



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

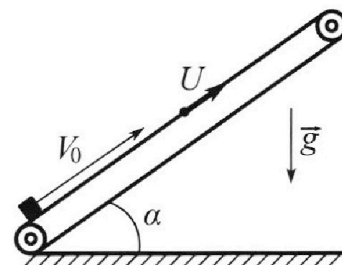
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

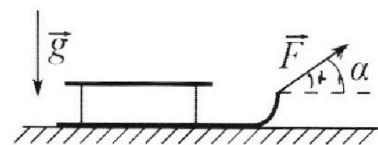
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

m - известна (масса санок)

*2
x 157
705*



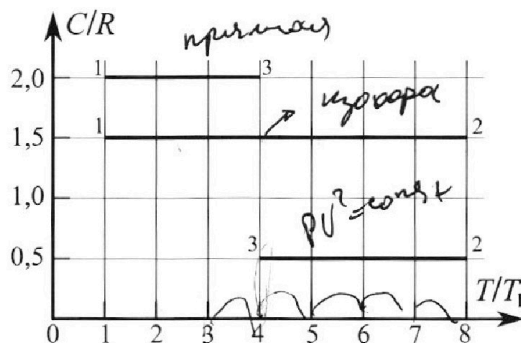
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

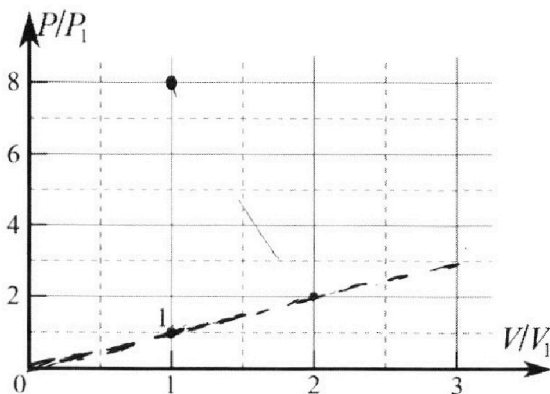
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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.



$$\frac{\Phi}{M} = \frac{Q_{\text{пол}}}{B \cdot M} = \frac{K \cdot n}{K_n \cdot M} = \frac{K \cdot n^2}{4 \cdot M}$$

5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

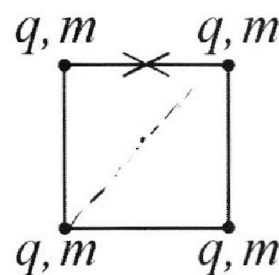
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K 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)?

Электрическая постоянная ϵ_0 . 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!



№1.

Дано:

① $\alpha = 45^\circ$

$L = 20\text{ м}$

② $v_{max} = 36\text{ м/с}$

Найти:

① $v_0 = ?$

② $\rho = ?$

Решение:

① $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{\rho t^2}{2} = 0\text{ м}$ (возьмем радианы)

$\Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{\rho}$

$x = v_0 \cos \alpha t = L$ (возьмем радианы)

$L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_{\text{max}} = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{\rho} =$

$= \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{\rho}$

$v_0 = \sqrt{\frac{\rho L}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20\text{ м}}{1}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

② $y = v_0 \sin \beta t - \frac{\rho t^2}{2}$ (β - произвольный угол.)

$x = v_0 \cos \beta t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \beta}$

$y = v_0 \cdot \sin \beta \cdot \frac{x}{v_0 \cos \beta} - \frac{\rho \cdot x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = x \tan \beta - x^2 \cdot \frac{\rho}{2 v_0^2} (\tan^2 \beta + 1)$

$y(x) = x \tan \beta - x^2 \cdot \frac{\rho}{2 v_0^2} (\tan^2 \beta + 1)$

$y(s) = h \Rightarrow s \tan \beta - \frac{\rho}{2 v_0^2} \cdot s^2 (\tan^2 \beta + 1) = h$

~~$y(s)$~~ $y = \tan \beta \cdot s - \frac{\rho}{2 v_0^2} s^2 (\tan^2 \beta + 1)$

т.к. все остальные величины const

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!

$$y'(t\rho\beta) = \rho - 2t\rho\beta \cdot \frac{\rho s^2}{2v_0^2} = \rho - t\rho\beta \frac{s^2\rho}{v_0^2} = 0, \text{ т.к. max.}$$

$$\rho = t\rho\beta \cdot \frac{s^2\rho}{v_0^2} \Rightarrow t\rho\beta \cdot \frac{s \cdot \rho}{v_0^2} = 1$$

$$\Rightarrow t\rho\beta = \frac{v_0^2}{\rho \cdot s} = t\rho\beta_{\text{max}} \quad \beta_{\text{max}} \text{ — угол при котором } H = \text{max.}$$

$$y = s t\rho\beta - \frac{s^2\rho}{2v_0^2} (t\rho\beta + 1) = s \cdot \frac{v_0^2}{s\rho} - \frac{s^2\rho}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^2}{\rho s} - \frac{s^2\rho}{2v_0^2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{\rho} - \frac{v_0^2}{2\rho} - \frac{s^2\rho}{2v_0^2} = H_0$$

$$\frac{v_0^2}{2\rho} - H_0 = \frac{s^2\rho}{2v_0^2} \Rightarrow s^2 = \frac{2v_0^4}{\rho^2} - \frac{2v_0^2 H_0}{\rho}$$

$$s = \sqrt{\frac{2v_0^4}{\rho^2} - \frac{2v_0^2 H_0}{\rho}}$$

$$\rho = \frac{2v_0^4}{s^2} - \frac{v_0^2 H_0}{s}$$
$$\rho = \frac{v_0^2}{s} - \frac{v_0^2 H_0}{s}$$

$$s = \sqrt{\frac{2 \cdot (10\sqrt{2})^4}{(10\sqrt{2})^2} - \frac{2 \cdot (10\sqrt{2})^2 \cdot 364}{10\sqrt{2}}} = 16 \text{ м.}$$

Ответ: 1) $v_0 = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $s = 16 \text{ м.}$

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!



v_2

Дано:

① $\sin \alpha = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = 0,8$

$v_0 = 6 \frac{m}{c}$

$M = 0,5$

$T = 1c$

Найти:

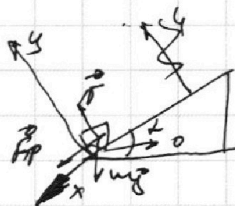
① S - ?

② T_1 - ?

③ L - ?

Решение:

① 3. У. 7:



$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh + A_{TTP} \quad (v_0^2 - \text{скорость момента } T=0)$$

$$U'_x = -v_0 + at$$

II 3-ий закон Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{T}_{TP} = m\vec{a}$$

Оy: $N = mg \cos \alpha$

Оx: $Mg \sin \alpha + N \sin \alpha = ma$

$$a = g \sin \alpha + M g \cos \alpha = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$U'_x = -6 \frac{m}{c} + 10 \frac{m}{c^2} \cdot 1c = 4 \frac{m}{c}$$

S $h = s \cdot \sin \alpha$

$$v^2 - u^2 = 2gs \sin \alpha - 2Mgs \cos \alpha$$

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2g \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha} = \frac{36 \left(\frac{m}{c}\right)^2 - 16 \left(\frac{m}{c}\right)^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,6 - 2 \cdot 0,5 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,8} = 5m$$

②

$|U| = 1mc \Rightarrow U_x = \pm 1 \frac{m}{c}$

$U_x = -v_0 + at_1$

$$\begin{cases} U_{x1} = 1 \frac{m}{c} \\ U_{x2} = -1 \frac{m}{c} \end{cases}$$

$T_1 = \frac{U_x + v_0}{a}$



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!

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1 = 0,5 \text{ c} \\ T_1 = 0,7 \text{ c} \end{cases}$$

③

Ответ: ① $g = 5 \text{ M}$
② $\begin{cases} T_1 = 0,5 \text{ c} \\ T_1 = 0,7 \text{ c} \end{cases}$

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
<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)

Дано:

k ;

l ;

найти:

M ?

2) S ?

~~Решение~~

Решение:

1) $\Delta E_k = A_{\text{сп}} \Rightarrow$ ~~$\frac{mg^2}{2}$~~ $\rightarrow S_1$ - путь до момента, когда $E_k = k$

$$k = F \cdot S_1 \cdot \cos \alpha - M \sin \alpha \cdot S_1 - F \sin \alpha \cdot S_1$$

$$k = F \cdot S_1 - M \sin \alpha \cdot S_1$$

$$F \cdot S_1 - M \sin \alpha \cdot S_1 = F \cdot S_1 \cos \alpha - M \sin \alpha \cdot S_1 + M \sin \alpha \cdot S_1$$

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

$$F (1 - \cos \alpha) = M \sin \alpha$$

$$M = \frac{F(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}$$

2) $\Delta E_k = A_{\text{сп}}$

$$-k = A_{\text{сп}} \Rightarrow -k = -M \sin \alpha \cdot S$$

$$S = \frac{k}{M \sin \alpha} = \frac{k}{\frac{F(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} \sin \alpha} = \frac{k \sin \alpha}{M(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ: 1) $M = \frac{F(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}$

2) $S = \frac{k \sin \alpha}{M(1 - \cos \alpha)}$



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!

54.

Дано:

$$C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = \frac{R}{2}$$

$$C_{31} = 2R$$

$T_1 = 200K$
найти:

$$A_{31}^{ex} - ?$$

$$2) \eta$$

$$3) \frac{P}{T_1} \quad ?$$

Решение:

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31} = C_{31} \cdot V$$

$$Q_{31} = C_{31} V \Delta T_{31} = 2 V R \Delta T_{31} = -6 V R T_1$$

$$Q = \Delta U + A_2^{st} \Rightarrow A_2^{st} = Q - \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} V R \Delta T_{31} = -\frac{9}{2} V R \cdot 3 T_1 = -\frac{9}{2} V R T_1 = -4,5 V R T_1$$

$$A_2^{st} = -6 V R T_1 + 4,5 V R T_1 = -1,5 V R T_1$$

$$A_2^{31} = -A_{ex} \Rightarrow A_{em} = 1,5 V R T_1 = 2493 \text{ Дж}$$

② Из графика видно:

$$Q_{12} = C_{12} V \Delta T_{12} > 0$$

$$Q_{23} = C_{23} V \Delta T_{23} < 0$$

$$Q_{31} = C_{31} V \Delta T_{31} < 0$$

$$\eta = \frac{Q_{пог} - |Q_{отп}|}{Q_{пог}} = \frac{C_{12} V \Delta T_{12} - (C_{23} V |\Delta T_{23}| + C_{31} V |\Delta T_{31}|)}{C_{12} V \Delta T_{12}}$$

$$= \frac{1,5 V R \cdot 7 T_1 - (0,5 V R \cdot 4 T_1 + 2 V R \cdot 3 T_1)}{1,5 V R \cdot 7 T_1} = \frac{10,5 - 0,5 \cdot 4 - 2 \cdot 3}{10,5} = \frac{10,5 - 8}{10,5} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{5}{21}$$

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 Т.т. в каком процессе $C = \text{const} \Rightarrow$ все процессы пометить;

$$PV^\gamma = \text{const.}, \text{ где } \gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v} \begin{cases} C_p = C, \text{ при } P = \text{const.} \\ C_v = C, \text{ при } V = \text{const.} \end{cases}$$

1-2: ~~$\gamma = \frac{2.5R - 2.5R}{1.5R - 1.5R} = 1$~~

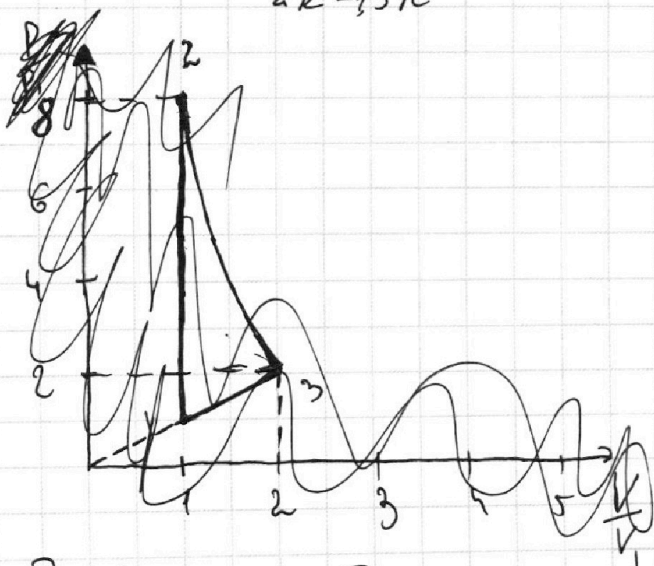
$$\begin{aligned} C_p &= \frac{1}{2}R + R \\ C_v &= \frac{1}{2}R \end{aligned}$$

$\Rightarrow C_{12} = C_v \Rightarrow$ 1-2 - изохора.

2-3: $\gamma = \frac{0.5R - 2.5R}{0.5R - 1.5R} = \frac{-2}{-1} = 2$

$$PV^2 = \text{const}$$

3-1: $\gamma = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = -1 \Rightarrow PV^{-1} = \text{const} -$ изобара.



Попытки к построению:

1-2 $PV = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{8T_1} \Rightarrow P_2 = 8P_1$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_3 V_3 = 4 \nu R T_1 = 4 P_1 V_1$$

$$P_2 V_2 = 8 \nu R T_1 = 8 P_1 V_1$$

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!



$$P_2 V_2^2 = P_3 V_3^2 \Rightarrow P_2 \cdot V_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 \cdot V_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8 P_1 V_1 \cdot V_1 = 1 P_3 V_1 \cdot V_3$$

$$\boxed{V_3 = 2 V_1} \Rightarrow$$

$$P_2 V_2^2 = P_3 V_3^2 \Rightarrow 8 P_1 V_1^2 = P_3 \cdot 4 V_1^2 \Rightarrow \boxed{P_3 = 2 P_1}$$

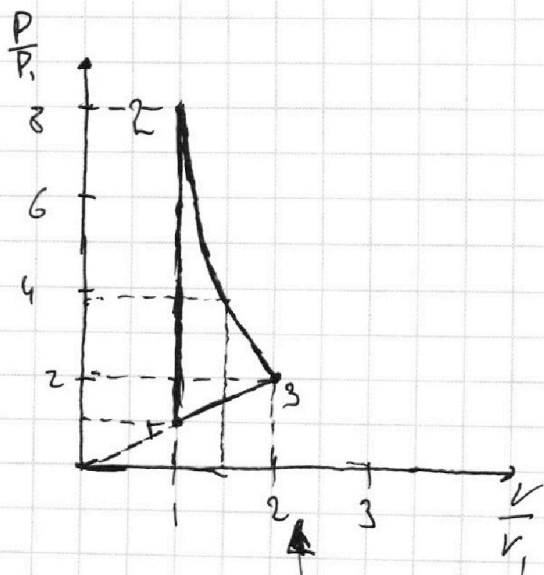
Т.к. в гусе 31 $\frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3} \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{2 P_1}{2 V_1}$

Верно $\Rightarrow (-)$ 3 кельвина $3-1 \Rightarrow$ цикл.

Для точности рассчитаю P когда $V = 1.5 V_1$

$$P_2 V_2^2 = P_1' (V_1')^2 \Rightarrow 8 P_1 V_1^2 = 2.25 P_1' \cdot V_1^2$$

$$P_1' = \frac{8}{2.25} P_1 \approx 2 \frac{13}{6} P_1 \approx 2.01 P_1$$



- Ответ:
- 1) 2493 Дж.
 - 2) ~~2493 Дж~~ $\frac{5}{21}$.
 - 3) Градусы.

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!

05

Дано:

T ;

a ;

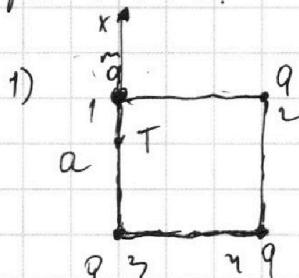
Найти:

$|q|$ - ?

k - ?

d - ?

Решение:



* заряд номер 1:

на него действуют две силы $\sqrt{2}T$ и 3 силы Кулона;

вдоль ось x Тогда:

$$F_{13x} + F_{14x} - T = 0$$

$$\frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \cdot \cos 45^\circ = T$$

$$\frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} + \frac{kq^2 \sqrt{2}}{4} = T$$

$$q^2 \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{\sqrt{2}}{16\pi\epsilon_0 a^2} \right) = T$$

$$q^2 = \frac{T}{\frac{4 + \sqrt{2}}{16\pi\epsilon_0 a^2}}$$

$$|q| = 4a \sqrt{\frac{T \cdot \epsilon_0 \cdot \pi}{4 + \sqrt{2}}}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot q \cdot \left(\frac{2kq}{a} + \frac{kq}{a\sqrt{2}} \right) =$$

$$= \frac{4kq^2}{a} + \frac{\sqrt{2}kq^2}{a} = \frac{kq^2}{a} (4 + \sqrt{2}) = q^2 \cdot \frac{4 + \sqrt{2}}{a}$$

$$= \frac{q^2 \cdot (4 + \sqrt{2})}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{T \cdot 16\pi\epsilon_0 a^2}{4 + \sqrt{2}} \cdot \frac{(4 + \sqrt{2})}{4\pi\epsilon_0 a} = T \cdot 4a$$

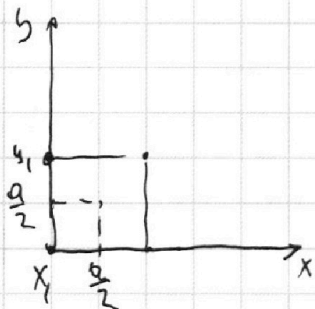
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

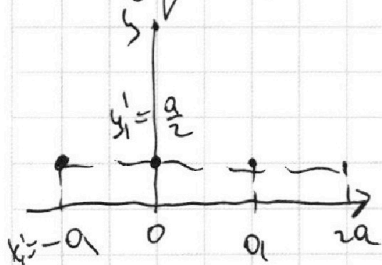
МФТИ

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



Т.к. шарики выровняются
в горизонтальную прямую,
то з.м. будет лежать на

этой прямой $y_{з.м.} = \frac{a}{2} = \cos \alpha \Rightarrow$ все шары
будут лежать на прямой $y = \frac{a}{2}$



≠ шары (1):

$$y_1 = a; \quad x_1 = 0$$

$$y_1' = \frac{a}{2} \quad x_1' = -a$$

$$d = \sqrt{(x_1 - x_1')^2 + (y_1 - y_1')^2} = \sqrt{a^2 + 0,25a^2} =$$
$$= a \sqrt{1,25} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

Ответ: 1) $|q| = 4a \sqrt{\frac{17 \cdot \epsilon_0 \cdot T}{4 + \sqrt{2}}}$

2) $k = aT \cdot \left(1 - \frac{13}{3(4 + \sqrt{2})}\right)$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



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

$$\frac{2 \cdot 200 \cdot 36}{10} = 2 \cdot 20 \cdot 36 =$$

$$\frac{200}{10 \cdot 20} = 1$$

$$\frac{200 \cdot 10}{200} =$$

$$200^2 = 20^2 = 400 -$$

$$\sqrt{400 - 36 \cdot 4} = 36 \cdot 4 =$$



$$\frac{400}{256} = \frac{100}{64}$$

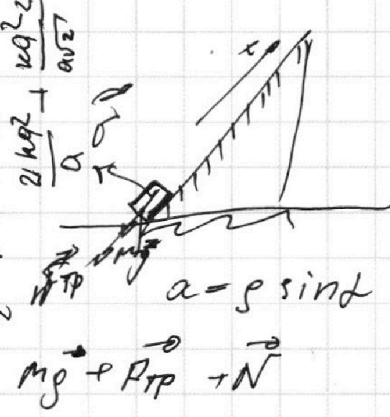
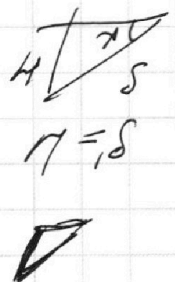
$$v^2 = 2g s \sin \alpha - 2v g \cos \alpha$$

$$2gh = v^2 + 2v g \cos \alpha$$

$$v^2 = 2gh + v^2 - 2v g \cos \alpha$$

$$\frac{v^2}{2} = gh + \frac{v^2}{2} - v g \cos \alpha$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2} - mv g \cos \alpha$$



$$mg \sin \alpha + 4mg \cos \alpha = ma$$

$$g \sin \alpha + 4g \cos \alpha = a$$

$$6 + 4 = a$$

$$a = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$s = \frac{at^2}{2}$$

$$s = \sqrt{v_0^2 + -at + 2} = 6 \cdot 1 - \frac{10}{2} = 16$$

$$\frac{2000}{10 \cdot 16} = \frac{20}{4} = 5 = 125$$

$$v^2 - u^2 = 2g s \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha$$

$$\frac{35}{12 - 8} = 8.75$$

5/5

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!



$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = H$$

~~$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)$$~~

$$y'(x) = \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{v_0^2} \cdot x (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = 0$$

$$2x \operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{v_0^2} x^2$$

$$y'(x) = \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{v_0^2} \cdot x (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = 0$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{v_0^2} x (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{v_0^2}{g} = x (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{v_0^2} x$$

$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} x^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = H_m$$

$$\frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2v_0^2} x^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = H_m$$

$$\frac{g}{2v_0^2} x^2 = \frac{v_0^2}{g} \operatorname{tg} \alpha - H_m$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gs \sin \alpha - 2mgs \cos \alpha = v^2 - H^2$$

$$2gs \sin \alpha - 2mgs \cos \alpha = v^2 - H^2$$

$$s = \frac{v^2 - H^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha)}$$

$$2gs \sin \alpha - 2mgs \cos \alpha = v^2 - H^2$$

$$s = \frac{v^2 - H^2}{2g(\sin \alpha - \cos \alpha)}$$

$$= \frac{35}{4} = 8$$

$$v_0^2 - \frac{g}{2} x^2 = 0$$

$$9 - \frac{g}{2} x^2 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$1950$$

$$1075$$

$$1750$$

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

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

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

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

$$v_0^2 = \frac{v^2 \cdot g}{g^2}$$

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

$$2 \cdot 10 \cdot 06 = 12 - 2 \cdot 08 \cdot 10 \cdot 08 = 4$$

7.25

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

$$1950$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

$$5x^2 - 6x + 825 = 0$$

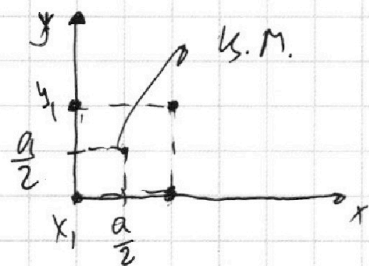
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

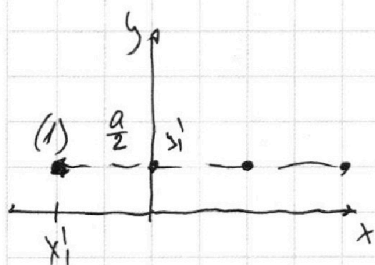
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



То Г.р. шарика выровняется в горизонтальную линию,

то ц.м. будет лежать на этой линии;

$\Rightarrow y_{\text{cm}} = \frac{a}{2} = \text{const} \Rightarrow$ все шары будут лежать на прямой $y = \frac{a}{2}$



и шарик (1)

$$y_1 = \frac{a}{2}; \quad x_1 = -a, \text{ т.т.}$$

линия горизонтальна.

$$x_1 = 0; \quad y_1 = a$$

$$d = \sqrt{(x_1 - x_1')^2 + (y_1 - y_1')^2} = \sqrt{0,25a^2 + a^2} = a\sqrt{1,25} = 0,5a\sqrt{5} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

ответ:

- 1) $|q| = 4a \sqrt{\frac{\pi \epsilon_0 \rho}{4 + \sqrt{2}}}$
- 2) $k = aT \left(1 - \frac{52}{12(4 + \sqrt{2})} \right)$
- 3) $d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$

$$1) |q| = 4a \sqrt{\frac{\pi \epsilon_0 \rho}{4 + \sqrt{2}}}$$

$$2) k = aT \left(1 - \frac{13}{3(4 + \sqrt{2})} \right)$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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!



№1.

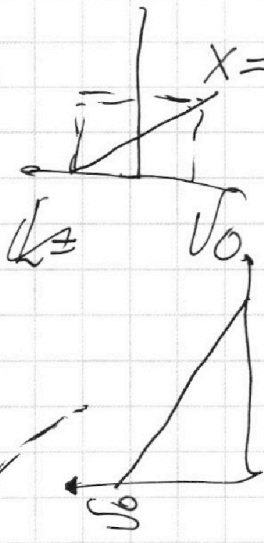
$$y = v_0 t - \frac{g t^2}{2} = 0 \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x = v_0 \cos \alpha t \quad \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$L = \frac{v_0^2 \cdot 1}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{gk} = \sqrt{10 \cdot 20 \text{ м}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 \sin \alpha - \frac{g t}{2} = 0 \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

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



$$\frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = H_{\text{max}}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{2H_{\text{max}} g}{v_0^2}$$

$$= \frac{\sqrt{245}}{10\sqrt{2}} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 10}{10\sqrt{2}}$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

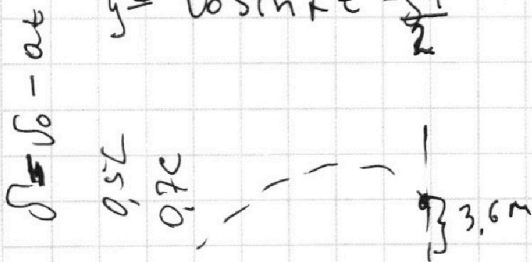
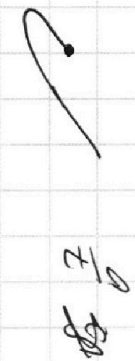
$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = H_{\text{max}}$$

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

$$\frac{2}{2g} = \frac{2}{g}$$

$v = v_0 - at$
 $t = \frac{v_0 - v}{a}$
 $t = \frac{v_0 - 0}{\frac{g}{2}}$
 $t = \frac{2v_0}{g}$

$v = v_0 - at$
 $at = v_0$
 $t = \frac{v_0}{a}$
 $t = \frac{v_0}{\frac{g}{2}}$
 $t = \frac{2v_0}{g}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

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



$$\frac{10.5 - 8 - \frac{2.5}{10.5}}{10.5}$$

$$y = v_0 \sin \omega t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_0^2 \frac{x^2 - y^2}{v_0^2 \cos^2 \omega t}$$

$$x = v_0 \cos \omega t$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \omega t} \quad y = v_0 \sin \omega t \cdot \frac{x}{v_0 \cos \omega t} - \frac{g \cdot x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \omega t} =$$

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

$$y(x) = x \tan \alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = H_{\max}$$

$$x^2 \frac{g}{2 v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) - x \tan \alpha + H_{\max} = 0$$

$$\left(\frac{\sin}{\cos}\right)' = \frac{\cos \alpha \cos \alpha - \sin \alpha \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \quad x^2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2} (2 \tan \alpha) - x = 0$$

$$\frac{\cos 2\alpha \cdot \cos 2\alpha + \sin 2\alpha \cdot \sin 2\alpha}{\cos 2\alpha} = x = \frac{x^2 \cdot g}{2 v_0^2} \tan \alpha \quad \sin^2 + \cos^2 = 1$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{x \cdot g}{2 v_0^2} \cdot \tan \alpha = 0$$

$$\tan \alpha = 0$$

$$\frac{1 + \tan^2 \alpha}{2} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{1 + \tan^2 \alpha}{2}$$

$$\frac{c_p}{c_v} \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$$

$$\frac{2.1}{2} = 10.5$$

$$\frac{1 + \tan^2 \alpha}{2} = \frac{10.5}{2}$$

$$y(x) = x \tan \alpha - x^2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$y(x) = \tan \alpha - 2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2} \cdot 2x \cdot \frac{g}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = H_{\max}$$

$$\tan \alpha - x \cdot \frac{g}{v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = 0$$

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

$$1.57$$

$$\frac{c_p - c_v}{c_v} = 10.5$$

$$\frac{c_p - c_v}{c_v} = 10.5$$

- 1 2 3 4 5 6 7

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

№2

Дано:

① $v_0 = 6 \frac{m}{s}$;

$\sin \alpha = 0,6$;

$M = 0,5$;

$T = 10$;

② $U = 1 \frac{m}{s}$

Найти:

① S - ?

② T_1 - ?

③ L - ?

Решение:

И 3-х Ньютона:

1) $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{TP} = m\vec{a}$

Oy: $N = mg \cos \alpha$

Ox: $mg \sin \alpha + M g \cos \alpha = ma$

$a = g \sin \alpha + M g \cos \alpha$

$\cos \alpha = 0,8$ (так как $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$)

$a = 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,8 = 10 \frac{m}{s^2}$

X $S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$ (v_0 - в начале транспортира)

$S = v_0 T + \frac{a T^2}{2} = 6 \frac{m}{s} \cdot 10 + \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot (10)^2}{2} = 110$

② Из закона изменения энергии:

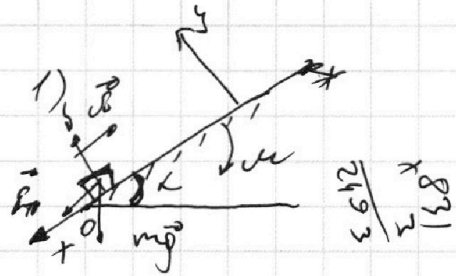
$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mU^2}{2} + A_{TP}$

$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mU^2}{2} - Mmg \cos \alpha S'$

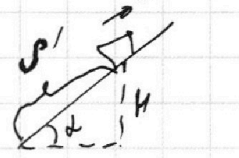
$v^2 = 2g \cdot S' \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha S' + U^2$

$S' (2g \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha) = v^2 - U^2$

$S' = \frac{v^2 - U^2}{2g \sin \alpha - 2Mg \cos \alpha} = \frac{36 \frac{m^2}{s^2} - 1 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,6 - 2 \cdot 0,5 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,8} \Rightarrow$



3.1.8.31.200
= 3.8.31



$h = S' \sin \alpha$

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!



$$R = \frac{35}{4} = 8,75 \text{ M}$$

$$S = v_0 t - \frac{a t^2}{2} \quad (a = 10 \frac{\text{M}}{\text{c}^2} \text{ (из пункта 1)})$$

$$\frac{a}{2} t^2 - v_0 t + S = 0 \quad \frac{i+2}{1} \quad \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$F_k = \mu m g S \quad \frac{i}{2} R \quad \frac{i+1}{2} \Rightarrow \frac{i+2}{2} \quad \frac{i+2}{1} = \frac{5}{3} R$$

$$S = \frac{k}{\mu m g} = \frac{k}{\mu m g} = \frac{k \sin \alpha}{\mu g (1 - \cos \alpha)}$$

// V=const

$$N_1 \cdot \frac{R}{2} \quad C_{12} = 1,5 \cdot \frac{3}{2} R \quad C_{31} = 2R$$

$$C_{23} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{C - C_p}{C - C_v} =$$

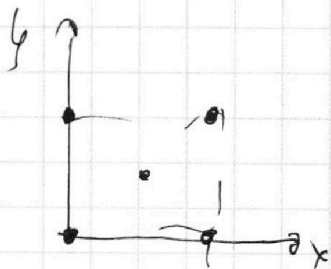
$$\frac{R}{2} - \frac{5}{3} R$$

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

$$Q = C \Delta T = 2 \nu R \Delta T$$

$$Q = A + \Delta U \quad A = Q - \Delta U$$

$$A = 2 \nu R \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{\nu R \Delta T}{2} - \frac{3 \nu R \Delta T}{2}$$



$$z_{cy} = \frac{2 m a}{4 m} = \frac{a}{2}$$

$$z_{cx} = \frac{2 m a}{4 m} = \frac{a}{2}$$

$$\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 200}{2} = 3 \cdot 831 = 2493 \approx 2500$$

$$\frac{2 \cdot 831}{2} = 831$$

$$1 \cdot 831 = 831$$

$$-9942 + 3 \cdot 831 \cdot 200 = -9942 + 3 \cdot 166200 = -9942 + 498600 = 488658$$

$$-c \nu R \Delta T$$

$$-c \nu R \Delta T = -12831 = 9942$$

