

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

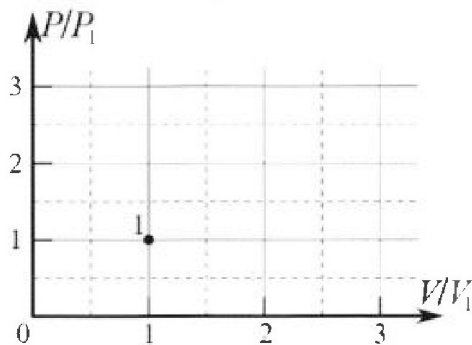
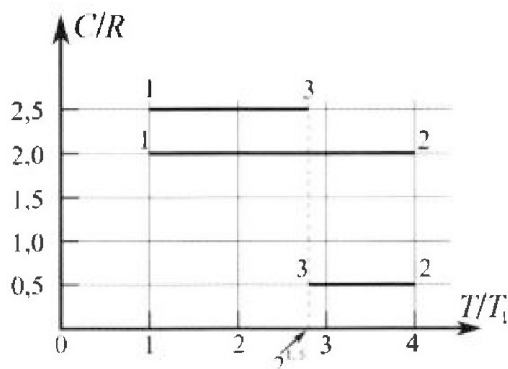
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 .

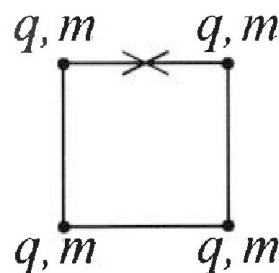
1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

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

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

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





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

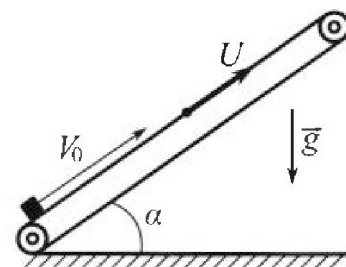
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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/с². 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?

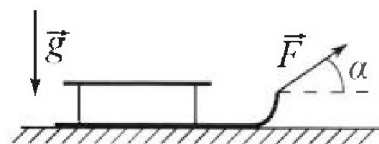
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 2) На 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/с². 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.

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 1

Дано:

$T = 2\text{ с}$

$V_0 = ?$

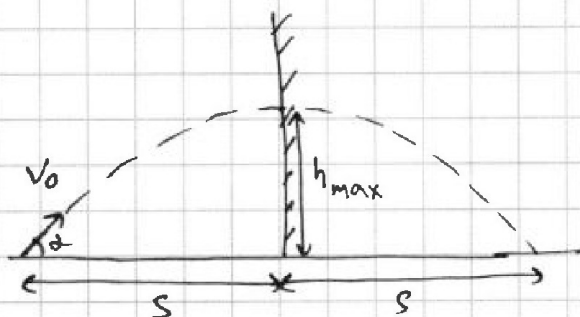
$h_{\max} = ?$

Решение:

1) П.к. на максимальной высоте скорость мяча будет равна 0, то: $V_0 = g T$

$$V_0 = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м/с}$$

2) Предположим, что мяч запустим так, что стены пересечет его верхнюю точку траектории.



$h_{\max}$ - исконая высота

α - угол, под которым запустим

Получа: 1) $V_0 \cos \alpha \tau = S$, где τ - время полета до стены

$$2) V_0 \sin \alpha = g \tau$$

$$3) V_0 \sin \alpha \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h_{\max}$$

$$\text{из 1) и 2): } V_0^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = \frac{S^2}{\tau^2} + g^2 \tau^2$$

$$20^2 = \frac{20^2}{\tau^2} + 100 \tau^2$$

$$\tau^4 - 4 \tau^2 + 4 = 0$$

$$\tau = \sqrt{2}$$

$$\text{Получа } \cos \alpha = \frac{S}{V_0 \tau} = \frac{20}{20 \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$h_{\max} = V_0 \sin \alpha \tau - \frac{g \tau^2}{2} = 20 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} - \frac{10}{2} \cdot 2 = 10 \text{ м}$$

Ответ: 1) $V_0 = 20 \text{ м/с}$

2) $h_{\max} = 10 \text{ м}$

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!



Задача 12

Дано:

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

$$u = 2 \text{ м/с}$$

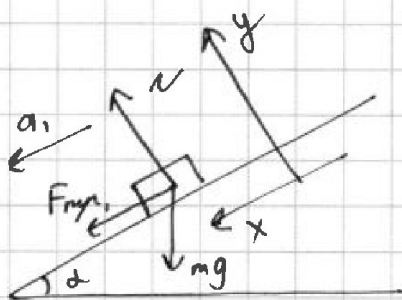
$$T = ?$$

$$L = ?$$

$$H = ?$$

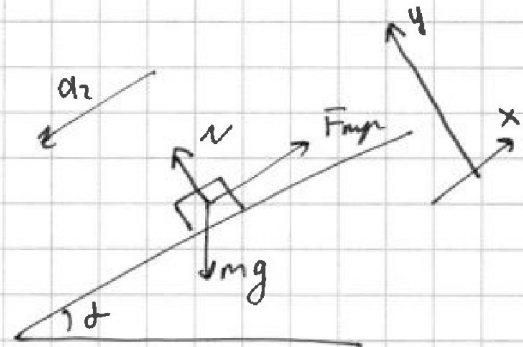
Темение:

при движении
коробки вверх от н.
лент:



т-масса коробки

при движении
коробки вниз от н.лент:



2-й Закон Ньютона:

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

$$O_x: ma_1 = \mu N + mg \sin \alpha$$

$$ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 =$$

$$= 10 \text{ м/с}^2$$

2-й Закон Ньютона:

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

$$O_x: ma_2 = mg \sin \alpha - \mu N$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha =$$

$$= 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) =$$

$$= 6 \text{ м/с}^2$$

- 1) Предположим, что скорость коробки не меняла своего направления, т.е. была направлена только вверх.

$$\text{Тогда: } V_0 T - \frac{a_1 T^2}{2} = S$$

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

$$D < 0$$

Значит коробка меняла свое направление движения.

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

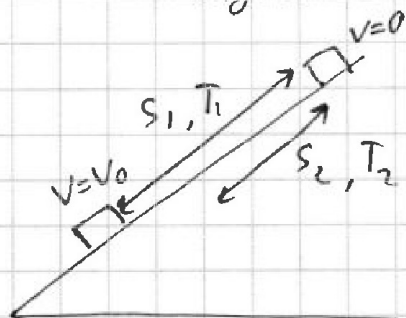
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Пусть $S_1; T_1$ - ~~время~~ путь и время движения вверх,
 $S_2; T_2$ - путь и время движения вниз.

Получим: $S_1 + S_2 = S$
 $T_1 + T_2 = T$

$$\begin{cases} S_1 = \frac{a_1 T_1^2}{2} \\ V_0 = a_1 T_1 \rightarrow T_1 = \frac{V_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с} \end{cases}$$

$$S_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2}$$

$$\frac{a_1 T_1^2}{2} + \frac{a_2 T_2^2}{2} = S$$

$$\frac{10}{2} \cdot 0,4^2 + \frac{6}{2} T_2^2 = 1$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{1 - 0,8}{3}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$T = T_1 + T_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

2) Перейдем в СО земли, тогда:

$$A_{\text{тр}} = \frac{m(v_0 - u)^2}{2} - \left(\frac{m(u - u)^2}{2} + mgx \right), \text{ где } x - \text{относительное перемещение по ленте}$$

$$\mu mg \cos \alpha x = \frac{m(v_0 - u)^2}{2} - mgx$$

$$x = \frac{m(v_0 - u)^2}{2(mg + \mu mg \cos \alpha)} = \frac{2^2}{2(10 + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6)}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$x = \frac{1}{6}$$

Получим: $(v_0 - u) = a_1 t$, где t - время до
искового
положения

В ИСО земли: $t = \frac{v_0 - u}{a_1} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ с}$

$$L = (v_0 + u)t - \frac{a_1 t^2}{2} = 6 \cdot 0,2 - \frac{10}{2} \cdot 0,2^2 = 1 \text{ м}$$

3) $A_{\text{тр}} = \frac{m(v_0 - u)^2}{2} - \left(\frac{m(0 - u)^2}{2} + mgh \right) \leftarrow \text{В ИСО лент}$

$A_{\text{тр}} = (L + \ell) F_{\text{упр}}$, где ℓ - путь, который
прошел груз, чтобы
достигнуть скорости u
со скорости 0.

$$\frac{h}{L - \ell} = \sin \alpha$$

~~$\ell = \frac{h}{\sin \alpha}$~~ $\ell = L - \frac{h}{\sin \alpha}$

$$\left(L + L - \frac{h}{\sin \alpha} \right) \mu mg \cos \alpha = \frac{m(v_0 - u)^2}{2} - \frac{mu^2}{2} - mgh$$

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

2) $L = 1 \text{ м}$

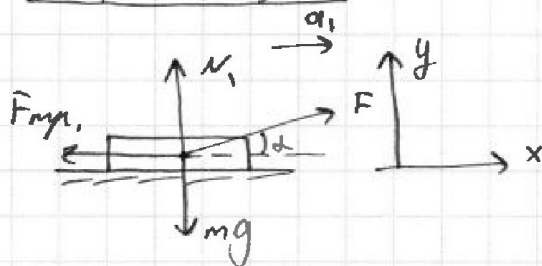
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

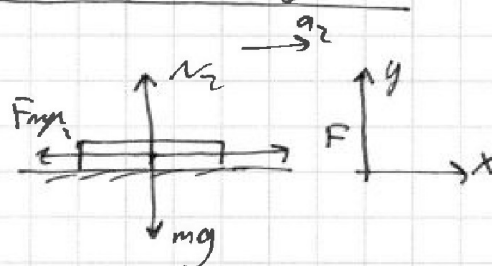


Задача №3

в первом случае:



во втором случае:



1) 2-й закон Ньютона:

$$O_y: N_1 + F \sin \alpha = mg$$

$$O_x: ma_1 = F \cos \alpha - F_{\text{тр.}}$$

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

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)}{m}$$

2-й закон Ньютона:

$$O_y: N_2 = mg$$

$$O_x: ma_2 = F - F_{\text{тр.}}$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

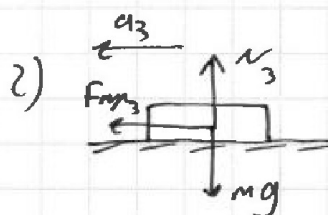
$$a_2 = \frac{F - \mu mg}{m}$$

П.к. разгон до одинаковой скорости произойдет
за одинаковое время, то: $a_1 = a_2$

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

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

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



$$F_{\text{тр.}3} = \mu N_3 = \mu mg$$

$$ma_3 = F_{\text{тр.}3} \rightarrow a_3 = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

$$V_0 = a_3 T = \mu g T$$

$$T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

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

2) $T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$

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

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

$$1) Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$C_{12}(T_2 - T_1)\varnothing = \frac{i}{2}\varnothing n(T_2 - T_1) + A_{12}$$

$$A_{12} = 2n(T_2 - T_1)\varnothing - \frac{i}{2}n(T_2 - T_1)\varnothing = 0,5\varnothing n(4T_1 - T_1) =$$

$$= 1,5\varnothing n T_1$$

$$A_{12} = 1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 = 4986 \text{ Дж}$$

$$2) Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \quad \text{т.к. } Q_{23} < 0 \rightarrow \text{тепло отводится}$$

$$C_{23}(T_3 - T_2)\varnothing = \frac{i}{2}\varnothing n(T_3 - T_2) + A_{23}$$

$$0,5n(2^{1,5}T_1 - 4T_1)\varnothing = 1,5\varnothing n(2^{1,5}T_1 - 4T_1) + A_{23}$$

$$(4 - 2^{1,5})T_1\varnothing n = A_{23}$$

$$3) Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} \quad \text{т.к. } Q_{31} < 0 \rightarrow \text{тепло отводится}$$

$$C_{31}(T_1 - T_3)\varnothing = \frac{i}{2}\varnothing n(T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$2,5\varnothing n(T_1 - 2^{1,5}T_1) = \frac{i}{2}\varnothing n(T_1 - 2^{1,5}T_1) + A_{31}$$

$$\varnothing n T_1(1 - 2^{1,5}) = A_{31}$$

$$\text{Полная } \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}}, \text{ т.к. тепло подводится только на } 1 \rightarrow 2.$$

$$\eta = \frac{1,5\varnothing n T_1 + (4 - 2^{1,5})\varnothing n T_1 + (1 - 2^{1,5})\varnothing n T_1}{6\varnothing n T_1} =$$

$$= \frac{6,5 - 2 \cdot 2^{1,5}}{6} \approx \frac{3,68}{6} \approx 0,61$$

$$4) p_2 V_2 - p_1 V_1 = \varnothing n(T_2 - T_1) = 3\varnothing n T_1 = 3p_1 V_1$$

$$p_2 V_2 = 4p_1 V_1$$

$$p_3 V_3 - p_2 V_2 = \varnothing n(T_3 - T_2) = (2^{1,5} - 4)T_1\varnothing n = (2^{1,5} - 4)p_1 V_1$$

$$p_3 V_3 = 2^{1,5}p_1 V_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

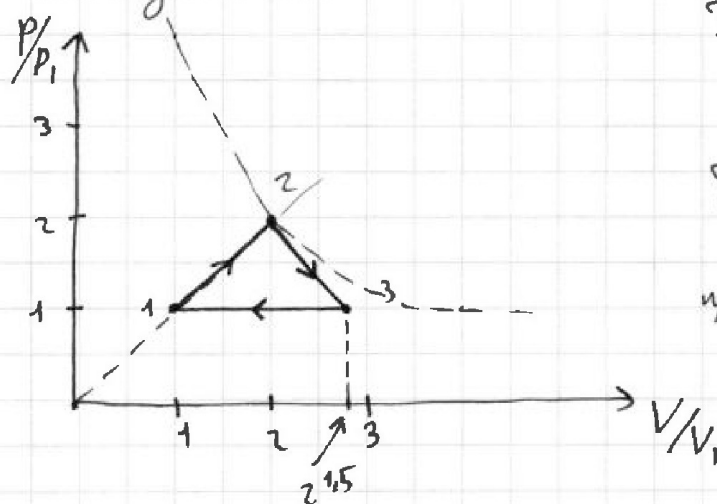
Задача 14

$$p_1 V_1 - p_3 V_3 = \nu R (T_1 - T_3) = \nu R (1 - 2^{1,5}) T_1 = (1 - 2^{1,5}) p_1 V_1$$

Поскольку газ одноатомный, а $C_{1,3} = 2,5$, что соответствует изобарному процессу, то $p_1 = p_3$.

Поскольку теплоемкости всегда из процессов постоянны, то температуры взаимосвязаны линейно.

Получаем:



П.ч. $p_1 = p_3$, то: $p_1 V_3 = 2^{1,5} p_1 V_1$
 $V_3 = 2^{1,5} V_1$

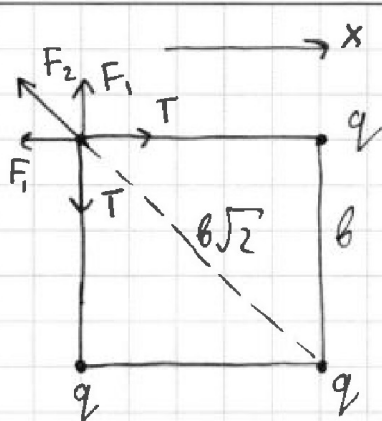
Поскольку $p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$, то
точка 2 лежит на
проведенной изотерме

Ответ: 1) $A_{12} = 4986 \text{ Дж}$

2) $\eta = 0,14$

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 непустима!



Задача №5

1) Рассмотрим силы, действующие на один из шариков.

$$F_1 = k \cdot \frac{q^2}{b^2}$$

$$F_2 = k \cdot \frac{q^2}{2b^2}$$

2-й закон Ньютона на O_x :

$$T = F_1 + F_2 \cdot \cos 45 = k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{2b^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$$

2) После того, как мы уберем одну нить, шарики выстроятся в одну линию. Рассмотрим силы, действующие на них.



поскольку фигура симметрична, то ускорение у системы не будет, что говорит нам о том, что все шарики будут двигаться одинаковой скоростью.

3С7:

$$4 \cdot k \cdot \frac{q^2}{b} + 2 \cdot k \cdot \frac{q^2}{\sqrt{2}b} = 4 \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{2kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} = mV^2$$

$$V^2 = \frac{kq^2}{mb} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$V = \sqrt{\frac{kq^2}{mb} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right)}$$

Ответ: 1) $T = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$; 2) $V = \sqrt{\frac{kq^2}{mb} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right)}$

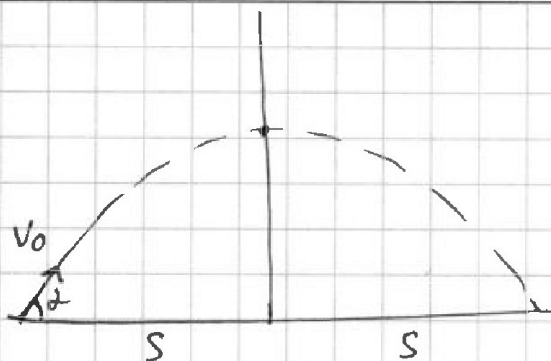
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$V_0 \cos \alpha \cdot \tau = S$$

$$V_0 \sin \alpha \cdot \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h_{\max}$$

$$V_0 \sin \alpha = g \tau \quad \rightarrow \quad \tau = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{V_0 \cos \alpha \cdot V_0 \sin \alpha}{g} = S$$

$$\frac{V_0^2 \cdot \cos \alpha \sin \alpha}{g} = S$$

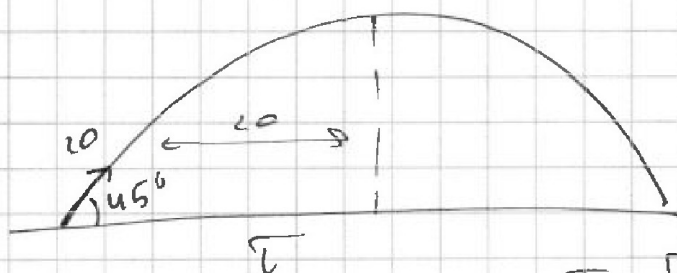
$$4\tau^2 = 4 + \tau^4$$

$$\tau^4 - 4\tau^2 + 4 = 0$$

$$D = 16 - 16 = 0$$

$$\tau_1^2 = \frac{4 - 0}{2} = 2$$

$$\tau = \sqrt{2}$$



$$20 \cdot \cos 45^\circ \cdot \tau = 20 \quad \rightarrow \quad \tau = \sqrt{2}$$

$$20 \cdot \sin 45^\circ \cdot \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h_{\max}$$

$$V_0 \cos \alpha \cdot \tau = S \quad \rightarrow \quad V_0 \cos \alpha = \frac{S}{\tau}$$

$$V_0 \sin \alpha \cdot \tau =$$

$$V_0 \sin \alpha = g \tau$$

$$V_0^2 \cos^2 \alpha = \frac{S^2}{\tau^2}$$

$$V_0^2 \sin^2 \alpha = g^2 \tau^2$$

$$V_0^2 = \frac{S^2}{\tau^2} + g^2 \tau^2$$

$$400 = \frac{400}{\tau^2} + 100 \tau^2$$

$$4 = \frac{4}{\tau^2} + \tau^2$$

$$400 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 2$$

$$\cos \alpha \sin \alpha = \frac{2}{400} = \frac{1}{200}$$

$$\frac{\sin 2\alpha}{2} = \frac{1}{200}$$

$$\sin 2\alpha = 0,01$$

$$\cos \alpha \cdot \tau = 8$$

$$\cos \alpha \cdot \sqrt{2} = 1$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$20 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} - \frac{10 \cdot 2}{2} = 10$$

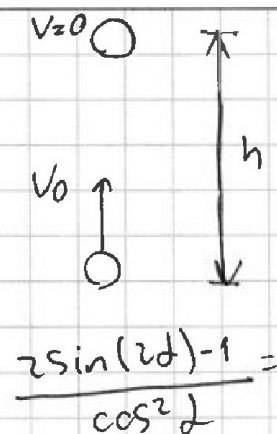
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Поря QR-кода недопустима!



$$gt = V_0 \quad 1) \quad V_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \frac{1}{2}$$

$$V_0 t - \frac{gt^2}{2} = h$$

$$\frac{2\sin(2d)-1}{1-\sin^2 d}$$

$$V_0$$

$$S$$

$$20S$$

$$5 \cdot \frac{400}{400}$$

$$20 \tan d - \frac{5}{\cos^2 d} = h_{\max}$$

$$S - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2} = h_{\max}$$

$$V_0 \cos d \tau = S$$

$$\tau = \frac{S}{V_0 \cos d}$$

$$V_0 \sin d - g \tau$$

$$\cos 45^\circ$$

$$V_0 \sin d \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h_{\max}$$

$$V_0 \sin d \frac{S}{V_0 \cos d} - g \cdot \frac{S^2}{2 V_0^2 \cos^2 d} = h_{\max}$$

$$\tan d S - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 d} = h_{\max}$$

$$V_0 \cos 45$$

$$\frac{S}{V_0 \cos 45} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 d} = h_{\max}$$

$$\frac{1}{\cos d} \left(\sin d S - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos d} \right) = h_{\max}$$

$$10 \frac{\sin d}{\cos d} - \frac{5}{\cos^2 d} = h_{\max}$$

$$V_0 \cos d \tau = S \rightarrow \tau = \frac{S}{V_0 \cos d}$$

$$V_0 \cos d V_0 \sin d \tau - \frac{g \tau^2}{2} = h_{\max}$$

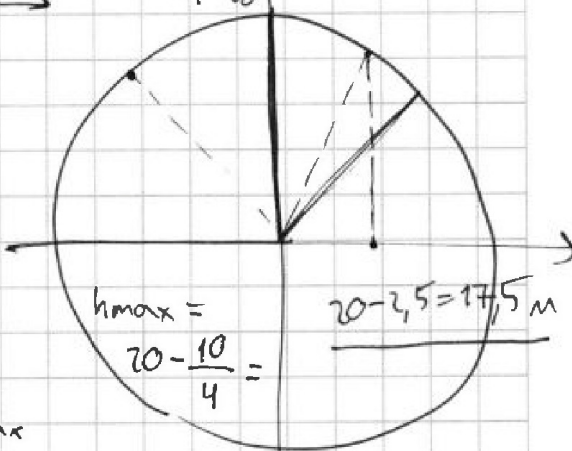
$$\frac{5}{\cos d} \left(\sin d - \frac{g}{\cos^2 d} \right)$$

$$\frac{V_0 S \sin d}{V_0 \cos d} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 d} = h_{\max}$$

$$\frac{f'g - g'f}{f^2}$$

$$\tan d S - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 d}$$

$$\frac{4 \sin d \cos d - 1}{\cos^2 d}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

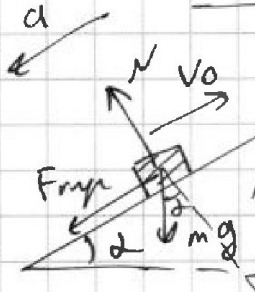
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$F_{\text{тр}} = \mu mg \quad \sin \alpha = 0,8$
 $\mu = \frac{1}{3} \quad \cos \alpha = 0,6$


 $\mu mg = ma \quad N = mg \cos \alpha$
 $ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$
 $a = \mu g$
 $a = (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)g = \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8\right)10$
 $\frac{1}{3} \cdot 10 = 10 \text{ м/с}^2$

$V_0 T - \frac{aT^2}{2} = -S \quad \left| \begin{array}{l} V_0 = \mu g T \\ a = \mu g \end{array} \right.$
 $V_0 T - \frac{(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)g}{2} T^2 = S$
 $4T - \frac{(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8) \cdot 10}{2} T^2 = 1$
 $4T - 5T^2 = 1$
 $5T^2 - 4T + 1 = 0$
 $D = 16 - 20 = -4$
 $T_1 = \frac{4 \pm 2}{10} = 1 \text{ с}$
 $T_2 = \frac{4 - 2}{10} = 0,2 \text{ с (не подходит)}$

$V_0 - at + u = u$
 $V_0 - at + u = -u$

$\begin{cases} V_0 = at \rightarrow t_1 = \frac{V_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с} \\ V_0 - at = -2u \rightarrow t_2 = \frac{V_0 + 2u}{a} = \frac{4 + 4}{10} = 0,8 \text{ с} \end{cases}$

$L_1 = V_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} + ut_1 = 4 \cdot 0,4 - 5 \cdot 0,4^2 + 2 \cdot 0,4 = 1,6$
 $L_2 = V_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2} + ut_2 = 4 \cdot 0,8 - 5 \cdot 0,8^2 + 2 \cdot 0,8 = -1,6$

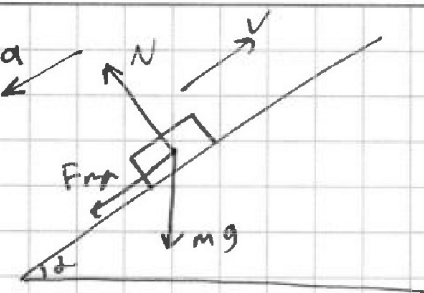
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

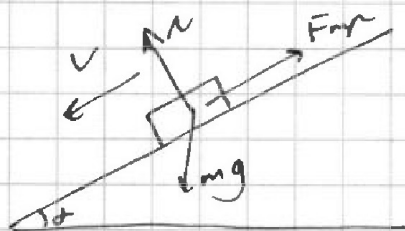
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$a_1 = \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8\right) \cdot 10 = 10 \text{ м/с}^2$$



$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$a_2 = 10 \left(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6\right) = 6 \text{ м/с}^2$$

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

$$\sqrt{0,0666}$$

$$\sqrt{\frac{2}{3}}$$

1) Предположим, что шарик движется только вверх:

$$v_0 T - \frac{a_1 T^2}{2} = S$$

$$S_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{100 \cdot 4}{90} - \frac{10 \cdot 0,666}{2}$$

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

$$S_1 = \frac{1,4}{1,7}$$

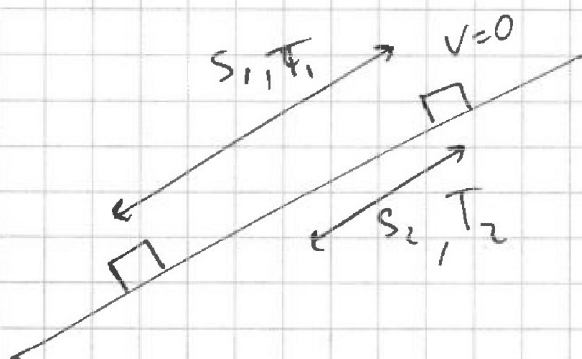
$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot 4$$

$$0,8 + 3T^2 = 1$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{0,2}{3}}$$

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

$\Delta < 0 \leftarrow$ значит он еще и опускался



$$S_1 + S_2 = S$$

$$\left| v_0 = a_1 T_1 \right| \leftarrow T_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4$$

$$S_1 = \frac{a_1 T_1^2}{2} \leftarrow S_1 = \frac{10}{2} \cdot 0,16 = 0,8$$

$$S_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2}$$

$$S_1 + S_2 = \frac{a_1 T_1^2}{2} + \frac{a_2 T_2^2}{2} = S$$

$$\left| \frac{a_1 T_1^2}{2} + \frac{a_2 T_2^2}{2} = 1 \right|$$

$$a_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2} \sqrt{\frac{0,4}{6}}$$

$$0,6 = 6 \cdot T_2^2$$

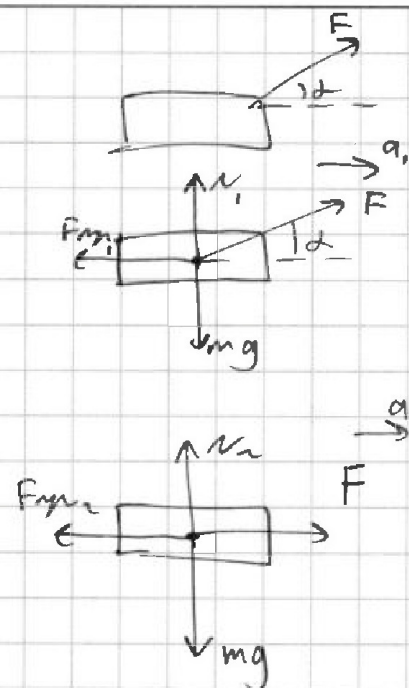
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$F \cos \alpha = \mu m g$$

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

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

$$m a_1 = F \cos \alpha - F_{fr1}$$

$$m a_1 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$m a_2 = F - F_{fr2} = F - \mu m g$$

$$a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha}{m}$$

$$a_2 = \frac{F - \mu m g}{m}$$

$$F \cos \alpha - \mu m g + F \sin \alpha = F - \mu m g$$

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

$$F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha = F - \mu m g$$

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

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

$$m a_1 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$m a_2 = F - \mu m g$$

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

$$F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha = F - \mu m g$$

$$v_0 = \mu m g T$$

$$v_0 T^2 = \mu m g$$

$$T = \frac{v_0}{\mu m g}$$

$$\begin{array}{r} 1,5 \\ \times 4 \\ \hline 600 \\ 1 \\ \times 8,31 \\ \hline 4988,10 \\ 1 \\ \times 8,31 \\ \times 6 \\ \hline 4985 \end{array}$$

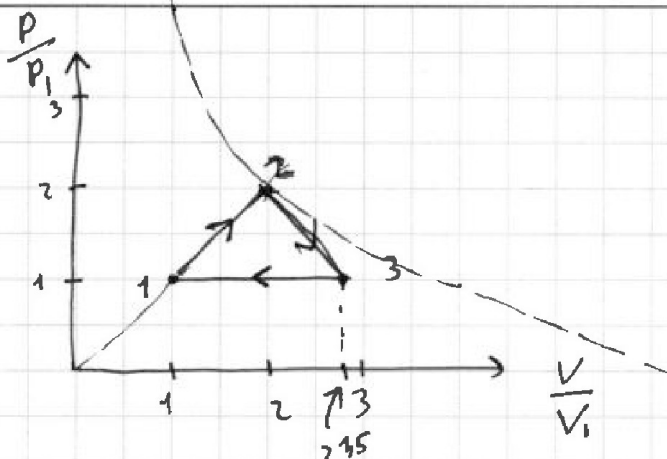
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$1,5 R (pV - p_1 V_1) = 15$$

$$p_2 V_2 - p_1 V_1 = 3 R T_1$$

$$p_2 V_3 - p_2 V_2 = 3 R (2^{1,5} - 4) T_1$$

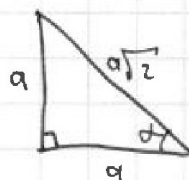
$$p_1 V_1 - p_3 V_3 = 3 R (1 - 2^{1,5}) T_1$$

$$p_1 (V_1 - V_3) = 3 R (1 - 2^{1,5})$$

$$p_1 (V_1 - V_3) = p_1 V_1 (1 - 2^{1,5})$$

$$(4 - 2^{1,5}) T_1 3 R$$

$$(4 - 2^{1,5}) p_1 V_1$$



$$\frac{(4 - 2^{1,5}) p_1 V_1}{2} = (4 - 2^{1,5}) p_1 V_1$$

Т.к. теплоемкость постоянная, то T меняется линейно везде

$$(2^{1,5} - 2) \cdot 1,5 =$$

$$(2^{1,5} - 2) \cdot 1,5$$

$$2 \cdot 2^{1,5} = 3 + 4$$

$$2 \cdot 2^{1,5} = 7$$

$$4 - 2^{1,5} \left| \frac{(2^{1,5} - 2) \cdot 1,5}{4 - 2^{1,5}} \right|$$

$$2,1 \cdot 1,5 = 3,15$$

$$1,5 \cdot 2^{1,5} - 3$$

$$4 - 2^{1,5}$$



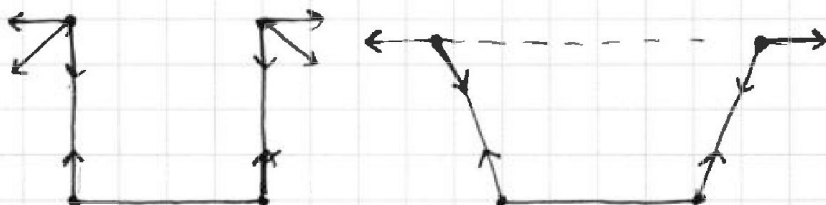
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



$$2 \frac{k q^2}{b} + k \frac{q^2}{\sqrt{2} b} = m v^2$$

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