



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.

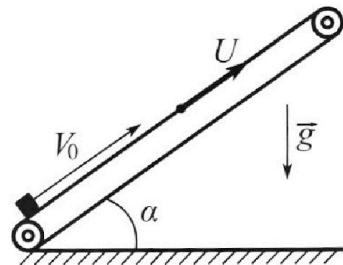
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 покояющуюся 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.

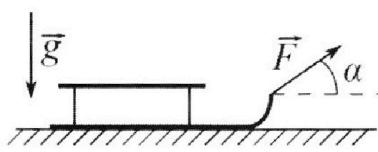
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.





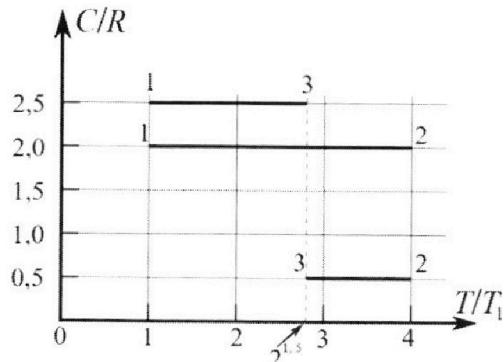
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**



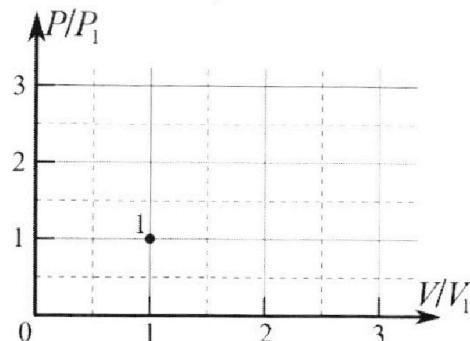
Вариант 10-01

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).

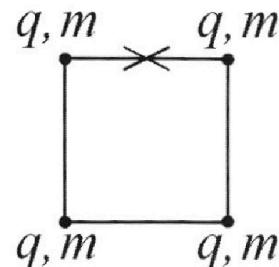


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1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

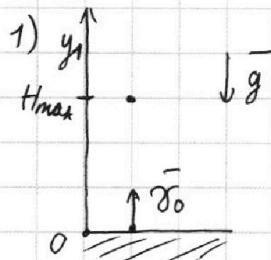


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

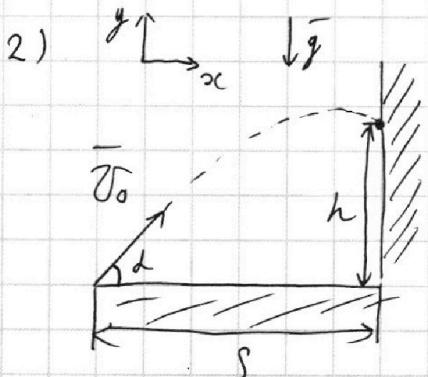
No 1

Дано: | Решение:

$$\begin{aligned} T &= 2 \text{ с} \\ S &= 20 \text{ м} \\ V_0 &- ? \\ h_{\max} &- ? \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{В верхней точке траектории} \\ (y = h_{\max}) \quad \dot{V}_y = 0 \quad \Rightarrow \quad \ddot{V}_y(T) = 0 = -gT \\ \dot{V}_y = V_0 - gt \quad \Rightarrow \quad V_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Пусть мяч брошен под углом} \\ \alpha \\ x = V_0 \cos \alpha t \quad y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (1) \\ t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha} \quad (2) \end{aligned}$$

(2) в (1)

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

В момент удара о стенку $x = S; y = h$

$$h = \frac{S}{\cos \alpha} \cdot \tan \alpha - \frac{S^2}{2V_0^2} \cdot \frac{g}{\cos^2 \alpha} (1 + \tan^2 \alpha) = -\frac{S^2 g}{2V_0^2} \cdot \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - \frac{S^2 g}{2V_0^2}$$

Получили зависимость $h(\tan \alpha)$ — квадратичная, $\frac{-S^2 g}{2V_0^2} < 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow h(\tan \alpha) \uparrow (-\infty; x_B] \text{ и } \downarrow [x_B; +\infty) \Rightarrow h_{\max} = h(x_B)$$

$$x_B = \frac{-S \cdot V_0^2}{-S^2 g} = \frac{V_0^2}{g S}$$

$$\begin{aligned} h_{\max} &= -\frac{S^2 g}{2V_0^2} \cdot \frac{V_0^4}{g^2 S^2} + \frac{S \cdot V_0^2}{g S} - \frac{S^2 g}{2V_0^2} = -\frac{V_0^2}{2g} + \frac{V_0^2}{g} - \frac{S^2 g}{2V_0^2} = \\ &= \frac{V_0^2}{2g} - \frac{S^2 g}{2V_0^2} = \frac{20^2}{2 \cdot 10} - \frac{20^2 \cdot 10}{2 \cdot 20} = 15 \text{ м} \quad \text{Ответ: } V_0 = 20 \text{ м/с}, h_{\max} = 15 \text{ м} \end{aligned}$$



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

Дано:

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

$$U = 2 \text{ м/с}$$

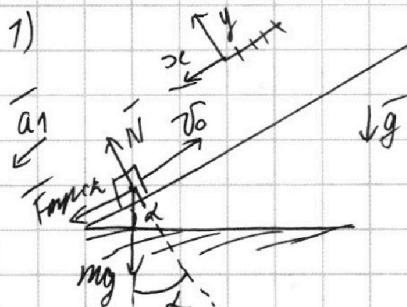
$$T - ?$$

$$L - ?$$

$$H - ?$$

Решение:

1)



$$+ \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

$$To z-nyu \text{ уравн.} : Oy: N = mg \cos \alpha$$

$$Ox: ma_1 = F_{\text{摩擦}} + mg \sin \alpha \quad ?$$

$$To z-nyu \text{ уравн.} - \text{куда}: F_{\text{摩擦}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \Rightarrow a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

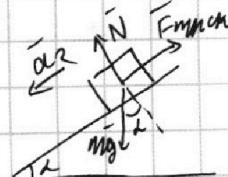
Заметим, что $S_{\text{до конца}} < S$. При этом $\mu < \tan \alpha = \frac{4}{3} \Rightarrow$
наиболее удобно

$$\text{Пусть } S_{\text{до конца}} = S_1 \Rightarrow S_1 = \frac{v_0^2 - \dot{v}^2}{2 a_1} \Rightarrow S_1 = \frac{v_0^2}{2 a_1}$$

$$\text{By 1 уравнения } O_x(t_{\text{наг}}) = 0 = -v_0 + a_1 t_{\text{наг}} \Rightarrow \left(= \frac{4^2}{2 \cdot 10 \left(\frac{4}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right)} \right) < 1$$

$$\Rightarrow t_{\text{наг}} = \frac{v_0}{a_1}$$

$$S = S_1 + S_2 \Rightarrow S_2 = S - S_1 - \text{зб-ое бегущий } O_x$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \Rightarrow a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$S_2 = a_2 \frac{t_{\text{наг}}^2}{2} \Rightarrow t_{\text{наг}} = \sqrt{\frac{2 S_2}{a_2}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

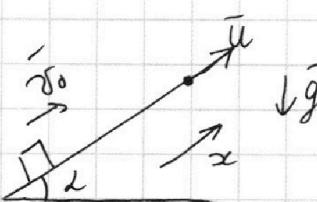
МФТИ

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

$$T = t_{\text{наг}} + t_{\text{нн}} = \frac{v_0}{a_1} + \sqrt{\frac{2(S - S_1)}{a_2}} = \frac{v_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} +$$

$$+ \sqrt{\frac{2(S - \frac{v_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)})}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} = \frac{4}{10 \cdot (\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5})} + \sqrt{\frac{2(1 - \frac{4^2}{2 \cdot 10(\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5})})}{10(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5})}} =$$

$$= 0,41 + \sqrt{\frac{1 - \frac{4^2}{2 \cdot 10}}{\frac{5}{3} \cdot \frac{3}{5}}} = \sqrt{\frac{1}{15}} + 0,41 \text{ с}$$

2)  $\bar{U}_3 = \bar{U}_x + \bar{U}_z$ ск-ть траектории земли
ск-ть отрицательных
ск-ть отрицательных траекторий земли

$$\text{Ox: } \bar{U}_3 = \bar{U} + \bar{u} \quad \bar{U} = 0$$

$$\bar{U}_3 = \bar{u}$$

В первом пункте мы нашли, что $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = 0,4 \text{ с}$

$$S_1 = \frac{v_0^2}{2a_1} = 0,8 \text{ м} - \text{отрицательные}$$

$$\bar{S}_{\text{зан}} = \bar{S}_{\text{отрицательные}} + \bar{S}_{\text{левые}} \Rightarrow L = S_1 + U t_1 = 0,8 + 2 \cdot 0,4 = 1,6 \text{ м}$$

3) ск-ть отрицательных = 0, когда после разворота

$$\bar{U}_{\text{левые}} = \bar{U} \Rightarrow \frac{U}{a_2} = t_2 \Rightarrow S_3 \text{ лев.} = \frac{U^2}{a_2}$$

$$\cancel{t_2} \Rightarrow S_3 \text{ (отрицательные)} = \frac{U^2}{2a_2}$$

$$\bar{S}_{\text{зан}} = S_3 \text{ лев.} - S_3 \text{ зан.} = \frac{U^2}{a_2} - \frac{U^2}{2a_2} = \frac{U^2}{2a_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_{\text{зан}} = L + S_3 \text{ зан.} = L + \frac{U^2}{2a_2} \cancel{2 \cdot 0,6 \cdot \frac{U^2}{2a_2}} \cancel{2 \cdot 0,6 \cdot \frac{U^2}{2a_2}}$$



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!

$$H = L \omega^2 \sin \alpha = \left(L + \frac{u^2}{2 \cdot g_2} \right) g_2 \sin \alpha \quad \left\{ \begin{array}{l} \\ \Rightarrow \end{array} \right.$$

$$g_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) = 6$$

$$\Rightarrow H = \left(1,6 + \frac{2^2}{2 \cdot 6} \right) \cdot \frac{4}{5} = \left(\frac{8}{5} + \frac{1}{3} \right) \cdot \frac{4}{5} = \frac{29}{15} \cdot \frac{4}{5} = \frac{116}{75} \text{ м}$$

Ответ: $T = 0,41 + \sqrt{\frac{1}{75}} \text{ с}$ $L = 1,6 \text{ м}$ $H = \frac{116}{75} \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

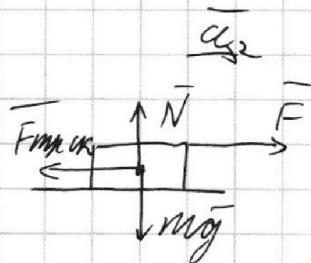
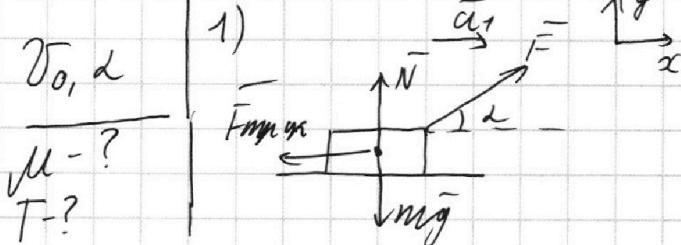
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

Дано: | Решение:



I

II
IL-K. $t_1 = t_2, \ddot{x}_{01} = \ddot{x}_{02} = \ddot{x}_0, \text{ но } a_1 = a_2 = a$

II
IL-23-L: $(a = \frac{\ddot{x}_0}{t})$

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

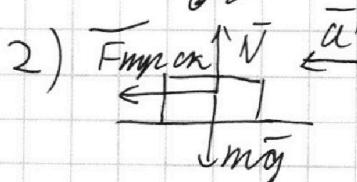
$$Oy: N = mg$$

$$Ox: ma = F \cos \alpha - F_{\text{fric}} = ma = F - \mu mg$$

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

$$F \cos \alpha - \cancel{\mu mg} + \mu F \sin \alpha = F \cancel{- mg}$$

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



IL-23-L: $Oy: N = mg$

$$Ox: F_{\text{fric}} = \mu mg = ma'$$

$$a' = \frac{\ddot{x}_0 - \ddot{x}_k}{T} = 0 \Rightarrow T = \frac{\ddot{x}_0}{a'} = \frac{\ddot{x}_0}{\mu g} = \frac{\ddot{x}_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$a' = \mu g$$

$$T = \frac{\ddot{x}_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, T = \frac{\ddot{x}_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$



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

Дано:

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

A_{12} ?

η ?

№ 1

Решение:

$$1) \text{ По 1-му термо} A_{12} = A_{12} + C_{12}$$

$$\Rightarrow C_{12} \cdot T_{12} = A_{12} + \frac{i}{2} R \cdot T_{12}$$

$$A_{12} = C_{12} (T_2 - T_1) + \frac{i}{2} R (T_2 - T_1)$$

$$\text{По 2-му } \frac{C_{12}}{R} = 2 \Rightarrow C_{12} = 2R$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 4 \Rightarrow T_2 = 4T_1$$

$$\Rightarrow A_{12} = \sqrt{2R \cdot 3T_1 + \frac{3}{2} i} R \cdot 3T_1 = (6 + \frac{9}{2}) \sqrt{RT_1} =$$

* $i = 3$, т.к. раз однотипный

4986
288

$$= \frac{3}{2} \sqrt{2R} \cdot \sqrt{R} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 = \frac{600}{2} \cdot 8,31 = 24960 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{A_{12}}{Q_+}$$

$Q = C \cdot T > 0$, когда $T > 0$, $C > 0$

$$\Rightarrow Q_+ = Q_{12}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Rightarrow \eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{2R} \cdot \sqrt{R} \cdot 1 \cdot 8,31}{6 \sqrt{RT_1}} \\ = \frac{\frac{3}{2} \cdot 8^{\frac{1}{2}}}{2 \cdot 8^{\frac{1}{2}}} = 0,25 \end{array} \right.$$

3) Участки на 2-м $C(\frac{T_2}{T_1})$ горизонт \Rightarrow

$\Rightarrow C = \text{const}$ & каждая кр-ссе \Rightarrow полиграфон.

$$\Rightarrow pV^n = \text{const}, \text{ где } n = \frac{C - C_p}{C - C_V} = \frac{2C - 5R}{2C - 3R}$$

$$p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$$

$$p_1 V_1 = \sqrt{RT_1} \Rightarrow p_1 = \frac{\sqrt{RT_1}}{V_1^{\frac{1}{n}}} \quad \Rightarrow T_1 V_1^{n-1} = T_2 V_2^{n-1}$$

$$p_2 = \frac{\sqrt{RT_2}}{V_2^{\frac{1}{n}}}$$

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 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!

$$n_{12} = \frac{2C_{12}-5R}{2C_{12}-3R} = \frac{4R-5R}{4R-3R} = -1$$

$$T_1 V_1^{-2} = T_2 V_2^{-2} \Leftrightarrow \frac{T_1}{V_1^2} = \frac{T_2}{V_2^2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad ? \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2$$

По ур-ку $\frac{T_2}{T_1} = 4$

$$\boxed{V_2 = 2V_1}$$

$$P_1 V_1^{-1} = P_2 V_2^{-1} \Leftrightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Leftrightarrow P_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot P_1 = \boxed{\frac{V_2}{V_1} 2P_1}$$

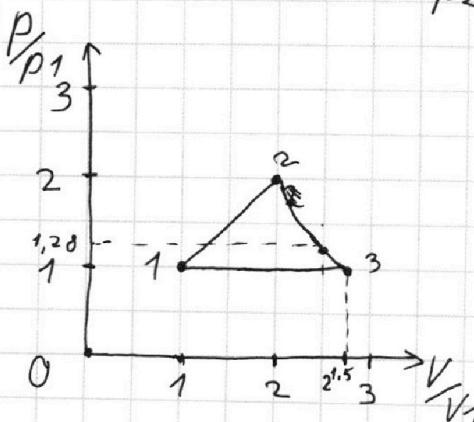
Используя для кр-ка 23: $n_{23} = \frac{2 \cdot 0,5 - 5}{2 \cdot 0,5 - 3} = \frac{1,5}{1,3} =$

$$= \frac{-4}{-2} = 2$$

$$T_2 V_2^{-1} = T_3 V_3^{-1} \Leftrightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{2}{2^{1,5}} = 2^{0,5} = \sqrt{2}$$

$$\boxed{V_3 = V_2 \sqrt{2}} \Rightarrow V_3 = V_1 2 \sqrt{2} = V_1 \cdot 2^{1,5}$$

$$P_2 V_2^2 = P_3 V_3^2 \Rightarrow \frac{P_3}{P_2} = \frac{V_2^2}{V_3^2} = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{1}{2} = \boxed{P_3 = \frac{1}{2} P_2}$$



С помощью найденных соотношений рассставила тик на ур-ки.

Теперь найдём скр-н
задачи $P_{P1}(\frac{V}{V1})$

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!

Пр-сс 12: $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} = \text{const} = \lambda \Rightarrow P = \lambda V$ - прямая
нр-ть

Пр-сс 23: $P_2 V_2^2 = P_3 V_3^2 = \beta \Rightarrow$ \downarrow
Ур-к - прямая

$$\Rightarrow P = \frac{\beta}{V^2} = \lambda V^{-2} - \text{стен. } P\text{-ик}$$

$$P_2 V_2^2 = \beta = 2P_1 \cdot 4V_1^2 = 8P_1 V_1^2 \quad \left. \Rightarrow P = \frac{8P_1 V_1^2}{V^2} \right. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{8P_1 V_1}{(V_1)^2} \Rightarrow P_2 = 8P_1 \cancel{V_1} \cancel{V_1} \Rightarrow P_2 = \frac{8P_1 V_1}{V \cdot V}$$

$$\cancel{P_2} \Rightarrow \frac{P}{P_1} = \frac{8}{(V/V_1)^2} \quad \text{Доп. мкт. } \frac{P}{P_1}(2,5) = \frac{8}{2,5^2} = \frac{2^{3,2}}{25} = \\ = \frac{2^7}{100} = 1,28$$

Пр-сс 31: $R_{31} = \frac{2 \cdot 3,5 R - 5R}{2G - 5R} = 0 \Rightarrow P_1 = P_2 - \text{изобар}$

Ответ:

1) $A_{12} = 4986 \text{ D}_{\text{жс}}$

2) $\eta = 0,25$

3) ан. ур.

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

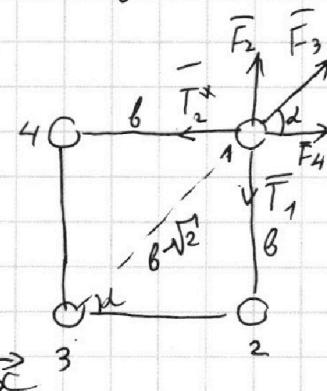


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N^o5

Дано: | Реш-ие:

q, m, θ
1)
 $T?$ $V?$
 $d?$



Всички съмнения $T_1 = T_2 = T_h = \dots = T$

то 2, 3, 4! да е 1 маркa:

$$Oy: F_2 \neq F_{3y} = T$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{Kq^2}{\theta^2} + \frac{Kq^2}{(\theta/2)^2} \cdot \sin \theta &= T \\ \theta &= 45^\circ, \text{м.к. квад-т} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

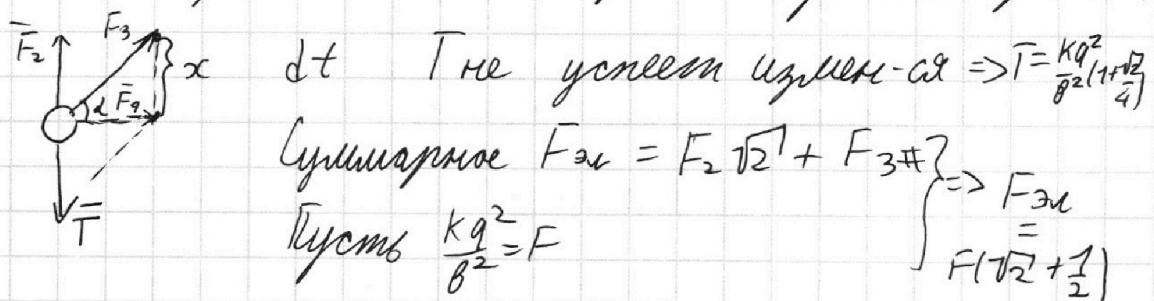
$$\Rightarrow T = \frac{Kq^2}{\theta^2} + \frac{Kq^2}{\theta^2/2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{Kq^2}{\theta^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

3) В момента времето чрез което настъпва

турбулентност $\Delta t_{\text{турб}} = \Delta x / c^2$, може да съмните малко

$$\Rightarrow \bar{v}_0 \uparrow \uparrow \Delta t_{\text{турб}} \text{ и } t = 0$$

Расчи. шарик №1. За промеждото време



Достигнали ли съмнение $n/2$, щом да съмните малко

$$\Delta t_{\text{турб}}: \Delta t = F_{3x} \sin \theta = F(\sqrt{2} + \frac{1}{2}) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = F \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) = T \Rightarrow$$

$\Rightarrow \Delta t_{\text{турб}} \geq \bar{v}_0 \Delta t_{\text{турб}}$

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

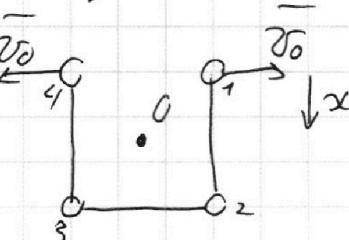
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

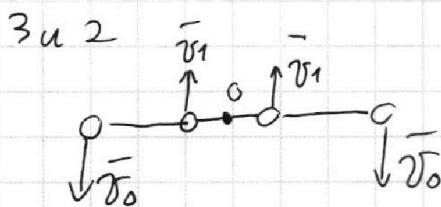
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Движение рассуждаем для многих шариков,
по Γ атаки. Но расстановка сим в ш.вр $t=0$ то помочь
 $\Rightarrow \bar{F}_{\text{нр}} = \bar{0} \Rightarrow \bar{\tau}_0 = \bar{0}$
(правило действ.)

Получали  (какие верхние шары
равны по магнит. и притяж.
по магнит. что из-за сим-
метрии)

Перейдём в систем. отнс., связан. с центром масс
системы (СЦМ)

$\bar{\tau}_{\text{СЦМ}} = \frac{m \bar{\tau}_0 - m \bar{\tau}_0}{4m} = 0 = \text{const}$ (м.к. системы
закрытая)
В СЦМ верхние шары дв-ся по окр.-ям в тра.
с волнист. ск-мко



В СО, сб. с землей

$$\bar{\tau} = \bar{\tau}_0, \text{м.к. } \bar{\tau}_{\text{СЦМ}} = 0$$

$$\text{При по ЗСУ: } \bar{\tau}_0 = -\bar{\tau}_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow \bar{\tau}_0 = \bar{\tau}_1$$

* $\bar{\tau}_1$ всегда направл вверх, чтобы нижняя
оставалась наименее нагр.

На протяжении всего дв-я: ЗСУ на $Ox \Rightarrow \bar{\tau}_{1x} = -\bar{\tau}_{2x}$
 \Rightarrow

\Rightarrow В момент, когда они окажутся на другой притяж., они о'т этой притяж.

$$S = \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + b^2} = \sqrt{\frac{b^2}{4} + b^2} = \frac{\sqrt{5}}{2} b$$

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 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!

В момент ~~входа~~ перегиба штифта
энергия эл-кого в3-ца - $\frac{Kq}{8}$ перейдет в кинетическую (Г не успел совершить работу + Г↓S $\Rightarrow \Delta E = 0$)

$$\frac{Kq}{8} = \frac{m\dot{\theta}_0^2}{2} \Rightarrow \dot{\theta}_0 = \sqrt{\frac{2Kq}{mb}} \text{ доказана, что равна } \dot{\theta} \text{ при } \theta = 0$$

Ответ:

$$1) T = \frac{Kq^2}{8} \left(1 + \frac{\dot{\theta}_0^2}{\frac{q}{l}} \right)$$

$$2) \dot{v} = \frac{\sqrt{2Kq}}{mb}$$

$$3) S = \frac{\sqrt{5}}{2} l$$

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

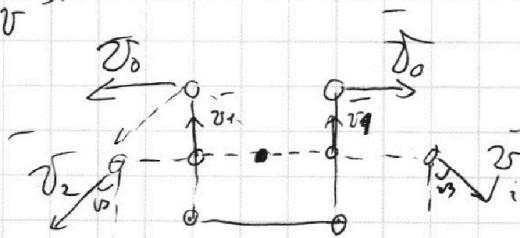
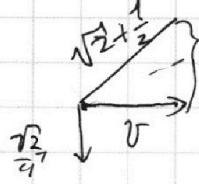
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sqrt{2} + \frac{1}{2} \cancel{\times} \sqrt{\frac{2}{2}} + 1 =$$

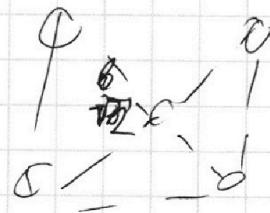
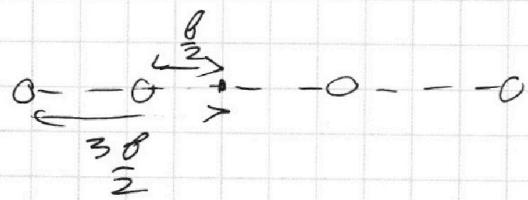
$$\frac{3\sqrt{2}}{2} \vee \frac{1}{2}$$

$$3\sqrt{2} \vee 2$$

$$i + \frac{1}{2\sqrt{2}} i + \pi$$



$$v_1 = \omega_2 \cos \beta$$

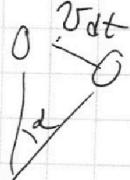


$$m\omega_0^2 \cancel{\frac{\omega_2 k q}{8}} \cdot 4 = 4m\omega_0^2 + 2 \cdot \frac{2kq}{8} + 2 \cdot \frac{2kq}{38}$$

$$\cancel{4\omega_2 k q} \cdot \frac{16}{3} =$$

$$\frac{kq}{8} = \frac{m\omega_0^2}{2}$$

$$\frac{\omega_2}{2} + 1 = ma$$



$$\frac{4}{3} \frac{4}{3} \\ \frac{16}{3} \\ 831 \\ 2486$$

W



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

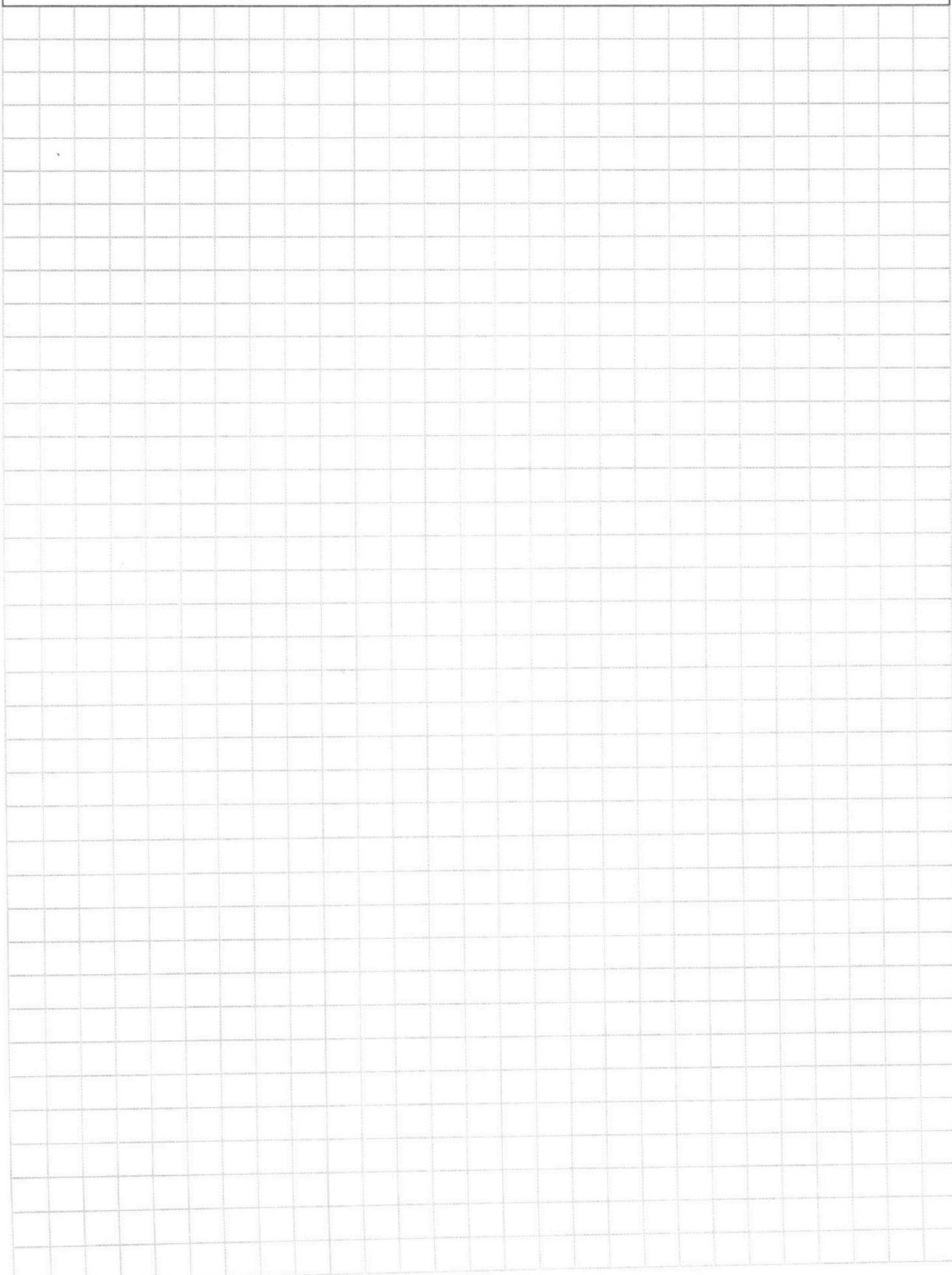
5

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!

2.5.2- $P_1 = 10$

$$\frac{Kq^2}{8^2}$$

$$T + T' = F \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{1}{2} F$$

$$T = T' + \frac{\sqrt{2}}{2} F$$

$$T = \frac{\sqrt{2}}{2} F_3 + \frac{\sqrt{2}}{2} F_4$$

$$T = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{Kq^2}{8^2} + \frac{Kq^2}{8^2}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{Kq^2}{8^2} + \frac{Kq^2}{8^2}$$

$$E = \frac{Kq}{8}$$

$$m_{\text{u}} = \frac{m_{\text{a1}} + m_{\text{a2}}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right)$$

$$U_{\text{u}} = T_0 - \sigma_{\text{u}} \cdot U_0$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{2} + \sqrt{2}$$

$$2M \sigma_0^2 =$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{F}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{V \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 1}{2}$$

$$3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 1$$

$$3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot V \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 1$$

$$9 \cdot 2 \cdot V \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sigma = \frac{V^2}{R}$$

$$T = \frac{2 \pi G}{20}$$

$$J = \frac{8 \sqrt{2}}{2} \cdot \frac{I^2}{20} = \frac{16}{20}$$

$$J = 8 \sqrt{2} \cdot \frac{I^2}{20}$$

$$F - F \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right) =$$

$$= 1 - 1 - \sqrt{2} \cdot \frac{Kq^2}{8^2} + \frac{Kq^2}{8^2} \cdot \frac{Kq^2}{8^2} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right)^2$$

$$\frac{Kq^2}{8^2} + \frac{Kq^2}{8^2}$$

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!

$$\begin{aligned} A_{12} &= \frac{3}{2} \sqrt{R T_1} - \sqrt{C_{12} \Delta T} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \left(\frac{\Delta T_1}{T_1} - \frac{\Delta T}{T_1} \right) - \sqrt{2 R \cdot \frac{3}{2}} = \\ &= \frac{3}{2} \sqrt{R} \frac{3 \Delta T_1}{T_1} - \sqrt{R} \frac{\Delta T}{T_1} = \left(\frac{9}{2} - 6 \right) \sqrt{R} \frac{\Delta T_1}{T_1} = \frac{\Delta T_1}{T_1} = 4 \\ &= -\frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,37 \frac{200}{60} = -600 \cdot 8,37 \frac{200}{60} = -258 \text{ K} \end{aligned}$$

$$y = \frac{|A|}{Q} = \frac{|A_{12}|}{Q_{12}} = \frac{258}{258} = -258 \text{ K}$$

$$\sqrt{R} 6 T_1 - \frac{3}{2} \sqrt{R} T_1 \approx$$

$$Q_{23} = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{R} T_1}{\frac{8 p_1 V_1^2}{V_1} \frac{6 \sqrt{R} T_1}{p_1 V_1^2}} = \frac{3}{2} = 0,25 = \frac{831}{4980} \text{ K}$$

$$R_{12} = \frac{20-5R}{20-3R} = \frac{20-4R-5R}{20-3R} = -1 \quad \frac{p}{p_1} = \frac{8}{(V/V_1)^2}$$

$$\sqrt{R} T_1 V_1^{-2} = T_2 V_2^{-2}$$

$$\sqrt{2} V_2 = \frac{T_1}{V_1^2} = \frac{T_2}{V_2^2} \quad V_2 = \sqrt{\frac{T_2}{T_1} V_1^2} = \sqrt{2} V_1$$

$$p_1 V_1 = \sqrt{R} T_1 \quad \beta = p_2 V_2^2 = p_1 \cdot 84 V_1 = 8 p_1 V_1 \quad V_3 = \frac{T_2}{T_1} = 2^6 = 64$$

$$\frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = 8 \quad p = \frac{8}{V^2} = \frac{2^3}{2^3} \frac{2^3}{(2,5)^2} = \frac{2^{3,2}}{25} = \frac{25}{25} = \frac{2}{12} = 0,5$$

$$n_{23} = \frac{2 \cdot 0,5 - 5}{2 \cdot 0,5 - 3} = \frac{-7 - 5}{-7 - 3} = \frac{-12}{-10} = 2 \quad \frac{2 - \frac{1}{2} R}{C - \frac{3}{2} R} = \frac{\frac{1}{2} R - \frac{1}{2} R}{\frac{1}{2} R - \frac{3}{2} R} = \frac{-4}{-2} = 2$$

$$p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2$$

$$p_1 V_1 = \sqrt{R} T_1 \quad p_2 V_2 = \sqrt{R} T_2$$

$$p_2 V_2 = T_2 V_2 \quad T_2 V_2 = T_3 V_3$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

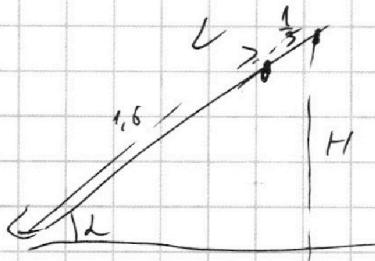


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

=



$$L = S_1 + S_2 \quad h = \frac{2C - 5R}{2C - 3D} = h = \frac{C - \frac{5}{2}R}{C - \frac{3}{2}R} =$$

$$S_2 = 0,8 + 0,4 \cdot 2 = 1,6 \text{ м}$$

$$T_1 \cdot V_1^{n-1} = T_2 V_2^{n-1}$$

$$\Delta t = 6 \cdot t$$

$$S_2 = \frac{1}{3} \cdot 2 = \frac{2}{3}$$

$$C = \frac{1}{3}$$

$$H = \frac{\angle \text{ок}}{\sin \angle} = \frac{1,6 + \frac{1}{3}}{0,8} = \frac{\frac{8}{5} + \frac{1}{3}}{\frac{4}{5}} = \frac{29}{25} \cdot \frac{5}{4} = \frac{29}{20}$$

$$\frac{4}{6} = \frac{2}{3} \quad \cdot \frac{29}{4} \quad \frac{29}{716}$$

$$t = \frac{1}{3} \quad \sqrt{R T_1 \cdot V_1^{n-1}} =$$

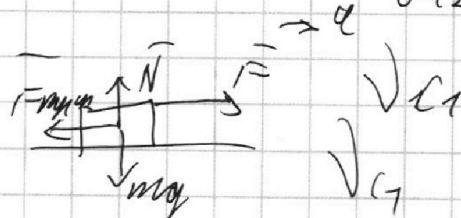
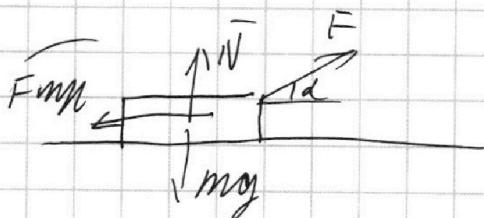
$$S_1 = \frac{2^2}{2 \cdot 6} = \frac{4^2}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} = \sqrt{R T_2 \cdot V_2^{n-1}}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$p_1 V_1 = \sqrt{R T_1} \quad p_2 V_2 = \sqrt{R T_2}$$

$$\sqrt{C_0 T} = (1_{12} + i) \sqrt{R_0 T}$$

$$1_{12} = \sqrt{C_0 T - \frac{i}{2} R_0 T}$$



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

$$m a_x = F - \mu m g$$

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

$$\cancel{N = mg}$$

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

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

$$12 \cdot 9 = 3$$

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

$$\begin{array}{r} 8 \times 31 \\ \hline 252 \end{array} \quad \begin{array}{r} 62 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 252 \\ \hline 2690 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ 1 \\ \hline 2 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



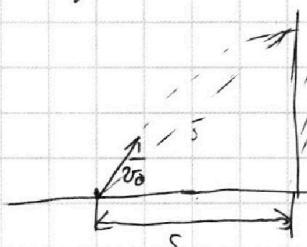
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ.

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

$$x_0 = 20 - gt$$

$$v_0 = g t \quad 20 \text{ м/c}$$



$$y = x \tan \theta_0 - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \theta_0} \quad \text{и} \quad x = v_0 \cos \theta_0 t$$

$$\bar{s} = v_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{\bar{s}}{t} = \bar{v}_0 + \frac{g t}{2}$$

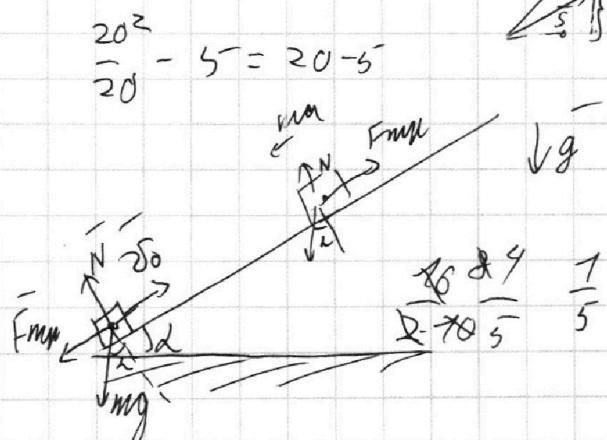
$$y = g \tan \theta_0 t - \frac{g^2}{2 v_0^2 \cos^2 \theta_0} t^2$$

$$y = g \tan \theta_0 t - \frac{g^2}{2 v_0^2} \tan^2 \theta_0 + g \tan \theta_0 t - \frac{g^2}{2 v_0^2}$$

$$x_0 = \frac{-\bar{v}_0 \cdot \bar{s}_0^2}{-2 \bar{s}} = \frac{20^2}{2 \bar{s}}$$

$$y = -\frac{g^2}{2 v_0^2} \frac{20^2}{4 s^2} + \frac{g^2}{2 v_0^2} - \frac{g^2}{2 v_0^2}$$

$$y = -\frac{v_0^2}{2 s^2} - \frac{g^2}{2 v_0^2} + \frac{v_0^2}{2} = \\ = \frac{-20^2}{4 \cdot 20^2} - \frac{20^2}{20^2} + \frac{20^2}{2} = \\ = \frac{1}{4} - 1 + 200 = 200 - 125 =$$



$$N = mg \cos \theta_0 \quad ma = \mu mg \cos \theta_0 + mg \sin \theta_0 =$$

$$s = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad a = g(\mu \cos \theta_0 + \sin \theta_0)$$

$$a = 10 \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} \right) = 10$$

$$5t^2 - 4t + 1 = 0 \quad | \cdot 16 \quad s_1 = \frac{4^2}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ м}$$

$$t_1 = \frac{4}{3}, \quad t_2 = \frac{1}{5}$$

$$25 = 20 - at \quad t_2 = \frac{20}{a} = \frac{4}{10} = 0,4$$

$$\mu > \tan \theta_0 = \frac{4}{3} \quad ma = mg \sin \theta_0 - \mu mg \cos \theta_0$$

$$t = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{1}{5} + 0,4} \quad a = g(\sin \theta_0 - \mu \cos \theta_0) = 10 \left(\frac{4}{5} - \frac{4}{3} \right) = 6 \text{ м/с}^2$$

$$s_2 = s - s_1 = 0,2 \text{ м}$$

$$s_2 = \frac{a t_2^2}{2} \quad t_2 = \sqrt{\frac{2 s_2}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{5}}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$