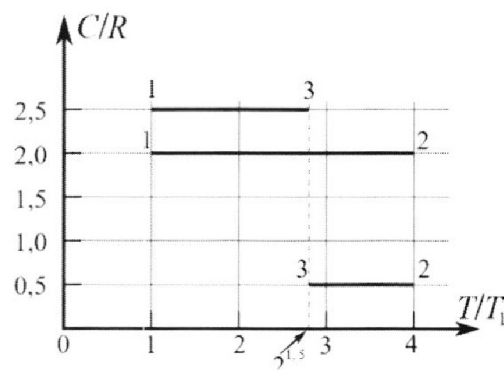


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

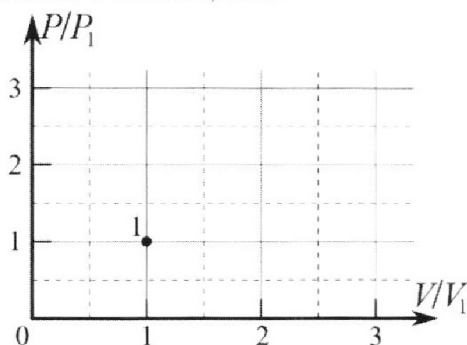
Вариант 10-01

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

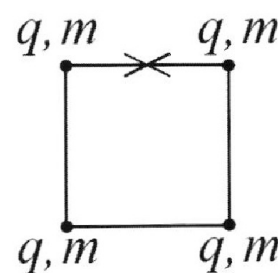
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

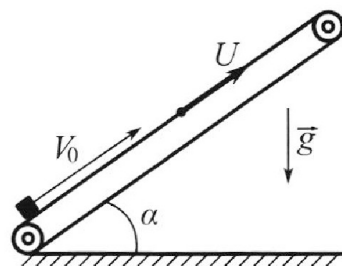
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

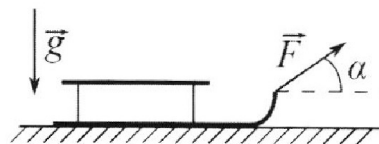
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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 считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

- 1) На максимальной высоте скорость шарика равна 0,
а значит

$$0 = gT - V_0 \Rightarrow V_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

- 2) Заметим, что в системе координат Oxy , уравнение
границы проектируемой области выглядит следующим

образом: $y = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} x^2.$

Тогда подставляя в формулу вместо x , то получим:

$$H_{\text{max}} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} \cdot S^2$$

$$H_{\text{max}} = \frac{400}{20} - \frac{10}{800} \cdot 20^2 = 20 - 5 = 15 \text{ м.}$$

Ответ: $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $H_{\text{max}} = 15 \text{ м.}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

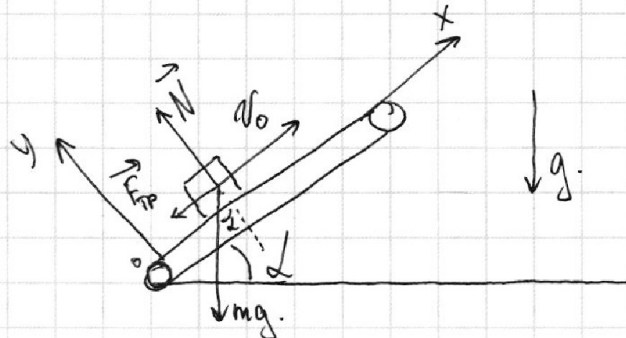
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sin \alpha = 0,8, v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \mu = \frac{1}{3}$$

1) Возьмем 2 з. Ньютона
в проекциях на ось:

$$Ox: -F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = ma_1 \quad (1)$$

$$Oy: mg \cos \alpha = N \quad (2)$$



$$(2) \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha; \text{ подставим в } (1):$$

$$-\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma \Rightarrow a_1 = -g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha).$$

~~$$v^2 = v_0^2 + 2as = 4^2 + 2 \cdot (-g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)) \cdot s$$~~

Получим, что скорость ~~...~~

~~$$a_1 = g.$$~~

Найдем, сколько он пройдет до того, как его скорость не станет 0:

$$s^1 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}, \text{ значит ему придется еще скатиться вниз на } s^* = 0,4 \text{ м.}$$

$$(T^1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}) \quad \text{В этот момент его ускорение будет равно}$$

$$a^* = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 0,8g - 0,2g = 0,6g \quad (\text{так скорости равны } 0)$$

Получим:

$$s^* = \frac{0,6g(T^*)^2}{2} \Rightarrow T^* = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 2}{0,6 \cdot 10}} = \sqrt{\frac{4}{6 \cdot 10}} = \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{\sqrt{15}}{15}.$$

$$T = T^1 + T^* = \frac{2}{5} + \frac{\sqrt{15}}{15} = \frac{6 + \sqrt{15}}{15}.$$

2) Перейдем в ИСО связанную с лентой, тогда $v_{\text{лент}} = v_0 - v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Заметим, что ускорение также равно $a_1 = g$, тогда найдем, через сколько он остановится в краеш ИСО и какое расстояние пройдет: $0 = g\tau - v_{\text{лент}} \Rightarrow \tau = \frac{v_{\text{лент}}}{g} = 0,2 \text{ с}, L^1 = \frac{v_{\text{лент}}^2}{2g} = \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,2 \text{ м}, \text{ однако т.к. сама лента тоже движется на } L^* = v \cdot \tau = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м, то } L = L^* + L^1 = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ м.}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐



задача 2 (продолжение)

3) Из п.2) нам известно, что скорость коробки относительно ~~леса~~ ^{леса} ~~стакет~~ ^{стакет} равна 0 на расстоянии в $L = 0,6$ м. Заметим, что теперь ускорение груза равно $a^* = 0,6g$, а его скорость в ~~леса~~ ^{леса} ~~стакет~~ ^{стакет} равна U , тогда найдем, через сколько его скорость станет равна 0 в ЛСО: $0 = 0,6gT_{ост} - U \Rightarrow T_{ост} = \frac{U}{0,6g} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$ с.

Найдем, на сколько он сойдет от точки на удалении $L = 0,6$ м:

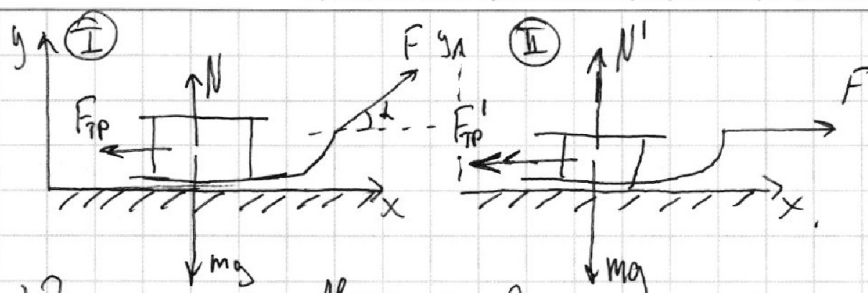
$$L_{сф.} = U \cdot T_{ост} - \frac{a^* T_{ост}^2}{2} = 2 \cdot \frac{1}{3} - \frac{3 \cdot \frac{1}{3}}{2} = \frac{1}{3} \text{ м, тогда его удаление}$$

$$\text{от нач. точки } L + L_{сф.} = \frac{18}{30} - \frac{10}{30} = \frac{4}{15} \text{ м, тогда } H = (L + L_{сф.}) \cdot \sin \alpha = \frac{4}{15} \cdot \frac{8}{10} = \frac{16}{45} \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{3 + \sqrt{15}}{2}, L = 0,6 \text{ м, } H = \frac{16}{45} \text{ м.}$$

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) Возьмем 2 з. Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy для II и I :

$$\text{I: } \begin{cases} Ox: F \cdot \cos \alpha - F_{TP} = m a_1 & (1) \\ Oy: N + F \cdot \sin \alpha = m g & (2) \end{cases}$$

$$\text{II: } \begin{cases} Ox: F - F_{TP}' = m a_2 & (3) \\ Oy: N' = m g & (4) \end{cases}$$

$$(2) \Rightarrow N = m g - F \cdot \sin \alpha \Rightarrow F_{TP} = \mu N = \mu(m g - F \sin \alpha)$$

$$(3) \Rightarrow N' = m g \Rightarrow F_{TP}' = \mu N' = \mu m g.$$

$$m a_2 = F - \mu m g.$$

$$m a_1 = F \cos \alpha - \mu(m g - F \sin \alpha)$$

$$a_2 = \frac{F}{m} - \mu g.$$

$$a_1 = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g.$$

Если скорости и время - одинаковые, то $a_1 = a_2$

2) После того, как на санки перестанет

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

действовать сила F , то $F_{TP} = \mu N = \mu m g$

$$\frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha - 1) = 0.$$

Тогда $F_{TP} = m a^* \Rightarrow a^* = \mu g$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha - 1 = 0.$$

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

$$0 = \mu g T - v_0$$

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

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}.$$

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) Заметим, что

$$C = C_p + \frac{R}{1 + \frac{pdV}{Vdp}}, \text{ т.е. } \frac{C}{R} = \frac{C_p}{R} + \frac{1}{1 + \frac{pdV}{Vdp}}.$$

Тогда для процесса 1-2:

$$2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{1 + \frac{pdV}{Vdp}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{1}{1 + \frac{pdV}{Vdp}} \Rightarrow 3 + 3 \frac{pdV}{Vdp} = 2 \Rightarrow \frac{dV}{V} = -\frac{1}{3} \frac{dp}{p} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -3 \frac{dV}{V} = \frac{dp}{p} \Rightarrow -3 \ln V = \ln p + \text{const} \Rightarrow \ln p V^3 = \text{const} \Rightarrow p V^3 = \text{const}.$$

3) С другой стороны показатель полигона $n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{\frac{5}{2} - \frac{1}{2}}{\frac{5}{2} - \frac{3}{2}} = 3,$

а значит процесс 1-2 - полигонический $\Rightarrow \delta A = 0$, т.е.

газ работы не совершил, а значит $A_{12} = 0$.

Для процесса 2-3:

$$C = C_p \Rightarrow p = \text{const}.$$

Для процесса 3-1:

$$\frac{5}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{1 + \frac{pdV}{Vdp}} \Rightarrow 2 = \frac{1}{1 + \frac{pdV}{Vdp}} \Rightarrow 2 + 2 \frac{pdV}{Vdp} = 1 \Rightarrow \frac{pdV}{Vdp} = -\frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \frac{dV}{V} = -\frac{dp}{p} \Rightarrow 2 \int \frac{dV}{V} = - \int \frac{dp}{p} \Rightarrow 2 \ln V = - \ln p + \text{const} \Rightarrow \ln p V^2 = \text{const}.$$

Заметим закон Менделеева-Клапейрона:

$$\frac{pV}{T} = \nu R \Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{const}, \text{ получим:}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}; p_1 V_1 = \frac{T_2}{T_1} p_2 V_2 \Rightarrow p_2 V_2 = \frac{T_1}{T_2} p_1 V_1 \Rightarrow p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$$

$$p_3 V_3 = \frac{T_3}{T_1} p_1 V_1 = 2\sqrt{2} p_1 V_1, \text{ также заметим, что } p_1 V_1^3 = p_2 V_2^3 \quad (1)$$

$$(1) \Rightarrow \frac{1}{4} \frac{V_2}{V_1} \cdot V_1^3 = V_2^3 \Rightarrow \frac{1}{4} V_2^3 = V_2^3 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2} \Rightarrow p_2 = 8 p_1 \quad (2)$$

$$\begin{cases} p_2 = p_3 \\ p_3 V_3 = 2\sqrt{2} p_1 V_1 \end{cases} \Rightarrow p_3 = 8 p_1 \Rightarrow 8 p_1 V_3 = 2\sqrt{2} p_1 V_1 \Rightarrow V_3 = \frac{2\sqrt{2}}{8} V_1 = \frac{\sqrt{2}}{4} V_1.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

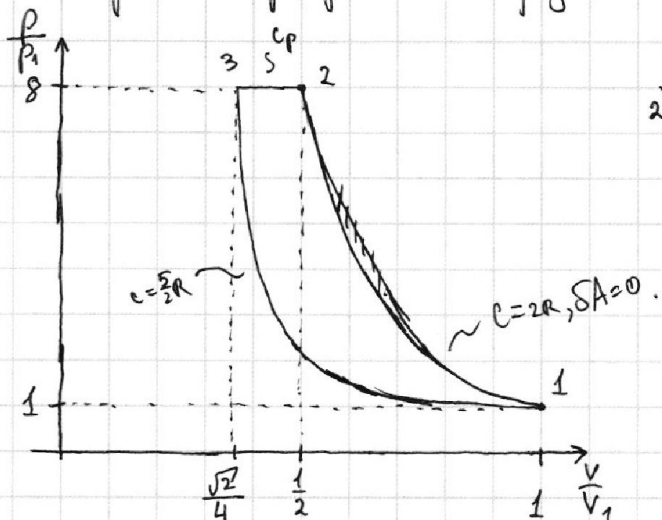
МФТИ

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

задача 4 (продолжение)

Думая, что для 1-2: $pV^3 = \text{const.}$, а также $p_2 = p_3 = 8p_1$
 2-3: $p = \text{const}$
 3-1: $pV^2 = \text{const.}$
 $V_2 = \frac{V_1}{2}$
 $V_3 = \frac{\sqrt{2}V_1}{4}$

построим график в координатах $(\frac{p}{p_1}, \frac{V}{V_1})$.



2) Из первого начала термодинамики:

$$Q = \Delta U + A.$$

Также заметим, что

$$\eta = \frac{A}{Q} = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+} = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+}$$

Заметим, что Q_+ в нашем случае равно:

$$Q_+ = \nu C_{12} (T_2 - T_1) = C_{12} (T_2 - T_1), \text{ а } Q_- = C_{23} (T_3 - T_2) + C_{31} (T_1 - T_3)$$

$$= \frac{2R}{2} (4T_1 - T_1)$$

$$Q_- = \frac{R}{2} (\frac{2\sqrt{2}-4}{2}) T_1 + \frac{5R}{2} (1-2\sqrt{2}) T_1.$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+} = 1 - \frac{\frac{1}{2}(4-2\sqrt{2}) + \frac{5}{2}(2\sqrt{2}-1)}{6} = 1 - \frac{2-\sqrt{2}+5\sqrt{2}-\frac{5}{2}}{6} =$$

$$= 1 - \frac{4\sqrt{2} - \frac{1}{2}}{6} = 1 - \frac{2\sqrt{2}}{3} + \frac{1}{12} = \frac{13}{12} - \frac{2\sqrt{2}}{3} = \frac{13-8\sqrt{2}}{12}.$$

Ответ: $A=0$, $\eta = \frac{13-8\sqrt{2}}{12}$

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

~~$$A_2 = 2 \cdot R_2 (T_2 - T_1) = 2R_2 (T_2 - T_1) = 6R_2 T_1 = 6 \cdot 8,31 \cdot 400 = 6 \cdot 4.831 = 19.114 \text{ J}$$~~

Заметим, что

$$C = C_p + \frac{R}{1 + \frac{V_{ap} \frac{p dV}{p dV}}{V_{ap}}} \Rightarrow \frac{C}{R} = \frac{C_p}{R} + \frac{1}{1 + \frac{p dV}{V_{ap}}}$$

μ_{org} , $c_{12} = 20$, mo.

$$2R = \frac{1}{2}R + \frac{R}{1 + \sqrt{2}}$$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{2 - \frac{1}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{1}{2}} = 3$$

$$\delta A = 0.$$

~~$$\frac{3}{2} = \frac{1}{1 + \frac{V_{dp}}{p d V}}$$~~

$$3 + 3 \frac{V dp}{p dV} = 2$$

$$2R + \frac{3}{2} = \frac{1}{1 + \frac{p dV}{V dp}}$$

$$3 + 3 \frac{dV}{V} = 2$$

$$\frac{p dV}{V dp} = -\frac{1}{3}$$

$$p \cdot V^3 = \text{const.}$$

$$\frac{dW}{V} = -\frac{1}{3} \frac{dp}{p} \quad \ln V = -\frac{1}{3} \ln p.$$

or $\ln V^3 p = c.$

$$\Rightarrow \ln V^{\frac{1}{\gamma}} p = c$$

$$Q = \Delta U + A$$

~~$\ln(p \cdot V^{\frac{1}{3}}) = c.$~~

$$p \cdot \sqrt[3]{} = c$$

~~адиабатический $\Rightarrow \delta Q = 0$.~~

$$pV = \text{const.} \quad p_1 V_1 = pV.$$

$$C = C_p \Rightarrow p = \text{const.}$$

$$C_{p1} = \frac{5}{2}R \Rightarrow \frac{5}{2}R = \frac{1}{2}R + \frac{1}{1 + \frac{p dV}{V dp}} \Rightarrow 2R = \frac{1}{1 + \frac{p dV}{V dp}} \quad \frac{p_1 V_1}{p V} = 1$$

$$\frac{P_1 V_1}{P V} = 1.$$

$$2 + 2 \frac{pdN}{Vdp} = 1$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{1}{\frac{v_1 v}{v_1 v_1}}$$

$$\frac{dp}{p} = -2 \frac{dV}{V}$$

$$pV^2 = \text{const}$$

$$\frac{\rho dV}{V dp} = -\frac{1}{2}$$

$$E_{mp} = -2 \ln V$$

$$\ln(pv^2) = \text{const.}$$



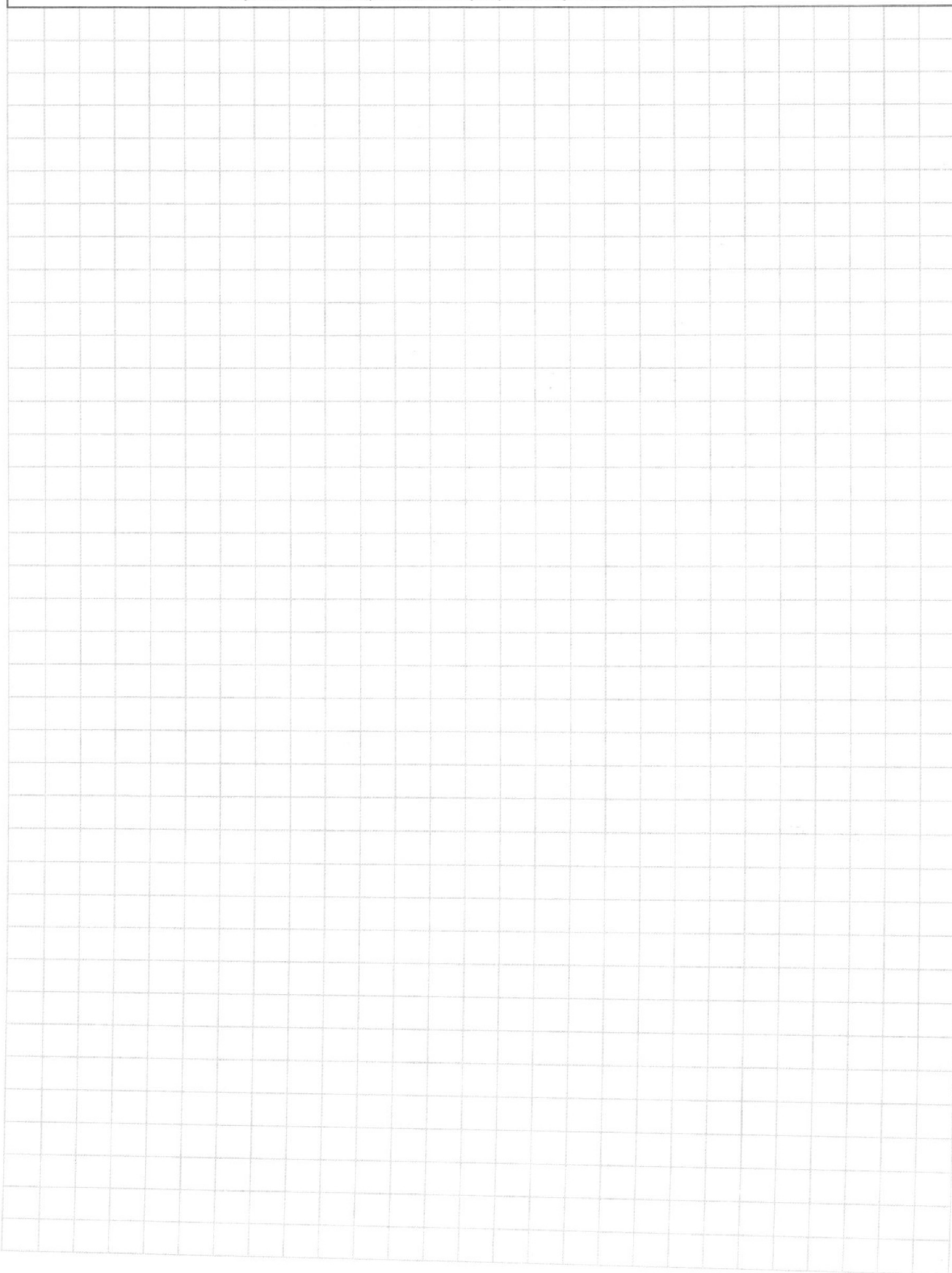
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **МФТИ**

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

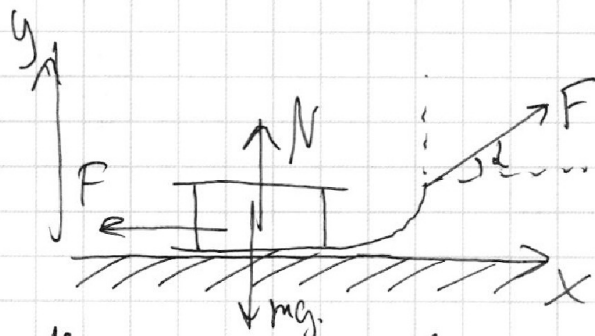
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



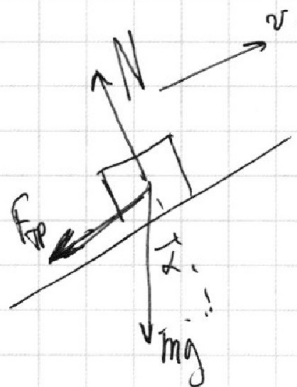
3.2 - m (масса санок) - известен.



Найти a_1 (учит. санок & 1 цилиндр):

$$Ox: m a_1 = F - F_{\text{тр}} = F \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$Oy: N + F \cdot \sin \alpha = mg$$



$$F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = m a_1$$

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

$$\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = a_1$$

$$a_1 = 0,6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10 + 0,8 \cdot g$$

$$= g$$

Второй a_2 :

$$Ox: m a_2 = F - F_{\text{тр}}$$

$$N = mg$$

~~$t_{\text{доп}} = R(T_2 - T_1)$~~
 ~~$v_0 \cdot t - \frac{a_1 t^2}{2} = S$~~
 ~~$4t - 5t^2 = 1$~~
 ~~$5t^2 - 4t + 1 = 0$~~
 ~~4 ± 16~~

~~$C = C_p + \frac{R}{V_{\text{доп}} + p dV}$~~
 ~~$C = C_p + \frac{R \cdot V_{\text{доп}}}{V_{\text{доп}} + p dV}$~~
 ~~$C = C_p + \frac{R \cdot \frac{V_{\text{доп}}}{1 + \frac{V_{\text{доп}}}{p dV}}}{1 + \frac{V_{\text{доп}}}{p dV}}$~~

$C_p = \frac{1}{2}$
 $C_v = \frac{3}{2}$
 $\eta = \frac{C_p - C_v}{C_p} = \frac{1/2 - 3/2}{1/2} = -2$
 $r = \frac{C_p}{C_v}$

$\eta = 1 - \frac{Q_-}{Q_+} = \frac{A}{Q_+}$
 $A = \nu C (T_2 - T_1)$

Зачем мы это вообще

$C = C_p + \frac{R}{1 + \frac{V_{\text{доп}}}{p dV}}$

Потому что

$2R = \frac{1}{2} R + \frac{R}{1 + \frac{V_{\text{доп}}}{p dV}}$

$2R \cdot \frac{2}{2} = \frac{1}{2} R + \frac{R}{1 + \frac{V_{\text{доп}}}{p dV}}$

$\frac{V_{\text{доп}}}{p dV} = 2$

$\frac{V_{\text{доп}}}{p dV} = -1$

$\frac{dV}{V} = -\frac{dV}{V}$

$\ln V = -\ln V + C$
 $\ln V = C$
 $p = dV$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$h = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

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

$$L_{\max} = 245^\circ \Rightarrow S = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha$$

$$0 = v_0 \cdot t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$gt = 2v_0 \sin \alpha$$

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

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

$$L_{\max} = v_0 \cdot t \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$0 = v_0 \cdot t \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{gt^2}{2}$$

$$gt^2 = v_0 t \sqrt{2}$$

$$gt = v_0 \sqrt{2}$$

$$t = \frac{v_0 \sqrt{2}}{g}$$

$$L_{\max} = v_0 \cdot \frac{v_0 \sqrt{2}}{g} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$\frac{36}{100} = \frac{6}{10} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{10}$$

$$5 \cdot (0,8 - 0,2) = 5 \cdot 0,6 = 3$$

$$(\mu \sin \alpha + 0,6) = \frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8$$

$$= \left(\frac{1}{3} \cdot 0,8 + \frac{6}{10} \right) =$$

$$= 5t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$t^2 - \frac{4}{5}t + \frac{1}{25} + \frac{24}{25} = 0$$

$$x^2 - 4x + 1 = 0 \Rightarrow t = 1, \frac{1}{3}$$

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

$$\frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 2aS}}{a} = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 10}}{2}$$

$$a = \sqrt{g \cos \alpha}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{2g} x$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{2v_0^2}{g} x$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{2v_0^2}{2g^2} x = 0$$

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

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

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2g^2} x$$

