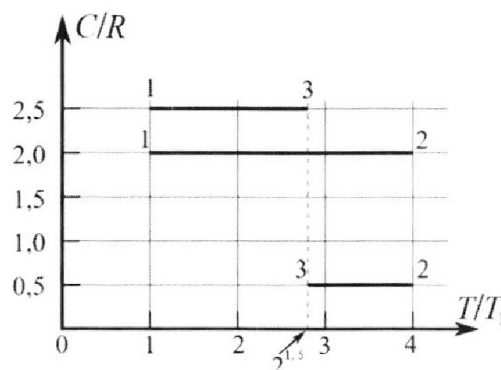


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

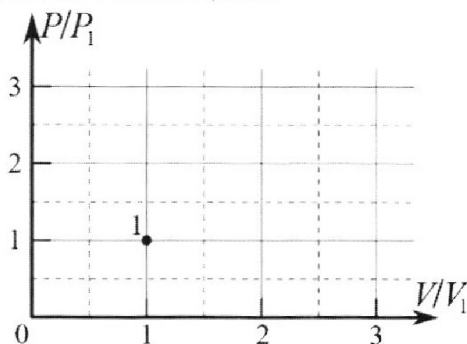
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



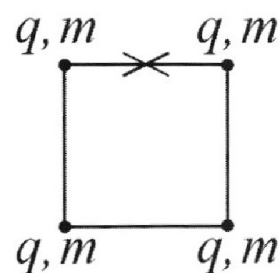
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.



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.

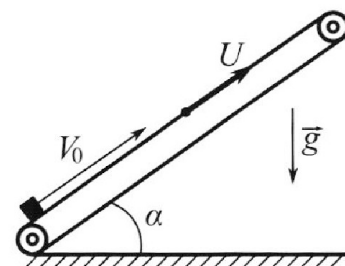
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

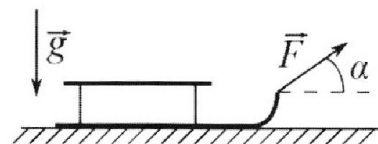
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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:



МФТИ

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

Получили 5 в $y(t)$ чтобы узнать высоту в метрах

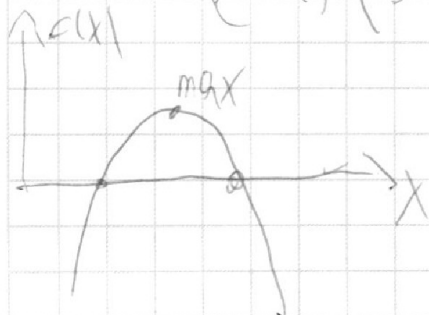
$$y(s) = \frac{v_0 \sin 2s}{v_0 \cos 2} - \frac{gs^2}{2 v_0^2 \cos^2} = \tan 2s - \frac{1}{\cos^2} \cdot \left(\frac{gs^2}{2 v_0^2} \right)$$

Н
высота
пути

$$\frac{1}{\cos^2 2} = 1 + \tan^2 2 \quad \tan 2s - (1 + \tan^2 2) \cdot \left(\frac{gs^2}{2 v_0^2} \right) = H$$

пусть x — это $\tan 2$ + нормализуем известные величины

$$20x - (x^2 + 1) \cdot 5 = H \quad \text{т.е. найдем и найдем max}$$



$$f(x) = -5x^2 + 20x - 5$$

эта функция имеет max в точке
равенства производной 0

$$f'(x) = -10x + 20 = 0 \quad x = 2$$

$$\tan 2 = 2 \quad \text{тогда } H = 20 \cdot 2 - (4 + 1) \cdot 5 = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) 20 м/с
2) 15 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!

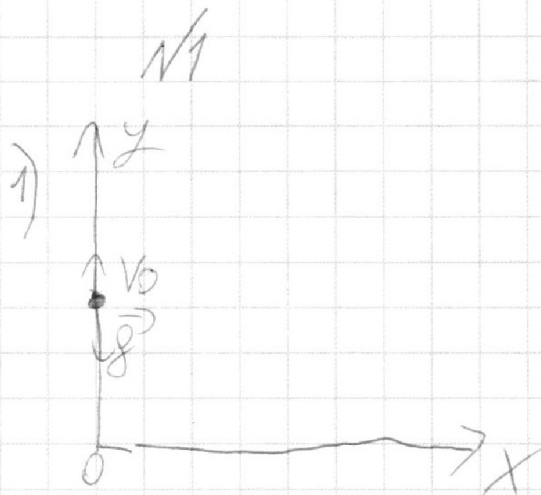


Дано

$$T = 2\text{ с}$$

$$S = 20\text{ м}$$

$$g = 10\text{ м/с}^2$$



$$y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{всё}$$

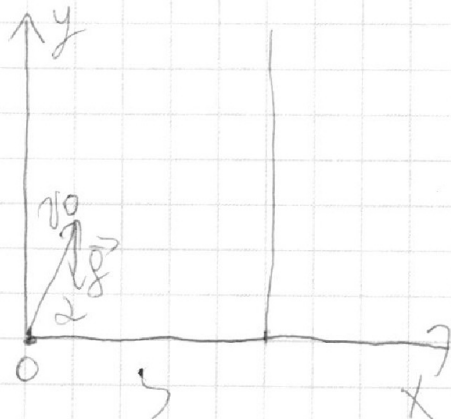
$$v_y(t) = v_0 - gt$$

высоты $v_y = 0$

$$v_0 = gT$$

$$v_0 = 20\text{ м/с}$$

Пусть α — угол к горизонту под которым запускают снаряд



$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t$$

Пусть снаряд попадет в точку S

$$x(S) = S$$

$$v_0 \cos \alpha S = S \quad S = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

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!

Дано

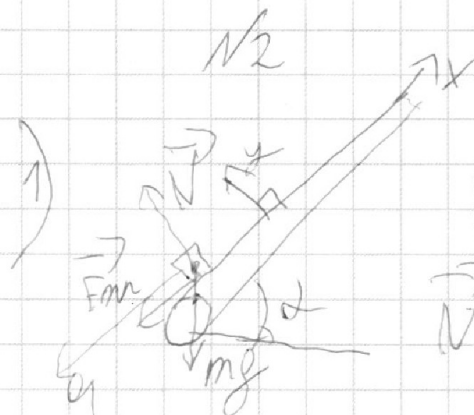
$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

$$U = 24 \text{ В}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



2 Законы Ньютона.

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

$$x: ma = -mg \sin \alpha - F_{\text{fr}}$$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0 \quad (\text{условие } a_y = 0)$$

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

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

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

$$x(t) = v_0 t + \frac{a t^2}{2} = v_0 t - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2}{2}$$

Точка остановки

$$v_0 T - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2} = 0$$

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

$$4T - \frac{10}{2} \cdot \left(0,8 + \frac{0,6}{3} \right) T = 0$$



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!

$$4T - 5T^2 = 1$$

$$5T^2 - 4T + 1 = 0$$

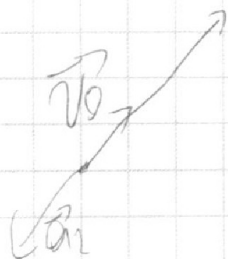
~~HA~~

$$T = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 20}}{10}$$

корней нет
пусть не будет со
критерием 1 мкс.

2) Зададим, что $F_{\text{пр}} \rightarrow$ направлена от x до m
используя V_0 и g в 70 во 2 пункте это
молк

$$a_z = a_{\text{пр}} = -g(\cos \alpha + \sin \alpha) = -g$$



$$V(t) = V_0 - gt$$

$$V(t_{\text{конечная}}) = 0 \quad t = \frac{V_0}{g}$$

$$V_0 - g t_{\text{конечная}} = 0$$

$$t_{\text{конечная}} = \frac{V_0 - 0}{g} = 0,2 \text{ секунды}$$

$$x(t_{\text{конечная}}) = L$$

находим $x(t)$

$$V_0 t + \frac{a_z t^2}{2} = V_0 t - \frac{g t^2}{2} = 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,2^2}{2} =$$

$$= 0,8 - \frac{0,4}{2} = 0,6 \text{ м}$$

$$L = 0,6 \text{ м}$$

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!



3) если коэффициент трения равен нулю
заминимая скорости ≤ 4
тогда относительно конвейера

$$V_{\text{отн}} = (V_x - U) < 0 \Rightarrow \text{шар движется вверх}$$

1. ось X



2. Закон Ньютона

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

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

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

$$x: ma_x = F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a_x = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = -0,6g = -6 \text{ м/с}^2$$

$$\text{начало } V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$a_x = -6 \text{ м/с}^2$$

$$V(t) = V_0 + a_x t$$

Торможение - скорость уменьшается
max v и max t

$$x(t) = V_0 t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$V(5 \text{ м}) = 0$$

(минимум
или максимум
 $V = 4$)

$$2 - \frac{dV}{dt} = 0$$

$$5 \text{ м} = \frac{1}{3} l$$

начало
или конец $V = 4$



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!

$$J_{\text{ан}} = \frac{1}{3} C$$

N2

$$x(t) = \sqrt{3} J_{\text{ан}} + \frac{g_1 t^2}{2} = \frac{2}{3} - \frac{6 \cdot}{8 \cdot 2} = \frac{2}{3} - \frac{2}{4} =$$

$$= \frac{2}{12} = \frac{1}{6} \text{ м}$$

$$\text{т.е. } L_{\text{полн}} = L + x(J_{\text{ан}}) = 0,6 + \frac{1}{6} \text{ м} = \text{м}$$

$$H = L_{\text{полн}} \cdot g = 0,8 \cdot (0,6 + \frac{1}{6}) = 0,48 + \frac{0,8}{6} = \frac{48}{100} + \frac{8}{60} =$$

$$= \frac{288}{600} + \frac{80}{600} = \frac{368}{600} \text{ м} = 0,5 + \frac{68}{600} + \frac{8}{600} = 0,6 + \frac{8}{600}$$

Ответ. ~~1) не~~ ~~не~~ ~~нужно~~

2) 0,6 м

$$3) \frac{368}{600} \text{ м} = 0,6 + \frac{8}{600} \text{ м}$$

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!



N3



Напишем 2 Закон Ньютона
для тела в этом положении

$$\vec{N} + \vec{F}_m + \vec{F}_{mx} + \vec{F} = m\vec{a}_1$$

на x и y.

проецируем по направлению

$$x: m a_x = F \cos \alpha - F_{mx}$$

$a_y = 0$ тело не движется

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

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

$$F_{mx} = N \quad \text{Закон Ньютона}$$

$$m \cdot a_1 = F \cos \alpha - N \cdot mg + N F \sin \alpha$$

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

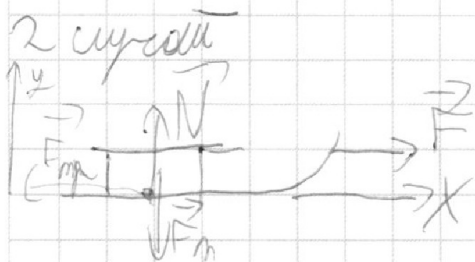
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Анализом найдем закон
Ньютона для 2 случая

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

$$x: F - F_{тр} = ma_{2x} = ma_2 \quad (a_{2y} = 0)$$

$$y: N - F_m = 0$$

$$N = mg$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg$$

$$x: F - \mu mg = ma_2$$

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

Заметим, что если в 1 и 2 случае
записать скорости v_1 и v_2

$$\frac{F}{m} - \mu g = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g \quad \text{умножив на } g \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$\frac{F}{m} = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

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

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

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

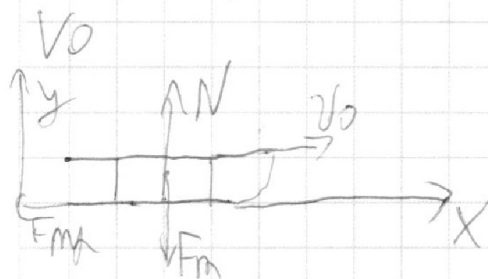
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№3

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

Положа ось отсчета в начале координат, выберем ось Ox по направлению движения



задачи Ньютона

$$m \vec{a}_3 = \vec{N} + \vec{F}_m + \vec{F}_{mx}$$

$$y: N - F_m = 0 \quad (\text{механика не учитывается}) \quad F_m = N = mg$$

$$x: m a_x = -F_{mx}$$

$$F_{mx} = N \sin \alpha = mg$$

$$a_3 = -\frac{mg}{m} = -g$$

тогда

$$V(t) = V_0 + a_3 t = V_0 - g t$$

В момент $t = T$

$$V = 0 \Rightarrow V_0 - g T = 0$$

$$T = \frac{V_0}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{ответ: } N = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)} \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$



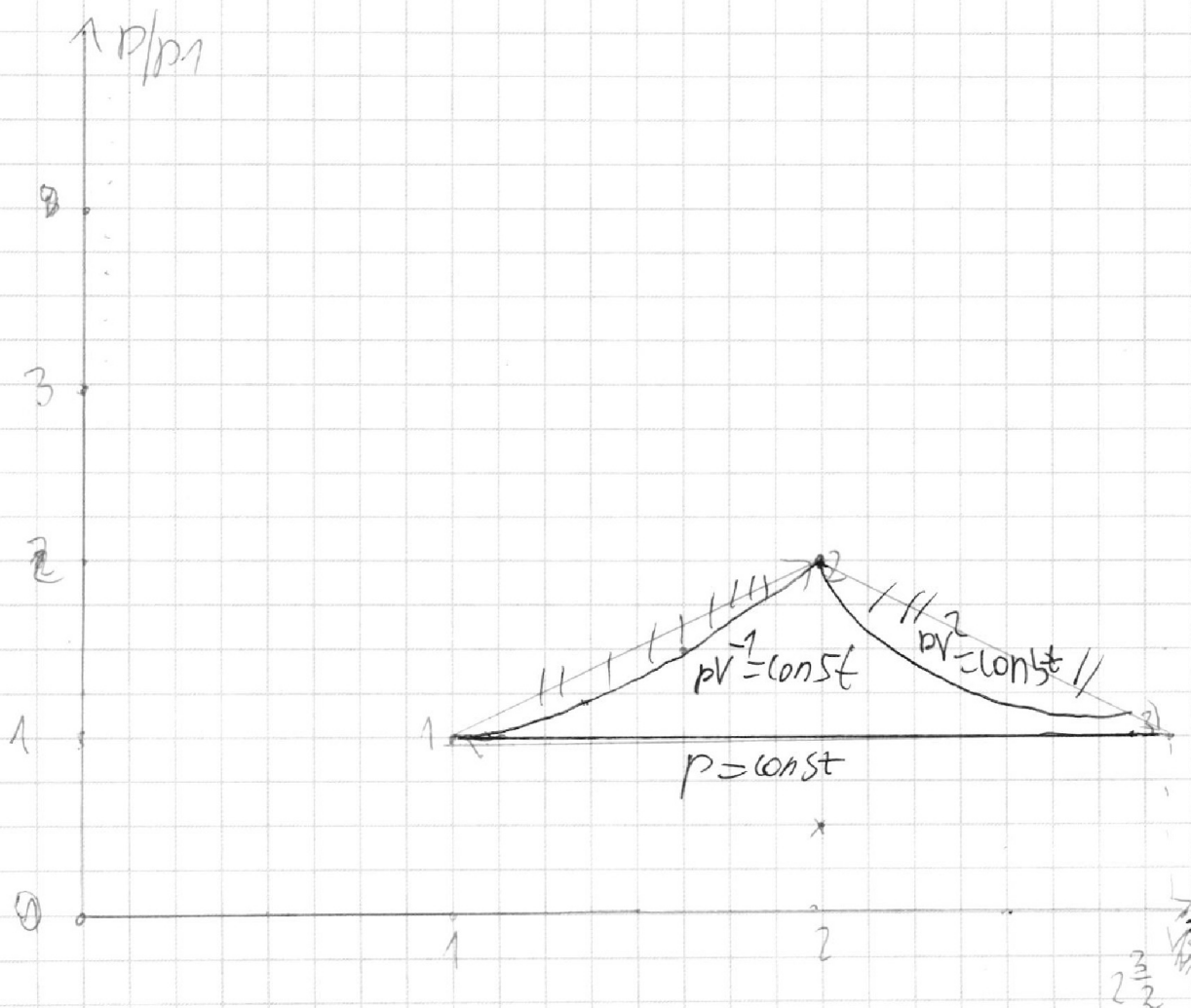
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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!

$\Rightarrow$ процесс 2-3 идет по постоянной давлению

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

для
процесса 3-1

$$\gamma = 1.5 = \frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \eta_{31}} \quad \frac{1}{1 - \eta_{31}} = 1 \quad \eta_{31} = 0$$

$V^{\gamma} p = \text{const}$ ~~идет по постоянной давлению~~ изобарный процесс

тогда

найдем соотношение для $p_1 V_1$ и $p_2 V_2$

$$p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma}$$

найдем закон Менделеева-Клапейрона

$$\Rightarrow p_2 = \frac{1}{2} p_1$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} \Rightarrow V_2 = V_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 2V_1$$

Заметим, что $p_3 = p_1$ т.к. процесс изобарный.

Найдем закон Менделеева-Клапейрона для точек 1 и 3

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{V_1}{V_3}$$

$$V_3 = \frac{2}{3} V_1$$

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!



$$2) \eta = \frac{A_{пол}}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

Q_+ — теплота подводимая в цилиндр 1-2 и

Q_- — теплота отводимая в цилиндр 2-3 и 3-1 ($L > 0, \Delta T < 0$)

$$Q_+ = \sqrt{(T_2 - T_1)} \cdot 2R = 3\sqrt{2} \cdot T_1 \cdot 2R$$

$$Q_- = |Q_{23}| + |Q_{31}| = 2,5R(T_3 - T_1)\sqrt{2} + \sqrt{0,5R(T_2 - T_3)} =$$

$$= 2,5R \cdot T_1 \sqrt{(2^{\frac{3}{2}} - 1)} + \sqrt{0,5R \cdot (4 - 2^{\frac{3}{2}})T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{2,5R T_1 \sqrt{(2^{\frac{3}{2}} - 1)} + \sqrt{0,5R \cdot (4 - 2^{\frac{3}{2}})T_1}}{3\sqrt{2} T_1 \cdot 2R} =$$

$$= 1 - \frac{2,5 \cdot 2^{\frac{3}{2}} - 2,5 + 2 - \frac{2^{\frac{3}{2}}}{2}}{6} =$$

$$1 - \frac{\frac{5}{2} \cdot 2^{\frac{3}{2}} - 0,5 - \frac{2^{\frac{3}{2}}}{2}}{6} = 1 - \frac{5\sqrt{2} - 0,5 - \sqrt{2}}{6} = \sqrt{1 + \frac{1}{3} - \frac{2\sqrt{2}}{3}}$$

$$\eta = \frac{4 - 2\sqrt{2}}{3}$$

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!

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

Заметим, что $C_{12}, C_{13}, C_{23} = \text{const} \Rightarrow$ процесс изотермический.

pV при процессе 1-2

или constant

$$pV^n = \text{const}$$

$$p(V) = \frac{C}{V^n}$$

$$pdV = \frac{C}{V^{n+1}} dV$$

$$Vdp = -nV \cdot \frac{C}{V^{n+1}} dV = -\frac{nC}{V^n} dV$$

$$C = \frac{\frac{C}{V^n} dV R}{\frac{C}{V^n} dV - \frac{nC}{V^n} dV} + \frac{3}{2} R = R \cdot \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1-n} \right)$$

$$\frac{C}{R} = \frac{3}{2} + \frac{1}{1-n}$$

$$\frac{C_{12}}{R} = 2 = \frac{3}{2} + \frac{1}{1-n_{12}} \Rightarrow \frac{1}{1-n_{12}} = 0,5 \Rightarrow n_{12} = -1$$

1 процесс

$$pV^{-1} = \text{const} \quad \text{1 процесс: } pV^{-1} = \text{const}$$

2 процесс

$$\frac{C_{23}}{R} = 0,5 = \frac{3}{2} + \frac{1}{1-n_{23}} \quad \frac{1}{1-n_{23}} = -1 \Rightarrow n_{23} = 2$$

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!

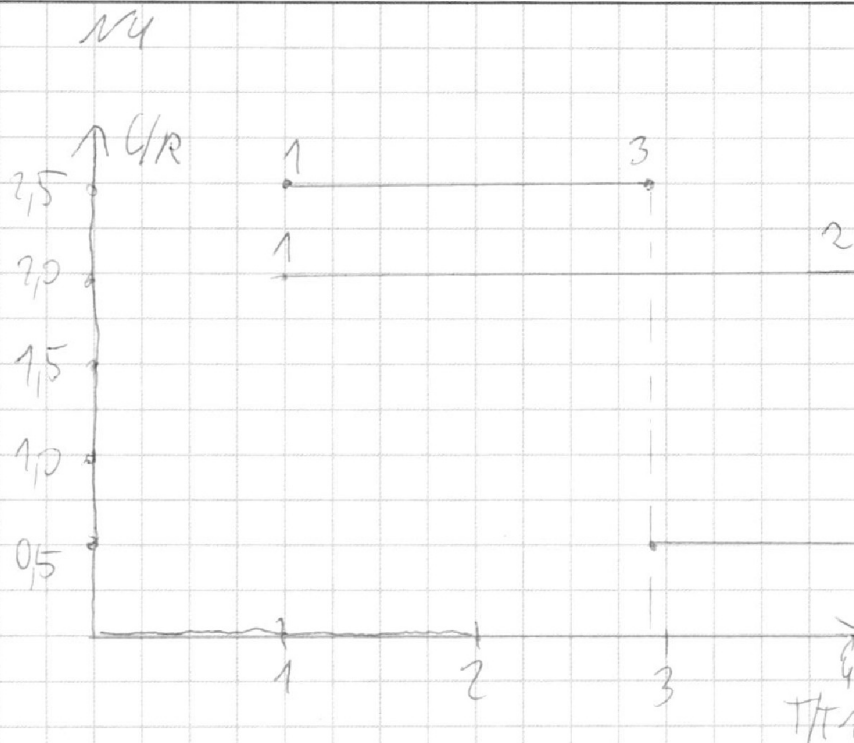


Дано

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

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

$$\nu = 1 \text{ моль}$$



Из графика

$$T_2 = 4T_1$$

$$T_3 = T_1 \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

1) 2 Калоа переданы

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

$$Q_{12} = \int_{T_1}^{T_2} C dT = \int_{T_1}^{T_2} (2 - 1) \cdot R dT$$

из графика

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu \cdot \Delta T R = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) \nu$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \nu R (T_2 - T_1) \cdot (2 - \frac{3}{2}) = 3T_1 \cdot 0,5 \nu R = 1,5 T_1 R$$

$$A_{12} = 1,5 T_1 R =$$

$$= 600 \cdot 8,31 = 4986 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 831 \\ 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

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

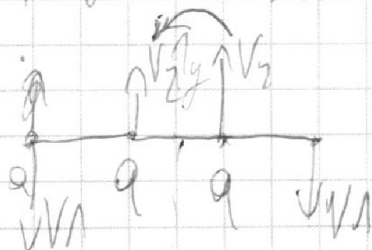
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



2) Заметим, что в момент когда ве и заряды
выстрелили в 1 или 2 или 3 или 4 или 5 или 6 или 7
на ось Ox придет на которой эти точки находятся
(т.к. иначе шло бы на отрицательную, что невозможно
отсюда ось не может,

Заметим, что из формулы видно, что заметим,
что из формулы видно, что $V_x = 0$
равны и противоположны $\Rightarrow V_x = 0$

тогда (шарик от y)



$$\Rightarrow V_1 = V_2$$

Заметим, что центр масс не
изменяется $\Rightarrow \sum \vec{p} = 0 \Rightarrow$

как же выполняется закон сохранения энергии (ведь
мешаю шарики отталкиваются)

$$W_{k1} + W_{k2} = W_{k3} + W_{k4}$$

$$W_{k2} = \frac{4mV^2}{2}$$

$$W_{k1} = \frac{4ka^2}{b} + 2 \frac{ka^2}{52b}$$

$$W_{k2} = \frac{3ka^2}{b} + 2 \frac{ka^2}{2b} + \frac{ka^2}{3b}$$

$$W_{k1} = 0 \text{ (заряды в конце покоились)}$$



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!

$$W_{\text{полн}} = W_{\text{полн}2}$$

$$\frac{4ka^2}{b} + \frac{2}{\sqrt{2}} \frac{ka^2}{b} = 2mV_1^2 + \frac{3ka^2}{b} + \frac{2ka^2}{2b} + \frac{ka^2}{3b}$$

$$2mV_1^2 = \frac{ka^2}{b} \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)$$

$$V_1^2 = \frac{ka^2}{mb} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{6} \right)$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{ka^2}{mb} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{6} \right)} = q \sqrt{\frac{k}{mb} \left(\frac{6 - \sqrt{2}}{6\sqrt{2}} \right)}$$

$$\text{Эмбл. 1) } T = \frac{ka^2}{b^2} \left(2\sqrt{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$2) V = q \sqrt{\frac{k(6 - \sqrt{2})}{mb \cdot 6\sqrt{2}}}$$

$$3) \frac{5}{2} b \approx d = \frac{5}{2} b$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

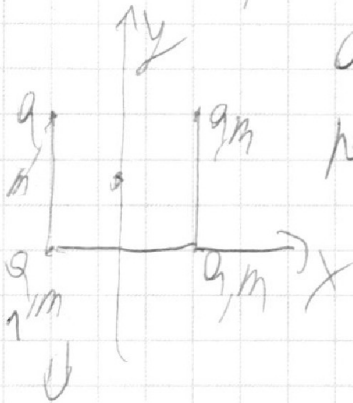
МФТИ

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



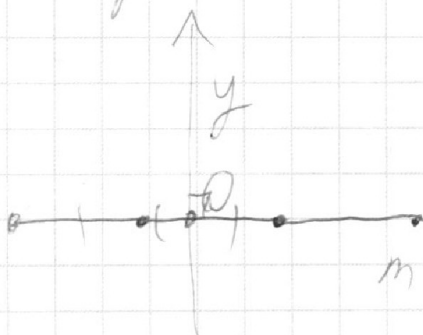
или центр масс находится внутри отталкивания,

также заметим, что картина интервала относительно



или $y \Rightarrow$ в процессе движения
расстояние зарядов будет минимально
относительно y .

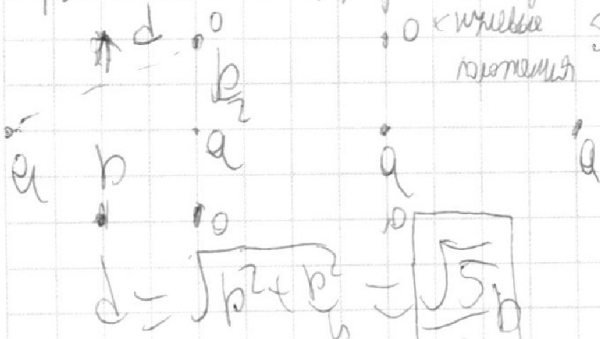
В момент когда они будут летать на 1 прямой это будет
выглядеть так



и их центр масс будет в точке
O, в центральном квадрате
он будет в центре квадрата



расстояние зарядов будет так относительно центра масс зарядов.



Заметим, что если они будут летать

или же центр масс (дефект)
будет в центре -

$$d = \sqrt{b^2 + c^2} = \sqrt{5}b$$

2) Заметим, что заряды 1 и 2 будут иметь в центре масс
вращательное движение относительно центра масс (или центра)

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

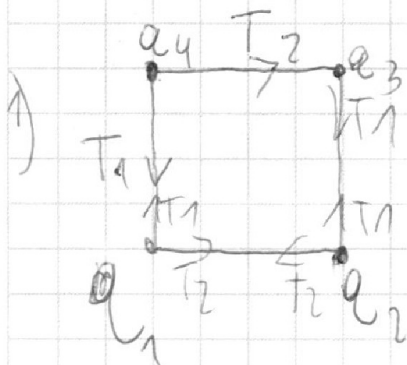
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

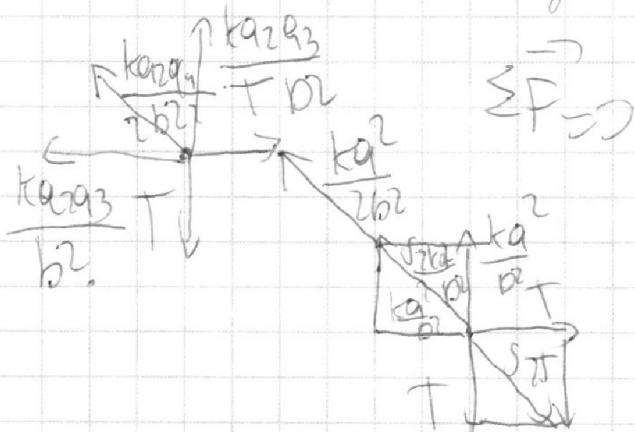


15



$T_1 = T_2$ из соображений симметрии

Запишем условие равновесия заряда q в левом верхнем углу.



$$\sum F_x = \left(\frac{ka^2}{b^2} + \frac{ka^2}{b^2} \sum F_2 \right) = 0$$

$$T = \frac{ka^2}{b^2} \left(\frac{1}{2} + F_2 \right) = \boxed{\frac{ka^2}{b^2} \left(\frac{2F_2 + 1}{2F_2} \right)}$$

3) Запомним, что ко всем зарядам все время действуют
реальные силы (или предположим F_m) $\Rightarrow$ по мере оценки