



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.

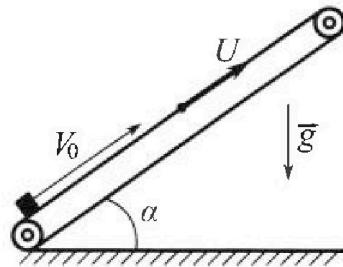
✓ 2) Теннисист посыпает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

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.

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 $S = 1 \text{ м}$?

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

✓ 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.

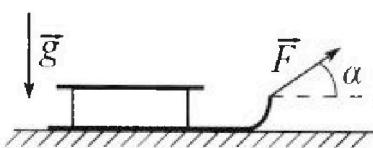
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

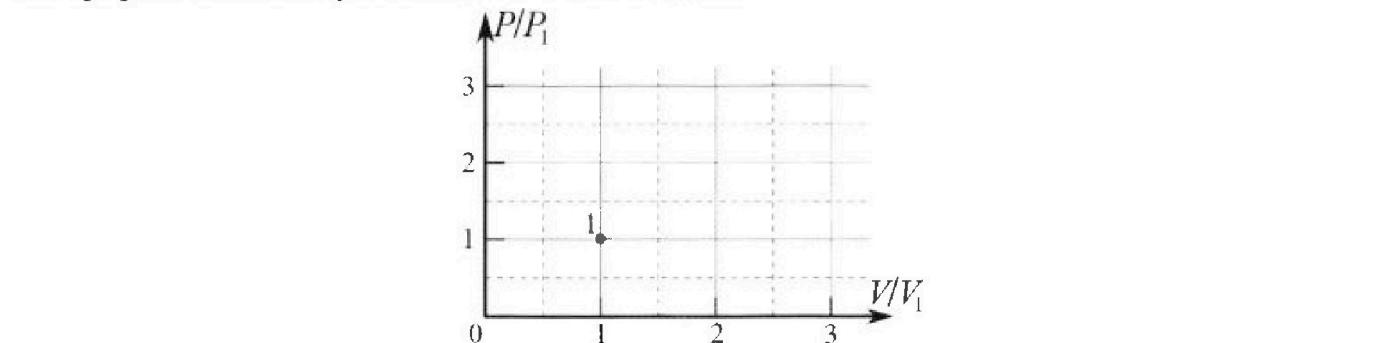
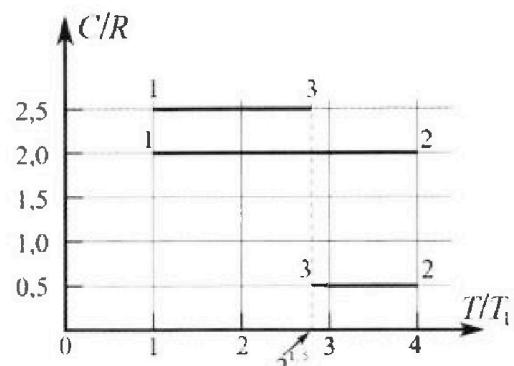
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 .

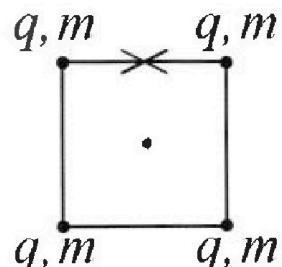
✓ 1) Найдите силу T натяжения нитей.

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.



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!

N1

Дано:

$$T = 2 \text{ с.}$$

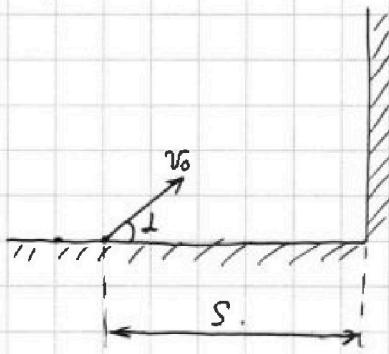
$$S = 20 \text{ м.}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Решение:

$$mg h + \frac{m V^2}{2} = \text{const} \Rightarrow h_{\max} \text{ при } V=0.$$

$$V = V_0 - gt \Rightarrow V_0 - g T = 0 \Rightarrow V_0 = g T = 20 \text{ м/с.}$$



$$V_x = V_{x_0} = V_0 \cos \alpha.$$

$$V_{y_0} = V_0 \sin \alpha.$$

Пусть мяч достигнет стены за время T .

$$V_x T = V_0 T \cos \alpha = S \Rightarrow T = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}.$$

$$h(t) = V_0 \sin(\alpha) t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow h(T) = V_0 \sin(\alpha) T - \frac{g T^2}{2}.$$

$$h = \frac{V_0 \sin \alpha S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = \tan \alpha S - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \frac{1}{\cos^2 \alpha}.$$

$$h = \frac{S}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \frac{1}{\cos^3 \alpha} (-\sin \alpha) = 0$$

$$\frac{S}{\cos \alpha} = \frac{g S^2}{2 V_0^2} \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} \Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{g S}{2 V_0^2} \sin \alpha.$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{g S}{2 V_0^2} \sin \alpha - 1 = 0$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{g S}{2 V_0^2} \sin \alpha - 1 = 0$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{g S}{2 V_0^2} \sin \alpha - 1 = 0$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{20}{16} \sin \alpha - 1 = 0$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{\sqrt{17}-1}{4}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{17}-1}{4}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{17}-1}{4}$$

$$4 < \sqrt{17} < 5$$

$$3 < \sqrt{17}-1 < 4$$

$$\frac{3}{4} < \frac{\sqrt{17}-1}{4} < 1$$

$$-5 > \sqrt{17}-1 > -6$$

$$-\frac{5}{4} > \frac{\sqrt{17}-1}{4} > -\frac{6}{4}$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{\sin \alpha}{2} - 1 = 0$$

$$D = \frac{1}{4} + 4 = \frac{17}{4}$$

$$\sin \alpha = \frac{-1 \pm \sqrt{17}}{2}$$

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!

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{17^2 - 1}}{4} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{16 - \sqrt{17^2 - 1}}{16}} = \sqrt{\frac{2\sqrt{17} - 2}{16}} = \frac{\sqrt{2}}{4} \sqrt{\sqrt{17} - 1}.$$

$$h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \frac{1}{\cos^2 \alpha}.$$

$$h' = \frac{S}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \frac{(-2)(-\sin \alpha)}{\cos^3 \alpha} = 0.$$

$$\frac{S}{\cos^2 \alpha} = \frac{g S^2 \cdot 2 \sin \alpha}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}.$$

$$8 = \frac{g S^2}{V_0^2} \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{V_0^2}{g S} = \frac{20^2}{10 \cdot 20} = 2.$$

$$\tan^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = 4 \Rightarrow 4 \cos^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{5}$$

$$h_{\max} = S - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{5} = S - \frac{5}{2} \frac{g S^2}{V_0^2},$$

$$h_{\max} = 40 - \frac{5}{2} \frac{10 \cdot 20^2}{20^2} = 40 - 25 = 15 \text{ (м)}.$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

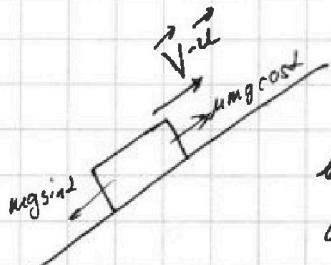
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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!

3) ~~Рыбка~~ Пересядем в CO легче:



$$V = 0 \Rightarrow \vec{V} = \vec{0} - \vec{a} = -\vec{a}$$

Время в пути было получено

в п. 2:

$$ab = g; a_n = 0,6g; t_b = 0,2c; \cancel{t_n = \frac{1}{3}c}$$

$$V' = u = \sqrt{a_n t_n^2} = \sqrt{a_n + \sqrt{\frac{2u}{a_n}}} = \sqrt{\frac{4}{6}} = \sqrt{\frac{2}{3}} c$$

$$V' = u > a_n t_n \Rightarrow t_n = \frac{u}{a_n} = \frac{2}{0,6g} = \frac{10}{3} \cdot \frac{1}{3} (c)$$

Приложенное преодолевшее коробкой время в
над-ди CO:

$$S_{n+u} = u(t_b + t_n) + (V_0 - u)t_b - \frac{ab t_b^2}{2} - \frac{a_n t_n^2}{2} =$$

$$= ut_n + V_0 t_b - \frac{ab t_b^2 + a_n t_n^2}{2} =$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{3} + 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,2^2 + 6 \cdot \frac{1}{9}}{2} =$$

$$= 0,6 + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = 0,6 + \frac{1}{3} = 0,6 + \frac{1}{3} (m)$$

$$M = \left(0,6 + \frac{1}{3}\right) \sin \alpha = \left(0,6 + \frac{1}{3}\right) 0,8 = 0,48 + \frac{8}{30} (m)$$

$$\text{Ответ: 1) } 0,48 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ m} (1); 2) 0,5 \text{ m} (3) 0,48 + \frac{8}{30} (m)$$



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!

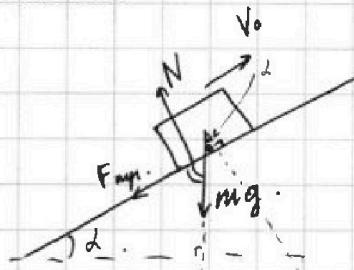
N₂.

Дано:

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= 0,8 \\ V_0 &= 4 \text{ м/с} \\ \mu &= \frac{1}{3} \\ S &= 1 \text{ м} \\ U &= 2 \text{ м/с} \\ g &= 10 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

Требуется:

1)



но II з. сл.

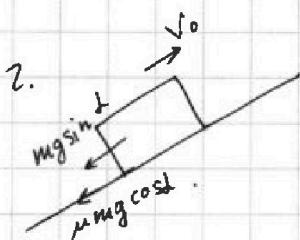
$$0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_f = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

m.

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6$$



Пока коробка едет вверх (рис. 2).

Она движется с ус. -ием: $a = \frac{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m}$

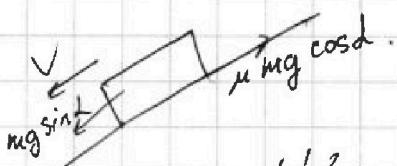
$$\Rightarrow g(0,8 + \frac{0,6}{3}) = g.$$

Потом коробка остановится через время $t_0 = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{g}$.

И путь, который она проходит за это время:

$$S_0 = V_0 t_0 - \frac{a t_0^2}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{g V_0^2}{g^2 \cdot 2} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \text{ м.}$$

Значит ее остаточное прошлое $S' = S - S_0 = \frac{1}{5} \text{ м}$, но теперь она скользит вниз:



Коробка будет скользить с ус. -ем:

$$a' = \frac{mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{m} = g \cdot 0,6$$

$$\frac{a'^2}{2} = S' \Rightarrow t' = \sqrt{\frac{2S'}{a'}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{5}}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

$$T = t_0 + t' = \frac{V_0}{g} + \sqrt{\frac{1}{15}} = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ (с)}$$

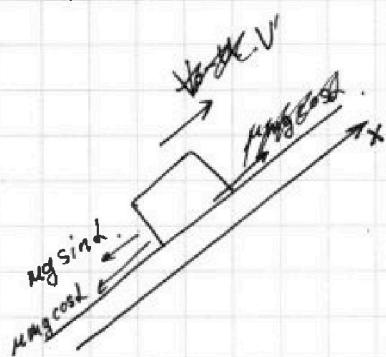


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <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) перейдем в CO линии:



$$\vec{V}' = \vec{V} - \vec{u}$$

в этой же коробке.

будет двигаться вверх, т.к. ускорение
усл. $a' = g(\sin\theta + \mu \cos\theta) = g$, &
это время $|V'| = |V| + |u| \geq u > 0$

$$|V'| = |u|, \text{ тогда } |V'| = 0$$

$$V' = V_0 - u - a' t_0 \Rightarrow u t_0 = \frac{V_0 - u}{a'} = 0,2 \text{ (с.)}$$

За это время в этой CO коробка проходит первое
движение вверх на:

$$S_0 = (V_0 - u)t_0 - \frac{a' t_0^2}{2} = 0,2 \text{ (с.)}$$

а в изобраниевой CO:

$$S_{\text{бл}} = S_0 + u t_0 = V_0 t_0 - \frac{a' t_0^2}{2} = 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,2^2}{2} = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ (м.)}$$

Затем коробка в машинной CO пойдет вниз:
ускорение $a'' = g(\sin\theta - \mu \cos\theta) = 0,6g$.

$$|V| = \sqrt{|V'|^2 + |u|^2} \Rightarrow \begin{cases} |V'| = 2|u| \\ |V'| = 0 \text{ - рассматриваем вспом.} \end{cases}$$

$$V_M = 2u \quad ; \quad t_M = \frac{V_M}{a''} = \frac{2u}{0,6g} = \frac{4}{0,6} = \frac{20}{3} \text{ (с.)}$$

За это время в изобраниевой CO коробка проходит
вниз:

$$S_{\text{бл}} = u(t_0 + t_M) + (V_0 - u)t_0 - \frac{a' t_0^2}{2} - \frac{a'' t_M^2}{2} =$$

$$= V_0 t_0 + u t_M - \frac{a' t_0^2}{2} - \frac{a'' t_M^2}{2} = 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot \frac{20}{3} -$$

$$- \frac{10 \cdot 0,2^2}{2} - \frac{0,6g \cdot \frac{400}{9}}{2} = 0,8 + \frac{40}{3} - 0,2 - \frac{40}{3} = 0,6 \text{ (м.)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

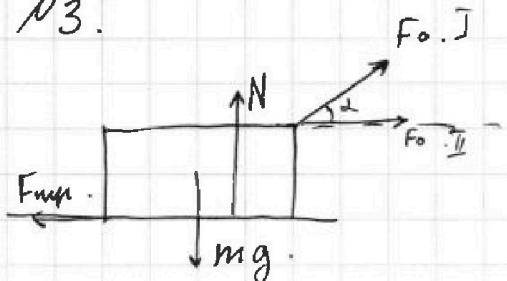
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

N3.



$$I \quad N = mg - F_0 \sin \alpha.$$

$$F_{\text{нр}} = \mu N = \mu mg - \mu F_0 \sin \alpha.$$

$$ma_1 = F_0 \cos \alpha - \mu mg + \mu F_0 \sin \alpha.$$

$$II \quad \text{at } N_2 = mg; \quad F_{\text{нр}2} = \mu N_2 = \mu mg.$$

$$ma_2 = F_0 - F_{\text{нр}2} = F_0 - \mu mg.$$

$$\text{as } a_1 = a_2 \Rightarrow ma_1 = ma_2$$

$$F_0 \cos \alpha - \mu mg + \mu F_0 \sin \alpha = F_0 - \mu mg.$$

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

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

После приведения общих действий получим:

$$N = mg; \quad F_{\text{нр}} = \mu N = \mu mg.$$

$$mA = F_{\text{нр}} = \mu mg \Rightarrow A = \mu g.$$

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

$$\text{Ответ: 1)} \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, 2) T = \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}.$$

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!

$$\eta = \frac{d\alpha}{Q_{12}} \Rightarrow \frac{RT_1 (6,5 - 2^{1,5})}{6 RT_1} = \frac{6,5 - 2^{1,5}}{6}$$

сплошь

$$C dT = p dV + C_V dT$$

$$C - C_V = p \frac{dV}{dT} = \frac{RT}{V} \frac{dV}{dT} \Rightarrow R \ln\left(\frac{V}{V_0}\right) = (C - C_V) \ln\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

$$pV = RT$$

$$V = V_0 \frac{T}{T_0} e^{\frac{C-C_V}{R}}$$

$$p dV + V dp = R dT$$

$$p \frac{dV}{dT} = R - V \frac{dp}{dT}$$

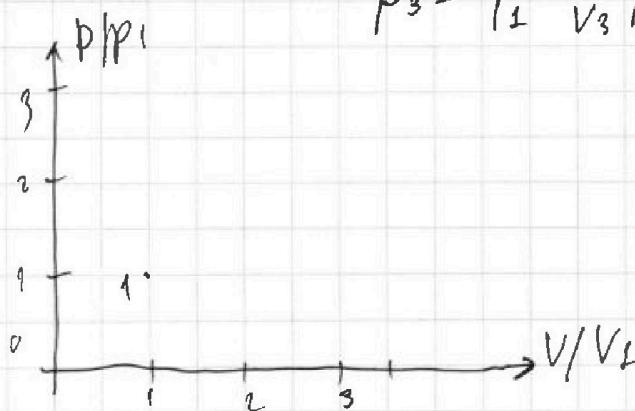
$$V_1 = V_2$$

$$V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} e^{\frac{C-C_V}{R}} = V_1 \cdot 4\sqrt{e}$$

$$V_3 = V_2 \frac{T_3}{T_2} e^{\frac{0,5R-1,5R}{R}} = V_1 \cdot 4\sqrt{e} \cdot \frac{2^{1,5}}{\sqrt{e}} = \frac{2^{1,5}}{\sqrt{e}} V_1$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{RT_2}{RT_1} \Rightarrow p_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} p_1 = \frac{1}{\sqrt{e}} p_1$$

$$p_3 = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V_3} p_1 = \frac{2^{1,5}}{\frac{2^{1,5}}{\sqrt{e}}} p_1 = \sqrt{e} p_1$$



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!

№4. Как видно в памятке из прошлосов 1-2; 2-3; 3-1.

Чем отличаются последовательности: $C_{12} = 2R$; $C_{2-3} = \frac{R}{2}$; $C_{3-1} = 2,5R$.

$$T_1 = T_1; T_2 = 4T_1; T_3 = 2^{1,5}T_1.$$

Запишем первое задание для процесса 1-2:

$$C_{12} \cdot T_{12} = A_{12} + C_V \cdot T_{12}$$

$$C_V = \frac{1}{2} R \approx \frac{3}{2} R \quad (\text{м.к. загаданы})$$

$$C_{12} (T_2 - T_1) = A_{12} + C_V (T_2 - T_1)$$

Для этого же процесса м.к. $R = \text{линейно}$
по времени.

$$2R \cdot 3T_1 = A_{12} + \frac{3}{2} R \cdot 3T_1.$$

$$A_{12} = RT_1 \left(6 - \frac{9}{2} \right) = \frac{3}{2} RT_1$$

$$A_{12} = \frac{3 \cdot 8,32 \cdot 400}{2} = 600 \cdot 8,32 \text{ (Дж)}$$

$$Q_{12} = C_{12} (T_2 - T_1) \leq 2R \cdot 3T_1 \geq 0.$$

$$2-3: C_{23} \cdot T_{23} = \alpha_{23} + C_V \cdot T_{23}; Q_{23} = C_{23} \cdot T_{23} = \frac{R}{2} T_1 (2^{1,5} - 4) \leq 0$$

$$\frac{R}{2} T_1 (2^{1,5} - 4) = \alpha_{23} + \frac{3}{2} RT_1 (2^{1,5} - 4).$$

$$\alpha_{23} = -RT_1 (2^{1,5} - 4) \geq 0.$$

$$3-1: C_{31} \cdot T_{31} = \alpha_{31} + C_V \cdot T_{31}; Q_{3-1} = C_{31} \cdot T_{31} = 2,5R (T_1 - 2^{1,5} T_1) \leq 0.$$

$$2,5R (T_1 - 2^{1,5} T_1) = \alpha_{31} + \frac{3}{2} RT_1 (1 - 2^{1,5}).$$

$$\alpha_{31} = RT_1 (1 - 2^{1,5}) \leq 0.$$

$$\alpha_{0} = \alpha_{12} + \alpha_{23} + \alpha_{31} = \frac{3}{2} RT_1 + RT_1 (4 - 2^{1,5}) + RT_1 (1 - 2^{1,5}) =$$

$$= \frac{R}{2} RT_1 \left(\frac{3}{2} + 4 - 2^{1,5} + 1 - 2^{1,5} \right) = RT_1 \left(\frac{13}{2} - 2^{2,5} \right)$$



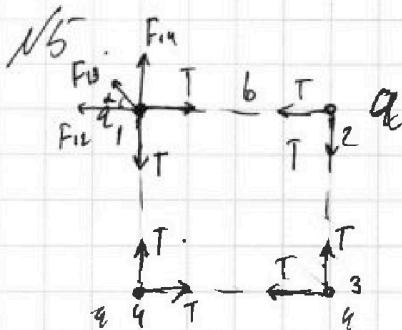
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 checked="" 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!



Так как все силы симметричные
все силы равны: T .

Баланс II з. сл.:

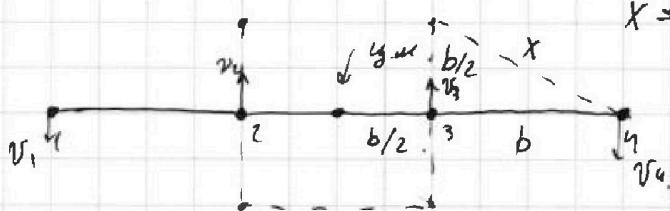
$$0 = F_{12} + F_{13} \cdot \cos 45^\circ - T$$

$$\begin{aligned} T &= k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{\sqrt{2}}{2} k \frac{q^2}{\frac{b}{2} b^2} = \\ &= \frac{k q^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right). \end{aligned}$$

3) Замечу, что все силы (силы ~~исходящие~~ сила
направления) являются внутренними, значит
центр тяжести покоятся, т.к. сидит в центре изгиба.

и значение искомой расстояния

$$x = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} b$$



2). Узко-координатные $V_2 = V_3, V_1 = V_4$.

$V_2 \cdot \frac{b}{x} = V_1 \cdot \frac{b}{y} \Rightarrow V_2 = 3V_1$ из того, что y и x ~~пересекаются~~.

$$F_r = \frac{kq^2}{r^2}, dA = \frac{kq^2}{r^2} dr \Rightarrow A = kq^2 \left(\frac{1}{r_0} + \frac{1}{r_1} \right)$$

$$\frac{m V_1^2}{2} = kq^2 \left(\frac{1}{r_0} + \frac{1}{b} + \frac{1}{\sqrt{2}b} - \frac{1}{b} - \frac{1}{2b} - \frac{1}{3b} \right).$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{kq^2}{mb} \left(2 + \sqrt{2} - 1 - \frac{2}{3} \right)}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right); V_1 = \sqrt{\frac{kq^2}{mb} \left(2 + \sqrt{2} - 1 - \frac{2}{3} \right)}.$$



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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



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

$$CdT = p dV + Cv dT$$
$$(C - Cv) dT = p dV$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} e^{\frac{(C_p - C)}{R} T}$$
$$p = \frac{p_0}{V_0} e^{\frac{(C_p - C)}{R} V}$$

$$C - Cv = p \frac{dV}{dT} = \frac{RT}{V} \frac{dV}{dT}$$

$$\frac{C - Cv}{R} \frac{dT}{T} = \frac{dV}{V}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} e^{\frac{C - Cv}{R} T} \leq \frac{p}{p_0} \cdot e^{\frac{C - Cp}{R} V}$$

$$p = p_0 \frac{T}{T_0} e^{\frac{C - Cv - C + Cv}{R} T}$$

Kg.

$$G \frac{m^2}{R^2} = A$$

$$F = \frac{kq^2}{r^2}$$

$$F dr = \frac{kq^2}{r^2} dr \leq dA$$

$$A = -kq^2 \frac{1}{F} = -kq^2 \left(\frac{1}{r_k} - \frac{1}{r_o} \right)$$

$$pV = RT$$
$$dpV + dVp = RdT$$

$$(C - Cv) = p \frac{dV}{dT} =$$
$$\Rightarrow \frac{RdT - dpV}{dT} = R - V \frac{dp}{dT}$$
$$C - Cv = .$$

$$C - Cv = p \frac{dV}{dT}$$

на =

$$pdV + Vdp = RdT$$

$$CdT = RdT - Vdp + CvdT$$

$$C - Cp = - \frac{Vdp}{dT}$$

$$V \cdot \frac{b}{2} = u \frac{3}{2} b$$

$$V = 34$$

$$\begin{cases} u \\ t \\ u \\ t \end{cases}$$

$$\frac{C - Cp}{C - Cv} = - \frac{V}{P} \frac{dp}{dV}$$

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

$$p = V^{\frac{C - Cp}{C - Cv}}$$

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!

$$\operatorname{tg}' = \left(\frac{\sin d}{\cos d} \right)' = \frac{\cos^2 d - \sin d(-\sin d)}{\cos^2 d} = \frac{1}{\cos^2 d}$$

$$\left(\frac{f(x)}{g(x)} \right)' = \frac{f'(x)}{g(x)} - \frac{f(x)g'(x)}{g(x)^2} = \frac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{g(x)^2}$$

$$\begin{array}{l} \text{1. } x^* \rightarrow 2x \\ \text{2. } \frac{C-C_V}{R} (dpV + pdV) = pdV \end{array}$$

$$h' = \frac{S}{\cos^2 d} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \frac{(-z)(-\sin d)}{\cos^3 d} = \frac{dp}{P} = \frac{dV}{V} \left(1 - \frac{C-C_V}{R} \right)$$

$$= \frac{S}{\cos^2 d} - \frac{g S^2 \sin d}{2 V_0^2 \cos^3 d} = 0$$

$$g = \frac{g S^2}{2 V_0^2} \operatorname{tg} d$$

$$\frac{V_0^2}{g S} = \operatorname{tg} d \cdot \frac{400}{200} \Rightarrow z \cdot \ln \left(\frac{p}{p_0} \right) = \ln \left(\frac{V}{V_0} \right) \stackrel{C=C_V}{\Rightarrow}$$

$$m g h \cdot \frac{m V_0^2}{2} - m m g 0,6 m g / \quad C = p \frac{dV}{dT} + C_V$$

$$RT_1 - RT_2 \left(\varphi_{T_1}, z^{15} - 4 \right) \quad 4RT_2 - 2^{15} + \frac{3}{2}$$

$$\frac{R}{2} T_1 \cdot 3 \cancel{T} = \frac{3}{2} RT_1 \quad (C-C_V) \frac{dT}{T} = R \frac{dV}{V}$$

$$RT_2 \left(z^{15} - T_1 \right) \quad \delta P \cancel{V} dpV + pdV = RdT$$

$$C dT = pdV + C_V dT$$

$$C - C_V = p \frac{dV}{dT} \quad pV = RT$$

$$C - C_V = \frac{RT}{V} \frac{dV}{dT} \quad P = \frac{RT}{V}$$