



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023



Вариант 10-02

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

1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

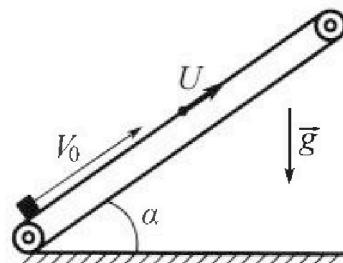
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1 \text{ с}$?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6 \text{ м/с}$ (см. рис.).

2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки *во втором опыте* будет равна

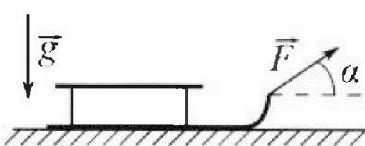
$$U = 1 \text{ м/с}$$

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль *во втором опыте*? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



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

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

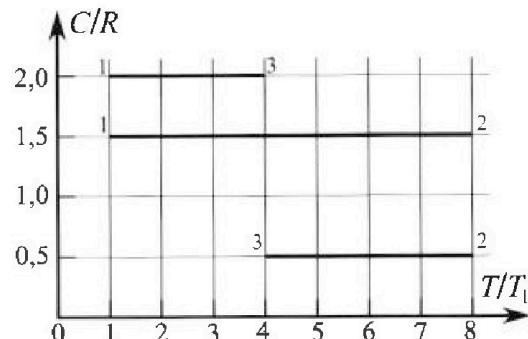
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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

Вариант 10-02

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

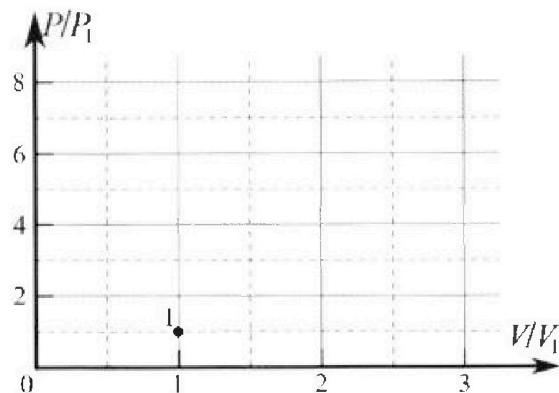
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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 a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

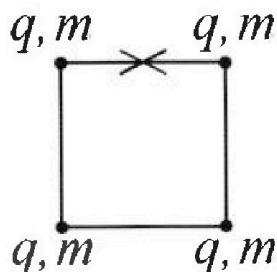
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K 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)?

Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

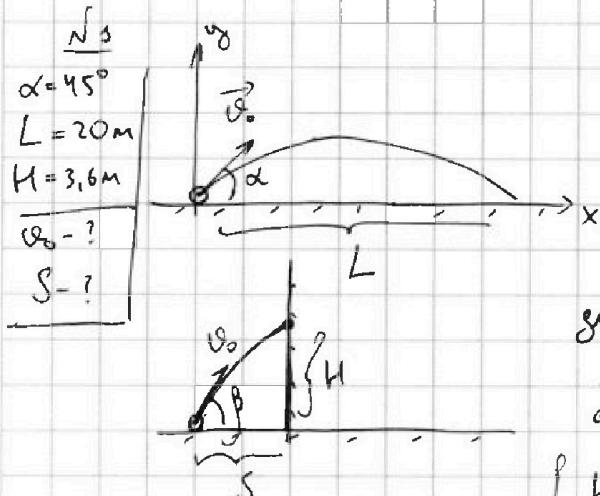
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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!



$$L = v_0 \cos \alpha t; \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = 14 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

для достижение наибольшей высоты (H),
мер должен сталкиваться со стенной в
самой вершине своей траектории.

$$\left\{ \begin{array}{l} H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \\ t = \frac{v_0 \sin \beta}{g} \\ S = v_0 \cos \beta t \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \\ S = \frac{v_0^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{g} \end{array} \right.$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3.6}}{14} = 0.6; \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0.6^2} = 0.8$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{(14)^2 \cdot 0.6 \cdot 0.8}{10} = \frac{200 \cdot 6 \cdot 8}{1000} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 8}{10} = 9.6 \text{ (m)}$$

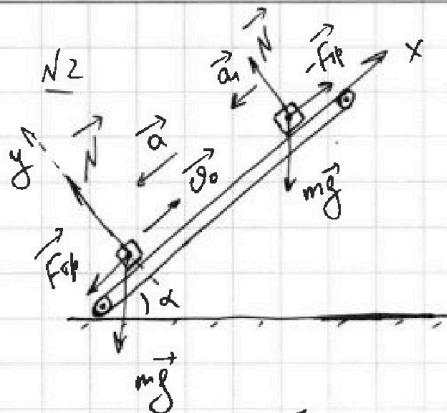
(Ответ: $v_0 = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $S = 9.6 \text{ m}$)



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



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

$$g: N = mg \cos \alpha; F_f = \mu N$$

$$0x: -a = -\frac{F_f - mg \sin \alpha}{m} = -\frac{\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha}{m}$$

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

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

т.к. $a = \text{const}$, то коробка движется

равнозамедленно:

$$t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ (с)} - \text{время, за которое коробка}$$

т.е. коробка успевает остановиться $t < T$

$$-a_1 = \frac{+F_f - mg \sin \alpha}{m}; a_1 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \left(0,6 - \frac{1}{2} \cdot 0,8 \right) = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

тогда $S = S_1 + S_2$, где S_1 коробка прошла за t_1 , а S_2 потом

$$S_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}; S_2 = \frac{a_1 (T - t_1)^2}{2}; S = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} + \frac{a_1 (T - t_1)^2}{2} =$$

Когда лента транспортира начнёт
движаться с $\bar{U} = \text{const}$, то

$$= 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} + \frac{2(1-0,6)^2}{2} = \\ = 1,96 \text{ (м)}$$

можно перейти в ЧСО ленты, где

ускорение вверх (a) и вниз (a_1) коробки будут такими же

В ЧСО ленты: $0x: U_{\text{отно}} = v_0 - U$. Когда скорость коробки будет равна U ,

то относительно ленты она будет двигаться не будет, т.е. $T_1 = \frac{0 - U_{\text{отно}}}{-a} = \frac{v_0 - U}{a}$
или когда будет двигаться вниз со скоростью 2 м/с : $T_{12} = \frac{d - U_{\text{отно}}}{-a} = \frac{d - v_0}{-a} = 0,7 \text{ (с)}$

Скорость коробки обратится в ноль, когда она будет двигаться против движущихся лент со скоростью 1 м/с .

$$T_2 = \frac{-U - (0)}{-a_1} = \frac{U}{a_1} = 0,5 \text{ (с)} \quad L_{\text{старт}} = L_1 - (v_0 - U) T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2}$$

$$L_1 = \frac{a_1 T_1^2}{2}; L = (v_0 - U) T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} + \frac{a_1 T_2^2}{2} = (6 - 1) \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} + \frac{2 \cdot 0,5^2}{2} =$$

$$L = L_1 - L_2, \text{ где } L_1 = (v_0 - U) T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2}; L_2 = \frac{a_1 T_2^2}{2}$$

$$L = (v_0 - U) T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} - \frac{a_1 T_2^2}{2} = (6 - 1) \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} - \frac{2 \cdot 0,5^2}{2} = 1 \text{ (м)}$$

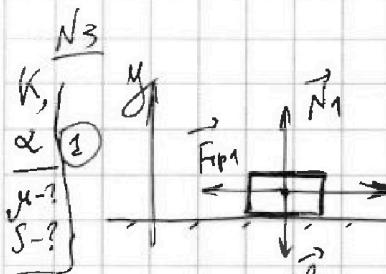
Ответ: $S = 1,96 \text{ м}; T_1 = 0,5 \text{ с}; L = 1 \text{ м}$

$$T_1 = 0,7 \text{ с}$$

* скорость коробки будет равна 1 м/с * через $0,5 \text{ с}$
и $0,7 \text{ с}$ после старта

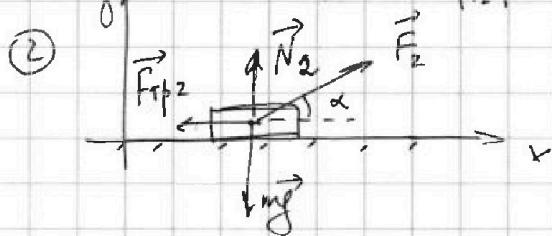
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

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



Закон изменения мех. энергии:

~~$$(k+0) - (0+0) = \sum A$$~~



$$A_{N_2} = A_{N_1} = 0, \text{ т.к. всегда } N_1 \perp \vec{\vartheta}, N_2 \perp \vec{\vartheta},$$

$$A_{F_f1} = -F_f1 \cdot l \quad (\text{путь } l - \text{глина участка, на котором разложен})$$

$$A_{F_f2} = -F_f2 \cdot l$$

$$\text{ог: } N_1 = mg; F_{f1} = \mu mg; \quad \text{ог: } N_2 = mg - F \sin \alpha; F_{f2} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$\text{тогда } k = \cancel{\mu} - \mu g l + Fl$$

$$k = -\mu(mg - F \sin \alpha)l + Fl \cos \alpha$$

$$-\mu g l + Fl \cos \alpha = -\mu g l + \mu l \sin \alpha + Fl \cos \alpha$$

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

После прекращения действия силы F : $F_{f2} = \mu mg$,

тогда по закону изменения мех. энергии:

$$(0+0) - (k+0) = A_{F_f2} \quad (\text{онда же } A_N = 0)$$

$$k = \mu mg \cdot S$$

$$S = \frac{k}{\mu mg} = \frac{K \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$$

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

$$S = \frac{K \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}$$

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!

$$\begin{aligned} N_4 \\ T_1 &= 200 \text{ K} \\ R &= 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \\ A_{31} - ? \\ \eta - ? \end{aligned}$$

Т.к. 6 процесс 3-1 теплоёмкость не изменяется, то

$$C_{3-1} \Delta T = 2R \Delta T = Q = -A + \Delta U = -A + \frac{3}{2} \Delta R \Delta T$$

$$A = -\frac{1}{2} \Delta R \Delta T; \quad \Delta T = T_1 - T_3 = T_1 - 4T_1 = -3T_1$$

$$A = \frac{3}{2} \Delta R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200 = 2,5 \text{ (Дж)}$$

за цикла: $\sum A + \underbrace{\Delta U_2}_{0, \text{ т.к. } 2|0-\text{к замыкается}} = Q_4$, т.е. $\sum A = Q_4$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\sum A}{Q_{\text{полн}}} = \frac{Q_4}{Q_{\text{полн}}} = \frac{Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-1}}{Q_{1-2}} = \\ &= \frac{\frac{3}{2} R \Delta (8T_1 - T_3) + \frac{1}{2} R \Delta (4T_1 - 8T_1) + 2 R \Delta (T_1 - 4T_1)}{\frac{3}{2} R \Delta (8T_1 - T_3)} = \end{aligned}$$

$$= \frac{12 - \frac{3}{2} - 2 - 6}{10,5} = \frac{10,5 - 8}{10,5} = \frac{\frac{5}{8}}{\frac{21}{8}} = \frac{5}{21} = 0,238$$

для одноатомного газа: $C_p = \frac{5}{2} R$; $C_v = \frac{3}{2} R$; $pV^\gamma = \text{const}$; $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

(1-2): $C_{1-2} = \frac{3}{2} R = C_v$, т.е.

процесс изохорический: $[V = \text{const}]$

(2-3): $\gamma_{2-3} = \frac{\frac{1}{2} R - \frac{5}{2} R}{\frac{1}{2} R - \frac{3}{2} R} = \frac{-2R}{-R} = 2$

$\left(pV^2 = \text{const} \right); \quad \left(h = \frac{R}{2} V^2 \right)$ - изобарический процесс

(3-1): $\gamma_{3-1} = \frac{2R - \frac{5}{2} R}{2R - \frac{3}{2} R} = \frac{-\frac{1}{2} R}{\frac{1}{2} R} = -1$

$\left(\frac{p}{V} = \text{const} \right)$ - изотермический процесс

Ответ: $A = 2,5 \text{ Дж}$

$\eta = 0,238$

для 1-3: изобр $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$

тогда для 3:

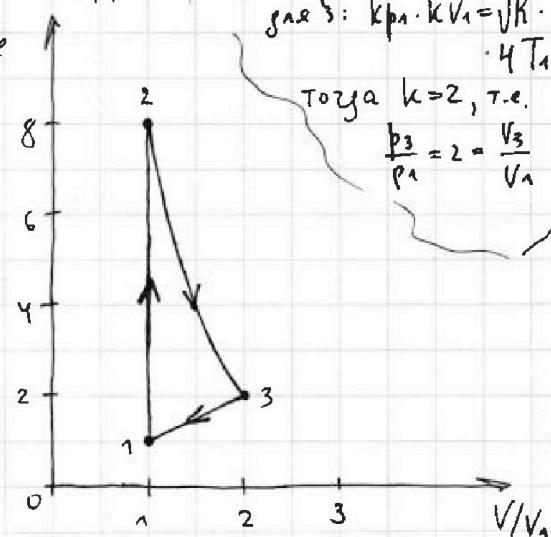
$$p_2 V_2 = p_1 R T_2$$

$$\text{для 3: } k_{p1} \cdot k_{V1} = p_1 R$$

$$4 T_1$$

тогда $k = 2$, т.е.

$$\frac{p_3}{p_1} = 2 = \frac{V_3}{V_1}$$



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



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

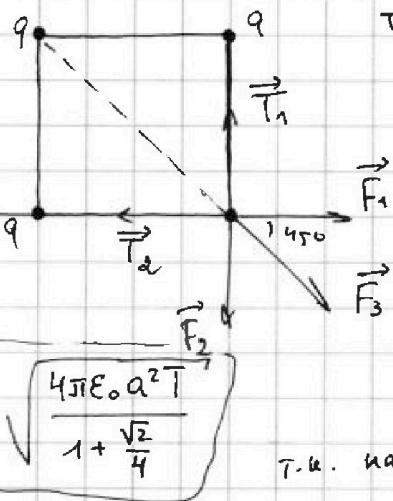
№5

a

$$\frac{T, \varepsilon_0}{|q| - ?}$$

K - ?

$$d - ?$$



$$|q| = \sqrt{\frac{4\pi\varepsilon_0 a^2 T}{1 + \frac{\sqrt{2}}{4}}}$$

Рассмотрим силы, действующие на один
шарик, т.е. в силу симметрии для остальных
также те же силы.

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$$

$$Ox: T = F_1 + F_3 \cos 45^\circ$$

$$T = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}; T = \frac{kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

$$|q| = \sqrt{\frac{a^2 T}{\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) k}}$$

т.к. на систему не действуют боковые
силы, то ЗСЭ: $Ox: 0 = F_1 + F_3 \cos 45^\circ +$

$$0 = m\omega_1 - m\omega_2 - m\omega_3 + m\omega_4. В\text{ силу}\text{ симметрии}\text{ }\omega_1 = \omega_4\text{ и }\omega_2 = \omega_3,\text{ тогда}$$

$m\omega_1 = m\omega_2; \omega_1 = \omega_2 = \omega = \omega_3 = \omega_4$,
т.е. у всех шариков скорости одинаковы
и равны ω . (Все скорости шариков направлены
перпендикулярно стержням, потому что кинетическая
энергия шариков одинакова, т.к.
скорости и массы одинаковы.)

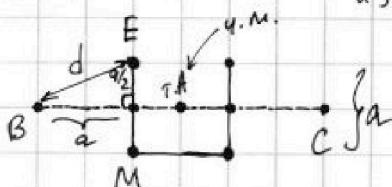
$$3СЭ: 4 \cdot \frac{kq^2}{a} + 2 \cdot \frac{kq^2}{2a} = 4k + 3 \cdot \frac{kq^2}{a} + 2 \cdot \cancel{\frac{kq^2}{2a}} \text{ за}$$

кин. энергия шариков одинакова, т.к.
скорости и массы одинаковы.

$$k = \frac{kq^2}{4a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right) = \frac{q^2}{16\pi\varepsilon_0 a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right) \quad (A_T = 0)$$

Если вычертить сложить все силы в системе, то мы получим \vec{F} любой
момента времени (т.к. на систему не действуют боковые силы и по 3-ему
з-му Ньютона), тогда по теореме о движении центра масс его
ускорение в любой момент времени будет кулебяким, т.е. у.м. не
изменит положения.

$$\text{тогда } \Phi = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{5}}{2} \quad \begin{array}{l} \text{(на картинке г. А соответствует)} \\ \text{у.м. системе } BC \perp EMB \\ \text{силу симметрии} \end{array}$$



$$\text{Отвр: } |q| = \sqrt{\frac{4\pi\varepsilon_0 a^2 T}{1 + \frac{\sqrt{2}}{4}}}; k = \frac{q^2}{16\pi\varepsilon_0 a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right); d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

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!

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!

Diagram of projectile motion showing initial velocity v_0 at angle α , horizontal distance s , height H , and time t .

$$x \dot{y} = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \quad H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gs^2}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{2g} =$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{4g}{\sin 2\alpha}} = 14 \text{ m/s} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gs^2}{2v_0^2}$$

$$s = v_0 \cos \beta t \quad t = \frac{s}{v_0 \cos \beta}$$

$$H = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = s \tan \beta - \frac{gt^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$H = v_0 \sin \beta \frac{s}{v_0 \cos \beta} - \frac{gs^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} = s \tan \beta - \frac{gs^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$H' = s \cdot \frac{\cos^2 \beta + \sin^2 \beta}{\cos^2 \beta} + \frac{gs^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} = 0$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \frac{gs^2}{v_0^2} t_{ff}^2; t_{ff} = \frac{v_0}{g s}$$

$$t_{ff}^2 + 1 = \frac{1}{\cos^2 \beta}, \quad \frac{v_0^2}{g} - \frac{gs^2}{2v_0^2} \left(\frac{v_0^2}{g s} + 1 \right) =$$

$$s = \frac{v_0^2}{g} - \frac{s}{a} - \frac{gs^2}{2v_0^2} \pi = \frac{v_0^2}{g} H \int \frac{ds}{s}$$

$$2v_0^4 - v_0^2 g s - g^2 s^2 = 2v_0^2 g H$$

$$s^2 g^2 + s(g v_0^2) - 2v_0^4 + 2v_0^2 g H = 0$$

$$s^2 g^2 + s(g v_0^2) - 2v_0^4 + 2v_0^2 g H = 0$$

$$s = 400 + 844 \cdot 4 \approx 3600$$

$$s = \frac{4000}{2} = (200)^2$$

$$s = 10(50 \cdot 3) = 200 \text{ m}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} \quad \sin \beta = \sqrt{\frac{2g H}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{2g H}}{v_0} = \frac{\sqrt{10 \cdot 3,6}}{10 \cdot 3,6} = 0,6$$

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

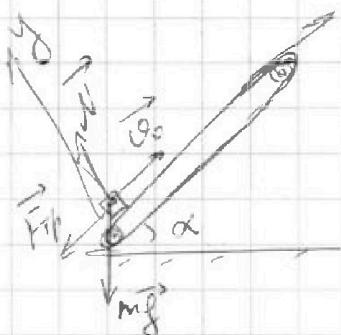
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



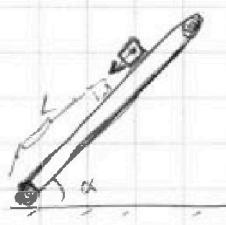
$$a = \frac{m \mu g \cos \alpha + m g \sin \alpha}{m} = \cancel{\mu g} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

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

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

$$= 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot (0,4 + 0,6) \cdot 1^2}{2} = \underline{\underline{1 \text{ (m)}}}$$

$$\frac{\mu \cos \alpha + \sin \alpha}{\mu g}$$



$$m \mu g \cos \alpha \sqrt{m \sin^2 \alpha}$$

3,62818

118

$$m \cos \alpha \quad m v \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$0,5 < \frac{3}{4}$$

$$\bullet \quad \bullet \quad t_{\text{end}} = \cancel{(v_0 - u)} \frac{(v_0 - u)^2}{a \cdot 10} = \frac{25}{20} = \underline{\underline{1,25 \text{ (m)}}}$$

$$5 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} = 2,5 - \frac{5}{4} = \frac{10}{4} - \frac{5}{4} = \underline{\underline{\frac{5}{4}}}$$

$$S_1 = \cancel{\frac{(v_0^2 - u^2) \sin^2 \alpha}{2a}} \quad S_1 = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}; \quad S_2 = a_1 \frac{(T - t_1)^2}{2}$$

$$\frac{6^2}{2 \cdot 10} = \frac{a_1 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16$$

$$L_1 = (v_0 - u) T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2}; \quad L_2 = \frac{a_1 T_2^2}{2}$$

$$\therefore 2,5 - \frac{5}{4} = 1,25 \text{ (m)}$$

$$\boxed{\frac{\sin \alpha}{1 - \cos^2 \alpha} = m}$$

$$m = \cos \alpha + \sin \alpha$$

$$F_x = F \cos \alpha - \mu (m g - F \sin \alpha) \quad \cancel{F_y = F \sin \alpha - \mu m g}$$

$$F_x = F \cos \alpha - \mu (m g - F \sin \alpha) \quad \cancel{F_y = F \sin \alpha - \mu m g}$$

$$F_x = F \cos \alpha - \mu m g$$



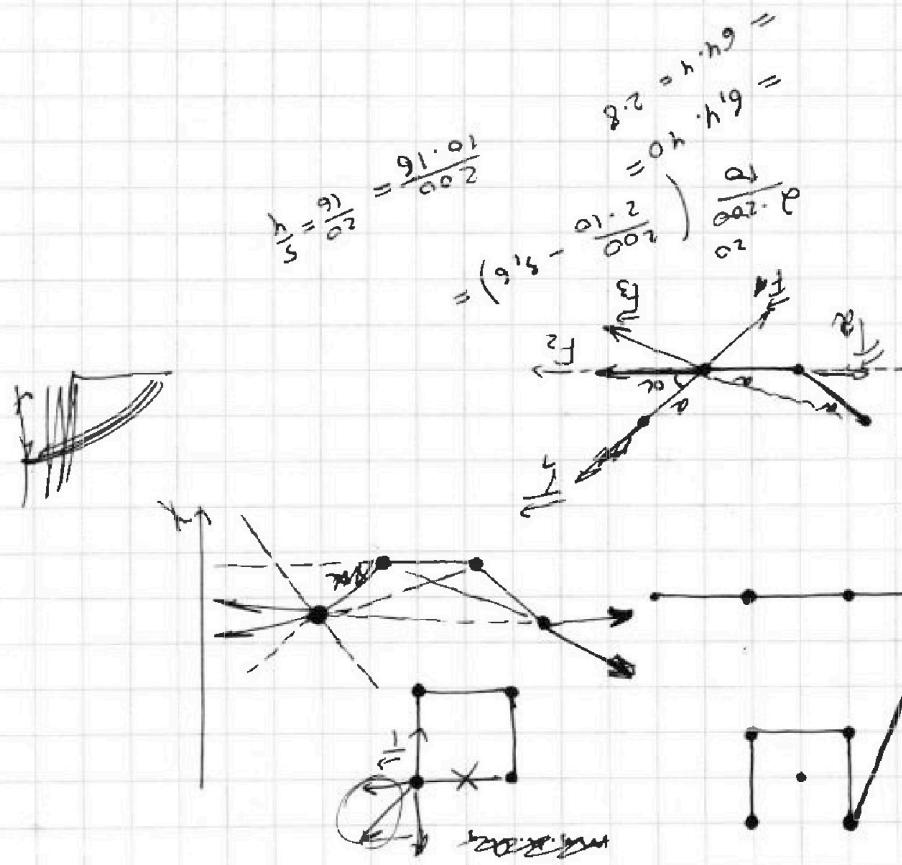
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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:

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!

$$\frac{C_f - C_p}{C_f - C_v} =$$

$$\frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$$

$$pV^5 = \text{const}$$

$$pV = \text{const}$$

$$C_f \cdot V \cdot \Delta T = VR \Delta T + \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$\begin{cases} C_f = \frac{5}{2}R \\ C_v = \frac{3}{2}R \end{cases}$$

$$(2-2) \text{ изотермия } (2) \quad pV^\infty = \text{const}$$

$$\frac{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R} = \infty$$

$$\frac{Q}{J \Delta T} = \infty$$

$$(2-3) \quad pV^2 = \text{const}$$

$$\frac{\frac{1}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{1}{2}R - \frac{3}{2}R} = \frac{-2R}{-R} = 2$$

$$(3-1) \quad \frac{p}{V} = \text{const}$$

$$p_1 V_1 = \sqrt{R T_1} \quad \left(\frac{\lambda}{2R} + \nu \right) \frac{\partial \nu}{\partial T_1} = 1$$

$$pV^2 = \text{const} \quad C_v = C$$

$$k^2 p_1 V_1 = \sqrt{R} \cdot 4 \sqrt{T_1} \quad \frac{\partial \nu}{\partial T_1} + \frac{\partial \nu}{\partial k^2} = 1$$

$$k=2$$

$$8p_1 \cdot V_1^2 = ? \quad 2p_1 \cdot 4V_1^2$$

$$\frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} =$$

$$8 \cdot = \frac{\alpha \nu \cdot P}{T_1}$$

$$\left(\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2} \right) \frac{\partial \nu}{\partial k^2} = 1 \quad \frac{\partial \nu}{\partial k^2} = 1$$

$$= -\frac{1}{2}R \quad \frac{1}{2}R$$

$$Q = 2R \Delta T = -A + \frac{3}{2}VR \Delta T$$

$$\sum A + \underbrace{\Delta U_y}_{0} = Q_u$$

$$+ \frac{3}{2} \frac{\partial \nu}{\partial k^2} + \frac{\partial \nu}{\partial k^2} + \frac{\partial \nu}{\partial a} + \frac{\partial \nu}{\partial a} =$$

$$\frac{\partial \nu}{\partial k^2} = \frac{\partial \nu}{\partial k^2} = -1$$

$$\frac{1}{2}R - \frac{5}{2}R = \frac{-2R}{-R} =$$



$$\left(\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} \right) \frac{\partial \nu}{\partial a} = \frac{\partial \nu}{\partial a} =$$

$$\frac{\left(\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} \right)}{4 \pi \nu \cdot \frac{\partial \nu}{\partial a}} =$$

$$\frac{\left(\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} \right)}{4 \pi \nu \cdot \frac{\partial \nu}{\partial a}} = 1$$

$$T_{12} = \frac{1}{2} \frac{\partial \nu}{\partial a} + \frac{\partial \nu}{\partial a} \quad T_{12} = \frac{\partial \nu}{\partial a} \left(\frac{1}{2} + \frac{\lambda}{2} \right)$$

$$\Delta \cos 45^\circ = \frac{\partial \nu}{\partial a} + \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{\partial \nu}{\partial a} \cos 45^\circ$$

