

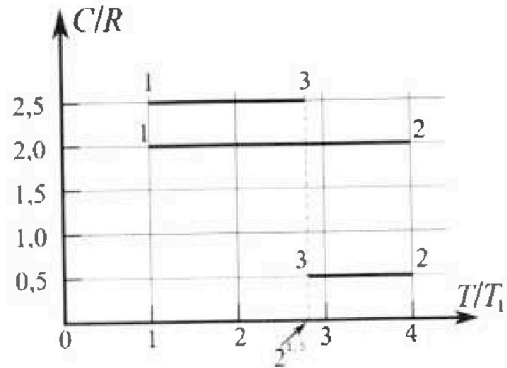
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



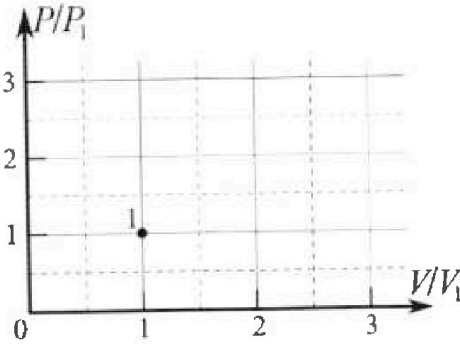
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



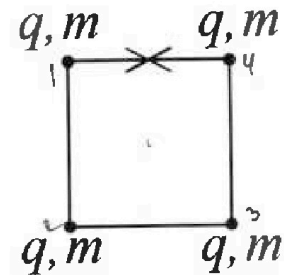
1) Найдите работу A_2 газа в процессе 1-2.

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 объем 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.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

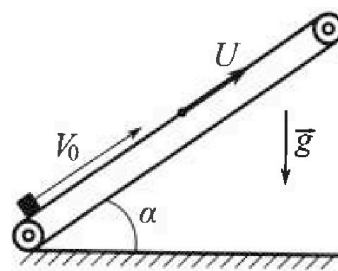
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

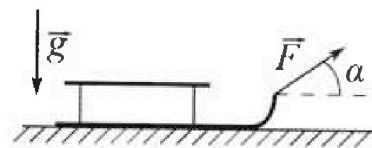
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



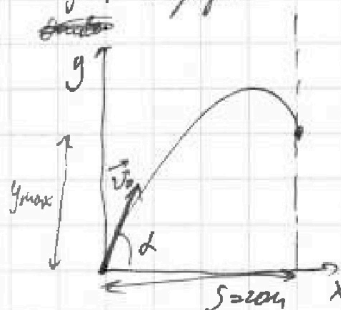
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница снимается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) $g(t) = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$ где $T = \frac{v_0}{g} = 2 \text{ c} \Rightarrow v_0 = T \cdot g = 2 \cdot 10 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$g(t)$ - координата шара от времени t

2)



Выбрав произвольную ось x , лежащую в плоскости полета шара, и ось y - вертикальную ось, можно упростить геометрию.

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

тогда $x_{\text{max}} = S \Rightarrow x(t_{\text{max}}) = v_0 t_{\text{max}} \cos \alpha \Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$ - время удержания шара в воздухе

подставим t_{max} в $g(t)$ ($y(t_{\text{max}})$):

$g(t_{\text{max}}) = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$

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

$g(t_{\text{max}}) = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = -\frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$

$g(t_{\text{max}})$ представляет собой параболу (если брать $\tan \alpha$ как переменную),

возможна максимальная высота будет при вершине (т.е. когда $\tan \alpha$ коэффициент больше нуля). Выразим для вершины:

$\tan \alpha = \frac{-S}{2 \cdot (-\frac{g S^2}{2 v_0^2})} = \frac{v_0^2}{g S} = \frac{20^2}{10 \cdot 20} = 2$

$g(t_{\text{max}}) = -\frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} \cdot 2^2 + 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = -20 + 40 - 5 = 15 \text{ м}$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $y_{\text{max}} = 15 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

направление ось x вдоль \vec{v}_0

1) пока коробка поднимается её ускорение равно $a_{1x} = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$a_1 = -10 \cdot 0,8 - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 = -8 - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{6}{10} = -8 - 2 = -10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

пока коробка опускается

$$a_2 = -g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = -10 \cdot 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{6}{10} = -8 + 2 = -6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найдём расстояние, на которое она поднимается за 90 секунд:

$$S_1 = \frac{0^2 - v_0^2}{2a_1} = \frac{-16}{2 \cdot (-10)} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$

отсюда $S_2 = S - S_1 = 0,2 \text{ м}$ - путь обратно, вниз (назад, если $S_1 + S_2 = S = 1 \text{ м}$)

$$S_2 = \frac{v^2 - 0^2}{2a_2} \Rightarrow v^2 = 2a_2 S_2 = 2 \cdot 6 \cdot 0,2 = 2,4 \Rightarrow v = \sqrt{2,4} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Путь до остановки: } v_0 + a_1 t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = -\frac{v_0}{a_1} = -\frac{4}{-10} = 0,4 \text{ с}$$

$$0 - v = 0 + a_2 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{\sqrt{2,4}}{6} = \sqrt{\frac{2,4}{36}} = \sqrt{\frac{2,4}{36} \cdot \frac{1}{10}} = \sqrt{\frac{2,4}{360}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}$$

2) теперь ускорение a_1 будет пока скорость груза больше u , а a_2 - когда меньше.

Аналогично найдем расстояние, на которое ускорение не меняется (скорость груза равна u).

$$\frac{1}{2} L_1 = \frac{v_0^2 - u^2}{-2a_1} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ м}$$

3) Аналогично:

$$L_1 = \frac{v_0^2 - u^2}{-2a_1} = 0,6 \text{ м} - v_{gr} \geq u \quad v_{gr} - \text{скорость груза}$$

$$L_2 = \frac{0 - u^2}{2a_2} = \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ м} - v_{gr} < u$$

$$L = M = L_1 \sin \alpha + L_2 \sin \alpha = (L_1 + L_2) \sin \alpha = 0,6 + 0,8 + \left(\frac{16}{30} + \frac{10}{30} \right) \frac{6}{10} = \frac{8}{30} + \frac{8}{10} = \frac{4}{15} + \frac{8}{15} = \frac{12}{15}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

L_2 брать округленным, т.к. в это округление ~~на~~ ~~и~~ ~~длина~~ ~~отсутствует~~.

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

2) $L = 0,6$ м

3) $H = \frac{16}{25}$ 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



Записать второй закон Ньютона для обоих случаев:

x -координатная ось вверх баллистич. F , y -вертикальная ось

$$1) \text{ OX: } F \cos \alpha - \mu N_1 = m a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu N_1}{m}$$

$$\text{Oy: } mg = N_1 + F \sin \alpha$$

$$2) \text{ OX: } F - \mu N_2 = m a_2, \quad a_1 = a_2 \text{ т.к. они соединены за}$$

$$mg = N_2, \quad a_2 = \frac{F - \mu mg}{m}$$

мо ил. бруса

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

$$F = F \cos \alpha + F \cdot \mu \sin \alpha, \text{ отсюда}$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}} = \tan \frac{\alpha}{2}$$

После прекращения движения скорость $v_{\text{пр}} = + \mu mg$ и $a = - \mu g$

$$v(t) = v_0 + at = 0 \Rightarrow T = \frac{v_0}{-a} = \frac{v_0}{-\mu g} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{g \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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

$$2) T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

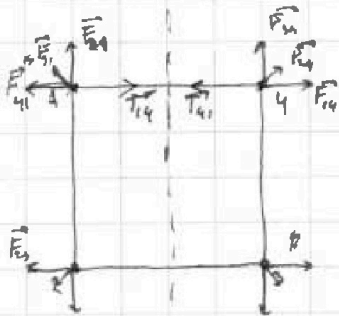
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7



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



Пусть $F = k \frac{q^2}{r^2}$ — это сила взаимодействия двух соседних зарядов, т.е. $F = |\vec{F}_{14}| = |\vec{F}_{41}|$.
Заметим, что расстояние между зарядами по диагонали равно $\sqrt{2}a$. Тогда сила взаимодействия, со стороны $F' = k \frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2} = k \frac{q^2}{2a^2}$.

У нас получается симметричная картина, все силы направлены правее. Так же получаем силу взаимодействия между левыми и правыми зарядами (симметрично рисунку). $T = T_{14} = F + F' = k \frac{q^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} = \frac{kq^2}{a^2} (1 + \frac{1}{2\sqrt{2}})$

После перемещения нити центр симметрии находится в вертикальной оси, проходящей через центр квадрата, поэтому в силу того, что шарик незаряден, $|V_1| = |V_3|$ и $|V_1| = |V_4|$ — где V_i — скорость i -го шарика.

Заметим, что вертикальная составляющая скорости всех шаров одинакова (по закону), а у шариков 1, 2 и 3, 4 — противоположна по знаку. Об этом свидетельствует тот факт, что центр массе системы всегда находится в одной и той же точке, т.е. шары 1 и 4 движутся вместе в одну сторону, на которую не рассматриваем, на которую рассматриваем шары 2 и 3. Поэтому в момент, когда они попадают на одну плоскость, шары 1 и 4 имеют одинаковую скорость V , т.е. у них нет горизонтальной составляющей, а вертикальная отрицательна. Заметим закон сохранения энергии:

$$\sum \frac{mv_i^2}{2} = \Delta W_{14} + \Delta W_{13} + \Delta W_{12} + \Delta W_{15} + \Delta W_{14} + \Delta W_{34}$$

Заметим, что $\Delta W_{12} = \Delta W_{23} = \Delta W_{34} = 0$, т.к. эти величины со временем не меняются. Изначально пружины между ними не меняются.

$$\sum \frac{mv_i^2}{2} = 4 \cdot \frac{mv^2}{2} = 2mv^2$$

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

$$\Rightarrow 2mv^2 = k \frac{q^2}{a} (\sqrt{2} - \frac{1}{3}) \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k}{2mb} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})}$$

$$\Delta W_{14} = \frac{kq^2}{a} - \frac{kq^2}{3a} = \frac{2}{3} \cdot \frac{kq^2}{a}$$

$$\Delta W_{15} = \frac{kq^2}{\sqrt{2}a} - \frac{kq^2}{2a} = \frac{kq^2}{a} (\frac{\sqrt{2}-1}{2})$$

$$\Delta W_{14} = \frac{kq^2}{\sqrt{2}a} - \frac{kq^2}{2a} = \frac{kq^2}{a} (\frac{\sqrt{2}-1}{2})$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

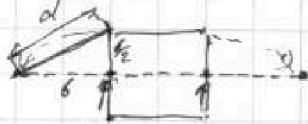
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

3) по условию выделены все стороны, т.е. шестигранник не имеет выделенных боковых граней, поэтому шестигранник не имеет своего начертания, значит в начертании когда стороны находятся на одной прямой, эта прямая проходит через центр квадрата



$$\text{отсюда } d^2 = b^2 + \frac{b^2}{4} = \frac{5}{4}b^2 \Rightarrow d = \frac{b}{2}\sqrt{5}$$

Ответ: 1) $T = \frac{kg^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$

2) $\sigma = \pm \sqrt{\frac{k}{\epsilon_0 b}} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})$

3) $d = \frac{b}{2}\sqrt{5}$

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

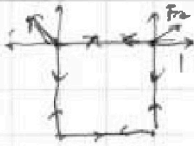
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$F = k \frac{q^2}{l^2} \quad 6$$

$$R = F + \frac{F}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}F + F}{\sqrt{2}}$$

$$\sum \frac{mv^2}{2} = \left(\Delta W_{14} + \Delta W_{13} + \Delta W_{24} \right)$$

$$\frac{kq^2}{6} - \frac{kq^2}{36} + \frac{kq^2}{6\sqrt{2}} - \frac{kq^2}{26} + \frac{kq^2}{6\sqrt{2}} - \frac{kq^2}{26}$$

$$\frac{2kq^2}{36} + 2(\sqrt{2}-1)\frac{kq^2}{26} = \frac{kq^2}{6} \left(\frac{2}{3} + \sqrt{2}-1 \right) = \frac{kq^2}{6} (\sqrt{2} + \frac{1}{3})$$

$$2mv^2 = \frac{kq^2}{6} (\sqrt{2}-3)$$

$$\begin{array}{r} 0,666 \\ + 0,888 \\ \hline 9,44 \\ 6000 \end{array} \quad \begin{array}{r} 414 \\ 0,111 \\ \hline 10,51 \end{array}$$

$$\frac{16}{2 \left(\frac{10000}{8} + \frac{10000}{20} \right)^2} \quad \begin{array}{l} a_1 = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \\ a_2 = -g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \end{array}$$

$$= \frac{6}{10} = 0,6$$

$$\frac{v^2}{2(8-2)} = 0,2 \Rightarrow \frac{v^2}{12} = 0,2 \quad v^2 = \frac{44}{5}$$

$$6 \frac{v^2}{12} = 2 \quad t_1 = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ с}$$

$$t_2 = \frac{v^2}{g} = \frac{44}{10}$$

$$4 \geq 0 \quad 4 - 10t = 0 \quad t = 0,4$$

$$4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 10 \cdot 0,4^2 - \frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 0,4^2 (10-5) = 5 \cdot 0,4^2 = \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{5} \cdot 5 = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$* a = -10 \cdot 0,8 + \frac{10}{3} \cdot \frac{6}{10} = -8 + 2 = -6 \quad -6t = -\sqrt{2} \cdot 4 \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{6}} =$$

$$\frac{v^2}{12} = 0,2 \Rightarrow v = \sqrt{12 \cdot 0,2} = \sqrt{2,4} = \sqrt{\frac{24}{10}} = \sqrt{\frac{6}{2,5}} = \sqrt{\frac{6}{2,5}}$$

$$\frac{25^2 - v^2}{2 \cdot 10} = \frac{16-4}{20} = \frac{12}{20} = \frac{60}{100} = 0,6$$

$$\frac{32}{150}$$

$$\begin{array}{r} 4015 \\ - 38286 \\ \hline 100 \\ 20 \\ 20 \end{array}$$

$$* \frac{v^2}{2 \cdot 6} = \frac{4}{26} = \frac{1}{3} v$$

$$\frac{6}{10} - \frac{1}{3} = \frac{2}{30} - \frac{10}{30} = -\frac{8}{30} = -\frac{4}{15}$$

$$\begin{array}{r} 0,6000 \\ - 0,2666 \\ \hline 0,3333 \end{array}$$

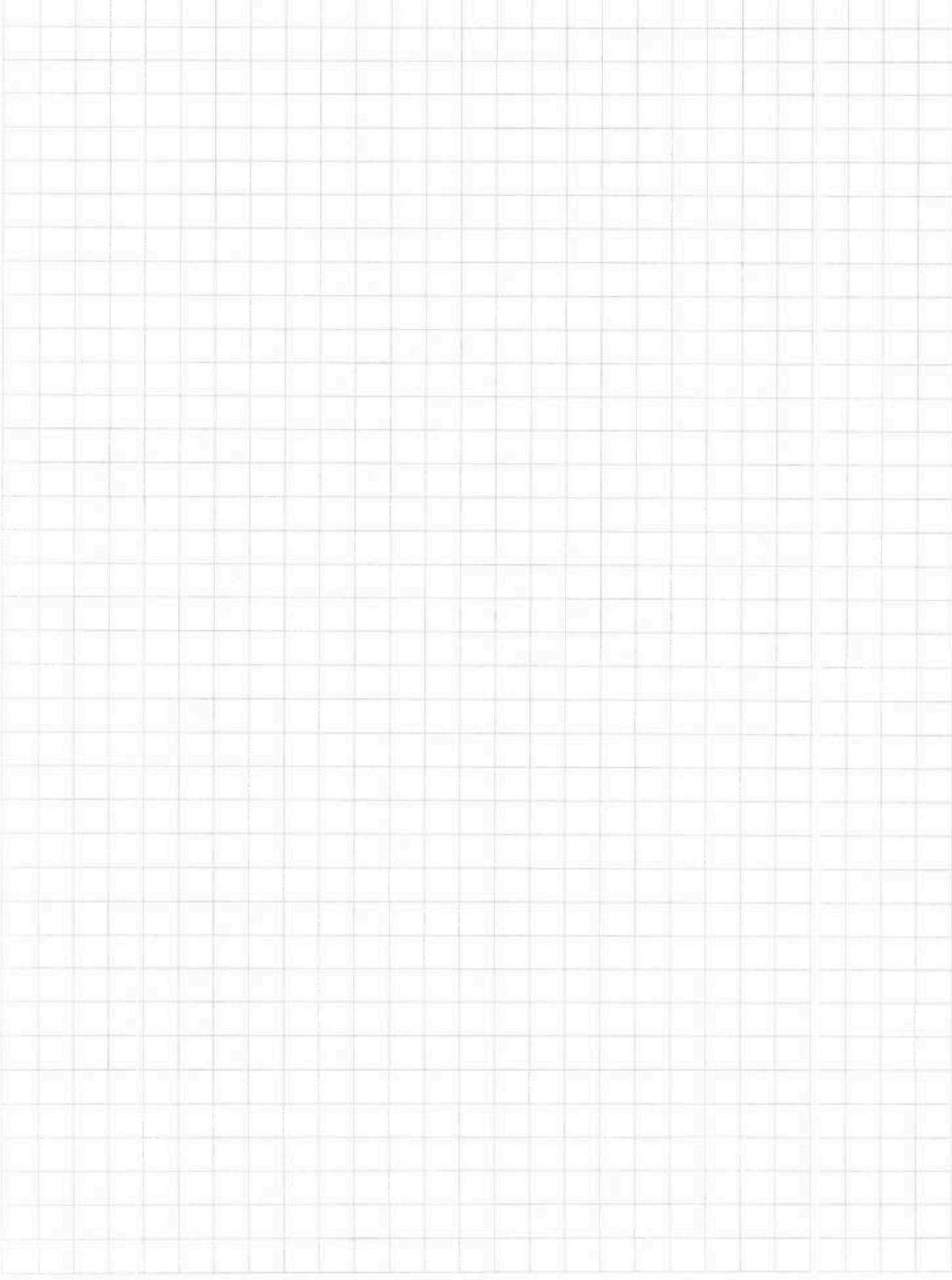


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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!



~~16~~
~~24g cos α~~ $\frac{16}{2} = \frac{16}{10} = 1,6$ ~~0,2~~

$\frac{16}{4(\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha)} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5}$

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

$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = -0,6g + 0,8g = 0,2g$

$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 = \frac{0,2g}{2} t^2 = 0,1g t^2 = 0,2$

~~16~~

$\frac{1}{2} (\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha) t^2 = 0,2$

$\frac{t^2}{2} = 0,8 \Rightarrow t^2 = 1,6$

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

$4t - \frac{t^2}{2} = \frac{4}{5}$

$5t^2 - 40t + 8$

$D = 400 - 40 = 360$

$t = \frac{20 \pm \sqrt{360}}{5} = \frac{20 - 6\sqrt{10}}{5}$

$4t - \frac{t^2}{2} = \frac{4}{5}$

$40t - 5t^2 = 8$

$8t - t^2 = 2 \Rightarrow t^2 - 8t + 12 = 0$

$D = 16 - 12 = 4 \Rightarrow t = \frac{8 \pm 2}{2} = 5, 3$



$\Sigma F_x = 2 \cos \alpha F - F_{TP} = ma$

$F - \mu N = ma$

$\Sigma F_y = mg - N$

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

$F \cos \alpha - \mu N = ma$

$mg + F \sin \alpha = N$

$mg = N - F \sin \alpha$

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

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

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

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

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

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

$\frac{1 + \cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos \alpha} \sqrt{1 + \cos \alpha}} = \frac{\sqrt{1 + \cos \alpha}}{\sqrt{1 + \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}} = \sqrt{t^2} = t$

$\frac{1}{\sin \alpha} + t \cot \alpha$

$t \cot \alpha = \frac{\sqrt{1 + \cos \alpha}}{1 - \cos \alpha}$

$\frac{1}{\sqrt{\log 2}} \frac{\sqrt{1 + \cos \alpha}}{\sqrt{1 - \cos \alpha}}$

$\frac{1 + \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

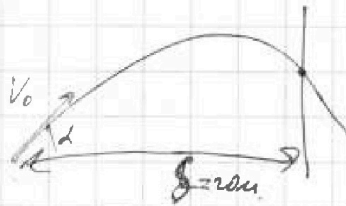
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



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

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

$$y_0(t) = \frac{v_0^2}{g} - g \frac{v_0^2}{2g^2}$$

$$\Rightarrow \frac{v_0^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \cdot 10} = 20$$

$$v_0 \cos \alpha = 20 \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y\left(\frac{S}{v_0 \cos \alpha}\right) = \frac{v_0 S}{v_0 \cos \alpha} \sin \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

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

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$

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

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{15} \cdot \frac{8}{5}}{\frac{20\sqrt{5}}{5}}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1+4}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha$$

$$z = \tan \alpha$$

$$S z - \frac{g S^2}{2 v_0^2} z^2 = 20 \text{ m}$$

$$\left(\frac{S}{v_0^2}\right) \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}\right) =$$

$$\frac{S}{g S^2 / v_0^2} = \frac{v_0^2}{g S} = \frac{v_0^2}{10 \cdot 20} = \frac{v_0^2}{200}$$

$$\text{then } \tan \alpha = \frac{20 \cdot 4}{10 \cdot 20} = \frac{20}{10} = 2$$

$$\alpha = \arctan(2)$$

$$20 \tan \alpha - 5 \tan^2 \alpha = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 4 = 40 - 20 = 20$$

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

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

$$y(\sqrt{5}) = 20 \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} - \frac{10 \cdot 5}{2} = 20 - 25 = -5$$

$$\frac{-1}{-2 \cdot \frac{g S}{v_0^2}} = \frac{v_0^2}{g S} = \frac{20 \cdot 20}{10 \cdot 20} = 2$$

$$\frac{2 - \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 10^2}}{2 \cdot \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 10^2}} = 4$$

8 ~~12~~

$$20 \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} - \frac{10 \cdot 5}{2} = 25$$

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

$$v_0 \sin \alpha \left(\frac{S}{v_0 \cos \alpha}\right) - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha = \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$



$$h = S \sin \alpha$$

$$\frac{m g h}{2} = m g S \sin \alpha + S F_{\text{fr}} \mu$$

$$\frac{m g h}{2} = m g S \sin \alpha + \mu m g S \cos \alpha$$

$$m g h = \frac{m g S^2}{2} \quad h = \frac{16}{10} = 1.6$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 10 = 1.25$$

$$\frac{g h}{g \cdot 2} = \frac{1.6}{2} = 0.8$$

$$S = \frac{16}{2(10 \cdot 0.8 + 0.2)} = \frac{8}{8 + \frac{10}{5}} = \frac{8}{10} = 0.8$$

$$\frac{10 \cdot 6}{20} = \frac{60}{20} = 3$$