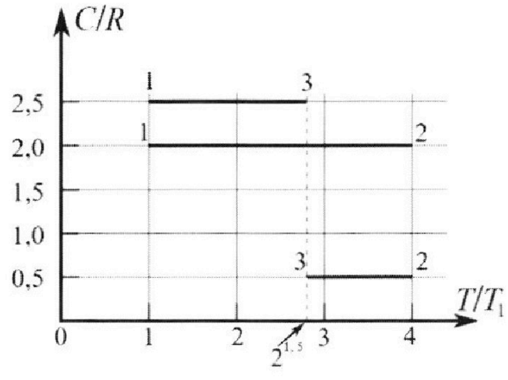
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

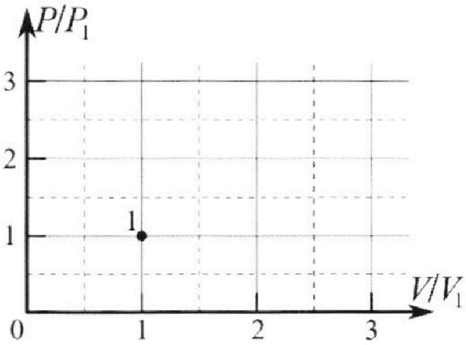


4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

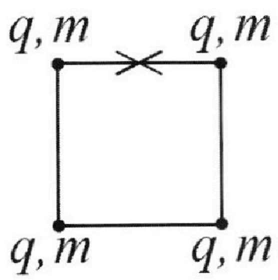
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 пропорциональности в законе Кулона k. Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

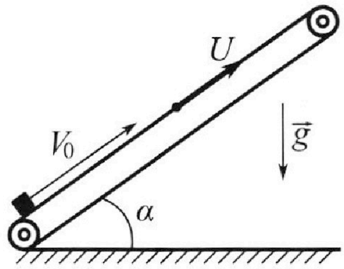
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 воздуха 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.).



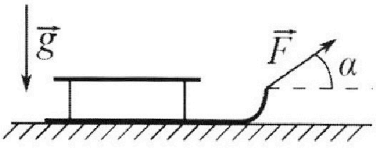
В первом опыте небольшую коробку ставят на *покоящуюся* ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.

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 как ом 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.



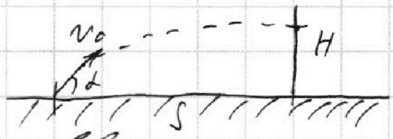
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.

Задача № 1



Дано: $T = 2c$; $S = 20м$; $g = 10 \frac{м}{с^2}$

Найти: 1) $V_0 = ?$ 2) $H = ?$

Решение: 1) Мяч бросили вертикально вверх с какой-то скоростью V_0, тогда:

$$V(t) = V_0 - gt$$

2) Когда мяч достигнет максимальной высоты, его скорость будет равна 0, следовательно:

$$V(T) = 0 = V_0 - gT \Rightarrow V_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \frac{м}{с}$$

3) Пусть: H – максимальная высота места удара, α – угол броска к горизонту

Тогда: запишем уравнения движения мяча:

$$x = V_0 \cos\alpha \, t \qquad y = V_0 \sin\alpha \, t - \frac{gt^2}{2}$$

4) Найдём α для максимальной высоты:

$$S = V_0 \cos\alpha \, t \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos\alpha}$$

$$H = \cancel{V_0} \sin\alpha \frac{S}{\cancel{V_0}\cos\alpha} - \frac{g}{2}\frac{S^2}{V_0^2\cos^2\alpha}$$

$$H = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2\cos^2\alpha}$$

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

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

$$H = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2}(1 + tg^2\alpha)$$

$$H = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2} - tg^2\alpha\frac{gS^2}{2V_0^2}$$

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

Задача № 1 (прод.)

4. прод.) $H = S\,tg\,\alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} - tg^2\alpha\,\frac{gS^2}{2v_0^2}$

Заметим, что это квадратное уравнение относительно $tg\,\alpha$.

Это парабола с "ветвями" вниз $(-tg^2\alpha)$, следовательно "максимальное значение H будет в вершине этой параболы.

Тогда: $tg\,\alpha = \frac{-S}{\cancel{2}\left(-\frac{gS^2}{\cancel{2}v_0^2}\right)} = \frac{S}{\frac{gS^2}{v_0^2}} = \frac{v_0^2 S}{gS^2}$

$$tg\,\alpha = \frac{v_0^2}{gS}$$

Тогда: $H = \cancel{S}\frac{v_0^2}{g\cancel{S}} - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{\cancel{gS^2}}{2\cancel{v_0^2}}\,\frac{v_0^{\cancel{4}2}}{g^{\cancel{2}}\cancel{S^2}}$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{2g}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$H = \frac{20^2}{2\cdot 10} - \frac{10\cdot\cancel{20^2}}{2\cdot\cancel{20^2}} = \frac{400}{20} - \frac{10}{2} = 20 - 5 = 15$ м

Ответ: 1) $v_0 = 20\ \frac{м}{с}$

2) $H = 15$ 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

Задача № 2 (прод.)

9. прод.) $H = 1{,}8 \cdot 0{,}8 \text{ м} = 1{,}44 \text{ м}$

$$\begin{array}{r} \times\ 1{,}8 \\ 0{,}8 \\ \hline 1{,}44 \end{array} = 1{,}44 \text{ м}$$

Ответ: 1) $T = \frac{\sqrt{15}}{15} + 0{,}4 \text{ с}$

2) $L = 1{,}6 \text{ м}$

3) $H = 1{,}44 \text{ м}$

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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

Задача №2

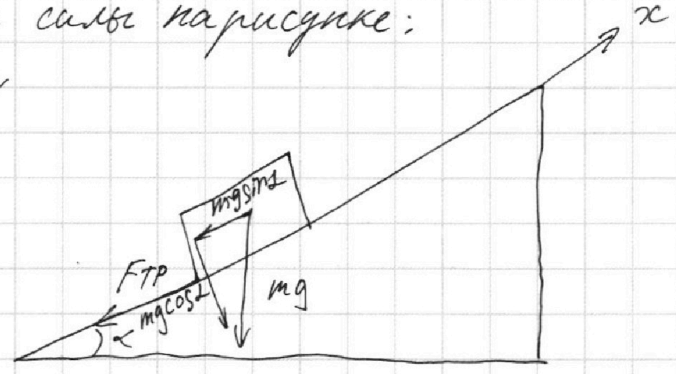
Дано: $\sin\alpha = 0{,}8$; $v_0 = 4\ \frac{м}{с}$; $\mu = \frac{1}{3}$; $u = 2\ \frac{м}{с}$; $g = 10\ \frac{м}{с^2}$; $S = 1\ м$

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

Решение:

1) Распишем силы на рисунке:

$F_{тр} = \mu N$
(тело едет)



2) Запишем II закон Ньютона в проекции на ось x:

$$ma = -mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha$$
$$a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \quad (a = const)$$

3) Найдём момент, когда скорость обратится в 0:

$$v_0 - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)t_1 = 0 \qquad t_1 = \frac{v_0}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$

$$S(t_1) = \frac{v_0^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$

$$S(t_1) = \frac{16}{2\cdot 10(0{,}8 + \frac{1}{3}0{,}6)}$$

$$S(t_1) = \frac{16}{20(0{,}8 + 0{,}2)} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} = \frac{8}{10} = 0{,}8\ м$$

4) Запишем II закон Ньютона в проекции на ось x, когда тело поедет вниз: $a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

~~ma = -mgsin~~ $ma = mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha$

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

Задача № 2 (прод.)

4. прод.) $a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 10\left(0{,}8 - \frac{1}{3}0{,}6\right)$

$a = 10(0{,}8 - 0{,}2) = 10 \cdot 0{,}6 = 6\ \frac{м}{с^2}$

5) Запишем ур. движ.:

$S_2(t) = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a}}$

$t_2 = \sqrt{\frac{2\cdot(1-0{,}8)}{6}} = \sqrt{\frac{2\cdot 0{,}2}{6}} = \sqrt{\frac{0{,}4}{6}}$

$t_2 = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{1}{\sqrt{15}} = \frac{\sqrt{15}}{15}$ с

6) $T = t_1 + t_2 = \frac{\sqrt{15}}{15} + 0{,}4$ с

$t_1 = \frac{4}{10\left(0{,}8 + \frac{1}{3}0{,}6\right)} = \frac{4}{10(0{,}8+0{,}2)} = \frac{4}{10}$ с

$t_1 = 0{,}4$ с

~~7) Коробку поставили~~ 7) Во втором опыте коробку поставили на ленту транспортёра, тем самым она приобрела скорость u. После этого ей сообщили ещё V_0, тем самым доведя её скорость до $(V_0 + u)$ в лаб. СО.

8) Возьмём a из пункта 3. Таким образом:

$u = u + V_0 - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)t_3$

$S(t_3) = \frac{(u+V_0)^2 - u^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{36-4}{2\cdot 10\cdot 1} = \frac{32}{20}$ м

$S(t_3) = L = \frac{32}{20}$ м $= \frac{16}{10} = 1{,}6$ м

9) $S(t_4) = \frac{(u+V_0)^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = \frac{36}{20} = \frac{18}{10} = 1{,}8$ м

$H = S(t_4)\sin\alpha = 1{,}8 \cdot 0{,}8$ м

Задача № 3

Дано: V_0, α, g;

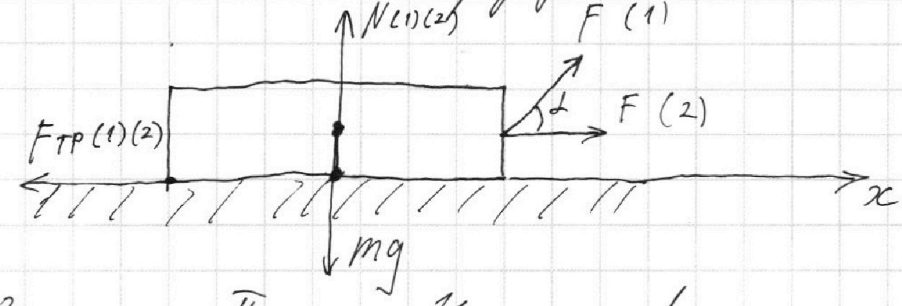
Найти: 1) $\mu = ?$ 2) $T = ?$

Решение: 1) На санки действуют постоянной по модулю силой $\Rightarrow$ санки движутся равноускоренно.

Пусть a_1 – уск. в первом случае; a_2 – уск. во втором случ.

Тогда по усл.: $t = \frac{V_0}{a_1} = \frac{V_0}{a_2} \Rightarrow a_1 = a_2 = a$

2) Расставим силы на рисунке:



3) Запишем II закон Ньютона в проекции на ось x для обоих случаев:

$$\begin{cases} ma = F\cos\alpha - F_{тр1} \\ ma = F - F_{тр2} \end{cases}$$

4) $F_{тр1} = \mu N_1$ $F_{тр2} = \mu N_2$ (так как санки едут)

$N_1 = mg - F\sin\alpha$ $N_2 = mg$

5) Найдём μ: $\begin{cases} ma = F\cos\alpha - F_{тр1} = F - F_{тр2} \\ F_{тр1} = \mu(mg - F\sin\alpha) \\ F_{тр2} = \mu mg \end{cases}$

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

$F\cos\alpha + \mu F\sin\alpha = F$ $\cos\alpha + \mu\sin\alpha = 1$

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

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

Задача № 3 (прод.)

6) После достижения V_0 действие внешней силы прекратится в обоих случаях, следовательно:

$$N_1 = N_2 = mg \Longrightarrow F_{TP1} = F_{TP2} = F_{TP} = \mu mg$$

7) Запишем II закон Ньютона: $ma = -F_{TP} = -\mu mg$

$$a = -\mu g$$

8) Движение будет равноускоренное, следовательно:

$$V(t) = V_0 - \mu g t \quad ; \quad V(T) = 0$$

~~Тогда: ...~~

Тогда: $V(T) = 0 = V_0 - \mu g T \qquad T = \dfrac{V_0}{\mu g}$

9) $T = \dfrac{V_0}{\mu g} \qquad \mu = \dfrac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha}$

$$T = \frac{V_0}{g} \frac{\sin\alpha}{(1 - \cos\alpha)}$$

Ответ: 1) $\mu = \dfrac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha}$

2) $T = \dfrac{V_0 \sin\alpha}{g(1 - \cos\alpha)}$

„Ответ" имеет смысл только при $\mu > 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} > 0$$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

Задача № 4

Дано: $\nu = 1$ моль; $R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$; $T_1 = 400К$; график; $i = 3$

Найти: 1) $A_{12} = ?$ 2) $\eta = ?$ 3) график

Решение:

1) В процессе 1-2: $C_{12} = 2R \Rightarrow Q = 2R\Delta T_{12}$

$\Delta T_{12} = 4T_1 - T_1 = 3T_1$

$Q = 2R \cdot 3T_1 = \underbrace{\frac{3}{2}R \cdot 3T_1}_{\Delta U_{вн}} + A_{12}$

$6RT_1 = \frac{9}{2}RT_1 + A_{12} \Rightarrow A_{12} = RT_1\left(6 - \frac{9}{2}\right)$

$A_{12} = RT_1\left(\frac{12-9}{2}\right) = \frac{3}{2}RT_1 = 1{,}5RT_1$

2) Тем же способом найдём ~~A_{31}~~, A_{23}, A_{31}

В цикле 1-2 подают тепло ($Q_{12} > 0$)

В циклах 2-3 и 3-1 тепло отводят ($Q < 0$)
(температура падает)

Тогда: ~~$Q_{31} = 2{,}5R(2^{1,5}T_1$~~

$Q_{31} = 2{,}5R(T_1 - 2^{1,5}T_1)$

$Q_{31} = 2{,}5RT_1(1 - 2^{1,5})$

$2{,}5RT_1(1 - 2^{1,5}) = A_{31} + \frac{3}{2}R(T_1 - 2^{1,5}T_1)$

$2{,}5RT_1(1 - 2^{1,5}) = A_{31} + 1{,}5RT_1(1 - 2^{1,5})$

$A_{31} = RT_1(1 - 2^{1,5})$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

2. прод.) $Q_{23} = 0,5R(2^{1,5}T_1 - 4T_1)$

$$Q_{23} = 0,5RT_1(2^{1,5} - 4)$$

$$0,5RT_1(2^{1,5} - 4) = 1,5RT_1(2^{1,5} - 4) + A_{23}$$

$$A_{23} = -RT_1(2^{1,5} - 4) = RT_1(4 - 2^{1,5})$$

3) $A = A_{23} + A_{12} + A_{31} =$

$$= 1,5RT_1 + (4 - 2^{1,5})RT_1 + RT_1(1 - 2^{1,5})$$

$$y = \frac{A}{Q^+}$$

$$Q^+ = 6RT_1$$

$$y = \frac{\cancel{RT_1}(1,5 + 4 - 2^{1,5} + 1 - 2^{1,5})}{6\cancel{RT_1}}$$

$$y = \frac{6,5 - 2\cdot 2^{1,5}}{6} = \frac{6,5 - 2^{2,5}}{6}$$

$$A_{12} = 1,5RT_1 = \frac{3}{2}\cdot 8,31\cdot 400 = 3\cdot 8,31\cdot 200 =$$

$$= 6\cdot 8,31\cdot 100 = 6\cdot 831 = 4986 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} \times\ 831 \\ 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

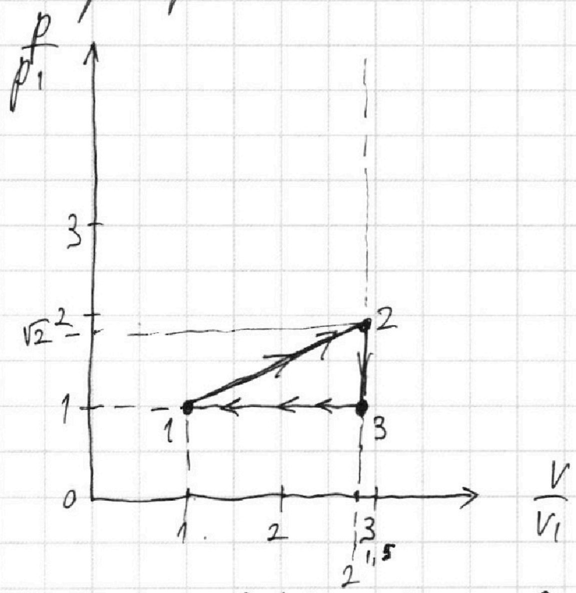
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Задача № 4 (прод.)

График цикла:



Процессы 1-2, 2-3 } линейны

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{4}{2^{1,5}} = \sqrt{2}$$

$$2,5 = \frac{i+2}{2} = \frac{3+2}{2} = \frac{5}{2} \Rightarrow (3-1) \text{ - изобара}$$

$$\Rightarrow p_1 = p_3$$

$$4RT_1 = p_2 V_3$$

Тогда: $p_1 V_1 = RT_1$

$$p_1 V_3 = RT_1 \cdot 2^{1,5}$$

$$RT_1 = p_1 \frac{V_3}{2^{1,5}}$$

$$\frac{V_1}{V_3} = \frac{1}{2^{1,5}}$$

$$4 = \frac{p_2 2^{1,5}}{p_1}$$

$$\frac{V_3}{V_1} = 2^{1,5}$$

$$p_2 = \frac{4p_1}{2^{1,5}}$$

Ответ: 1) $A_{12} = 4986$ Дж

2) $\eta = \frac{6,5 - 2^{2,5}}{6} = \frac{13}{12} - \frac{2\sqrt{2}}{3} = \frac{13-8\sqrt{2}}{12}$

3) выше на ~~ст~~ стр.

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!

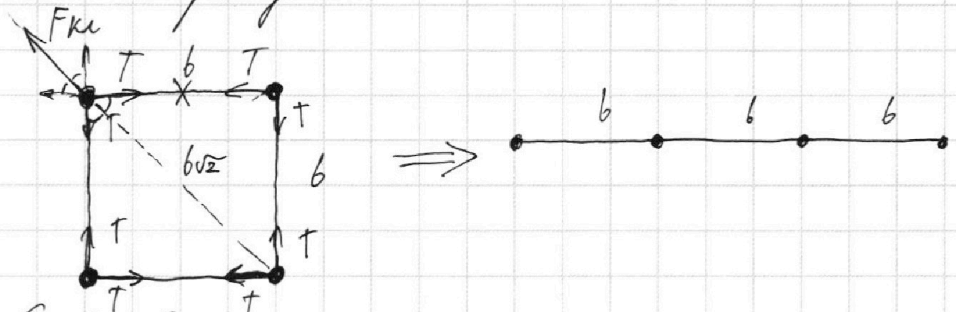
Задача № 5

Дано: m; q; b

Найти: 1) T; 2) $v=?$ 3) $d=?$

Решение:

1) Распишем силы на рисунке:



(Для удобства будем считать все заряды положительными)

2) Запишем условие равновесия для левого верхнего шарика:

$$T\frac{\sqrt{2}}{2}+T\frac{\sqrt{2}}{2}=k\frac{q^2}{(b\sqrt{2})^2}+k\frac{q^2}{b^2}\frac{\sqrt{2}}{2}+k\frac{q^2}{b^2}\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$2T\frac{\sqrt{2}}{2}=k\frac{q^2}{2b^2}+\cancel{2}k\frac{q^2}{b^2}\frac{\sqrt{2}}{\cancel{2}}$$

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

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

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

3) Найдём скорость v левого верхнего шарика:

Запишем для него ЗСЭ:

$$k\frac{q^2}{b}+k\frac{q^2}{b}+k\frac{q^2}{b\sqrt{2}}=k\frac{q^2}{b}+k\frac{q^2}{2b}+k\frac{q^2}{3b}+\frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2}=k\frac{q^2}{b}\left(1+1+\frac{1}{\sqrt{2}}-1-\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\right)$$

$$\frac{mv^2}{2}=k\frac{q^2}{b}\left(1+\frac{1}{\sqrt{2}}-\frac{1}{2}-\frac{1}{3}\right)$$

$$mv^2=k\frac{q^2}{b}\left(2+\frac{2}{\sqrt{2}}-1-\frac{2}{3}\right)$$

Задача № 5 (прод.)

4. прод.) $m V^2 = k \frac{q^2}{6}\left(1 + \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{2}{3}\right)$

$$m V^2 = k \frac{q^2}{6}\left(\sqrt{2} + \frac{1}{3}\right)$$

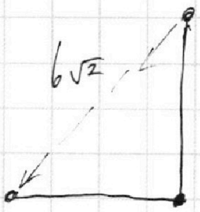
$$V^2 = \frac{k}{m}\frac{q^2}{6}\left(\sqrt{2} + \frac{1}{3}\right)$$

$$v = q\sqrt{\frac{k}{m6}\left(\sqrt{2} + \frac{1}{3}\right)}$$

Ответ: 1) $T = k\frac{q^2}{6^2}\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$

2) $v = q\sqrt{\frac{k}{m6}\left(\frac{1}{3} + \sqrt{2}\right)}$

3) $d = 6\sqrt{2}$



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

3. прод.)

$$T = \frac{4 - \sqrt{16 - 2\cdot 10\cdot 1\left(0{,}8 + 0{,}6\cdot\frac{1}{3}\right)}}{10\left(0{,}8 + 0{,}6\cdot\frac{1}{3}\right)}$$

$$T = 4 - \sqrt{16 - 20(0{,}8 + 0{,}2)}$$

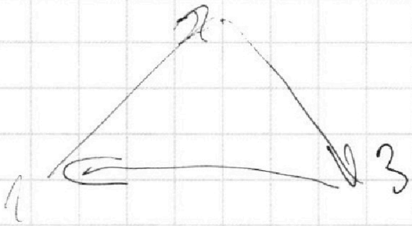
$4RT_1 = p_2V_3$

$Q = 2RJ =$ $\frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

$2RJ = A_{12} +$

Черновик

$3\cdot 4 =$



$\frac{13}{12} - \frac{2^{2,5}}{2\cdot 3} = \frac{13}{12} - \frac{2^{\frac{3}{2}}}{3} =$

$6{,}5 = \frac{13}{2}$

$\frac{2^{1,5}}{3} = \frac{2^{\frac{3}{2}}}{3} = \frac{\sqrt[4]{2^3}}{3} = \frac{\sqrt{8}}{3}$

$= \frac{13}{12} - \frac{\sqrt{8}}{3}$

$\sqrt{8} = \sqrt{4\cdot 2} = 2\sqrt{2}$

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

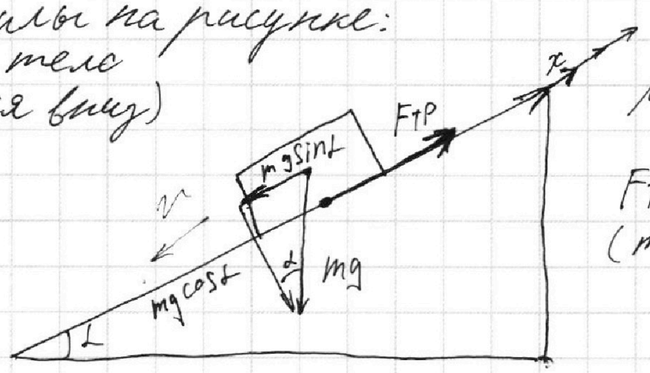
Задача № 2

Дано: $\sin\alpha = 0{,}8$; $V_0 = 4\,\frac{м}{с}$; $\mu = \frac{1}{3}$; $U = 2\,\frac{м}{с}$; $g = 10\,\frac{м}{с^2}$; $S = 1$ м;

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

Решение:

1) Распишем силы на рисунке:
(На рисунке тело скатывается вниз)



$N = mg\cos\alpha$

$F_{тр} = \mu N$
(тело движется)

2) Найдём скорость тела после прохождения S с помощью ЗСЭ:

Черновик

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + mgS\sin\alpha + S\mu mg\cos\alpha$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 2gS\sin\alpha + 2gS\mu\cos\alpha$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 2gS(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - 2gS(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$

3) Запишем II закон Ньютона в проекции на ось x:

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

$$a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \Rightarrow \text{движение равноускоренное}$$

Тогда: $\begin{cases} V(t) = V_0 + at \\ V(T) = V_1 \end{cases} \Big\} \; V_1 = V_0 + aT$

$$V_1 = V_0 - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)T$$

$$\sqrt{V_0^2 - 2gS(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} = V_0 - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)T$$

$$T = \frac{V_0 - \sqrt{V_0^2 - 2gS(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}}{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$$

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

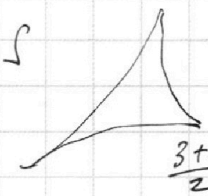
черновик

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

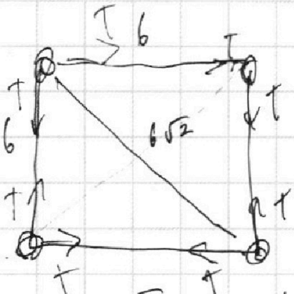
$$\frac{\cancel{m}v_0^2}{2}=\frac{\cancel{m}v^2}{2}+mgS\sin\alpha+\mu mg\cos\alpha S$$

$i=3$

$\frac{3}{2}=1{,}5$



$\frac{3+2}{2}=\frac{5}{2}=2{,}5$



$\frac{C}{R}\left(\frac{T}{T_1}\right)$

$2^{1,5}T_1$ $\frac{i+2}{2}$

1-3 – изобара

$$T\frac{\sqrt2}{2}+T\frac{\sqrt2}{2}=k\frac{qq}{(6\sqrt2)^2}+k\frac{qq}{6^2}\frac{\sqrt2}{2}+k\frac{qq}{6^2}\frac{\sqrt2}{2}$$

$$\cancel{2}T\frac{\sqrt2}{\cancel{2}}=k\frac{q^2}{2\,6^2}+k\frac{q^2}{6^2}\sqrt2$$

$$T\sqrt2=k\frac{q^2}{6^2}\left(\frac12+\sqrt2\right)$$

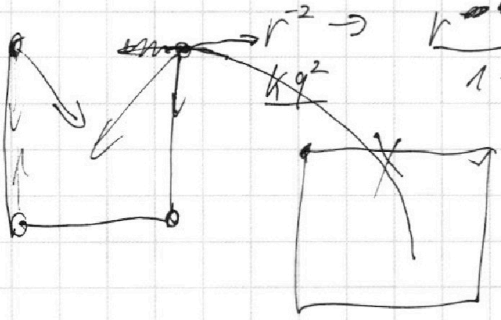
$C=2R$

$1-\frac{2}{3}=\frac{1}{3}$

$$\int\frac{kq^2}{r^2}dr=\frac{kq^2}{r}$$

$r^{-2}\to\frac{r^{-2+1}}{-2+1}=-r^{-1}$

kq^2



$$1+\frac{2}{\sqrt2}-\frac{2}{3}=1+\frac{2\sqrt2}{2}-\frac{2}{3}=$$

$$=1+\sqrt2-\frac{2}{3}=$$

$0{,}8^2=0{,}64$

$$=\sqrt2+\frac13=\frac{3\sqrt2+1}{3}$$

$1-0{,}64=\sqrt{0{,}36}=0{,}6$

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!

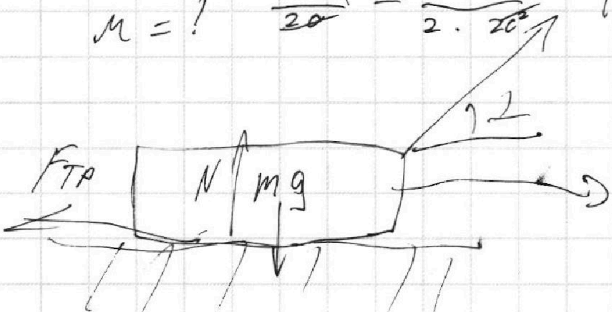
Черновик ~~задача №3~~

Дано: v_0, α $\qquad \frac{1}{\cos^2\alpha} = tg^2\alpha + 1$ $\qquad T = ?$ $\qquad 18 = tg\alpha \frac{gS}{v_0^2}$

$\mu = ?$ $\qquad \frac{20}{20} - \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2}$ $\qquad F_1$ $\qquad \frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{mv^2}{2}$

$tg\alpha = \frac{v_0^2}{gS}$

$t = \frac{S}{v_0 \cos\alpha}$



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

$H = S tg\alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} - tg^2\alpha \frac{gS^2}{2v_0^2}$

$N_1 = mg - F\sin\alpha$ $\qquad F_{тр1} = \mu(mg - F\sin\alpha)$

$0 = S \pm tg\alpha \frac{gS^2}{2v_0^2}$

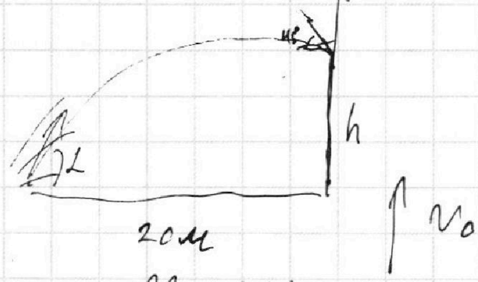
$N_2 = mg$ $\qquad F_{тр2} = \mu mg$

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

$1 \cancel{m} \mu mg = F\cos\alpha + \mu mg \mu F\sin\alpha$

$H = S tg\alpha - \frac{g}{2}\frac{S^2}{v_0^2}\frac{1}{\cos^2\alpha}$

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



$v_0 - gt = 0$ $\qquad T = \frac{v_0}{g}$

$gt = v_0$ $\qquad v_0 = gT$

$x = v_0 \cos\alpha t$

$S = v_0 \cos\alpha t$

$\dot{x} = v_0 \cos\alpha$

$\dot{y} = v_0 \sin\alpha - gt$

$v^2 = \dot{x}^2 + \dot{y}^2$

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

$h = \frac{g^2T^2}{2g} = \frac{gT^2}{2}$

$H = v_0 \sin\alpha \frac{S}{v_0 \cos\alpha} - \frac{g}{2}\frac{S^2}{v_0^2 \cos^2\alpha}$