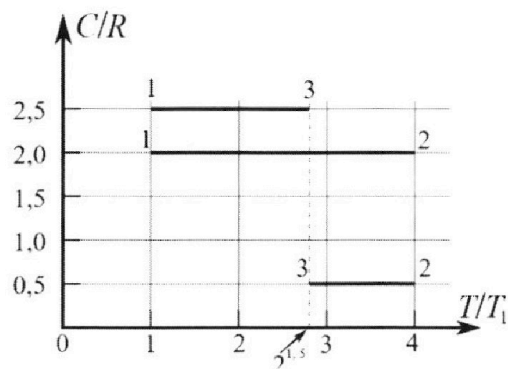


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

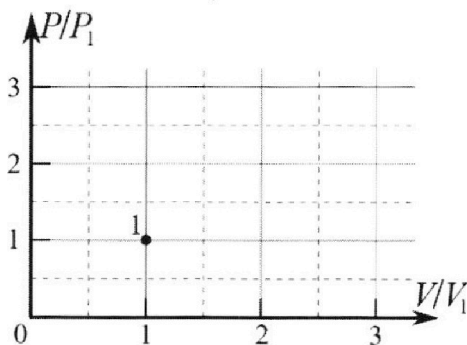
Вариант 10-01

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).

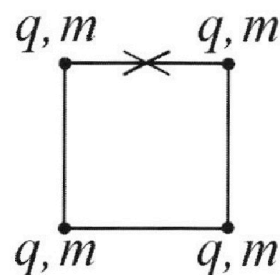


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 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.



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.

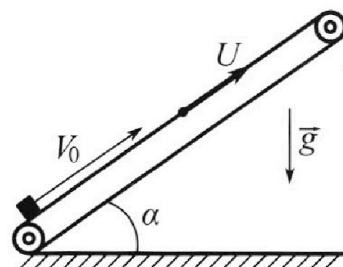
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

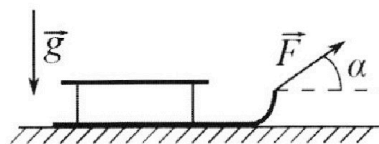
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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 $T = 2c$ $\frac{T}{g} = \frac{V_0}{g} \Rightarrow V_0 = gT = 2 \cdot 10 = 20 \frac{м}{с}$

(2) H - высота, на которой удар. о стенку
 $H_{max} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \sin^2(90^\circ) = 40 м = 25$ По себе

получается ситуация
Просто оценка
возможного H $H_{min} = \frac{(V_0 \sin 45^\circ)^2}{2g} = \frac{400}{40} = 10 м$
 $H_{max} \neq 10 м$

Аналитически: $H(t) = (V_0 \sin t) - \frac{gt^2}{2}$

$L(t) = V_0 \cos t \cdot t$

$V_0 \cos t \cdot t = s \Rightarrow t = \frac{s}{V_0 \cos t}$
 $H'(t) = s \cdot \frac{1}{\cos^2 t} - \frac{gs^2}{2V_0^2} \cdot \frac{2 \sin t}{\cos^3 t} = 0$

В момент t происходит удар
 $H = \frac{V_0 \sin t \cdot s}{V_0 \cos t} - \frac{g}{2} \cdot \frac{s^2}{V_0^2 \cos^2 t} = s \tan t - \frac{gs^2}{2V_0^2 \cos^2 t}$

$\frac{s}{\cos^2 t} = \frac{gs^2}{2V_0^2} \cdot \frac{2 \sin t}{\cos^3 t}$

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

$1 = \frac{gs}{2V_0^2} \cdot \tan t$ $\tan t = \frac{V_0^2}{gs} = \frac{400}{10 \cdot 20} = 2$

$\frac{gs^2}{2V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 t} = \frac{s}{\cos^2 t}$

$H_{max} = \frac{s \cdot V_0^2}{gs} - \frac{gs^2}{2V_0^2} \left(\frac{V_0^2}{gs} + 1 \right) = \frac{V_0^2}{g} - \frac{s}{2} - \frac{gs^2}{2V_0^2} = \frac{400}{10} - \frac{20}{2} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} = 40 - 10 - 5 = 25 м$

$V_x^2 = V_0^2$ $V_x \cdot t = s$ $t = \frac{s \sqrt{5}}{V_0}$
 $V_x = \frac{V_0}{\sqrt{5}}$ $H = (2V_x)t - \frac{gt^2}{2} = \frac{2V_0}{\sqrt{5}} \cdot \frac{s \sqrt{5}}{V_0} - \frac{g}{2} \cdot \frac{s^2 \cdot 5}{V_0^2} = 25 - \frac{5}{2} \cdot \frac{s^2}{V_0^2} = 40 - \frac{5}{2} \cdot 10 \cdot 1 = 15 м$

треугольник скоростей, или тангенс начального угла $\tan t = 2$ (получено из анализа ф-ции ради)

Ответ: 1) $20 \frac{м}{с}$ 2) $15 м$

* Производная функции $H(t)$ получена на черновике, на исходе записывалась уже готовая производная

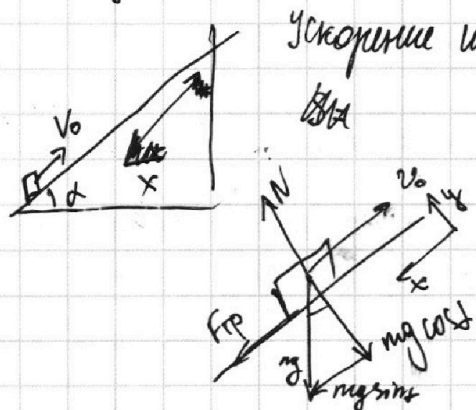
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

$\sin \alpha = 0,8$ $\mu = \frac{1}{3}$ $V_0 = 4 \frac{m}{c}$ $\mu? \quad 1) T = ? (S = 1m) \quad 2) L = ? V = 2 \frac{m}{c}$

$\Rightarrow \mu = ? \quad \mu = 0$

Так как вначале лента покоится $\Rightarrow$ ленту можно рассм. как неподв. наклонную плоскость



Ускорение шайбы по оси $x \rightarrow a_x$

$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$ (так скользит)
 $N = mg \cos \alpha$ (проекция веса $F_{вес} = mg \sin \alpha$)

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

(1) $S = V_0 T - a_x \frac{T^2}{2}$

$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$

Заменим квадратное ур-е в числах

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

$a_x \frac{T^2}{2} - V_0 T + S = 0$

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

$\Delta = 4 - 5 < 0$

т.е. для того, чтобы пройти метр, коробка должна достигнуть наибольшей точки и начать скользить вниз

$S_{\max} = \frac{V_0^2}{2a_x} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м} < 1 \text{ м}$ (наск. путь вверх вдоль плоск.)

$S_1 = S - S_{\max} = a_x' \cdot \frac{t_1^2}{2} \Rightarrow S_1 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$

$a_x' = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 6 \frac{m}{c^2}$ (т.к. при скольжении вниз трение препят.)

$a_x' \cdot \frac{t_1^2}{2} = S_1$

$t_1 = \sqrt{\frac{2S_1}{a_x'}} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 2}{6}} = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$

$t_2 = \frac{V_0}{a_x} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$

$T = t_2 + t_1 = \sqrt{\frac{2S_1}{a_x'}} + \frac{V_0}{a_x} = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$

2) все инерциальные системы отсчета равноправны между собой
перейдем в СО ленты

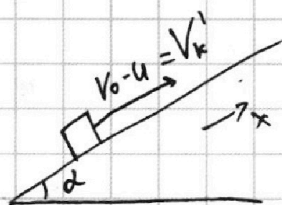
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

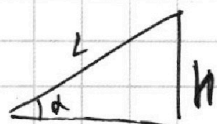
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Тогда второй вопрос задачи будет звучать так:
когда $v_k' + u = u$, т.е. когда $v_k'' = 0$?
(на каком расстоянии
(обратно в лабораторной ЗСЭ):

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh + A_{тр.}$$

Из 10 транспорта (из рассуждений
находясь в 10 транспорта следует, что сила трения направлена
одинаково для всех моментов времени и постоянна по модулю)



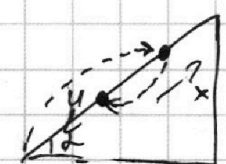
$$h = L \sin \alpha \quad A_{тр.} = (\mu mg \cos \alpha) \cdot L$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \mu mg \cos \alpha L + mgL \sin \alpha$$

$$v_0^2 = u^2 + 2\mu g \cos \alpha L + 2gL \sin \alpha \Rightarrow L(2\mu g \cos \alpha + 2g \sin \alpha) = v_0^2 - u^2$$

$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{16 - 4}{20(\frac{1}{3} \cdot \frac{8}{5} + \frac{4}{5})} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м}$$

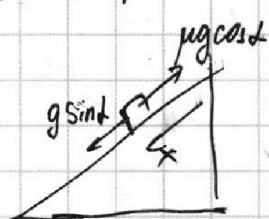
3) Опять в 10 левый



(пусть движется до вершины, останавливается, путь из пункта
назад) (до момента когда $v_x = -u$)

(скорость стала нулю - путь равен L)

$$\text{После остановки } a_{x'} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$



$$a_{x'} t' = u \quad t' = \frac{u}{a_{x'}}$$

$$\Delta x = \frac{a_{x'} t'^2}{2} = a_{x'} \cdot \frac{u^2}{2a_{x'}^2} = \frac{u^2}{2a_{x'}} = \frac{u^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$= \frac{4}{20(\frac{8}{5} - \frac{3}{10})} = \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$\frac{3}{5/3} = 0,6$$

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!

моя цель - записать в новой форме ЗСЭ

$$A_{\text{тр}}' = A_{\text{тр}1} + A_{\text{тр}2} = \mu mg \cos \alpha (L + \Delta x)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m \cdot 0.2^2 \cdot 10}{2} + A_{\text{тр}}' + mgh$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu mgH + \mu mg \cos \alpha \left(\frac{u^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} + \frac{v_0^2 - u^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \right)$$

$$\frac{v_0^2}{2} = gH + \mu g \cos \alpha \cdot \left(0.6 + \frac{1}{3} \right)$$

$$\frac{16}{2} = gH + \frac{1}{3} g \cdot \frac{3}{5} \cdot \left(0.6 + \frac{1}{3} \right)$$

$$gH = 8 - \frac{2 \cdot 14}{15}$$

$$H = \frac{1}{g} \left(\frac{v_0^2}{2} - \mu g \cos \alpha \left(\frac{u^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} + \frac{v_0^2 - u^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \right) \right) = \frac{1}{g} \left(8 - \frac{28}{15} \right) = \frac{92}{150} \text{ м} = \frac{46}{75} \text{ м}$$

$$gH = 8 - 2 \left(\frac{14}{15} \right)$$

Ответ: 1) $0.4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$; 2) $L = 0.6 \text{ м}$; 3) $H = \frac{46}{75} \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

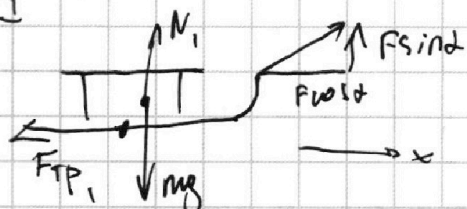
МФТИ

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

v_0 и в 1 и во 2 слур. $\tau_1 = \tau_2 = \tau$

Движения равноускоренные, но так как оба раза санки с 0
до v_0 разгоняют за одинаковое время $\Rightarrow a_1 = a_2$ (по оси x)
 $= a$

I



$$F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = ma$$

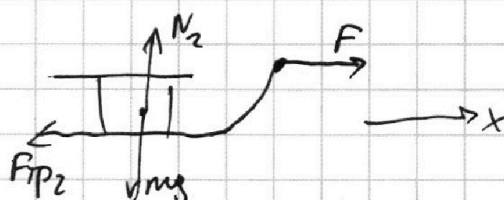
$$F \cos \alpha - \mu N_1 = ma$$

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

$$\mu (mg - mg + F \sin \alpha) = F (1 - \cos \alpha)$$

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

II



$$F - F_{\text{тр}2} = ma$$

$$F - \mu N_2 = ma$$

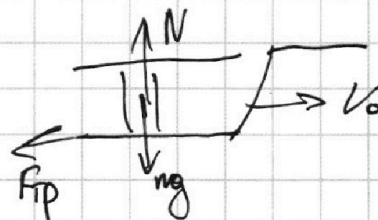
2) $a_x T = v_0$

$$a_x = F - \mu N_2 = F - \mu mg \quad a_x = \mu N_2 = \mu mg$$

$$(F - \mu mg) T = v_0$$

$$\mu mg T = v_0$$

$$T = \frac{v_0}{\mu mg}$$



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

Answer: 1) $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ 2) $T = \frac{v_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$

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. Порча QR-кода недопустима!

$\nu = 1 \text{ моль}$ $T_1 = 400 \text{ К}$ $R = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$\Delta Q = \Delta U + A$

$C = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T + \frac{\nu R \Delta T}{\Delta T}}{\Delta T} = \frac{5}{2} \nu R$

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

$Q_{12} = C_{12} \Delta T$

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

$C_{12} = 2R$

$Q_{12} = C_{12} \cdot (4T_1 - T_1) = 3 \cdot C_{12} \cdot T_1 = 6RT_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_1$

$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = 1 - \frac{1}{2} R (4T_1 - 2^{3/2} T_1);$
 $+ \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - 2^{3/2} T_1) = R \cdot (4T_1 - 2^{3/2} T_1) \Rightarrow 6RT_1 - \frac{3}{2} \nu R \cdot T_1 =$
 $= R \cdot 600$

$A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = -\frac{5}{2} R (2^{3/2} T_1 - T_1) +$
 $+ \frac{3}{2} \nu R (2^{3/2} T_1 - T_1) = -R (2^{3/2} T_1 - T_1) < 0$
 $(\text{м.к } \nu = 1 \text{ моль})$

$\Delta Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 6RT_1$
 $\Delta Q_{23} = C_{23} \cdot \Delta T_{23} = -\frac{1}{2} R \cdot (4T_1 - 2^{3/2} T_1)$

$\Delta Q_{31} = C_{31} \cdot \Delta T_{31} = -\frac{5}{2} R \cdot (2^{3/2} T_1 - T_1)$

$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} =$
 $= \frac{600R + 400R(4 - 2^{3/2}) - 400R(2^{3/2} - 1)}{6 \cdot 400R} = \frac{1.5 + 4 - 2^{3/2} - 2^{3/2} + 1}{6} =$

$= \frac{6.5 - 2^{5/2}}{6} = \frac{6.5 - 2^{5/2}}{6}$

$2' + 2' = 2^2$
 $2^{3/2} \cdot 2 = 2^{5/2}$

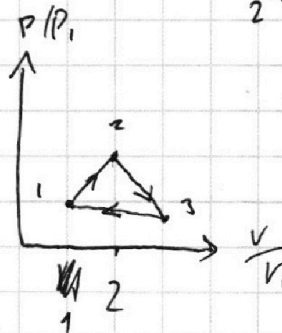
Эквив графика выглядит так:

$A_{31} = -\nu R T_1 (2^{3/2} - 1)$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_2 V_2 = \nu R \cdot 4T_1$

$P_3 V_3 = \nu R T_1 \cdot (2^{3/2})$



Этот график состоит из отрезков

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!

$$\alpha_3 = \gamma RT_1 (4 - 2^{3/2}) = \frac{2P_1 + P_3}{2} (V_3 - 2V_1) \quad (1) \quad (1) - (2)$$

$$\alpha_{31} = -\gamma RT_1 (2^{3/2} - 1) = \frac{P_1 + P_3}{2} (V_3 - V_1) \quad (2)$$

$$5\gamma RT_1 = \frac{P_1 V_3}{2} - \frac{3P_1 V_1}{2} - \frac{P_3 V_1}{2} \Rightarrow 13\gamma RT_1 = P_1 V_3 - P_3 V_1$$

$$V_3 = \frac{\gamma RT_1 \cdot 2\sqrt{2}}{P_3}$$

$$\gamma RT_1 \frac{3}{2} \Rightarrow 13\gamma RT_1 = \frac{P_1 \cdot \gamma RT_1 \cdot 2\sqrt{2}}{P_3} - P_3 V_1$$

$$P_3^2 V_1 + P_3 \cdot \gamma RT_1 - P_1 \cdot \gamma RT_1 \cdot 2\sqrt{2} = 0$$

$$\begin{array}{r} 11,2 \\ \times 1,4 \\ \hline 15,68 \end{array}$$

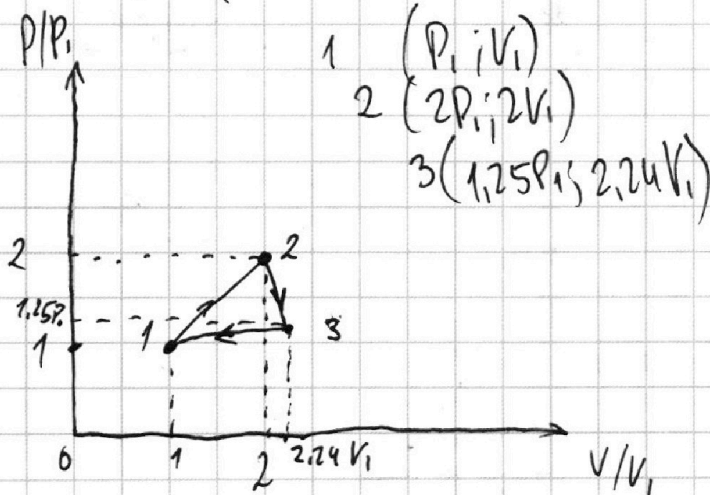
$$D = (\gamma RT_1)^2 + 4V_1 \cdot P_1 \cdot \gamma RT_1 \cdot 2\sqrt{2}$$

$$P_{3(1,2)} = \frac{-\gamma RT_1 \pm \sqrt{(\gamma RT_1)^2 + 4V_1 \cdot 2\sqrt{2} P_1 \cdot \gamma RT_1}}{2}$$

$$= \frac{-P_1 \pm \sqrt{(P_1 V_1)^2 + 4 \cdot (P_1 V_1)^2 \cdot 2\sqrt{2}}}{2} = \frac{-P_1 \pm P_1 \sqrt{1 + 8\sqrt{2}}}{2} \Rightarrow P_3 = P_1 \frac{(\sqrt{1 + 8\sqrt{2}} - 1)}{2}$$

$$P_3 \approx P_1 \cdot \frac{\sqrt{12,2} - 1}{2} \approx 1,25 P_1$$

$$V_3 \approx \frac{P_1 V_1 \cdot 2,8}{1,25 P_1} = 2,24 V_1$$



$$\begin{array}{r} 280 \overline{) 125} \\ -250 \\ \hline 300 \\ -250 \\ \hline 500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 1,4 \\ \hline 5,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 90 \overline{) 60} \\ -60 \\ \hline 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 254 \\ 112 \\ \hline 13,74 \\ \times 3,6 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 12,96 \\ \times 3,5 \\ \hline 175 \\ 105 \\ \hline 12,25 \end{array}$$

Answer: $A_n = 600 R$; $\eta = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} \approx 15\%$

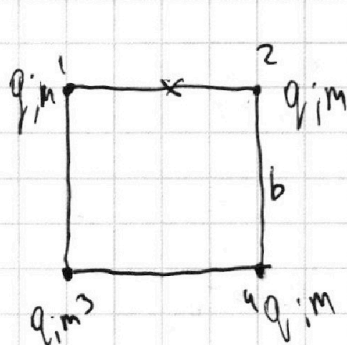
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

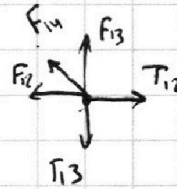
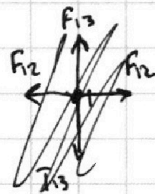
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



bigim



$$T_{12} = F_{12} + F_{14} \cdot \cos 45^\circ = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$F_{12} = \frac{kq^2}{b^2}$$

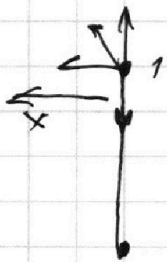
$$F_{14} = \frac{kq^2}{(b\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2b^2}$$

$$T_{12} = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) = T_i$$

~~$\frac{3kq^2}{b^2}$~~

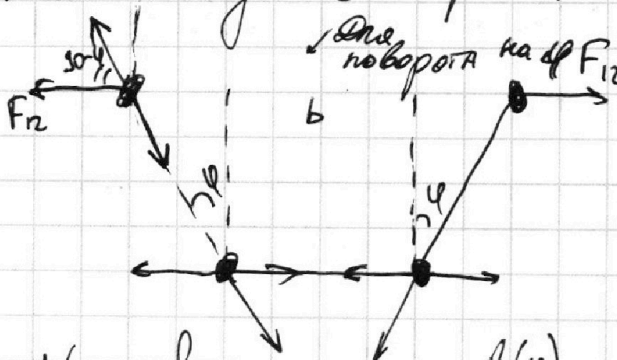
В момент, когда перетяжки нитки

$$1. \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} = ma_{ix}$$



Скорее всего здесь надо записать ЗЭ,

но электростатику нам ещё не преподавали. И я не знаю как писать ЗЭ для электростатического поля.



$$F_{12} = \frac{kq^2}{(b + 2b \sin \phi)^2}$$

$F_{12} \cdot \sin \phi$ не компенсировать.
Для заряда 1

$$V_1 = \int a(t) dt$$

$$a(\phi) = \frac{kq^2}{(b + 2b \sin \phi)^2 \cdot m}$$



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

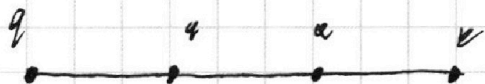
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

Черновик



$$\alpha = \frac{q \cdot 4 \cdot a}{q \cdot t}$$



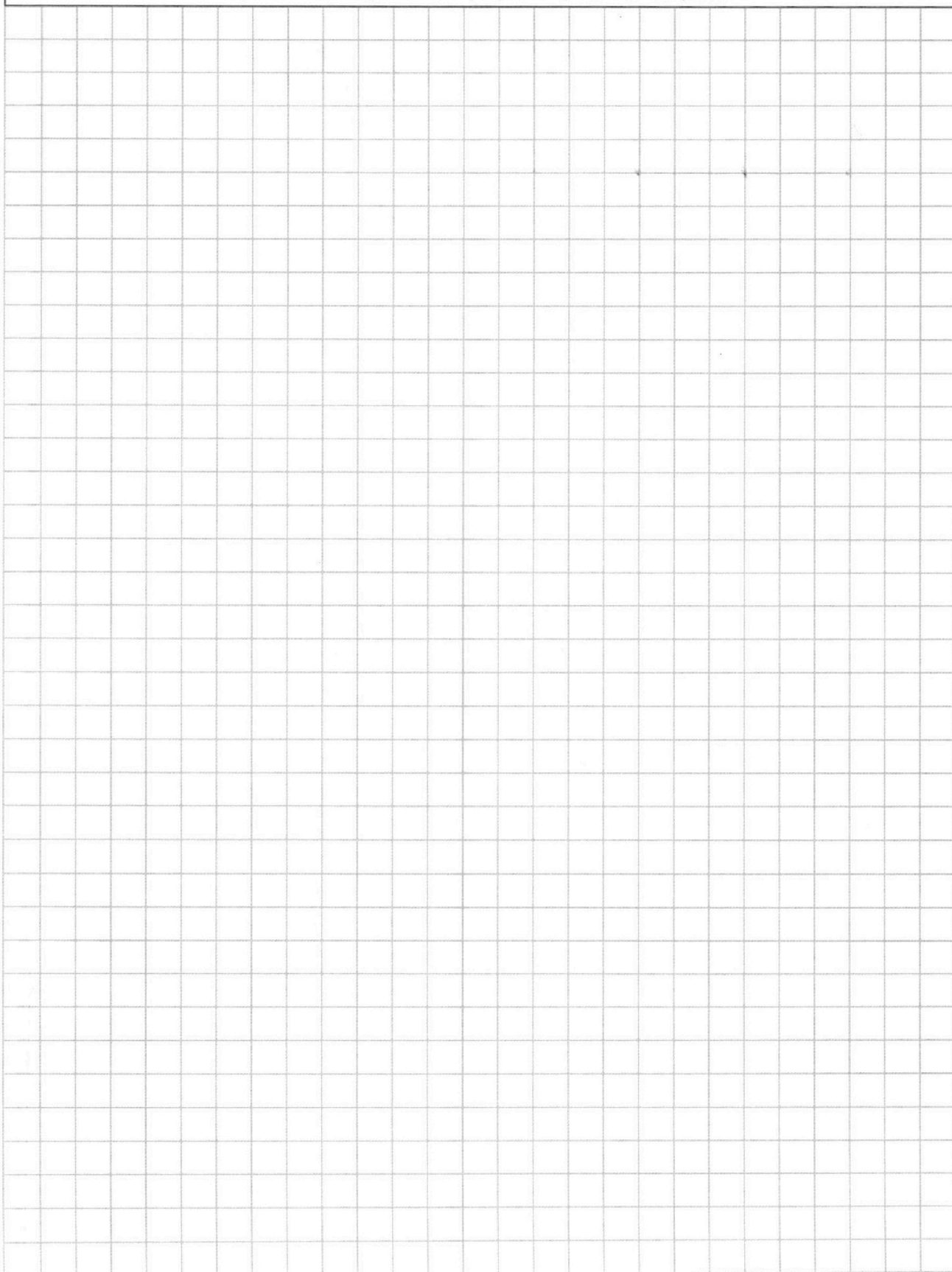
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

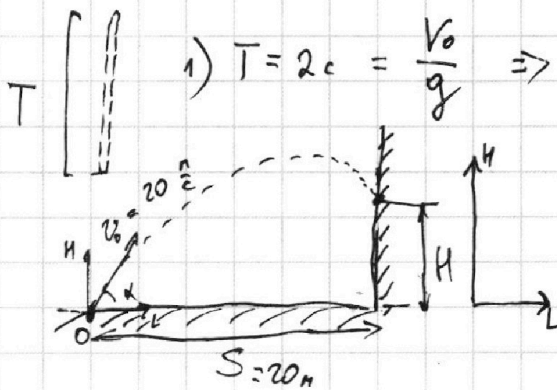


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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!



$$1) T = 2c = \frac{V_0}{g} \Rightarrow V_0 = gT = 20 \frac{m}{c}$$

черновик

14:35 - конец

$H_{max} - ?$

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

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

В момент t , когда $L(t) = S$, найдем максимум $H(t)$

$$V_0 \cos \alpha t = S \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha} \Rightarrow H(t) = (V_0 \sin \alpha) \cdot \frac{S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Найти $H(t)_{max} - ?$ $H'(t) = S \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2 \cdot 2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} = 0$

$$\frac{S}{\cos^2 \alpha} = \frac{2 g S \sin \alpha \cdot S^2}{\cos^3 \alpha} \Rightarrow \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)' = \frac{\cos \alpha \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$2 g \sin \alpha \cdot S = \cos \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{1}{2 g S} \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \frac{1}{4 g^2 S^2}$$

$$H_{max} = \frac{S}{2 g S} + \frac{g S^2}{2 V_0^2} \left(1 + \frac{1}{4 g^2 S^2} \right) = \frac{1}{2 g} + \frac{g S^2}{2 V_0^2} + \frac{1}{8 V_0^2}$$

$$H_{max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2 g} = \frac{400 \cdot \frac{1}{4}}{20} = \frac{200}{20} = 10 \Rightarrow \frac{400}{10} \cdot 1 = 40 m$$

$$\frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = 5 + \frac{1}{20} + \left(x^n \right)' = n x^{n-1} \Rightarrow \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{4 g^2 S^2} = \frac{1}{4 g^2 S^2}$$

$$\left(\cos^2 \alpha \right)' = f(g(x)) = -2 \cdot \cos^3 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 2 \sin \alpha \cos^2 \alpha$$

$$\left(\cos^2 \alpha \right)' = -1 \cdot \cos^2 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{S \sin \alpha}{20 \cos^2 \alpha}$$

$$\left(\frac{1}{g} \right)' = \frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} \Rightarrow \frac{1}{g^2} = 1 + \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1$$

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

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!



Черновик

$$P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$P_2 V_2 = \sqrt{R} \cdot 4T_1$$

$$P_3 V_3 = \sqrt{RT_1} \cdot (2^{3/2})$$

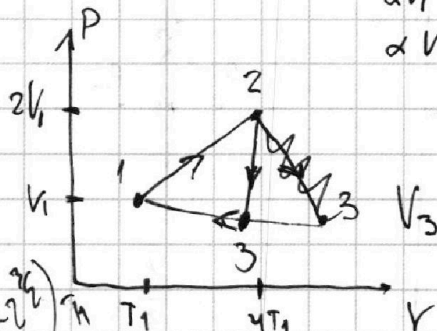
$$C_{23} = -\frac{R}{2}, \Delta Q_{23} = C_{23} \cdot \sqrt{(4-2^{3/2})} \cdot T_1$$

$$-\frac{R}{2} \cdot \sqrt{1.3} \cdot 400 = \Delta_{23} - \frac{3}{2} \sqrt{R} (4-2^{3/2})$$

$$\Delta_{23} = \sqrt{RT_1} (4-2^{3/2})$$

$$\Delta_{12} = 1.5 \sqrt{RT_1}$$

$$Q_{31} = -\sqrt{RT_1} (2^{3/2} - 1)$$

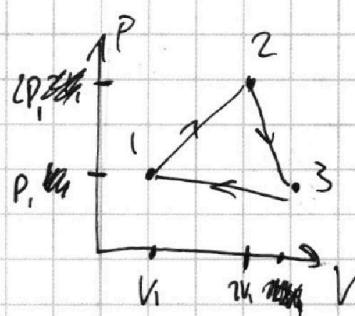


$$\alpha V_1^2 = \sqrt{RT_1}$$

$$\alpha V_2^2 = 4\sqrt{RT_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2 = \frac{P_1}{P_2}$$

$$V_3 = \frac{\sqrt{RT_1} \cdot 2^{3/2}}{P_3}$$



$$P_3 V_3 = \sqrt{RT_1} (2^{3/2})$$

$$2V_1 \cdot P_1 = 2\sqrt{RT_1}$$

$$V_{12} = 1.5 P_1 V_1$$

$$\Delta_{23} =$$

$$-\sqrt{RT_1} (2^{3/2} - 1) = \frac{P_1 + P_3}{2} (V_3 - V_1)$$

$$5\sqrt{RT_1} = P_1 (V_3 - 2V_1) + \frac{P_3}{2} (V_3 - 2V_1) - P_1 \left(\frac{V_3 - V_1}{2}\right)$$

$$-\frac{P_3 (V_3 - V_1)}{2} = \frac{P_1 V_3 - 2P_1 V_1 + \frac{P_3 V_3}{2} - P_3 V_1 - \frac{P_1 V_3}{2} + \frac{P_1 V_1}{2}}{2}$$

$$-\frac{P_3 V_3}{2} + \frac{P_3 V_1}{2} = 5\sqrt{RT_1} = \frac{P_1 V_3}{2} - \frac{3P_1 V_1}{2}$$

$$\Delta_{23} = \sqrt{RT_1} (4 - 2^{3/2}) = \frac{2P_1 + P_3}{2} (V_3 - 2V_1)$$

$$-\sqrt{RT_1} (2^{3/2} - 1) = \frac{P_1 + P_3}{2} (V_3 - V_1)$$

$$4\sqrt{RT_1} + \sqrt{RT_1} = P_1 V_3 - 2P_1 V_1 + \frac{P_3 V_3}{2} - P_3 V_1 - \frac{P_1 V_3}{2} + \frac{P_1 V_1}{2}$$

$$\frac{P_3 V_3}{2} - P_3 V_1 - \frac{P_3 V_3}{2} + \frac{P_3 V_1}{2} = P_3 \left(5\sqrt{RT_1} = \frac{P_1 V_3}{2} - \frac{3P_1 V_1}{2} - \frac{P_3 V_1}{2} \right)$$

$$\sqrt{RT_1} (2^{3/2}) - \frac{P_3 V_1}{2}$$

