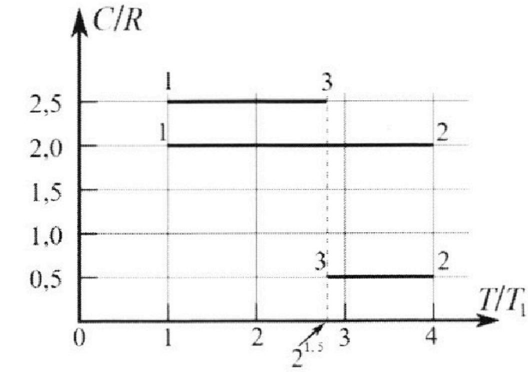
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

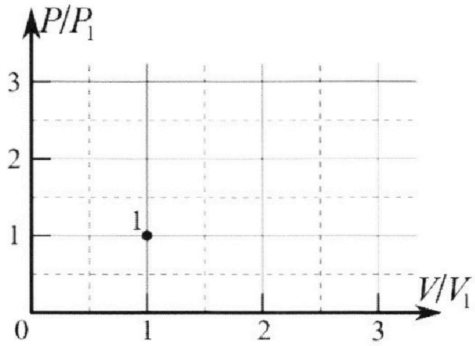
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).



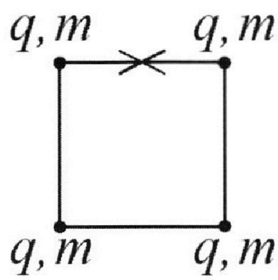
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД 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 b (см. рис.). Масса каждого шарика m, заряд q.



1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Коэффициент пропо рциональности в законе Кулона k. Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

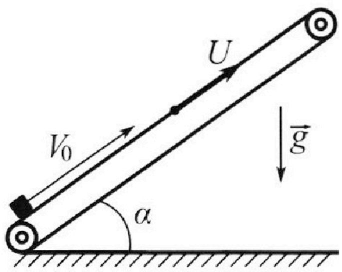
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.
2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения g =10 м/с^2. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воз духа считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin\alpha = 0{,}8$ (см. рис.).



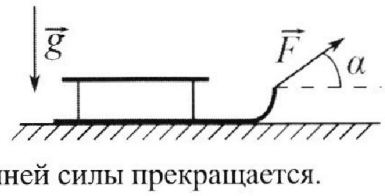
В первом опыте небольшую коробку ставят на *покоящуюся* ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.

1) За какое время T после старта коробка пройдет *в первом опыте* путь $S = 1$ м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, *движущуюся* со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?
3) На какой высоте H, отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения g =10 м/с^2. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.



В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g.

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

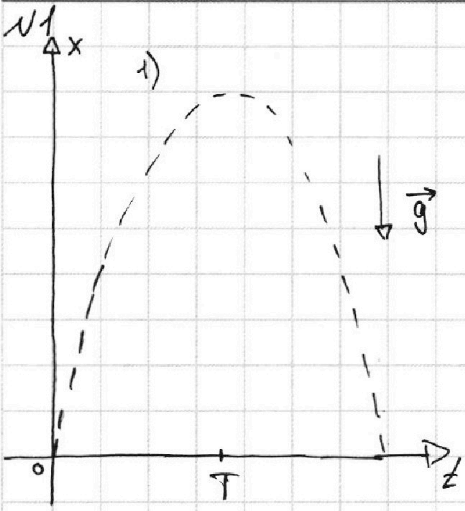
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 [X] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 7 [ ]

МФТИ

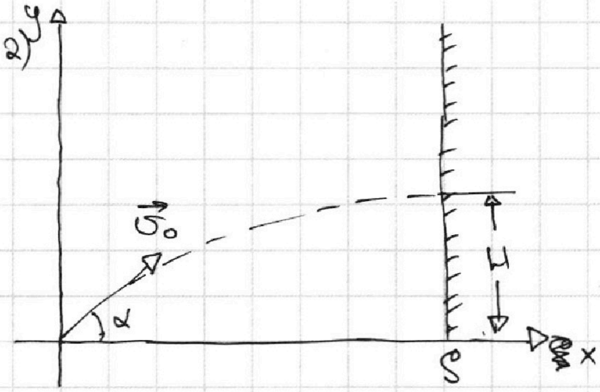
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№1



Дано: ~~υ_0~~ H_{max} за $T = 2c$, $S = 20м$

Найти: 1) υ_0; 2) H - максимальная высота



Решение:

1) $x(t) = \upsilon_0 t - \frac{gt^2}{2}$;

$x(T) = H_{max} \Rightarrow x(2T) = 0$

$* \; x(2T) = 2\upsilon_0 T - \frac{g \cdot 4T^2}{2} = 2T(\upsilon_0 - gT) \Big| \Rightarrow \upsilon_0 - gT = 0 \Rightarrow \upsilon_0 = gT$;

$\upsilon_0 = 10 \frac{м}{с^2} \cdot 2с = 20 \frac{м}{с}$.

2) $\begin{cases} x(t) = \upsilon_0 \cos\alpha t \\ y(t) = \upsilon_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$

Пусть τ - время удара мяча об стенку, тогда $x(\tau) = S$

$\upsilon_0 \cos\alpha \, \tau = S \Rightarrow \tau = \frac{S}{\upsilon_0 \cos\alpha}$

$y(\tau) = \upsilon_0 \sin\alpha \cdot \frac{S}{\upsilon_0 \cos\alpha} - \frac{g \cdot \frac{S^2}{\upsilon_0^2 \cos^2\alpha}}{2} = S \, tg\alpha - \frac{gS^2}{2\upsilon_0^2 \cos^2\alpha} = H$

$H' = S(tg\alpha)' - \frac{gS^2}{2\upsilon_0^2} \cdot \left(\frac{1}{\cos^2\alpha}\right)' = 0$

$20 \cdot (tg\alpha)' - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} \cdot \left(\frac{1}{\cos^2\alpha}\right)' = 0$

$-4 \cdot \frac{1}{\cos^2\alpha} + \frac{2\sin\alpha}{\cos^3\alpha} = 0$; $\cos\alpha \neq 0 \Rightarrow tg\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos^2\alpha = \frac{4}{5}$.

$H = 20 \cdot \frac{1}{2} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400 \cdot \frac{4}{5}} = 10 - 5 \cdot \frac{5}{4} = 10 - 6,25 = 3,75 \; (м)$

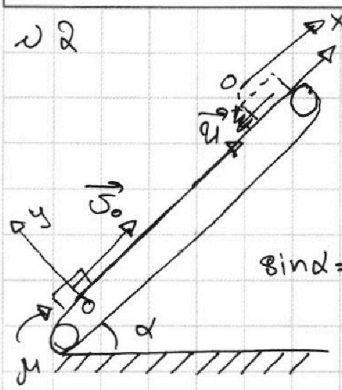
Ответ: 1) $20 \frac{м}{с}$; 2) $3,75 м$

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!

№ 2



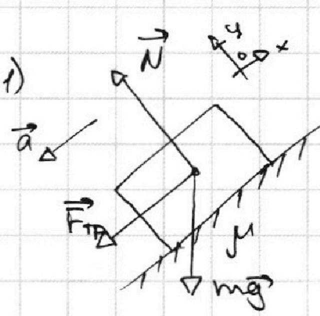
1) $v_0 = 4$ м/с, $u = 0$ м/с, $\mu = \frac{1}{3}$, T: $S = 1$ м

2) $u = 2$ м/с, $v_0 = 4$ м/с, $v = u$: на расстоянии L от точки старта

3) ~~H=?~~ : $v = 0$ м/с

Найти: 1) $T = ?$, 2) $L = ?$; 3) $H = ?$

1)



Решение:

На груз действуют силы: $\vec{N}$, $\vec{F_{тр}}$ и $m\vec{g}$.
Ускорение по Oy равно нулю.

$N - mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow N = mg\cos\alpha \Rightarrow F_{тр} = \mu mg\cos\alpha$

Ox: $-F_{тр} - mg\sin\alpha = ma_x \Rightarrow ma_x = -\mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha = -mg(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) \Rightarrow a_x = -g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$

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

$x(T) = S \Rightarrow v_0 T - \frac{g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)T^2}{2} = S$;

$4T - \frac{10\left(\frac{1}{3}\cdot\sqrt{1 - \frac{16}{25}} + \frac{4}{5}\right)}{2}T^2 = 1$;

$4T - 5\cdot 1 T^2 = 1$

$5T^2 - 4T + 1 = 0$;

$D = 16 - 20 = -4 < 0 \Rightarrow$ Брусок начинает опускаться до того, как пройдёт путь S, тогда сила трения меняется на противоположную.

$ma_x = -mg\sin\alpha + \mu mg\cos\alpha = mg(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) \Rightarrow a_x = g(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$.

$x'(t) = \frac{a_x t^2}{2} = \frac{g(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)t^2}{2}$

Пусть до начала спуска груз прошёл путь S_1 за время T_1.

$v_x(T_1) = 0 \Rightarrow v_0 - g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)T_1 = 0 \Rightarrow T_1 = \frac{v_0}{g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)}$;

$T_1 = \frac{4\text{ м/с}}{10\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\left(\frac{1}{3}\cdot\frac{3}{5} + \frac{4}{5}\right)} = 0,4$ с;

$S_1 = x(T_1) \Rightarrow S_1 = 0,8$ м. $\Rightarrow S_2 = S - S_1 = 0,2$ м.

$x'(T_2) = \frac{g(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)}{2}T_2^2 = -S_2 \Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}}$;

$T_2 \approx 0,251$ с.

$T = T_1 + T_2 = 0,4 + 0,251 = 0,651$ с.

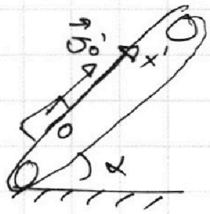
см. продолжение (лист 1)

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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

2) Перейдём в систему отсчёта, связанную с ~~грузом~~. грузовой лентой. Когда скорость груза υ будет равна скорости ленты u, в этой системе отсчёта её скорость υ' будет равна 0.



$\upsilon_0' = \upsilon_0 - u$; $\upsilon_0' = 2$ м/с.

$\upsilon'_x(t) = \upsilon_0' + a_x \cdot t$.

$a_x' = g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$

$\upsilon_x'(T) = 0 \Rightarrow \upsilon_0' = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)T \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \dfrac{\upsilon_0'}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$; $\cancel{T = \frac{1}{3}\text{ с}}$ $T = 0{,}2$ с

$x(t) = \upsilon_0 t - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)\cdot\dfrac{t^2}{2}$

$x(T) = L = \upsilon_0 T - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)\cdot\dfrac{T^2}{2} \Rightarrow \cancel{L = 1\text{ м}}$ $L = 0{,}6$ м

~~3) В той же системе отсчёта, когда скорость коробки равна нулю, $\upsilon_{x'} = -u$~~

~~$\cancel{\upsilon_x(t) = \upsilon_0' + a_x t}$ $\upsilon_{x'}(\tau) = \upsilon_0' - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)\tau = -u \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow \tau = \dfrac{\upsilon_0' + u}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} \Rightarrow \tau = 0{,}4$ с~~

~~$x(\tau) = \upsilon_0 \tau - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)\dfrac{\tau^2}{2}$; $x(\tau) = 0{,}8$ м~~

~~$H = x(\tau)\cdot\sin\alpha = 0{,}64$ м.~~

~~Ответ: 1) ~0,651 с; 2) 0,6 м; 3) 0,64 м.~~

см. продолжение (лист 2)

№ 2

3) В той же системе отсчёта, что и в пункте 2), когда скорость коробки равна нулю, $v_{x'} = -u$. При этом коробка движется медленней, чем лента, значит сила трения направлена вверх и $a_{x'} = -g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$$v_{x'}(t) = -g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)t$$

$$v_{x'}(\tau) = -u \Rightarrow g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)\tau = u \Rightarrow \tau = \frac{u}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} \Rightarrow \tau = \frac{1}{3}\,с.$$

$$x(\tau) = \cancel{0{,}87}\ L_{max} - g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)\tau^2 \cdot \frac{1}{2},$$ где $L_{max} = L$ (из пункта 2))

$$x(\tau) = 0{,}6 - 10 \cdot \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3}\cdot\frac{3}{5}\right) \cancel{\approx 0{,}87} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{9} \approx 0{,}27\ (м)$$

$$H = x(\tau)\cdot\sin\alpha \Rightarrow H \approx 0{,}216\ м$$

Ответ: 1) $\sim 0{,}651$ с ; 2) $0{,}6$ м ; 3) $0{,}64$ м

(лист 3)

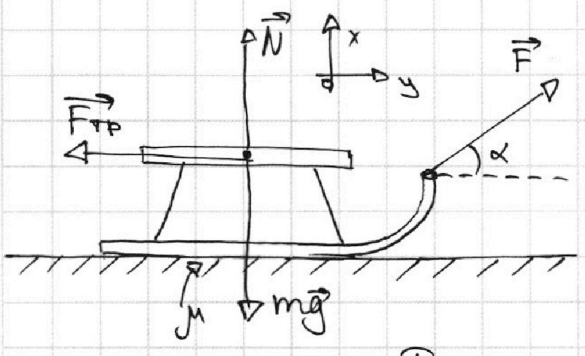
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

№3



$0 \to \upsilon_0$, $F_1 = F_2 = F$.

1) α; 2) $\alpha = 0$, $t_1 = t_2$.

Разгон за одинаковое время.

1) $\mu = ?$; 2) $T = ?$: санки остановятся.

Решение:

Разгоняются до υ_0 за одинаковое время $\Rightarrow a_1 = a_2 = a$

1)

(1) Ox: $N + F\sin\alpha - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F\sin\alpha \Rightarrow F_{тр_1} = \mu mg - \mu F\sin\alpha$.

Oy: $F\cos\alpha - \mu mg + \mu F\sin\alpha = ma$ (1)

(2) Ox: $N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow F_{тр_2} = \mu mg$

Oy: $F - \mu mg = ma$ (2)

~~(2) $\Rightarrow$ F = m(a + μg)~~

~~Подставляем в (1): m(a + μg)cosα − μmg + μm(a + μg)sinα = ma~~

Подставляем (2) в (1):

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

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

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

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

2) После прекращения действия силы: $a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$.

$\upsilon(t) = \upsilon_0 - at$

$\upsilon(T) = 0 \Rightarrow \upsilon_0 = \mu g T \Rightarrow T = \frac{\upsilon_0}{\mu g}$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha}$; 2) $T = \frac{\upsilon_0}{\mu g}$

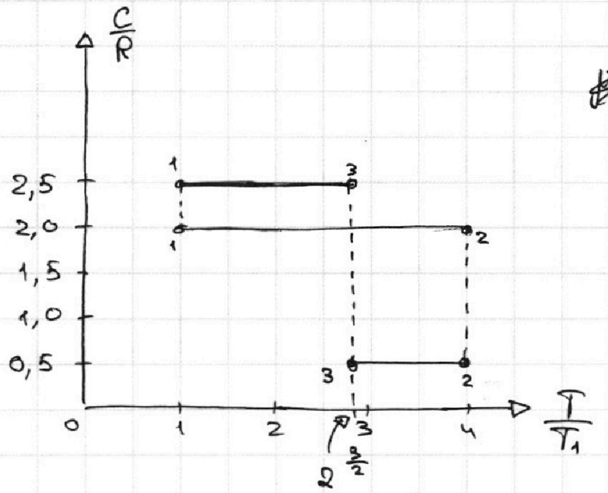
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

МФТИ

№4



$\nu=1$ моль, $i=3$, $T_1=400$ K

1) $A_{12}=?$

2) $\eta=?$

3) График в коорд. $\frac{P}{P_1}\left(\frac{V}{V_1}\right)$.

Решение:

1) $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1) = \frac{3}{2}\nu R\cdot\left(\frac{T_2}{T_1}-1\right)\cdot T_1 =$

$= \frac{3}{2}\nu R T_1\cdot 3 = \frac{9}{2}\nu R T_1.$

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$\frac{Q_{12}}{T_2-T_1} = C_{12} = \frac{\Delta U_{12}+A_{12}}{T_2-T_1} \Rightarrow A_{12} = C_{12}\cdot\left(\frac{T_2}{T_1}-1\right)T_1 - \frac{9}{2}\nu R T_1 =$

$= C_{12}\cdot T_1\cdot 3 - \frac{9}{2}\nu R T_1 \Rightarrow A_{12} = 2\cdot 400\cdot 3 - \frac{9}{2}\cdot 1\cdot 8{,}31\cdot 400 =$

$= 2400 - 14958 = -12558$ (Дж)

2) $Q_{12} = C_{12}T_1\left(\frac{T_2}{T_1}-1\right) = 2\cdot 400\cdot 3 = 2400$ (Дж).

$Q_{23} = C_{23}T_1\left(\frac{T_3}{T_1}-\frac{T_2}{T_1}\right) = 0{,}5\cdot 400\cdot\left(2^{\frac{3}{2}}-4\right) = -200\cdot\left(4-2^{\frac{3}{2}}\right) =$

$= -400\left(2-\sqrt{2}\right)$. (Дж)

$Q_{31} = C_{31}T_1\left(1-\frac{T_3}{T_1}\right) = 2{,}5\cdot 400\cdot\left(1-2^{\frac{3}{2}}\right) = 1000\left(1-2^{\frac{3}{2}}\right) =$

$= -1000\left(2^{\frac{3}{2}}-1\right)$ (Дж)

$Q^+ = Q_{12}$; $Q^- = |Q_{23}+Q_{31}| = 800 - 200\cdot 2^{\frac{3}{2}} + 1000\cdot 2^{\frac{3}{2}} - 1000 =$

$= 10^2\left(8\cdot 2^{\frac{3}{2}} - 2\right) = 200\left(2^{\frac{7}{2}}-1\right)$

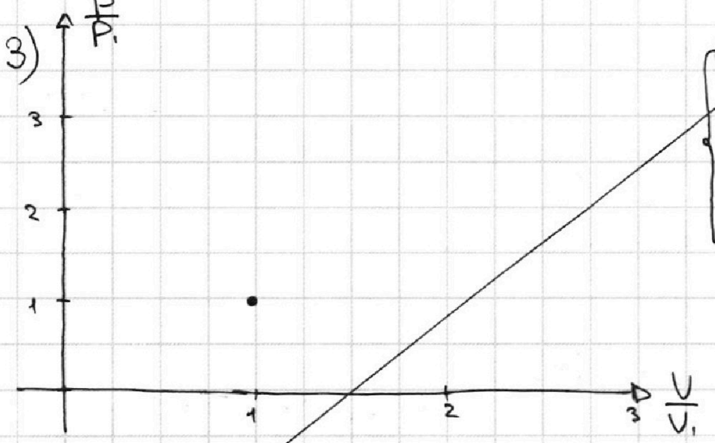
см. продолжение (лист 1)

№4

$$\eta = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+} = \frac{2400 - 200\,(2^{\frac{7}{2}} - 1)}{2400} = 1 - \frac{2^{\frac{7}{2}} - 1}{12} \approx 1 - \frac{11,28 - 1}{12} \approx 1 - 0,86 =$$

$$= 0,14 \Rightarrow \eta \approx 14\%$$

3)



$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad (1) \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \quad (2) \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \quad (3) \end{cases}$$

$pV = \nu RT \Rightarrow$

$\frac{p}{p_1} = \frac{T}{T_1} \cdot \frac{1}{(V/V_1)}$,

график - гипербола.

$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = 4 \cdot \frac{V_1}{V_2} = 4 \cdot \frac{1}{(V_2/V_1)}$;

Аналогично $\frac{p_3}{p_1} = 2^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{1}{(V_3/V_1)}$

Ответ: ~~1) -1255~~ 1) -12558 Дж; 2) $\sim 14\%$

(лист 2)

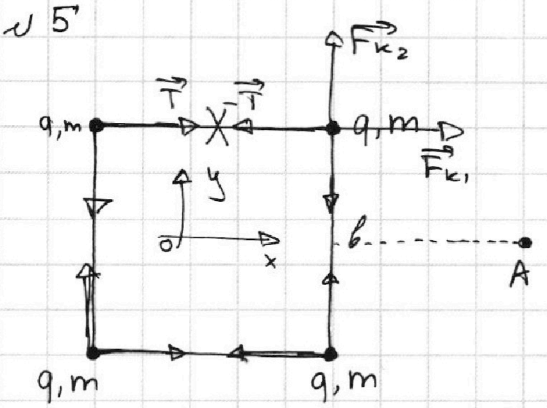
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№ 5



Дано: b, q, m

1) $\vec{T}$ = ? - сила натяжения нитей

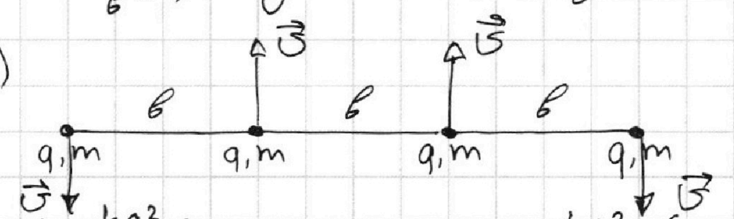
2) υ = ? - любой шарик, когда ~~нити~~ они находятся на одной прямой.

3) d - расстояние от верхних до их точки старта.

Решение:

1) $F_k = \frac{kq^2}{b^2}$; Oy: $F_k - T = 0 \Rightarrow \frac{kq^2}{b^2} = T \Rightarrow T = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 b^2}$.

2)



~~$\vec{\upsilon}$ — скорость крайних шариков.~~

$W_1 = \frac{kq^2}{b}(1+1+\sqrt{2}+1+\sqrt{2}+1) = \frac{kq^2}{b}(4+2\sqrt{2})$ – потенциальная энергия взаимодействия до разрезания

$W_2 = \frac{kq^2}{b}\left(1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+1+\frac{1}{2}+1\right) = \frac{kq^2}{b}\cdot\frac{13}{3}$.

ЗСЭ: $\frac{4\cancel{2}m\upsilon^2}{2} + W_2 = W_1$;

$2m\upsilon^2 = \frac{kq^2}{b}\left(4+2\sqrt{2}-\frac{13}{3}\right) = \frac{kq^2}{b}\cdot\left(2\sqrt{2}-\frac{1}{3}\right) \Rightarrow \cancel{\upsilon = \sqrt{\frac{kq^2}{bm}\left(2\sqrt{2}-\frac{1}{3}\right)}}$

$\Rightarrow \vec{\upsilon} = \sqrt{\frac{kq^2}{bm}\cdot\frac{2\sqrt{2}-\frac{1}{3}}{2}} = \sqrt{\frac{kq^2}{bm}\left(\sqrt{2}-\frac{1}{6}\right)}$. Скорости шариков будут такими по закону сохранения импульса.

3) Скорости шариков в любой момент времени будут одинаковыми $\Rightarrow$ ~~в~~ правый верхний шарик располагается в точке A. $d = \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + b^2} = b\frac{\sqrt{5}}{2}$.

Ответ: 1) $T = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 b^2}$; 2) $\upsilon = \sqrt{\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 bm}\left(\sqrt{2}-\frac{1}{6}\right)}$; 3) $d = \frac{b\sqrt{5}}{2}$.

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

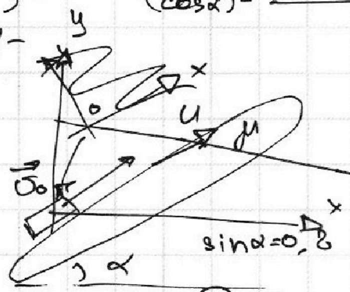
МФТИ

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

$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - g'f}{g^2}$ $\quad p_1V_1 = \nu RT_1 \quad p_2V_2 = \nu RT_2 \quad \frac{p_2}{p_1}\cdot\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{4V_1}{V_2}$

$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \quad \left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\right)' = \frac{(\sin\alpha)'\cos\alpha - (\cos\alpha)'\sin\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha}{\cos^2\alpha}$ $\quad \frac{p_3}{p_1}\cdot\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1}$

$\left(\frac{1}{\cos^2\alpha}\right)' = 1'\cos^2\alpha -$ $\quad \left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\right)' = \frac{(\sin\alpha)'\cos\alpha - (\cos\alpha)'\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{1}{\cos^2\alpha}$. $\frac{p_3}{p_1} = 2\frac{V_1}{V_3}$



1) $u = 0$, $v_0 = 4$ м/с, $\mu = \frac{1}{3}$, $S = 1$ м $\quad \frac{2}{10\cdot\left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3}\right)} = \frac{2}{10\cdot\frac{3}{5}} = \frac{1}{3}$

$T = ?$

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

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

$S = \sqrt{x^2 + y^2}$

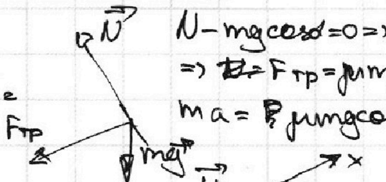
$\sin\alpha = 0,8$

$S^2 = x^2 + y^2 = v_0^2\cos^2\alpha t^2 + v_0^2\sin^2\alpha t^2 + \frac{g^2t^4}{4} - v_0\sin\alpha g t^3 =$

$0,27\cdot 0,8$ $\quad 4000|15 \; 0,2666$

$= v_0^2t^2 + \frac{g^2t^4}{4} - v_0\sin\alpha g t^3$. $\quad \frac{2}{10\cdot\left(\frac{4}{5}+\frac{1}{5}\right)} = 0,2$

$27\cdot 8 = 216$

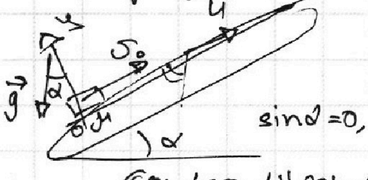


$N - mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow F_{тр} = \mu mg\cos\alpha$ $= 16T^2 + \frac{100t^4}{4} - 4\cdot 0,8\cdot 10\cdot t^3$

$0,27\cdot 0,8 = \frac{27\cdot 8}{1000}$ $\quad ma = \mu mg\cos\alpha + mg\sin\alpha$ $\quad 1 = 16T^2 + 25T^4 - 32T^3$ $\quad 4\cdot 0,2 - 10\cdot\frac{(0,2)^2}{2} = 0,8 - 5\cdot 0,04 = 0,8 - 0,2 = 0,6$

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



1) $u = 0$, $v_0 = 4$, $\mu = \frac{1}{3}$, $S = 1$ м

$\sin\alpha = 0,6$

~~$T = ?$~~
~~$y(t) = 0$~~
~~$x(t) = v_0t - \frac{g\sin\alpha t^2}{2}$~~
~~$x(T) = S$~~
~~$v_0T - \frac{g\sin\alpha T^2}{2} = S$.~~
~~$4T - \frac{10\cdot 0,8 T^2}{2} = 1$~~
~~$4T - 4T^2 = 1$~~
$4T^2 - 4T + 1 = 0$
$(2T - 1) = 0$
$T = \frac{1}{2}$.

$a = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$ $\quad x(t) = v_0t - \frac{at^2}{2}$.

$a = 10\cdot\left(\frac{4}{5} + \frac{1}{3}\cdot\frac{3}{5}\right) = 10$.

$(\cos\alpha\cos\alpha)' = 2\sin\alpha\cos\alpha$

2) $u = 2$ м/с, $v_0 = 4$ м/с

$L = ?$: $v = u$

v

$a = mg$

$\left(\frac{1}{\cos^2\alpha}\right)' = \frac{1' - (\cos^2\alpha)'}{\cos^4\alpha} = \frac{1 + 2\sin\alpha\cos\alpha}{\cos^3\alpha}$

$39\cdot 39 = 1521$

$\sqrt{15} = 3,9$.

$4t - \frac{10t^2}{2} = 1$

$5t^2 - 4t$

Не сможет $\quad \frac{2+2}{10\cdot 1} = 0,4$

S_{max}: $v(t) = 0$

$v = v_0 - at$

$4 = 10\cdot t \Rightarrow t = 0,4$.

$H = x\cdot\sin\alpha =$ $\quad x(t) = 4\cdot 0,4 - \frac{10\cdot 0,16}{2} = 1,6 - 0,8 = 0,8$.

$\left(\frac{1}{3,9}\right)^2 = \frac{1}{15}$.

$\frac{1}{3,9} = \frac{1000}{39}\cdot\frac{1}{100}$ $\quad$ ~~$\frac{2\cdot 0,2}{10\cdot\left(\frac{4}{5}-\frac{1}{5}\right)}$~~ $=$ $\quad \frac{3}{5} - \frac{1}{3} = \frac{9-5}{15} = \frac{4}{15}$

$1000 | 39 = 25,1$

$= \frac{0,4}{10\cdot\frac{3}{5}} = \frac{0,4}{6} = \frac{4}{60} = \frac{1}{15}$.

$\frac{2\cdot 0,2}{10\cdot\frac{4}{5}}$ $\quad 4\cdot 0,4 - 10\cdot 1\cdot\frac{0,16}{2} = 1,6 - \frac{1,6}{2} = 0,8$

$10\cdot\frac{4}{5} - 1$ $\quad 10\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3} = 1$

$L = 4\cdot\frac{1}{3} - 10\left(\frac{4}{5} - \frac{1}{5}\right)\cdot\frac{\frac{1}{9}}{2} = \frac{4}{3} - 2\cdot 3\cdot\frac{1}{9\cdot 2} = \frac{3}{3} = 1$ м

$25,1\cdot\frac{1}{100} = 0,251$ $\quad \frac{10\cdot\frac{3}{5}}{2}\cdot T^2 = 0,2$

$\frac{10\cdot\left(\frac{4}{5}-\frac{1}{5}\right)}{2}\cdot T^2 = 0,2$

$6\cdot T^2 = 0,4$

$T = \sqrt{\frac{1}{15}}$

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

$20\cdot\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\right)' - \frac{10\cdot 400}{2\cdot 400}\cdot\frac{1}{(\cos^2\alpha)'} = 0$ $\quad (\cos\alpha)' = -\sin\alpha$ $\quad 1{,}41$

$20\cdot\frac{(\sin\alpha)'\cos\alpha - (\cos\alpha)'\sin\alpha}{\cos^2\alpha} - 5\cdot\frac{1'\cdot\cos^2\alpha - (\cos^2\alpha)'\cdot 1}{\cos^4\alpha}$ $\quad 141\times141 = 141,\ 564,\ 141,\ 1\,9881$

$\cancel{20\cdot\frac{\cos^2\alpha+\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha}}$ $\quad 4\cdot\frac{1}{\cos^2\alpha} + \frac{2\sin\alpha\cos\alpha}{\cos^3\alpha} = 0$ $\quad 141\times141$

$\frac{\cancel{Q_{12}}\ \Delta U_{12}+A_{12}}{T_1\cdot 3} = C_{12}$ $\quad \cos\alpha \neq 0.$ $\quad 2^7 = 128$

$A_{12} = 2\cdot 400\cdot 3 - 9\cdot 2\cdot 831\cdot 3$ $\quad \sqrt{128} = 2^3\sqrt{2} =$

$\Delta U_{12} = \frac{9}{2}\cdot \nu R T_1\left(\frac{T_2}{T_1}-1\right) =$ $\quad 4 + \frac{2\sin\alpha}{\cos\alpha} = 0 \Rightarrow tg\,\alpha = -\frac{1}{2}.\ \alpha.$ $\quad = 8\sqrt{2} \approx 8\cdot 1{,}41$

$= \frac{9}{2}\cdot 1\cdot 8{,}31\cdot 400\cdot 3$ $\quad (\sin\alpha)' = \cos\alpha.$ $\quad = 6(400 - 9\cdot 831) = 6\cdot \cancel{7479}(400-7479)$

$(\cos^2\alpha)' = 2\cos\alpha\sin\alpha$

$4\cancel{20}\cdot\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\right)' - 8\left(\frac{1}{\cos^2\alpha}\right)' = 0.$ $\quad 831\times 9 = 7479$ $\quad 7479\times 7 = 52353$ $\quad 6.(400-9.831)$

$4\cdot\frac{(\sin\alpha)'\cos\alpha - (\cos\alpha)'\sin\alpha}{\cos^2\alpha} - 8\frac{1 - 2\sin\alpha\cos\alpha}{\cos^3\alpha} = 0$ $\quad 831\times 9 = 7479$

$= -6\cdot 7079$ $\quad -6\cdot 7079$

$4\cdot\frac{-\cos^2\alpha-\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} + \frac{2\sin\alpha}{\cos^3\alpha} = 0.$ $\quad \frac{9}{2}\cdot 8{,}31\cdot 400 =$ $\quad 7079\times 6$ $\quad 1{,}41\times 8 = 11{,}28$

$= 2\cdot 9\cdot 831$

$-4\cdot\frac{1}{\cos^2\alpha} + \frac{2\sin\alpha}{\cos^2\alpha} = 0$ $\quad 7079\times 6 = 42474$ $\quad 831\times 18 = 6648 + 831 = 14958$ $\quad 831\times 9 = 7479$ $\quad 7479\times 2 = 14958$

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ $\quad \frac{9}{2}\cdot 8{,}31\cdot 400 = 18\cdot 831$

$tg^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha} \Rightarrow \cos^2\alpha = \frac{1}{tg^2\alpha+1} = \frac{1}{\frac{1}{4}+1} = \frac{4}{5} \Rightarrow$

$Q_{12} < 0$ $\quad \cancel{p_2V_2 = \nu R}$ $\quad \Rightarrow \cos\alpha$ $\quad 25 | 4 = 6{,}25$ $\quad 1028 | 12 = 80{,}85(666)$

$p_1V_1 = \nu RT_1$

$\cancel{Q_{23}}$ $\quad \frac{2}{10\left(\frac{4}{5}-\frac{1}{3}\cdot\frac{3}{5}\right)} = \frac{1}{5\cdot\frac{3}{5}} = \frac{1}{3}$ $\quad \frac{25}{4}$

$\frac{Q_{23}}{T_3 - T_2} = C_{23}$

$14958 - 2400 = 12558$

$Q_{23} = C_{23}\cdot\left(\frac{T_3}{T_1} - \frac{T_2}{T_1}\right)\cdot T_1 =$

$= T_1 C_{23}\cdot\left(2^{\frac{3}{2}} - 4\right) =$ $\quad T_2 = 4T_1 = 1600k$

$\frac{p_1V_1}{400} = \frac{p_2V_2}{1600}$ $\quad p_1V_1 = \frac{p_2V_2}{4}$

$=$

$\eta = \frac{Q^+ + Q^-}{|Q^+|} = \frac{\cancel{2400-400}\ 200\cdot 4}{\cancel{+1000}} = \frac{\cancel{1600}\ 600 - 800\cdot 2^{\frac{3}{2}}}{800 - 200\cdot 2^{\frac{3}{2}} + 1000\cdot 2^{\frac{3}{2}} - 1000} = \frac{6 - 8\cdot 2^{\frac{3}{2}}}{8\cdot 2^{\frac{3}{2}} - 2} =$ $\quad 2400 - 800 + 200\cdot 2^{\frac{3}{2}} - \cancel{1000}\cdot 2^{\frac{3}{2}} +$

$= \frac{3 - 4\cdot 2^{\frac{3}{2}}}{4\cdot 2^{\frac{3}{2}} - 1} = \frac{3 - 2^{\frac{7}{2}}}{2^{\frac{7}{2}} - 1}$