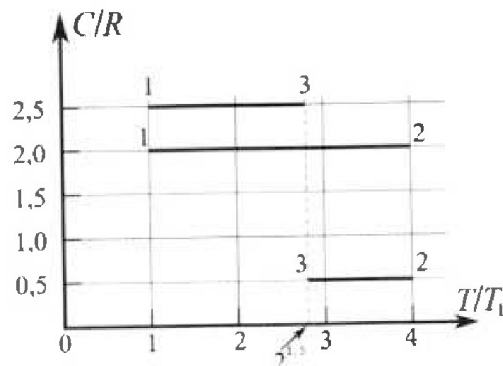


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

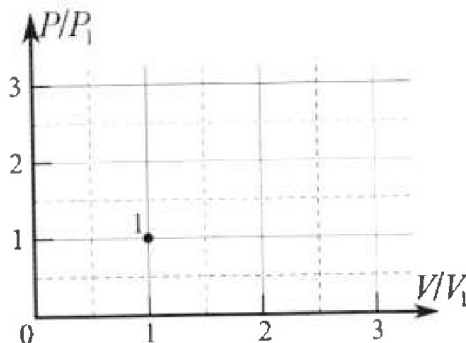
Вариант 10-01

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

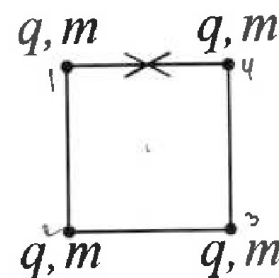
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

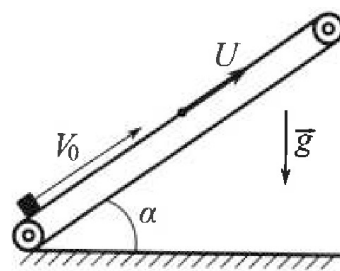
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

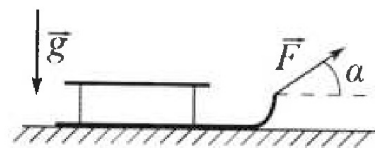
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

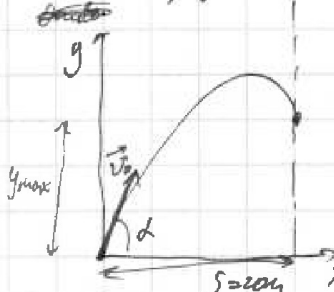
МФТИ

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



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

$g(t)$ - координата камня в момент t

2)  Введем координатную ось x , лежащую в горизонтальной плоскости камня, и ось y - вертикальную. Систему уравнений получим:

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

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

по условию $x_{\text{max}} = S \Rightarrow x(t_{\text{max}}) = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{max}} \Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$ - время удара камня о землю

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

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

по определению тангенса угла наклона $\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$

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

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

поэтому максимальное значение будет при вершине (т.е. старшим коэффициентом больше нуля). Выражение 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) $y_{\text{max}} = 15 \text{ м}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

направлен ось x вдоль $\vec{v}_0$

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

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

$$a_1 = -10 \cdot 0,8 - \frac{1}{5} \cdot 10 \cdot 0,6 = -8 - \frac{1}{5} \cdot 10 \cdot \frac{6}{10} = -8 - 2 = -10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

пока коробка опускается

$$a_2 = -g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = -10 \cdot 0,8 + \frac{1}{5} \cdot 10 \cdot \frac{6}{10} = -8 + 2 = -6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найдём расстояние, на которое она поднимается за 0,4 секунды:

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

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

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

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

$$0 - v = 0 + a_2 t \Rightarrow t = \frac{v}{|a_2|} = \frac{\sqrt{2,4}}{6} = \sqrt{\frac{2,4}{36} \cdot \frac{1}{10}} = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{10}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

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

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

Аналогично найдем путь! Находим расстояние, на которое ускорение не меняет (содержит уравнение движения u).

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

3) Аналогично:

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

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

$$L = L_1 + L_2 = L \cdot \sin \alpha = (L_1 + L_2) \sin \alpha = 0,6 + 0,8 + \left(\frac{12}{20} + \frac{10}{30} \right) \frac{8}{10} = \frac{8}{20} + \frac{8}{10} = \frac{4}{5} + \frac{8}{10} = \frac{12}{5}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

L_2 браго округленно, т.к. в это приходится ~~на~~ изгиба ~~сущности~~.

Итого: 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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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 обеих тел:

x-координата ось вверх баллоном F, y-вертикальная ось

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

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

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

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

но не бреша

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

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

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

Поток направлена горизонтально $F_{\text{пр}} = + \mu mg$ и $a = - \mu g$

$$V(T) = V_0 + aT = 0 \Rightarrow T = \frac{V_0}{-a} = \frac{V_0}{-(\mu g)} = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{g \tan \frac{\alpha}{2}} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

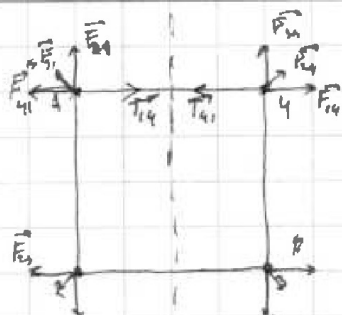
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



Пусть $F = k \frac{q^2}{b^2}$ — это сила взаимодействия двух соседних зарядов, т.е. $F = |\vec{F}_{14}| = |\vec{F}_{23}|$.
Заметим, что расстояние между зарядами по диагонали равно $b\sqrt{2}$. Тогда сила взаимодействия со стороны $F' = k \frac{q^2}{(b\sqrt{2})^2} = k \frac{q^2}{2b^2}$.

У нас получается симметричная картина, все силы направлены ровно. Так же получаем силу взаимодействия между левыми и правыми зарядами (см. рисунок). $T = T_{14} = F + F'_{12} = k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{2b^2} = k \frac{q^2}{b^2} (1 + \frac{1}{2\sqrt{2}})$

После перемещения нити система симметрична относительно вертикальной оси, проходящей через центр квадрата, поэтому все шары, эти шары идентичны, $|V_1| = |V_3|$ и $|V_1| = |V_4|$ — где V_i — скорость i -ого шарика.

Заметим, что вертикальная составляющая скорости всех шаров одинакова (по модулю), 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, а шары 2 и 3 — в противоположные стороны, на которые направлены силы 2 и 3. Поэтому в момент, когда они находятся на одной прямой, шары не имеют ^{по модулю} одинаковой скорости V , т.е. у них нет горизонтальной составляющей, а вертикальная одинакова. 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 $\Delta W_{12} \neq \Delta W_{23} \neq \Delta W_{34} \neq 0$, т.е. они все не равны. Но так как расстояние между ними не меняется. $\Delta W_{14} = k \frac{q^2}{b} - \frac{kq^2}{3b} = \frac{2}{3} \cdot k \frac{q^2}{b}$

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

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

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

$$\Delta W_{13} = k \frac{q^2}{b\sqrt{2}} - \frac{kq^2}{2b} = k \frac{q^2}{b} (\frac{\sqrt{2}-1}{2})$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

3) по указанному выше факту, т.е. шарики не взаимодействуют, действующая масса не имеет своего начального значения, значит в момент, когда шарик находится на одной прямой, эта прямая проходит через центр квадрата



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) $\sigma = \pm \sqrt{\frac{k}{\ln 6}} (\sqrt{2} - \frac{1}{3})$

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

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

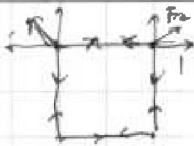
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

$$F = F_1 + \frac{F}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}F + F}{\sqrt{2}}$$

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

$$\frac{kq^2}{6} - \frac{kq^2}{36} + \frac{kq^2}{12} - \frac{kq^2}{26} + \frac{kq^2}{812} - \frac{kq^2}{26}$$

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

$$2mv^2 = \frac{kq^2}{6} (\sqrt{2}-1)$$

$$\begin{array}{r} 0,666 \\ + 0,333 \\ \hline 1,000 \end{array}$$

$$\frac{16}{2(10-2)} = \frac{16}{16} = 1$$

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

$$\frac{V^2}{2(8-2)} = 0,2 \Rightarrow \frac{V^2}{12} = 0,2 \quad V^2 = \frac{4}{5}$$

$$6 \cdot \frac{4}{5} = 2,4 \quad t_1 = \frac{4}{5} = 0,8 \quad t_2 = \frac{4}{15} = 0,27$$

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

$$4 \times 0,4 = 1,6$$

$$4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 1,6 - 0,8 = 0,8$$

$$a = -10 \cdot 0,8 + \frac{10}{3} \cdot \frac{6}{10} = -8 + 2 = -6 \quad -6t = \sqrt{2,4} \quad t = \sqrt{\frac{2,4}{36}} =$$

$$\frac{1}{12} = 0,2 \Rightarrow V = \sqrt{12 \cdot 0,2} = \sqrt{2,4} = \sqrt{\frac{24}{10}} = \sqrt{\frac{6}{2,5}} = \sqrt{\frac{12}{5}}$$

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

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

$$\frac{4015}{38286}$$

$$\frac{U^2}{2 \cdot 6} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} U$$

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

$$\frac{0,6000}{0,333} = 0,26668$$



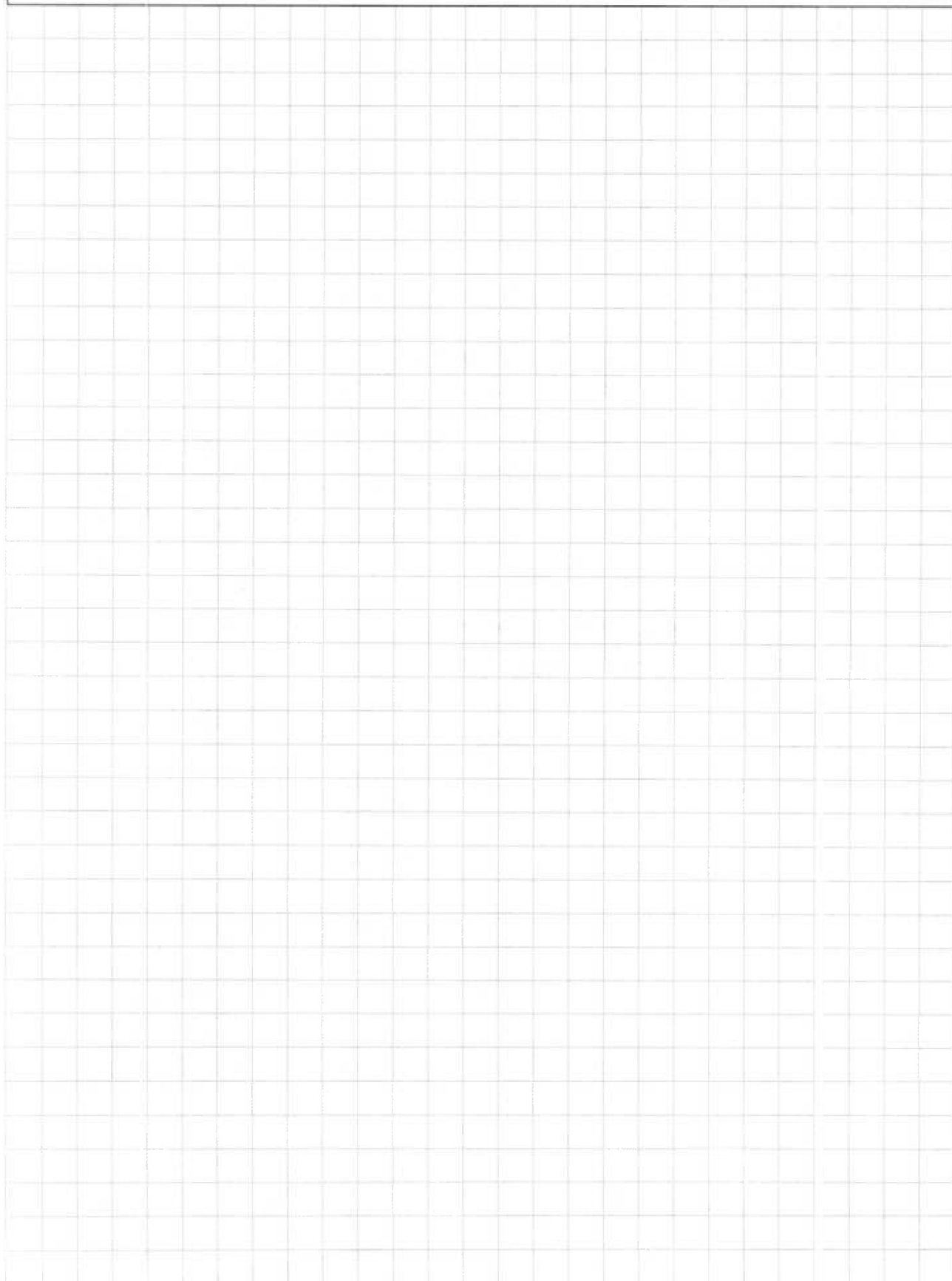
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{16}{20} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{16}{20} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{16}{20} = \frac{4}{5}$$

$$\mu g =$$

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

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = -0,6 \cdot 9,8 - 0,1 \cdot 16$$

$$S_1 = \frac{1}{2} g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\frac{4}{5} = 0,8$$

$$\frac{16}{20} = \frac{4}{5}$$

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

$$\frac{4}{5} = 0,8$$

$$V_0 = \mu g t$$

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

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

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

$$5t^2 - 40t + 8$$

$$D = 400 - 40 = 360$$

$$t = 20 \pm \sqrt{360} = 20 - 0,5 \cdot 10$$

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

$$406 - 5t^2 = 80$$

$$8t - t^2 = 2$$

$$D = 16 - 2 = 14$$



$$2. \text{ ex: } F - F_{TP} = ma$$

$$ay: mg - N$$

$$F - \mu N = ma$$

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

$$1) \text{ ox: } F \cos \alpha - \mu N = ma$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{\sin \alpha} + \tan \alpha$$

$$\frac{1}{\sqrt{\log 2}} \frac{\mu \tan \alpha \sqrt{\log 2 + 1}}{\sqrt{\log 2}}$$

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

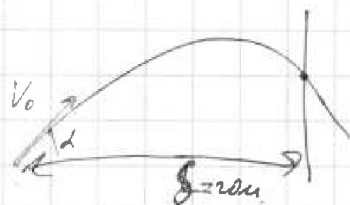
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

$$x(t) = V_0 t \cos \alpha$$

$$y_0(t) = \frac{V_0^2}{g} - g \frac{V_0^2}{2g^2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_0^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \cdot 10}$$

$$V_0 \cos \alpha = 20 \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y\left(\frac{S}{V_0 \cos \alpha}\right) = \frac{V_0 S}{V_0 \cos \alpha} \sin \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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

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

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

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{16 - 9}}{5} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

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

$$\alpha = \arccos\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)$$

$$z = \tan \alpha$$

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

$$\frac{S}{2 V_0^2} z = \frac{g S}{V_0^2} \Rightarrow \frac{S}{2 V_0^2} z = \frac{V_0^2}{g S} \Rightarrow \frac{V_0^2}{g S} = \frac{V_0^2}{g S} \Rightarrow \tan \alpha = 2$$

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

$$y(11) = 20 \cdot \frac{4\sqrt{5}}{5} - 10 \cdot \frac{1}{2} = 8\sqrt{5} - 5$$

$$y(\sqrt{5}) = 20 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} - 10 \cdot \frac{5}{2} = 40 - 25 = 15$$

$$V_0 \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} = 0$$

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

$$\frac{-1}{-2 \cdot \frac{g S}{V_0^2}} = \frac{V_0^2}{g S} = \frac{20 \cdot 20}{10 \cdot 20} = 2$$

$$2 = \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 10^2} = 0 \quad \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 4 \cdot 20^2} = 4$$

$$20 \tan \alpha = \frac{10 \cdot 5}{2} = 25$$

$$V_0 \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} = 0 \quad t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$V_0 \sin \alpha \left(\frac{S}{V_0 \cos \alpha} \right) - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g S^2}{2 V_0^2}$$



$$h = S \sin \alpha$$

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

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

$$\frac{g}{2} = \frac{g}{10} = 0.8$$

$$S = \frac{16}{2(10 \cdot 0.8 + 0.2)} = \frac{8}{8 + \frac{1}{5}} = \frac{8}{\frac{41}{5}} = \frac{40}{41}$$

$$\mu \cdot 6 = \frac{68}{30}$$

$$m g h = \frac{m g S^2}{2} \quad h = \frac{16}{2} = \frac{8}{1} = 8$$