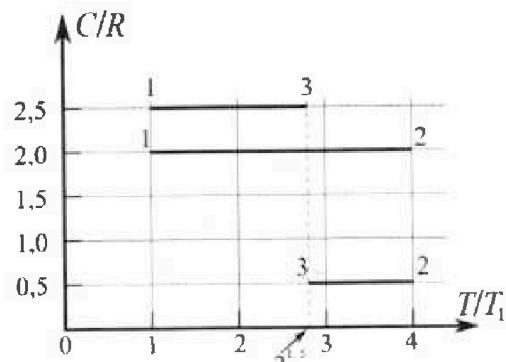


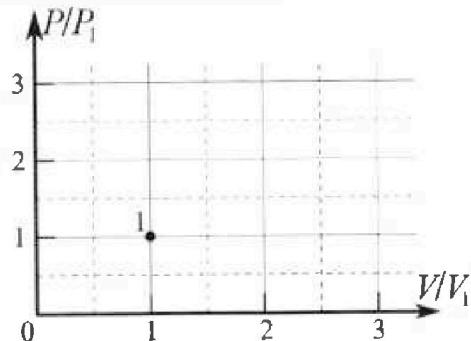
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 10-01

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).



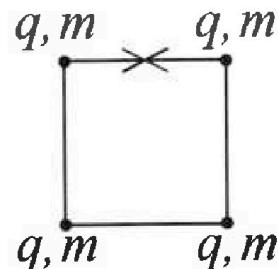
- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1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

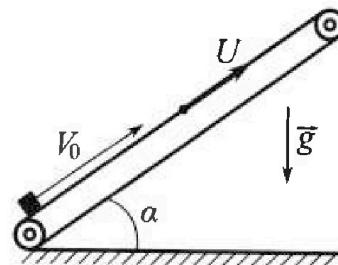
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$. 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?

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

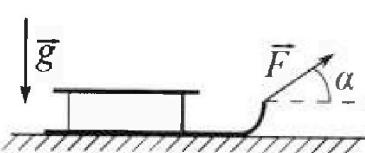
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2 \text{ м/с}$?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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"/> |

МФТИ

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

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

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

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

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

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

Ответ: $V_0 = 20 \text{ м/c}$; $H = 15 \text{ м}$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| X | | | | | | |

МФТИ.

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

N1

$$V_y = V_0 \sin \alpha - g t$$

$$V_x = V_0 \cos \alpha$$

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

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

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

$$V_y(T) = V_0 - g T = 0$$

$$V_0 = g T = 20 \text{ м/c}$$

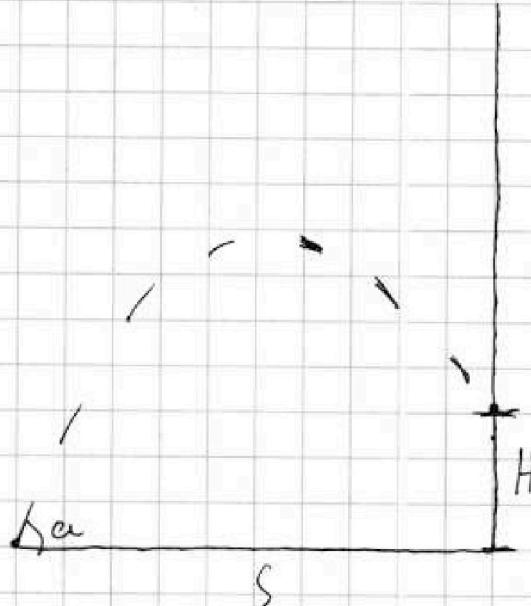
$$2) t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y(x/a) = x + g a e^{-\frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$\text{при } x = s = 20$$

$$y(a) = 20 + g a e^{-\frac{s}{\cos^2 \alpha}}$$

$$\frac{dy}{da} = 0$$



$$\frac{dy}{da} = 20 \frac{d(t g a)}{da} - s \frac{d(\cos^{-2} a)}{da} = \frac{20}{\cos^2 a} + s(-2 \sin a)$$

$$\cdot \cos^{-3} a / = \frac{20}{\cos^2 a} - \frac{10 \sin a}{\cos^3 a}$$

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

$$2 - t g a = 0$$

$$t g a = 2$$

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"/> |

МФТИ

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

$$t = \frac{V_0}{a_1}$$

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

$$d) V=4$$

$$(L_1 - L_2) = -Vt + \frac{V^2}{2a_1} \quad (L_1 - L_2) = \frac{V^2}{2a_1} - Vt$$

$$t = \frac{V_0}{a_1}$$

$$L_2 = 4V \frac{V_0}{a_1} - \frac{V_0^2}{2a_1} + L_1 = \cancel{\frac{4V_0}{6}} + \cancel{\frac{2 \cdot 4}{6}} - \cancel{\frac{16}{12}} + 1,6 = \\ = \cancel{\frac{16}{6}} \cancel{\frac{16}{12}} \cancel{\frac{4}{6}} \approx \cancel{\frac{16}{12}} \approx 1,6 \text{ м} = L_1$$

Второе уравнение корней нет, равна 0, либо $V=2$ и она единична

$$(L_1 - L_2) = \frac{V^2}{2a_1} - Vt$$

$$t = \frac{V}{a_1}$$

$$L_2 = L_1 + Vt \frac{V}{a_1} - \frac{V^2}{2a_1} = 1,6 + \frac{4}{6} - \frac{4}{12} = \frac{16}{10} + \frac{1}{3} = \\ = \frac{58}{30} \text{ м} \quad H = L_2 \sin \alpha = \frac{46,4}{30} = \frac{116}{75} \text{ м}$$

Ответ: ~~Чтобы~~ $\Gamma = \left(\frac{4}{10} + \sqrt{\frac{1}{15}} \right) \text{ с};$

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

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"/> |

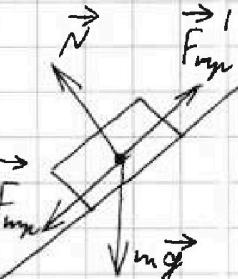
МФТИ

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 случай

Если коробка движется вверх, то
 $a = \mu mg \cos \alpha + \frac{F_{\text{нр}}}{m \sin \alpha} = \mu g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$



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

Если движется вниз, то $F_{\text{нр}}$ заменяется на
 $F'_{\text{нр}}$ проекция которого $F'_{\text{нр}} = -F_{\text{нр}}$

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

Позерем, что коробка направление
движения ~~за~~ изменит если пройдет s и

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

Значит, $\frac{1}{5}s$ коробка проедет вниз

$$\frac{s}{5} = \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{2}{5a_2} s = \frac{10 \cdot 5 \cdot \frac{4}{5}}{10 \cdot 0.6} = \frac{2}{30} s = \frac{2}{30}$$

$$T = \sqrt{\frac{2}{30}} + \frac{V_0}{a_1} = \left(\frac{4}{10} + \sqrt{\frac{2}{30}} \right) c$$

По второму случаю ускорение при движении
остановки тоже $m \cdot \mu$, но за конец промежутка
времени t коробка движется на Vt вверх по
наклону.

Если скорость движения коробки V , это означает
что a_1 она движется с постоянной
скоростью, или δ движется вниз и $V = 4 \text{ м/с}$

а) $V = 0$

$$s = Vt + \frac{V_0^2}{2a_1}$$



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

N 3

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

$$ma_1 = F - F_{\text{норм}} = F - \mu mg$$

$$ma_2 = F \cos \alpha - F_{\text{норм}} = F \cos \alpha - (\mu mg - \mu F \sin \alpha)$$

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

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

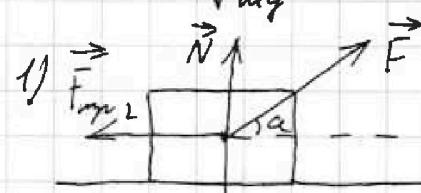
$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

После прекращения движущей силы движение разогнутое за счёт силы тяжести

$$V(t) = V_0 - at = V_0 - \frac{F_{\text{норм}}}{m} t = V_0 - \mu gt = V_0 - \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} gt$$

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

$$\text{Однако: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} ; T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$



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!

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

$$2) h = 1 - \frac{Q_x}{Q_{12}}$$

$$Q_x = Q_{12} + Q_{34} = 0,5R(4 - \sqrt{8})T_1 + 2,5R(\sqrt{8} - 1)T_1$$

$$Q_x = Q_{12} = 2R \cdot 3T_1 \\ \left\{ \begin{array}{l} h = 1 - \frac{9(2 - 0,5\sqrt{8} + 3,5\sqrt{8} - 2,5)}{6} = \cancel{\frac{5\sqrt{8} + 2\sqrt{8}}{6}} - \cancel{\frac{17,5\sqrt{8}}{12}} = \\ = \frac{6,5 - 2\sqrt{8}}{6} = \frac{13 - 4\sqrt{8}}{12} \end{array} \right.$$

3) Изменение $P(V)$ для каждого процесса:

a) процесс 3-1

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

d) процесс 1-2

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = 2R \Delta T \\ PV = RT \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dQ}{dT} = \frac{3}{2}R + P \cancel{\frac{dV}{dT}} \frac{dV}{dT} = 2R \\ \frac{dP}{dT} V + \frac{dV}{dT} P = R \end{array} \right.$$

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

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

$$PdV = VdP$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dQ}{dT} = \frac{1}{2} R + P \frac{dV}{dT} = 0,5 R \\ \frac{dP}{dT} V + \frac{dV}{dT} P = R \end{array} \right.$$

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

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

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

$$V dP = -2 P dV$$

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

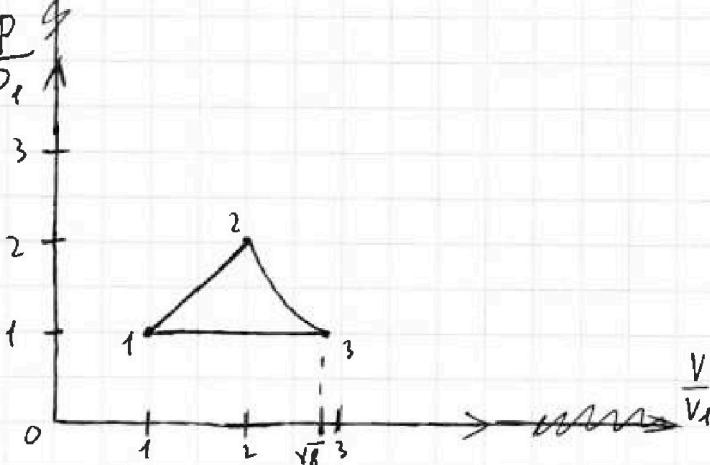
$$\ln P = -2 \ln V + C_1$$

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

$$PV^2 = C_1$$

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

Построение.
График процесса





- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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:

Процесс $1-2$ $P = C V \Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$ и $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1}$
значит, этот процесс - прямой, выходящий
из начала координат под углом $\frac{\pi}{4}$ к оси P и
заканчивающийся в точке, где $PV = 4 P_1 V_1$

$$CV^2 = 4C V_1^2$$

$$V = 2V_1$$

Процесс $3-1$ $P = \sigma \text{const}$

$$P_1 V_1 = RT_1$$

$$P_1 V_3 = RT_3$$

$$\frac{V_{23}}{V_1} = \frac{T_{23}}{T_1} = \sqrt{8}$$

Процесс $2-3$ - ~~изохорический~~ газовый изотермический
процесс, соединяющий
точки 2 и 3

~~$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1}$$~~

$$PV^2 = 8P_1 V_1^2$$

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

~~$$\frac{P}{P_3} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2$$~~

$$P_3 = \frac{P_1 V_1^2}{V_2^2}$$

$$\text{Ответ: } A_{12} = 4986 \text{ дж; } h = \frac{13 - 4\sqrt{8}}{12}.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

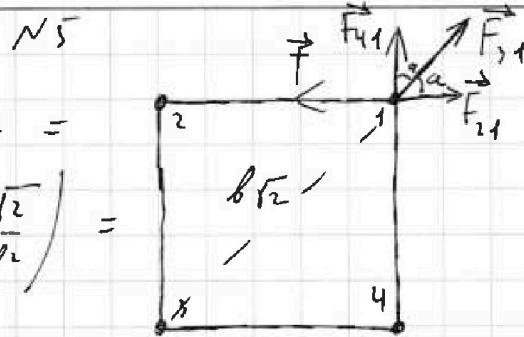


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

MFTI.

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

N5



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

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

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

$$\Delta \varphi = (\varphi_{20} + \varphi_{30}) - (\varphi_{11} + \varphi_{21}) = \\ = \left(\frac{kq}{b} + \frac{kq}{b\sqrt{2}} \right) - \left(\frac{kq}{2b} + \frac{kq}{b} \right) = \frac{6kq - 3kq + -2kq}{6b} + \\ + \frac{kq}{b\sqrt{2}} = \frac{kq}{b} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{kq(\sqrt{2} + 6)}{6b\sqrt{2}}$$

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

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



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:

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

МФТИ.



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

$$P = \cancel{c}RT \quad Q = 63 \cdot 2RT_1 - \frac{3}{2}RT_1PV = RT \quad 1,5RT_1 = 600R$$

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

$$dQ = \frac{3}{2}RdT + PdV \quad \text{правильное} \quad \frac{3}{2}(P - P_1)(V - V_1)$$

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

$$\frac{P}{V} \frac{dV}{dT} = \frac{dP}{dT} \quad \cancel{\frac{1}{2}PV}$$

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

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

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

$$V \frac{dP}{dT} = 0,2R \quad \frac{8,3}{498600}$$

$$VdP = -2pdV$$

$$l_h p = -2 \cancel{l_h} V + C$$

$$l_h p = -l_h V^2 + C$$

$$PV^2 = C$$

$$V = CP$$

$$P = C$$

$$PV = \cancel{B}RT$$

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

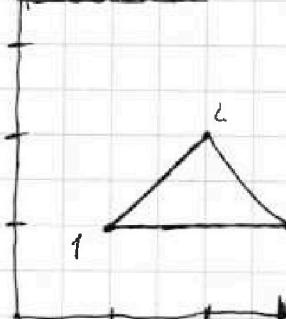
$$CP_1^2 = RT_1$$

$$CP_1^2 = R \cdot 4T_1$$

$$P_1 > 2P_1$$

$$3 \log 100 = 4,6$$

$$P \downarrow$$



$$\frac{P}{V} = 1$$

$$P = PV$$

$$KV^2 = \sqrt{RT}$$

$$K = \cancel{f}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{16}{8} = 2$$

$$V_2 = \cancel{f}$$

$$PV^2 = C \quad kP_1 \cdot 1^2 V_1^2 = C$$

$$2P_1 \cdot 4V_1^2 = P_2 \cdot V_2^2 \quad k \cdot 1^2 = C$$

$$2 \cdot \frac{4T_1 \cdot 4V_1^2}{V_1} = \cancel{P_2V_2^2}$$

$$P_1 V_1 = 4T_1$$

$$P_2 V_2 = \cancel{V_2^2 T_1}$$

$$P_2 V_2 = T_1$$

$$P_2 V_2 = \cancel{T_1^2}$$

$$P_2 V_2 = \cancel{T$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$(18-1) \cdot 2\pi R$$

~~$$3T_1 \cdot 2R \frac{mv^2}{2} = 9\pi \text{ g}$$~~

$$P_1 V_{12}^2 = P_3 V_3^2$$

$$\frac{P_1}{P_3} = \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2$$

~~$$PV^2 = C$$~~

~~$$4\pi R^2 (4 - \sqrt{8}) / R P_1 \cdot 0,5\pi + (\sqrt{8} - 1) T_1 \cdot 2\pi R \text{ дж}$$~~

3

~~$$4\pi R^2 2 - 0,5\sqrt{8} + 2,5\sqrt{8} - 2,5$$~~

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

$$\frac{2}{2} = \frac{3}{2\sqrt{8} - 0,5}$$

$$= \frac{6}{4\sqrt{8} - 1}$$

$$\frac{P_3 V_1}{V_1^2} \frac{V_3}{T_3} \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$P_{12} V_2 \cdot V_2 = P_3 V_3 \cdot V_3 \frac{P}{P_1} = C \left(\frac{V_1}{V}\right)^2$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 3T_1 \cdot 2R - \frac{3}{2} R \cancel{\pi} R 3T_1 =$$

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

~~$$P = \frac{C}{4V_1^2} k \frac{q}{1} = k \frac{q}{\sqrt{8}} = 1,5 RT_1$$~~

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

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

$$PV = 4P_1 V_1 \frac{18}{4} = \frac{V_3}{V_2}$$

~~$$PV = kRT$$~~

~~$$P = \frac{(2V_1)^2}{(2V_1)^2} V_3 = \frac{\sqrt{8}kV^2}{4} = 4kV_1$$~~

~~$$2\cancel{\pi} R$$~~

~~$$P = \frac{C}{V} = 2V_1 \frac{V}{V_1} = CV$$~~

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

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{C}{P_1 V_1} \frac{V_1}{V} = \frac{P_1}{V_1}$$

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

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

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

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{8}}{4}$$

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

$$V_3 > V_1 \frac{P}{P_1} = e^{\frac{V}{V_1}}$$

~~$$P_1 V_1 = k P_1 V_1^2$$~~

~~$$P_1 V_1^2 = P_2 V_2$$~~

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

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

~~$$k \frac{q}{V_2}$$~~

$$\frac{P_2}{P_1} = k P_1$$

$$V_2 = k V_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

~~дл = 3 Rsin α + рдк~~ = 2 Rsin α

~~рдк + Vd α sin α~~ = $\frac{464}{300}$ $\frac{16}{12}$ $\frac{23^2}{15^0}$

$b = \sqrt{2}q$ $a = q$ $1 - \frac{2\sqrt{2} - 0,5}{61}$ $\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\text{корень}}{\text{из корня}}$

$F = k \frac{q^2}{2b^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot k \frac{2q^2 \cos^2\alpha}{28^2} = k \frac{q^2 + 2\sqrt{2}q^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} =$

$= \frac{q^2(12 + 4)}{4b^2} = \frac{q^2(12 + 4)}{4b^2} \quad \begin{matrix} L_1 \\ L_2 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \sin\alpha = 0,8 \\ \cos\alpha = 0,6 \end{matrix}$

$x \cos\alpha - \frac{q \cancel{x}}{2 \cos^2\alpha \cancel{V_0}} = 20 \cos\alpha - \frac{5}{\cos^2\alpha} \quad 1 = 4t - 5t^2$

$\frac{5 \cos^2\alpha}{20 \cos^2\alpha} \quad -5 \sin\alpha \cdot (-2 \cos^{-3}\alpha)$

$\frac{20}{20 \cos^2\alpha} \quad t + 10 \quad \frac{10 \sin\alpha}{\cos^3\alpha} = 0 \quad t \cos\alpha = 2 \quad 5t^2 - 4t + 1 = 0$

$2 - t \cos\alpha = 0 \quad t = \frac{V_0}{2\alpha} = \frac{16}{20} \quad \sin\alpha = \frac{2}{\sqrt{5}} \quad \frac{\cos^8 - 3 \sin^2}{\cos^{10}}$

$\frac{10 \sin\alpha}{\cos\alpha} \quad 40 - \frac{5}{t} = 15 \quad \cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{5}} \quad \frac{16}{12} \quad 16 - 20$

$F_{\text{норм}} = mg \cos\alpha \quad \alpha = \frac{\pi}{2} \quad g \cos\alpha \quad V_0 - \mu g t = 0 \quad \frac{1}{2} - \frac{4}{2}$

$s = \sqrt{V_0^2 t - \frac{1}{2} g t^2} \quad \alpha = \mu g \cos\alpha + g \sin\alpha = g(\mu \cos\alpha + \sin\alpha)$

$F = F_{\text{норм}} + mg \sin\alpha = m \mu mg \cos\alpha + m g \sin\alpha$

$s = \frac{1}{2} V_0 t - \frac{\alpha t^2}{2} \quad 5t \quad 64$

$10 \left(\frac{1}{2} V_0 t - \frac{16^2}{20} t + 0,8 \right) = 10 \quad 160 - 96$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$1) V_y = V_0 - gt = 0 \quad \frac{gt}{2} - V_0 \sin \alpha = 0$$

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

$$V_0 = 20 \text{ м/c}$$

$$\sqrt{2^2} \quad \frac{400}{10} \quad 40 \quad 20$$

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

$$x = V_0 t \cos \alpha + \frac{gt^2}{2}$$

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

$$x = 20$$

$$y = 20 t \tan \alpha - \frac{400 g 0}{2 \cdot 400 \cos^2 \alpha} = 20 t \tan \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{\sin x}{\cos} \quad \frac{20}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{20}{\cos^2 \alpha} + \frac{10}{\cos \alpha} = P = \alpha \Gamma$$

$$3) ma = F - \mu mg$$

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

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

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

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

$$Q = \frac{3}{2} R \Delta T \approx \frac{3}{2} p dV$$

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

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

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

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

$$5 \cos^{-2} \alpha$$

$$5(-\sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos \alpha})$$

$$\frac{1}{x^2} - 2 \frac{1}{x^3}$$

$$x^n \quad h x^{n-1}$$

$$x^{-2} \quad -2 x^{-3}$$

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

$$Q = 2 R \Delta T$$

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

$$\frac{dQ}{dT}$$