

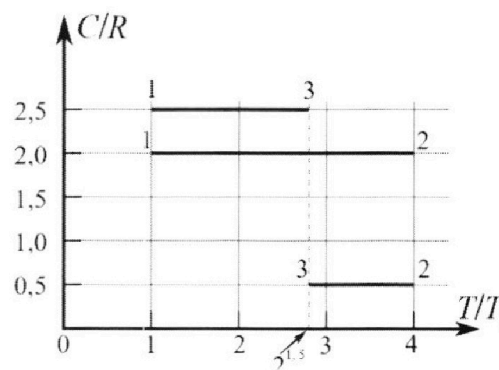
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



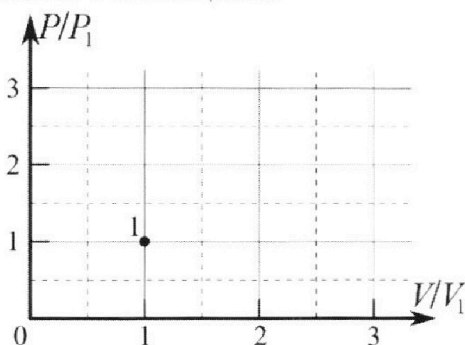
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



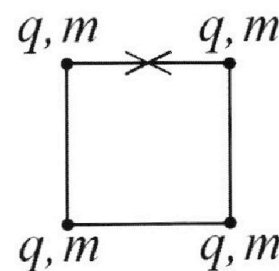
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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.

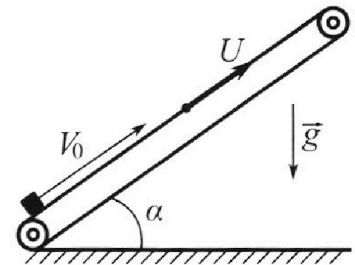
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

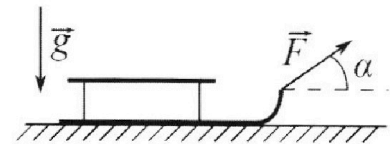
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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
<input checked="" type="checkbox"/>	<input 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!

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: $y = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2v_0^2} x^2.$

Потому подставляем в формулу y 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: $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; ~~$H_{\text{max}} = 15 \text{ м}.$~~

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

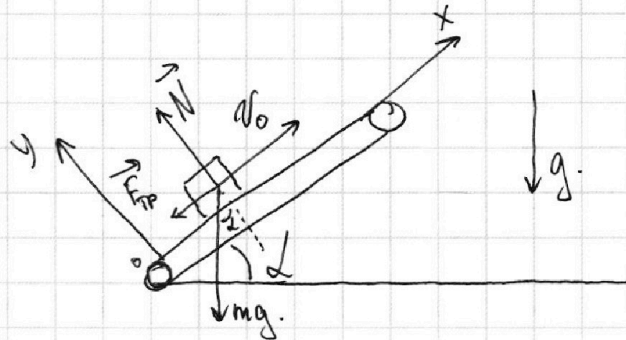
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sin \alpha = 0,8, v_0 = 4 \frac{m}{c}, \mu = \frac{1}{3}$$

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

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

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



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

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

~~$$v_0^2 = 2 a_1 s \Rightarrow s = \frac{v_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$~~

Получим, что высота ~~равна~~

~~$$a_1 = g$$~~

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

$$s^1 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$

значит ему придется еще спускаться вниз на $s^* = 0,1 \text{ м}$.

$$(T^1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ c})$$

В этот момент его ускорение будет равно

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

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 $v_{\text{лента}} = v_0 - v = 2 \frac{m}{c}$
 Заметим, что ускорение ленте равно $a_1 = g$, тогда найдем, через сколько он остановится в краях ИСО и какое расстояние пройдет: $0 = g\tau - v_{\text{лента}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \tau = \frac{v_{\text{лента}}}{g} = 0,2 \text{ c}$, $L^1 = \frac{v_{\text{лента}}^2}{2g} = \frac{4}{2 \cdot 10} = 0,2 \text{ м}$, однако т.к. сама лента может сдвинуться на $L^* = v \cdot \tau = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м}$, то $L = L^* + L^1 = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ м}$.

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!



задача 2 (продолжение)

3) Из п.2) как известно, что скорость коробки относительно
~~леса~~ ~~стакет~~ ~~равна 0~~ на расстоянии в $L = 0,6$ м. Заметим,

что теперь ускорение груза равно $a^* = 0,6g$, а его

скорость в ~~леса~~ ЛСО равна U , тогда найдем, через сколько
его скорость станет равна 0

~~в ЛСО:~~ $0 = 0,6g T_{ост} - U \Rightarrow T_{ост} = \frac{U}{0,6g} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ с.}$

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

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

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

$$= \frac{4}{15} \cdot \frac{8}{10} = \frac{16}{45} \text{ м.}$$

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

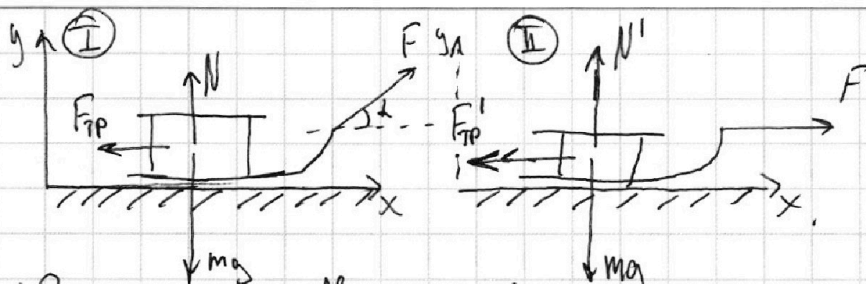
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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) Возьмем 2 з. Кривоугол в проекциях на оси Ox и Oy где II и I :

$$I: \begin{cases} O_x: F \cdot \cos \alpha - F_{TP} = ma_1 & (1) \\ O_y: N + F \cdot \sin \alpha = mg & (2) \end{cases}$$

$$II: \begin{cases} O_x: F - F_{TP}' = ma_2 & (3) \\ O_y: N' = mg & (4) \end{cases}$$

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

$$(3) \Rightarrow N' = mg \Rightarrow F_{TP}' = \mu N' = \mu mg$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$$

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

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

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 $F_{TP} = \mu N = \mu mg$

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

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:

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

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

3) С другой стороны показатель расширения $\eta = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{\frac{4}{2} - \frac{1}{2}}{\frac{4}{2} - \frac{3}{2}} = 3$,

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

газ работа не совершает, а значит $A_{12} = 0$.

Для процесса 2-3:

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

Для процесса 3-1:

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

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

Заметим закон Менделеева-Клапейрона:

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

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

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

$$(1) \Rightarrow \frac{1}{4} \frac{V_2}{V_1} \cdot V_1^3 = V_2^3 \Rightarrow \frac{1}{4} V_1^2 = V_2^2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2} \Rightarrow p_2 = 8 p_1 \quad \left\{ \begin{array}{l} p_2 V_2 = 4 p_1 V_1 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{4} \frac{V_2}{V_1} \quad (2) \\ p_2 V_2 = 4 p_1 V_1 \end{array} \right.$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

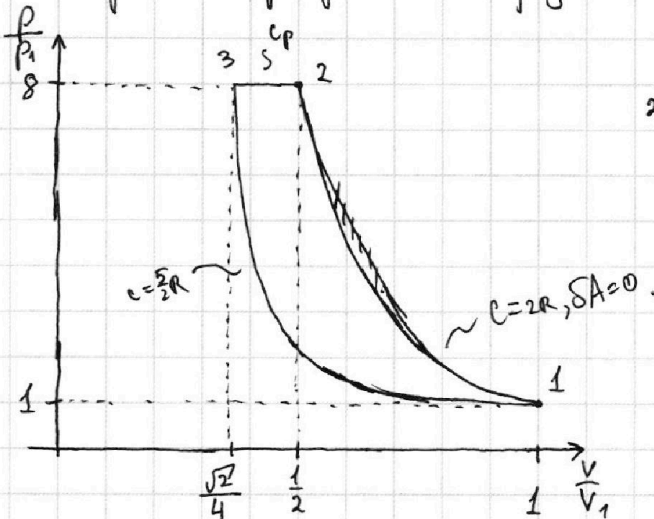
МФТИ

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:

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

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

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

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

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

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

МФТИ

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



~~$A_{12} = \nu \cdot C_{12} (T_2 - T_1) = 2R (T_2 - T_1) = 6R \cdot T_1 = 6 \cdot 8,31 \cdot 400 = 6 \cdot 4 \cdot 831 = 19 \text{ кДж}$~~

~~$\frac{H}{\mu} \cdot \nu$~~

~~$H \cdot \nu$~~

Заметим, что

$$C = C_p + \frac{R}{1 + \frac{\nu dp}{pdV}} \Rightarrow \frac{C}{R} = \frac{C_p}{R} + \frac{1}{1 + \frac{\nu dp}{pdV}}$$

Потому, если ~~$C_{12} = 2R$~~ , то.

$$2R = \frac{1}{2}R + \frac{R}{1 + \frac{\nu dp}{pdV}} \quad \frac{1}{3} < \frac{1}{2} < \frac{4}{10} \Rightarrow \frac{C_p}{C_v} = \frac{1/2}{3/2} = \frac{1}{3} \quad n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{2 - 1/2}{2 - 3/2} = \frac{3/2}{1/2} = 3$$

$$2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{1 + \frac{\nu dp}{pdV}} \quad \frac{3}{2} = \frac{1}{1 + \frac{\nu dp}{pdV}} \quad 3 + 3 \frac{\nu dp}{pdV} = 2 \quad 2R + \frac{3}{2} = \frac{1}{1 + \frac{\nu dp}{pdV}} \quad \delta A = 0$$

$$\frac{14}{4} = \frac{16}{4} < 0,4 \quad \frac{\nu dp}{pdV} = -\frac{1}{3} \quad 3 + 3 \frac{\nu dp}{pdV} = 2 \quad \frac{pdV}{V} = -\frac{1}{3} \quad pV^3 = \text{const.}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{1}{3} \frac{dV}{V} \quad \ln p = -\frac{1}{3} \ln V + c \quad \frac{dV}{V} = -\frac{1}{3} \frac{dp}{p} \quad \ln V = -\frac{1}{3} \ln p$$

$$\ln(p \cdot V^{1/3}) = c \quad p \cdot V^{1/3} = c \Rightarrow \text{адиабатический} \Rightarrow \delta Q = 0$$

$$C = C_p \Rightarrow p = \text{const.} \quad pV = \text{const.} \quad p_1 V_1 = pV$$

$$C_{31} = \frac{5}{2}R \Rightarrow \frac{5}{2}R = \frac{1}{2}R + \frac{1}{1 + \frac{\nu dp}{pdV}} \Rightarrow 2R = \frac{1}{1 + \frac{\nu dp}{pdV}} \quad \frac{p_1 V_1}{pV} = 1$$

$$\frac{dp}{p} = -2 \frac{dV}{V} \quad pV^2 = \text{const.} \quad 2 + 2 \frac{\nu dp}{pdV} = 1 \quad \frac{p}{p_1} = \frac{1}{\frac{V_1 V}{V_1 V_1}} \quad \frac{pdV}{Vdp} = -\frac{1}{2}$$

$$\ln p = -2 \ln V \quad \ln(pV^2) = \text{const.}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

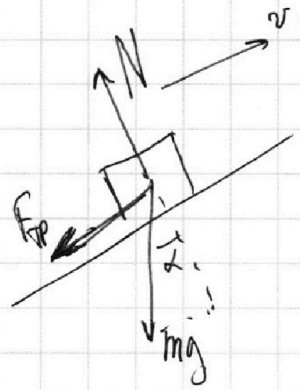
- 1 2 3 4 5 6 7



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



3.2 - m (масса санок) - известно.



Найти a_1 (учитывая санки θ и μ):

$$\text{Ox: } ma_1 = F - F_{\text{тр}} - F \cdot \cos \theta - F_{\text{го}}$$

$$\text{Oy: } N + F \cdot \sin \theta = mg.$$

$$F_{\text{тр}} + mg \sin \theta = ma,$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \theta.$$

$$\mu g \cos \theta + g \sin \theta = a.$$

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

$$= g.$$

В O a_2 :

$$\text{Ox: } ma_2 = F - F_{\text{тр}}.$$

~~$$N = mg.$$~~

~~$$v_0 \cdot t - \frac{at^2}{2} = S.$$~~

~~$$4t - 5t^2 = 1.$$~~

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

~~$$4t + 1 = 0.$$~~

$$C = \frac{R}{V_{\text{доп}} + p \cdot V}.$$

$$C = C_p + \frac{R \cdot V_{\text{доп}}}{V_{\text{доп}} + p \cdot V}.$$

$$C = C_p + \frac{R \cdot \frac{V_{\text{доп}}}{1 + \frac{pV}{V_{\text{доп}}}}}{1 + \frac{pV}{V_{\text{доп}}}}.$$

$$C_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{A}{Q_+}.$$

$$C_v = \frac{3}{2} \cdot \frac{A}{Q_+}.$$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v}.$$

$$r = \frac{C_p}{C_v}.$$

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

$$A = \eta \cdot C (T_2 - T_1).$$

Вопросы, что такое η

Кто-то игнорирует 1-2:

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

$$R \cdot \frac{3}{2} = \frac{1}{1 + \frac{V_{\text{доп}}}{p \cdot V}}.$$

$$\frac{3}{2} + \frac{V_{\text{доп}}}{p \cdot V} = 2.$$

$$\frac{V_{\text{доп}}}{p \cdot V} = -1.$$

$$\frac{dV}{dV} = -1.$$

$$\frac{dV}{dV} = -\ln V + C.$$

$$C_{\text{inf}} = C.$$

$$P = dV.$$

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!



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

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

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

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

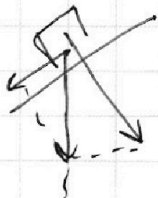
$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{2v_0^2}{2g} = 0$$

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

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

$$x = \frac{1}{2}$$

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



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

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

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

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

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

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

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

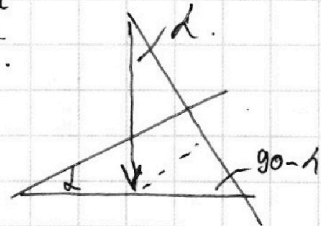
$$0 = v_0 \cdot t \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{gt^2}{2}$$

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

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

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

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



$$g \cdot \sin \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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