



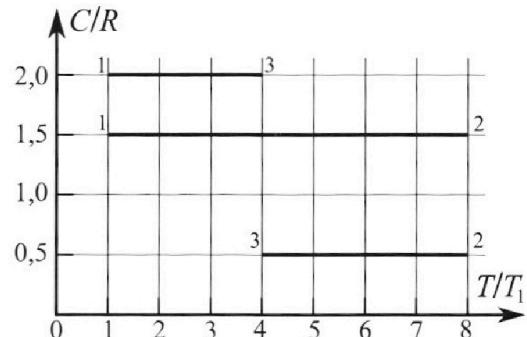
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

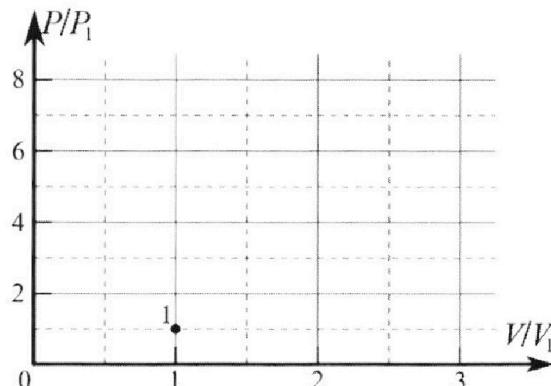


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

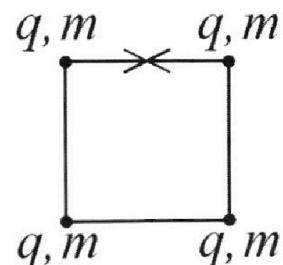


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



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.

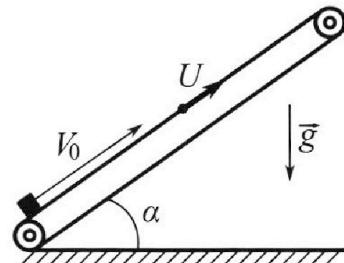
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $g = 10$ 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.).

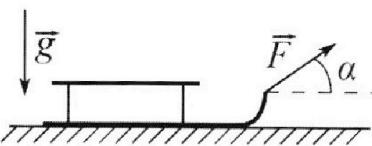
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.



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

N 1

Дано:

$$L = 245 \text{ м}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

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

$$V_0 = ?$$

$$t_{\text{сп}} = ?$$

$$S = ?$$

$$T = ?$$

$$V_x = ?$$

$$S_x = ?$$

$$V_y = ?$$

$$S_y = ?$$

$$\alpha_x = ?$$

$$\alpha_y = ?$$

$$\alpha_z = ?$$

$$\beta = ?$$

$$\gamma = ?$$

$$V_0 = ?$$

$$t = ?$$

$$x = ?$$

$$y = ?$$

$$z = ?$$

$$S_x = ?$$

$$S_y = ?$$

$$S_z = ?$$

$$V_x = ?$$

$$V_y = ?$$

$$V_z = ?$$

$$F_x = ?$$

$$F_y = ?$$

$$F_z = ?$$

$$M_x = ?$$

$$M_y = ?$$

$$M_z = ?$$

$$E_x = ?$$

$$E_y = ?$$

$$E_z = ?$$

$$P_x = ?$$

$$P_y = ?$$

$$P_z = ?$$

$$A_x = ?$$

$$A_y = ?$$

$$A_z = ?$$

$$J_x = ?$$

$$J_y = ?$$

$$J_z = ?$$

$$I_x = ?$$

$$I_y = ?$$

$$I_z = ?$$

$$R_x = ?$$

$$R_y = ?$$

$$R_z = ?$$

$$C_x = ?$$

$$C_y = ?$$

$$C_z = ?$$

$$D_x = ?$$

$$D_y = ?$$

$$D_z = ?$$

$$F_x = ?$$

$$F_y = ?$$

$$F_z = ?$$

$$G_x = ?$$

$$G_y = ?$$

$$G_z = ?$$

$$H_x = ?$$

$$H_y = ?$$

$$H_z = ?$$

$$I_x = ?$$

$$I_y = ?$$

$$I_z = ?$$

$$J_x = ?$$

$$J_y = ?$$

$$J_z = ?$$

$$K_x = ?$$

$$K_y = ?$$

$$K_z = ?$$

$$L_x = ?$$

$$L_y = ?$$

$$L_z = ?$$

$$M_x = ?$$

$$M_y = ?$$

$$M_z = ?$$

$$N_x = ?$$

$$N_y = ?$$

$$N_z = ?$$

$$O_x = ?$$

$$O_y = ?$$

$$O_z = ?$$

$$P_x = ?$$

$$P_y = ?$$

$$P_z = ?$$

$$Q_x = ?$$

$$Q_y = ?$$

$$Q_z = ?$$

$$R_x = ?$$

$$R_y = ?$$

$$R_z = ?$$

$$S_x = ?$$

$$S_y = ?$$

$$S_z = ?$$

$$T_x = ?$$

$$T_y = ?$$

$$T_z = ?$$

$$U_x = ?$$

$$U_y = ?$$

$$U_z = ?$$

$$V_x = ?$$

$$V_y = ?$$

$$V_z = ?$$

$$W_x = ?$$

$$W_y = ?$$

$$W_z = ?$$

$$X_x = ?$$

$$X_y = ?$$

$$X_z = ?$$

$$Y_x = ?$$

$$Y_y = ?$$

$$Y_z = ?$$

$$Z_x = ?$$

$$Z_y = ?$$

$$Z_z = ?$$

$$A_x = ?$$

$$A_y = ?$$

$$A_z = ?$$

$$B_x = ?$$

$$B_y = ?$$

$$B_z = ?$$

$$C_x = ?$$

$$C_y = ?$$

$$C_z = ?$$

$$D_x = ?$$

$$D_y = ?$$

$$D_z = ?$$

$$E_x = ?$$

$$E_y = ?$$

$$E_z = ?$$

$$F_x = ?$$

$$F_y = ?$$

$$F_z = ?$$

$$G_x = ?$$

$$G_y = ?$$

$$G_z = ?$$

$$H_x = ?$$

$$H_y = ?$$

$$H_z = ?$$

$$I_x = ?$$

$$I_y = ?$$

$$I_z = ?$$

$$J_x = ?$$

$$J_y = ?$$

$$J_z = ?$$

$$K_x = ?$$

$$K_y = ?$$

$$K_z = ?$$

$$L_x = ?$$

$$L_y = ?$$

$$L_z = ?$$

$$M_x = ?$$

$$M_y = ?$$

$$M_z = ?$$

$$N_x = ?$$

$$N_y = ?$$

$$N_z = ?$$

$$O_x = ?$$

$$O_y = ?$$

$$O_z = ?$$

$$P_x = ?$$

$$P_y = ?$$

$$P_z = ?$$

$$Q_x = ?$$

$$Q_y = ?$$

$$Q_z = ?$$

$$R_x = ?$$

$$R_y = ?$$

$$R_z = ?$$

$$S_x = ?$$

$$S_y = ?$$

$$S_z = ?$$

$$T_x = ?$$

$$T_y = ?$$

$$T_z = ?$$

$$U_x = ?$$

$$U_y = ?$$

$$U_z = ?$$

$$V_x = ?$$

$$V_y = ?$$

$$V_z = ?$$

$$W_x = ?$$

$$W_y = ?$$

$$W_z = ?$$

$$X_x = ?$$

$$X_y = ?$$

$$X_z = ?$$

$$Y_x = ?$$

$$Y_y = ?$$

$$Y_z = ?$$

$$Z_x = ?$$

$$Z_y = ?$$

$$Z_z = ?$$

$$A_x = ?$$

$$A_y = ?$$

$$A_z = ?$$

$$B_x = ?$$

$$B_y = ?$$

$$B_z = ?$$

$$C_x = ?$$

$$C_y = ?$$

$$C_z = ?$$

$$D_x = ?$$

$$D_y = ?$$

$$D_z = ?$$

$$E_x = ?$$

$$E_y = ?$$

$$E_z = ?$$

$$F_x = ?$$

$$F_y = ?$$

$$F_z = ?$$

$$G_x = ?$$

$$G_y = ?$$

$$G_z = ?$$

$$H_x = ?$$

$$H_y = ?$$

$$H_z = ?$$

$$I_x = ?$$

$$I_y = ?$$

$$I_z = ?$$

$$J_x = ?$$

$$J_y = ?$$

$$J_z = ?$$

$$K_x = ?$$

$$K_y = ?$$

$$K_z = ?$$

$$L_x = ?$$

$$L_y = ?$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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

Дано

$$\sin \alpha = 0,6 \\ V_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

$$T = 1 \text{ с}$$

$$V = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

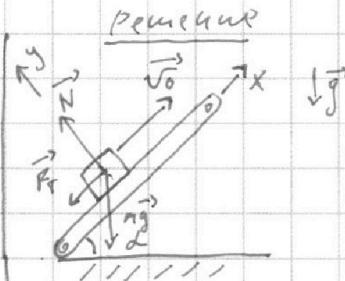
$$V_1 = V_0 / 2$$

$$V_2 = 0$$

$$1) S - ?$$

$$2) F_i - ?$$

$$3) L - ?$$



Решение

1) II з.н. по коротку

$$\vec{F}_f + \vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a}$$

• ОУ: $(\cos \alpha) \cdot mg + N = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$ Т.к. требуется проследить забыло $F_{Df} = \mu N$

$$\Rightarrow F_{Df} = \mu mg \cos \alpha$$

• ОХ:

$$-mg \sin \alpha - F_{Df} = -ma \Rightarrow a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \quad // a = g$$

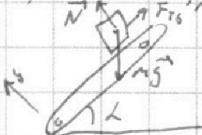
2) Пускай τ - время до остановки

$$\Rightarrow 0 = V_0 - a\tau$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{V_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \quad // \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4}{5} //$$

$$\tau = \frac{6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,5 \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5})} = 0,6 \text{ с} \quad \tau < T \Rightarrow \text{коробка останавливается раньше, чем } T$$

3) Пускай:

Если $mg \sin \alpha > F_{Df} \Rightarrow$ погодет вниз $mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha \Rightarrow \tan \alpha > \mu$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{4} = \frac{3}{4} \quad \frac{3}{4} > \frac{5}{10} \Rightarrow \text{погодет вертикально.}$$

Скорость a'

$$2. \text{з.н. на } Ox: \quad mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma' \Rightarrow a' = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$// a' = \frac{4}{5} g$$

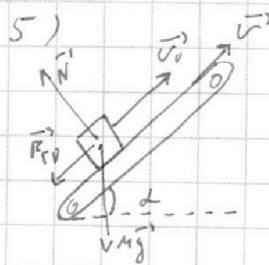
$$4) S = S_1 + S_2$$

$$S_1 = \frac{0 - V_0^2}{-2a} = \frac{V_0^2}{2g} \quad S_2 = \frac{30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \text{с}^2 = 1,5 \text{ м}$$

$$S_2 = \frac{1}{2} a' \cdot (T - \tau)^2$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (1 \text{ с} - 0,6 \text{ с})^2 = 0,16 \text{ м}$$

$$\Rightarrow S = 1,96 \text{ м}$$

5) • Г.н. скорость гравитации \approx

CO: Гравитация - Н.С.О.

В Н.С.О.: Гравитация:

$$\vec{v}_{\text{грав}} = \vec{v}_0 + \vec{v}$$

$$Ox: \quad V_{0y} = V_0 + v$$

// V_0 - скорость в CO земли //

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!

Продолжение задачи 2

• Аналогично задаче 1 а - ускорение в со: балансир.

$$\Rightarrow v(t) = v_{0f} - gt$$

• Если относительное движение скользит - $v_1(v)$, то

$$v_{0f} = v_i - v = 0$$

$$\Rightarrow 0 = (v_0 - v) - gT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{v_0 - v}{g} \quad T_1 = 0,5 \text{ с.}$$

6) Если скользит коротким б. л.с. зная разные скорости $v_1(v_2)$, $v_2(v_1)$

$$\Rightarrow \text{б. л.с.} \quad v_{0f} = v_2 - v = 0 - v = -v$$

• После остановки скользит обн. балансир. сила трения изменил свой направление аналогично пункту 3.

$$a' = \frac{1}{5}g$$

$$\Rightarrow v(t) = \frac{1}{5}gt \quad (\text{но неправильно})$$

T_2 - время от остановки до прохождения второй скользящей $V - V'$

$$V = \frac{1}{5}gT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{5V}{g} = \frac{5 \cdot 10}{10} = 0,5 \text{ с}$$

7) При переходе в 4.с.о. балансир. в 4.с.о. зная
неизвестное ускорение в время, траектория скользит

$$L = L_1 + L_2$$

$$\bullet L_1 = v_0 \cdot T_1 - \frac{1}{2} a T_1^2 \quad L_1 = 6 \frac{m}{c} \cdot 0,5 \text{ с} - \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{1}{4} c^2 = 1,75 \text{ м}$$

$$\bullet L_2 = V \cdot T_2 - \frac{1}{2} a' T_2^2 \quad L_2 = 1 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} c - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{1}{4} c^2 = 0,25 \text{ м}$$

$$\Rightarrow L = 2 \text{ м}$$

Ответ: 1) $s = 1,96 \text{ м}$ 2) $T_1 = 0,5 \text{ с}$ 3) $L = 2 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

МФТИ



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

N 3

Решение

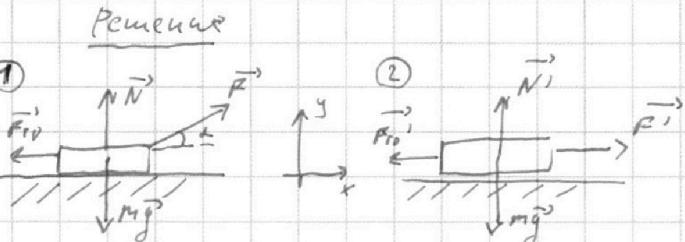
Kid;
 $m \cdot g$

$\ell_1 = \ell_2 = \ell$

(участок подъема)

1) $\mu - ?$

2) S - ? 1) II. 3. u. в первом сегменте:



$$//F = F'$$

$$\vec{F}_{f1} + \vec{N} + \vec{R} + \vec{mg} = m\vec{a}, \quad \text{Oy: } N + F_{f1}\sin\alpha = mg \quad (\text{если } \alpha \text{ не } 90^\circ) \\ \Rightarrow N = mg - F_{f1}\sin\alpha$$

$$R_1 = MN = \mu(mg - F_{f1}\sin\alpha)$$

2) II 3. u. в первом сегменте:

$$\vec{R}_{10}' + \vec{N}' + \vec{R}' + \vec{mg} = m\vec{a}_1, \quad \text{Oy: } N' = mg \\ \Rightarrow R_{10}' = \mu mg.$$

3.4. M. 7.

3) в 3. u. 1 сегмент: (занес 4-ю. неч. задачи)

$$A_{T1} = -\mu(mg - F_{f1}\sin\alpha) \cdot \ell$$

$$A_{T1} + A_F = K$$

$$A_F = F \cos\alpha \cdot \ell$$

$$\Rightarrow K = -\mu(mg - F_{f1}\sin\alpha)\ell + F \cos\alpha \cdot \ell \quad (1)$$

• 3.4. M. 3. 2-ой сегмент:

$$A_{T2}' + A_F' = K \quad A_{T2}' = -\mu mg \ell \quad A_F' = F \cos\alpha \cdot \ell$$

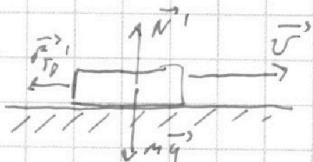
$$\Rightarrow K = -\mu mg \ell + F \cos\alpha \cdot \ell \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \frac{(-\mu mg + F) \ell}{(-\mu(mg - F_{f1}\sin\alpha) + F \cos\alpha) \ell} = \frac{K}{K} \Rightarrow -\mu mg + F = -\mu mg + F_{f1}\sin\alpha + F \cos\alpha \quad | \cdot \frac{1}{F}$$

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

4) Начало борьбы с

• K - Кинет. энергия снаряда в mom. начале



$$K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

• II 3. u. где снаряд: $\vec{R}_{00}' + \mu \vec{g} + \vec{N}' = \vec{mg}$

$$\text{Oy: } N' = mg \Rightarrow R_{00}' = \mu mg$$

$$\text{Ox: } R_{00x} = mg \Rightarrow a_{3x} = \mu g \quad //a_{3x} = -\mu g //$$

• Движение под углом к горизонту \Rightarrow конечная сноса s_{30}

$$\Rightarrow s = \frac{v_0 - v_{30}}{2a_{3x}} = \frac{v^2}{2\mu g} \approx s \\ \text{ОБРАТНО: } 1) \mu = \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} \quad 2) s = \frac{K \cdot \sin\alpha}{mg(1 - \cos\alpha)}$$

$$\Rightarrow s = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2K}{2\mu gm} = \frac{K}{\mu gm} = \frac{K \sin\alpha}{mg(1 - \cos\alpha)}$$

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 4

Рано:

$J = 1 \text{ моль}$

$C = 3$

$C(T)$

$T = 200 \text{ K}$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$

Решение:

$$1) Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$A_{31} = C \cdot \Delta T - \Delta U_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} R \Delta T \quad \text{или} \quad C_{31} = 2R; \quad \Delta T = T_1 - T_2 = 100 \text{ K}$$

$$\Rightarrow Q_{31} = -6T_1 R$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot 3T_1 DR$$

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

$$\Rightarrow -6T_1 R = -\frac{3}{2} DR T_1 + A_{31} \Rightarrow A_{31} = -\frac{3}{2} DR T_1 \quad A_{31} = 2493 \text{ Дж}$$

$$2) L = ?$$

$$3) P(V) = ? \quad 2) \text{ Изображаем } L$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R \quad Q = \frac{3}{2} DR \Delta T \quad \Delta U = \frac{3}{2} DR \Delta T \quad (\text{изокориентные процессы})$$

$$\Rightarrow A_{12} = 0 \quad Q_{12} = \frac{3}{2} DR(8T_1 - T_2) = \frac{15}{2} DR \Delta T$$

$$• \text{ Изображаем } L \rightarrow 3: \quad C_{23} = \frac{1}{2} R$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} DR \Delta T = \frac{1}{2} DR(4T_1 - 8T_1) = -2DR \Delta T,$$

$$\Delta U_{23} = \frac{1}{2} DR \Delta T = \frac{3}{2} DR(4T_1 - 8T_1) = -6DR \Delta T,$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow A_{23} = -2DR \Delta T + 6DR \Delta T = 4DR \Delta T,$$

$$• \text{ Изображаем } Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = \frac{21}{2} DR \Delta T + (-2DR \Delta T) = 6T_1 R = 2,5 DR \Delta T,$$

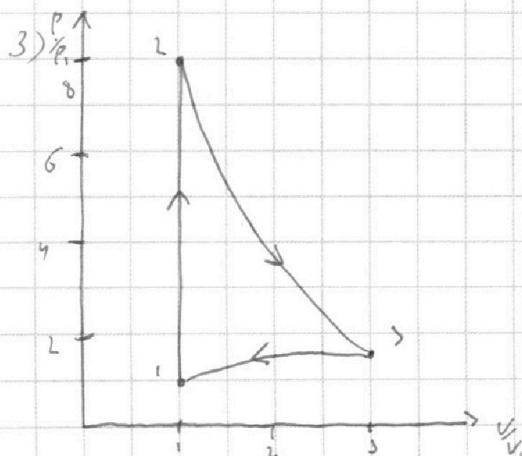
$$A_{\text{изоб. общ}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + 4DR \Delta T + (+2,5 DR \Delta T) = +2,5 DR \Delta T,$$

~~$$Q = ?$$~~
$$\text{Поскольку изображено 8 изоб. то процесс 12}$$

$$Q = ?$$

$$L = \frac{A_{\text{изоб. общ}}}{Q} = \frac{2,5 DR \Delta T}{21 DR \Delta T} \cdot 2 = \frac{5}{21}$$

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



Ответ: 1) $A_{31} = -2493 \text{ Дж}$

$$2) L = \frac{5}{21}$$

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!

N5

Dано :

a, T_1

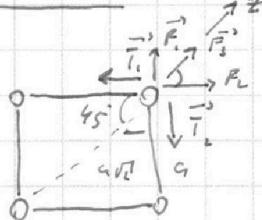
E_0

1) $g = ?$

2) $K = ?$

3) $d = ?$

Решение :



$$T_1 = T_2 = \sqrt{5}; \quad F_1 = F_2$$

II. Задача о гравитации :
 $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}_1 + \vec{\delta}_2 = \vec{0}$ (применяется
свойство зеркал)

$$F_1 = F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g^2}{a^2} \quad F_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g^2}{d^2}$$

В первом, т.к. OZ :

$$2T \cos 45^\circ = 2F_1 \cos 45^\circ + F_3 \quad | \cdot \frac{1}{\cos 45^\circ}$$

$$2\sqrt{2} = \frac{2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g^2}{a^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g^2}{d^2} \cdot \sqrt{2} \quad \Rightarrow 2\sqrt{2} = \frac{g^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\Rightarrow 2\sqrt{2} = \frac{g^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \cdot \left(\frac{4+\sqrt{2}}{2} \right) \quad \Rightarrow g = \sqrt{16T \cdot \pi\epsilon_0 a^2 \cdot \frac{1}{4+\sqrt{2}}}$$

$$g = \sqrt{\frac{16}{4+\sqrt{2}} \pi\epsilon_0 T a^2}$$

2) З.с. >

$$\frac{g}{L\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{g}{8\pi\epsilon_0 a^2} = K + \frac{g}{4\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{g}{4a^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g}{3a^2}$$

$$K = \frac{g}{a^2} \cdot \frac{1}{3\pi\epsilon_0} \left(2 + \frac{1}{4} - \frac{1}{4} - \frac{1}{3} - 1 \right) = \frac{2}{3} \frac{g}{a^2} \cdot \frac{1}{\pi\epsilon_0}$$

$$K = \frac{2}{3\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g}{a^2}$$

3) -

$$\text{Ответ: 1) } g = \sqrt{\frac{16}{4+\sqrt{2}} \pi\epsilon_0 T a^2} \quad 2) K = \frac{2}{3\pi\epsilon_0} \cdot \frac{g}{a^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



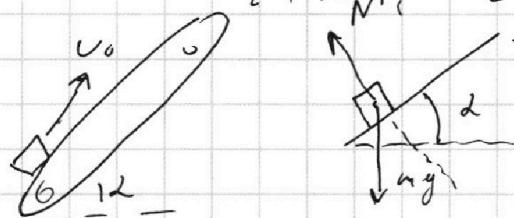
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

v2

$$- \frac{1}{2} k r \cdot 3 \cdot r, \quad -6 \mu k r, \quad -\frac{1}{2} \cdot 4 \mu k \quad N_1, \quad -2^3 k r \quad M_2 m g \cos \alpha$$



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

$$\frac{v_0}{m g \cos \alpha + g \sin \alpha} = \frac{c}{10(0,5 \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5})} = 0,6 c$$

$$C_p = c v_0$$

$$\frac{C_p}{C_r} = \frac{c+L}{c} \quad \frac{3}{5} - \frac{4}{5}$$

$$\frac{3}{5} = \frac{5}{10} \cdot \frac{4}{8} = \frac{3}{5} - \frac{2}{5} = \frac{1}{5}$$

$$-\mu m g l + F \sin \alpha \cdot l + \frac{k + \mu m g e}{e} \cos \alpha = k$$

$$-\mu m g l + \frac{1k + \mu m g e}{e} \sin \alpha \cdot l + k \cos \alpha + \mu m g \cos \alpha$$

$$C_r = \frac{1}{2} R$$

$$C_p = \frac{5}{3} R$$

$$g \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) = \frac{5}{3}$$

$$V_{12} = \text{const}$$

$$\left(\frac{1}{10} \cdot 10 \right) \cdot \left(\frac{4}{10} \right)^2 = \frac{16}{100} = 0,16 \text{ m}$$

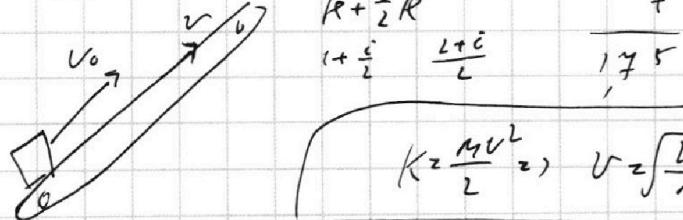
cos alpha
sin alpha

$$= P \Delta V + \frac{1}{2} k R \Delta T = P \Delta V + \frac{3}{2} P \Delta r \quad (V_1 + V_2)$$

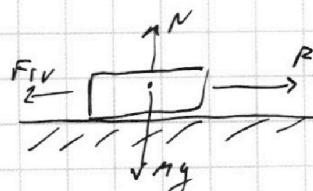
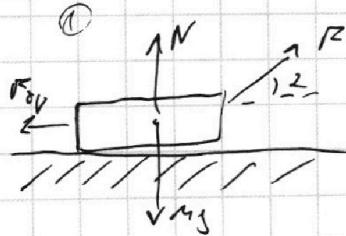
$$= C_p D \frac{P \Delta V}{P R}$$

$$3 = \frac{10}{9} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{12 - 5}{4} = \frac{7}{4}$$



$$K = \frac{m v^2}{L} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{L K}{m}}$$



RPA

$$\text{out } A_{T_D} + A_{R_Z} = \frac{m v^2}{L} = K$$

$$1) N = m g + R_{T_D} = \mu (m g + F \sin \alpha)$$

$$- \mu (m g + R_{T_D}) \cdot L + R \cos \alpha \cdot L = K$$

$$A_{T_D} + A_{R_Z} = \frac{m v^2}{L} = K$$

$$- \mu m g l + F l = K \quad F = \frac{k + \mu m g e}{e}$$

$$R^2 = \mu m g + F \sin \alpha + R \cos \alpha$$

$$\mu m g + F \sin \alpha + R \cos \alpha = - \mu m g + F \cos \alpha + R \sin \alpha$$

cos alpha
sin alpha



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!

$$Q = \Delta U + A$$

$\frac{1}{2} \Delta K A \sigma$

N1

$\Delta T \cdot C_V = \Delta U + \Delta H$

~~Left side~~

~~Right side~~

~~Bottom side~~

$$h = \frac{v_y^2 - v_{y_0}^2}{2g} = \frac{0 - v_0 \sin \beta^2}{-2g} \quad t \quad h(\beta) = \frac{v_0 \sin \beta^2}{2g}$$



$$\sin \beta = \frac{\sqrt{2gh}}{v_0} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,6}}{10\sqrt{2}} = \frac{6}{10} = 0,6 = \frac{3}{5}$$



$$t^2 = \frac{s}{v_0 \cos \beta}$$

$$H = \frac{V_0 \cdot \sin\beta}{v_0 \cos\beta} - \frac{1}{2} g \frac{\frac{V_0^2}{v_0^2} \cos^2\beta}{\cos\beta}$$

$$t = \frac{s}{v_{ox}} \quad k = V_{oy} \cdot \frac{s}{v_{ox}} - \frac{1}{2} g \cdot \left(\frac{s}{v_{ox}} \right)^2 \frac{2k_{2000} \cdot 15'8 \cdot 0.001}{m} \cdot 21007 \cdot \frac{2}{3} - 500 - 5'.$$

$$\frac{Mv^2}{2} = Mgh + \frac{mv^2}{c} \quad v_0^2 = 2gh + v^2$$

$$K = A_{T_D} + A_{P_D} = A_{T_P} + A_{P_P}$$

$$K = -b \cdot \mu(mg - \rho \sin \alpha) + \rho c v s d \cdot \ell$$

$$K = -C_{\mu\nu\rho}^{\alpha} + \text{rc} C$$

$$l = \frac{v^2}{2a_1} = \frac{v^2}{2a_2}$$

$$R \cos \alpha - \mu mg + R \sin \alpha z = -\mu mg + R$$

XO 8. 12

$$\begin{array}{r} \overline{280} \\ - 5 \\ \hline 200 \end{array}$$

$$a_1 z \left(R \cos \alpha - \mu m y + R \sin \alpha \right) \cdot \frac{1}{\beta}$$

$$a_2 = (-\mu mg + F) \cdot \frac{1}{m}$$

$$V_{\text{left}} = V_{\text{right}} \quad \Delta V = -45^\circ + 35^\circ = -10^\circ$$

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

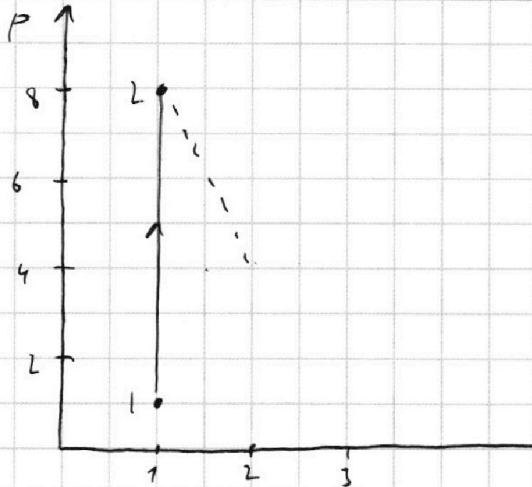
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



l-9

$$\Delta T = -4\Gamma,$$

$$\frac{\delta P_1 \cdot V_1}{4\Gamma_1} = \frac{P_2 \cdot V_1}{4\Gamma_2}$$

$$4P_1V_1 = P_2V_1$$

$$A_{12} + A_{23} = 4\Gamma_1 = 8\Gamma_1 = 4P_1V_1$$

$$P_1V_1 = \sqrt{R\Gamma_1}$$

$$4P_1V_1 = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{L}$$

P₁K₁

$$P_3V_3 = 4P_1V_1$$

$$P_2V_2 = \sqrt{R}4\Gamma_1$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{7+3}{2} \cdot 1 = 5P_1V_1$$

$$5\sqrt{R\Gamma_1}$$

8
K₂

$$k_A \cdot \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{a_2}{a_3} = \frac{a_1}{a_3}$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{5-4}{2} \cdot \frac{4}{5} = \frac{4}{3}$$

$$\left(\frac{4}{3} \cdot \frac{5-4}{2} \cdot \frac{4}{5} \right) = \frac{4}{3} = \rho$$

$$\left(\frac{4}{3} \cdot \frac{5-4}{2} \cdot \frac{4}{5} \right)^2 = \left(\frac{4}{3} \right)^2 = \frac{16}{9}$$

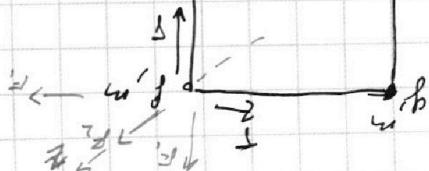
$$\frac{32}{9} \cdot \frac{16}{9} \cdot 2 + \frac{16}{9} \cdot \frac{32}{9} \cdot 2 = 52$$



$$25 \cos 45 \cdot E_L^2 + 25 \cos 45 \cdot E_R^2$$

$$\frac{202}{28} \cdot \frac{324}{28} = 21$$

$$\frac{25}{28} \cdot \frac{324}{28} = 21$$



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"/> |

МФТИ

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

$$C_{S1} = 2 \mu F$$

$$\Delta Q_{S1} = C_{S1} \cdot \Delta V = 2 \mu F (-4V_1 - 9V_2) = -6 \mu V \Delta V,$$
$$\Delta U_{S1} = \frac{3}{2} \cdot 3V_1 \cdot \Delta V = -\frac{9}{2} \mu V \Delta V,$$

$$A_{S1} = Q_{S1} - \Delta U_{S1} = -6 \mu V \Delta V + \frac{9}{2} \mu V \Delta V_1 = (4,5 - 6) \mu V \Delta V_1 = -1,5 \mu V \Delta V,$$

1-2

$$U_2 = \frac{1}{2} R \Rightarrow A_{U2} = 0 \quad Q_{U2} = 7 \cdot \frac{1}{2} V_1 \Delta V = \frac{7}{2} \mu V \Delta V_1$$

2-3

$$C_{U3} = \frac{1}{2} R \quad Q_{U3} = \frac{1}{2} R V (-4V_1) = -2V_1 \mu V$$
$$\Delta U_{U3} = \frac{3}{2} \mu V (-4V_1) = -6 \mu V \Delta V_1 \quad A_{U3} = 4 \mu V \Delta V_1$$

$$P_{U1} \approx P_3 V_3 \approx 0 \mu V \Delta V_3$$

$$\frac{1}{2} \mu R \Delta V_3 = \frac{3}{2} \mu V \Delta V_1 + A_{U3}$$

$$\frac{1}{2} \mu R \Delta V_3 = \frac{1}{2} \mu R \Delta V_1 + \frac{1}{2} A_{U3} + P \Delta V$$

$$PV^{\gamma} \approx \text{const} \quad \gamma = \frac{i+1}{c} = \frac{5}{2} \quad P_3 V_3^{\gamma} \approx \text{const}$$

$$\frac{8P_1 V_1}{4V_1} = \frac{P_3 V_3}{4V_1} \quad P_3 V_3 = 4P_1 V_1 \quad (8P_1)^{\frac{3}{2}} V_1^{\frac{5}{2}} = P_3^{\frac{3}{2}} V_3^{\frac{5}{2}}$$

$$8^{\frac{3}{2}} \cdot P_1^{\frac{3}{2}} \cdot V_1^{\frac{5}{2}} = \frac{4^{\frac{3}{2}} P_1^{\frac{3}{2}} V_1^{\frac{5}{2}}}{V_3^{\frac{3}{2}}} \cdot V_3^{\frac{5}{2}}$$

$$8^{\frac{3}{2}} \cdot V_1^{\frac{5}{2}} = 4^{\frac{3}{2}} V_3^{\frac{5}{2}} \quad 8 V_1^{\frac{5}{2}} = V_3^{\frac{5}{2}} \sqrt[2]{2^3} = V_1 2 \sqrt{2}$$

$$\frac{E \cdot l}{g}$$



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!



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!