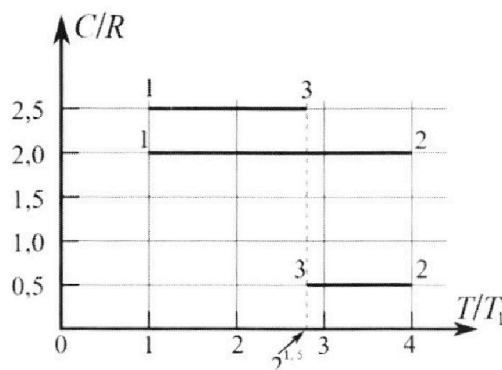


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

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

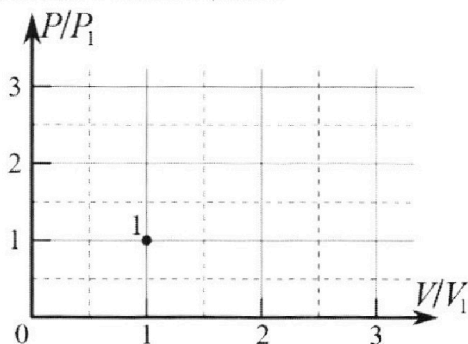
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



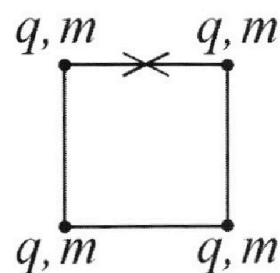
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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 вверху (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.

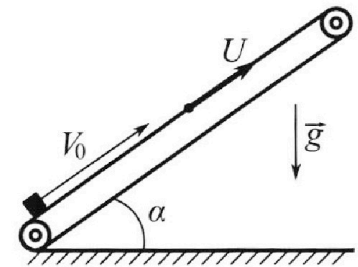
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

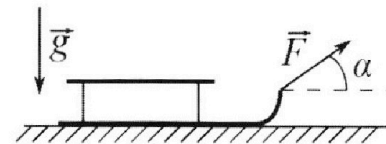
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Положим $5 \text{ в } y(t)$ чтобы узнать высоту 6 м

или

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

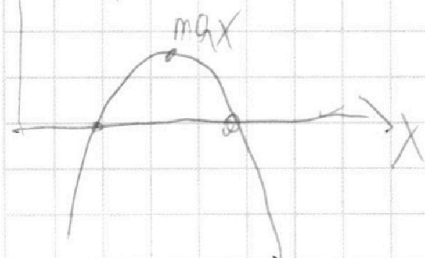
Н
высота
пуля

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

пусть x — это $\tan \alpha$ + нормализуем уравнение

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

$f(x)$



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

эта функция имеет max в точке

где производная равна 0

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

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

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
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

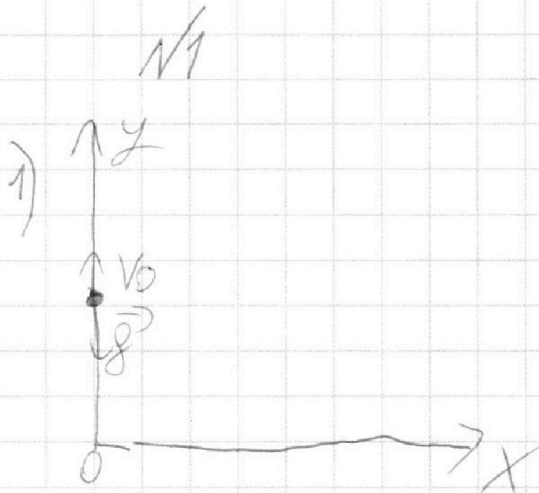
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано

$$T = 2\text{с}$$

$$S = 20\text{м}$$

$$g = 10\text{м/с}^2$$



$$y(t) = V_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{высота}$$

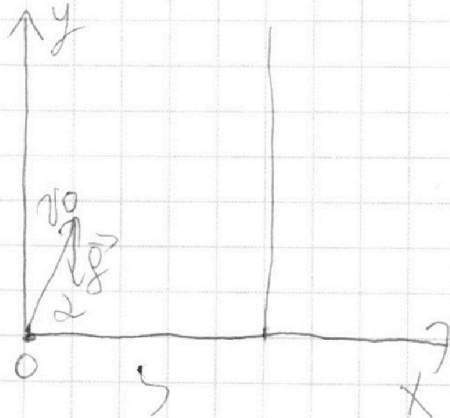
$$V_y(t) = V_0 - gt$$

высоты $V_y = 0$

$$V_0 = gT$$

$$V_0 = 20\text{м/с}$$

Пусть x — путь к перископу под которым запускаем



$$y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x(t) = V_0 \cos \alpha t$$

Пусть высота перископа
равна 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
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Дано

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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

$$U = 24 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

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

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

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

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

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

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

По условию $x = S$

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

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

$$4T - \frac{10}{2} \cdot \left(0,8 + \frac{0,6}{3} \right) T^2 = 24$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

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

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

~~НЕ НАЗ~~

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

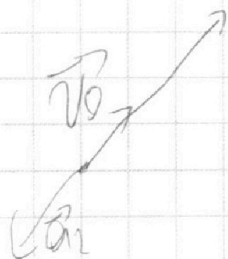
корней нет

пусть не будет го

решения

2) Заемщик, что Емр прямо направлена от х го тто
на высоте, подя V_0 от g в 70 во 2 пункте это
мощ

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



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

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

$$V_0 - g \frac{V_0}{g} = 0$$

конечная

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

$$x(\text{конечная}) = L$$

находим в $x(t)$

$$V_0 t + \frac{a_z t^2}{2} = V_0 t - \frac{g t^2}{2} = 4 \cdot 0,2 - \frac{12 \cdot 0,04}{2} =$$

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

$$L = 0,6 \text{ м}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

3) если направление движения каретки после
замкнутой скорости ≤ 4
тогда эмпирически конвейер

$$V_{0x} = (V_x - u) < 0 \Rightarrow \text{или трение отсутствует}$$

л. обложка X



2 Закон Ньютона

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

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

$$F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$$

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

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

тогда $v_0 = u = 4 \text{ м/с}$

$$a_x = -6 \text{ м/с}^2$$

$$v(t) = v_0 + a_x t$$

Торможение - скорость уменьшается
max $m \cdot \max H$

$$x(t) = v_0 t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$v(\text{ост}) = 0 \quad 2 - \frac{v_0}{a_x} = 0$$

останов
он остановился
 $v = 4$

$$\text{ост} = \frac{1}{3} \text{ с}$$

останов
он остановился
где $v = 4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

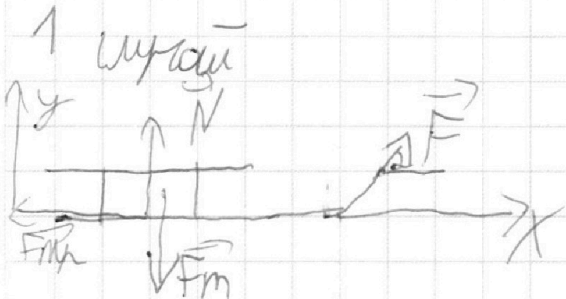
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



N3



Напишем 2 закон Ньютона

для тела в этом положении

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

на x и y.

уточним то выражение

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

$a_y = 0$ тело не движется

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

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

$$F_{mх} = N \mu$$

Закон Кулона

$$m \cdot a_x = F \cos \alpha - N \mu + N F \sin \alpha$$

$$a_x = \frac{F \cdot (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g}{m}$$

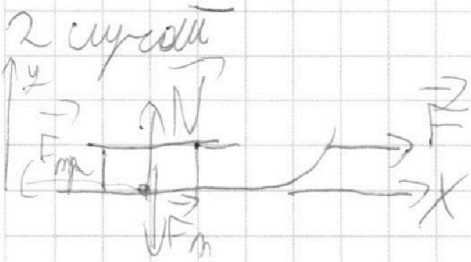
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



Анализом найдем 2 точки
Криволиней для 2 случая

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

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

$$y: N - F_m = 0$$

$$N = mg$$

$$F_{mp} = \mu N = \mu mg$$

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

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

Заметим, что если в 1 и 2 случае
формулы скорости v за

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

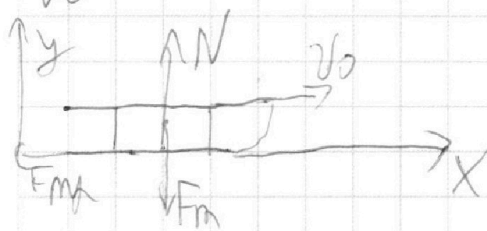


№3

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

Положа горизонтальную поверхность колесо после замедления

v_0



закон Ньютона

$$m \vec{a}_3 = \vec{N} + \vec{F}_A + \vec{F}_{fr}$$

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

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

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

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

тогда

$$v(t) = v_0 + a_3 t = v_0 - ng t$$

в момент $t = T$

$$v = 0 \Rightarrow v_0 - ng T = 0$$

$$T = \frac{v_0}{ng} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{ответ: } N = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)} \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

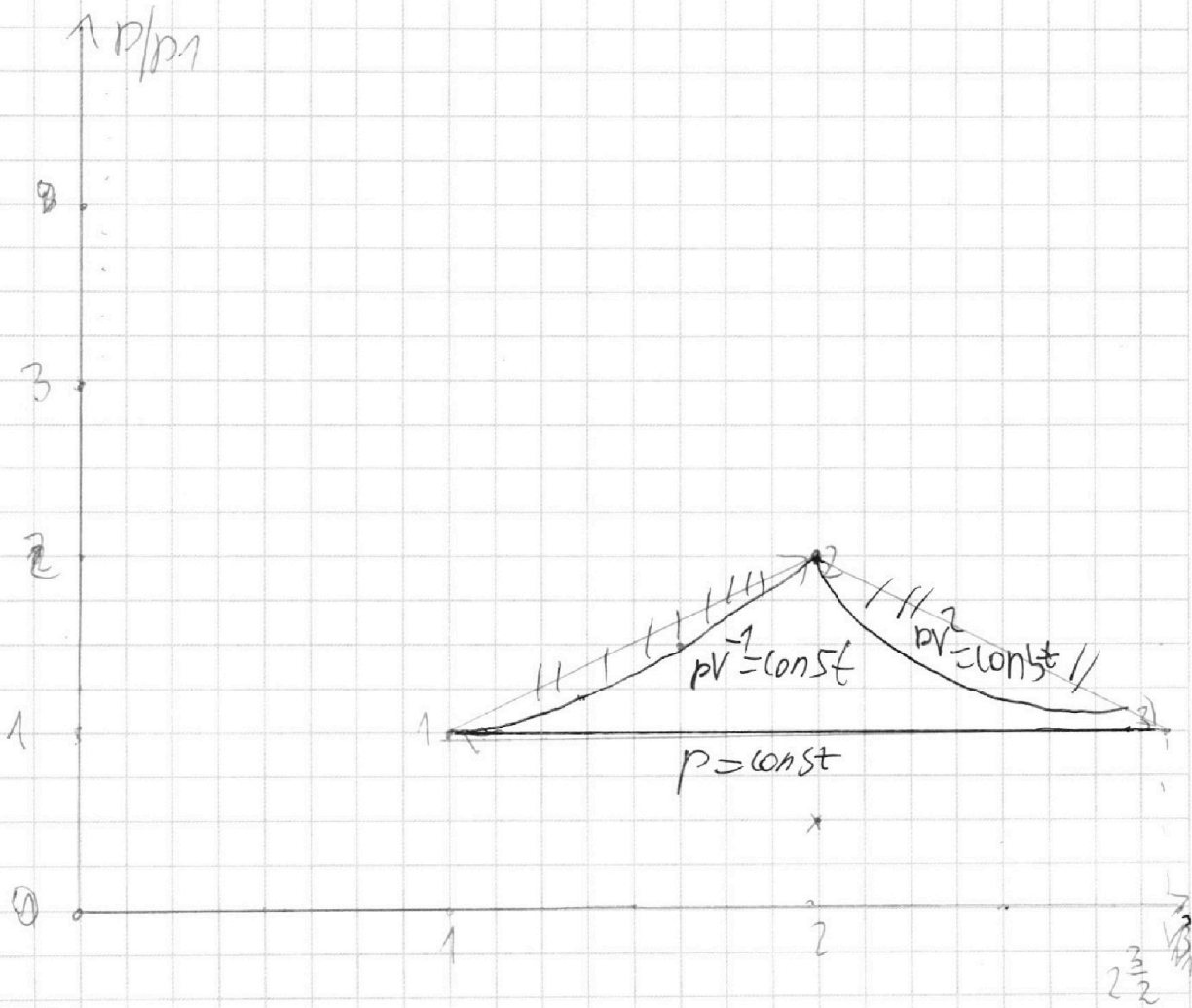
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

⇒ процесс 2-3 идет по малой грани.

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

дана
процесс 3-1

$$C_{\text{п}} = \frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \eta_{31}} \quad \frac{1}{1 - \eta_{31}} = 1 \quad \eta_{31} = 0$$

$V^{\gamma} p = \text{const}$ ~~используем малую грани~~ изодарный процесс

масса

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

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

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

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 изодарный.

найдем закон Менделеева-Клапейрона для точек 1 и 3

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

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

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

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!



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

$Q_{\text{г}}$ — теплота, потребляемая в процессе 1-2 М

Q_{-} — теплота, отданная в процессе 2-3 и 3-1 ($\Delta T > 0$ и $\Delta T < 0$)

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

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

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

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

$$= 1 - \frac{2,5 \cdot 2^{\frac{3}{2}} - 7,5 + 4 - 2^{\frac{3}{2}}}{6} =$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

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

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

$$pV^\gamma = \text{const} \quad \text{или процесс 1-2} \quad \text{или constant}$$

$$p(V) = \frac{C}{V^\gamma} \quad pdV = \frac{C}{V^\gamma} dV$$

$$Vdp = -\gamma V^{-\gamma-1} C dV = -\frac{\gamma C}{V^\gamma} dV$$

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

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

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

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

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

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!



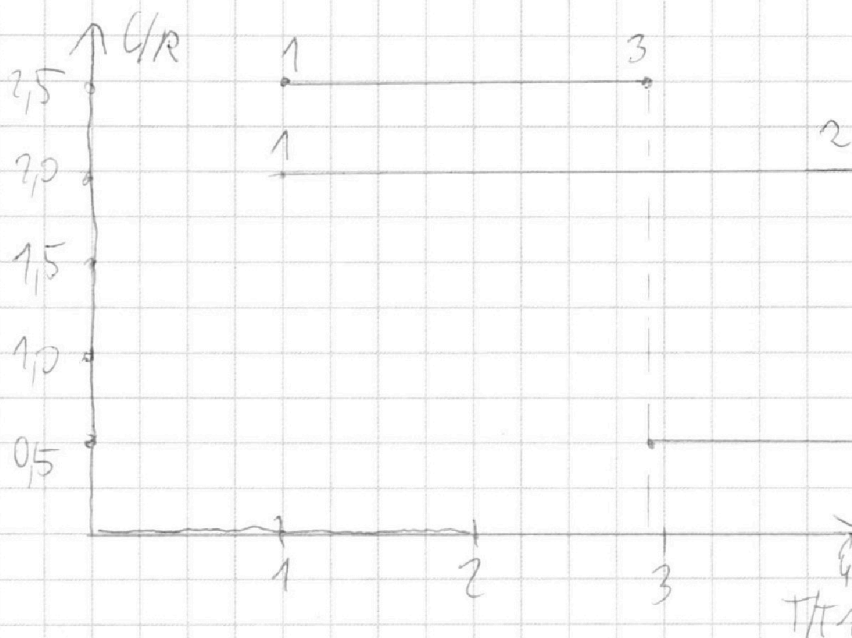
Дано

$$t_1 = 400 \text{ К}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж}$$

$$U = 1 \text{ вольт}$$

нч



Из графика

$$T_2 = 4T_1$$

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

1) 2 Калоа температурных

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

$$A_{12} = 1,5 t_1 R =$$

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

$$Q_{12} = \int_{T_1}^{T_2} C dT = \int_{T_1}^{T_2} \frac{3}{2} R dT = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1)$$

из уравнения

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

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \nu R (T_2 - T_1) \cdot \left(2 - \frac{3}{2}\right) = 3T_1 \cdot 0,5 \nu R = 1,5 t_1 R$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

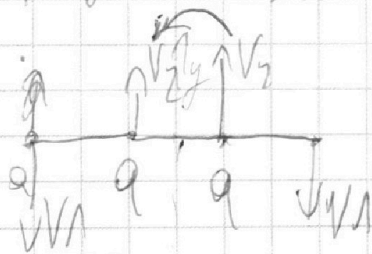
МФТИ

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

2) Заметим, что в момент когда ва и заряды
выстрелили в 1 минуту их скорости
на об против на которой они летят
(т.к. иначе шло бы разминание, что невозможно
отсюда об не летит)

Заметим, что из сохранения энергии то заметим,
что из сохранения импульса от у скорости зарядов
равны и противоположны $\Rightarrow V_1 = 0$

тогда импульс от у)



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

$$\Rightarrow V_1 = V_2$$

какие выполняется закон сохранения энергии все
импульсы шло от импульсов)

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

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

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

$$W_{k3} = \frac{3ka^2}{b} + \frac{2ka^2}{2b} + \frac{ka^2}{3b}$$

$$W_{k4} = 0 \text{ (заряды в конце покоились)}$$

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!

$$W_{\text{длина } 1} = W_{\text{длина } 2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

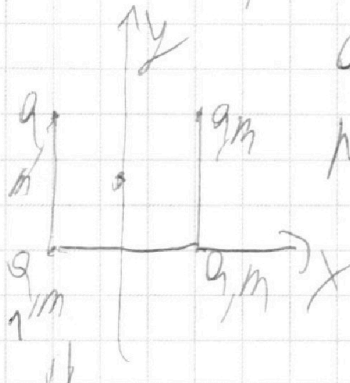


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



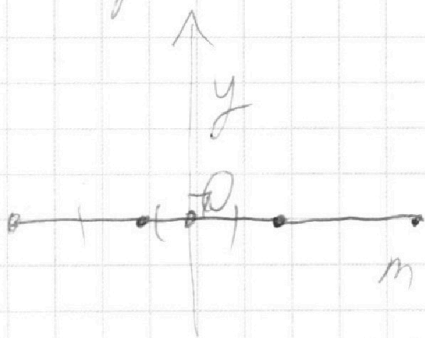
или центр масс в процессе движения отклонится

Также заметим, что картина интерференции



или $y \Rightarrow$ в процессе движения
нахождение зарядов будет интерференция
отличительной y .

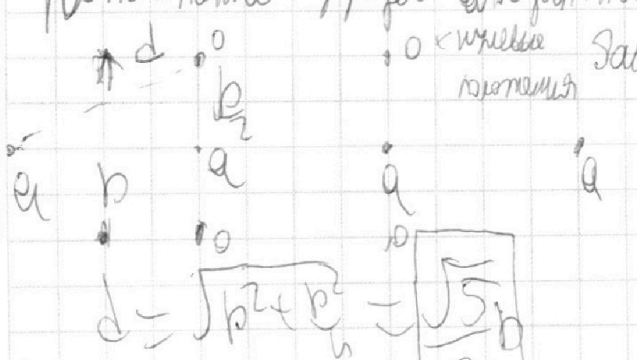
В момент когда они будут летать на 1 прямой это будет
волновое поле



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



нахождение зарядов будет так относительно центра масс зарядов



иначе говоря, расстояние между ними будет равно

или диаметр (длина) арматуры в леве -

2) Заметим, что вращение происходит с угловой скоростью ω и радиусом r . Тогда для x (или y) координат имеем $x = r \cos(\omega t)$ и $y = r \sin(\omega t)$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

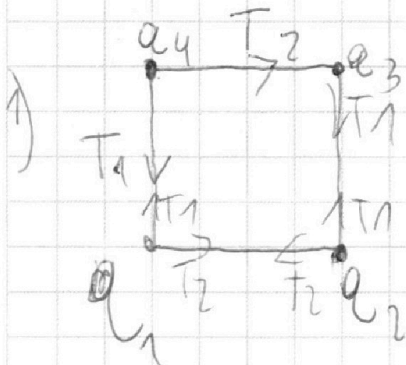
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

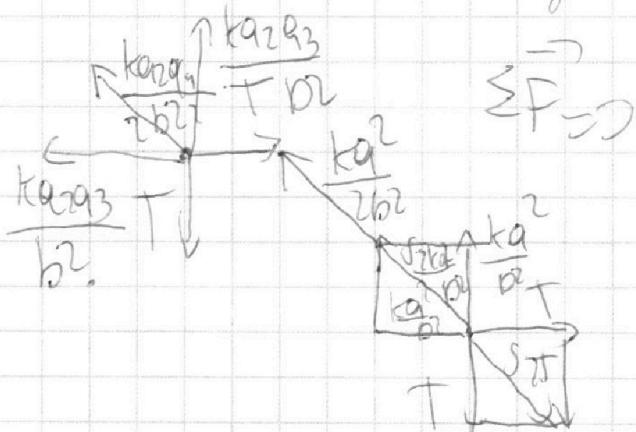


15



$T_1 = T_2$ из соображений симметрии

Самостоятельно выведем заряд q в этом состоянии.



$$\sum F_x = \left(\frac{k a^2}{2 b^2} + \frac{k a^2}{b^2} \sqrt{2} \right) - T = 0$$

$$T = \frac{k a^2}{b^2} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) = \boxed{\frac{k a^2}{b^2} \left(\frac{2\sqrt{2} + 1}{2\sqrt{2}} \right)}$$

3) Запомним, что ко всем зарядам в системе центростремительное ускорение равно $F_m = \dots$ по формуле о центре