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 $\alpha = 45^0$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

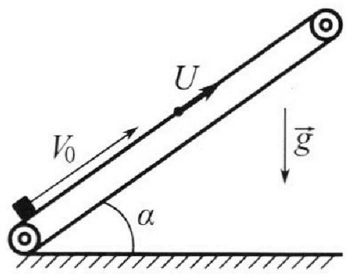
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с^2. 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.



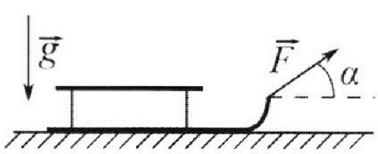
1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

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 вр емя 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/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.

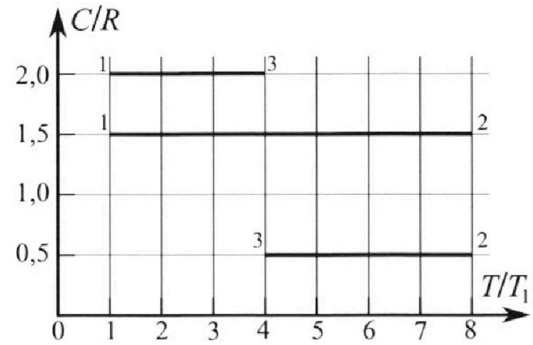
2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g. Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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

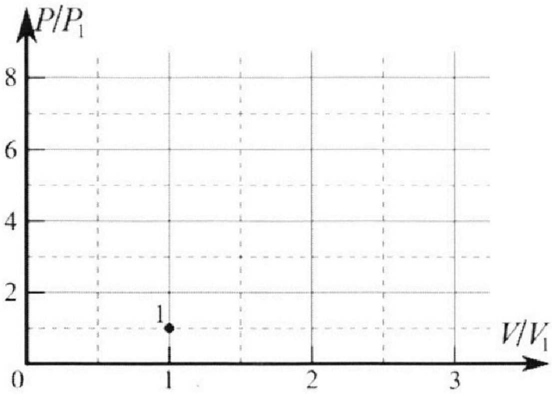
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1(см.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



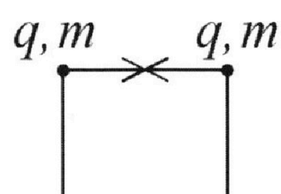
1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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 расс тоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Электриче ская 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 ☐

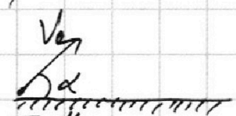
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

№1

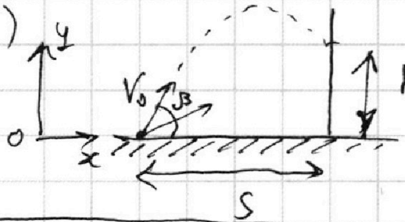
$\alpha = 45^\circ \Rightarrow L = \dfrac{v_0^2}{g}$.

1) L - дальность полёта $\Rightarrow L = \dfrac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$



$V_0 = \sqrt{\dfrac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200}\ \frac{м}{с} = 10\sqrt{2}\ \frac{м}{сек}$

2)



Пусть β - угол, при котором достигается макс. высота
τ - время, за кот. мяч долетает до стенки

Запишем ур-ия движения вдоль осей x и y: $V_0 \cos\beta\, \tau = S$
$V_0 \sin\beta\, \tau - g\tau^2 = H$,

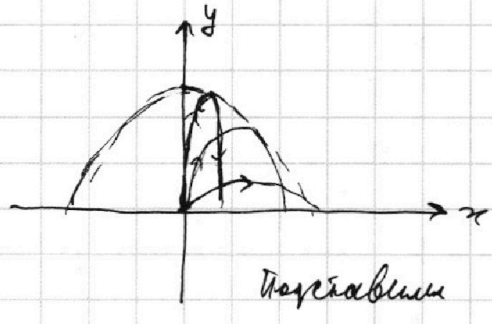
$$\begin{cases} \tau = \dfrac{S}{V_0 \cos\beta} \\ S \cdot tg\beta - g\dfrac{S^2}{V_0^2 \cdot \cos^2\beta} = H. \end{cases}$$

т.к. H - max, то $H'(\beta) = 0$.

$S \cdot (1 - tg^2\beta) - g\dfrac{S^2}{V_0^2} \cdot (-2) \cdot \cos^{-3}\beta(-\sin\beta) = 0$.

$1 - tg^2\beta = \dfrac{2gS}{V_0^2} \cdot \cancel{tg\beta}\ \dfrac{\sin\beta}{\cos^3\beta}$

H- макс. высота $\Rightarrow$ точка с коорд. $(S; H)$ $\in$ границе простреливаемой области.



Уравнение границы простр. обл.:

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

Подставим в него наши координаты:

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

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

Ответ: $V_0 = \sqrt{\dfrac{Lg}{\sin 2\alpha}} = 10\sqrt{2}\ \frac{м}{сек}$.

$S = \sqrt{L^2 - 2LH} = 16\ м.$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

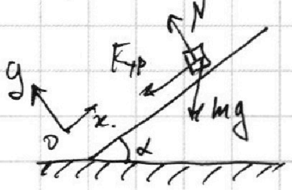
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

 (чистовик) № 2.

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



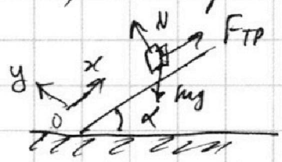
$F_{тр} = \mu N$

a – ускорение бруска

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

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

$V_0 + aT < 0 \Rightarrow$ коробка поменяет направл., и тогда $F_{тр}$ будет в другую сторону.



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

Пусть коробка остановится за время $T_1' = -\frac{V_0}{a_1} = 0{,}6$ сек., пройдя $S_1 = \frac{-V_0^2}{2a_1} = 1{,}8$ м.

и в течение $T_2' = T - T_1' = 0{,}4$ сек. будет скатываться, пройдя $L_2 =$

$= S_2 = \frac{a_2 T_2'^2}{2} = -0{,}16$ м.

$S = S_1 + S_2 = 1{,}64$ м.

$$\boxed{\text{Ответ: } S = 1{,}64\text{ м}; \quad T_1 = 0{,}5\text{ сек}; \quad L = 1\text{ м}.}$$

2) перейдём в с.о. ленты (она инерциальна). Скор-ть коробки отн-но ленты $V' = v - v = 0$. Нач. скор-ть $V_0' = V_0 - v = 5\,\frac{м}{с}$. движ. равнозамедленное $\Rightarrow T_1 = \frac{V' - V_0'}{a_1} = \frac{v - V_0}{-g\cdot(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)} = 0{,}5$ сек.

3) отн-но ленты $V' = V - v = -1\,\frac{м}{с}$; отн-но ленты поменялось направл. движения. Когда $V' = 0$ $L_1' = \frac{-V_0'^2}{2a_1} =$

$= 1{,}25$ м; далее $L_2' = \frac{V'^2}{2a_2} = -0{,}25$ м.; $L = L_1' + L_2' = 1$ м.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

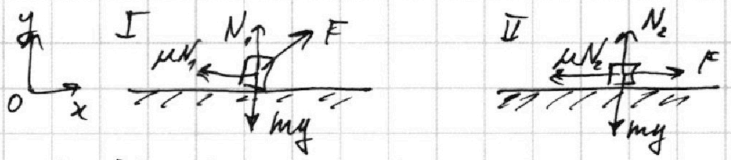
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

 (чистовик) №3

1) Если разгон на одинаковых участках пути, то ускорения санок (a) были одинаковые.



Запишем II з. Ньют. на оси y и x

I $\begin{cases} N_1 = mg - F\sin\alpha \\ F\cos\alpha - \mu N_1 = ma. \end{cases}$ II $\begin{cases} N_2 = mg \\ F - \mu N_2 = ma. \end{cases}$

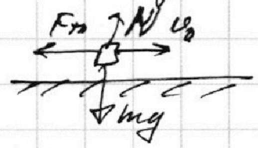
$$ma = F\cos\alpha - \mu mg + \mu F\sin\alpha = F - \mu mg.$$

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

~~Значит,~~

V^{max} – скор-ть бруска при разгоне до торможения

2) При торможении в горизонт. направл. действует только $F_{тр} = \mu N = \mu mg$



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

$$S = \frac{-V^2}{-\mu g} = \frac{V^2}{\mu g}. \qquad \text{Но } K = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V^2 = \frac{2K}{m}.$$

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

~~Ответ:~~ 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

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

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

МФТИ

стр. 4 из 6 [чистовик] №4

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

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

~~из~~ подведённое 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) $\eta = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+}$

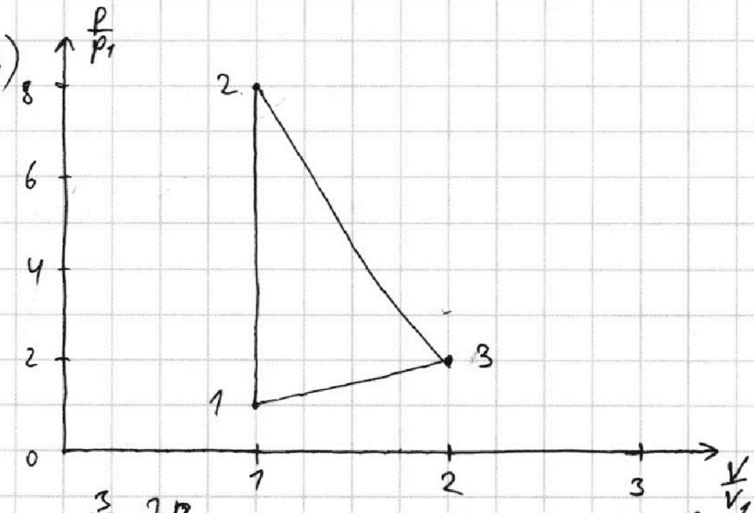
подвед. тепло за процессы: $Q_{12} = \nu c_{12} \cdot \Delta T_{12} = +1{,}5\nu R \cdot 7T_1$

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

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

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

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

3) 

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

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

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

$\nu R dT = pdV + Vdp$ (из ур-ия состояния)

$\Rightarrow$ $-pdV = pdV + Vdp$

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

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

 чистовик №4 (продолжение)

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

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

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

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

$$-pdV = -\frac{1}{2}\cdot(pdV + Vdp)$$

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

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

$$A_{23} = \Delta U_{23} - Q_{23} = \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2}\right)\nu R\Delta T_{23} = -4\nu R\,T_1 = -4p_1V_1$$

$$A_{31} = \Delta U_{31} - Q_{31} = \left(\frac{3}{2} - 2\right)\nu R\Delta T_{31} = -\frac{3}{2}\nu R\,T_1 = -\frac{3}{2}p_1V_1$$

Значит, площадь под гр-ком 23 будет 4~~pV~~, под гр-ком 31 будет 1,5 ~~pV~~ $\quad T_3 = 4T_1 \Rightarrow p_3V_3 = 4p_1V_1$

Пусть $\frac{V_3}{V_1} = x$. Тогда $\frac{p_3}{p_1} = \frac{4}{x}$. Площ под гр-ком 31 1,5 $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \underbrace{\frac{(x-1)\cdot\left(\frac{4}{x}+1\right)}{2}}_{\text{формула площ. тр-ка}} = 1{,}5; \quad (x-1)\left(\frac{4}{x}+1\right) = 3; \quad (x-1)(x+4) = 3x.$$

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

$$x = 2. \Rightarrow$$

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

т.к. на участках 23; 31 $c = const$, то на графике это отрезки.

Ответ: 1) $A_{31} = \frac{3}{2}\nu RT_1$; 2) $\eta = \frac{5}{21}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

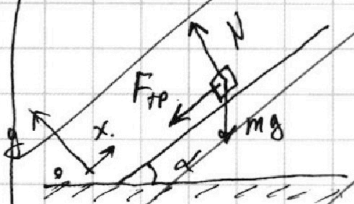
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

№2

ЧЕРНОВИК

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



$F_{тр} = \mu N.$

a – ускорение бруска по ленте.

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

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

~~такт~~ $V_0 + aT > 0 \Rightarrow$ коробка не поменяет направл. движения. Значит, $S = V_0T + \frac{aT^2}{2} = V_0T - \frac{\mu g\cos\alpha \cdot T^2}{2} = 4\,м.$

2) Перейдём в с.о. ленты (она инерциальна). Тогда скорость коробки отн-но ленты $v' = v - v = 0$. Но нач. скорость коробки была равна $V_0' = V_0 - v = 5\ \frac{м}{с}$. Оно движ. равноускоренно

$v' = V_0' + aT_1$; $T_1 = \frac{v' - V_0'}{a} = \frac{v - V_0}{-\mu g\cos\alpha} = 1{,}25\ сек.$

3) Скорость отн-но земли $V = 0 \Rightarrow$ отн-но ленты $V' = V - v = -1\ \frac{м}{с}$; коробка движ. равноускоренно. Отн-но ленты менялось направление движения.

Когда $V' = 0$, коробка прошла $L_1 = \frac{V'^2 - V_0'^2}{2a}$

Когда

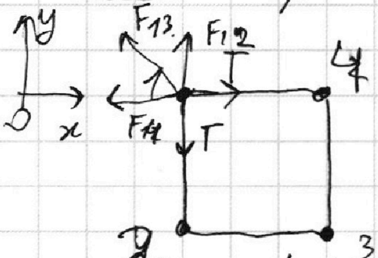
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

МФТИ

чистовик стр. 6 из 6 № 5



1) По II з. Ньют. в проекц. на ось Oy:

$$T = F_{12} + F_{13}\cdot\cos 45.$$

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

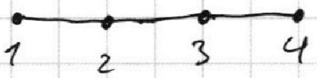
$F_{12} = F_{14} = \frac{kq^2}{a^2}$, а

$F_{13} = \frac{kq^2}{2a^2}$, где $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

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

$$q = \sqrt{\frac{Ta^2}{k\cdot\left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)}} = \sqrt{\frac{4\pi\varepsilon_0 \cdot Ta^2}{1 + \frac{\sqrt{2}}{4}}} = \sqrt{\frac{16\pi\varepsilon_0\cdot Ta^2}{4+\sqrt{2}}}$$

2)



Начальн. энергия потенциального взаимод. вия у любого шарика равна

$$\frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\cdot a}\cdot\left(2+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

Возьмём 1 шар

У него энергия $k_1 + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} = \frac{11}{6}\frac{kq^2}{a} + k_1$

Тогда $K_1 = \frac{kq^2}{a}\cdot\left(2+\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{11}{6}\right) = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 a}\cdot\frac{1+3\sqrt{2}}{6}$

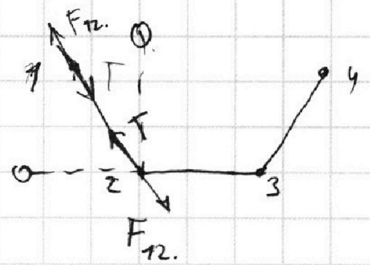
Возьмём 2 шар. У него энергия $k_2 + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a}$

$$k_2 = kq^2\cdot\left(2+\frac{\sqrt{2}}{2} - \left(2+\frac{1}{2}\right)\right) = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 a}\cdot\frac{\sqrt{2}-1}{2}$$

Итак, $K_1 = K_4 = \frac{q^2}{\pi\varepsilon_0 a}\cdot\frac{1+3\sqrt{2}}{24}$

$$k_2 = k_3 = \frac{q^2}{\pi\varepsilon_0 a}\cdot\frac{\sqrt{2}-1}{8}$$

3)



Т.к. присутствуют нити, шары 2 и 3 будут неподвижны. Значит, крайние шары прошли расстояние $d = \sqrt{2}a$.

Ответ: 1) $q = \sqrt{\frac{16\pi\varepsilon_0\cdot Ta^2}{4+\sqrt{2}}}$; 2) $k_2 = \frac{(\sqrt{2}-1)q^2}{8\pi\varepsilon_0 a}$; 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

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

МФТИ

ЧЕРНОВИК.

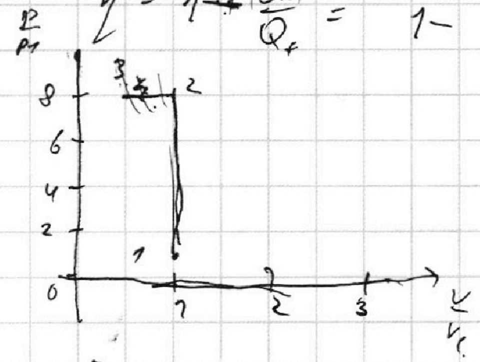
$c = \frac{3}{2}R$; $V = const$. №4

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

$Q = 2\nu R \Delta T$; A_{34}

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

$\eta = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+} = 1 - \frac{0{,}5\nu R \cdot 4T_1 + 2\nu R \cdot 3T_1}{1{,}5\nu R \cdot 7T_1} = 1 - \frac{8}{10{,}5} = \frac{2{,}5}{10{,}5}$



(12) $V = const$; $p = \frac{\nu RT}{V}$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$.

$p_2 = 8p_1$

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

$= \nu R \Delta T$.

$-\int p\,dV = \int p\,dV + V\,dp$.

$V\,dp = -2p\,dV$. $V\,dp = 0$; $p = const$.

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

$\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{4}{8}$

$N = mg - F\sin\alpha$

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

$= -\frac{1}{2}\nu R \Delta T$.

$V_3 = \frac{V_2}{2}$

$F\cos\alpha - \mu N$

$p\,dV = -\frac{1}{2}p\,dV + V\,dp$

$\frac{3}{2}p\,dV = V\,dp$

$\frac{3}{2}\cdot\ln\left(\frac{V_1}{V_3}\right) = \ln\left(\frac{p_1}{p_3}\right)$

$e^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{V_1}{V_3} = \frac{p_1}{p_3}$

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

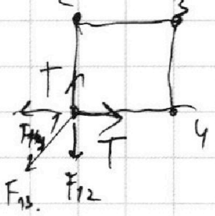
$\frac{3}{2}\frac{dV}{V} = \frac{dp}{p}$.

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

№5

$A_{23} = 4\nu R T_1 = 4p_1V_1$

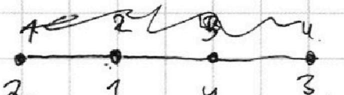
$A_{31} = \frac{3}{2}\nu R T_1 = \frac{3}{2}p_1V_1$



$F_{12} + F_{13}\cdot\cos 45 = T$.

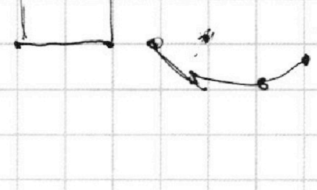
$k\frac{q^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} = T$.

$\frac{3}{2}\frac{kq^2}{a^2} = T$; $|q| = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{Ta^3}{k}} = \sqrt{\frac{2}{3}Ta^3\cdot 4\pi\varepsilon_0}$



(1) $\frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{2r^2} = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{r_2} + \frac{kq^2}{4r^2} + K$.

$\frac{kq^2}{4r^2} = \frac{mv^2}{2}$; $v = \sqrt{\frac{kq^2}{2mr^2}}$



$\frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{2r^2} = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{4r^2} + \frac{kq^2}{9r^2} + K$

$K = \frac{kq^2}{4r^2} = \frac{q^2}{16\pi\varepsilon_0 r^2}$

$K = kq^2\cdot\left(1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = \frac{41}{36}kq^2$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

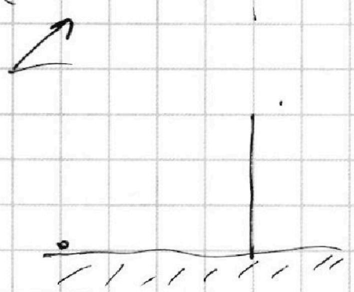
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

ЧЕРНОВИК

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

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



$V_0 \cos\alpha\, t_2 = S$. $V_0 = \sqrt{Lg}$

$V_0 \sin\alpha\, t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = H$.

$t_2 = \frac{S}{V_0 \cos\alpha}$

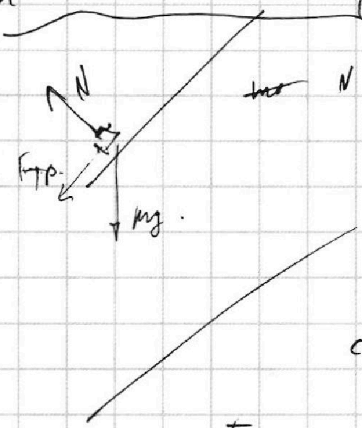
$S \operatorname{tg}\alpha - \frac{g S^2}{2V_0^2 \cos^2\alpha} = H$.

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

$S \cdot (1 - \operatorname{tg}^2\alpha) + 2 \cdot \frac{g S^2}{2V_0^2} \cdot \cos^{-3}(-\sin\alpha) =$

$\frac{\cos^2 - \sin^2}{\cos^2}$

$\boxed{\frac{k}{m} \text{ — малое, м с}}$



$N = mg\cos\alpha$

$F_{тр} = \mu m g \cos\alpha$.

$a = -\mu g \cos\alpha = -0{,}8\mu g = -4\ \frac{м}{с^2}$.

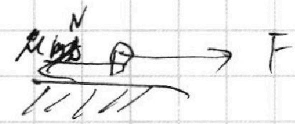
$V_0 - at > 0$.

$S = V_0 t + \frac{a t^2}{2} = 4$ м.

$\sqrt{400 - 144} = \sqrt{256} = 16\ \frac{м}{с}$

с.о. ленты

$F \cos$



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

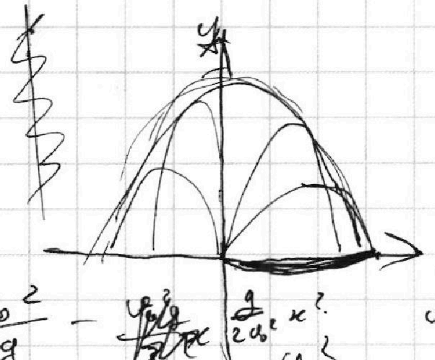
$N = mg - F\sin\alpha$

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

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

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

Граница
простр. области.



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

$a = \frac{g}{2v_0^2}$. $y = k - ax^2$.

$\frac{v_0^2}{2g} = a \cdot \frac{v_0^4}{g^2}$

$y = \cos x = k\ \frac{v_0^2}{g}$.

$k =$