

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01

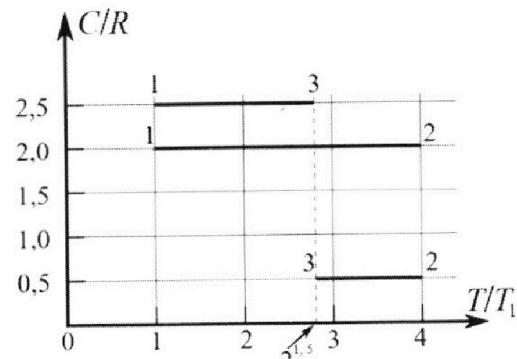
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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) Пос тройте 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 .

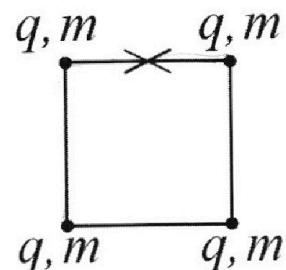
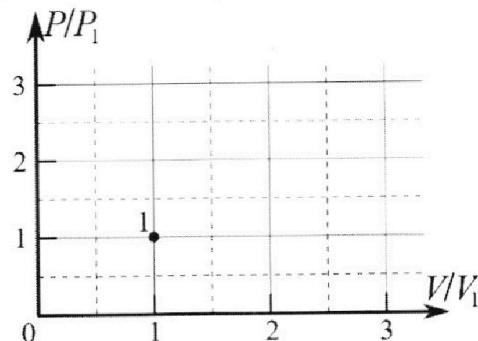
1) Найдите силу T натяжения нитей.

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

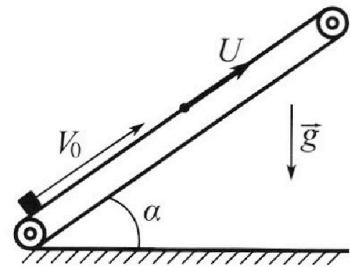
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
 - Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - Теннисист посыпает 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 воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

- 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.



- За какое время T после старта коробка пройдет в *первом опыте* путь $S = 1 \text{ м}$?

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

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

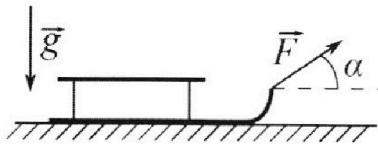
- Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

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.

- Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- 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 |
| X | <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!

$$1) h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

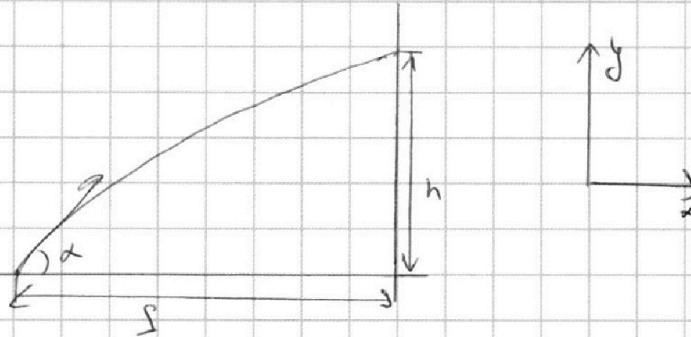
$v = v_0 - gt$, где v - конечная скорость шарика

В максимальной точке погашение $v=0$

Значит $v_0 - gt = 0$

$$v_0 = gt = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$

2)



Запишем уравнение движения шарика по оси y :

$$\left\{ \begin{array}{l} s = v_0 \cos \alpha t \quad (1) \\ h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (2) \end{array} \right.$$

Из (1):

$$t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha} = S \quad h = St \tan \alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = St \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2 (1 + \tan^2 \alpha)}$$

Получили квадратное уравнение относительно $\tan \alpha$:

$$\text{Пусть } \frac{gS^2}{2v_0^2} = \beta, \text{ тогда: } h = St \tan \alpha - \beta(1 + \tan^2 \alpha)$$

$$-\beta \tan^2 \alpha + St \tan \alpha - (\beta + h) = 0$$

$$\beta \tan^2 \alpha - St \tan \alpha + (\beta + h) = 0$$

Возьмем отдельно выражение производную и о:

$$2\beta \tan \alpha - S = 0 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{S}{2\beta} < \frac{2v_0^2 S}{2g S^2} - \frac{v_0^2}{8S} = \frac{100}{10 \cdot 20} = 2$$



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 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!

Значит h будет максимальна при $t_0 \alpha = 2$:

$$h = St_0 \alpha - \frac{gs^2}{2v_0^2} (1 + t_0^2 \alpha^2) = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} (1+4) = 40 - 25 = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) 20 м/c, 2) 15 м.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

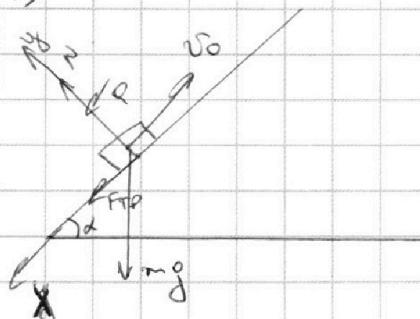
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

1)



0_x:

$$ma = F_{fp} + mg \sin \alpha$$

0_y:

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{fp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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

$$a = g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$S = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} = v_0 t_1 - \frac{(g \cos \alpha + g \sin \alpha) t_1^2}{2}$$

Получим квадратное уравнение относительно t_1 :

$$g \cos \alpha t_1^2 - 2v_0 t_1 + 2S = 0$$

$$(g \cos \alpha + g \sin \alpha) t_1^2 - 2v_0 t_1 + 2S = 0$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$\left(\frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,6\right) t_1^2 - 8t_1 + 2 = 0$$

$$10t_1^2 - 8t_1 + 2 = 0$$

$$5t_1^2 - 4t_1 + 1 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = -4 < 0$$

т.к. дискriminant меньше нуля, то коробка не проходит

нгтб

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!

2) Рассекомовка син с прошлого пункта не изменилась

Значит ускорение при торможении может быть по формуле

$$a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = 10 \text{ m/s}^2$$

$$u = v_0 - at \Rightarrow t = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{u - 2}{10} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ s}$$

Значит скорость стакан равна $u = 2 \text{ м/с}$ через $t_2 = 0,2 \text{ с}$.

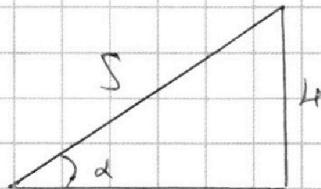
По ленте транспортера относительно земли коробка движется со скоростью $(u + v_0)$,

$$L = (u + v_0)t_2 - \frac{a t_2^2}{2} = 6 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 1,2 - 0,2 = 1 \text{ м.}$$

$$3) t_3 = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4$$

$$S_i = (u + v_0)t_3 - \frac{a t_3^2}{2} = 6 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 2,4 - 0,8 = 1,6$$

$$u = S_i \text{, } \tan \alpha = S_i / L = 1,6 / 1 = 1,6 \text{ м}$$



Ответ: 2) 1 м, 3) 1,28 м.

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 checked="" 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!

D 1.

2.

2 Задача Ньютона где 1-ое условие:
Для 2-ого:

$$\begin{cases} m\alpha_1 = F - F_{TP}, \\ mg = N \\ F_{TP} = \mu N, \end{cases} \Rightarrow F_{TP} = \mu mg$$
$$\begin{cases} m\alpha_2 = F \cos \alpha - F_{TP} \\ N + F \sin \alpha = mg \\ F_{TP} = \mu N \end{cases}$$
$$F_{TP} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$
$$m\alpha_2 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$
$$m\alpha_2 = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$$

т.ч. в 1 и 2 случае сила трения действует вдоль оси x

3) ожидаемое значение, то $\alpha_1 = \alpha_2$

$$m\alpha_1 = m\alpha_2$$
$$F - \mu mg = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$$
$$F = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$
$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$
$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

2) $v_0 = at_k \Rightarrow t_k = \frac{v_0}{a}$

~~$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$~~

~~$m\alpha = F - \mu mg \quad (1)$~~

~~$m\alpha = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg \quad (2)$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

у₂ а)

$$F = m(Mg + \alpha) \quad (3)$$

$$u_3 \quad (3) \quad u(2)$$

$$ma = m(Mg + \alpha)(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$$

$$a = (Mg + \alpha)(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - Mg$$

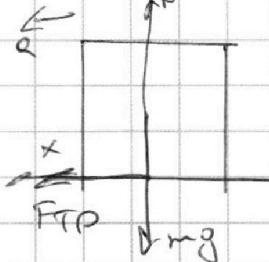
$$a = g \mu \cos \alpha + g \mu^2 \sin^2 \alpha + \alpha \cos \alpha + \mu \sin \alpha - Mg$$

$$\alpha(1 - \cos \alpha - \mu \sin \alpha) = M(g \cos \alpha + g \mu \sin \alpha - g)$$

Значит,

$$a = \frac{M(g \cos \alpha + g \mu \sin \alpha - g)}{1 - \cos \alpha - \mu \sin \alpha} = \frac{(1 - \cos \alpha)g(\cos \alpha + \sin \alpha - 1)}{\sin \alpha(1 - \cos \alpha - (1 - \cos \alpha))}$$

$$2) v_0 = at \Rightarrow t = \frac{v_0}{a}$$



$$\begin{cases} m \alpha = F_{FTP} \\ N = mg \\ F_{FTP} = \mu N \end{cases}$$

$$F_{FTP} = \mu mg$$

$$m \alpha = \mu mg$$

$$\alpha = \mu g$$

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

$$\text{Отв. а: 1) } n = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad 2) \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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) Запишем первое начало Термодинамики для прошедшего из.

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12}$$

ΔU_{12} - изменение энергии из состояния 1-2 по зондированию.

$$Q_{12} = 2R \cdot (kT_1 - T_1) = 6RT_1$$

$\Delta U_{12} = C_V \Delta T$, где C_V - теплоемкость в прошлом с
постоянным объемом

т.ч. зонд 1-атомный, т.о. $C_V = \frac{3}{2}R$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}R \cdot 3T_1 = \frac{9RT_1}{2}$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \frac{12RT_1}{2} - \frac{9RT_1}{2} = \frac{3RT_1}{2} = \frac{3 \cdot 8,31 \cdot 400}{2} \approx \frac{25 \cdot 400}{2}.$$

$$= 25 \cdot 200 = 25 \cdot 2 \cdot 100 = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ Dm.}$$

2) $h = \frac{A}{Q_+}$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

$Q_+ = Q_{12}$, т.ч. ко всем остальным процессам зонд отдает тепло

$$Q_+ = Q_{12} = GRT_1$$

т.ч. в прошлом 1-3 $C = \frac{5}{2}R = C_D$, т.о. мы можем то

это учесть.

$$\text{Значит } P_3 = P_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

$$\begin{cases} P_1 V_1 = RT_1 \\ P_1 V_3 = 1,5 RT_1 \end{cases} \Rightarrow V_3 = 1,5 V_1$$

Т.к. не получается 3-е в 2-й рабочий получает не сдвиг, то убираем со
 $A_{13} = -P_1 (V_1 - V_3) = 0,5 P_1 V_1 = 0,5 RT_1$ в блоке имеем

$$A_{12} = 1,5 RT_1$$

$$A_{23} = \Delta u - Q_{23} = 1,5 R \cdot 2,5 T_1 - 0,5 R \cdot 2,5 T_1 = 2,5 RT_1$$

$$h = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_+} = \frac{2,5 RT_1 + 0,5 RT_1 + 1,5 RT_1}{6 RT_1} = \frac{4,5}{6} = \frac{45}{60} = \frac{3}{4}$$

$$h = 75\%$$

3) из предыдущих линий мы имеем координаты
на точек 1(P_1, V_1, T_1) и 3($P_1, 1,5V_1, 1,5T_1$)

Всех проявлено $C = \text{const}$
Запишем 1-ое начало Термодинамики в виде формулы:

$$dQ = dA + dU, \text{ где } dQ = CdT, dA = PdV, dU = C_V dT$$

Запишем 2-ое начало Термодинамики в виде формулы природы:

$$PdV + Vdp = RdT \Rightarrow dT = \frac{PdV + Vdp}{R}$$

$$\frac{C(PdV + Vdp)}{R} = PdV + C_V(dU + Vdp), \text{ но формула Менделеева: } R = C_p - C_v$$

$$C_p dV + C_v Vdp = C_p \cdot PdV - C_v PdV + C_V \cdot PdV + C_V \cdot Vdp$$

$$(C_p - C_v) PdV = - (C_v - C) Vdp \Rightarrow \int \frac{dp}{P} = - \frac{C_p - C}{C_v - C} \int \frac{dV}{V}$$

после упрощения получим:

$$\ln \frac{P}{P_0} \frac{C_p - C}{C_v - C} = \text{const} \Rightarrow PV^{\frac{C_p - C}{C_v - C}} = \text{const}$$

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 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!

$$\text{Пусть } \frac{C_p - c}{C_v - c} = n, \text{ тогда:}$$

$$PV^n = \text{const.}$$

$$\frac{RT}{V} V^n = \text{const} \Rightarrow T V^{n-1} = \text{const.}$$

Применим это уп-ие для процесса 2-3:

$$kT_1 V_2^{n-1} = 1,5 T_1 (1,5 V_1)^{n-1}$$

$$n = \frac{C_p - c}{C_v - c} = \frac{2,5 - 0,5}{1,5 - 0,5} = 2$$

$$n-1=1$$

$$kT_1 V_2 = 1,5 T_1 \cdot 1,5 V_1$$

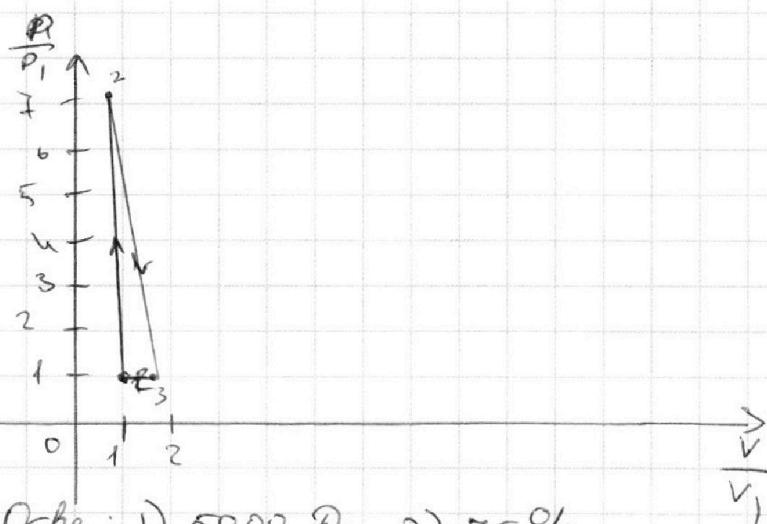
$$4V_2 = 2,25 V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{225}{400} V_1 = \frac{9}{16} V_1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2 \cdot \frac{9}{16} V_1 = 4 k T_1 \\ P_1 V_1 = k T_1 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{9}{16} = 4$$

$$P_2 = \frac{64}{9} P_1$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{64}{9} P_1$$

$$2 \left(\frac{64}{9} P_1, \frac{9}{16} V_1, 4 T_1 \right)$$



Ответ: 1) 5000 Рн, 2) 75%.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

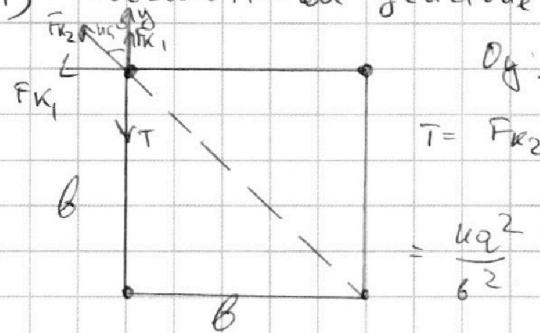


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

1) Рассмотрим действие сил на 1 из 4 шариков

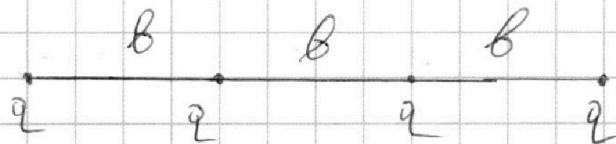


Оdg.

$$T = F_{K2} \cos 45^\circ + F_{K1} = \frac{Kq^2}{2B^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{Kq^2}{B^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$= \frac{Kq^2}{B^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} + 1 \right)$$

2) $W_u = \frac{1}{2} \sum q_i u_i = \frac{Kq^2}{B} (4 + \sqrt{2})$, где W_u - кинетическая энергия системы

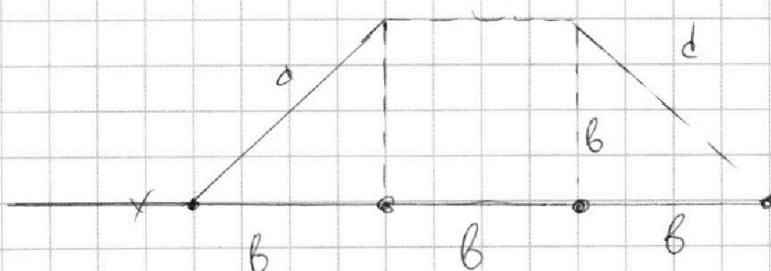


$$W_u = \frac{Kq^2}{B} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} + 1 + 1 \right) + \frac{2mU^2}{B} = \frac{Kq^2}{B} \left(\frac{1}{3} + u \right) + 2mU^2$$

$$2mU^2 = \frac{Kq^2}{B} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$U = \sqrt{\frac{K(\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{2mb}} = q \sqrt{\frac{K(\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{2mb}}$$

$$3) = q \sqrt{\frac{K(3\sqrt{2} - 1)}{6mb}}$$



берущим сопротивление короткому до и после
по Т. Тиродора.

$$\text{дл.} \frac{d}{B} = \frac{B\sqrt{2}}{B}, \quad 1) \frac{Kq^2}{B^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{u} + 1 \right), \quad 2) q \sqrt{\frac{K(3\sqrt{2} - 1)}{6mb}}, \quad 3) B\sqrt{2}$$

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!

$$ma = \mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{mv^2}{r} + \frac{mgh}{g} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{mv^2}{r} + \frac{mgh}{\sqrt{2g}} \right)$$

$$= \frac{2mg^2}{r} + \frac{2\sqrt{2}mg^2}{r} = \frac{mg}{r} (8 + 2\sqrt{2})$$

$$S = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 = v_0 t - \frac{5t^2}{2}$$

$$v_0 = at \Rightarrow t = 0,4 \text{ с.}$$

$$S = 4 \cdot 0,4 + 5 \cdot 0,4^2 = 1,6 + 2 = 3,6 \text{ м.}$$

$$2 = u - 10t \Rightarrow t = 0,2 \text{ с.}$$

F_{FTP}.

$$ma = F - \mu mg$$

$$ma_1 = \frac{F}{\cos \alpha} - \mu g$$

$$ma_2 = \frac{F \sin \alpha}{\cos \alpha} - \mu g$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{32}$$

$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ м.}$$

$$ma_2 = F(\cos \alpha + \sin \alpha) - \mu g$$

$$a_2 = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha) - \mu g$$

$$a_1 = a_2$$

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

$$F(\cos \alpha + \sin \alpha) = F$$

$$(P_1, V, T_1)$$

$$2 ($$

$$3(P_1, \frac{V}{15}, \frac{T_1}{15}) = 8$$

$$2 = u - 8t \Rightarrow t = 0,1 \text{ с.}$$

$$1-2$$

$$PV = \text{const.}$$

$$\frac{0,4}{1,6} = \frac{1,5}{V}$$

$$\frac{16}{8,0} = \frac{1,5}{V}$$

$$V = \frac{1,5 \cdot 8,0}{16} = 0,75 \text{ м}^3$$

$$U_3 = 1,5 V_1$$

$$L = (v_0 + u)t - \frac{at^2}{2} =$$

$$= 6 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} =$$

$$= 1,2 - 0,2 = 1,0 \text{ м.}$$

$$P_i = \frac{P_1}{1,5} = \frac{10}{1,5} = 6,67 \text{ Па}$$

$$T_i = \frac{T_1}{1,5} = \frac{273}{1,5} = 182 \text{ К}$$

$$= 182 \cdot \frac{8}{10} = 145,6 \text{ К}$$

$$= 145,6 \cdot \frac{8}{10} = 116,48 \text{ К}$$

$$= 116,48 \cdot \frac{8}{10} = 93,18 \text{ К}$$

$$= 93,18 \cdot \frac{8}{10} = 74,544 \text{ К}$$

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!

$$25_0 - 5 \cdot h = 25_0 - 20$$

$$25_0 - 20 = \frac{25_0}{20}$$

$$400_0 - 400 = 20^2$$

$$25_0^2 - 400_0 + 400 = 0 \quad Q = mg\omega s_d + g \sin \alpha$$

$$(v - 20)^2 = 0$$

$$v_0 = 20$$

$$\beta = 5 \quad s^2 - 4\beta(\beta + h) = 0$$

$$\frac{s^2 - 4\beta^2}{4\beta} = \frac{400 - 100}{20} = \frac{300}{20} = 15$$

$$\begin{array}{r|l} 6 & 0 \\ 0 & 2 \\ 0 & 5 \\ 0 & 10 \\ 0 & 20 \\ 0 & 40 \\ 0 & 80 \\ 0 & 160 \\ 0 & 320 \end{array}$$

$$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$$

$$s = v_0 \cos \alpha t +$$

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

$$20^2 \alpha^2 + 312^2 \alpha = 1$$

$$\frac{1}{2} g^2 \alpha^2 = 1 + \frac{g^2}{8}$$

$$gt^2$$

$$20 \cdot 2 - 5 \cdot 5 = 40 - 25 = 15$$

$$0.6 \cdot 20 = 12$$

$$s^2 + 4\beta(\beta - h) = 0$$

$$h = \frac{s^2 + 4\beta^2}{4\beta} = t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$

$$= \frac{400 + 100}{20} =$$

$$h = 3 \operatorname{tg} \alpha - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = s \operatorname{tg} \alpha - \left(\frac{g s^2}{2 v_0^2} \right) \left(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \right)$$

$$= \frac{500}{20} = 25.$$

$$h = s \operatorname{tg} \alpha - \beta \operatorname{tg}^2 \alpha + s \operatorname{tg} \alpha - (\alpha + h) = 0.$$

$$\beta \operatorname{tg}^2 \alpha - s \operatorname{tg} \alpha + (\beta - h) = 0$$

$$2\beta \operatorname{tg} \alpha - s = 0$$

$$\frac{m^2}{c^2} \cdot c^2$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{2\beta} = \frac{20^2}{2g\beta^2} = \frac{20^2}{g\beta^2} = 2 \quad h = s \cdot \frac{v_0^2}{g\beta} - \frac{g\beta^2}{2v_0^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{g\beta^2} \right) =$$

$$h = \frac{g\beta^2}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{g\beta^2} = \frac{v_0^4}{2v_0^2} = 20^2 = 40$$

$$h = \frac{g s^2}{2 v_0^2} - \frac{g s^2}{2 v_0^2} - \frac{v_0^2}{2} =$$

$$= \frac{400}{10} - \frac{10 \cdot 40}{2 \cdot 400} - \frac{400}{2} =$$

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!

$$P_3(V_3 - V_1) = 0,5 P_1 V_1 = -0,5 RT_1 \quad PV^n = \text{const.}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} RT_1$$

$$TV^{n-1} = \text{const.}$$

$$A_{23} = 0,5 RT_1 + 0,5 R \cdot 2,5 T_1 - 1,5 R \cdot 2,5 T_1 = +2,5 RT_1$$

$$P = \frac{0,5 RT_1 + 1,5 RT_1 - 2,5 RT_1}{6 RT_1} = -\frac{1}{6}$$

$$\frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{15}{60} = \frac{\alpha}{12} = \frac{3}{\pi} = 75\% = \pi^2(1+\cos^2\alpha)$$

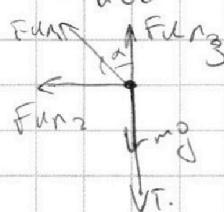
$$\mu^2 = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{15}{60} = \frac{\alpha}{12} = \frac{3}{\pi} = 75\% = \pi^2(1+\cos^2\alpha)$$

$$1,5 T_1 \cdot (1,5 V_1)^n = k T_1 V_2^n$$

$$1,5 \cdot (1,5 V_1)^2 = k V_2$$

$$2,25 V_1 = k V_2$$

$$V_2 = \frac{225}{k V_1} \quad V_1 = \frac{V_2}{80} \quad V_1 = \frac{9}{18} V_1$$



$$\frac{kq^2}{r^2} +$$

$$\frac{25}{25} \frac{15}{45} \frac{80}{16}$$



$$\frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{2R} \frac{\sqrt{2}}{2} - mg = T. \quad m\ddot{r} = m\dot{r}^2 / r$$

$$3 \quad 6$$

$$V_1 = V_2 = v$$

$$V_3 = V_2 = v$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

~~$U_2 = U - u$~~
 ~~$U_3 = U_{ax} = U \cdot u = \cancel{U}$~~ $\cancel{U} = \cancel{U} \cdot R$


 ~~$10 - 10 + 10 + 10 + 2$~~
~~SPU~~
 ~~$=$~~ ~~$\cancel{10} + \cancel{10} + \cancel{10} + \cancel{10} + 2$~~
 ~~$50 = 5t$~~
 ~~$t = 10$~~
 $\Delta W = \frac{1}{2} - \sqrt{2} \cdot \frac{1 - 3\sqrt{2}}{3}$
 $\left\{ \begin{array}{l} m_0 = F - \mu mg \\ m_0 = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) \\ -\mu mg \end{array} \right.$

$$2m\omega \cos \alpha = 0,$$
$$\frac{4q}{8} (8 + 8\sqrt{2}) = \frac{4q}{8} + \frac{24q}{8} + \frac{32q}{8}$$

$$32 + 8\sqrt{2} = \frac{2 + 6 + 18}{6} = \frac{26}{6} = \frac{13}{3}$$

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

$$128 + 32\sqrt{2} = 13$$

$$115 + 32\sqrt{2} = \frac{4m\omega^2}{2}$$
$$\frac{4q^2}{8^2} + \frac{4q^2}{8^2} + \frac{4q^2}{8^2}$$

$$\frac{4q^2}{6^2} + \frac{4q^2}{6^2} + \frac{24q^2}{6^2} + \frac{24q^2}{6^2}$$

$$\frac{6}{6} \quad \frac{6}{6} \quad \frac{12}{6} \quad \frac{12}{6}$$

$$1) m\ddot{q}_1 = F - \mu mg.$$

$$m\ddot{Q}_2 = F \cos\alpha - \mu(mg - F \sin\alpha) = F(\cos\alpha + \sin\alpha) - \mu mg.$$

$$q_1 = q_2$$

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

good fusion

$$F = m(g + a)$$

$$m\ddot{Q} = n(\mu_0 + \alpha) (\cos \omega t + n \sin \omega t) - M \mu_0$$