



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?

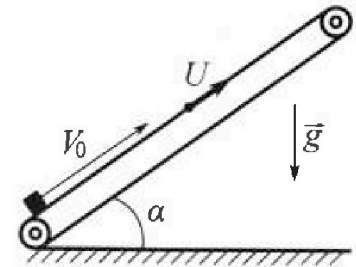
Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

$$\begin{array}{r} 20 \cdot 6 \\ 120 \\ 12 \cdot 3 \\ 36 \end{array}$$

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 $V_0 = 6 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



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

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

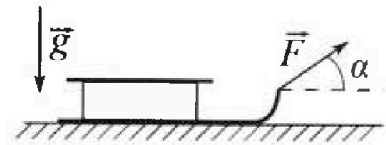
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1 \text{ м/с}$?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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.

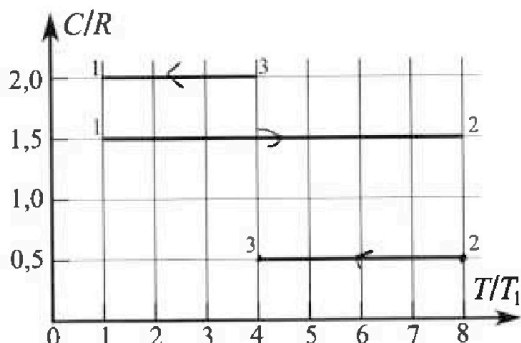
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



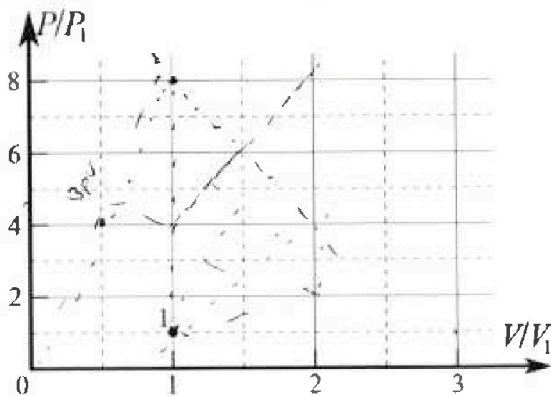
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



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 .

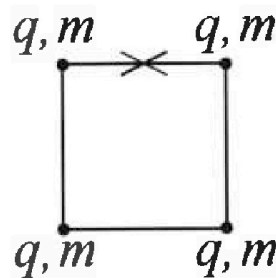
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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,

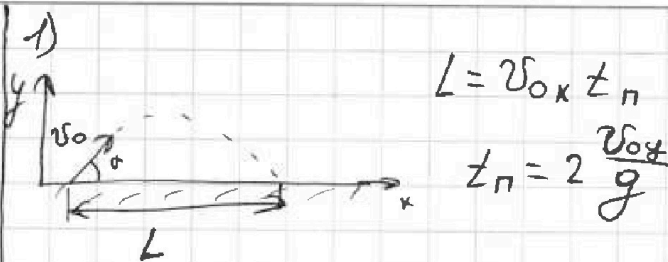
решение которой представлено на странице:

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. Порядок OR-кода недопустим!

Дано
 $\alpha = 45^\circ$
 $L = 20 \text{ м}$
 $H = 36 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



$$L = v_{0x} t_n$$

$$t_n = 2 \frac{v_{0y}}{g}$$

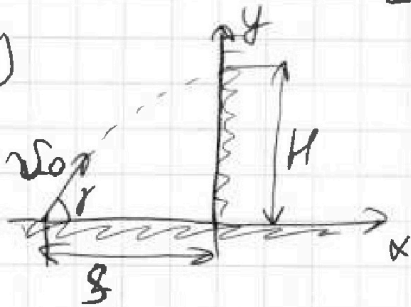
$v_0 = ? \text{ м/с}$

$$L = \frac{2 v_{0x} v_{0y}}{g} = \frac{2 v_0 \cos \alpha \cdot v_0 \sin \alpha}{g} =$$

$$= \frac{2 v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = L \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{L \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{\sin(2 \cdot 45)}} = \sqrt{200}$$

$$v_0 = 10\sqrt{2} \approx 14,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)



Уточнить H длина маятника, но надо уточнить
 $H_{\text{max}} = H$, где $H_{\text{max}} = \text{макс. высота в}$
 крайнее положение маятника
 γ - угол между v_0 и осью x .

$$H = v_{0y} t_n - \frac{g t_n^2}{2} \quad t_n = \frac{v_0 \sin \gamma}{g} \quad t_n - \text{время подъема}$$

$$H = \frac{v_0 \sin \gamma \cdot v_0 \sin \gamma}{g} - \frac{g \cdot v_0^2 \sin^2 \gamma}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \gamma}{2g} \Rightarrow$$

$$\sin \gamma = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 36}{200 \cdot 10}} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\cos \gamma = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma} = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

то S - половина длины маятника (L - длина маятника до центра)

$$S = v_0 \cos \gamma \cdot t_n = v_0 \cos \gamma \cdot v_0 \sin \gamma$$

$$S = \frac{v_0^2 \cos \gamma \sin \gamma}{g} = \frac{200 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{10} = 9,6 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $S = 9,6 \text{ м}$

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. Печать QR-кода недопустима!

Дано:

$$\sin \alpha = 0,6$$

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

$$\mu = 0,5$$

$$l = 1c$$

$$u = 1 \frac{m}{c}$$

$$v_1 = 1 \frac{m}{c}$$

$$S - ?$$

$$l_1 - ?$$

$$L - ?$$

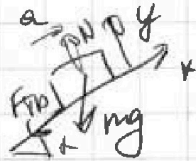
1)

Криволинейно будет ли $L > L_{\text{пог}}$ $L_{\text{пог}}$ - время пологона

$$L_{\text{пог}} = \frac{\Delta v}{a} \quad \Delta v = v_0 - 0 = v_0 \quad (\text{т.к. тело на линии.})$$

высоте)

2.3. Н. для коридки:



Ох:

$$ma = -mgs \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha$$

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

$$ma = -mgs \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$a = -(10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8) = -(6 + 4) = -10 \frac{m}{c^2}$$

$$L_{\text{пог}} = \frac{v_0}{a} = \frac{6}{10} = 0,6$$

т.к. $L_{\text{пог}} < L$, то тело поднимется на макс высоту и начнет вращ (т.к. $mgs \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha$).

$$S_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2a} \quad S_{\text{max}} - \text{расстояние до макс. точки.}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{0,6^2}{2 \cdot 10} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ м}$$

$$S_1 = \frac{a_1 (L - S_{\text{пог}})^2}{2} \quad S_1 - \text{расстояние между началом пути макс.}$$

точк. a_1 - ускорение тела по 2.3. Н. для коридки

$$S_1 = \frac{8 \cdot (1 - 0,6)^2}{2}$$

$$S_1 = 0,4^2 = 0,16 \text{ м}$$



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

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

$$S = S_{\text{max}} + S_1 = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$$

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!

2) т.к. $v' = u$, то отн. параметры ~~точно~~ ~~представим~~ ~~оказать~~
передачу в CD -контуре, тогда $v_{отн} = v' - u = 0$ $\frac{\mu}{\epsilon}$

$$v_{отн} = v_0 - u = 6 - 5 = 1 \frac{\mu}{\epsilon}$$

$$a_3 = a = -10 \frac{\mu}{\epsilon^2}$$

$$T_1 = \frac{\Delta v}{a} = \frac{v_{отн} - v'_{отн}}{a} = \frac{5 - 0}{10} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ с}$$

3) ~~в~~ CD -контуре $v_{отн} = v'' - u = 0 - 1 = -1 \frac{\mu}{\epsilon}$, то
если

$$3) L = \frac{v_0^2 - 0^2}{2a} = \frac{36^2}{2 \cdot 10} = 1,8 \mu$$

Ответ: $S = 1,96 \mu \text{ с}$; $T_1 = 0,5 \text{ с}$; $L = 1,8 \mu$

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. Нормы QR-кода недопустима!

Дано: k, α, g $l = l_1 = l_2$ (по усл.) l_1, l_2 (куль разная)

$\mu - ?$
 $S - ?$

3С):
1) $F \cdot \cos \alpha \cdot l = k + \mu(mg - F \sin \alpha) l$
2) $F l = k + \mu m g l$

$$\text{из (2)} \Rightarrow l = \frac{k + \mu m g l}{F - \mu m g} \quad \text{подставляем во второе}$$

$$\frac{F \cos \alpha \cdot k}{F - \mu m g} = k + \frac{\mu(mg - F \sin \alpha) \cdot k}{F - \mu m g} \quad | \cdot \frac{F - \mu m g}{k}$$

$$F \cos \alpha = F - \mu m g + \mu m g - F \sin \alpha \quad | \cdot \frac{1}{F}$$

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

2) где сила натяжения:

$$k = A_{\text{тр}} \quad A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S = \mu m g S$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице!

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

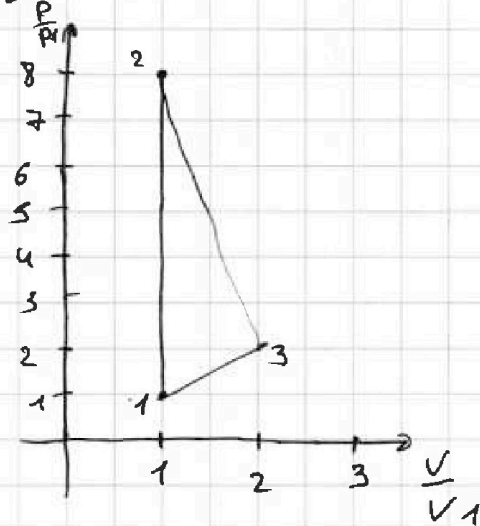


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\eta \approx 23,9\%$

3)



$c_{12} = 1,5R$, газ одноатомный

$c_v = \frac{i+2}{2}R = 1,5R$ c_v - постоянная функция $V = const$

т.к. $c_{12} = c_v \Rightarrow 1-2$ - изохора

уравнение Клапейрона:

$P_1 V_1 = \nu R T_1$ (1)
 $P_2 V_1 = \nu R T_2$ (2)

(1):(2) $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{8T_1} \Rightarrow$

$P_2 = 8P_1$

т.к. $P = const$, но газе - изохорно \Rightarrow
 $P V^n = const \Rightarrow$

получили газе 2-3

~~$dQ = dA + du$~~

~~$0,5P_1 dT = dA + \frac{3}{2} \nu R dT \Rightarrow dQ = \nu C_V dT$~~ ~~$du = \frac{3}{2} \nu R dT$~~

~~$dA = -P dV$~~

~~$dA = p dV$~~ \square

газе 3-1 изохорно, $\Rightarrow \frac{P}{V} = const$

$P V_3 = 4 P V_1$

~~$P V_3$~~

$\frac{P_3}{V_3} = \frac{P_1}{V_1}$

$P_3 = \frac{\nu R T_3}{V_3}$

$P_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1}$

$\frac{\nu R T_1}{V_1^2} = \frac{\nu R T_3}{V_3^2}$

$\left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 = 4$

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

1



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!

Дано:
 $T_1 = 200 \text{ K}$
 $R = 8,31$
 $\frac{C}{R} \left(\frac{V}{T_1} \right) = 5$
 1) $A_{31} = ?$
 2) $\eta = ?$
 3) $\frac{P}{P_1} \left(\frac{V}{V_1} \right) = ?$

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

$$Q_{31} = c_{31} \Delta T_{31} \quad \Delta u_{31} = \frac{3}{2} \Delta R T_{31}$$

$$Q_{31} = c_{31} (T_1 - 4T_1) \quad \Delta u_{31} = \frac{3}{2} \Delta R (T_1 - 4T_1)$$

$$Q_{31} = -3c_{31} T_1 \quad \Delta u_{31} = \frac{9}{2} \Delta R T_1$$

$$-6R \Delta T_1 = A_{31} - \frac{9}{2} \Delta R T_1 \quad \frac{c_{31}}{R} = 2 \text{ (у зап.)}$$

$$|A_{31}| = \left| \frac{9}{2} \Delta R T_1 - 6 \Delta R T_1 \right| = 1,5 \Delta R T_1 = 1,5 \cdot 200 \cdot 8,31$$

$$|A_{31}| = 300 \cdot 8,31 = 2493 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{нал} - Q_{отд}}{Q_{нал}}$$

$$Q_{отд} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = 1,5 \Delta R (8T_1 - T_1) + 0,5 \Delta R (8T_1 - 4T_1) + c_{23} \Delta T_{23} = 10,5 \Delta R T_1 + 2 \Delta R T_1 + 2 \Delta R (T_1 - 4T_1)$$

$$Q_{отд} = 1,5 \Delta R \cdot 7T_1 - 2 \Delta R T_1 - 6 \Delta R T_1 = 2,5 \Delta R T_1$$

$$A_{отд} = A_{12} + A_{23} + A_{31} \quad \Delta u_{12} = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T_{12}$$

$$A_{12} = Q_{12} + \Delta u_{12} = 10,5 \Delta R T_1 + \frac{3}{2} \Delta R \cdot 7T_1 = 21 \Delta R T_1$$

$$A_{23} = Q_{23} + \Delta u_{23} = -2 \Delta R T_1 - \frac{3}{2} \Delta R (8T_1 - 4T_1) = -8 \Delta R T_1$$

$$A_{31} = Q_{31} + \Delta u_{31} = -6 \Delta R T_1 + \frac{9}{2} \Delta R T_1 = -1,5 \Delta R T_1$$

$$A_0 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 21 \Delta R T_1 - 8 \Delta R T_1 - 1,5 \Delta R T_1 = 11,5 \Delta R T_1$$

$$Q_{нал} = Q_{12} = c_{12} \Delta T_{12} = 1,5 \Delta R \cdot (8T_1 - T_1) = 10,5 \Delta R T_1$$

$$Q_{отд} = |Q_{23}| + |Q_{31}| = 0,5 \Delta R (8T_1 - 4T_1) + 2 \Delta R (4T_1 - T_1) = 2 \Delta R T_1 + 6 \Delta R T_1$$

$$= 8 \Delta R T_1 \quad \eta = \frac{Q_{нал} - Q_{отд}}{Q_{нал}} = \frac{10,5 \Delta R T_1 - 8 \Delta R T_1}{10,5 \Delta R T_1} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{5}{21}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

$$\varphi_{12}' = \frac{kq}{3a} \quad \varphi_{33}' = \frac{kq}{2a} \quad \varphi_{42} = \frac{kq}{a}$$

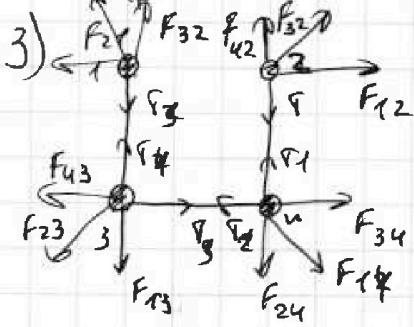
$$\varphi_2' = \frac{kq}{3a} + \frac{kq}{2a} + \frac{kq}{a} = \frac{2kq}{6a} + \frac{3kq}{6a} + \frac{6kq}{6a} = \frac{11kq}{6a}$$

$$W_1 = W_2 + K$$

$$K = W_1 - W_2 = q(\varphi_2 - \varphi_2') = \left(\frac{kq(2\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}a} - \frac{11kq}{6a} \right) q$$

$$K = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{(2\sqrt{2}+1) \cdot 6\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} - \frac{11}{\sqrt{2}} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{12\sqrt{2} + 6 - 11\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} \right) =$$

$$K = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{\sqrt{2} + 6}{6\sqrt{2}} \right) = \frac{4\pi\epsilon_0 T a^2}{(\sqrt{2} + 4) 4\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{\sqrt{2} + 6}{6\sqrt{2}} \right) = \frac{4aT(\sqrt{2} + 6)}{\sqrt{2} + 4} \left(\frac{1}{6\sqrt{2}} \right)$$



рассмотрим центр

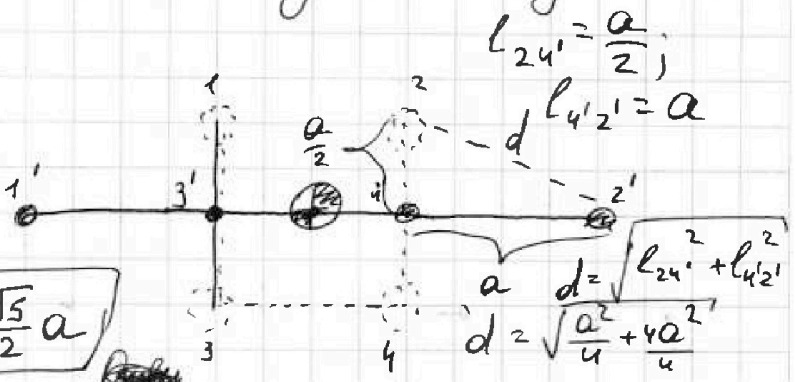
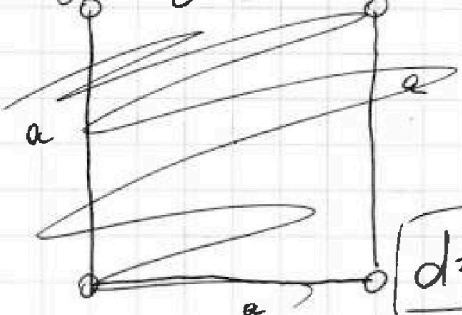
м.к. Кулона. Силы попарно равны, а кубы не равны

- $|F_{21}| = |F_{12}|$ $|T| = |T_1|$
- $|F_{41}| = |F_{14}|$ $|T_2| = |T_3|$
- $|F_{32}| = |F_{23}|$ $|T_4| = |T_5|$
- $|F_{34}| = |F_{43}|$
- $|F_{14}| = |F_{41}|$
- $|F_{24}| = |F_{42}|$
- $|F_{31}| = |F_{13}|$

но есть все силы внутри замкнутой м.к.м.

$F_{\text{внут}} = M_e a_e$, м.к. $F_{\text{внут}} = 0$
 $M_e \neq 0$

$a_e = 0$, но есть м.к.м. системы находится в одной точке всегда из равенств!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

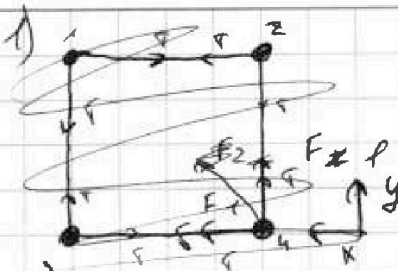
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

a, T, ϵ_0
 $q = ?$
 $d = ?$

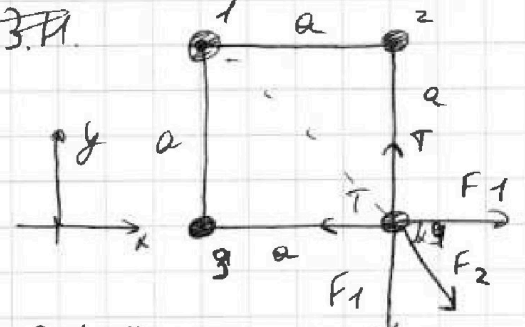


рассмотрим шар 4 (правый нижний)
 от контакта ($a=0$)

F_1 - кулон. сила взаимог. шара 2 и 4; 4 и 3

F_2 - кулон. сила взаимог. шара 1 и 4

2.3.11.



2.3.11. для 4 шаров

ОК: $F_2 \cos \alpha + F_1 - T = 0$ $\alpha = 45$ (1234 - квадрат, 14 - его диаг.)

$F_2 = \frac{kq^2}{2a^2}$ $F_1 = \frac{kq^2}{a^2}$ $k = \frac{T}{4\pi\epsilon_0}$

$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2a^2} \cdot \cos \alpha + \frac{kq^2}{a^2} - T = 0$

$\frac{q^2(\cos \alpha + 2)}{8\pi\epsilon_0 a^2} = T \Rightarrow q = \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 a^2 T}{\cos \alpha + 2}} = \sqrt{\frac{8\pi\epsilon_0 T}{\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{2 \cdot 2}{2}}} a = \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 T}{\sqrt{2} + 4}} 4a$

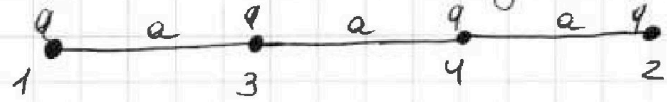
2) 3CЭ для 2: шара 2:

$W_1 = W_2 + k$ $W_1 = q\phi_2$ ϕ_2 - потенциал шара 2 в центре

$\phi_2 = \phi_{12} + \phi_{32} + \phi_{42}$ $\phi_{12} = \frac{kq}{a}$ $\phi_{32} = \frac{kq}{\sqrt{2}a}$ $\phi_{42} = \frac{kq}{a}$

$\phi_2 = \frac{kq}{a} + \frac{kq}{\sqrt{2}a} + \frac{kq}{a} = \frac{kq}{\sqrt{2}a} (\sqrt{2} + 1 + \sqrt{2}) = \frac{kq(2\sqrt{2} + 1)}{\sqrt{2}a}$

$W_2 = q\phi_2'$ ϕ_2' - потенциал в центре шара 2 от остальных шаров



$\phi_2' = \phi_{12}' + \phi_{32}' + \phi_{42}'$

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. Понятно QR-кода нет.

Дано:
 K, α, g
 $\mu \rightarrow 0.5$

Закон Ома:
 $K_0 + A_{TPO}$

Черновик
 $K = A_{TP} \frac{\mu u_0^2}{2}$
 $K = F_{TP} \cdot L$

$K = mg \cdot L \cdot \mu$

$F \cdot l = \frac{m u_0^2}{2} + \mu mg l$

$C \Delta T = A + Au$

$\frac{1+2}{2}$

$l = 2a$

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

$\frac{2.5}{2}$

$l = \frac{m u_0^2}{2 \mu mg}$

$3 \Delta T = A + \frac{3}{2} R \cdot 3 \Delta T$

$\frac{1}{2} = 1.5$

~~$l = 2a$~~

$\frac{1+2}{2}$

MIN
 1
 MIN

$F = ma - \mu gm$

$l = \frac{K}{\mu g} \rightarrow K = \mu g l m$

$mal - \mu gm = \frac{m u_0^2}{2} + \mu mg l$

$F \cos \alpha l = K + \mu (mg - F \sin \alpha) l$

$F l = K + \mu mg l$

$1 - \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sin \alpha$

$K(1 - \cos \alpha) = K \sin \alpha$

$K - 2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha = K - \sin^2 \alpha$

$\frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = 2$

$1 - \sin \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$

$2 \sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha = 0$

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

$\sin \alpha = 0$

$F l = K + \mu mg l$

$2 - 2 \sin \alpha = 0$

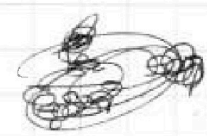
$F \cos \alpha = K + \mu F \sin \alpha$

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

$F \cos \alpha l = K + \mu mg l + \mu K (1 - \cos \alpha) l$

$F l = K + \mu mg l$

$F \cos \alpha l = K + \mu (mg - F \sin \alpha) l$





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

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$N = \text{const}$$

Черновик

$$\left. \begin{aligned} F \cos \alpha &= K + \mu mg - F \sin \alpha \\ F l &= K + \mu mg l \end{aligned} \right\}$$

$$l = \frac{K}{F - \mu mg}$$

$$\frac{F \cos \alpha K}{F - \mu mg} = \frac{K + \mu (mg - F \sin \alpha) K}{F - \mu mg}$$

$$F \cos \alpha K = K(F - \mu mg) + \mu mg K - \mu F \sin \alpha K$$

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

$$K \cos \alpha = K - \mu \sin \alpha K$$

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

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

$$\frac{102 \cdot \frac{K^2}{c^2} \cdot l}{22 \frac{m}{c^2}}$$

$$\frac{K^2 m^2}{2^2 K^2 m^2}$$

$$\frac{2}{5} \rho \Delta V$$

$$a = \frac{u_0}{a}$$

$$1,8$$

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

$$a = 10 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8$$

$$a = 6 + 4 = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$\frac{u_0^2}{2a}$$

$$\frac{18}{20}$$

$$\frac{a t^2}{2}$$

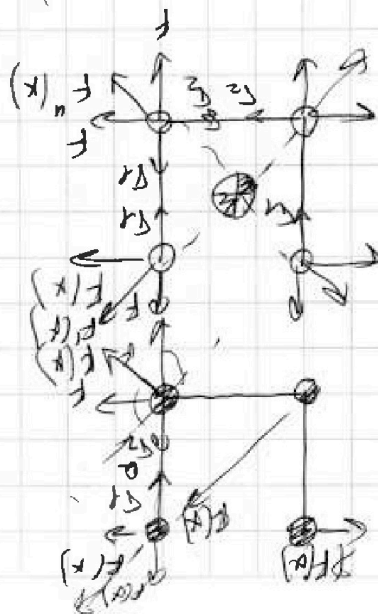
$$2 \cdot 0,4^2 = 0,36$$

$$A = 2 \rho \Delta V - \frac{2}{3} \rho \Delta V = 0,5 \rho \Delta V = 0,5 \cdot 2,3 \cdot 3 \cdot 200$$

$$K = \mu mg l \Rightarrow l = \frac{K}{F - \mu mg}$$

$$A = \rho \Delta V - \frac{2}{3} \rho \Delta V$$

$$C D \Delta V = A + \frac{2}{3} \rho \Delta V$$



$$300 \cdot 0,36$$



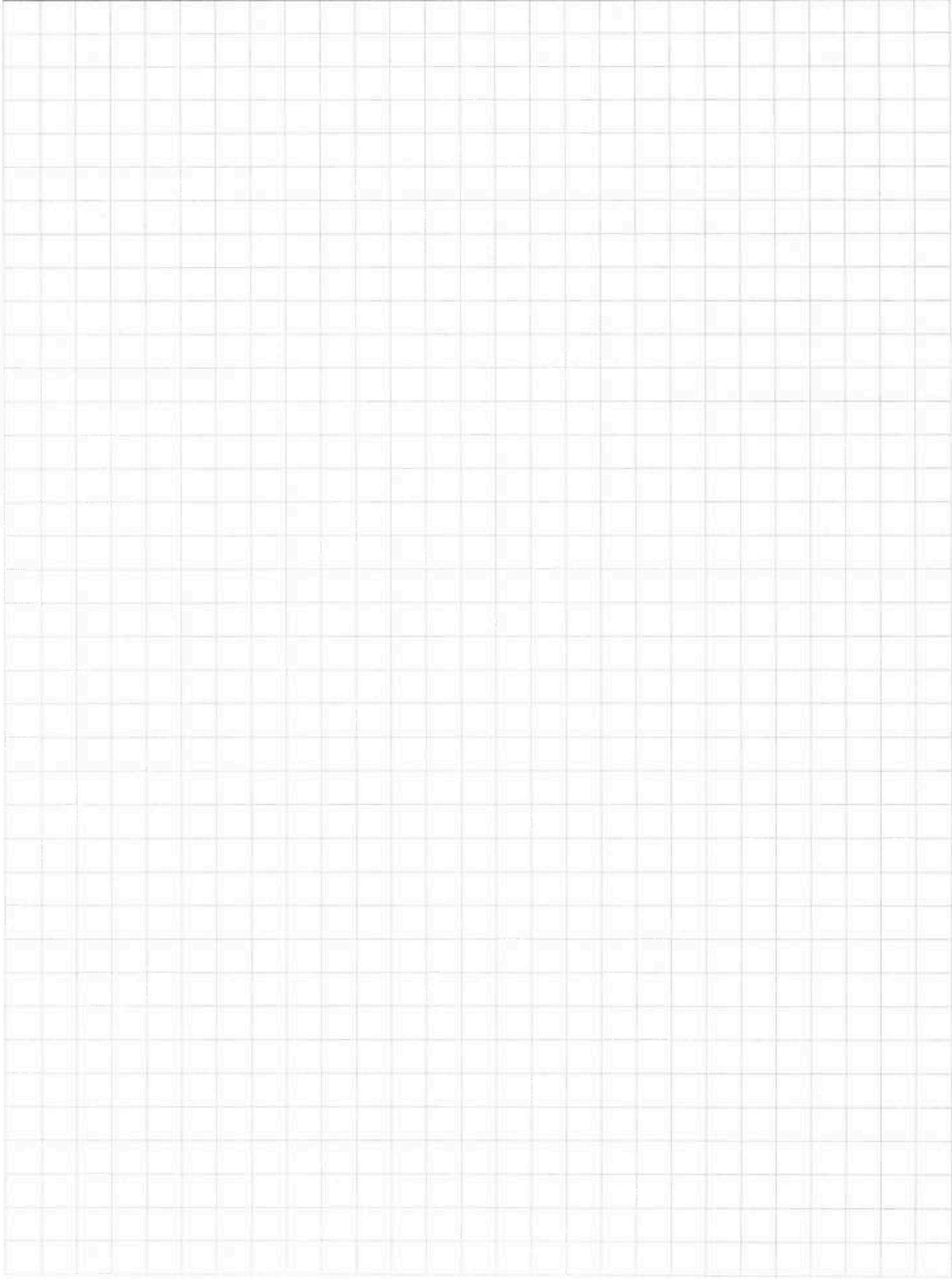
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

МФТИ

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

Дано:

$T_1 = 200K$

$R = 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$\frac{C_p(T_1)}{R(T_1)}$

1) $A_{31} \rightarrow ?$

2) $\frac{P}{P_1} \left(\frac{V}{V_1} \right) = ?$

1) $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$ $pV^n = const$

$Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31}$ $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31}$ $P = \frac{\alpha}{V^n}$

$2R \nu (T_1 - 4T_1) = A_{31} + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - 4T_1)$

$-6R \nu T_1 = A_{31} - \frac{9}{2} \nu R T_1$

$A_{31} = \frac{9}{2} \nu R T_1 - 6 \nu R T_1 = -1,5 \nu R T_1$ $A = \int \frac{\alpha}{V^n} dV$

$|A_{31}| = 1,5 \nu R T_1$

$p dV = -R \nu dT$

$|A_{31}| = 1,5 \cdot 1,8,31 \cdot 200 = 300 \cdot 8,31$

$A = \frac{\alpha V}{1-n}$

$3 \cdot 31 = 93$

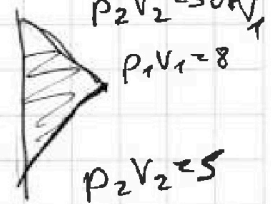
$2493 \approx 2500 Дж$

2) $Q_0 = p_1 V_1 - p_2 V_2 = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_1 - V_2) - Q_{out}$

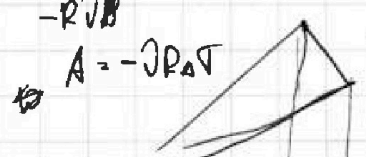
$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$

$1,5R \nu \cdot 7T_1 - 0,5R \nu \cdot 4T_1 - 2R \nu \cdot 3T_1 =$

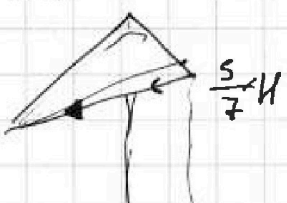
$10,5R \nu T_1 - 2R \nu T_1 - 6R \nu T_1 = 2,5R \nu T_1$



$A_{total} = 2Q$
 $A_{max} = 2Q$
 $A_{min} = 2Q$



$2,5R \nu T_1 = \frac{1}{2} \cdot 7R \nu T_1 \cdot H$



$p_1 V_1 - p_2 V_2 = 5/2 R \nu T_1$

$p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$

$\frac{80}{42} 2,5R \nu T_1$

$\frac{2,5}{10,5}$

$\frac{p_1 V_1^n R T_1}{V_1} = \frac{p_2 V_2^n R T_2}{V_2}$

$\frac{500}{42} - \frac{30}{30} = \frac{170}{170} - \frac{168}{200}$

$\frac{p_2 + p_3}{2} (V_3 - V_2)$

$\frac{\alpha}{V^n} dV = -R \nu dT$
 $V_1^{n-1} = 4V_2^{n-1}$