



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

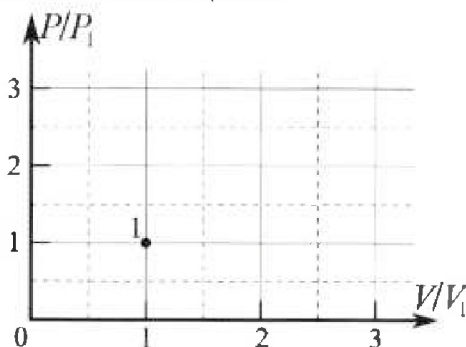
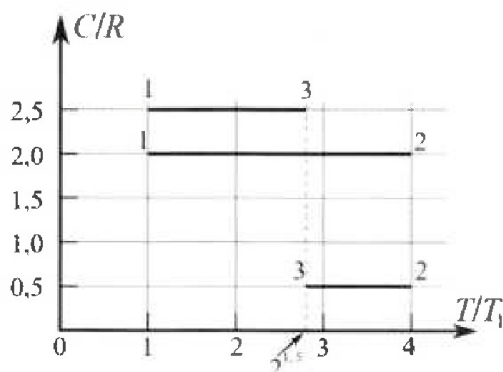


4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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 объем в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



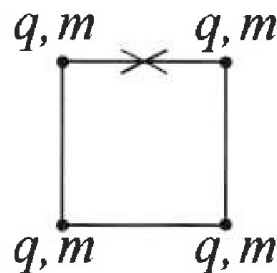
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

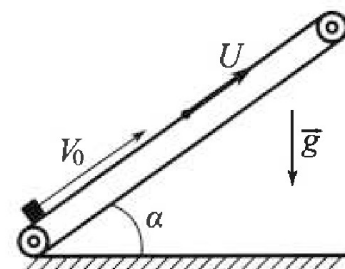
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление 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 $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

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

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

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

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

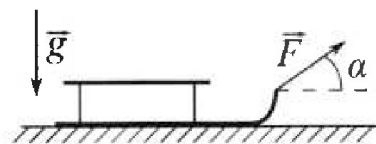
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

№ 1
T = 20
S = 20 м
g = 10 м/с²

1/ V₀ = ?

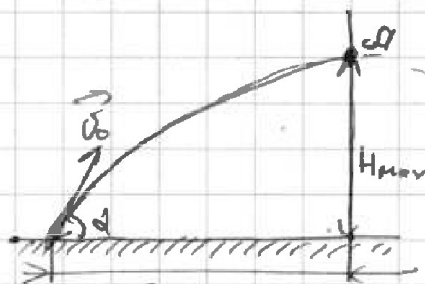
2/ H_{max} = ?

1/ к высоте H_{max} = 0

$$0 = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt; v_0 = 20 \text{ м/с}$$



2/ H_{max} - максимальная, выш
т.д., от столкновения меча со стеной, вместе
вершиной параболы траектории полёта ⇒

⇒ к H_{max} v_y = 0

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - gt; t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x = v_0 \cos \alpha t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \alpha t + \frac{a_x t^2}{2}; S = v_0 \cos \alpha \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$20 = 20 \cdot \frac{20}{10} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha;$$

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

$$\sin 2\alpha = 1 \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ - \text{угол между мечом и горизонтом}$$

$$y = v_0 \sin \alpha t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$H_{\max} = v_0 \sin \alpha \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{400 \cdot 2}{4 \cdot 2 \cdot 10} = 10 \text{ м}$$

Отв/ № 1/ V₀ = 20 м/с
2/ H_{max} = 10 м

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

№2.

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

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = 1/3$$

$$S = 1 \text{ м}$$

$$V = 2 \text{ м/с}$$

$$V_1 = V$$

$$V_2 = 0$$

$$1) T - ?$$

$$2) L - ?$$

$$3) H - ?$$

1) по II ЗН:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$Ox: -ma = F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$$

$$Oy: 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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

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

$$a = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 =$$

$$= 10 \text{ м/с}^2 - \text{ускорение, пока } v_x \geq 0$$

$$Ox: -ma' = -mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}$$

$$ma' = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a' = 8 - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 = 6 - \text{ускорение, когда } v_x < 0.$$

$$v = v_0 + at_1 - \frac{a't_2^2}{2}$$

$$l_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}; \quad v = v_0 - at_1$$

$$0 = v_0 - at_1$$

$$l_1 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м}$$

$$l_1 = \frac{v_0^2}{2a}; \quad l_1 = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$

$$t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

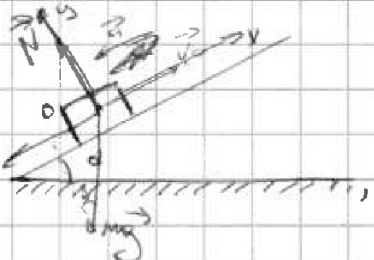
$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$



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

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

$$= 1 - 0,64 = 0,36$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$Ox: -ma' = -mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}$$

$$ma' = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a' = 8 - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 = 6 - \text{ускорение, когда } v_x < 0.$$

$$v = v_0 + at_1 - \frac{a't_2^2}{2}$$

$$l_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}; \quad v = v_0 - at_1$$

$$0 = v_0 - at_1$$

$$l_1 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м}$$

$$l_1 = \frac{v_0^2}{2a}; \quad l_1 = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$

$$t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

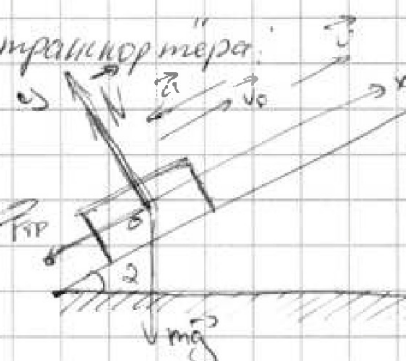
$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$



$$V_{\text{отн},0} = V_0 - V = 4 \text{ м/с} - 2 \text{ м/с} = 2 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{отн},1} = V_1 - V = 0 \text{ м/с} = 0 - 0$$

$$V_{\text{отн},2} = V_2 - V = 0 - 2 \text{ м/с} = -2 \text{ м/с}$$

по II ЗН:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}$$

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

$$-ma = -F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$$

$$ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \Rightarrow a = 10 \text{ м/с}^2 - \text{ускорение, } v_{\text{отн},0} \geq 0$$

$$ma' = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow a' = 6 \text{ м/с}^2 - \text{ускорение, } v_{\text{отн},0} < 0.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$v_{\text{отн}} = v_{\text{отн},0} - at$$

$$0 = v_{\text{отн},0} - at$$

$$t = \frac{v}{a} = 0,2 \text{ с}$$

$$l = l_{\text{отн},1} + l_{\text{отн},2}$$

$$l_1 = v_1 t; l_2 = v_{\text{отн},0} t - \frac{at^2}{2}$$

$$L = v_1 t + v_{\text{отн},0} t - \frac{at^2}{2}$$

$$L = 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ м}$$

$$v_{\text{отн},3} = v_{\text{отн},1} - at \cdot t'$$

$$v_{\text{отн},1} = t' = \frac{v_{\text{отн},1} - v_{\text{отн},3}}{a} = \frac{2 \text{ м/с}}{10} = \frac{1}{5} \text{ с}$$

$$\tau = t + t' = \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{2}{5} \text{ с}$$

$$H = H_1 + H_2 = v_1 \sin \tau + v_{\text{отн},0} \sin \tau - \frac{a \sin^2 \tau}{2} - \frac{a \sin^2 t}{2}$$

$$H = 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{2}{5} + 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{2}{5} - \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,04}{2} - \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,04}{2} =$$

$$= 4 \cdot \frac{8}{10} \cdot \frac{2}{5} - \frac{16}{100} - \frac{16}{100} = \frac{256}{150} - \frac{16}{100} - \frac{16}{100} =$$

$$= \frac{512 - 48 - 48}{300} = \frac{416}{300} = 1,39 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } 1) \tau = 0,4 + \frac{\sqrt{15}}{15} \text{ с}$$

$$2) L = 0,6 \text{ м}$$

$$3) H = 1,39 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

N 3

$V_{0,2}$
 $V_k = 0$

1/ μ - ?
2/ T - ?

1/ II

1: II, no II 3. H.

$$I: m\vec{a}_1 = \vec{F}_1 + \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{mp1}$$

$$Ox: ma_1 = -F_{mp1} + F_1 \cos \alpha$$

$$Oy: 0 = N_1 + F_1 \sin \alpha - mg$$

$$F_{mp1} = N_1 = mg - F_1 \sin \alpha$$

$$F_{mp1} = \mu N_1 = \mu (mg - F_1 \sin \alpha)$$

$$ma_1 = F_1 \cos \alpha - \mu mg + \mu F_1 \sin \alpha$$

$$II: m\vec{a}_2 = \vec{F}_2 + \vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{F}_{mp2}$$

$$Oy: 0 = N_2 - mg \Rightarrow N_2 = mg$$

$$Ox: ma_2 = -F_{mp2} + F_1$$

$$ma_2 = -\mu mg + F_1$$

$$\frac{\Delta V}{T} = \text{const} \Rightarrow a_1 = a_2 = a \Rightarrow ma_1 = ma_2$$

$$-\mu mg + F_1 = F_1 \cos \alpha - \mu mg + \mu F_1 \sin \alpha$$

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

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

2:

no II 3. H.

$$m\vec{a} = \vec{F}_{mp} + \vec{N} + m\vec{g}$$

$$Oy: 0 = N - mg \Rightarrow N = mg$$

$$Ox: ma = F_{mp}$$

$$ma = \mu N$$

$$a = \mu g$$

$$V = V_0 - at$$

$$0 = V_0 - at$$

$$T = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

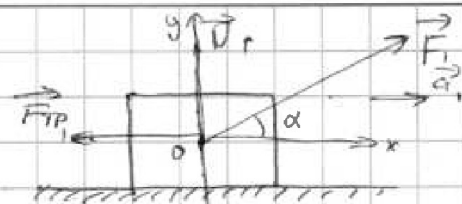
Омб

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

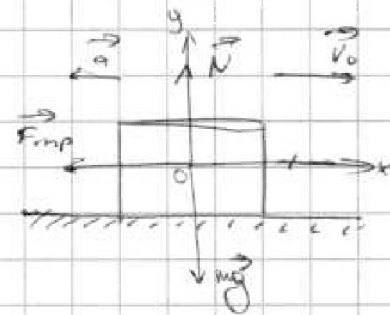
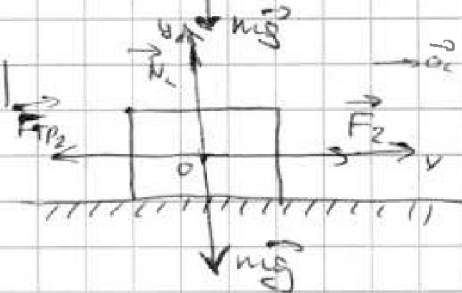
$$1: \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$2: T = \frac{V_0 \sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

II



II





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!

N4.
 $T_1 = 400 \text{ K}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
 $\nu = 1 \text{ моль}$
 $i = 3$

1) $A'_{1-2} = ?$
 2) $\eta = ?$
 3) $(P/P_1; V/V_1)$

1) $A'_{1-2} = ?$

$$Q_{1-2} = A'_{1-2} + \Delta U_{1-2}$$

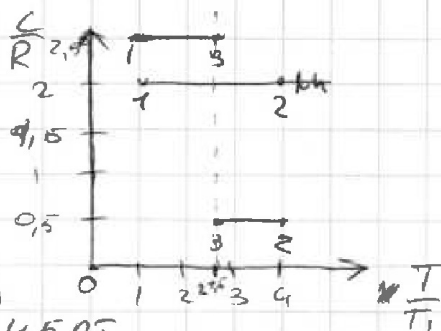
$$C_D = \frac{C}{\nu} = C$$

$$Q_{1-2} = C_D T = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = 4,5 RT_1$$

$$A'_{1-2} = 6RT_1 - 4,5 RT_1 = 1,5 RT_1$$

$$A'_{1-2} = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 400 = 600 \cdot 8,31 = 4986 \text{ Дж}$$



2) $\eta = ?$
 $\eta = \frac{A'}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_{X1}|}{Q_H}$

$$2^{1,5} = 2,52$$

$$Q_X = Q_{2-3} + Q_{3-1}$$

$$Q_{2-3} = C_D T = 0,5 R \cdot (2,52 - 1) T_1 = R T_1 (0,52 - 1)$$

$$Q_{3-1} = C_D T = \frac{5}{2} R (1 - 2,52) T_1 = R T_1 (2,5 - 5,04)$$

$$Q_X = R T_1 (0,52 - 1) + R T_1 (2,5 - 5,04) = R T_1 (0,5 - 4,52)$$

$$|Q_{X1}| = R T_1 (4,52 - 0,5)$$

$$Q_H = Q_{1-2} = 6 R T_1$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{X1}|}{Q_H} = \frac{R T_1 (4,52 - 0,5)}{6 R T_1} + 1 = 1 - \frac{4,52 - 0,5}{6} = \frac{0,5 - 4,52}{6} =$$

$$= \frac{13 - 8,52}{12}$$

3) $(P/P_1; V/V_1)$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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



№6
6, m, g

1) $\vec{F}_0 \parallel \vec{F}_3$:

1) $T = ?$
2) $V = ?$
3) $d = ?$

$$0 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T} + \vec{T}_1$$

Or: $F_0 = F_1 \cos 45^\circ + F_2 \cos 45^\circ + F_3 - T \cos 45^\circ - T \cos 45^\circ$

$$F_1 = F_2 = k \frac{q_1 q_2}{b^2}; F_3 = k \frac{q_1 q_2}{2b^2} = k \frac{q_1 q_2}{2b^2}$$

$$0 = k \frac{q_1 q_2 \sqrt{2}}{b^2} + k \frac{q_1 q_2}{2b^2} - 2T \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$T = \frac{k q_1 q_2 \sqrt{2}}{b^2 \sqrt{2}} + k \frac{q_1 q_2}{2b^2 \sqrt{2}} = \frac{k q_1 q_2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

2) no 300: $F_1 = F_2$

$$d = \sqrt{b^2 + b^2} = b\sqrt{2}$$

~~$4 \frac{q_1 q_2}{b^2} + 2 \frac{q_1 q_2}{2b^2} = 4 \frac{m \omega_0^2}{2} + 2 \frac{q_1 q_2}{b^2} + 2 \frac{q_1 q_2}{2b^2} = \frac{m \omega_0^2}{2}$~~

$$4 \frac{q_1 q_2}{b^2} + q_1 q_2 = 4 \left(\frac{m \omega_0^2}{2} \right) + 2 \left(q_1 q_2 + 2 q_1 q_2 + 3 q_1 q_2 + q_1 q_2 + q_1 q_2 + 2 q_1 q_2 \right) \Rightarrow 4 \left(2 q_1 q_2 + q_1 q_2 \sqrt{2} \right) = 4 \left(\frac{m \omega_0^2}{2} \right) + 20 q_1 q_2$$

$$2 q_1 q_2 + q_1 q_2 \sqrt{2} = \frac{m \omega_0^2}{2} + 5 q_1 q_2 \cdot 2$$

$$2 q_1 q_2 \sqrt{2} - 6 q_1 q_2 = \frac{m \omega_0^2}{2}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{(2\sqrt{2} - 6) q_1 q_2}{m}}; \vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$|\vec{E}_1 + \vec{E}_2|^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2 E_1 E_2 \frac{\sqrt{2}}{2} = \left(k \frac{q}{b^2} \right)^2 (2 + \sqrt{2})$$

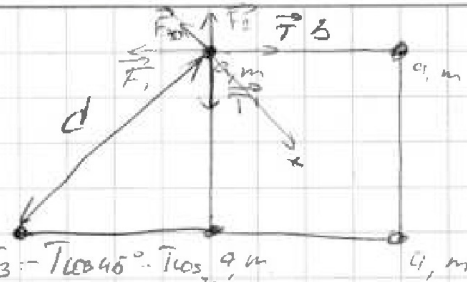
$$E = \sqrt{(E_1 + E_2)^2} + E_3 = k \frac{q}{b^2} \sqrt{2 + \sqrt{2}} + k \frac{q}{2b^2} = k \frac{q}{b^2} \left(\sqrt{2 + \sqrt{2}} + \frac{1}{2} \right)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{(2\sqrt{2} - 6) k q^2 (\sqrt{2 + \sqrt{2}} + \frac{1}{2})}{b m}}$$

Or: 1) $T = \frac{k q_1 q_2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$

2) $\omega_0 = \sqrt{\frac{(2\sqrt{2} - 6) k q^2 (\sqrt{2 + \sqrt{2}} + \frac{1}{2})}{b m}}$

3) $d = b\sqrt{2}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$U = 2 \text{ м/с}$$

$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$n/L_0 = ?$$

$$v = 0$$

$$n/3$$

$$V_0, d$$

$$\mu = ?$$

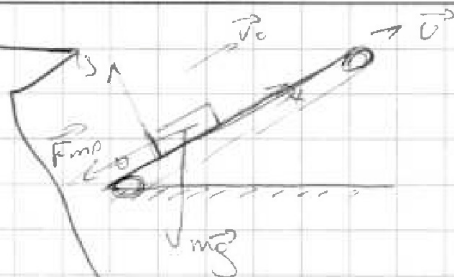
$$2/t$$

$$1) U = \frac{3}{2} P_1 V_1 = P T_1$$

$$P_1 V_1 = P T_1$$

$$U_2 = \frac{3}{2} P_2 V_2 = 4 P T_1$$

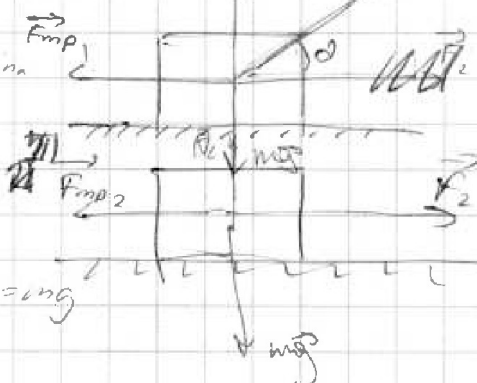
$$U_3 = \frac{3}{2} P_3 V_3 = 2 \sqrt{2} P T_2$$



$$\pm | m \vec{a}_1 = \vec{F}_1 + \vec{N}_1 + m \vec{g} + \vec{F}_{mp1}$$

Ab I)

$$\begin{cases} 0 = F \sin \alpha + N_1 - mg \Rightarrow N_1 = mg - F \sin \alpha \\ ma_1 = F \cos \alpha - F_{mp1} \end{cases}$$



$$\pm | m \vec{a}_2 = \vec{F}_2 + \vec{N}_2 + m \vec{g} + \vec{F}_{mp2}$$

$$\begin{cases} 0 = F \sin \alpha + N_2 - mg \Rightarrow N_2 = mg \\ ma_2 = F - F_{mp2} \end{cases}$$

$$a = \frac{V_0}{t} = \text{const} \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow m a_1 = m a_2$$

$$F \cos \alpha - \mu N_1 = F - \mu N_2 \quad qEd = qk \frac{q}{4\pi} \cdot d$$

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

$$\cos \alpha - \mu \sin \alpha = 0 \Rightarrow \underline{\underline{\mu = \tan \alpha}}$$

$$2) V = 0$$

$$0 = V_0 - aT$$

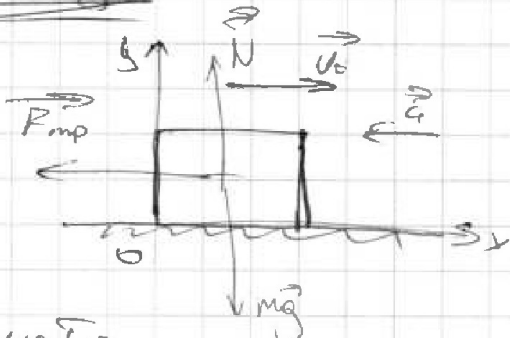
$$m \vec{a} = \vec{N} + m \vec{g} + \vec{F}_{mp}$$

$$0 = N - mg$$

$$ma = \mu mg, a = \mu g$$

$$0 = V_0 - \mu g T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{\tan \alpha g} = \frac{V_0 \tan \alpha}{g}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



✓ 4

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

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

$$Q = A + \Delta V$$

$$Q = C \Delta T$$

$$\Delta V = \frac{i}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$C_0 = \frac{C}{\gamma} = \frac{C}{1} = C$$

$$C \Delta T = A' + \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$A' = C \Delta T - \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$A' = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = 1,5 R T_1$$

$$2) \eta = \frac{A}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - Q_{\text{хол}}}{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{Q_{\text{хол}}}{Q_{\text{нагр}}} = 1 -$$

$$A_{2-3} = \frac{5}{2} R (4 - 2S_2) T_1 - \frac{3}{2} R (4 - 2S_2) T_1 =$$

$$= R T_1 (-2 + 5S_2 + 6 - 3S_2) = R T_1 (2S_2 + 4)$$

$$A_{3-1} = \frac{5}{2} R (1 - 2S_2) T_1 - \frac{3}{2} R (1 - 2S_2) T_1 =$$

$$= R T_1 (2,5 - 1,5 - 5S_2 + 3S_2) = R T_1 (1 - 2S_2)$$

$$A_{2-3} = \frac{5}{2} R T_1 (2S_2 - 4) - \frac{3}{2} R T_1 (2S_2 - 4) = R T_1 (S_2 - 3S_2 - 2 + 6) =$$

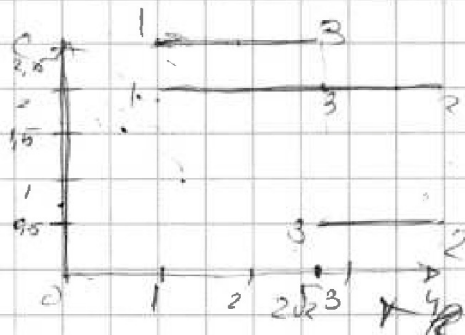
$$= R T_1 (4 - 2S_2)$$

$$A' = R T_1 (1,5 + 1 - 2S_2 + 4 - 2S_2) = R T_1 (6,5 - 4S_2)$$

$$Q_{12} = Q_{12} = 2R + 3T_1 = 6 R T_1 \quad \frac{6,5 - 4S_2}{6} = ?$$

В задаче 4. под осевыми координатами стоит значение

R, R или $R(T, C)$ или $R(T_1, C_p)$?



$$\frac{8,31 \cdot 600}{4926,00} = 1,0$$

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!

N2

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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

$$1 \text{ ?}$$

$$1) \text{ Sho II } \Rightarrow H:$$

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр.}}$$

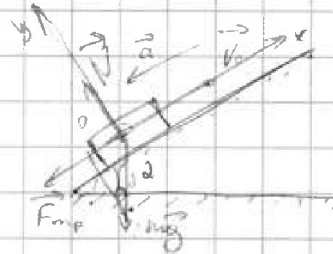
$$Ox) -ma = -F_{\text{тр.}} - mg \sin \alpha$$

$$Oy) 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

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

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

$$a = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 = 10 \text{ м/с}^2$$



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

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

$$\cos^2 \alpha = 1 - 0,64 = 0,36$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ \cdot 10 \\ \hline 100 \\ - 512 \\ \hline 64 \\ \cdot 10 \\ \hline 640 \\ - 448 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,48 \cdot 13 \\ \cdot 3 \\ \hline 1,44 \\ - 1,2 \\ \hline 0,28 \\ \cdot 10 \\ \hline 2,8 \\ - 512 \\ \hline 56 \\ \cdot 10 \\ \hline 560 \\ - 456 \\ \hline \end{array}$$

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$v_1 = v_0 - at_1$$

$$0 = v_0 - at_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{a}$$

$$t_1 = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$l_1 = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2}; l_1 = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

$$l_2 = S - l_1 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м} - \text{остаток пути}$$

$$(\text{путь к концу скорости } v_1 = l_1 - l_2 = 0,4 \text{ м})$$

$$l_1 + l_2 = l_1 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 0,56 \cdot 13 \\ \cdot 3 \\ \hline 1,68 \\ - 1,5 \\ \hline 0,18 \\ \cdot 10 \\ \hline 1,8 \\ - 1,5 \\ \hline 0,3 \end{array}$$

$$2l_2 = at_2^2 \quad t_2^2 = \frac{2l_2}{a}; t_2^2 = \frac{0,4}{10} = 0,04 \text{ с}^2$$

$$t_2 = 0,2 \quad - m\vec{a}' = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр.}} + \mu mg \cos \alpha$$

$$a' = 8 - 2 = 6 \text{ м/с}^2$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ с}$$

$$\frac{153}{100}$$

$$1,53$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

№1

$$T = 2c$$

$$S = 20 \text{ м}$$

$$h V_0 = ?$$

$$2 h = ?$$

$$1) V_0 = ?$$

$$\text{на высоте } H_{\max} v = 0$$

$$v = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gT$$

$$v_0 = gT; v_0 = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2c = 20 \text{ м/с}$$

$$2) h = h_0 + v_{0y}t - gt^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$h = v_0 \sin \alpha t - gt^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\text{так } S = v_0 \cos \alpha t + a_x t^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$S = v_0 \cos \alpha t \quad t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha \cdot 2}$$

$$v_0^2 = 400 \text{ м}^2/\text{с}^2 + g^2 S^2 = 400 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$h = \frac{\sin \alpha \cdot S}{\cos \alpha} - \frac{g}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 \cos \alpha \sin \alpha \cdot S - g}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{\sin 2\alpha \cdot S - g}{2 \cos^2 \alpha}$$

при $\sin 2\alpha$ максимально при $\alpha = 45^\circ$

$$h = \frac{\sin 90^\circ \cdot S - g}{2 \cos^2 45^\circ} = \frac{S - g}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 20 - 10 = 10 \text{ м}$$

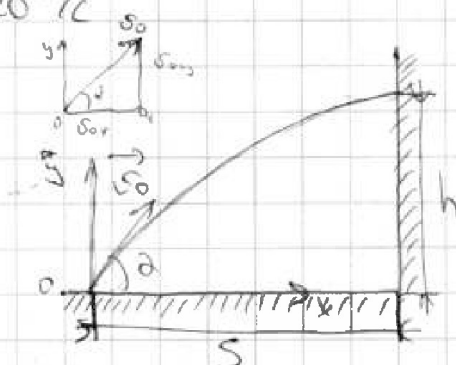
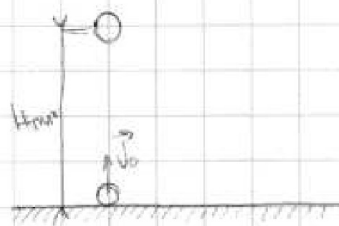
$$10 = 20 \cdot T - 5T^2$$

$$T^2 - 4T + 2 = 0$$

$$v_y = 0 \quad 0 = v_0 - gT \quad t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$20 = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{g^2 \cos^2 \alpha \cdot h^2}{g}$$

$$20 = \frac{v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} \quad 20 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} \quad 20 = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{2 \cdot 10}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$3) \quad 4V_1 = \frac{3}{2} R 3T_1 = \frac{9}{2} = 4,5 RT_1$$

$$\frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = 4,5 RT_1$$

$$\frac{3}{2} (P_1 V_1 (V_2/V_1 - 1)) = 4,5 RT_1$$

$$P_1 V_1 (V_2/V_1 - 1) = 3RT_1$$

2

2 и 3) Рассчитать ВЛКО так-но горизонтально.

$$\begin{aligned} V_{0\text{гор},0} &= V_0 - V = 2 \text{ м/с} \\ V_{0\text{гор},1} &= V_{01} - V = 0 \text{ м/с} \\ V_{0\text{гор},2} &= 0 - V = -2 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$$ma = mg + F_{\text{тр}} + N$$

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

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

$$a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 8 = 2 + 6 = 8 \text{ м/с}^2$$

$$L_{\text{гор}} = L_0 - a t$$

$$L = L_{\text{гор}} + L_{\text{сакв.кр}} =$$

$$L = \frac{V_0^2}{a} = \frac{4}{8} = 0,5 \text{ м}$$

$$= 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ м}$$

$$t = t' = \frac{2}{a} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \text{ с}$$

$$L = V_0 \cdot \frac{8}{15}$$

$$t = \frac{1}{3} + 0,2 = \frac{1}{3} + \frac{2}{10} = \frac{10}{30} + \frac{4}{15} = \frac{8}{15}$$

$$H = H_{\text{гор}} + H_{\text{сакв.кр}}$$

$$H = \frac{1}{2} g \sin^2 \alpha \cdot t^2 + \frac{1}{2} g \sin \alpha \cdot t - a \sin \alpha \cdot \frac{t^2}{2} - a' \sin \alpha \cdot \frac{t^2}{2} =$$

$$= 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{8}{15} + 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{8}{15} - 10 \cdot 0,8 \cdot \frac{0,04}{2} - 0,6 \cdot 0,8 \cdot \frac{1}{3} =$$

$$= 2 \cdot 0,8 \cdot \frac{8}{15} - 4 \cdot 0,04 - 0,16 = \frac{256}{150} - 0,16 - \frac{8}{300} =$$

$$= \frac{256}{150} - \frac{16}{100} - \frac{8}{300} = \frac{512 - 80 - 48}{300} = \frac{384}{300} = 1,28$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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

