

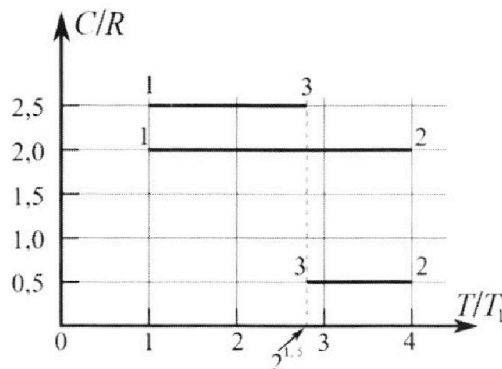
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

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



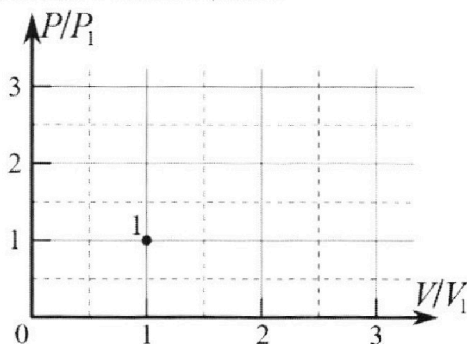
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



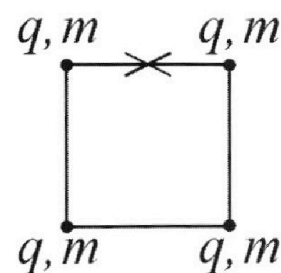
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.

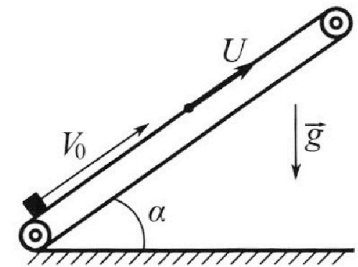
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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.

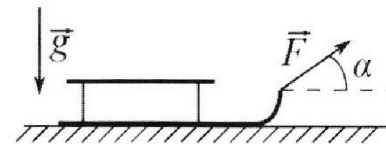
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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!

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

или

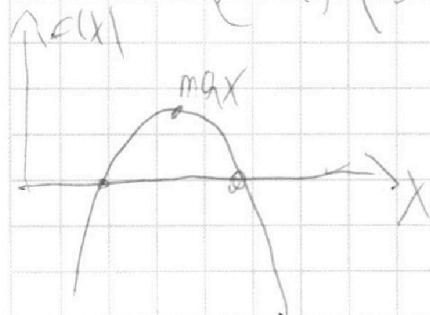
$$y(s) = \frac{v_0 \sin \alpha s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \tan \alpha s - \frac{1}{\cos^2 \alpha} \cdot \left( \frac{g s^2}{2 v_0^2} \right)$$

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

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



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

эта функция имеет max в точке

где производная равна 0

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

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

Ответ: 1)  $20 \text{ м/с}$   
2)  $15 \text{ м}$

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!

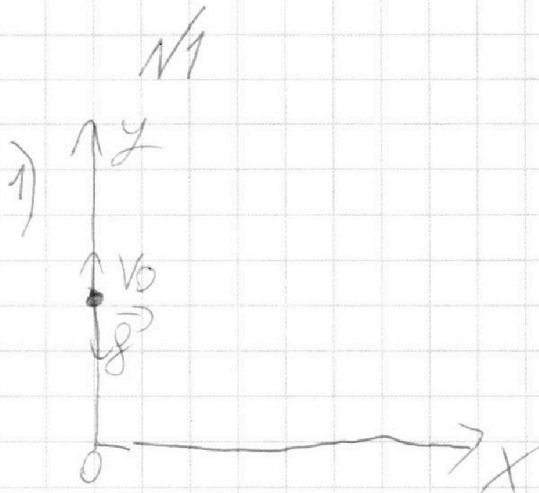


Дано

$$T = 2\text{с}$$

$$S = 20\text{м}$$

$$g = 10\text{м/с}^2$$



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

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

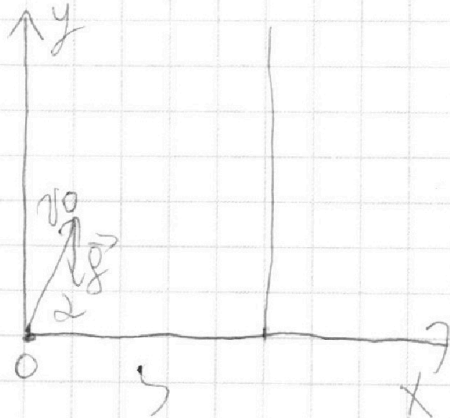
высоты  $v_y = 0$

$$v_0 = gT$$

$$v_0 = 20\text{м/с}$$

в полете достигаются max

Пусть  $x$  — путь к вершине по которой запускаем



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

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

Пусть момент попадания  
времени  $t$

$$x(t) = S$$

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

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!

Дано

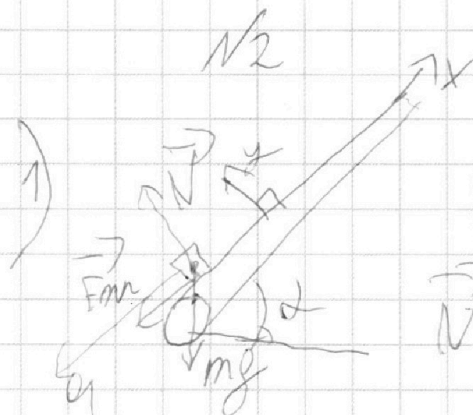
$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

$$u = 24 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



2 Законы Ньютона.

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

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

$$y: \cancel{N} - mg \cos \alpha = 0 \quad (\text{упрощение } \text{в } y = 0)$$

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

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

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

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

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~~

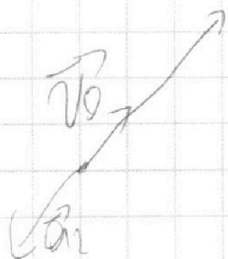
$$T = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 20}}{10}$$

корней нет

пусть не будет го  
критерия для

2) Заемщик, что Емк прямолинейна для x го тто  
используя под V<sub>0</sub> как 70 во 2 пункте это  
мощ

$$a_2 = a_{1 \text{ макс}} = -g(\cos \alpha + \sin \alpha) = -g$$



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

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

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

конечна

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

$$x(\text{конечна}) = L$$

находим в x(t)

$$V_0 t + \frac{a_2 t^2}{2} = V_0 t - \frac{g t^2}{2} = 4 \cdot 0,2 - \frac{12 \cdot 0,04}{2} =$$

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

$$L = 0,6 \text{ м}$$

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  
заминения скорости  $\leq 4$   
тогда эмпирически конвейер

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

л. обложка X



Закон Ньютона

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

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

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

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

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

начало  $v_0 = 4 = 1 \text{ м/с}$

$$a_x = -6 \text{ м/с}^2$$

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

Замандам - время движения  
max me max H

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

$v(5 \text{ с}) = 0$   
(минимум  
он максимум  
 $v = 4$ .)

$$2 - 6t = 0$$
$$5 \text{ с} = \frac{1}{3} \text{ с}$$

минимум  
он максимум  $v = 4$

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!

$$s_{\text{ам}} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$\omega^2$

$$x(t) = \frac{2}{3} s_{\text{ам}} + \frac{a_{\text{ам}} t^2}{2} = \frac{2}{3} + \frac{6 \cdot}{8 \cdot 2} = \frac{2}{3} + \frac{2}{4} =$$

$$= \frac{2}{3} + \frac{1}{2} = \frac{1}{6} \text{ м}$$

$$\text{ме. } L_{\text{конечн}} = L + x(s_{\text{ам}}) = 0,6 + \frac{1}{6} \text{ м} = \text{м}$$

$$H = L_{\text{конечн}} \cdot \omega^2 = 0,8 \cdot (0,6 + \frac{1}{6}) = 0,48 + \frac{0,8}{6} = \frac{48}{100} + \frac{8}{60} =$$

$$= \frac{288}{600} + \frac{80}{600} = \frac{368}{600} \text{ м} = 0,61 + \frac{8}{600} = 0,6 + \frac{8}{600}$$

Ответ:  $\frac{368}{600}$  м — не ~~н~~ циркулировать

1)  $0,6 \text{ м}$

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:

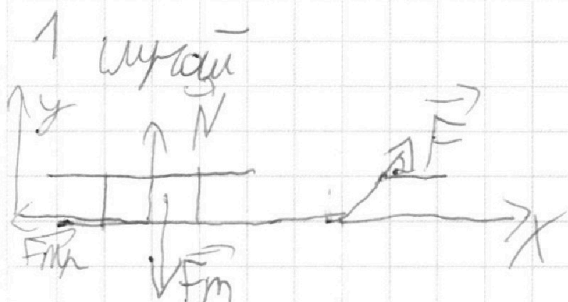
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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 закона Ньютона

для тела в этом положении

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

на x и y.

уточним что выразим

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

$a_y = 0$  тело не движется

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

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

$$F_{m_x} = N \mu$$

Закон Кулона-Ампера

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

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

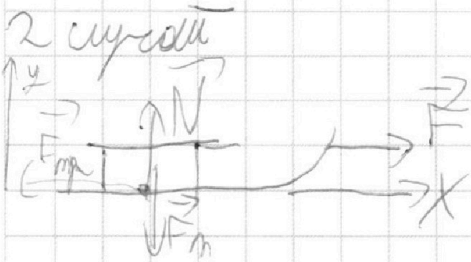
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Аналогично найдем  $\mu$  закон  
Кюмонья 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!

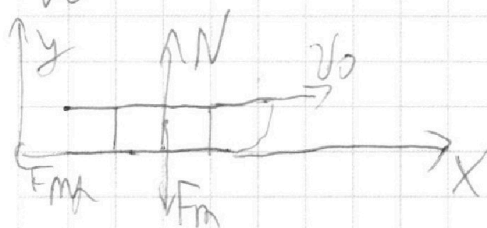


№3

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

Положа горизонтальную поверхность колесо после замедления

$v_0$



закон Ньютона

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

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

$$x: m a_x = -F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = N = mg$$

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

тогда

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

в момент  $t = T$

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

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

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

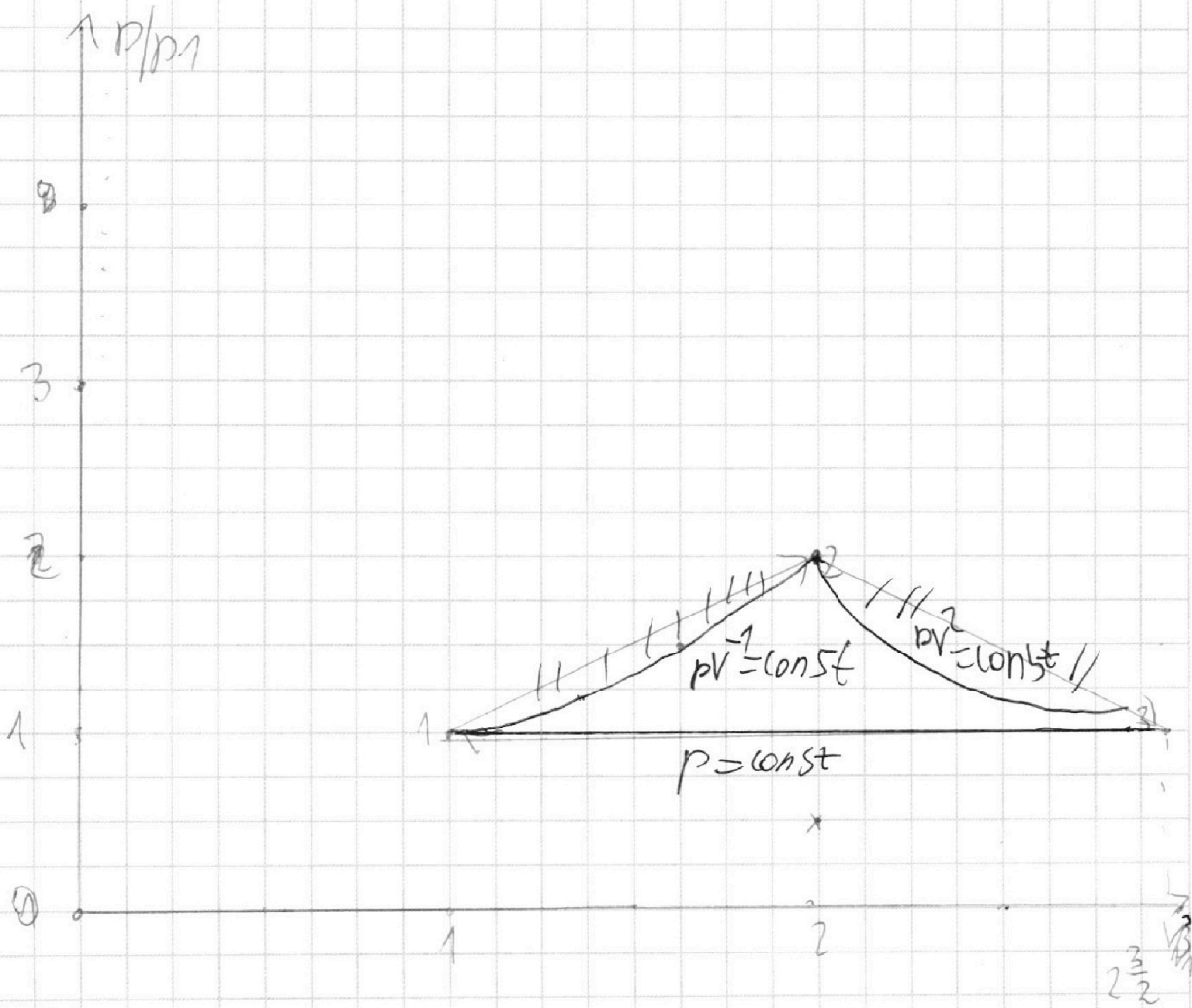
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

$$C = \gamma p = \frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \gamma_{31}} \quad \frac{1}{1 - \gamma_{31}} = 1 \quad \gamma_{31} = 0$$

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

тогда

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

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

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

найдем закон Менделеева-Клапейрона

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

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

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

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!



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

$Q_{\text{т}}$  — все потребители в пределах 1-2 М

$Q_{-}$  — все заданные в пределах 2-3 и 3-1 ( $L > 0$  и  $\Delta T < 0$ )

$$Q_{\text{т}} = \sqrt{(T_2 - T_1)} \cdot 2R = 3\sqrt{0,5} \cdot T_1 \cdot 2R$$

$$Q_{-} = |Q_{3-1} + Q_{2-3}| = 2,5R(T_3 - T_1)\sqrt{1} + \sqrt{0,5}R(T_2 - T_3) =$$

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

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

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

$pV$  при процессе 1-2

или constant

$pV^n = \text{const}$

или

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

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

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

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

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

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

1 процесс

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

2 процесс

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

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!



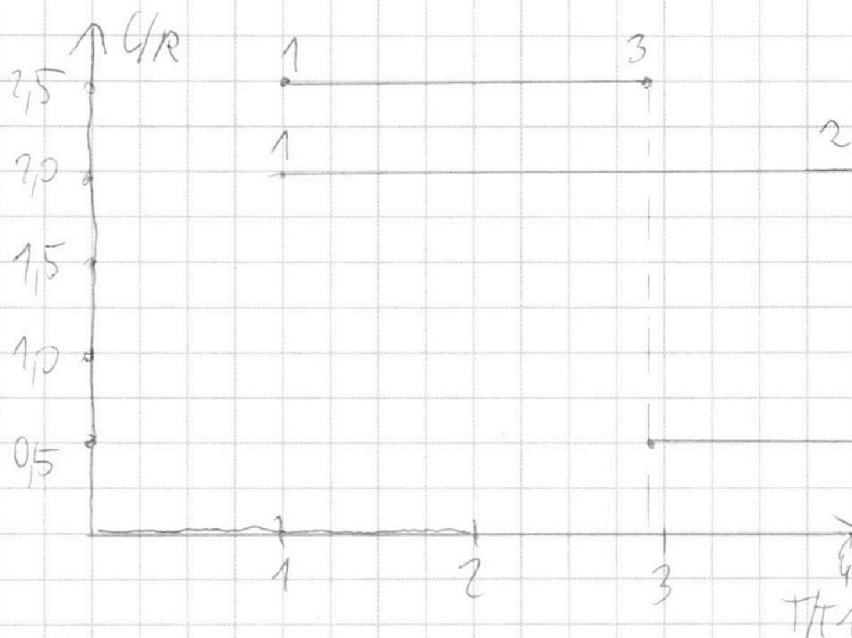
Дано

$$t_1 = 400 \text{ К}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж}$$

$$U = 1 \text{ вольт}$$

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

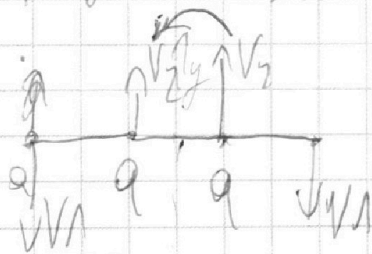
МФТИ

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  
мешало шло от импульсов

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

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

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

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

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

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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

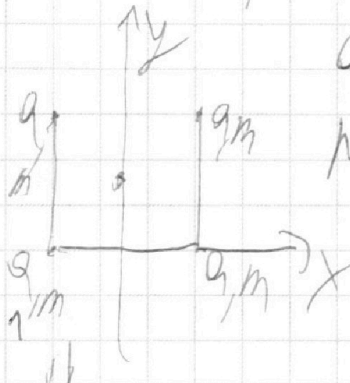


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



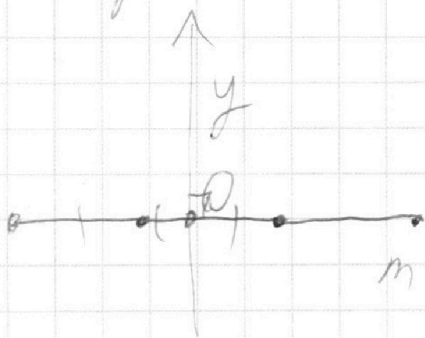
или центр масс в процессе движения относительно центра масс.

Также заметим, что картина интерференции относительно



оси  $y \Rightarrow$  в процессе движения расположение зарядов будет инвариантно относительно  $y$ .

В момент когда они будут лежать на 1 прямой это будет наблюдаться так

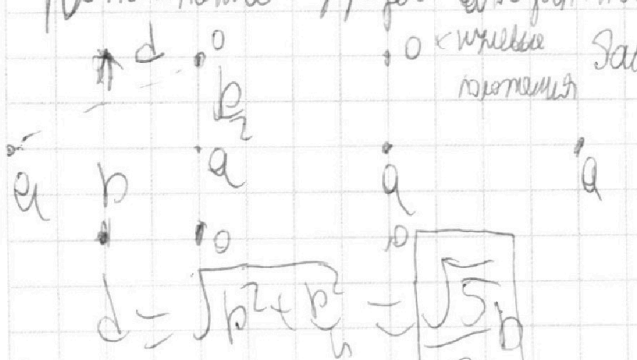


и их центр масс будет в точке

$O$ , в центральном положении они будут в центре квадрата



расположение зарядов будет так относительно центра масс зарядов.



Сравните влево они друг под другом

или геометрия (дегТ) дублируется в лево -

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

2) Заметим, что вращение происходит с угловой скоростью  $\omega$  и 2 формулы имеют в центре масс (или в центре масс)  $\omega$  для  $x$  (или  $\omega$  для  $y$ )

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

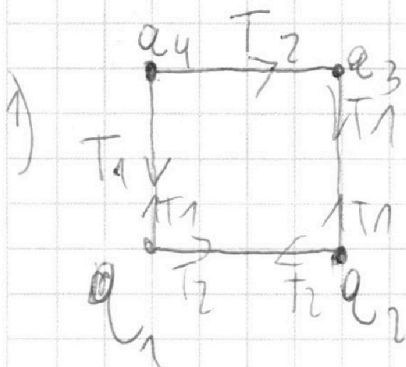
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

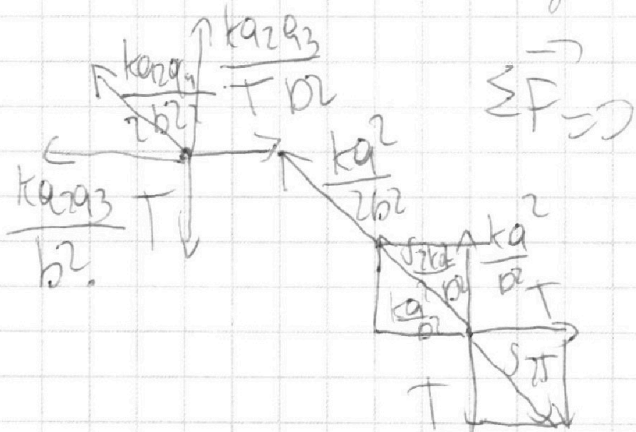


15



$T_1 = T_2$  из соображений симметрии

Самостоятельно выведем заряды в этом состоянии.



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

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

3) Запомним, что ко всем зарядам все время действуют  
реальные силы притяжения (\$F\_m\$) \$\Rightarrow\$ по мере сужения