проходит ГР справа, а  
затем  $\leftarrow$  т.к.  $U_{\text{раб}} = U$

~~Р22~~ 25

2. an.



$$\text{т.к. } F_{TP} + N \cos \varphi = m g \sin \varphi$$

$\Rightarrow F_{TP} = \mu n = \mu m g \cos \varphi = \max$

$$n = \frac{m g \cos \varphi}{\mu} = g \cos \varphi / \mu$$

$$a_x = g / \frac{1 + \mu^2}{\cos^2 \varphi} = g / \frac{1 + 0.25}{0.25} = -4 g$$

$$\text{Далее } \dot{x} = 0 \rightarrow \ddot{x} = 0 = U - \frac{1}{2} g T_2 \rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{5}{4} U$$

$$e_2 = U T_2 - \frac{g}{2} p L_2^2; L_2 = U \frac{5}{4} - \frac{1}{2} g \frac{25}{16} \frac{U^2}{2 p^2}$$

$$e_2 = \frac{5}{4} U^2 - \frac{25}{32} \frac{U^2}{p^2}$$

$$\Delta = e_1 + e_2 = \frac{5}{4} U^2 - \frac{25}{32} \frac{U^2}{p^2}$$

$$\text{Чекк} \quad s = \frac{2 U T - g T^2}{2} = 1 m, T = \frac{2 U}{g} = 0.5 s$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$e_1 = \frac{U_0 T_1}{2} - \frac{g T_1^2}{2}; \quad \text{если } U_0 \neq 0, \quad \text{тогда } e_1 = 0.$$

$$e_1 = \frac{U_0 (U_0 - u)}{g} - \frac{g (U_0 - u)^2}{2g}$$

$$e_1 = \frac{U_0^2}{g} - \frac{U_0 u}{g} - \frac{U_0^2}{2g} + \frac{u^2}{2g} + \frac{U_0 u}{g}$$

$$e_1 = \frac{U_0^2}{2g} - \frac{u^2}{2g} = \frac{U_0^2 - u^2}{2g} = \frac{36 - 1}{2 \cdot 10} = \frac{35}{20} \text{ м}$$

$$L = e_1 + e_2 = \frac{U_0^2 - u^2}{2g} + \frac{5u^2}{2g} = \frac{U_0^2 + 3u^2}{2g}$$

$$L = \frac{U_0^2 + 3u^2}{2g} = \frac{36 + 4}{2 \cdot 10} = 2 \text{ м.}$$

Ответ: 1)  $S = U_0 T - \frac{g T^2}{2} = 1 \text{ м}$

2)  $T_1 = \frac{U_0 - u}{g} = 0,5 \text{ с}$

3)  $L = \frac{U_0^2 + 3u^2}{2g} = 2 \text{ м.}$

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!

зад.

(1 участок)

$K_1 + K_2 = f$ . т.ч.  $K_1 \cdot k_1$  разложились зеркально  
в момент  $t=0$ . А-тогда  $\alpha_1 = \alpha_2$ .

Решим с 0 по  $t$   $\rightarrow 2) - 0 = a_1 t \Rightarrow t = \frac{v}{a_1}$

$$\rightarrow 1) C = \frac{U^2}{2a_1} \quad l = \frac{\alpha_1 a_1^2}{2} \cdot \frac{t^2}{2} = \frac{\alpha_1}{2} \cdot \frac{U^2}{2a_1} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\alpha_1 U^2}{4a_1}$$

1 сн.



$$K = \frac{m_1 U^2}{2}$$

$$= U^2 - \frac{2K}{m_1}$$

$F_{N1} = m_1 N_1$  (сила гр. сопротивления) т.к. это сдвиг.

$$M_1 + F \vec{l} + F_{N1} \vec{l} + mg \vec{l} = 0; \text{ т.к. } N_1 = F_{N1} \Rightarrow m_1 = mg$$

$$Ox: F_{C12} - F_{T12} = m_1 a_1 \Rightarrow m_1 = mg$$

$$F_{C12} - \mu (mg) - (-m_1 a_1) = m_1 a_1$$

$$K - 0 = A_{T12}, A_T = -\mu (mg - F_{C12}) l_1 + F_{C12} a_1;$$

$$l_1 = \frac{U^2}{2a_1}; \quad R_1 = \frac{F_{T12}}{2m_1} = \frac{K}{m_1}$$

$$K = l_1 (-\mu mg + F_{C12} + F_{T12}) \Rightarrow$$

$$a_1 = \frac{K}{m_1}$$

$$a_1 = -\mu g + \frac{F}{m} (\cos \alpha_1 + \sin \alpha_1)$$

$$(-\mu mg + F_{T12} + F_{C12})$$

$$2 сн. \quad m_2 - \mu_2 mg + \frac{F}{m} (\cos \alpha_2 + \sin \alpha_2) = m_2 a_2$$

$$R_{20} \cos \alpha_2 = N_2 = mg$$

$$R_{20} \sin \alpha_2 = F_{T22} = m_2 a_2$$

$$F = N_2 g = m_2 a_2 \Rightarrow$$

$$a_2 = \frac{F}{m} - \mu_2 g$$

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!

Решение 1.  $\ell = \frac{v^2}{2\omega}$  (2 части)  
 $\ell_1 = \ell_2, V = V_1 = V_2$

$$\rightarrow a_1 = a_2 = -\frac{F - \mu g}{m} \quad (\text{сумма силы})$$

$$= -\frac{F}{m} = \frac{\mu g}{m} \quad (\text{коэффициент трения})$$

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

$$= \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \leq 1, M < 1$$

$$\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \leq 1 \rightarrow F - \cos \alpha \geq 0$$

$$K = \frac{mv_0^2}{2} \quad 2. K. \quad N + F_{\text{нр}} - mg = 0$$



$$N = mg$$

$$F_{\text{нр}} = \mu N = \mu mg$$

$$-\mu mg = \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = -\mu g$$

равно замедл.

$$S = V_0 t_1 + a_1 \frac{t_1^2}{2}, \quad V_0 - 0 = a_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{\mu g}$$

$$S = \frac{V_0^2}{a_1} + \frac{V_0^2}{2a_1} = \frac{V_0^2}{2\mu g} = \frac{2}{2\mu g} = \frac{1}{\mu g}$$

$$K = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = \frac{2K}{m} \Rightarrow S = \frac{2K}{m\mu g} = \frac{K}{\mu mg} =$$

Ответ: 1)  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ ; 2)  $S = \frac{K}{\mu mg}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



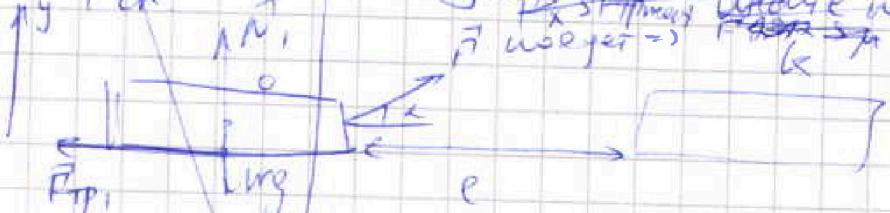
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------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

~~Черновик~~  
 $K_2 - K_1 = A_{\text{вых}}$ , где  $K_1, K_2$  - нач. энергия  
тела в момент  $t=0$ , а  $A_{\text{вых}}$  - работа вся  
нен. сопротивления на промежуток  
 $t_0 \rightarrow t_0 + \Delta t$

$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}}^{\text{прим}} + F_{\text{тр}}^{\text{доп}}$  (иначе не  
будет  $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}}^{\text{прим}} + F_{\text{тр}}^{\text{доп}}$ )



такое значение бирюса засчитано

$F \rightarrow F_{\text{тр}}$  влево и  $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}}^{\text{прим}} = \mu N$   
и работы (затраченные),  
силы трения

$$\# 3 \text{ B. Колесо} \rightarrow F + F_{\text{тр}} + N + mg = m \ddot{x},$$

Возможно ли это уравнение решить?

$$09: N = mg - F_{\text{тр}}^{\text{прим}} \rightarrow N + F_{\text{тр}}^{\text{прим}} = mg = 0$$

$$\rightarrow N = mg - F_{\text{тр}}^{\text{прим}} = F_{\text{тр}} \cdot \frac{mg}{\mu(mg - F_{\text{тр}}^{\text{прим}})}$$

$K = 0 = A_{\text{тр}} + A_F$  (т.к.  $A_F$  работы  $F_{\text{тр}}$  и  $F$   
за нулевые)

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot (\cos 180^\circ) + (-\bar{F}_{\text{тр}}) \cdot \bar{A}_F = -F_{\text{тр}} \cdot l$$

$$\bar{A}_{\text{тр}} = mg \sin \theta - \mu(mg - F_{\text{тр}}^{\text{прим}})$$

Замечание:  $F_x > F_{\text{тр}}^{\text{прим}}$  (иначе не получится)

$$F_{\text{тр}} > \mu(mg - F_{\text{тр}}^{\text{прим}}) \rightarrow$$

$$\rightarrow F_{\text{тр}}^{\text{прим}} > mg - \mu F_{\text{тр}}^{\text{прим}} \rightarrow$$

$$\rightarrow F_{\text{тр}}^{\text{прим}} > \mu mg.$$

$$A_F = F_{\text{тр}} \cos 180^\circ = -F_{\text{тр}} \cdot l \quad (mg - F_{\text{тр}}^{\text{прим}})$$

$$\rightarrow K = -N(mg - F_{\text{тр}}^{\text{прим}})l + F_{\text{тр}} \cdot l =$$

$$\Rightarrow K = F_{\text{тр}}^{\text{прим}} + F_{\text{тр}} \cdot l - \mu mg$$

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!

2 способ

Черновик №2

МУ



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

Аналогично (см. ч. 3 II З. К. Ка ОУ =)

$$\Rightarrow N_2 - mg = 0 \Rightarrow N_2 = mg$$

также  $F_{\text{тр}} = \text{Против} = \mu N_2 = \mu mg$ .

$K = 0 = \Delta p_F + \Delta F$ , где  $\Delta p_F$  и  $\Delta F$  предлож.

$F_{\text{тр}}$  и  $F$

$$\Delta p_F = -\mu m \omega L, \Delta F \xrightarrow{\text{сум}} \Delta F = F_F \xrightarrow{\text{сум}} \Delta F = F_F \quad (\cos \alpha)$$

$$K = -\mu mg / \cos \alpha + F_F \cos \alpha = \frac{K}{\cos \alpha} = F - \mu mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{K}{\cos \alpha} = F - \mu mg - F \sin \alpha \Rightarrow \frac{K}{\cos \alpha} = F \left( \frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} \right) = F \left( \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} \right) = F$$

см. проекции на ОХ.  $F_{\text{сум}} - \mu mg = ma$ ,

$$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = \frac{F}{m} \cos \alpha$$

$$a = \frac{\mu g \cos \alpha}{2} \cdot 2r = a_1 + t, \text{ (равнение движения)}$$

$$t = \frac{v_0}{a_1} \cdot \frac{v_0^2}{2a_1} \Rightarrow t = \frac{v_0^2}{2a_1} \Rightarrow t = \frac{v_0^2}{2(m \cos \alpha - \mu g)}$$

Аналог. 2 сн.

$$t = \frac{v_0^2}{2a_1}$$

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!

$$\overline{Q} = C dT - \text{небольшие изм. темпер., } dT - \text{гелик}$$

$$Q = C dT \Rightarrow \text{гелик это ищущий пор}$$

трубопровод. если  $T_0 = 10^\circ\text{C}$ ,  $T_1 = 20^\circ\text{C}$ ,  $dT = 10^\circ\text{C}$

$$Q = A + \Delta U - 13 \text{ Термоэлектрическ.}$$

изм. темп. изм.  $A$  - площадь пузьра

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T = 2R \cdot (T_1 - 4T_1) = -6RT$$

$$U = \frac{i}{2} \Delta T, i \approx 1 \text{ моль} \Rightarrow U = \frac{3}{2} RT = 1061 = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} R (T_1 - 4T_1) \rightarrow A_{31}^2 = \text{работа изза}$$

$$\Rightarrow -6RT_1 = -\frac{9}{2} RT_1 \cdot A_{31}^2 \rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{31}^2 = -\frac{3}{2} RT_1; A_{31} = -A_{31}^2$$

работа всем. сен. приводимая  
из зазора работы изза  $\Rightarrow A_{31} = \frac{3}{2} RT_1$

$$A_{31} = \frac{3}{2} \cdot 831 \cdot \frac{200}{200} K \cdot (1 \text{ моль})$$
$$A_{31} = 831 \cdot 3 \text{ дж} = 2493 \text{ дж.}$$

$$\gamma = 1 - \frac{Q_{\text{нет}}}{Q_{\text{гор}}}, \text{ где } Q_{\text{нет}} - \text{полученная работа}$$

$Q_{\text{гор}}$  - отдача гелика

из-за (из-за)

$$Q_{12} = \frac{3}{2} R \cdot 4T_1 = 12RT \text{ дж} \quad Q_{12} = \frac{21}{2} RT_1$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} R \cdot (-4T_1) = -2RT_1 < 0$$

$$Q_{31} = 2R \cdot (-3T_1) = -6RT_1 < 0$$

$$Q_{\text{нет}} = Q_{12} + Q_{31} = 8RT_1 \quad (1.4 \text{ } W_{13} = 0, W_{23} = 0)$$

$$Q_{\text{нет}} = Q_{12} \rightarrow \text{для } Q_{\text{нет}} = 12RT_1, \text{ т.е. } \frac{21}{2} RT_1$$

~~12RT\_1 = 12 \cdot 831 \cdot \frac{200}{200} K \cdot 200 J~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

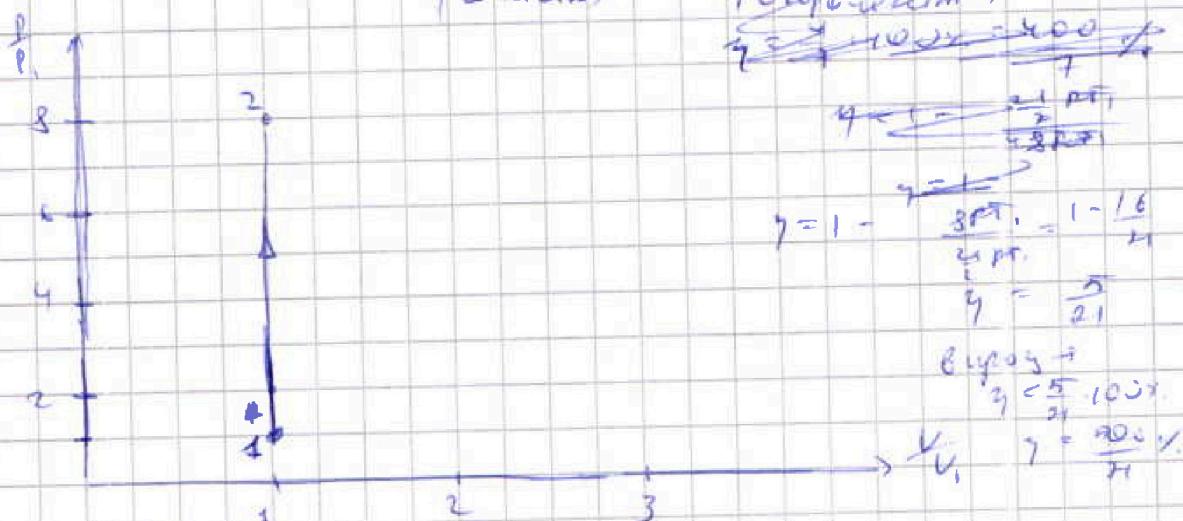
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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



$$\textcircled{1} - \textcircled{2} : \Delta T = \frac{3RT}{2(2-1)} + A \quad (\text{у 3 из места})$$

$$\Delta T (C - \frac{3}{2}R) \in A$$

$$1 \rightarrow 2 \quad \Delta T \left( \frac{3}{2}R \right) = A - 1A = 0 \Rightarrow \int pdV = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow V_2 = V_1$  (одинаковые объемы при одинаковой температуре)

$$P_2V_2 = P_1V_1 \Rightarrow R \cdot T_{2\text{new}} \Rightarrow P_2 = 2P_1$$

$$V_2 = V_1 \quad P_2V_2 = R \cdot RT_2$$

~~$$\frac{P_2V_2}{RT_2} = 2 \Rightarrow T_2 = 2T_1 \quad P_1 = RT_1, T_2 = 2RT_1 \Rightarrow$$~~

~~$$A_{23} = V_2 \cdot P_2 - V_1 \cdot P_1 = V_1 \cdot 2P_1 - V_1 \cdot P_1 = V_1 \cdot P_1$$~~

$$\textcircled{2} \quad P_1V_1 = P_2T_1 \quad A_{23} = -V_1 \cdot P_1 \left( 2 - \frac{1}{2}k \right) = -V_1 \cdot P_1 \cdot k = -kP_1V_1 \Rightarrow \int pdV > 0 \Rightarrow$$

$$-1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \Rightarrow V \uparrow \quad A_{23} = -kP_1V_1$$

$$\frac{P_3V_3}{RT_1} = \frac{P_2V_2}{RT_2} = \frac{P_2V_2}{R \cdot 2T_1} = \frac{P_2V_2}{2RT_1} = \frac{P_2V_2}{4T_1}$$

$$A_{31} = -V_3 \cdot P_3 \left( 2 - \frac{3}{2}k \right) = -\frac{3}{2}kP_3V_3 = -\frac{3}{2}P_1V_1$$

$$\textcircled{3} \quad P_3V_3^2 = 0 \text{ (нет)}: 1) A_{31} = \frac{3}{2}kP_1V_1 = 24533 \text{ дж}$$

$$2) 4 = \frac{5}{2} = \frac{500}{21} \%$$



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!

Задача Кулона:  $F = kq_1 q_2$   $\alpha = 45^\circ$  т.д. диагональ  
 Углы  $F_1 F_2$   $F_1 F_3$   $F_2 F_3$   $\alpha = 90^\circ$  т.к. образует симметрическую систему, поэтому шарик  
 симметрия  
 на изображении слева - направо

Решение: шарик от 1 до 4 с первым  
 шариком и вторым шариком симметрическими

шарик  $F_1$  от 2 и 4,  $F_1 = \frac{kq^2}{a^2}$

также из-за симметрии расстояние между 1 и 3  $= a\sqrt{2}$

шарик  $F_2 = \frac{kq^2}{2a^2}$

запись  $\sum F_i = 0$  и  $\sum M_i = 0$

запись  $\sum F_i = 0$  и  $\sum M_i = 0$

единственное решение сразу видно:

$$OK: T = F_1 - F_2 \cos 45^\circ = 0$$

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

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

$$\rightarrow g = a \sqrt{\frac{T}{k(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}})}}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rightarrow g = a \sqrt{\frac{qa^2}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}}}$$

Значит, что у системы 4-х шариков

нет решения для четырех одинаковых,

т.к.  $m_1 a_1 = F_{ex}$   $F_{ex}$  не может быть  $\neq 0$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



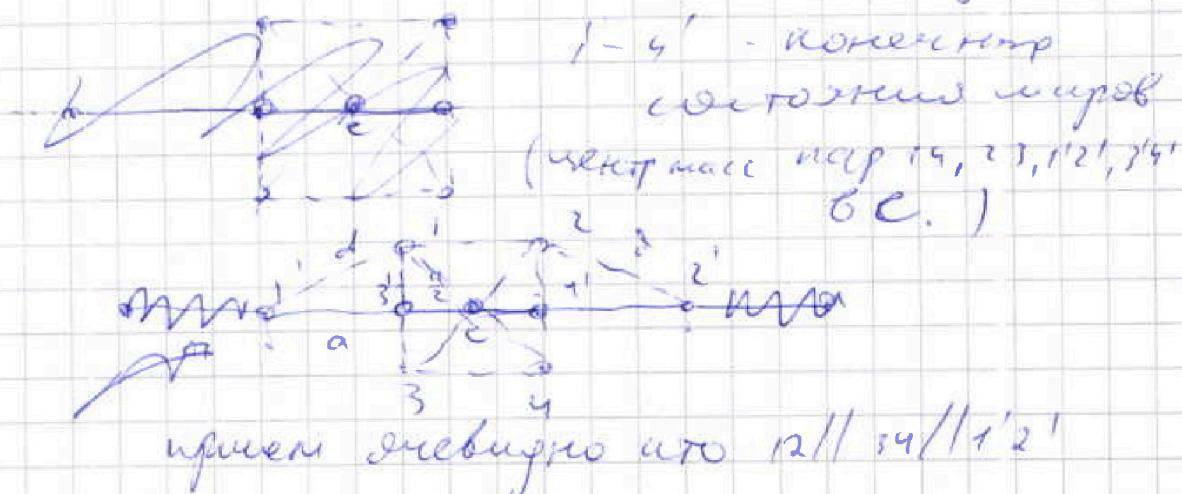
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

(часть 2)

Второй волны центр масс квадрата  
в качестве начальной при пересечении  
равнокинетич. т.н. массы движущего  
закончил когда система будет  
нассе тоже ролики развернуты  
в этот момент и это получит



причем очевидно что  $12/134/12'$

т.к. ли 2 отложенного симметрично  
от центра. то форма

$$d^2 = a^2 + \frac{a^2}{4} = 1 \Rightarrow d = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

Одно:  
i)  $|q| = a \sqrt{\frac{1+\sqrt{5}}{1-\sqrt{5}}}$

$$3/d = \frac{a}{2} \sqrt{5}$$



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

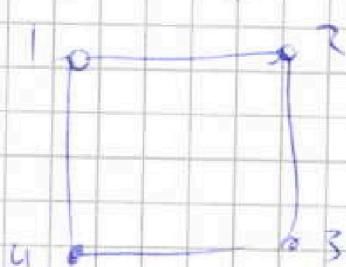
МФТИ

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

(34 задача)

$$K_2 - K_1 = A \Rightarrow A = -\Delta K \quad (\text{подсчит. } 4 \cdot x) \\ \text{зарядов}$$

$$U_K = U_2 = U_1$$



где 14, 23, 43, 41, 32  
не мен.

$$\underline{U_K = ?}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

5

6

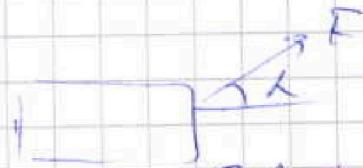
7

МФТИ

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

Черновик

$$F = \frac{mv^2}{r}, k = \text{Вес}$$



$$F \sin \alpha + N = mg \\ N_1 = mg - F \sin \alpha$$

$$N_2 = mg$$

$$F_{\text{норм}} - F_1 = ma,$$

$$F_2 - F_1 = ma,$$

$$F - F_1 = F_{\text{норм}} - F_1$$

$\mu$

$$C_{AT} = \frac{3}{2} R \alpha T + A$$

$$C_{\text{демп}} + C_{\text{дл}} = C_{AT}$$

$$F = -d \cdot C_{\text{дл}}$$

$$\Delta t = \rho dV$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

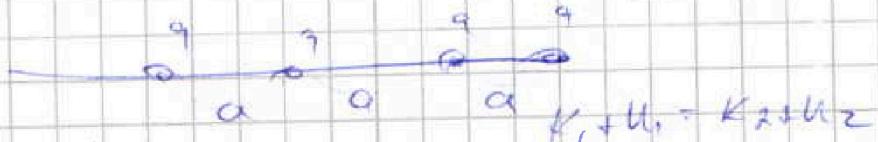
МФТИ

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



Черновик.

$$k_2 - k_1 = A - \Delta U \\ \Delta_1 + \Delta_2 = k_2 + k_1$$



$$4R = \Delta U$$

$$U_2 = (2 + \sqrt{2}) qE \alpha$$

$$\varphi E =$$

$$q \frac{6M}{R^2}$$

$$U_2 = RqT qE (\alpha \Delta U + 1 + 2\alpha + 3\alpha)$$

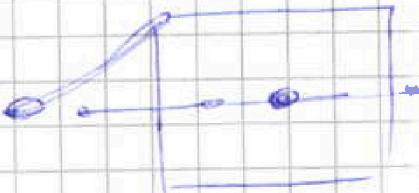
$$2 \cdot 6qE + 2 \cdot 4qE \alpha$$

$$20qEA$$

$$\begin{array}{r} 2871 \\ | \\ 1857 \\ \hline 2473 \end{array}$$

$$1857qE \alpha - 52 qE \alpha = 4k$$

Гравиц.



$$F_n = \frac{mv^2}{R}$$

отв



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 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!

Черновик

25  
4d

$$U_0 \cos \alpha t_n = L$$

$$U_0 \sin \alpha t_n - g \frac{t_n^2}{2} = 0$$

$$t_n = \sqrt{\frac{2U_0 \sin \alpha}{g}}$$

$$L = U_0 \sin \alpha$$

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

g

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!

Черновик

$\Rightarrow R\Delta T +$

~~St~~  $N = mg \cos \alpha$   $A_{12} = 0$   $A_{23} = -R\Delta T$

$F_n = \mu mg \sin \alpha$   $A_{31} = -\frac{1}{2}R\Delta T$

$(-\mu mg \sin \alpha - mg \sin \alpha) = ma$ ,  $A = -\frac{3}{2}R\Delta T$

$a = g$  (решётка 11 и 12)

$R = \frac{1}{2}$   $\omega_2 = \frac{\pi}{5}$   $a_x = -$   $Q = 8RT_1 + 2RT_2 +$

$mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{2} \pi^2 R \omega_2^2 = \frac{3}{5} mg \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{5} mg$   $\frac{21}{2} \pi^2$

$\text{CpdT}$   $\text{CvdT}$   $Q = 7 \cdot \frac{3}{2} \pi^2 + 1 \cdot 4T_1 + 2 \cdot 4T_2$

$\delta Q = \delta St + \delta U$   $Q = \frac{21}{2} \pi^2 RT_1$

$\delta Q = CdT = C_v dT + C_p dT$

$$\delta Q = CdT = Q = C_v dT$$

$$\frac{C_v}{C_p} \cdot \frac{R}{T_1} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1} + S RT_1 = Q$$

$$C_v = C_p(C_v) \quad A = 9\varphi \quad \rho = \frac{G \mu M}{r^2} \quad mg = \frac{G \mu M}{r^2}$$
$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{\varphi}{(\varphi+1)} \quad C_v = C \quad g = \frac{G \mu}{r^2}$$
$$C_v + C_p = 2 \quad \frac{1}{2}R + 2 \cdot \frac{1}{2}R = \frac{3}{2}R \quad \rho g L = \frac{Kg^2}{r^2}$$

$$C_v T = \frac{3}{2}R\Delta T + PdV$$

$$C_v T = \frac{3}{2}R\Delta T + PdV$$

$$(C_v - \frac{3}{2}R) \Delta T = PdV$$

$$(C_v - \frac{3}{2}R) \Delta T = PdV$$

$$PdV + Vdp = 0$$

$$1 - 3 : \frac{1}{2}R\Delta T = PdV$$

$$A_{13} = \frac{1}{2}R\Delta T \quad A_{21}$$

$$1 = \int PdV = \int \frac{1}{2}R\Delta T$$