



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.

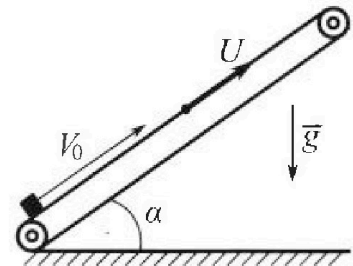
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

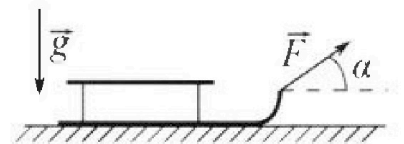
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.

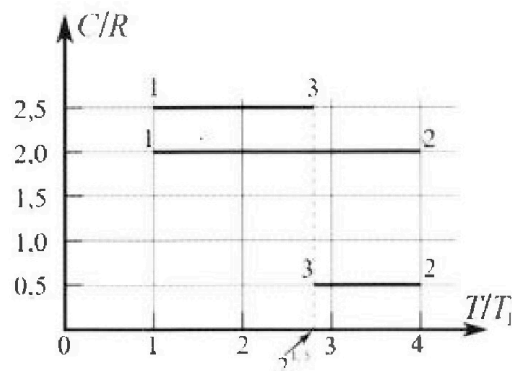


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

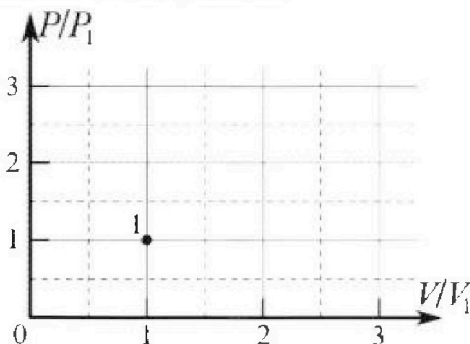
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



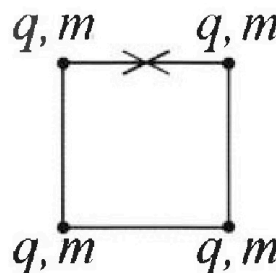
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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 сверху (на рисунке)?



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

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!

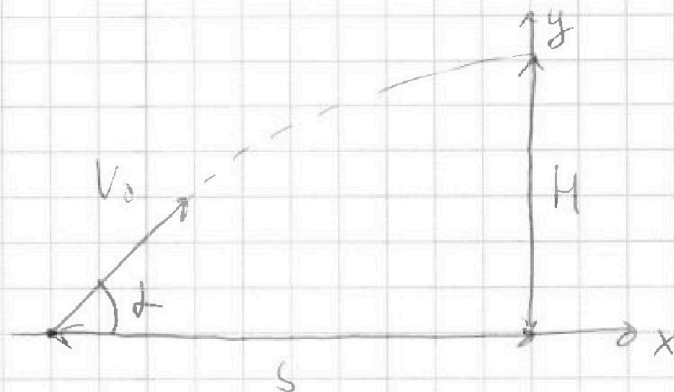


Дано:

$$T = 2\text{с}$$

$$S = 20\text{м}$$

$$g = 10\text{м/с}^2$$



$H_{\text{max}} - ?$

$V_0 - ?$

Решение:

$$1) \quad V_0 - gT = 0$$

$$T = \frac{V_0}{g} \Rightarrow V_0 = gT = 20\text{м/с}$$

2) Запишем уравнения движения на оси x и y :

$$x(t) = V_0 \cos \alpha t = S \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$= S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

по основному тригонометрическому тождеству:

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

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!



$$H = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \operatorname{tg}^2 \alpha + S \operatorname{tg} \alpha -$$
$$- \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha^* = \frac{S \cdot \frac{1}{2} v_0^2}{g S^2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g S}$$

$$H_{\max}^* = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \left(\frac{v_0^4}{g^2 S^2} + 1 \right) = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \text{ м/с}$
2) $H_{\max}^* = 15 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1



2



3



4



5



6

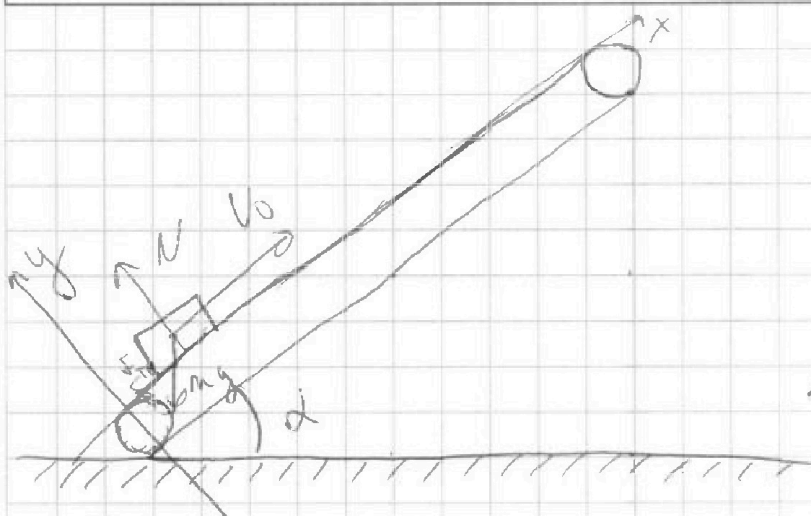


7



МФТИ

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



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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$u = 2 \text{ м/с}$$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

Решение:

1) Запишем ~~пр~~ II-й закон Ньютона в проекциях на оси x и y :

$$1) T - ?$$

$$2) L - ?$$

$$3) H - ?$$

О. x

$$-F_{\text{тр}} = -ma \quad -F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = -ma$$

О. y

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$ma = F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha =$$
$$= mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

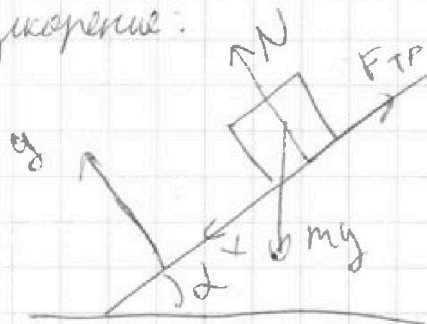
$$y(t) = V_0 t - \frac{a}{2} t^2$$

$$v_y(t) = V_0 - a t_1 = 0$$

$$t_1 = \frac{V_0}{a}$$

$$y = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,8 \text{ м} < S = 1 \text{ м} \Rightarrow$$

Грузы еще падают вниз. Поисками его новое ускорение:



О.у:

$$mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = m a_2$$

Ох:

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_2$$

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

$$y(t) = \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$\frac{a_2 t^2}{2} = S - \frac{V_0^2}{2a}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S - \frac{V_0^2}{a}}{a_2}}$$

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!

$$T = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} + \sqrt{\frac{2S - \frac{v_0^2}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} \approx$$

$$\approx 0,65 \text{ c}$$

2) Пересекает СО лентой.

В этой СО $v_{\text{н}} = 0$ начальная скорость груза равна $v_1 = v_0 - u$. Чтобы у грузика в лабораторной СО была скорость u в СО ленты скорость будет 0 .

$$v_0 - u - g a t_1 = 0$$

$$t_1 = \frac{v_0 - u}{g a}$$

Пересекает обратно

$$L = \frac{(v_0 - u)^2}{2a} + \frac{u(v_0 - u)}{a} = 0,6 \text{ м}$$

3) Врета остановки в лабораторной СО лентой.

$$v_0 - g t_1 = 0 \quad v_0 - u - g t_2 = -u$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g} \quad t_2 = \frac{v_0}{g}$$

$$x_2 = \frac{v_0^2}{2g}$$



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!

$$u = a_2 t_3$$

$$t_3 = \frac{u}{a_2}$$

$$x_3 = \frac{u^2}{2a_2}$$

$$H = (x_2 - x_3 + \cancel{x_1}) \sin \alpha$$

$$x_1 = u \frac{v_0}{g} - \text{смол. прыжка}$$

летит

$$H = \left(\frac{v_0^2}{2g} + \frac{u v_0}{g} - \frac{u^2}{2a_2} \right) \sin \alpha =$$

$$= \left(\frac{8^2}{5} + \frac{1}{3} \right) \frac{4}{5} = \frac{19 \cdot 4}{15 \cdot 5} = \boxed{\frac{76}{75} \text{ м}}$$

Ответ:

1) $T = 0,65 \text{ с}$

2) $L = 0,6 \text{ м}$

3) $H = \frac{76}{75} \text{ м}$

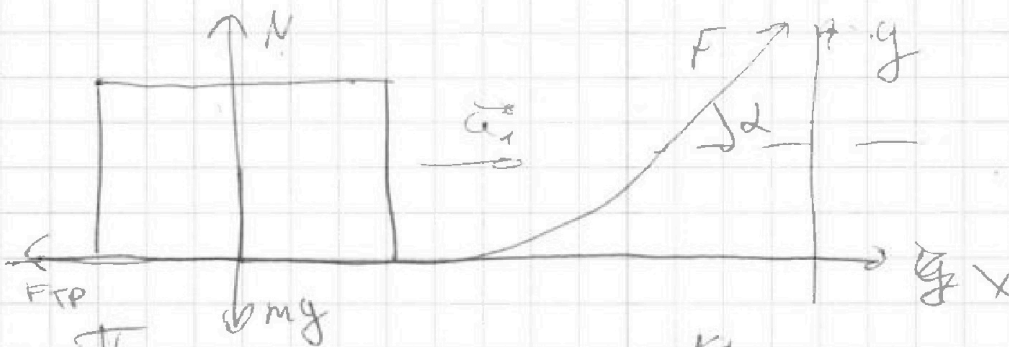
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



Пусть масса санок m .

Запишем II-ой закон Ньютона в проекции
на оси y и x :

О. y

$$N - mg + F \sin \alpha = 0$$

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

О. x

$$ma_x = F \cos \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

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

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

Теперь аналогично запишем проекции
на ось x , вдоль горизонтальной оси.



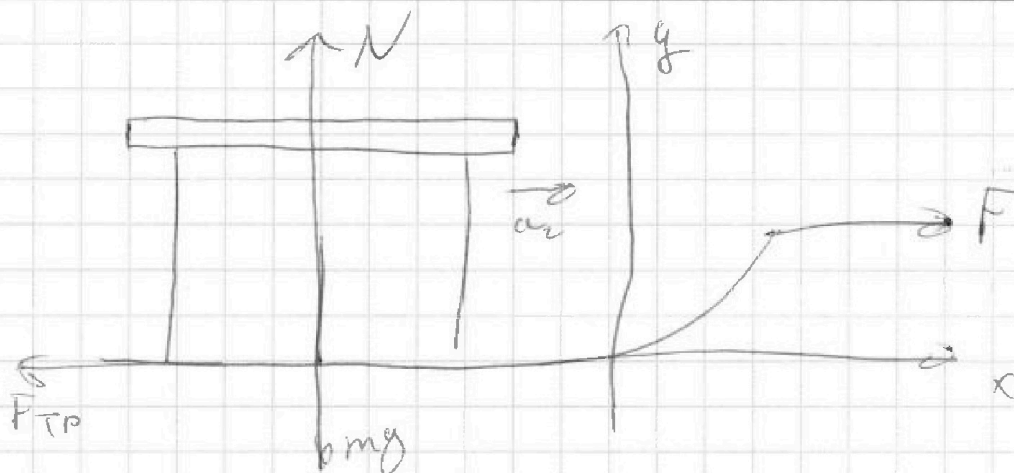
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



O. y:

$$N = mg$$

O. x:

$$ma = F - F_{\text{тр}}$$

$$ma_2 = F - \mu N = F - \mu mg$$

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

В условии сказано, что в обоих случаях
санки разгоняются за одинаковое время.

Запишем это:

$$T_2 = \frac{v_0}{a_1} \approx \frac{mv_0}{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}$$

$$T_2 \approx \frac{v_0}{a_2}$$

$$T_1 = T_2 \Rightarrow \frac{v_0}{a_1} = \frac{v_0}{a_2} \Rightarrow a_1 = a_2$$

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!

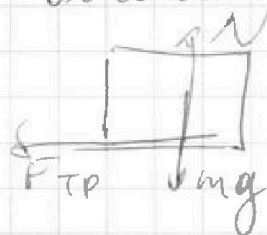
$$\frac{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}{\cancel{\mu}} = \frac{F - \mu mg}{\cancel{\mu}}$$

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

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

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

2) Теперь запишем условия остановки
Рассчитаем ускорение торможения



$$N = mg$$

$$F_{TP} = \mu mg$$

$$ma = F_{TP}$$

$$a = \mu g$$

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

Ответ:

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

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



1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

1) Из графика $Q_{12} = 2R \Delta T_{12}$

Запишем 1-ое начало термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \quad \Delta T_{12} = 3T_1 \text{ (из графика)}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \quad \nu = 1$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 2R \Delta T_{12} - \frac{3}{2} R \Delta T_{12} = 0,5 R \Delta T_{12} = 1,5 \nu R T_1 \approx 5 \text{ кДж}$$

2) $\eta = \frac{A_{полн}}{Q_{нагв}} = \frac{Q_{нагв} - Q_{охла}}{Q_{нагв}} = 1 - \frac{|Q_{охла}|}{Q_{нагв}}$

Запишем уравнение состояния $PV^\gamma = \text{const}$,
где $\gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v}$

$$PV^{\frac{C - C_p}{C - C_v}} = \text{const}$$

Тогда найдем, как выглядят PV уравнения в каждом процессе:

Процесс 1-3:

$$PV^{\frac{2,5R - 2,5R}{2,5R - 1,5R}} = \text{const} \Rightarrow P = \text{const}$$

Процесс 1-2:

$$PV^{\frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R}} = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const} \text{ т.е. линейная пропорциональность.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



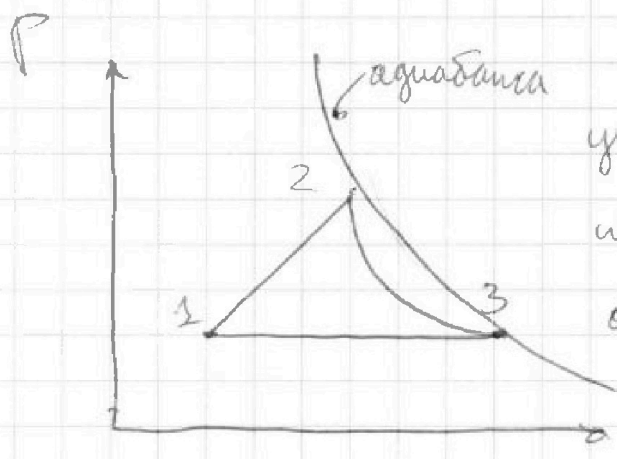
МФТИ

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

Процесс 2-3:

$$pV^{\frac{0,5R-2,5R}{0,5R-1,5R}} = \text{const}$$

$pV^{-2} = \text{const}$ т.е. квадратичная
гипербола.



Понятно, что на
участке 1-2 тепло подводится,
а на участке 3-1
отводится, теперь
проведем адиабату,
она не касается

участка 2-3, но температура там
падает $\Rightarrow Q_{23} \rightarrow$ отводится

$$Q_{\text{набег}} = Q_{12} = 2R \int \Delta T_{12} = 6R \int T_1$$

$$Q_{\text{отбег}} = Q_{23} + Q_{31} = 0,5R \int (4-2\sqrt{2})T_1 +$$

$$+ 2,5R \int T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{отбег}}}{Q_{\text{набег}}} = 1 - \frac{0,5R \int T_1 (4-2\sqrt{2}+10\sqrt{2}-5)}{6R \int T_1}$$

$$= 1 - \frac{8\sqrt{2}-1}{12} = \frac{13-8\sqrt{2}}{12} \approx 0,15 = 15\%$$

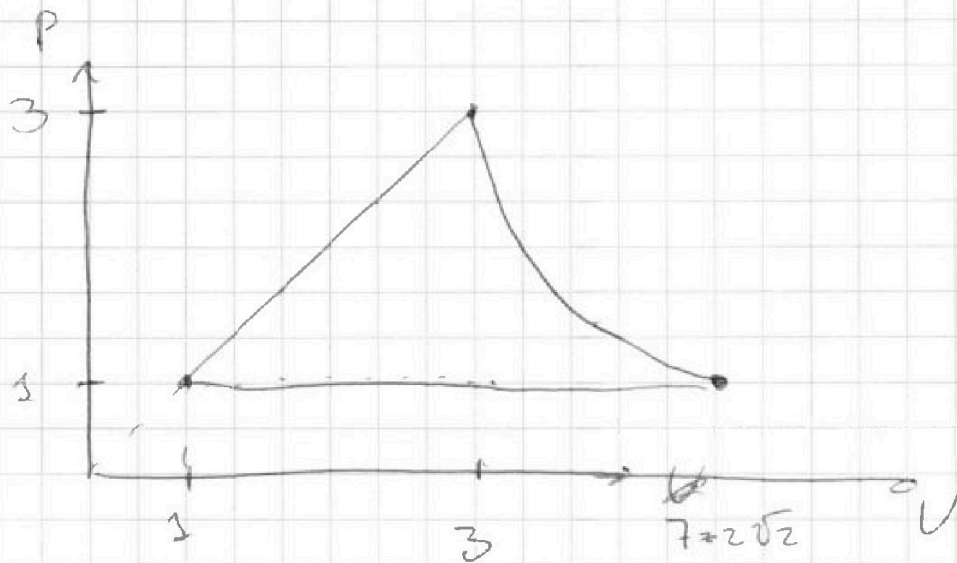
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



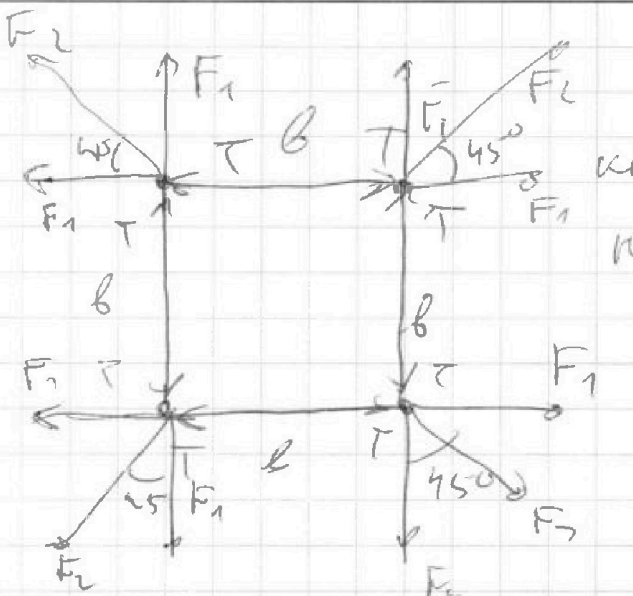
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Из-за симметрии
квадрата все силы
натяжения равны:

Запишем уравнение
равновесия на
один из шаров:

$$F_1 + F_2 \sin 45^\circ = T$$

$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_2 = \frac{kq^2}{2b^2}$$

$$\frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2 \sqrt{2}}{4b^2} = T$$

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

2) Так как заряды одноименные, то
они всё время отталкиваются, а значит
нитка всегда натянута $\Rightarrow$ можно полагать,
что проекции скоростей шариков вдоль
нитки равны

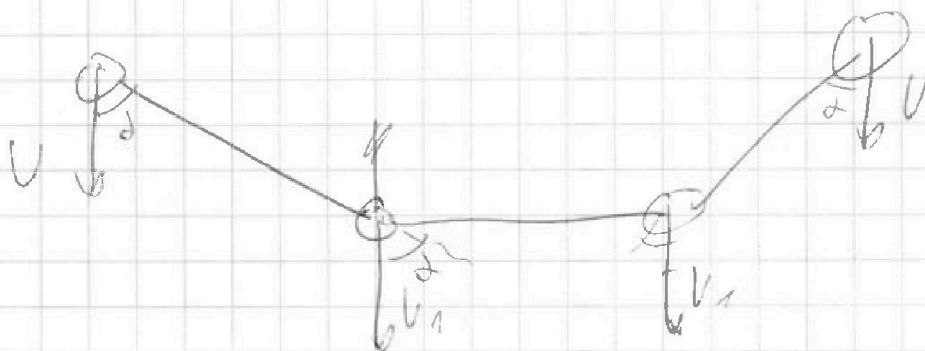
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Также очевидно, что скорости нижних шаров
вертикальны т.к. если это не так, то
их скорости должны быть направлены друг на
друга, но нитка натянута $\Rightarrow$

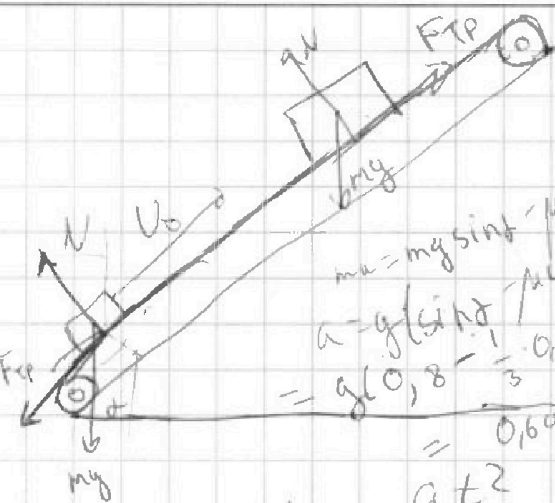
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 0,6g$$

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

$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = a$$

$$g(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8)$$

$$v_0 \frac{v_0 - u}{g} - g \frac{(v_0 - u)^2}{2}$$

$$\frac{v_0(v_0 - u)}{g}$$

$$v_0 t - \frac{at^2}{2} = S$$

$$-\frac{a}{2}t^2 + v_0 t - S = 0$$

$$D = v_0^2 - 2aS$$

$$\frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2aS}}{-a} = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2aS}}{a}$$

$$= \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2aS}}{a} = \frac{2g \cdot 4 + \frac{g}{20} + \frac{2 \cdot 2}{10}}{0,6g} = 0,6m$$

$$= \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2gs}}{g} = 4 + \sqrt{16 - 2}$$

$$v_0 - u - gt_2 = -u$$

$$v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0$$

$$t_2 = \frac{v_0}{g}$$

$$\frac{(v_0 - u)^2}{2g} - \frac{(v_0 - u) \frac{v_0}{g}}{2} = 0,2m$$

$$L = 0,2m$$

$$\frac{0,6g t_1^2}{2} = L$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2L}{0,6g}} = 0,25$$

$$T = 0,65m$$

$$0,6gt_3 = u$$

$$t_3 = \frac{u}{0,6g}$$

$$\frac{0,6g u^2}{2 \cdot 0,6^2 g^2} = \frac{u^2}{1,2g}$$

$$\left(\frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{u(v_0 - u)}{g} - \frac{u^2}{1,2g} \right) \sin \alpha$$

$$= \frac{3}{5} - \frac{1}{5} = \frac{4}{5} = \frac{16}{75m}$$



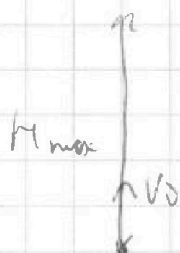
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

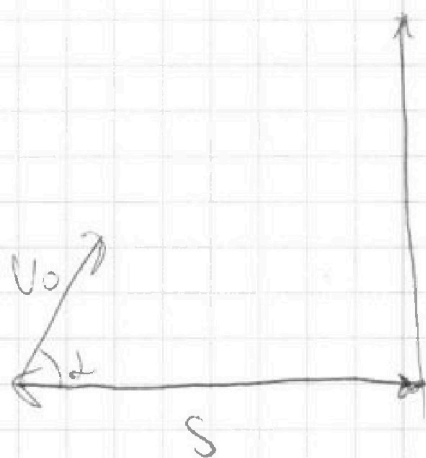


$$T = 2c$$

$$v_0 - gT = 0$$

$$v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

$$v_0 T - \frac{gT^2}{2} = H$$



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

y:

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

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

$$S t \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (t \tan^2 \alpha + 1) = H$$

$$S t \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} t \tan^2 \alpha + \frac{g S^2}{2 v_0^2} = H \quad \xrightarrow{\text{мас. } t \tan \alpha}$$

$$t \tan \alpha = \frac{S v_0^2}{g S^2} = \frac{v_0^2}{S g} = \frac{g T^2}{S g} = \frac{g T^2}{S} =$$

$$= \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 4 \text{ с}^2}{20 \text{ м}} = 2 \quad \xrightarrow{t \tan \alpha}$$

$$H^* = S t \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} t \tan^2 \alpha + \frac{g S^2}{2 v_0^2} =$$

$$= 20 \text{ м} \cdot 2 - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 400 \text{ м}^2}{2 \cdot 400 \text{ м}^2/\text{с}^2} \cdot 4 + \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 400 \text{ м}^2}{2 \cdot 400 \text{ м}^2/\text{с}^2} =$$

$$= 40 \text{ м} - 20 \text{ м} + 5 \text{ м} = \boxed{25 \text{ м}}$$

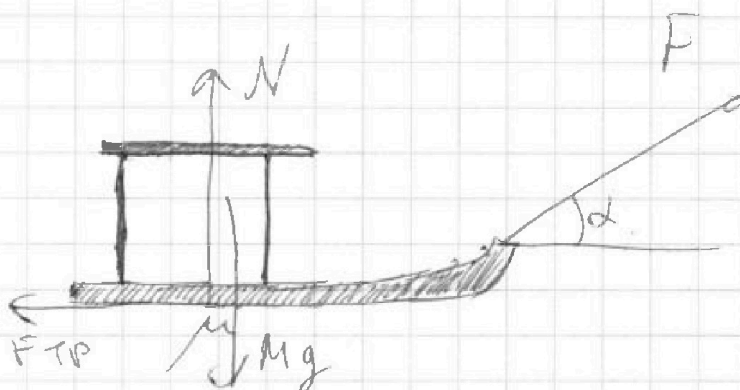
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$① \quad N = F \sin \alpha - Mg$$

$$F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha - Mg) = Ma$$

$$a = \frac{F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha + Mg)}{M}$$

$$v_0 = aT$$

$$Mv_0$$

$$T = \frac{Mv_0}{F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha + Mg)}$$



$$v_0 - \mu gT = 0$$

$$T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \mu \cos \alpha)}$$

②

$$N = Mg$$

$$F_{тр} = \mu Mg$$

$$F - \mu Mg = Ma$$

$$a = \frac{F - \mu Mg}{M} = \frac{F \cos \alpha - \mu (F \sin \alpha + Mg)}{M}$$

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

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

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

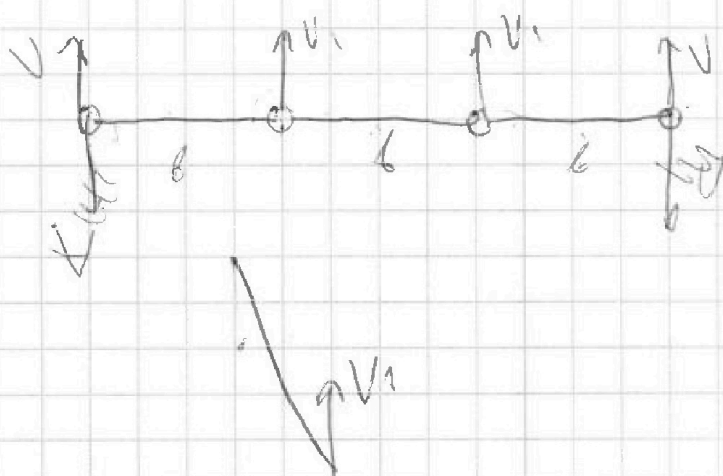
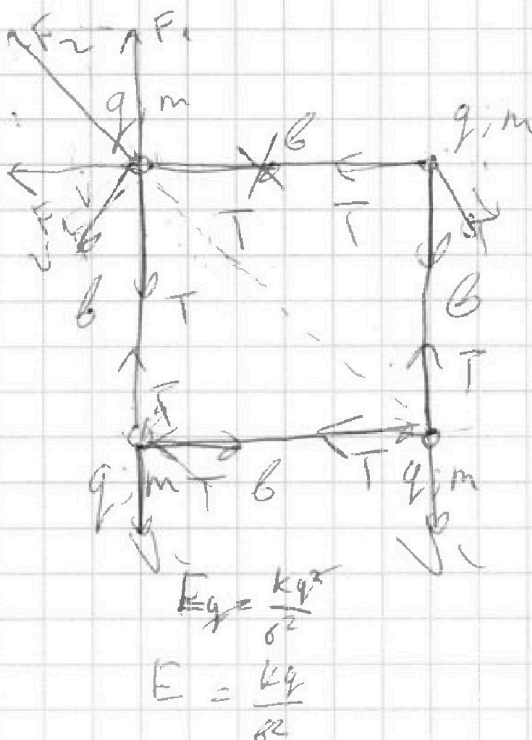
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



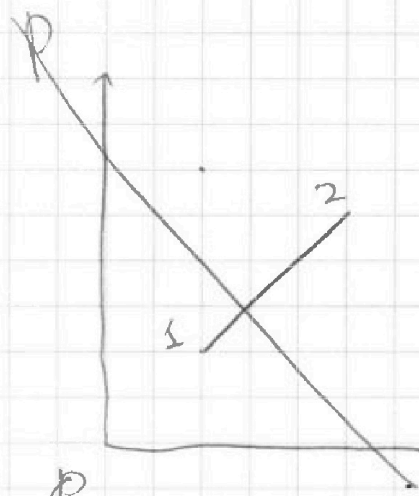
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

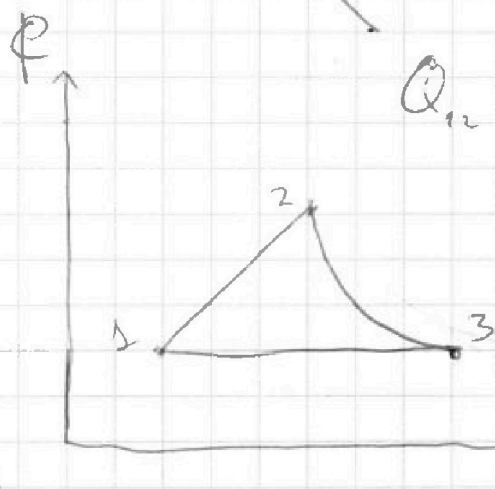


~~$$2^{\frac{3}{2}} = \frac{(2\sqrt{2})^{\frac{3}{2}}}{1}$$

$$\approx (1,4)^{\frac{3}{2}} \approx 2,02$$~~

$$pV^2 = \text{const} \quad pV = pV^{\frac{5-2}{2-2}} =$$

$$p = \frac{\text{const}}{V^2} \quad pV^{-1} = \text{const}$$



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

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_{12}$$

$$A_{12} = (C_{12} - \frac{3}{2} R) \Delta T =$$

$$= C_{12} - \frac{R}{2} \nu \Delta T =$$

$$\nu = \frac{3}{2} \nu R T_1 =$$

$$= 600 \cdot 8,31 =$$

$$= 831 \cdot 6 = 4986 \text{ Дж}$$

$$Q_{\text{полез}} = Q_{12} = 2 R \Delta T_{12}$$

$$A_{\text{мех}} = Q_{\text{полез}} - Q_{\text{отд}} =$$

$$= Q_{12} - (Q_{23} + Q_{31}) =$$

$$= 2 R \nu \Delta T_1 - (0,5 R \nu (4 - 2\sqrt{2}) T_1 + 2,5 R \nu (2\sqrt{2} - 1) T_1)$$

$$0,5 R \nu T_1 (4 - 2\sqrt{2} + 10\sqrt{2} - 5) = 0,5 R \nu T_1 (8\sqrt{2} - 1)$$

$$\frac{0,5 R \nu T_1 (13 - 8\sqrt{2})}{2 R \nu \Delta T_1} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} = \frac{1,8}{12} = 15\%$$

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



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!

