



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.

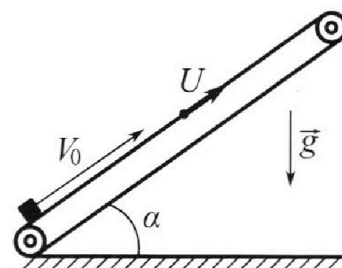
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного 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.).

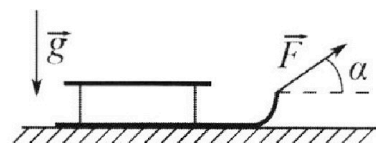
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.



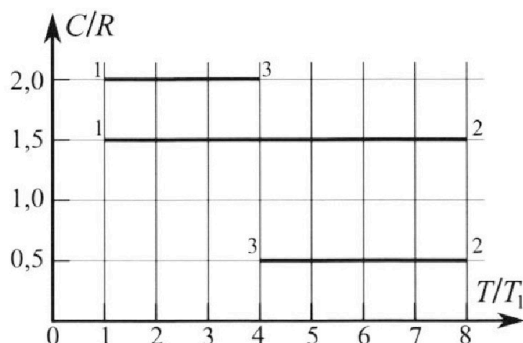
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

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



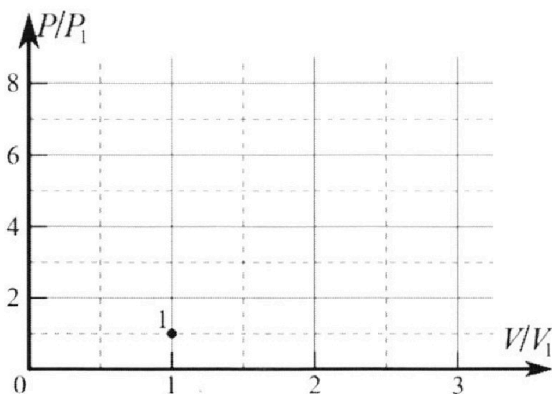
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

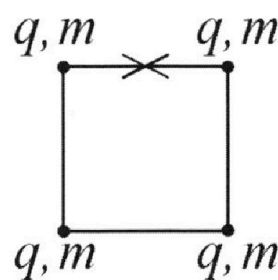
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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. Порча QR-кода недопустима!

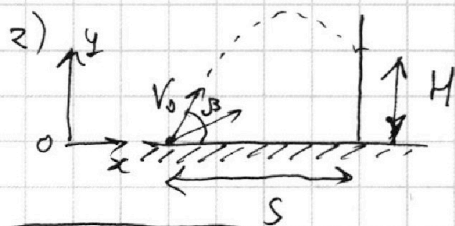
кр. 1 из 6 [механика]

№ 1

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow L = \frac{v_0^2}{g}$$

1) L - дальность полета $\Rightarrow L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200} \frac{м}{с} = 10\sqrt{2} \frac{м}{с}$$



Пусть β - угол, при котором достигается макс. высота
 x - время, за кот. макс. дальность по стене

Запишем уравнения движения вдоль осей x и y :

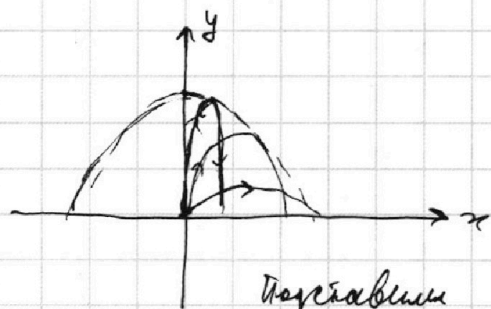
$$\begin{cases} x = \frac{S}{v_0 \cos \beta} \\ S \cdot \tan \beta - g \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \beta} = H \end{cases}$$

и.к. H - макс, то $H'(\beta) = 0$.

$$S \cdot (1 - \tan^2 \beta) - \frac{g S^2}{v_0^2} \cdot (-2) \cdot \cos^{-3} \beta \cdot (-\sin \beta) = 0$$

$$1 - \tan^2 \beta = \frac{2gS}{v_0^2} \cdot \frac{\sin \beta}{\cos^3 \beta}$$

H - макс. высота $\Rightarrow$ точка с координ. $(S; H) \in$ границе протект. обл.



Уравнение границы протект. обл:

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

Подставим в него наши координаты:

$$H = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2v_0^2} \cdot S^2 ; \quad H = \frac{L}{2} - \frac{S^2}{2L} ; \quad S = \sqrt{2L \cdot \left(\frac{L}{2} - H \right)} =$$

$$= \sqrt{L^2 - 2LH} = \sqrt{400 - 144} \text{ м} = 16 \text{ м.}$$

Ответ: $v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = 10\sqrt{2} \frac{м}{с}$

$$S = \sqrt{L^2 - 2LH} = 16 \text{ м.}$$

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!

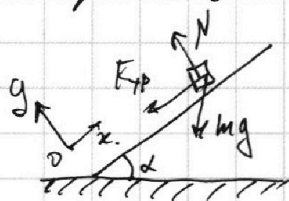


стр. 2 из 6

(числовой)

№ 2.

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



$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

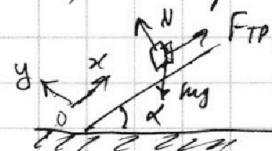
a - ускорение бруска.

1) Запишем II з. Ньютона в проекции на оси x и y .

$$\begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ -\mu N - mg \sin \alpha = ma_1 \end{cases} \Rightarrow a_1 = -\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = -10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$V_0 + aT < 0 \Rightarrow$ скорость изменится направи, и тогда

$F_{\text{тр}}$ будет в другую сторону.



$$\begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ \mu N - mg \sin \alpha = ma_2 \end{cases} \Rightarrow a_2 = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Брусок сначала остановится за время $T_1' = -\frac{V_0}{a_1} = 0,6 \text{ сек.}$,
пройдет $S_1 = \frac{-V_0^2}{2a_1} = 1,8 \text{ м.}$

и в течение $T_2' = T - T_1' = 0,4 \text{ сек.}$ будет двигаться, пройдя $L_2 =$
 $= \frac{a_2 T_2'^2}{2} = -0,16 \text{ м.}$
 $S = S_1 + S_2 = 1,64 \text{ м.}$

Вит: $S = 1,64 \text{ м}; T_1 = 0,5 \text{ сек.};$

Вит: $L = 1 \text{ м.}$

2) Пройдем в с.о. земли (она инерциальная). Скорость бруска

относительно земли $V' = V - V_0 = 0$. Макс. скорость $V_0' = V_0 - V = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

двиг. равнозамедленно $\Rightarrow T_1 = \frac{V' - V_0'}{a_1} = \frac{V - V_0}{-g \cdot (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,5 \text{ сек.}$

3) Отно земли $V' = V - V_0 = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; относительно земли м-

налось направление движения. Когда $V' = 0$ $L_1' = \frac{-V_0'^2}{2a_1} =$
 $= 1,25 \text{ м.}$ далее $L_2' = \frac{V_1'^2}{2a_2} = -0,25 \text{ м.}$ $L = L_1' + L_2' = 1 \text{ м.}$

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!

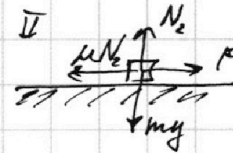
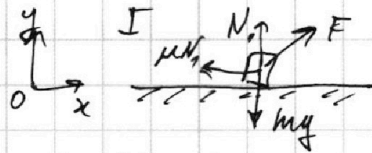
стр. 3 из 6

шестовик

№3

1) Если разок на одинаковых углах пути, то ускорения равны

а) Если одинаковые.



Вспомогат. II з. Ньют. по осм y и x

$$I \begin{cases} N_1 = mg - F \sin \alpha \\ F \cos \alpha - \mu N_1 = ma. \end{cases}$$

$$II \begin{cases} N_2 = mg \\ F - \mu N_2 = ma. \end{cases}$$

≡

$$ma = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg.$$

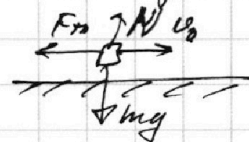
$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1. \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

Вспомогат. II

V - макс. - это скорость при разгоне до торможения

2) При торможении в горизонт. направл. действует

сила $F_{тр} = \mu N = \mu mg$



Значит, ускорение бруска будет $-\frac{F_{тр}}{m} = -\mu g$

$$S = \frac{-V^2}{-\mu g} = \frac{V^2}{\mu g}$$

$$\text{Но } K = \frac{m V^2}{2} \Rightarrow V^2 = \frac{2K}{m}$$

$$S = \frac{V^2}{\mu g} = \frac{\frac{2K}{m}}{\mu g} = \frac{2K}{\mu mg} = \frac{2K \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ: S

Ответ: S

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

$$2) S = \frac{2K \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$$

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!

пр. 4 из 6 [хистовик] №4

1) За 3-1 изменение температур $\Delta T = -3T_1$

изм. внутр. энергии $\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$.

теплообменное тепло $Q_{31} = \nu \cdot c_{31} \cdot \Delta T = 2\nu R \Delta T$.

$$\Delta U = Q + A \Rightarrow A_{31} = \Delta U_{31} - Q_{31} = -\frac{\nu R \Delta T}{2} = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

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

тепло за процесс:

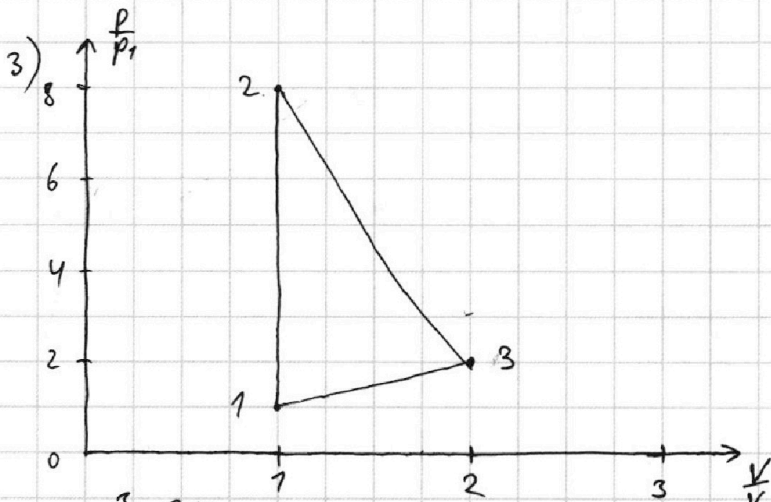
$$Q_{12} = \nu c_{12} \cdot \Delta T_{12} = +1,5 \nu R \cdot 4 T_1$$

$$Q_{23} = \nu \cdot c_{23} \cdot \Delta T_{23} = -0,5 \nu R \cdot 4 T_1$$

$$Q_{31} = \nu \cdot c_{31} \cdot \Delta T_{31} = -2 \nu R \cdot 3 T_1$$

$$\eta = 1 + \frac{Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} =$$

$$= 1 - \frac{8 \nu R T_1}{10,5 \nu R T_1} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{5}{21}$$



(12) $c_{12} = \frac{3}{2} \nu R$, газ одноатомный $\Rightarrow$ в процессе 1-2 $V = \text{const.} \Rightarrow$

из ур-ия состояния $p = \frac{\nu R T}{V}$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$; $p_2 = 8 p_1$; $V_2 = V_1$

(23) $A_{23} = \Delta U_{23} - Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} - \frac{1}{2} \nu R \Delta T_{23} = \nu R \Delta T_{23} \Rightarrow$

$$\Rightarrow -pdV = pdV + Vdp \quad \nu R dT = pdV + Vdp \quad (\text{из ур-ия состояния})$$

$$\frac{dp}{p} = -2 \frac{dV}{V}$$

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!



стр. 5 из 6 шестовик №4 (продолжение)

Значит, $\ln\left(\frac{p_3}{p_2}\right) = -2 \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right)$

$$\frac{p_3}{p_2} = e^{-2} \cdot \frac{V_3}{V_2}$$

$$\frac{p_3}{8p_1} = e^{-2} \cdot \frac{V_3}{V_1}$$

(37) $A_{31} = \Delta U_{31} - Q_{31} = -\frac{1}{2} \nu R \Delta T_{31}$

$$-p dV = -\frac{1}{2} \cdot (p dV + V dp)$$

$$\frac{p dV}{2} = V dp \Rightarrow 2 \frac{dp}{p} = \frac{dV}{V} \Rightarrow 2 \ln\left(\frac{p_1}{p_3}\right) = \ln\left(\frac{V_1}{V_3}\right)$$

$$e^2 \cdot \frac{p_1}{p_3} = \frac{V_1}{V_3}$$

$$A_{23} = \Delta U_{23} - Q_{23} = \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2}\right) \nu R \Delta T_{23} = 4 \nu R T_1 = -4 p_1 V_1$$

$$A_{31} = \Delta U_{31} - Q_{31} = \left(\frac{3}{2} - 2\right) \nu R \Delta T_{31} = -\frac{3}{2} \nu R T_1 = -\frac{3}{2} p_1 V_1$$

Значит, масса пог. у-нов 23 будет 4 ~~1.5~~, пог.

у-нов 31 будет 1.5 ~~1.5~~ $T_3 = 4T_1 \Rightarrow p_3 V_3 = 4 p_1 V_1$

Пусть $\frac{V_3}{V_1} = x$. Тогда $\frac{p_3}{p_1} = \frac{4}{x}$. Пог. пог. у-нов 31 1.5 $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{(x-1) \cdot \left(\frac{4}{x} + 1\right)}{2} = 1.5 ; (x-1)\left(\frac{4}{x} + 1\right) = 3 ; (x-1)(x+4) = 3x$$

$$x^2 + 3x - 4 = 3x$$

формула масс. у-нов

$$x = 2. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_3 = 2V_1 \Rightarrow p_3 = 2p_1$$

т.е. на участке 23;31 $c = \text{const}$, то на участке это отрезки.

Ответ: 1) $A_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_1$; 2) $\eta = \frac{5}{27}$



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 ЧЕРНОВИК

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

$F_{тр} = \mu N$
 α - ускорение бруска ~~вдоль~~ по накл.

1) Запишем II з. Ньют. в проекциях на оси x и y .

$$\begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ -\mu N = ma \end{cases} \Rightarrow a = -\mu g \cos \alpha = -4 \frac{м}{с^2}$$

Таким ~~образом~~ $V_0 + aT > 0 \Rightarrow$ коробка не меняет направл. дви-
ния. Значит, $S = V_0 T + \frac{aT^2}{2} = \cancel{V_0 T} - \frac{\mu g \cos \alpha \cdot T^2}{2} = 4 м.$
(она отрицательна)

2) Переидём в с.о. лкты. Тогда скорость коробки отно-
сительно $V' = V - V_0 = 0$. Но нач. скорость коробки была
равна $V_0' = V_0 - V = 5 \frac{м}{с}$. Она движ. равноускоренно
 $V' = V_0' + aT_1$; $T_1 = \frac{V' - V_0'}{a} = \frac{V - V_0}{-\mu g \cos \alpha} = 1,25 с.$

3) Скорость отно-но земли $V = 0 \Rightarrow$ отно-но лкты
 $V' = V - V_0 = -1 \frac{м}{с}$; коробка движ. равноускоренно.
Отно-но лкты менялось направление движения
Когда $V' = 0$, коробка прошла $L_1 = \frac{V'^2 - V_0'^2}{2a}$
Когда

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

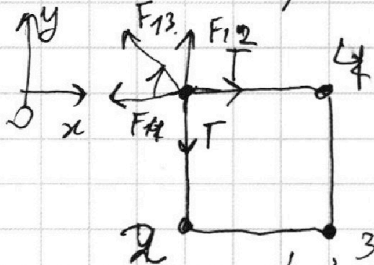
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

стр. 6 из 6

№ 5



$$F_{12} = F_{14} = \frac{kq^2}{a^2}, \text{ а}$$

$$F_{13} = \frac{kq^2}{2a^2}, \text{ где } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$= \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 \cdot T a^2}{1 + \frac{\sqrt{2}}{4}}} = \sqrt{\frac{16\pi\epsilon_0 \cdot T a^2}{4 + \sqrt{2}}}$$

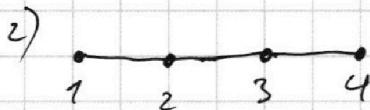
1) По II 3. Котор. вращ. на ос. сг:

$$T = F_{12} + F_{13} \cos 45^\circ$$

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

$$T = \frac{kq^2}{a^2} \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

$$q = \sqrt{\frac{T a^2}{k \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)}}$$



Начальн. энергия потенциального
взаимодействия у любого шарика равна
 $\frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \left(2 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$

Возьмем 1 шар

$$K_1 = \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} = \frac{11}{6} \frac{kq^2}{a} + k$$

$$\text{Тогда } K_1 = \frac{kq^2}{a} \cdot \left(2 + \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{11}{6}\right) = \frac{kq^2}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \frac{1 + 3\sqrt{2}}{6}$$

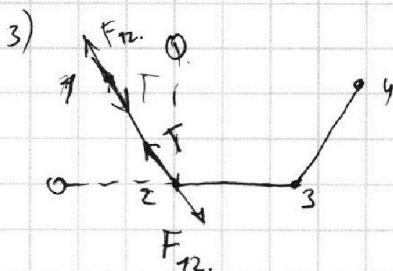
Возьмем 2 шар

у него энергии $k_2 + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a}$

$$k_2 = kq^2 \cdot \left(2 + \frac{\sqrt{2}}{2} - \left(2 + \frac{1}{2}\right)\right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \frac{\sqrt{2}-1}{2}$$

$$\text{Итак, } K_1 = K_4 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \frac{1 + 3\sqrt{2}}{24}$$

$$K_2 = K_3 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \frac{\sqrt{2}-1}{8}$$



В.к. присутствует нуль, шары 2 и 3 будут
неподвижны. Значит, расстояние между шары
равно $d = \sqrt{2}a$

$$\text{Ответ: 1) } q = \sqrt{\frac{16\pi\epsilon_0 \cdot T a^2}{4 + \sqrt{2}}}; 2) K_2 = \frac{(\sqrt{2}-1)q^2}{8\pi\epsilon_0 a}; 3) d = \sqrt{2}a.$$



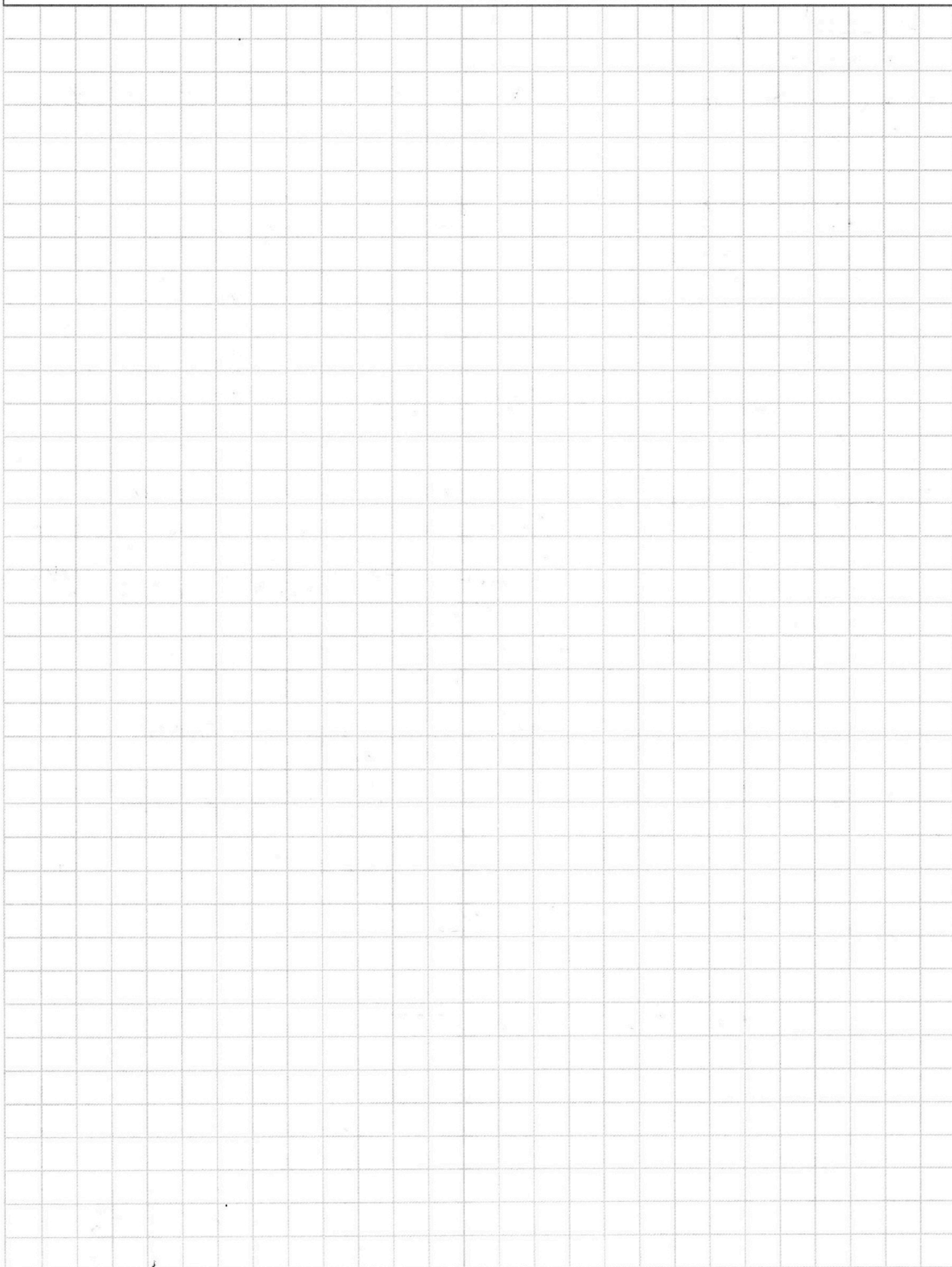
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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!

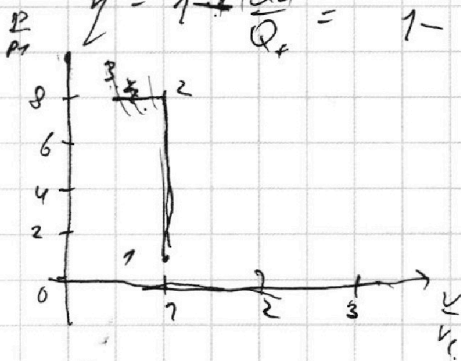
$c = \frac{3}{2} R$; $V = \text{const}$. №4

$C = 2R$; $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$.

$Q = 2 \nu R \Delta T$; A_{23}

$\Delta U = Q + A$; $A = \Delta U - Q = -\frac{\nu R \Delta T}{2} = -\frac{\nu R (-3T_1)}{2} = 1,5 \nu R T_1$

$\eta = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+} = 1 - \frac{0,5 \nu R \cdot 4T_1 + 2 \nu R \cdot 3T_1}{1,5 \nu R \cdot 4T_1} = 1 - \frac{8}{10,5} = \frac{2,5}{10,5}$



(12) $V = \text{const}$; $p = \frac{\nu R T}{V}$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$

(25) $A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + 0,5 \nu R \Delta T = \nu R \Delta T$
 $= \nu R \Delta T$

$-\int p dV = \int p dV + V dp$
 $V dp = -p dV$ $V dp = 0$ $p = \text{const}$

$\frac{dp}{p} = -\frac{2 dV}{V}$
 $\ln \frac{p_2}{p_1} = -2 \ln \frac{V_2}{V_1} = -2 \ln 2$

$N = mg - F \sin \alpha$

$F \cos \alpha - \mu N$

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

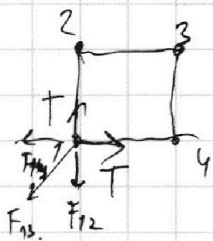
$\cos \alpha - \mu \sin \alpha = 1$

(3) $A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T - 2 \nu R \Delta T = -\frac{1}{2} \nu R \Delta T$

$p dV = -\frac{2}{3} p dV + V dp$
 $\frac{5}{3} p dV = V dp$

$A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 4 p_1 V_1$

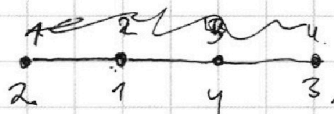
$A_{32} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p_1 V_1$



$F_{12} + F_{13} \cos 45^\circ = T$

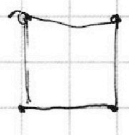
$\frac{k q^2}{a^2} + \frac{k q^2}{2 a^2} = T$

$\frac{3}{2} \frac{k q^2}{a^2} = T$; $|q| = \sqrt{\frac{2 T a^2}{3 k}} = \sqrt{\frac{2}{3} T a^2 \cdot 4 \pi \epsilon_0}$



(1) $\frac{k q^2}{2^2} + \frac{k q^2}{2^2} + \frac{k q^2}{2^2} = \frac{k q^2}{2^2} + \frac{k q^2}{2^2} + \frac{k q^2}{4^2} + \frac{k q^2}{4^2}$

$\frac{k q^2}{4^2} = \frac{m \mu^2}{2}$; $\omega = \sqrt{\frac{k q^2}{2 m^2 z^2}}$



$\frac{k q^2}{2^2} + \frac{k q^2}{2^2} + \frac{k q^2}{2^2} = \frac{k q^2}{2^2} + \frac{k q^2}{4^2} + \frac{k q^2}{4^2} + \frac{k q^2}{4^2}$

$k = k q^2 \cdot (1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{4}) = \frac{41}{36} k q^2$

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!

УЕРХОЗНАК

$$V_0 \sin \alpha t = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = V_0 \cos \alpha t = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}, \quad \frac{V_0^2}{g}$$

$$V_0 \cos \alpha t_2 = S, \quad V_0 = \sqrt{2g}$$

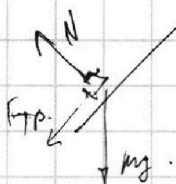
$$t_2 = \frac{S}{V_0 \cos \alpha} \quad V_0 \sin \alpha t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = H.$$

$$\left(\frac{\sin}{\cos}\right)' = \frac{\sin' \cos - \cos' \sin}{\cos^2} = \frac{\cos^2 - \sin^2}{\cos^2} = 1 - \tan^2 \alpha.$$

$$S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = H.$$

$$S \cdot (1 - \tan^2 \alpha) + 2 \cdot \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \cos^2 (-\sin) = \frac{\cos^2 - \sin^2}{\cos^2} H + \frac{H^2}{V_0^2}$$

$\frac{k}{m}$ - маневр, m cs



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$$

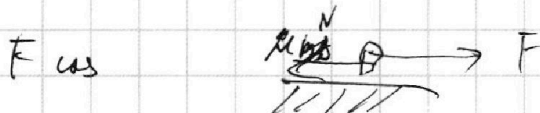
$$a = -\mu g \cos \alpha = -0,8 \mu g = -4 \frac{m}{c^2}$$

$$V_0 - at = 0$$

$$S = \frac{V_0 t}{2} + \frac{at^2}{2} = 4 \text{ m}$$

с.о. маневр

$$\sqrt{400 - 144} = \sqrt{256} = 16 \frac{m}{c}$$



$$t_2^2 = \frac{\sin^2}{\cos^2} = \left(\frac{1}{\cos^2} - 1\right)$$

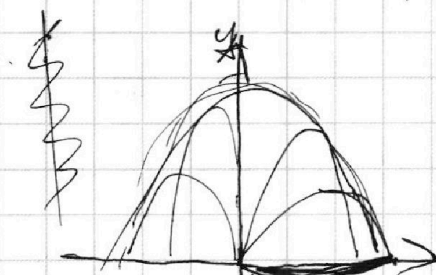
$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$ma = F \cos \alpha - \mu N = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

$$F = \frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{1 - \mu \tan \alpha}$$

$$\mu = \frac{F - F \cos \alpha}{F \sin \alpha - mg}$$

Урактина
прогнм. бидати.



$$y = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2v_0^2} x^2, \quad \frac{v_0^2}{2g} = a \cdot \frac{v_0^4}{g^2}$$

$$y = k - ax^2, \quad a = \frac{g}{2v_0^2}, \quad y \cos \alpha = \frac{v_0^2}{g}, \quad k =$$