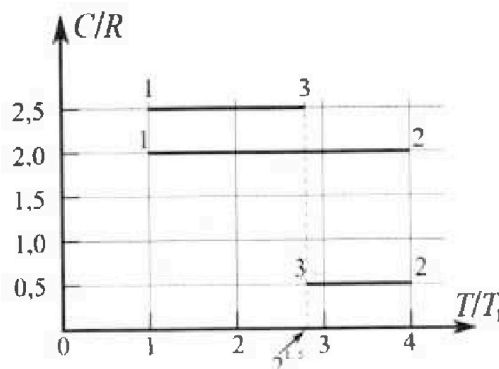


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

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

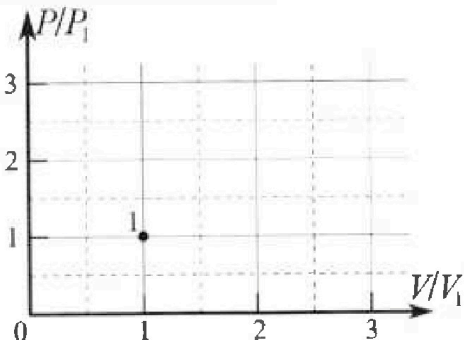
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



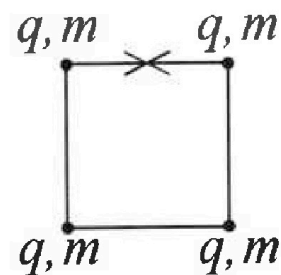
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

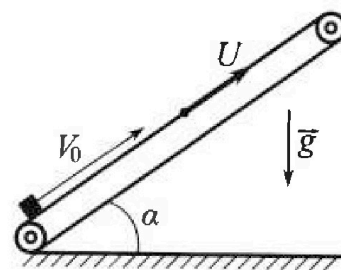
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 в воздухе 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.

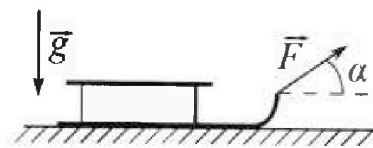
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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!

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

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

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

$$\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$H = 20 \cdot 2 - \frac{5}{\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)^2} = 40 - 25 = 15 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 20 \text{ м/с}$; $H = 15 \text{ м}$.

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!

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g t \quad N1$$
$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

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

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

$$1) \alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$v_y(T) = v_0 - gT = 0$$

$$v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

$$2) t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y(x|\alpha) = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\text{при } x = S = 20$$

$$y(\alpha) = 20 \tan \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{dy}{d\alpha} = 0$$

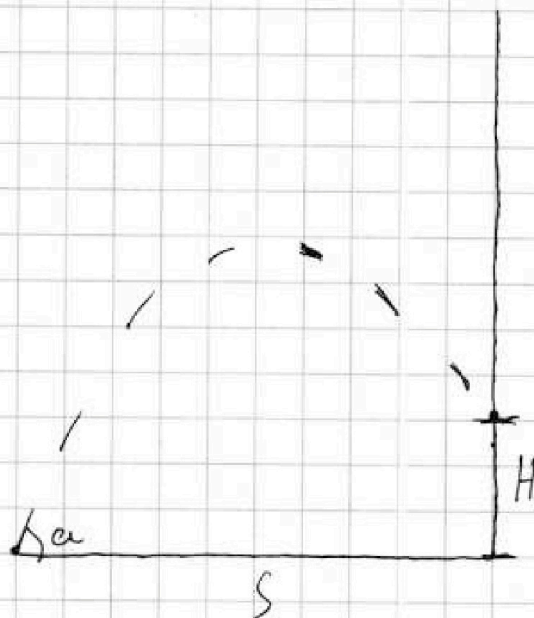
$$\frac{dy}{d\alpha} = 20 \frac{d(\tan \alpha)}{d\alpha} - 5 \frac{d(\cos^{-2} \alpha)}{d\alpha} = \frac{20}{\cos^2 \alpha} + 5(-2 \sin \alpha)$$

$$\cdot \cos^{-3} \alpha \Big| = \frac{20}{\cos^2 \alpha} - \frac{10 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha}$$

$$\frac{20}{\cos^2 \alpha} - \frac{10 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} = 0$$

$$2 - \tan \alpha = 0$$

$$\tan \alpha = 2$$



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 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. Порука QR-кода недопустима!

$$t = \frac{V_0}{a_1}$$
$$L_1 = V \frac{V_0}{a_1} + \frac{V_0^2}{2a_1} = 0,8 + \frac{16}{20} = 1,6 \text{ м}$$

d) $V = 4$

~~$$(L_2 - L_1) = -Vt + \frac{V^2}{2a_2} \quad (L_1 - L_2) = \frac{V^2}{2a_2} - Vt$$~~

$$t = \frac{V}{a_2}$$

~~$$L_2 = -V \frac{V}{a_2} + \frac{V^2}{2a_2} + L_1 = \frac{4 \cdot 4}{2 \cdot 6} - \frac{2 \cdot 4}{6} + 1,6 =$$
$$= \frac{16}{6} - \frac{8}{6} + 1,6 = \frac{8}{6} + 1,6 = 1,6 \text{ м} = L_1$$~~

~~Но при этом выходы равны 0, если $V = 2$ м
она едет вниз~~

~~$$(L_2 - L_1) = \frac{V^2}{2a_2} - Vt$$~~

~~$$t = \frac{V}{a_2}$$~~

~~$$L_2 = L_1 + V \frac{V}{a_2} - \frac{V^2}{2a_2} = 1,6 + \frac{4}{6} - \frac{4}{12} = \frac{16}{10} + \frac{1}{3} =$$
$$= \frac{58}{30} \text{ м} \quad H = L_2 \sin \alpha = \frac{46,4}{30} = \frac{116}{75} \text{ м}$$~~

~~Ответ: $T = \left(\frac{4}{10} + \sqrt{\frac{1}{15}} \right) c$~~

$$L = 1,6 \text{ м}; \quad H = \frac{116}{75} \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

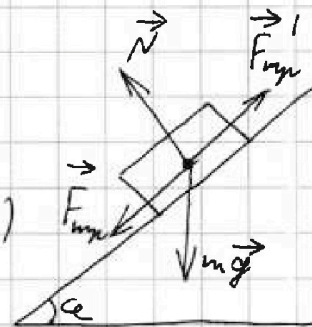
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$$

Рассмотрим первый вариант

Если коробка движется вверх, то

$$ma = \mu mg \cos \alpha + \frac{F_{\text{упр}}}{mg \sin \alpha} = \mu g (\cos \alpha + \sin \alpha)$$


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

Если движется вниз, то $F_{\text{упр}}$ заменяется на $F'_{\text{упр}}$ направленной в сторону $F'_{\text{упр}} = -F_{\text{упр}}$

$$a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 0,6g$$

Проверим, успеет ли коробка направлением движения $\frac{1}{5}$ прежде чем пройдет 1 м

$$\xi = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{v_0^2}{2g(\frac{2}{10} + \frac{8}{10})} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} < 1$$

Значит, $\frac{1}{5}$ коробка пройдет вниз

$$\xi = \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{2}{5a_2} \xi = \frac{2 \cdot \frac{4}{5}}{10 \cdot 0,6 \left(\frac{8-2}{10} \right)} = \frac{2}{30} \xi = \frac{2}{30}$$

$$T_{\frac{1}{5}} = \sqrt{\frac{2}{30}} + \frac{v_0}{a_1} = \left(\frac{4}{10} + \sqrt{\frac{2}{30}} \right) c$$

Во втором варианте ускорения при движении остаются теми же, но за каждый промежуток времени t коробка смещается на Ut вверх по ленте.

Если скорость движения коробки U , то это значит, что а) она покатится относительно ленты, или б) движется вниз и $v = 4 \text{ м/с}$

а) $v = 0$

$$L_{\frac{1}{5}} = Ut + \frac{v_0^2}{2a_1}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

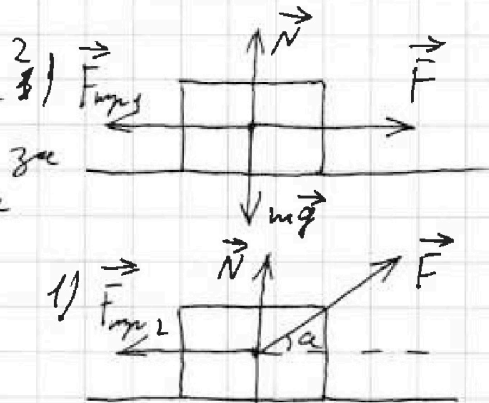
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

N 3

Так как санки разогнаны до равной скорости за равное время, то в обоих случаях ускорения равны $a_1 = a_2$



$$m a_1 = F - F_{\text{тр}2} = F - \mu m g$$

$$m a_2 = F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = F \cos \alpha - (\mu m g - \mu F \sin \alpha)$$

$$F - \mu m g = F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha$$

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

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

После прекращения действия силы движение равноускоренное за счёт силы трения

$$v(t) = v_0 - a t = v_0 - \frac{F_{\text{тр}}}{m} t = v_0 - \mu g t = v_0 - \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g t$$

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

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

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!

$$1) A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = C \Delta T_{12} - \Delta U_{12} = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = 1,5RT_1 = 600R = 4986 \text{ Дж}$$

$$2) h = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}$$

$$Q_x = Q_{23} + Q_{31} = 0,5R(4 - \sqrt{8})T_1 + 2,5R(\sqrt{8} - 1)T_1$$

$$Q_H = Q_{12} = 2R \cdot 3T_1$$

$$h = 1 - \frac{0,5(2 - 0,5\sqrt{2}) + 2,5(\sqrt{2} - 1)}{6} = \frac{5\sqrt{2} + 2\sqrt{2} - 11 + 4\sqrt{2}}{12} = \frac{6,5 - 2\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 4\sqrt{2}}{12}$$

3) Изобретения $P(V)$ для кантового процесса:

a) процесс 3-1

$$C = \frac{5}{2} \Rightarrow \text{процесс изобарный и } P = \text{const}$$

б) процесс 1-2

$$Q = 2R \Delta T$$

$$PV = RT$$

$$\left\{ \frac{dQ}{dT} = \frac{3}{2}R + P \frac{dV}{dT} = 2R \right.$$

$$\left. \frac{dP}{dT} V + \frac{dV}{dT} P = R \right.$$

$$P \frac{dV}{dT} = 0,5R$$

$$V \frac{dP}{dT} = 0,5R$$

$$P dV = V dP$$

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!

$$\int \frac{dP}{P} = \int \frac{dV}{V}$$

$$\ln P = \ln V + C$$

$$P = CV$$

б) процесс 2-3

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dQ}{dT} &= \frac{3}{2} R + P \frac{dV}{dT} = 0,5 R \\ \frac{dP}{dT} V + \frac{dV}{dT} P &= R \end{aligned} \right.$$

$$\frac{dP}{dT} V + \frac{dV}{dT} P = R$$

$$P \frac{dV}{dT} = -R$$

$$V \frac{dP}{dT} = 2R$$

$$V dP = -2 P dV$$

$$\int \frac{dP}{P} = -2 \int \frac{dV}{V}$$

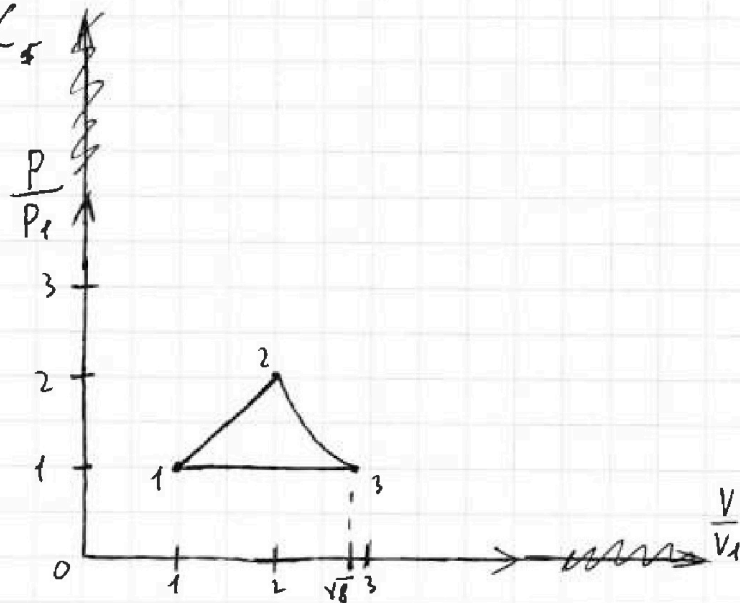
$$\ln P = -2 \ln V + C_1$$

$$\ln P = -\ln V^2 + C_1$$

$$P V^2 = C_1$$

$$P = \frac{C_1}{V^2}$$

Поиск параметров.
График процесса



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!

Построение:

График процесса 1-2 $P = CV \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$ и $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$
Значит, этот график - прямая, выходящая из начала координат под углом $\frac{\pi}{4}$ и заканчивающаяся в точке, где $PV = 4P_1V_1$

$$CV^2 = 4CV_1^2$$

$$V = 2V_1$$

График 3-1 $P = \sigma \text{const}$

$$P_1V_1 = RT_1$$

$$P_1V_3 = RT_3$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \sqrt{8}$$

График 2-3 - изохорное расширение
или изобарное сжатие, соединяющая точки 2 и 3

~~$$\frac{P_2V_2}{P_1V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$~~

$$PV^2 = 8P_1V_1^2$$

$$\frac{P}{P_1} = 8 \left(\frac{V_1}{V} \right)^2$$

~~$$P_2V_2^2 = P_1V_1^2$$~~

~~$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2$$~~

Ответ: $A_{12} = 4986 \text{ Дж}$; $h_2 = \frac{13 - 4\sqrt{8}}{12}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

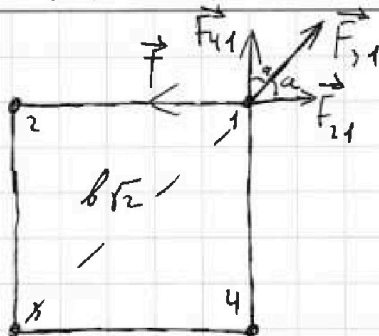


1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$\begin{aligned} 1) F &= F_{31} + (F_{41} + F_{21}) \cos \alpha = \\ &= k \left(\frac{q^2}{2b^2} + \frac{q^2 \sqrt{2}}{2b^2} + \frac{q^2 \sqrt{2}}{2b^2} \right) = \\ &= \frac{kq^2(1 + 2\sqrt{2})}{2b^2} \end{aligned}$$



$$T = F \cos \alpha = \frac{kq^2(\sqrt{2} + 4)}{4b^2}$$

$$2) \frac{mv^2}{2} = \frac{q\Delta\varphi}{2}$$

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= (\varphi_{20} + \varphi_{30}) - (\varphi_{31} + \varphi_{21}) = \\ &= \left(\frac{kq}{b} + \frac{kq}{b\sqrt{2}} \right) - \left(\frac{kq}{2b} + \frac{kq}{2b} \right) = \frac{6kq - 3kq + 2kq}{6b} + \\ &+ \frac{kq}{b\sqrt{2}} = \frac{kq}{b} \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{kq(\sqrt{2} + 6)}{6b\sqrt{2}} \end{aligned}$$

$$v = \sqrt{\frac{kq^2(\sqrt{2} + 6)}{6mb\sqrt{2}}} = q \sqrt{\frac{k(6\sqrt{2} + 2)}{12mb}}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{kq^2(\sqrt{2} + 4)}{4b^2} \text{ Н; } v = q \sqrt{\frac{k(6\sqrt{2} + 2)}{12mb}} \text{ м/с}$$



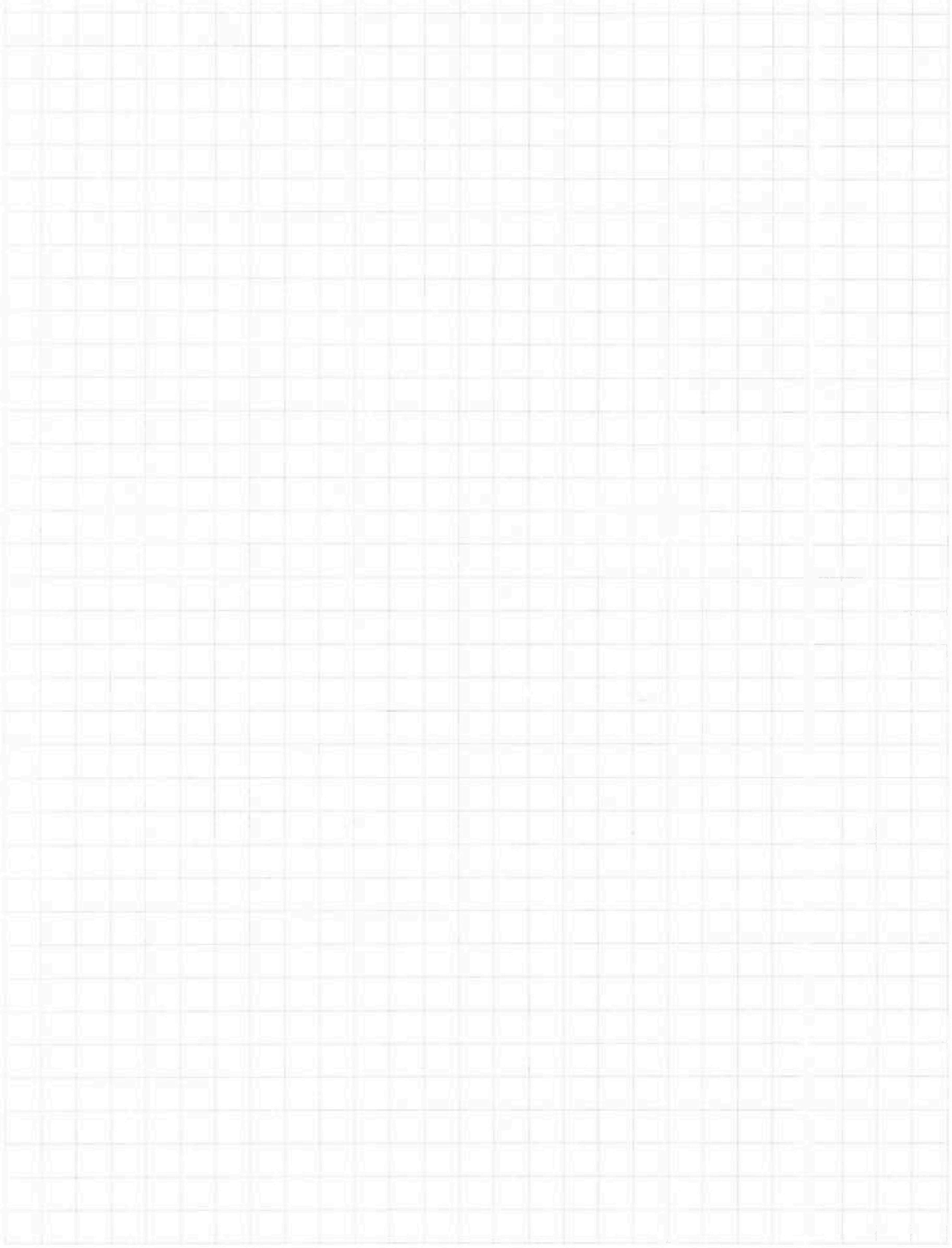
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

$$P = \frac{c}{V} RT \quad Q = 63 \cdot 2RT_1 - \frac{3}{2} RT_1 PV = RT \quad 1,5 RT_1 = 600R$$

$$dQ = \frac{3}{2} R dT + P dV \quad P \frac{dV}{dT} + V \frac{dP}{dT} = R$$

$$c = \frac{1}{2} R + P \frac{dV}{dT}$$

$$P \frac{dV}{dT} = 0,5 R$$

$$V \frac{dP}{dT} = 0,5 R$$

$$\frac{P}{V} \frac{dV}{dT} = \frac{dP}{dT} \quad \frac{P}{V} = k$$

$$\ln V = \ln P + C \quad V = CP \quad \frac{P}{V} = k \Rightarrow C \sqrt{P_2} = 4C \sqrt{P_1}$$

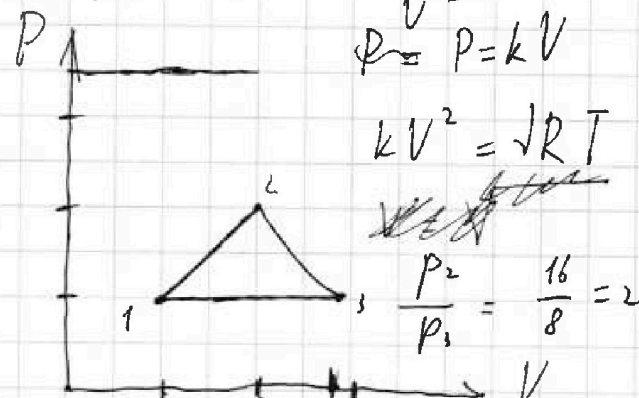
$$P \frac{dV}{dT} = 0,5 R - R$$

$$V \frac{dP}{dT} = 0,2 R \quad \frac{8,31}{6} = 1,385$$

$$V dP = -2 P dV \quad \ln P = -2 \ln V + C$$

$$\ln P = -2 \ln V + C \Rightarrow P V^2 = C$$

$$32 \log 100 = 46$$



$$P V^2 = C$$

$$V = CP$$

$$P = C$$

$$8 \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{2} \frac{T_2}{T_1} \frac{V_2}{V_1} \quad V^2 P = C$$

$$k P_1 \cdot 1^2 V_1^2 = C$$

$$k \cdot 1^2 = C$$

$$2 P_1 \cdot 4 V_1^2 = P_2 \cdot V_2^2$$

$$PV = RT \quad \frac{3}{2} (P_1 V_1 - PV) + (V_1 - V)(P_1 + P)$$

$$CP^2 = RT \quad \frac{3}{2} (k-1) T$$

$$CP_1^2 = RT_1$$

$$240 \quad C (2 P_1)^2 = R \cdot 4 T_1$$

$$P_2 = 2 P_1$$

$$P_1 V_1 = 4 T_1$$

$$P_2 V_2 = \sqrt{2} T_1$$

$$P_1 V_1 = T_1$$

$$P_2 V_2 = \sqrt{2} T_1$$

$$\frac{4 T_1 \cdot 4 V_1^2}{V_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{8}$$

$$\frac{3}{2} (k-1) RT +$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

МФТИ



- 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!

$$(\sqrt{8}-1) \cdot 2,5R$$

$$P_2 V_2^2 = P_3 V_3^2$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^2$$

$$3T_2 - 2R \frac{mV^2}{2} = \text{...}$$

$$PV^2 = C$$

$$42R (4 - \sqrt{8}) R T_1 \cdot 0,5R + (\sqrt{8} - 1) T_4 \cdot 2,5R$$

$$C \frac{P}{P_1} k \cdot \left(\frac{V}{V_1}\right)^2 = C$$

$$4 - \sqrt{8} - 2 - 0,5\sqrt{8} + 2,5\sqrt{8} - 2,5$$

$$\frac{P_2 V_1}{V_2^2} \quad \frac{T_2}{T_3} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$z = \frac{3}{2\sqrt{8} - 0,5} = \frac{6}{4\sqrt{8} - 1}$$

$$P_1 V_1 \cdot V_2 = P V_1 \cdot V_3 \quad \frac{P}{P_1} = C \left(\frac{V_1}{V}\right)^2$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 3T_1 \cdot 2R - \frac{3}{2} R T_1 = 1,5RT_1$$

$$\frac{dQ}{dT} = 2R$$

$$P = \frac{4V^2}{V_1^2} k \frac{q}{1} - k \frac{q}{\sqrt{5}} \Rightarrow T = 4T_1$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$Q = 2RT = \Delta U + A$$

$$PV = 4P_1 V_1 \quad \left(\frac{\sqrt{8}}{4}\right) = \frac{V_3}{V_2}$$

$$PV = RT$$

$$P = \frac{(2V_1)^2}{V_2^2} = 4kV_1^2 \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = \frac{1}{4} V = 2V_1$$

$$P = CV$$

$$\frac{dQ}{dT} = \frac{3}{2}R + P \frac{dV}{dT} = 2R$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1} \quad \frac{P}{P_1} = C \frac{V}{V_1}$$

$$\frac{dP}{dT} V + \frac{dV}{dT} P = R$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1} \quad \frac{V_2}{V_3} = \frac{\sqrt{8}}{4}$$

$$P \frac{dV}{dT} = 0,5R = V \frac{dV}{dT}$$

$$P = \frac{C}{V^2} \quad V_3 > V_2 \quad \frac{P}{P_1} = C \frac{V}{V_1}$$

$$\frac{dV}{V} = \frac{dP}{P}$$

$$P_1 V_1 = k P_1 \lambda^2 V_1$$

$$4 \frac{C}{V_3} = \sqrt{8} \frac{C}{V_2}$$

$$k P_1 \cdot \lambda^2 V_1^2 = C$$

$$\frac{P_2}{V_2} = k P_1 \quad V_2 = k V_1$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

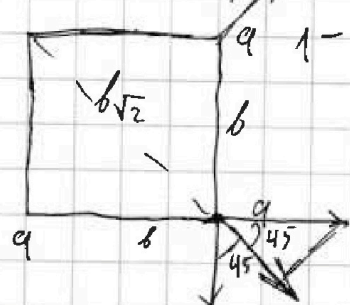
- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

$$dQ = \int_0^3 R dt + \int_0^3 p dt + \int_0^3 v dp = 2 R dt$$

$$p dt + v dp = 0,5 R dt$$



$$1 - \frac{2\sqrt{5} - 0,5}{b} = \frac{b}{\cos \alpha}$$

$$\frac{b}{\cos \alpha} = \frac{5 \cos^2 \alpha}{\cos \alpha} = \frac{5 \cos \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{232}{150}$$

$$\frac{16}{12}$$

$$\frac{116}{75}$$

$$5 \cos^2 \alpha = 5 \cdot \frac{1}{2} = 2,5$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$F = k \frac{q^2}{2b^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot k \frac{2q^2 \cos^2 \alpha}{2b^2} = k \frac{q^2 + 2\sqrt{2} q^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$= \frac{q^2 (1 + 2\sqrt{2})}{4b^2} = \frac{q^2 (1 + 2\sqrt{2})}{4b^2}$$

$\frac{10 \cos \alpha \cdot (-3 \cos^4 \alpha) / \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$

$$x \cdot \frac{q^2}{2 \cos^2 \alpha} = 20 \cdot \frac{q^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha} \quad 1 = 4t - 5t^2$$

$$\frac{20}{\cos^2 \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha} = 0 \quad \frac{10 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} = 0$$

$$2 - \frac{5}{\cos^2 \alpha} = 0 \quad \cos^2 \alpha = \frac{5}{2}$$

$$40 - \frac{5}{\frac{1}{5}} = 15 \mu$$

$$F_{\text{mp}} = \mu mg \cos \alpha \quad V_0 - \mu g t = 0 \Rightarrow t = \frac{V_0}{\mu g}$$

$$s = V_0 t - \frac{a t^2}{2} \quad a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$F = F_{\text{mp}} + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$s = V_0 t - \frac{a t^2}{2} \quad 5 \cdot 10 = 160 - 46$$

$$10 \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{b^2}{10} + 0,8 \right) = 10$$

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!

$$1) V_y = V_0 - g t = 0$$

$$t = \frac{V_0}{g} = 2$$

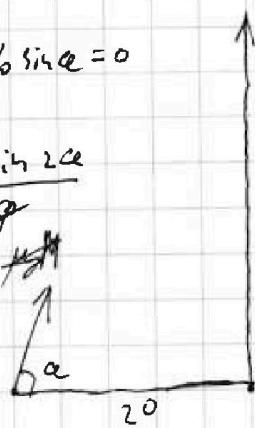
$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$\sqrt{2^2}$$

$$\frac{400}{10} = 40$$

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

$$\frac{2 V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$



$$\frac{\sin^2 x}{\cos^2 x}$$

$$\frac{\cos^2 x + \sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{1}{\cos^2 x}$$

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

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

$$y(x) = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x = 20$$

$$y = 20 \tan \alpha - \frac{400 g}{2 \cdot 400 \cos^2 \alpha} = 20 \tan \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{20}{\cos \alpha}$$

$$\frac{20 \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{10}{\cos^2 \alpha} = 0$$

$$x^n = n x^{n-1}$$

$$x^{-2} = -2 x^{-3}$$

$$Q = 2,5 R \Delta T$$

$$Q = 2 R \Delta T$$

$$Q = 0,5 R \Delta T$$

$$3) m a = F - \mu m g$$

$$m a = F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha$$

$$0 = F (\cos \alpha - 1) + \mu F \sin \alpha$$

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

$$4) Q = c v \Delta T = 3 \cdot 2 R T_1$$

$$A = Q - \Delta U = 6 R T_1 - \frac{3}{2} R \cdot 3 T_1 = 1,5 R T_1 = 600 R$$

$$Q = \frac{3}{2} R \Delta T + p \Delta V$$

$$dQ = \frac{3}{2} R dT + p dV = 2 R dT$$

$$p dV = 0,5 R dT \quad \frac{dV}{dT} = \frac{R}{2p}$$

