



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.

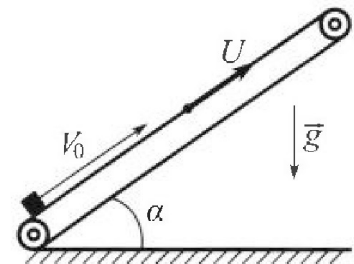
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 воздух а 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.

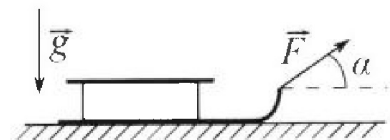
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.





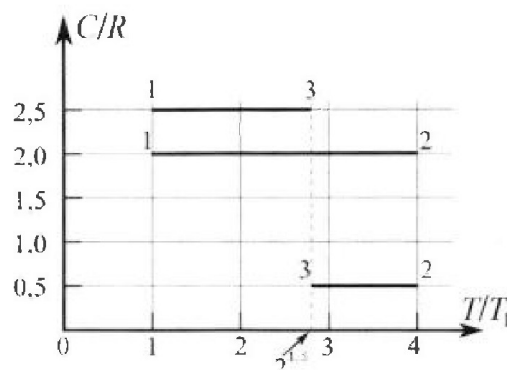
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



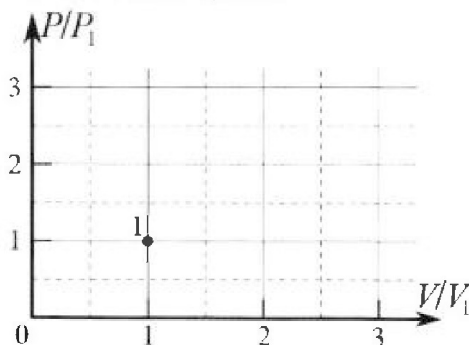
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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.



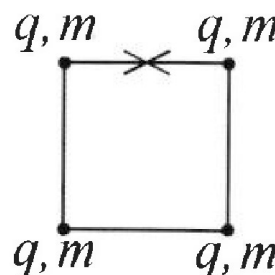
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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!

~~продолжение~~

Высота будет максимальной, когда вертикальная составляющая скорости будет равна нулю в наименьшей точке траектории при заданном угле альфа $\rightarrow$

~~$H_{\text{сд}} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \rightarrow H$ будет максимальной когда член $\sin^2 \alpha$ максимален $\sin^2 \alpha = 1 \rightarrow H_{\text{max}} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{400}{20} = 20 \text{ м}$~~

~~$$H = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{V_0 \sin(2\alpha) S - g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{V_0 S}{2 \cos^2 \alpha}$$
$$H_{\text{max}} = \frac{V_0 S - g S^2}{V_0^2} = \frac{20 \cdot 20 - 20 \cdot 0}{400} = 0$$~~

Отмет: (1) $V_0 = g T = 20 \text{ м/с}$

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

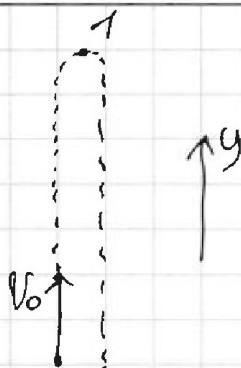


$$T=20$$

$$S=20\text{ м}$$

$$1) V_0 = ?$$

$$2) H_{\text{max}} = ?$$



№ 1

Решение

1) т.к. сопротивление воздуха
пренебрежимо мало то на
него действует только
сила тяжести $\rightarrow$ верны

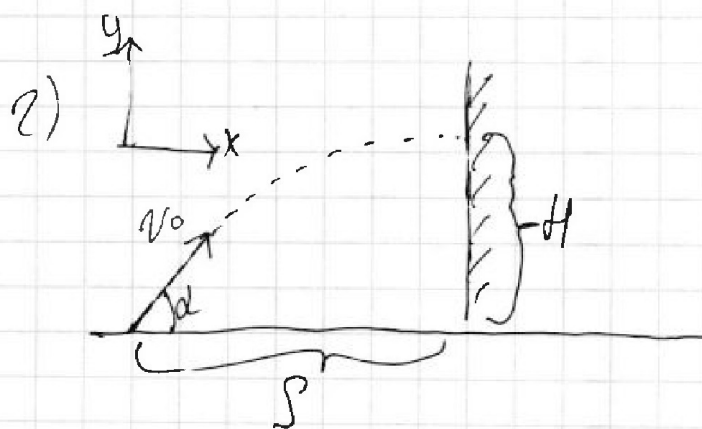
формулы равноускор. движения

$$y: V_y = V_{0y} + g_y T$$

скорость в т. 1

$$0 = V_0 - gT$$

$$V_0 - gT = 0 \text{ м/с}$$



Рассмотрим бросок
под произвольным углом
к горизонту α

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

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

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$H = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H = \frac{V_0 \sin \alpha S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha S}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{V_0 \sin \alpha S - \frac{g S^2}{2 \cos \alpha}}{V_0 \cos \alpha}$$

☐ 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!

Продолжение:

$$A_{\text{тр}} = E_2 - E_1 = 1 - \mu mg \cos \alpha L = mgL \sin \alpha - \frac{m V_{\text{ок}}^2}{2}$$

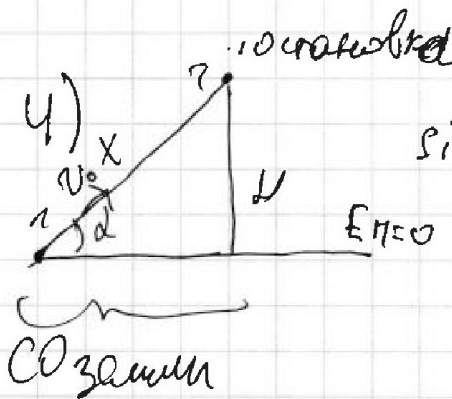
$$\mu mg \cos \alpha L = \frac{m V_{\text{ок}}^2}{2} - mgL \sin \alpha$$

$$2\mu g \cos \alpha L \leq V_{\text{ок}}^2 - 2gL \sin \alpha$$

$$2\mu g \cos \alpha L + 2gL \sin \alpha = V_{\text{ок}}^2$$

$$L (2\mu g \cos \alpha + 2g \sin \alpha) = V_{\text{ок}}^2$$

$$L = \frac{V_{\text{ок}}^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,2 \text{ м}$$



$$\sin \alpha = \frac{H}{L} \rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha}, \text{ т.е. } \vec{N} \perp \vec{v} \rightarrow$$

$$A_{\text{тр}} = 0$$

3) Ул 3:

$$A_{\text{тр}} = -\mu mg \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$E_2 = mgH + \mu mg \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} = mgH - \frac{m V_0^2}{2}$$

$$E_1 = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$\mu g \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{V_0^2}{2} - gH / 2$$

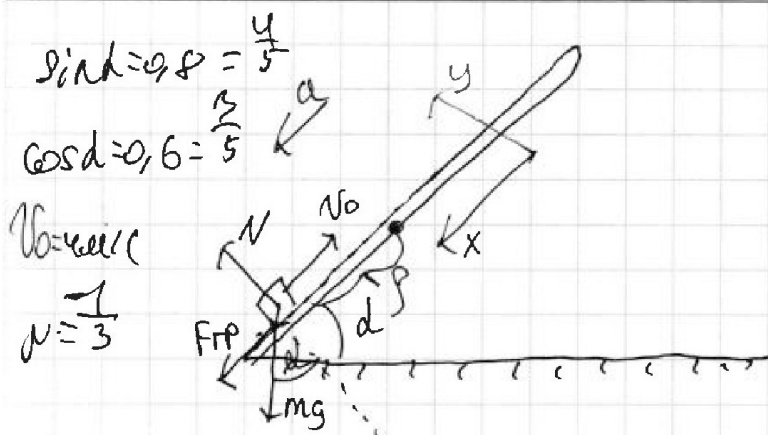
$$2\mu g \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} = V_0^2 - 2gH$$

$$2\mu g \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} + 2gH = V_0^2 \rightarrow H = \frac{V_0^2}{2\mu g \cos \alpha + 2g} = \frac{16}{25} = 0,64 \text{ м}$$

Ответ: 2) $L = 0,2 \text{ м}$ 3) $H = 0,64 \text{ м}$

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!



Решение

1) ЭЗН для коробки:

$$x: mgsind + F_{тр} = ma$$

$$y: N - mg \cos d = 0$$

$$F_{тр} = \mu mg \cos d$$

$$mgsind + \mu mg \cos d = ma$$

$$g(\sin d + \mu \cos d) = a$$

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

2) Кинематика

$$x: S = -v_0 T + \frac{aT^2}{2} \quad | (-1)$$

$$S = v_0 T - \frac{aT^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$2S = 2v_0 T - aT^2$$

$$aT^2 - 2v_0 T + 2S = 0$$

$$D = 4v_0^2 - 8aS = 64 - 80 < 0$$

$$h = L \sin d$$

$$a = g = 10 \text{ м/с}^2 = \text{const}$$

3) Перегнём в СО летя:

по ВСС:

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_{0\text{лн}} + \vec{u}$$

$$\vec{v}_{0\text{лн}} = \vec{v}_0 - \vec{u}$$

$$v_{0\text{лн}} = v_0 - u = 2 \text{ м/с}$$

То есть L - это расстояние при котором коробка перестанет двигаться экв. относительно летя. т.е. скорость летя постоянна то она УС $\rightarrow$ верен ЗЗМЭ!

$$A_{F_{тр}} = E_2 - E_1, A_{F_{тр}} = -\mu mg \cos d L, E_1 = \frac{mv_{0\text{лн}}^2}{2}, E_2 = mgL \sin d$$

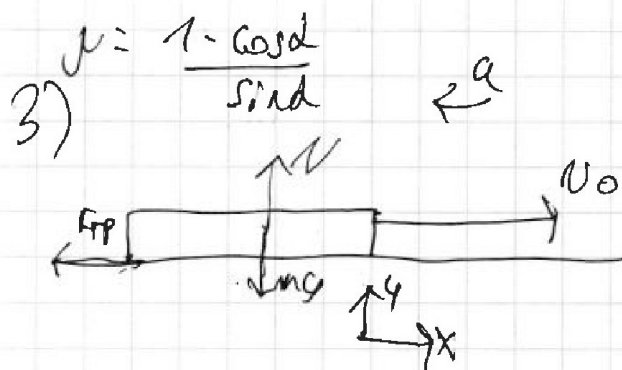
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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



2311

У! $N = mg$

$\chi = \mu mg = ma$

$a = \mu g = \text{const}$

Решить как в контроле с

ускорением $a = \mu g$

$0 = v_0 - at$

$v_0 = at \rightarrow$

$\mu = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

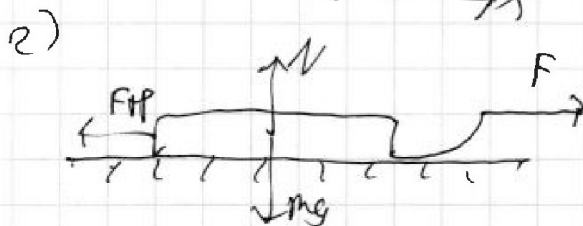
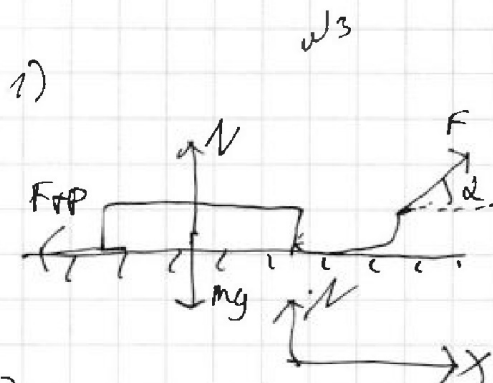
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



1) $\mu = ?$



Решение
по условию задачи
даны параметры
из состояния покоя
до скорости v_0 за
одно и то же время
тележка ускорится

в обоих случаях ра-
вен

1) 2ЗН для тележки:

$$x: F_{\text{осл}} - F_{\text{тр}} = ma$$

$$y: N + F \sin \alpha - mg = 0$$

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

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

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg - \mu F \sin \alpha$$

$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = ma$$

$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg$$

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

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

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

$$2,8 - 4 = 1,2$$

2) 2ЗН для тележки

$$x: F - F_{\text{тр}} = ma$$

$$y: N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$F - \mu mg = ma$$

$$2,8 - 4 = 1,2$$

$$2,8 - 4 = 1,2$$

$$2,8 - 4 = 1,2$$

$$2,8 - 4 = 1,2$$

$$2,8 - 4 = 1,2$$

$$2,8 - 4 = 1,2$$

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!

3) Расширяющий процесс 3-1

$$2^{1.5} = 2^{\frac{3}{2}} = \sqrt{8}$$

$$\Delta T = (T_1 - T_3) = T_1 (1 - 2^{1.5}) < 0$$

$C_{31} = 2.5R > 0$ → в процессе 3-1 разогревает тепло

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

$$\frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$\nu R (T_1 - T_3) = A_{31} = \nu R T_1 (1 - 2^{1.5})$$

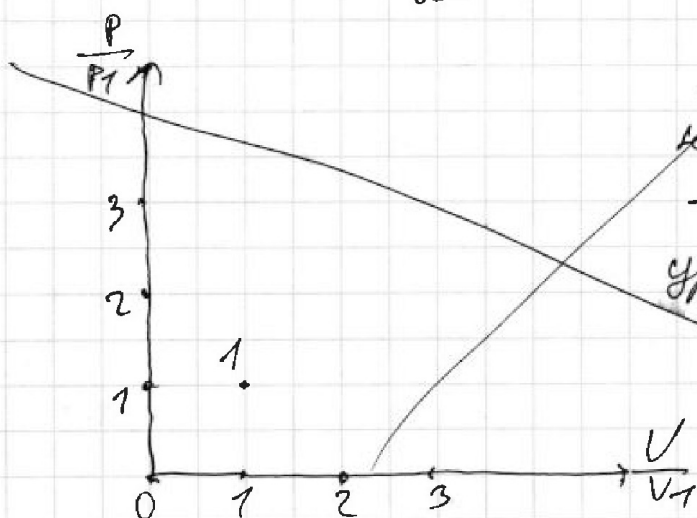
$$A_E = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_1 + \nu R T_1 (4 - 2^{1.5}) + \nu R T_1 (1 - 2^{1.5})$$

$$A_E = \nu R T_1 \left(\frac{3}{2} + 4 - 2^{1.5} + 1 - 2^{1.5} \right) = \nu R T_1 \left(\frac{3}{2} + 4 + 1 - 2\sqrt{8} \right) = \nu R T_1 \left(\frac{13}{2} - 2\sqrt{8} \right)$$

Теплота передается в процессе 1-2 $Q_{12} = Q_H = 6 \nu R T_1$

$$\eta = \frac{A_E}{Q_H} = \frac{\nu R T_1 \left(\frac{13}{2} - 2\sqrt{8} \right)}{6 \nu R T_1} = \frac{\frac{13}{2} - 2\sqrt{8}}{6} = \frac{13 - 4\sqrt{8}}{12}$$

4)



процесс 1-2 это

процесс прямо пропорциональной зависимости:

$$P = \text{const} \rightarrow P \cdot V^{\gamma} = \text{const}$$

уравнение состояния:

$$P V^{\gamma} = \text{const}, \text{ где } \gamma = \frac{C_p - C_v}{C_v}$$

$$\gamma = -1 = \frac{C_p - C_v}{C_v}$$

$$C_p - C_v = -C_v$$

$$2C_v = C_p + C_v = \frac{5}{2}R + \frac{5}{2}R$$

$$C_{12} = 2R$$

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!



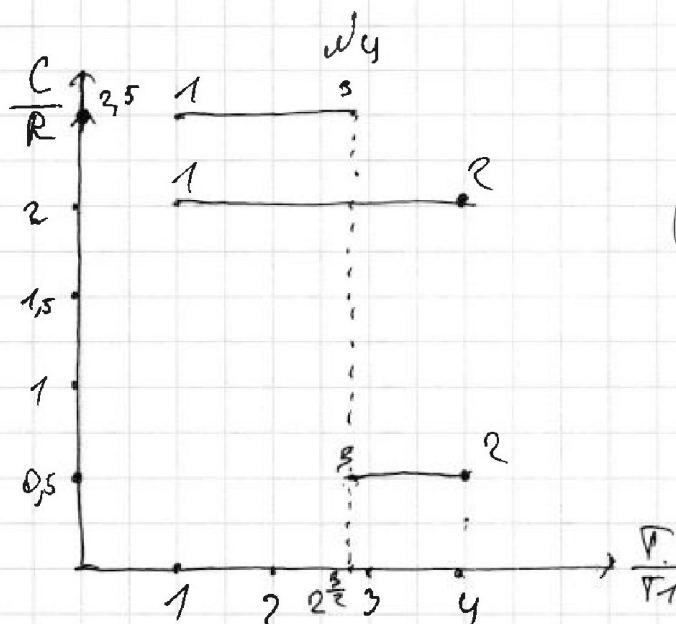
$T_1 = 400 \text{ K}$

$i = 3$

T_1 - масса

$A_{12} = ?$

$\eta = ?$



2) в т. 3 $\frac{T}{T_1} = 2^{\frac{3}{2}}$

$T_3 = T_1 \cdot 2^{1.5}$

Рассмотрим процесс 2-3

$\Delta T = (T_3 - T_2) = T_1 (2^{1.5} - 4)$

$C_{23} = 0.5 R$

Первое начало термодинамики для 2-3

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$

$\frac{1}{2} \gamma R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \gamma R (T_3 - T_2) + A_{23}$

$A_{23} = -\gamma R (T_3 - T_2) = \gamma R (T_2 - T_3) = \gamma R T_1 (4 - 2^{1.5})$

в данном процессе

$C_{23} > 0$ $\Delta T < 0 \rightarrow Q_{23} < 0 \rightarrow$ в процессе 2-3 работа отрицательна

Решение

1) Рассмотрим процесс 1-2!

в т. 1 $T_1 = 400 \text{ K}$

в т. 2 $\frac{T}{T_1} = 4 \rightarrow T = 4 T_1$

$C_{12} = 2R = \text{const}$

2) первое начало термодинамики для 1-2.

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$Q_{12} = C_{12} \gamma (4T_1 - T_1)$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \gamma R (4T_1 - T_1)$

$C_{12} \gamma T_1 \cdot 3 = \frac{3}{2} \gamma R \cdot 3 T_1 + A_{12}$

$6 \gamma R T_1 = \frac{9}{2} \gamma R T_1 + A_{12}$

$A_{12} = \left(\frac{12}{2} - \frac{9}{2} \right) \gamma R T_1 = \frac{3}{2} \gamma R T_1$

$A_{12} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 0.5 \cdot 1 \cdot 400}{2} =$

$A_{12} = 600 \cdot 0.37 = 4906 \text{ Дж}$



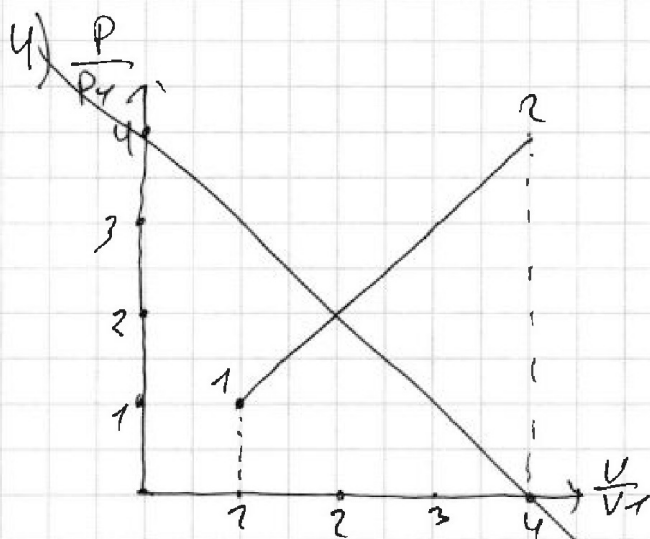
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



процесс 4-2 это
процесс прямого
процесс 1-2 это
процесс прямо-пропорциональной
зависимости:

$$P = \text{const} \rightarrow PV^\gamma = \text{const}$$

уравнение состояния:

$$PV^\gamma = \text{const}, \text{ где } \gamma = \frac{C_p - C_v}{C_p}$$

$$\gamma = -1 = \frac{C_p - C_v}{C_p}$$

В.1.1 $P_1 V_1 = \gamma R T_1$

В.1.2: $P_2 V_2 = \gamma R T_2 = 4 P_1 V_1$

В.1.3: $P_3 V_3 = \gamma R T_3$

$$P_3 V_3 = \sqrt{2} P_1 V_1$$

процесс 2-3:

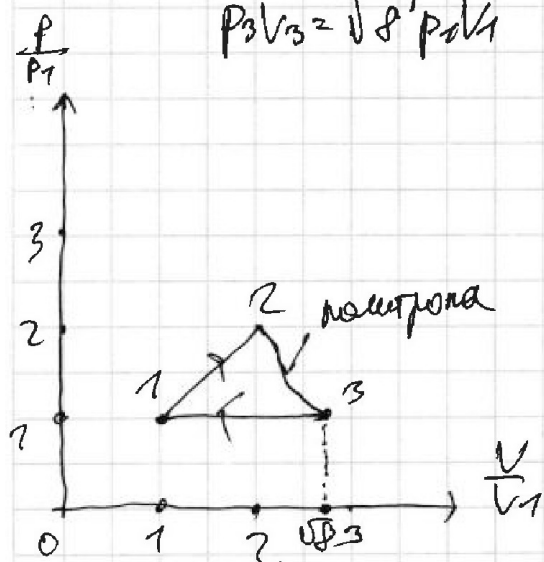
$$C = \frac{5}{2} R - \text{шуба}$$

новый
процесс

$$2C = C_p + C_v = \frac{5}{2} R + \frac{5}{2} R =$$

$$= 5R$$

$$C_{23} = 2R$$



Решение: 1) $A_{12} = \frac{3}{2} \gamma R P_1 = 4986 \text{ Дж}$

$$2) \eta = \frac{13 - 4\sqrt{2}}{12}$$

$$C_{23} = \frac{1}{2} R \quad \gamma = \frac{C_{23} - C_v}{C_{23} - C_v} = \frac{\frac{1}{2} R - \frac{5}{2} R}{\frac{1}{2} R - \frac{5}{2} R} =$$

$$= 2$$

$$PV^2 = \text{const} \rightarrow \text{процесс 2-3}$$



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!

продолжен пр. 1.2)

$$W_{\text{кон}} = \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{13kq^2}{3b}$$

$$W_{\text{нач}} = \frac{8kq^2 + 2\sqrt{2}kq^2}{2b} = \frac{4kq^2 + \sqrt{2}kq^2}{b} = \frac{kq^2}{b} \cdot (4 + \sqrt{2})$$

~~ЗС для системы:~~

Реш:
$$P = \frac{kq^2}{4b^2} \cdot (4 + \sqrt{2})$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

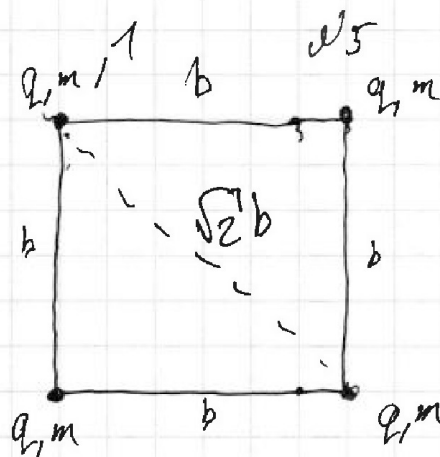
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

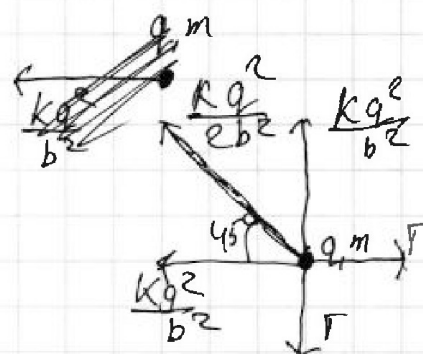


1) Г-?



Решение

1) Рассмотрим шарик 1



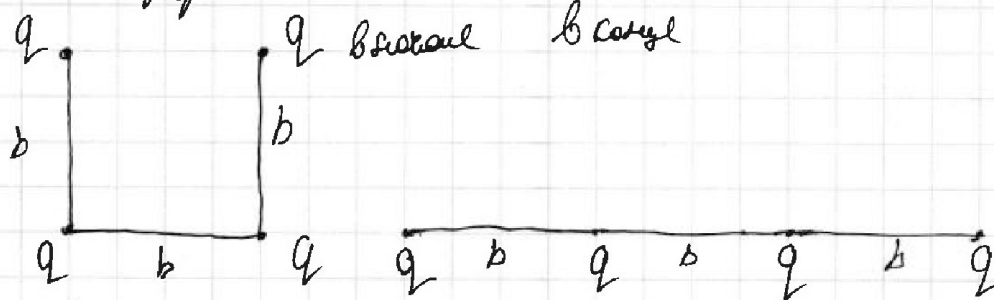
→ x 23H для шарика

$$x: F = \frac{kq^2}{b^2} - \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \cos 45^\circ = 0$$

$$F = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2}kq^2}{4b^2}$$

$$F = \frac{4kq^2 + \sqrt{2}kq^2}{4b^2} = \frac{kq^2(4 + \sqrt{2})}{4b^2}$$

2) найти потенциал



W - взаимная энергия шариков

$$W_{\text{кон}} = \frac{kq^2}{b} + 2 \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}b} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{2\sqrt{2}kq^2}{2b} \Rightarrow$$

$$W_{\text{кон}} = \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{3kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{3b}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

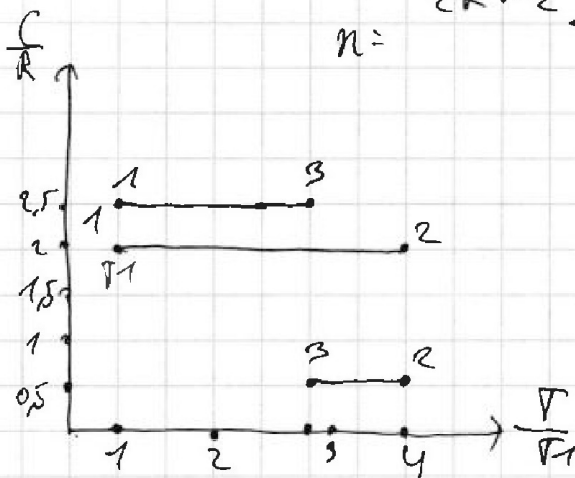
решение которой представлено на странице:

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. Подача QR-кода недопустима!

$$T_1 = 400 \text{ K}$$



$$n =$$

$$\frac{\frac{1}{2}R + \frac{3}{2}R}{\frac{1}{2} - \frac{3}{2}}$$

Решение

Упрощен 1.2

$$C = 2R$$

$$\frac{T}{T_1} = 4 \quad T = 4T_1 \text{ б. 2}$$

б. 1

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\text{б. 2. } p_2 V_2 = \nu R 4T_1$$

$$p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$$

$$p V = 4 p_1 V_1 \quad \left| \frac{1}{p_1 V_1} \right.$$

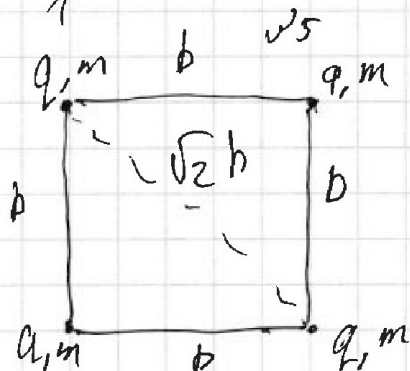
$$\frac{p}{p_1} = 4 \frac{V_1}{V}$$

$$600 \cdot 8 = 4800$$

$$600 \cdot 0,37 \quad \mu = -0,69$$

$$-2a\delta = v^2 - v_0^2 \quad 186.$$

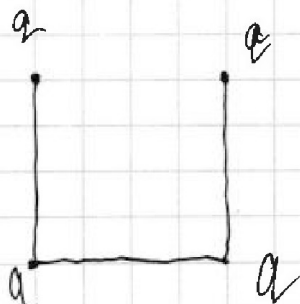
$$v^2 = v_0^2 - 2a\delta =$$



$$x: F - \frac{kq^2}{b^2} - \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0$$

$$F = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2}kq^2}{4b^2}$$

$$F = \frac{4kq^2 + \sqrt{2}kq^2}{4b^2}$$



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!



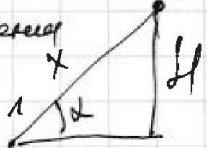
МФТИ

$$\sin \alpha = \frac{H}{L} = \frac{H}{\sqrt{H^2 + x^2}}$$

$$-2aL = v^2 - v_0^2$$

$$L = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$$

$$23x : 1$$



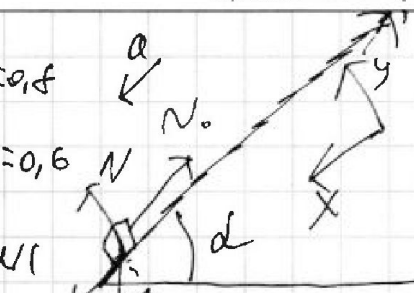
$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

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



$$v = v_0 + at$$

$$v = at$$

$$0 = v_0 + at$$

$$at = \frac{v_0}{a} = 0,8 \text{ с} \quad x: mg \sin \alpha + F_{тр} = ma$$



$$2aL = v^2 - v_0^2$$

$$2aL = v^2 - v_0^2$$

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

$$N = mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma$$

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

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

$$a = 10 \text{ м/с}^2$$

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

$$2\mu g \cos \alpha S = v_0^2 - v^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2\mu g \cos \alpha S - at^2$$

$$at^2 - 2v_0 t + 2S = 0$$

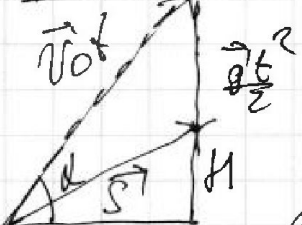
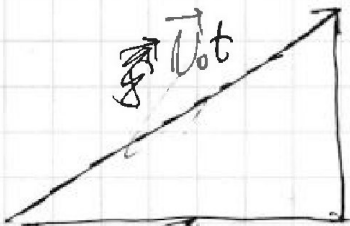
$$D = 4v_0^2 - 8Sa = 64$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

$$F = m(a + \mu g)$$

$$F_{тр} = -\mu mg \cos \alpha S$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2}$$



$$L = v_0 \cos \alpha t$$

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

$$H = \mu g L - \frac{gL^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\mu g L = \frac{gL^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + H$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

$$1 + \mu \tan \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$$

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

$$\frac{1 - \cos \alpha}{\cos \alpha}$$

$$v^2 = v_0^2 - 2g \sin \alpha S - 2\mu g \cos \alpha S = 16 - 2g \sin \alpha S - 2\mu g \cos \alpha S$$