

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

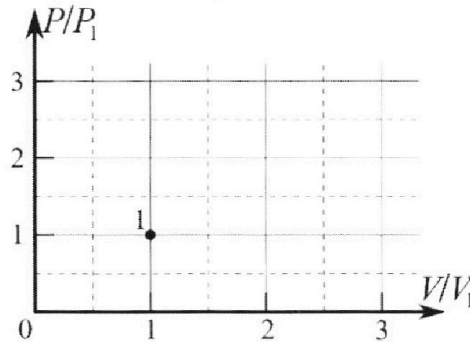
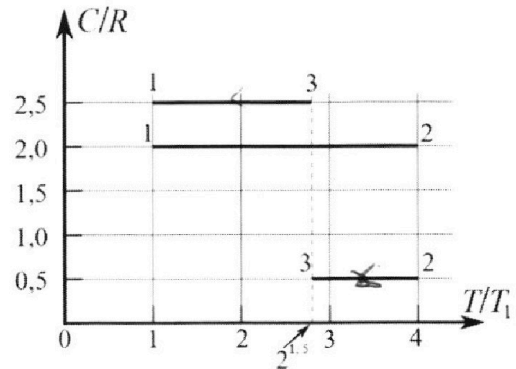
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 объем в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



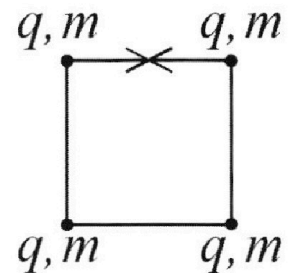
★ 5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.



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.

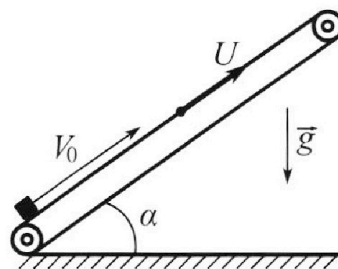
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

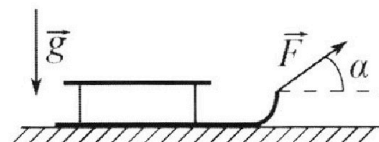
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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.

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

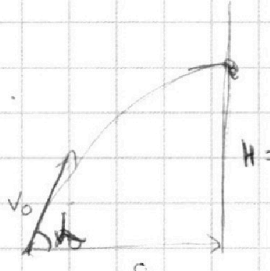
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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. $\uparrow v_0$ $T = \frac{v_0}{g}$ $\Rightarrow$ $v_0 = Tg = 2 \cdot 10 \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$
 Ответ: $v_0 = 20 \text{ м/с}$

2.  $t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \Rightarrow h(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = H$
 $\Rightarrow H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \left(\frac{S}{v_0 \cos \alpha} \right)^2}{2}$
 $h(t)$ — функция высоты от времени

$$\Rightarrow H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot \left(\frac{S}{v_0 \cos \alpha} \right)^2}{2} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= S \cdot \tan \alpha - (1 + \tan^2 \alpha) \cdot \frac{g S^2}{2 v_0^2} = -\frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

Это квадратное уравн. относительно $\tan \alpha \Rightarrow$ max достигается при

$$\tan \alpha = \frac{-S}{-\frac{g S^2}{v_0^2}} = \frac{v_0^2}{g S}$$

$$H_{\max} = -\frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{g^2 S^2} + S \cdot \frac{v_0^2}{g S} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = \frac{-v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = \left(\frac{400}{2 \cdot 10} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} \right) \text{ м} = (20 - 5) \text{ м} = 15 \text{ м}$$

Ответ: $H = 15 \text{ м}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐

2 ☒

3 ☐

4 ☐

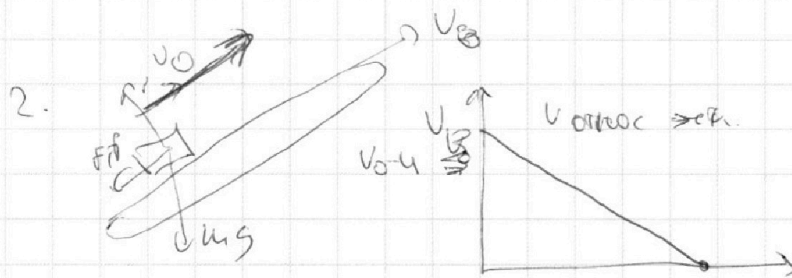
5 ☐

6 ☐

7 ☐

МФТИ

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



$$v_0 = 2u = 4 \text{ м/с}$$

$$W = 2 \text{ м/с}$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\mu = \frac{1}{5}$$

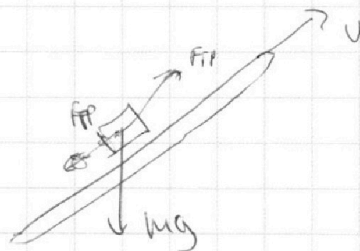
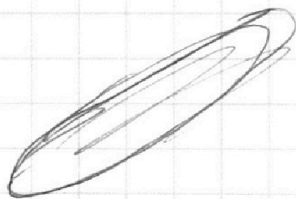
$$T = \frac{v_0 - u}{\mu g \cos \alpha + \mu g \sin \alpha} = \frac{2}{10} \text{ с} = \frac{1}{5} \text{ с}$$

T - время го этого человека

$$l = T \left(u + \frac{v_0 - u}{2} \right) = \frac{3}{2} u T = \frac{3}{5} \text{ м}$$

Ответ: 0,6 м.

3.



$$T_{\text{го этого человека}} = \frac{u_0}{\mu g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha} = \frac{2}{8 - 2} = \frac{1}{3} \text{ с}$$

$$H = (L + l) \sin \alpha$$

$$l = T \frac{u}{2} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$H = \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{3} \right) 0,8 = \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{5} = \frac{56}{45} \text{ м}$$

Ответ: $\frac{56}{45} \text{ м}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

1. Найдём максимальную высоту, на которую
он сможет подняться $H = L \sin \alpha$.

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgL \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha L$$

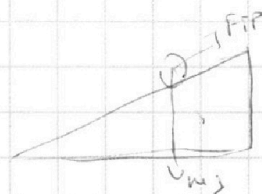
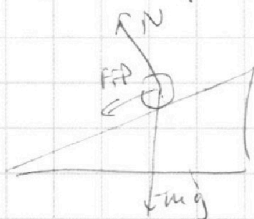
$$L(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) = \frac{v_0^2}{2} \quad L = \frac{v_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$= \frac{16}{20 \cdot (\frac{4}{5} + \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{5})} = 0,8 \text{ м.} \quad \text{Ещё пройдёт } l = s - L = 0,2 \text{ м.}$$

$$mg l = \frac{mv_1^2}{2} + \mu mg \cos \alpha l \Rightarrow v_1^2 = 2gl(1 - \mu \cos \alpha) = \frac{16}{5}$$

$$v_1 = \sqrt{2gl(1 - \mu \cos \alpha)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot (1 - \frac{1}{5})} = \sqrt{\frac{16}{5}} = \frac{4\sqrt{5}}{5}$$

* - это верно так.



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

$$T = \frac{v_0}{\mu g \cos \alpha} + \frac{v_1}{g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha} = \frac{4}{\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 10} + \frac{4\sqrt{5}}{8-2} = 2 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{5}}{1} = 2 + \frac{2\sqrt{5}}{3}$$

$$T = \frac{v_0}{\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha} + \frac{v_1}{g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha} = \frac{4}{2+8} + \frac{4\sqrt{5}}{8-2}$$

$$= 0,4 + \frac{2\sqrt{5}}{3} \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } 0,4 + \frac{2\sqrt{5}}{3} \text{ с}$$

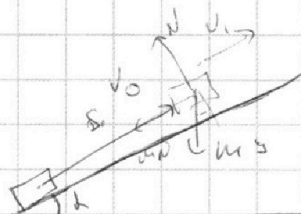
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Решение

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + mgS \sin \alpha + F_{\text{тр}} S$$

Решим:

$$\sin \alpha = 0.8$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$$

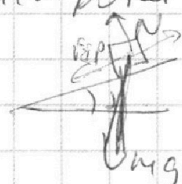
$$V_1^2 = V_0^2 - 2gS \sin \alpha - 2\mu g \cos \alpha S$$

$$V_1^2 = V_0^2 - 2gS (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 16 - 10 \left(\frac{4}{5} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$= 22 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} > 0$$

$$V_1^2 = V_0^2 - 2gS (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) < 0$$

$\Rightarrow$ либо она застрянет, не пройдя $S = 1 \text{ м}$,
либо пройдет весь путь.



$$F_{\text{тр}} \leq mg \sin \alpha$$

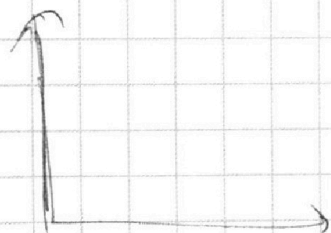
$$F_{\text{тр}} = \mu N, \mu = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu \cos \alpha \leq \sin \alpha$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \leq \frac{4}{5}$$

$$1 < 4$$

Она пройдет весь путь.



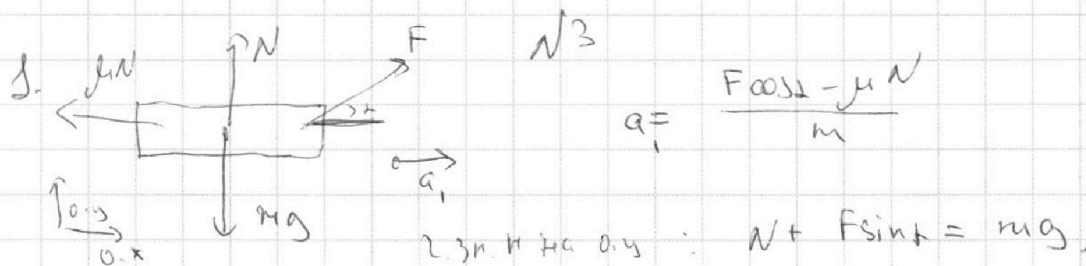
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

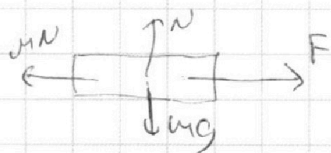


$$a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu N}{m}$$

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

$$\Rightarrow a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)}{m} = \frac{F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg}{m}$$

a_1 - ускорение в первом случае, a_2 - во втором.



$$N = mg \quad a_2 = \frac{F - \mu mg}{m}$$

$$a_1 = a_2 \Leftrightarrow \cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1 \quad \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

Ответ: $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ (если $\alpha = 0$, то μ не определено)

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

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!

1. $Q_{12} = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T + A_{12} \Rightarrow c_{12} = \frac{Q_{12}}{\gamma R \Delta T} = \frac{3}{2} + \frac{A_{12}}{\gamma R \Delta T}$

$A_{12} = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T \quad \Delta T = 3T_1 \quad \text{или } A_{12} = \frac{3}{2} \gamma R T_1$

2. Аналогично $A_{13} = (c_{13} - \frac{3}{2} R) \gamma R \Delta T = \gamma R \Delta T$

$A_{32} = (c_{32} - \frac{3}{2} R) \gamma R \Delta T = -\gamma R \Delta T$

$T_1 < T_3 < T_2 \Rightarrow A_{12} > 0, A_{23} > 0, A_{31} < 0$

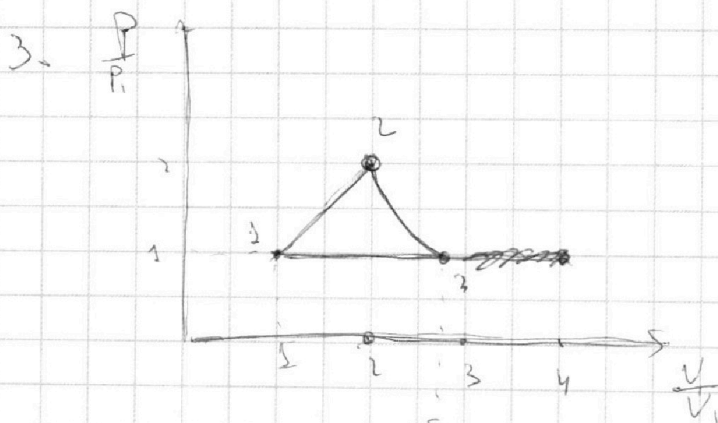
Поэтому $\eta = \frac{|A_{12}| + |A_{23}| - |A_{31}|}{Q_{12}}$

$Q_{12} = \frac{3}{2} \gamma R 3T_1 + \frac{3}{2} \gamma R T_1$

$Q_{12} = 6 \gamma R T_1$

$\eta = \frac{\frac{3}{2} \gamma R T_1 + \gamma R (4 - 2^{\frac{3}{2}}) - \gamma R (2^{\frac{3}{2}} - 1)}{6 \gamma R T_1}$

$\eta = \frac{\frac{3}{2} + 5 - 2^{\frac{3}{2}}}{6} = \frac{3 + 10 - 2^{\frac{3}{2}}}{12} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$



участки 12 и 13
линейно.

На 1,3 $P = \text{const}$
т.к. такой график
соответствует

$\epsilon = \frac{5+2}{2} R$

12 - изобарный процесс и следовательно положительное

и, что график $P u^k = \text{const}$ имеет отношение $\frac{du}{u} = \frac{3}{1}$

$k = -1 \quad \log \log u$



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 п.

2.3 волновая вверх

т.к. так выглядит изгибание процесса ^{только} ~~только~~ ^{закон} ~~только~~

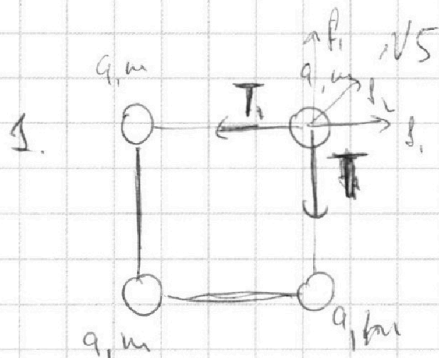
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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_1 - сила взаимодействия между соседними шарами.

F_2 - между противоположными.

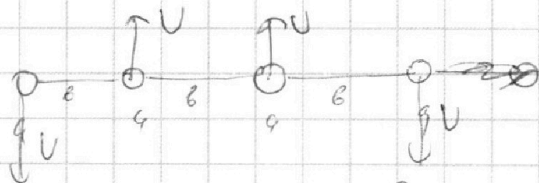
$$T = F_1 + F_2 \cos 45^\circ = k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{(\frac{b}{2})^2} \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) \quad \text{Ответ: } \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

2. Σ взаимодействия двух шаров $Q \leftarrow R \rightarrow Q$

$$= \frac{kqQ}{R}$$

$$\Rightarrow \Sigma_0 = kq^2 \left(\frac{4}{b} + \frac{2}{\sqrt{2}b} \right) \quad \text{В момент, когда}$$



все шары на одной прямой их скорости равны по модулю

из-к. от ~~горизонтальной~~ вертикальной и kein внеш. сил.

$$\Sigma_1 \text{ (энергия в конце)} = kq^2 \left(\frac{3}{b} + \frac{2}{2b} + \frac{1}{3b} \right) + \frac{4mv^2}{2}$$

$$\Sigma_1 = \Sigma_0 \Rightarrow 2mv^2 = kq^2 \left(\frac{4}{b} - \frac{3}{b} - \frac{2}{2b} - \frac{1}{3b} \right)$$

$$kq^2 \left(\frac{4}{b} + \frac{2}{\sqrt{2}b} \right) = kq^2 \left(\frac{13}{3b} \right) + 2mv^2$$

$$2mv^2 = kq^2 \left(\frac{2}{b} - \frac{1}{3b} \right)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{kq^2(\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{2bm}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{k(\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{2bm}}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

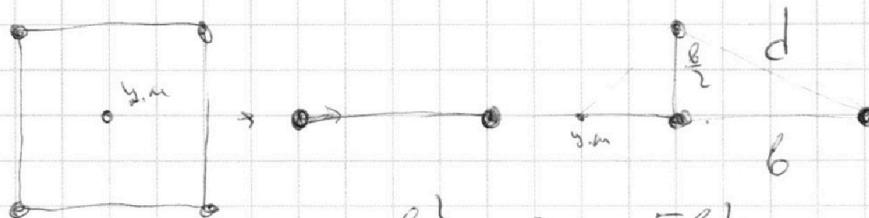
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



3. Нет бревна см $\Rightarrow$ центр масс там же



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

Ответ: $\frac{\sqrt{5}b}{2}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐



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

№ 2

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!



$$f = 49$$

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

$$\sqrt{g^2 \gamma^2 + 1} = \frac{1}{\cos \gamma}$$

$$\frac{h}{2a}$$

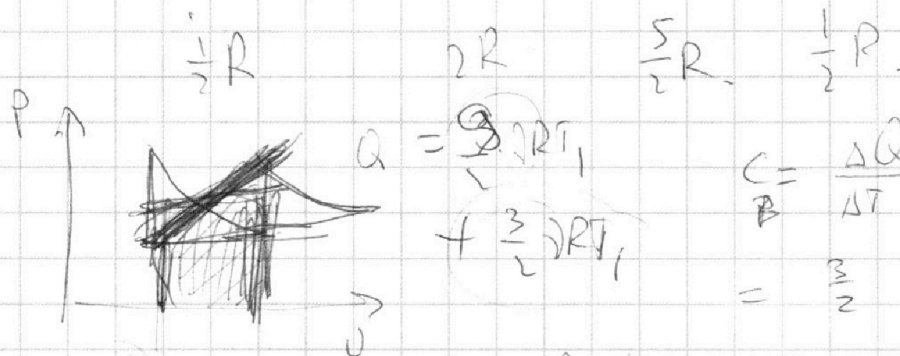
$$\left[\frac{g \cdot S^2}{v_0^2} \right] = \frac{\frac{M}{c^2} \cdot m^2}{\frac{m^2}{c^2}} = 1$$

$$v^2 = 2gh$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$pV = 3RT$$

$$[RT] = \frac{g \times}{R_{\text{моль}}}$$



$$Q = \frac{3}{2} RT_1 + \frac{3}{2} RT_1$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{3 \cdot \frac{3}{2} R \Delta T}{\Delta T} = \frac{9}{2}$$

$$Q = \frac{3}{2} RT \Delta T$$

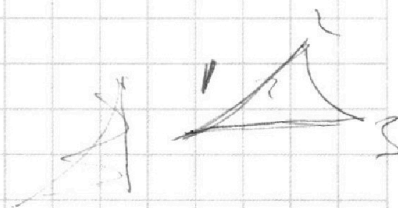
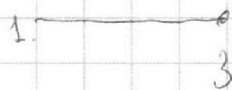
$$\frac{3}{2} pV + \frac{3}{2} pV$$

$$Q = p \Delta V + \frac{3}{2} RT \Delta T = \frac{5}{2} RT \Delta T$$

1-3 - изобарра

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

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



$$C = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\Delta T} = \frac{4}{2} R$$

$$\Rightarrow \frac{A}{\Delta T} = \frac{1}{2} R$$

$$A = \frac{1}{2} RT \Delta T$$

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!



~~2021~~

$$F = k \frac{q_1 q_2}{R^2}$$

$$\varepsilon = - \frac{k q_1 q_2}{R}$$

$$\varepsilon = \int \frac{1}{R} =$$

$$- \frac{k q_1 q_2}{R}$$

$$\frac{4}{6} + \frac{1}{36} = \frac{13}{36}$$

$$W_{\text{const}} = p \Delta V + \frac{3}{2} \Delta R \Delta T$$

$$\sqrt{8} = \sqrt{1}$$

$$\frac{k}{2} R = C$$

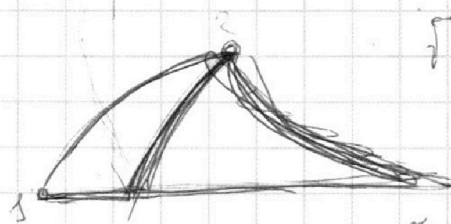
$$C = \frac{3}{2} R +$$



$A > 0 \quad Q > 0$

$$\frac{A}{\Delta T} = \omega \omega$$

Q_{12}



$\sqrt{2} : \uparrow \uparrow, A > 0$

$2 \rightarrow 3 \quad T \downarrow, A > 0$

$3 \rightarrow 1 \quad T \downarrow, A < 0$

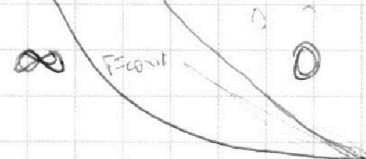
$$\frac{m v_0^2}{2} = \mu m g \cos L + m g \sin L$$

$$Q_{32} = \frac{3}{2} R - \frac{2}{2}$$

$$Q_{32} > 0 \Rightarrow Q_{23} = 0$$

$$\frac{16}{4} = 4a_1$$

$$Q = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T + \int \frac{p(V)}{4} dV$$



$$\frac{v_0^2}{2} - g S \sin L = \mu g \cos L$$

$$8 - 10 \cdot \frac{4}{5}$$

$$= 0,8$$

$$\frac{v_0^2}{2} = g L$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16}{10}$$

$$\frac{f_2}{2} - \frac{f_2}{6} = \frac{1}{36}$$

$$\frac{12}{36} + \frac{2\sqrt{2}}{26} = \frac{13}{36}$$

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!



НУ

$$1. Q_{12} = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T + A_{12} \Rightarrow c_{12} = \frac{Q_{12}}{\gamma \Delta T} = \frac{3}{2} \gamma R + \frac{A_{12}}{\gamma \Delta T}$$

$$\frac{4}{2} R = \frac{3}{2} R + \frac{A_{12}}{\gamma \Delta T} \quad A_{12} = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T = \frac{1}{2} \gamma R (4T_1 - T_1)$$

$$= \frac{3}{2} \gamma R T_1$$

2. ~~В~~ ~~процессах~~ $2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 4. \Delta T < 0, c > 0$

$$\Rightarrow \text{из } Q < 0 \Rightarrow \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} \quad (\text{не } A > 0)$$

$$\frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\gamma \Delta T_{32}} \Rightarrow A_{32} = -\gamma R \Delta T_{32} \quad (\text{A имеет обратный знак})$$

$$\frac{5}{2} R = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\gamma \Delta T_{13}} \quad A_{13} = \gamma R \Delta T_{13}$$

$$Q_{12} = c_{12} \Delta T \gamma = 2R \cdot 3T_1 \gamma = 6 \gamma R T_1$$

$$\eta = \frac{\frac{3}{2} \gamma R T_1 + \gamma R (4 - 2^{\frac{2}{3}}) T_1 + \gamma R (2^{\frac{2}{3}} - 1) T_1}{6 \gamma R T_1}$$

$$= \frac{\frac{3}{2} + 4 + 1}{6}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$v_0 = g^2 S^2$$

$$\gamma \frac{S}{1 - v_0 \cos \alpha} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{v_0^2}{g} = S$$

$$\frac{v_0}{\mu g} = S = \frac{2v_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$F_{\text{тяг}} - \mu (m g - F_{\text{тяги}} \sin \alpha) = F - \mu m g$$

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



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!

