



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.

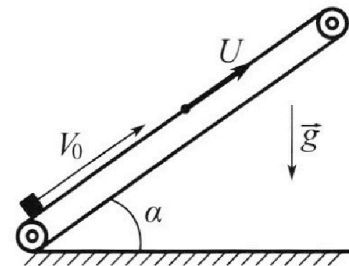
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 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/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.





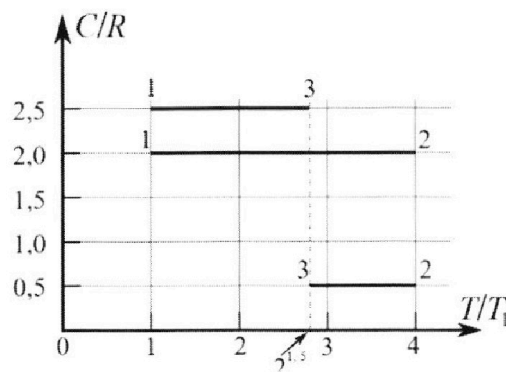
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



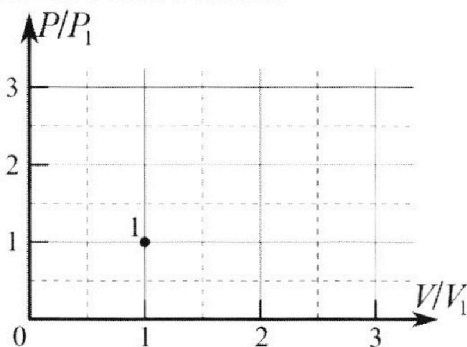
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



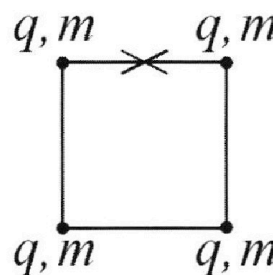
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

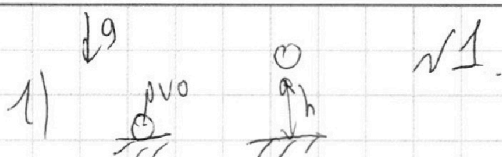
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

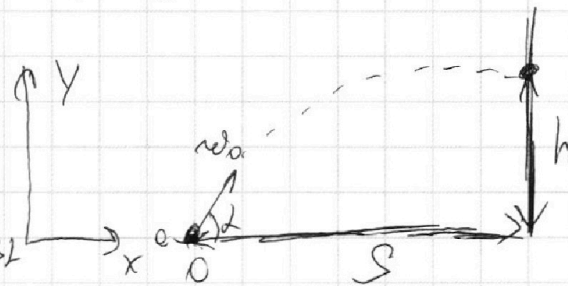


В верхней точке $v_y = 0 \Rightarrow v_0 = gT = 10 \frac{m}{c^2} \cdot 2c = 20 \frac{m}{c}$

2) Вспользуемся
координатным методом.

$$x: s = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y: h = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$



$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = s \tan \alpha - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{v_0^2 \cdot 2 s \cdot \sin \alpha \cos \alpha - g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{s \cdot v_0^2 \cdot \sin 2\alpha - g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Нам нужно найти такой угол α , при котором
данная функция максимальна. Проанализи-
ровав её, получим максимум при $\alpha = 60^\circ$.

$$h_{\max} = \frac{20 m \cdot 400 \frac{m^2}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 10 \frac{m}{c^2} \cdot 400 m^2}{2 \cdot 400 \frac{m^2}{c^2} \cdot \frac{1}{4}} =$$

$$= \frac{400 \cdot 10 (\sqrt{3} - 1)}{2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{4}} = 20 (\sqrt{3} - 1) m$$

Ответ: $20 (\sqrt{3} - 1) m$.

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!

3) Чтобы в ~~нашей~~ лабораторной с.о. груз остановился в нашей с.о. он должен иметь скорость $-u = -2 \frac{m}{c}$.

t_4 (от ~~время~~ точки остановки отн. конвейера до нашей остановки отн. лаб.с.о.)

$$t_4 = \frac{1-u}{a_2} = \frac{2 \frac{m}{c}}{\frac{3}{5} \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = \frac{1}{3} c$$

За это время сам груз сместится на $L_4 = \frac{a_2 t_4^2}{2} =$
 $= \frac{6 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{1}{9} c^2}{2} = \frac{1}{3} m$ вниз

Но за это время конвейер переместится вверх на $L_{4к} = u \cdot t_4 = \frac{2}{3} m$.

Тогда $H = (L - L_4 + L_{4к}) \cdot \sin \alpha =$
 $= \left(\frac{3}{5} m - \frac{1}{3} m + \frac{2}{3} m \right) \cdot \frac{4}{5} = \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{3} \right) \cdot \frac{4}{5} = \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{5} =$
 $= \frac{56}{75} m$

Ответ: 1) $0,4 + \frac{1}{515} c$

2) $0,6 m$

3) $\frac{56}{75} m$

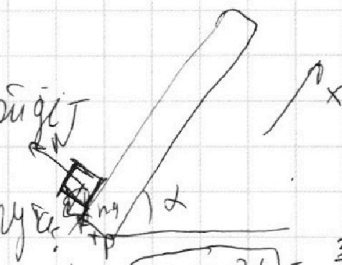
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐



1) В первом ответе ^{√2} лента неподвижна.

Нескатывшись и расстояние, которое пройдёт

коробка до самой верхней точки ленту



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{3}{5}; \quad \tan \alpha = \frac{4}{3}$$

$$|a_1| = \frac{\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha}{m} = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) =$$

$$v_0 = a_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{v_0}{g} = 0,4 \text{ с.} = g \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \right) = g.$$

$$S_{\text{ост}} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,4 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,16}{2} = 0,8 \text{ м}$$

Теперь коробка пойдёт вниз уже с другим ускорением:

$$|a_2| = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{5} \right) = \frac{3}{5} g$$

$$\text{Нам нужно проехать } S - S_{\text{ост}} = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2(S - S_{\text{ост}})}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м}}{0,6 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \frac{1}{\sqrt{15}}$$

$$1) \text{ Ответ: } t_1 + t_2 = 0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ с}$$

2) Во втором ответе войдём в систему отсчёта

конвейера, тогда $V_{\text{кон}} = V_0 - u$.

Чтобы в лаб. с-ме отсчёта $v_k = u = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$,

в нашей с.о. груз должен остановиться.

$$\text{Тогда } t_{\text{ост}} = t_3 = \frac{V_0 - u}{a_1} = \frac{2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,2 \text{ с}$$

Расстояние, которое ~~он~~ коробка пройдёт по конвейеру:

$$L_{\text{ок}} = v_k t - \frac{a_1 t^2}{2} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,2 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,04}{2} = 0,2 \text{ м}$$

$$\text{Тогда } L = L_{\text{ок}} + L_k = 0,2 \text{ м} + u \cdot t = 0,6 \text{ м}$$



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) Запишем уравнение
импульса в обеих суммах (осях).
В 1-вом случае:

$$mv_0 = (F \cos \alpha - F_{\text{тр}1}) \cdot \tau \Rightarrow F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = \frac{mv_0}{\tau}$$

Во 2-ом:

$$mv_0 = (F - F_{\text{тр}2}) \cdot \tau \Rightarrow F - F_{\text{тр}2} = \frac{mv_0}{\tau}$$

$$F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = F - F_{\text{тр}2} = \frac{mv_0}{\tau}$$

$$y: N_1 = mg - F \sin \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}1} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$N_2 = mg \Rightarrow F_{\text{тр}2} = \mu mg$$

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

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

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

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

После преобразования гравитация F , у нас просто равнозамед.
движение.

$$v_0 = at \Rightarrow t = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{mg} = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$$

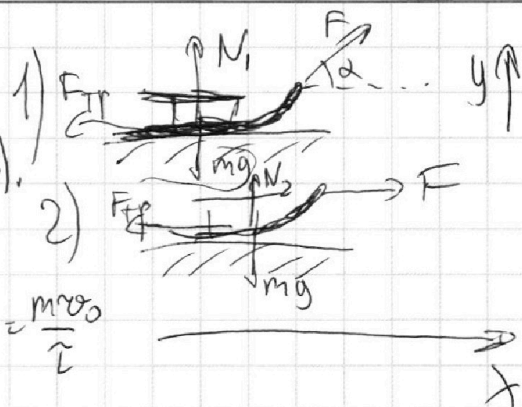
II закон Ньютона: $|F_{\text{тр}}| = ma$

$$|a| = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} ; \frac{v_0 \sin \alpha}{\mu g (1 - \cos \alpha) g}$$

$$v = at$$

$$T = \frac{v}{a} = \frac{v_0}{\mu g}$$



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



3) Ещё раз первое начало для 1-2:

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

$$A_{12} = \frac{1}{2}R\Delta T = \frac{1}{2}\Delta(PV)$$

$$\begin{aligned} PV &= \nu RT \\ \nu &= 1 \Rightarrow \\ PV &= R T_{\text{нач}} \\ P_1 V_1 & \end{aligned}$$

Отсюда можно понять, что 1-2 на графике PV - процесс, проходящий через точку, продолжение которого проходит через $O \Rightarrow \frac{P}{V} = \frac{P_1}{V_1} \Rightarrow$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$PV = R \cdot 4T_1$$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1}$$

$$\frac{PV}{P_1 V_1} = 4$$

$$\left(\frac{V}{V_1}\right)^2 = 4 \Rightarrow V = 2V_1, P = 2P_1$$

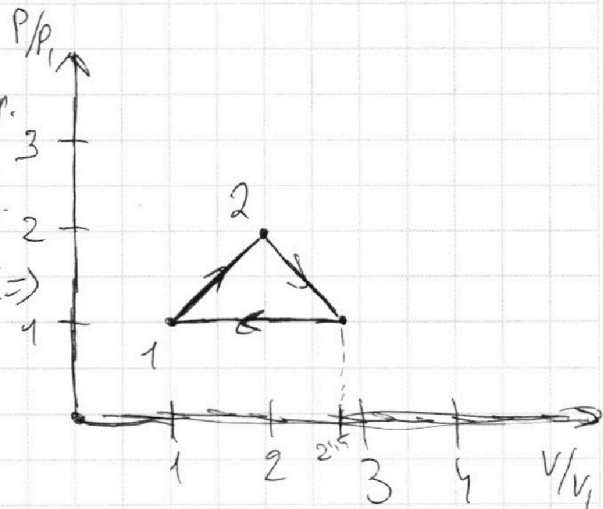
Теперь рассмотрим процесс 3-1.

$\kappa = \frac{5}{2} \Rightarrow$ процесс - изобарический $\Rightarrow$
 $\Rightarrow P_3 = P_1$

$$P_1 V_3 = R T_3$$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{2^{1,5} T_1}{T_1} = 2^{1,5} = \sqrt{8} = \frac{\sqrt{800}}{10} \approx 2,8.$$



Ответ: 1) 4986 Дж; 10%.

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!



№4.

1) В процессе 1-2, $C = 2R$ $\Rightarrow 2R \Delta T = 2R \Delta T$ $\Rightarrow \Delta T = 1$ $\Rightarrow$ будем описывать (с-полная температура)

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$ - первое начало

~~60~~ $\Delta T_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} R \Delta T_{12} \Rightarrow \Delta T_{12} = 1$ описывать (R переименовать в $\frac{R}{K}$),

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

$\frac{1}{2} R \Delta T_{12} = A_{12}$

$\Delta T_{12} = 4T_1 - T_1 = 3T_1 \Rightarrow A_{12} = \frac{3}{2} R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 400$

$\approx 4986 \text{ Дж}$

2) Найдем A_{23} и A_{31} .

$A_{23} = -\frac{1}{2} R (4 - 2^{1/5}) T_1 = A_{23} = \frac{3}{2} R \cdot (4 - 2^{1/5}) T_1$

$A_{23} = R \cdot (4 - 2^{1/5}) T_1$

~~50~~ $A_{31} = -\frac{5}{2} R \cdot (2^{1/5} - 1) T_1 = A_{31} = -\frac{3}{2} R (2^{1/5} - 1) T_1$

$A_{31} = -R (2^{1/5} - 1) T_1 = (1 - 2^{1/5}) R T_1$

$A_{05} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{3}{2} R T_1 + (4 - 2^{1/5}) R T_1 + (1 - 2^{1/5}) R T_1$

$= R T_1 \cdot \left(\frac{13}{2} - 2 \cdot 2^{1/5} \right) \approx 8,31 \cdot 400 \cdot 0,9 = 2991,6 \text{ Дж}$

$2^{1/5} \approx 1,4$

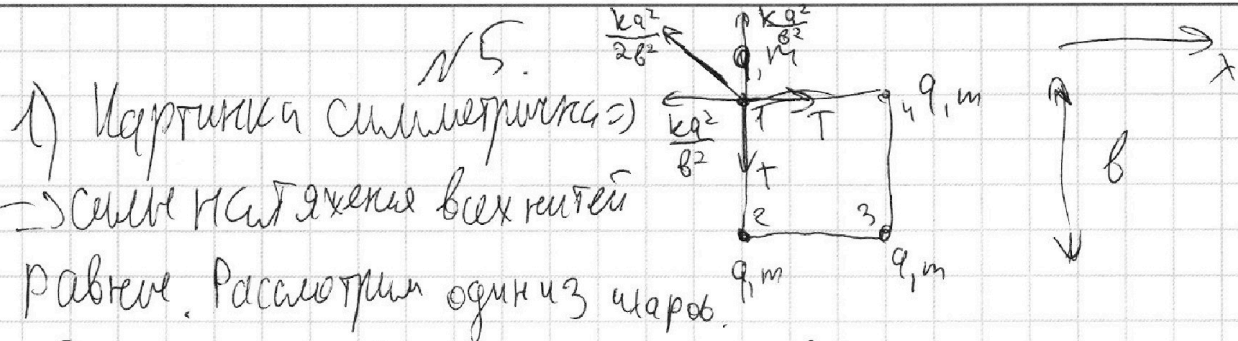
получено - $Q_{12} = Q_{12} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1 \approx 400 \cdot 8,31 \cdot 6 =$

$= 29944 \text{ Дж}$

$\eta = \frac{A_{05}}{Q_{12}} = \frac{2991,6 \cdot 100\%}{29944} \approx 10\%$

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!



Запишем равновесие сил, действующих на этот шарик

по оси x : $T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{52}{2} = \frac{(4+52)kq^2}{4b^2}$

2) На систему не действуют никакие внешние силы $\Rightarrow$ центр масс неподвижен, а импульс системы равен 0 (в лоб. с.о.)

Заметим, что с-ма симметрична

относительно вертикальной оси $\Rightarrow$ такой она и будет.

$V_1 = V_4$; $V_2 = V_3$.

по ЗСИ: $mV_1 + mV_4 - mV_2 - mV_3 = 0 \Rightarrow V_1 = V_2$

Значит, в этот момент скорости всех шариков одинаковы и равны V .

Запишем закон сохранения энергии: изменение кинетической энергии равно на изменение потенциальной.

изменилась E в парах 1-3, 1-4, 2-4

$$\frac{4mV^2}{2} = \frac{2kq^2}{b\sqrt{2}} + \frac{kq^2}{b} - \frac{2kq^2}{2b} = \frac{kq^2}{3b}$$

$$2mV^2 = \frac{kq^2}{b} \cdot \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right) \Rightarrow V = \sqrt{\frac{kq^2}{2mb} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)}$$



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

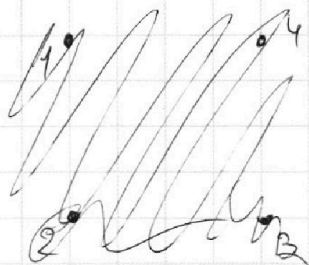
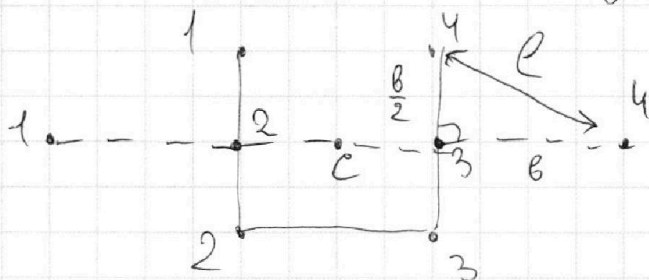
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

3) Мы уже поняли, что центр масс системы никуда не сместится. Нарисуем до и после:



Видно, что "верхние" шары смещаются на l

$$l = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} b$$

Ответ: 1) $\frac{(4 + \sqrt{5})}{4} \cdot \frac{kq^2}{b^2}$ Н

2) $\sqrt{\frac{kq^2}{2mb} \left(\sqrt{5} - \frac{1}{3} \right)}$ $\frac{m}{c}$

3) $\frac{\sqrt{5}}{2} m$

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!

$$t = \frac{s}{v \cos \alpha}$$

$$h = r_{\text{rot}} \sin \theta - \frac{g r^2}{2}$$

Reproduction. $\frac{27}{37}$

$\sqrt{800}$ $\sin =$
cos

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$
$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$20 - \frac{4}{3} - \frac{19 \cdot 5}{2 \cdot 3^2} = \frac{240 - 125}{9} = \frac{115}{9}$$

$$20 \cdot 0,71 = 14,2$$

1.7 300

$$\frac{m g \sin \theta \cdot \frac{S}{v_0 \cos \theta}}{\sin^2 \theta + 2 v_0^2 \cos^2 \theta} - \frac{g \cdot S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \theta}$$

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

$$= \frac{s - \sin 2\alpha \cdot v_0^2 - g s^2}{2v_0^2 \cos 2\alpha}$$

20. $\frac{\pi}{2} \cdot 400 - 10 \cdot 400 = 10 \cdot 400 (\frac{\pi}{2} - 1)$
 2. $400 \cdot \frac{1}{2} = 200$

$$\left(9.8 - \frac{1}{400} \cos^2 \theta \right) = 200$$

$$\frac{10-400}{2-400} \approx 10$$

$$\begin{array}{r} 10.400 \\ \hline 7.400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 24 \\ \hline 3324 \\ 1662 \end{array}$$

29944
3-1-2

$C = 24$

$$Q = \Delta C \Delta T = C \Delta T \cdot 991,6$$

$$\Delta(pV) = 3 p_1 V_1$$

$$2R\Delta T = A \cdot \frac{3}{2} R\Delta T$$

$$\frac{1}{2} R \Delta T = A_{12} = \frac{3}{2} R T_1$$

$$\Delta T = 3T_1$$

$$\frac{A}{Q_{\downarrow}} = 1 - \frac{Q_{\uparrow}}{Q_{\downarrow}} = \frac{A}{A - Q_{\uparrow}}$$

A 1-2

X 22

A_{2-3}

$$Q = A_{2-3}$$

$$\frac{3}{2} R(4 - 2^{1.5})$$

A(3-1)

$$-\frac{5}{2}(2^{1.57} - 1)RT =$$

$$= A_{3,4} = \frac{3}{2}$$

$$-\frac{1}{2} R \cdot \ln \frac{3}{2} (2^{15} - 1) K T_1$$

$$A_{-3} = R.$$

$$(1-2^{1/5})T_1$$

$$A_{3-1} = (1 - 2^{1.5}) / R_{11}$$



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

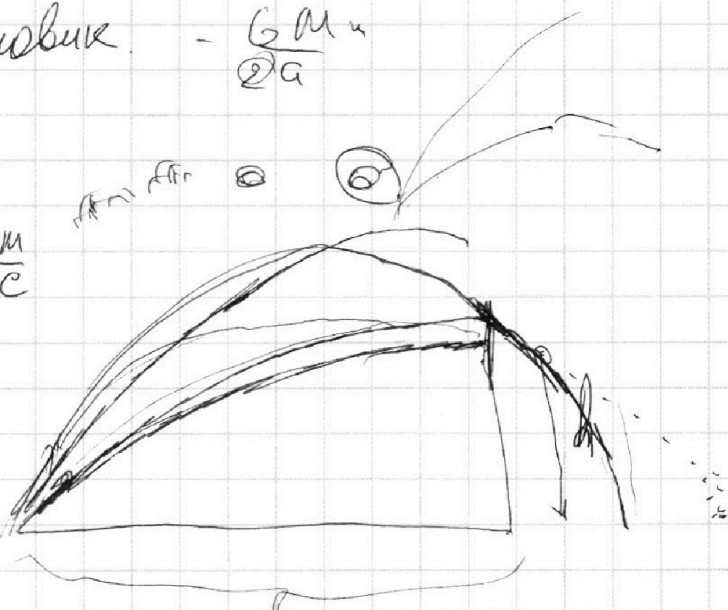
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Черновик - $\frac{6 \text{ м}}{2 \text{ с}}$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$v_0 = g t = g T = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 1.4 \\ \times 1.4 \\ \hline 1.96 \\ + 1.40 \\ \hline 2.89 \end{array}$$



$$L = v_0 \cos \alpha t = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$v_0 \sin \alpha t = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\sin \alpha = \frac{g t}{2 v_0}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{g t}{2}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{400 \cdot \frac{1}{2}}{20} = 10$$

$$= \frac{400 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = 10 \text{ м}$$

$$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\begin{aligned} &= 20 \sqrt{3} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{4}} = 10 \text{ м} \\ &= 20 \cdot (\sqrt{3} - 1) \end{aligned}$$

$$v_0 \cos \alpha t = S$$

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

$$\begin{aligned} h &= v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = \frac{S \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \\ &= \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha - g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 v_0^2 \sin 2\alpha - g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \\ &= \frac{400 \cdot 20 - 100 \cdot 10}{2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{4}} = \frac{4000 - 1000}{200} = 15 \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

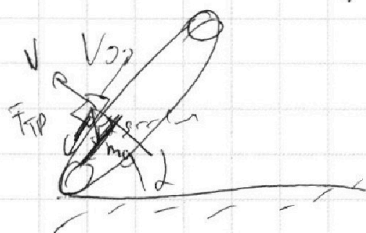
МФТИ

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



Черновики

№2



$$N = mg \cos \alpha$$

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

~~ma =~~

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

$$|a| = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

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

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

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

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\tan \alpha = \frac{4}{3}$$

$$at = 0.4 \text{ c}$$

$$S = 0.8$$

$$S_1 = 0.8 \sim$$

$$S = 1.6$$

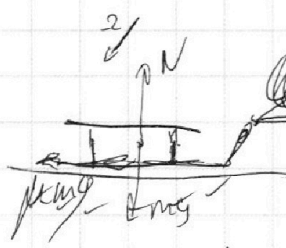


$$mg_0 = at$$

$$\frac{4}{10} = t$$

$$g \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{2}{5} + \frac{4}{5} \right) = 9$$

$$l = 4 \cdot \frac{4}{10} - \frac{10 \cdot \left(\frac{4}{10} \right)^2}{2} = 1.6 - \frac{16}{10} = 0.2$$



$$mv_0 = F \cdot t - F_{\text{тр}} \cdot t$$

$$a = \frac{3}{5} g$$

$$\frac{mv_0}{t} = F - F_{\text{тр}} - \text{const} \cdot 0.2 = \frac{at^2}{2} = \frac{\frac{3}{5} g t^2}{2} \Rightarrow$$

const

$$\Rightarrow \frac{1}{5} = t - \frac{1}{5} t \Rightarrow t = \frac{1}{5} \text{ c}$$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) \quad \tan \alpha = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{1}{5} \text{ c}$$

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

$$0 = \cos \alpha + \mu \sin \alpha \Rightarrow \mu \sin \alpha = -\cos \alpha$$

$$\mu = -\cot \alpha$$



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!

