



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

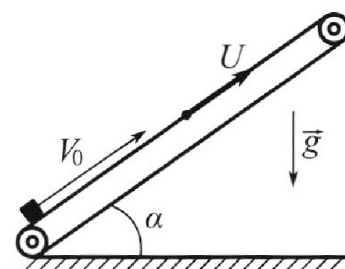
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



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

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

2) На как ом расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

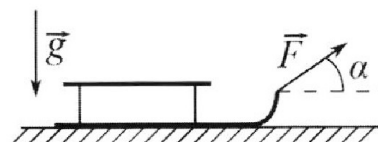
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.

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

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.





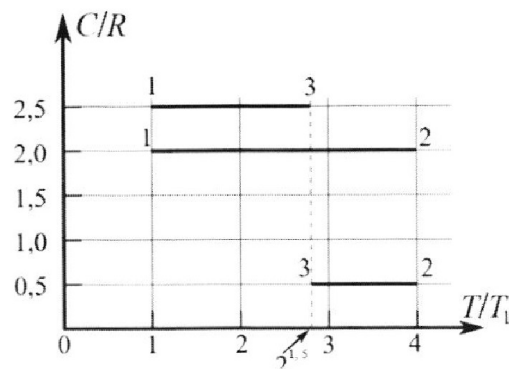
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

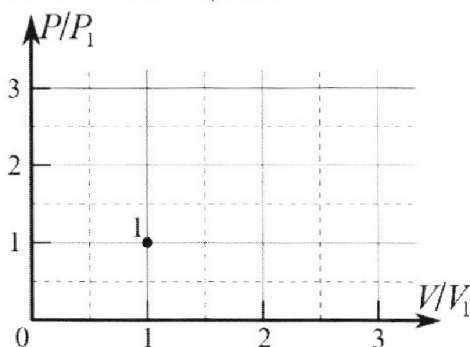
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



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

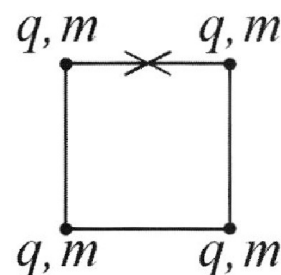


5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

- 1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

- 2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



$$1) \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

$$v = 0 (H_{\max} - \text{и.х.ч. останавливался})$$

$$0y: 0 = v_0 - gT$$

$$T = \frac{v_0}{g}; v_0 = gT = 20 \cdot 10 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$

$$2) \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \quad (*)$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

$$(1) OX: S = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \cos \alpha = \frac{S}{v_0 t} \\ \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha \end{cases} \Leftrightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{S^2}{v_0^2 t^2}}$$

$$(1) OY: H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = v_0 t \cdot \sqrt{1 - \frac{S^2}{v_0^2 t^2}} - \frac{gt^2}{2}$$

$$H + \frac{gt^2}{2} = v_0 t \cdot \sqrt{1 - \frac{S^2}{v_0^2 t^2}} \quad (**2)$$

$$H^2 + Hgt^2 + \frac{g^2 t^4}{4} = v_0^2 t^2 \left(1 - \frac{S^2}{v_0^2 t^2}\right)$$

$$H^2 + Hgt^2 + \frac{g^2 t^4}{4} = v_0^2 t^2 - S^2$$

$$t^4 + \frac{4}{g^2} (Hg - v_0^2) t^2 + \frac{4}{g^2} (H^2 + S^2) = 0$$

$$t^2 = e, \text{ т.к. считая предельный, то } \exists t \Rightarrow \text{есть, значит}$$

$$D \geq 0$$

$$e^2 + \frac{4}{g^2} (Hg - v_0^2) e + \frac{4}{g^2} (H^2 + S^2) = 0$$

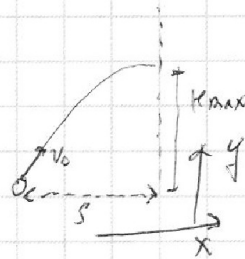
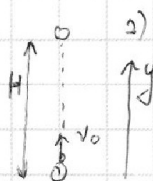
$$D = 0 = \frac{16}{g^4} (Hg - v_0^2)^2 - \frac{16}{g^2} (H^2 + S^2)$$

$$g^2 H^2 - 2v_0^2 g H + v_0^4 = H^2 g^2 + S^2 g^2$$

$$H = \frac{v_0^4 - S^2 g^2}{2v_0^2 g} = \frac{20^4 - 20^2 \cdot 10^2}{2 \cdot 20^2 \cdot 10} = \frac{20^2 - 10^2}{2 \cdot 10} = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \text{ м/с}$; 2) $H = 15 \text{ м}$

NT



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

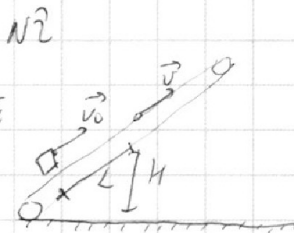
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Заметим, что когда v_0 становится
скорость тела становится равной
скорости конвейера, сила трения
меняет направление.



$$v_k = 2 \text{ м/с}; v_0 = 4 \text{ м/с}, H, L \rightarrow v_k = 2 \text{ м/с}$$

$$H = L \cdot \sin \alpha$$

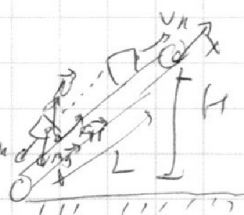
$$\frac{v_0^2}{2} \cdot m = \frac{v_k^2}{2} \cdot m + F_{\text{тр}} \cdot L + mgH \quad (3 \text{ (2)})$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v_k^2}{2} + gN \cos \alpha \cdot L + L \sin \alpha \cdot g$$

$$L = \frac{v_0^2 - v_k^2}{2g(\sin \alpha + N \cos \alpha)} = \frac{4^2 - 2^2}{2 \cdot 10 \left(\sin \alpha + \frac{1}{3} \cdot 0,6 \right)} = \frac{16 - 4}{20} = 0,6 \text{ м}$$

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$\text{ОХ: } ma' = mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu = 6 \text{ м/с}^2$$



$$\vec{v}_k = \vec{v}_0 + \vec{a}'t$$

$$\text{ОХ: } 0 = 4 + 6 \cdot t / 6 \Rightarrow t = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \text{ с}$$

$$L' = a' \frac{t^2}{2} - v_0 t; L' = 6 \cdot \frac{(\frac{2}{3})^2}{2} - 2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{6 \cdot 16}{18} - \frac{8}{3} = \frac{16}{3} - \frac{8}{3} = \frac{8}{3} \text{ м}$$

$$L' = a' \frac{t^2}{2} - v_0 t; L' = 6 \cdot \frac{4}{9 \cdot 2} - 2 \cdot \frac{2}{3} = -\frac{4}{3} \text{ м}$$

Перейдем в СО конвейера. $v_{\text{СО}} = 0 \text{ м/с}$
 $2 = 0 + \frac{a' t^2}{2} \Rightarrow t =$

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!

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} (\parallel \text{BH})$$

$$\text{ОУ: } mg = N \cdot \cos \alpha$$

$$\text{ОУ: } N = mg \cos \alpha$$

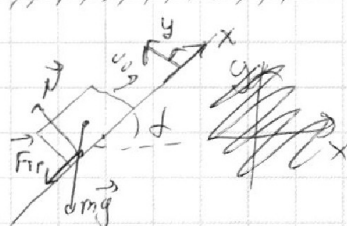
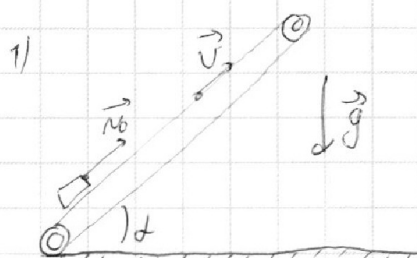
$$\text{ОХ: } ma = mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}$$

$$ma = mg \cos \alpha N + mg \sin \alpha;$$

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

$$\sin \alpha = 0,8; \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6$$

$$a = 10 \cdot (0,6 \cdot \frac{1}{3} + 0,8) = 10 \text{ м/с}^2$$



1) посчитаем время движения до остановки:

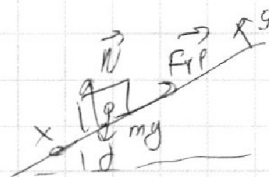
$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t; \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

$$\text{ОХ: } t_{\text{BB}} = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$S_{\text{верх}} = v_0 t - \frac{at^2}{2} = 4 \cdot 0,4 - \frac{10}{2} \cdot 0,16 = 0,8 \text{ м} < S = 1 \text{ м}$$

$$S_{\text{низ}} = S - S_{\text{верх}} = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$$

$$m\vec{a}' = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}$$



$$\text{ОХ: } ma' = mg \sin \alpha - mg \mu \cos \alpha; a' = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) =$$

$$= 10 \cdot (0,8 - 0,6 \cdot \frac{1}{3}) = 6$$

$$S_{\text{низ}} = \frac{a't^2}{2}; t_{\text{BH}} = \sqrt{\frac{2S_{\text{низ}}}{a'}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \text{ с} = 0,82 \text{ с}$$

$$T = t_{\text{BB}} + t_{\text{BH}} = 0,4 + 0,82 \approx 1,22 \text{ с}$$

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!



$\vec{v}_h$

$$\vec{v}_h = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$0x: 2 = -2 + at$$

☒

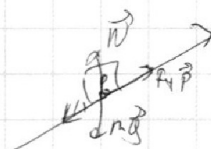
$$t = \frac{2}{3e}; L_1 = \frac{at^2}{2} - v_0 t$$

$$L_2 = L_1 + L_{\text{кон}} = -\left|\frac{at^2}{2} - v_0 t\right| + v_0 t = \left|\frac{6 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2}{2} - \frac{2}{3}\right| = +\frac{4}{3} \text{ м}$$

$$L_2 = L_1 + L' = \frac{4}{3} + 0,6 \approx 1,93 \text{ м}$$

$$3) L' = 0,6 \text{ м}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$



$$0x: v''(v_0 - v) = t \cdot a$$

$$t = \frac{4-2}{6} = \frac{2}{3} \text{ с}$$

$$\Delta L = v_0 t - \frac{at^2}{2} = 2 \cdot \frac{1}{3} - \frac{6 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2}{2} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$h = (L' + \Delta L) \sin \alpha = \left(0,6 + \frac{1}{3}\right) \cdot 0,8 = 0,933 \cdot 0,8 \approx 0,74 \text{ м}$$

Ответ: 1) $T \approx 1,22 \text{ с}$; 2) $L_2 \approx 1,93 \text{ м}$; 3) $h \approx 0,74 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

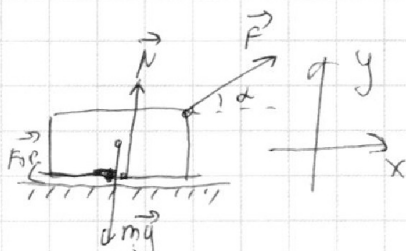
МФТИ

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

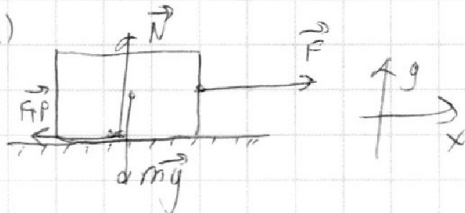


I 1) $m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} \quad (1) \quad \sqrt{3} \quad 1)$

OY: $mg = N + F \cdot \sin \alpha$
 $N = mg - F \sin \alpha$



OX: $ma = F \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}} \quad 2)$
 $F_{\text{тр}} = \mu N$



$ma = F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu$

~~$ma + mg\mu = F \cos \alpha + F \sin \alpha \mu$~~ $ma + mg\mu = F \cos \alpha + F \sin \alpha \mu \quad (1)$

2) $m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} \quad (1) \quad 3H)$

OY: $mg = N$

OX: $ma = F - F_{\text{тр}} = F - \mu N = F - \mu mg$
 $F_{\text{тр}} = \mu N$
 $ma + mg\mu = F \quad (2)$

~~$(1) \cup (2): F \cos \alpha + F \sin \alpha \mu = ma + mg\mu = F$~~

$(1) \cup (2): F \cos \alpha + F \sin \alpha \mu = F$

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

$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} \quad (1) \quad 3H)$

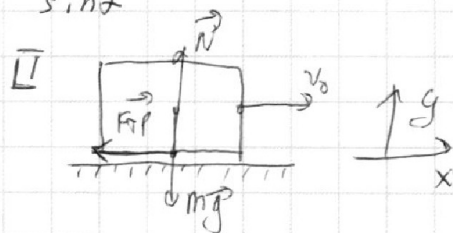
OY: $mg = N$

OX: $ma = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \Leftrightarrow a = \mu g$

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$

OX: $0 = v_0 - \mu g T \Leftrightarrow T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$

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



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!

$$C_V = \frac{1}{2}R \Rightarrow C_V = \frac{3}{2}R, C_P = C_V + R = \frac{5}{2}R \quad \text{13-й закон}$$

$$C = \text{const} \Rightarrow pV^\gamma = \text{const}$$

$$dA = dU + dA$$

$$C dT = C_V dT + p dV$$

$$C = C_V + \frac{p dV}{p dV + V dp} R$$

$$C = C_V + \frac{p dV}{p dV + V dp} R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{C - C_V}{C_V} = \frac{C - C_V}{C_V}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} pV^\gamma = \text{const} \\ pV = CRT \end{array} \right. \Rightarrow \frac{T}{V} = \text{const}$$

$$1) A_{12} = -A_{21} = -2R \cdot 1200^\circ \approx$$

$$x = 19,6 \text{ кДж}$$

$$13) T_1 = 400^\circ; T_3 = 2 \cdot 400^\circ = 800^\circ$$

$$2) Q_{12} = Q_{13}$$

$$A_{23} = -C_{23}(T_3 - T_2)$$

$$A_{31} = -C_{31}(T_3 - T_1)$$

$$p_3 = p_1$$

$$A_{12} = -C_{12}(T_2 - T_1)$$

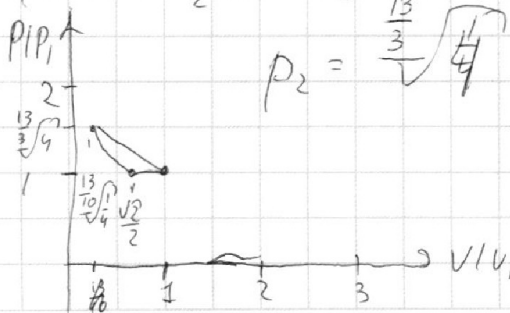
$$\eta = \frac{A_{23} + A_{31} + A_{12}}{Q_{12}} = 12\% \quad T_1 = 400^\circ; T_3 = 800^\circ$$

$$= \frac{203 \cdot 400 - 400(2\sqrt{2}-1) - \frac{1}{2} \cdot 400(4-2\sqrt{2})}{75 \cdot 400 \cdot (2\sqrt{2}-1)} \Rightarrow T_1, V_1 \cdot \frac{13}{10} = T_2 \cdot V_2 \cdot \frac{13}{10} \Rightarrow V_2 = \frac{13}{10} \sqrt{\frac{1}{4}}$$

$$= \frac{10-2\sqrt{2}}{10\sqrt{2}-5} = \frac{2\sqrt{2}-2}{35} \approx 80\%$$

$$\text{Ответ: } 1) A = -19,6 \text{ кДж};$$

$$2) \eta \approx 80\%$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



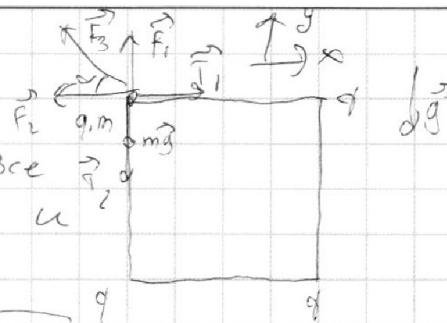
МФТИ

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

$$\vec{0} = m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2$$

1)

т.к. картина симметрична, то все шары и
горизонтально рас-ть 1 шарик и
1 каря те же же



$$\text{ОХ: } T = F_2 + F_3 \cdot \cos \alpha; \quad \cos \alpha = \frac{b^2}{\sqrt{b^2 + b^2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{b^2} \cdot \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \right) \approx 1,35 \frac{kq^2}{b^2}$$

2) т.к. шары 1 и 4

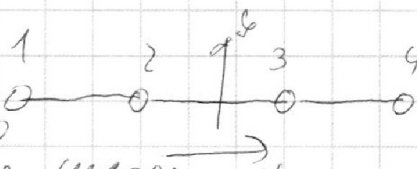
симметричны и движутся

по окр. относительно

шаров 2 и 3, то у шаров

есть 2 чз может только существовать

скорость по ОО.



Шары 1 движутся по окружности окр. шаров 2 и 3 (и 4 не проводится)

Если у 3 шара 3 скорость, то перейдем

в его систему отсчета. Тогда шар 1 не

движется по окружности (изменение вектора

скорости) происходит у шар 3 и 4 поворачив.

$$m\vec{a}_1 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}$$

$$\text{ОУ: } m\vec{a}_1 = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{4b^2} + \frac{kq^2}{8b^2} = \frac{49kq^2}{36};$$

$$a_{12} = \frac{49kq^2}{36b^2m}$$

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!

$$a = \frac{v^2}{R} \text{ (ошн 3 шара)}$$

$$\frac{49 \text{ kg}^2}{36 \text{ B}^2 \text{ m}} = v^2 \text{ (ошн 2)} \quad v_1 = \frac{79}{6} \sqrt{\frac{\text{K}}{\text{Bm}}}$$

$$3) L = \sqrt{2b^2} = \sqrt{2}b$$



Ответ: 3) $L = \sqrt{2}b$

$$2) v_1 = \frac{79}{6} \sqrt{\frac{\text{K}}{\text{Bm}}}$$

$$3) T = 1,35 \frac{\text{kg}^2}{\text{B}^2}$$



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!

$$c_v = \frac{3}{2}R; c_p = c_v + R = \frac{5}{2}R \Rightarrow 13 - \text{А300АРА}$$

$$12, 32 \quad c = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} pV^\gamma = \text{const} \\ pV = \nu R T \end{cases} \Rightarrow T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const}$$

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$$

$$\begin{cases} T_1 = 400^\circ \\ T_2 = 1600^\circ \\ T_3 = 2\sqrt{2} \cdot 400^\circ \end{cases}$$

$$12: T_1 \cdot V_1^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_2^{\gamma-1} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \sqrt[\gamma-1]{\frac{T_1}{T_2}} = V_1 \cdot \frac{1}{4}$$

$$23: V_2 = V_3 \cdot \sqrt[\gamma-1]{\frac{T_3}{T_2}} = \frac{4}{2\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}}$$

$$V_1 = \frac{1}{4} \cdot 2\sqrt{2} V_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} V_1$$

$$12: p_1 \cdot V_1^\gamma = p_2 \cdot V_2^\gamma$$

$$\omega = c_V$$

$$c_v = c_p - \frac{p \cdot dV}{p \cdot dV + V \cdot dp} R$$

$$pV^{\frac{3}{2}} = \text{const} \quad \frac{3}{2} - \frac{5}{2}$$

$$T \cdot V^{\frac{3}{2}-1} = \text{const}$$

$$c_v - c_p = R$$

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!



$pV^{\gamma} = \text{const}$
 $pV = \text{const}$
 $T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const}$
 $V^{\frac{3}{2}} = V^{\frac{3}{2}}$

$T \cdot V = 4/9 V$
 $p \cdot V = \text{const}$
 $r = \frac{1}{(2h+b)^2}$
 $f = \frac{1}{b^2 + (h+b)^2 + b^2 - h^2} = \frac{1}{2b^2 + 2bh}$
 $\cos \alpha = \frac{h}{b}$
 $\frac{5.4}{4} \approx 1.25$
 $\cos \alpha = \frac{(b+h)^2}{2b^2 + 2bh}$

$\frac{1}{31} \cdot \frac{1.4}{4}$
 $\times \frac{24}{24}$
 $\frac{33.24}{1662}$
 $\frac{13944}{13944}$

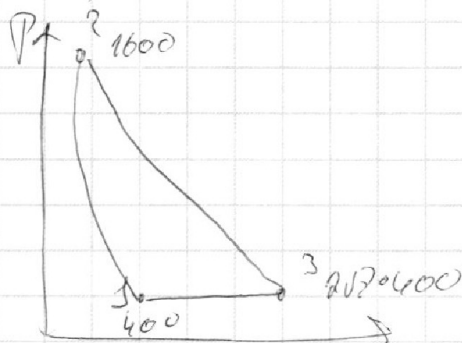
$$\oint dA = \oint A + \oint U$$

$$C = C_V + \frac{p dV}{p dV + V dp} R$$

$$C_V = \frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R, \quad C_P = \frac{5}{2} R$$

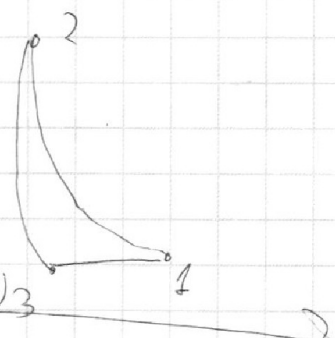
$$A_{12} = -dU = -2R(1600 - 400) =$$

$$= -2400R \approx -19.9 \text{ кДж}$$



$$\begin{aligned}
 A &= \frac{5}{2} \cdot (2\sqrt{2} - 1) + 0.5(4 - 2\sqrt{2}) = \\
 &= 400 \cdot (5\sqrt{2} - \frac{5}{2} + 2 - \sqrt{2}) = \\
 &= 400 \cdot (4\sqrt{2} - \frac{1}{2}) - 2 \cdot 1200
 \end{aligned}$$

$$A = \frac{5}{2}(2\sqrt{2} - 1) \cdot 400 \quad 400 \cdot (4\sqrt{2} - 0.5) - 2400$$





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!

$x = 2b \cos \alpha$

$b^2 = x^2 + b^2 - 2xb \cos \alpha$

$x = 2xb \cos \alpha = 0$

$x =$

$a^2 = \frac{2kg^2}{2b^2 - 2b^2 \cos \alpha} \cdot \cos \alpha \sin \alpha =$

$= \frac{2kg^2}{2b^2(1 - \cos \alpha)} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$

$a^2 = \frac{2kg^2}{4b^2 \cos^2 \alpha} \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \sqrt{b}$

$\frac{5}{2} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{3}{2} \quad -0$

$\frac{6L^2}{5} - \frac{3L^2}{2} - 1 = \frac{12 - 15 - 10}{10} = \frac{-13}{10}$

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

$$q=3, \quad c_{13} = \frac{5}{2}R; \quad c_v = \frac{1}{2}R = \frac{3}{2}R; \quad (p = c_v + R = \frac{5}{2}R \Rightarrow)$$

$$\Rightarrow 13 - 4300 \text{ АРА}; \quad 12, 32 \text{ мАгага АРА} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{12} = -pV_{12} = -2R \cdot \Delta T = -2 \cdot 8,31 \cdot (4-1) \cdot 400^\circ \text{К} = -19,9 \text{ кДж}$$

$$Q_{12} = Q_{13} = c_{13} \cdot \Delta T; \quad Q_{13} = Q_{12} = 0$$

$$A_{23} = -p_{23}(T_3 - T_2) = -p_{23}(T_2 - T_3)$$

$$A_{31} = -c_{31}(T_3 - T_1) = -c_{31}(T_1 - T_3)$$

$$A_{12} = -c_{12}(T_2 - T_1)$$

$$\eta = \frac{A_{23} + A_{31} + A_{12}}{Q_{12}} = \frac{203 \cdot 400 - 400(2\sqrt{2}-1) - \frac{1}{2} \cdot 400(2\sqrt{2}-1)}{203 \cdot 400(2\sqrt{2}-1)} =$$

$$= \frac{6 - 2\sqrt{2} + 1 - 2 + \sqrt{2}}{\frac{5}{2}(2\sqrt{2}-1)} = \frac{10 - 2\sqrt{2}}{10\sqrt{2}-5} = \frac{(10-2\sqrt{2})(10\sqrt{2}-5)}{200-25} =$$

$$= \frac{100\sqrt{2} - 50 + 40 + 10\sqrt{2}}{175} = \frac{110\sqrt{2} - 10}{175} = \frac{22\sqrt{2} - 2}{35} \approx 80\%$$

$$pV = \text{const} \quad (pV = \text{const})$$

$$pV^\gamma = \text{const} \quad (\text{Агага})$$

$$p \sim \frac{1}{V} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\begin{cases} pV = \text{const} \\ pV^\gamma = \text{const} \end{cases} \Rightarrow VT = \text{const}$$

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{4} V_1$$

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!



$$I = UR$$

$$pU = cT$$

$$cU = \frac{3}{2} R_1 (p = \text{const})$$

$$1) A = 0U$$

$$A = cT$$

$$A = c_0 T = 2 \cdot R_0 (1600 - 400)$$

$$= 24000 \text{ Дж}$$

$$pU = cT$$

$$A = cT$$

$$A_{12} = -2 R_0 p_0$$

$$A_{23} = +2 R_0 (400 \cdot 1600 - 2^{1,5})$$

$$A_{43} = +2,5 (2^{1,5} \cdot 400 - 400)$$

$$2 \cdot 2^{1,5} \cdot 400 + 800 - 1000 = 2400 \text{ Дж}$$

$$\times 22$$

$$\frac{14}{108}$$

$$\frac{72}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$\frac{14}{308}$$

$$a = \frac{R^2}{b}$$

$$\frac{10 - 34}{9} = \frac{82}{9}$$

$$O_{\Sigma} = 2 R_0 T =$$

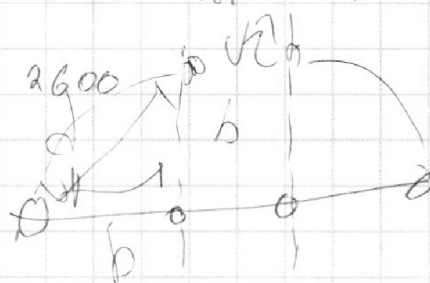
$$L = 20 \frac{1}{3} - \frac{60 \text{ Дж}}{802} = \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

$$L =$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{p d U}{p d U + p} = \frac{5}{2} R$$

$$Q = 140 \text{ Дж}$$

$$hC = 7 \text{ Дж}$$





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!

$$\sin \alpha = 0,8; \cos \alpha = 0,6$$

$$0 \approx g = 10 \quad v = \frac{3}{2}R; \quad r_p = \frac{5}{2}R$$



$$\frac{v_0^2}{2} = \Delta S \cdot a_p + g \Delta S \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{v_0^2}{2} = 1,5 \Delta S \cdot 10$$

$$\frac{1,41}{1,73}$$

$$1,5 \Delta S = \frac{16}{2} = 8$$

$$\Delta S = \frac{8}{1,5} = \frac{4}{3} \text{ м}$$

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$S = \frac{a t^2}{2}$$

$$t = \frac{10}{g \cdot 10} = t^2$$

$$t = \frac{1}{30}$$

$$T_2 = t + t^2 = \frac{1}{3} + \frac{4}{10} = \frac{22}{30} \approx 0,73 \text{ с}$$

$$\frac{4^2}{2} = 13 \Delta S + \frac{2^2}{2}$$

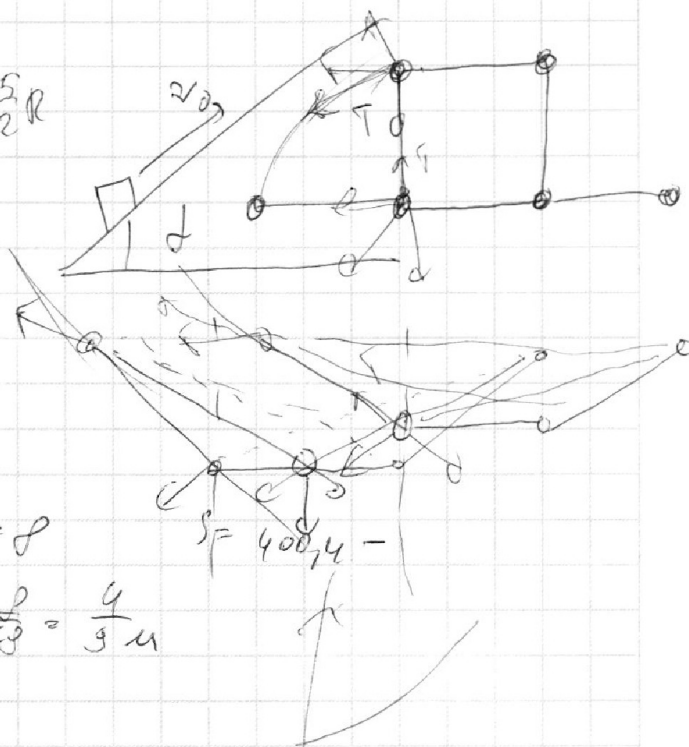
$$G = 13 \Delta S; \quad \Delta S = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$1,41$$

$$= 0,82$$

$$\begin{array}{r} 130 \\ 81 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ 123 \\ 704 \\ \hline 1384 \\ + 123 \end{array}$$



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!



$F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha = N$

$\cos \alpha = 0.6; \sin \alpha = 0.8$

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

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

$= 100 \left(0.6 + 0.8 \right) = 140$

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

$5t^2 - 4t - 1 = 0$

$t = 1$

$t = \frac{4 \pm \sqrt{16 + 20}}{10}$

$5t^2 - 4t - 1 = 0$

нужно
возвратиться

$a_1 = a_2$

$ma = F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) N$

$ma = F - mgN$

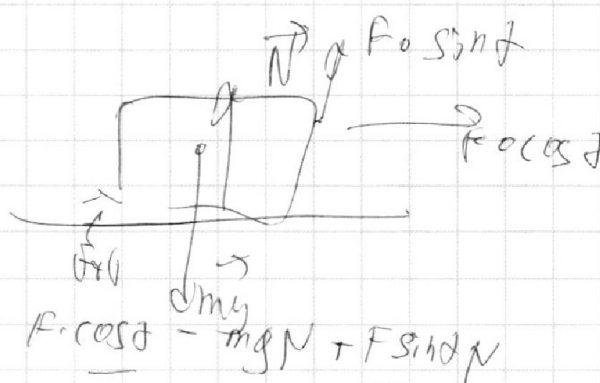
$F = F \cos \alpha + F \sin \alpha N$

$1 = \cos \alpha + \sin \alpha N; N = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

$a = gN; v_0 = t_0 gN$

$v_0 = t_0 g \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

$t = \frac{v_0}{g} \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$



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!



$$T = 2\pi$$

$$\bar{t} = \frac{1}{g} \Rightarrow v = 20 \text{ м/с}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{g}{v_0^2}}$$

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = v_0 \sqrt{1 - \left(\frac{g}{v_0^2}\right)^2} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H^2 + gHt^2 + \frac{g^2 t^4}{4} = v_0^2 t^2 - \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$H^2 + gHt^2 + \frac{g^2}{4} t^4 = v_0^2 t^2 - \frac{g^2}{4} t^4$$

$$\frac{g^2}{4} t^4 + gH_0 t^2 - v_0^2 t^2 + S^2 + H^2 = 0$$

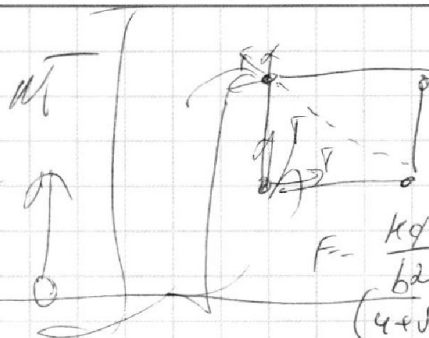
$$x^2 + \frac{gH}{g^2} x + \frac{4}{g^2} (gH - v_0^2) x + \frac{4S^2 + gH^2}{g^2} = 0$$

$$b = 0$$

$$b = \frac{16}{g^4} (gH - v_0^2)^2 - \frac{16}{g^2} (S^2 + H^2) = 0$$

$$\frac{g^2 H^2 - 2gHv_0^2 + v_0^4}{g^2} = S^2 + H^2$$

$$2gHv_0^2 = S^2 g^2 - S^2 g^2 - 2gHv_0^2 + \frac{v_0^4}{g^2} = S^2 \quad H = \frac{v_0^4 - S^2 g^2}{2gH^2}$$



$$F = \frac{kg^2}{b^2} + \frac{kg^2}{2b^2 v_0^2} = \frac{(4+5^2)kg^2}{4}$$

$$2.5 = \frac{pdU + Vdp}{pdU + Vdp}$$

$$Vdp = -\frac{3}{5} \frac{U}{V} dV$$

$$F = \frac{kg^2}{b^2} + \frac{kg^2}{4b^2} + \frac{kg^2}{9b^2} = \frac{49}{36} \frac{kg^2}{b^2}$$

$$\frac{20^4 - 20^2 \cdot 10^2}{20 \cdot 10 \cdot 20^2} = \frac{20^2 - 10^2}{20} = \frac{400 - 100}{20} = 15 \text{ м}$$