



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.

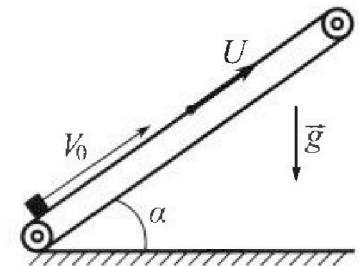
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

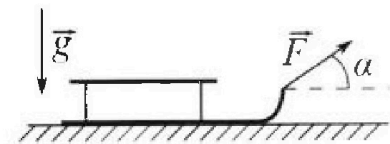
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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.



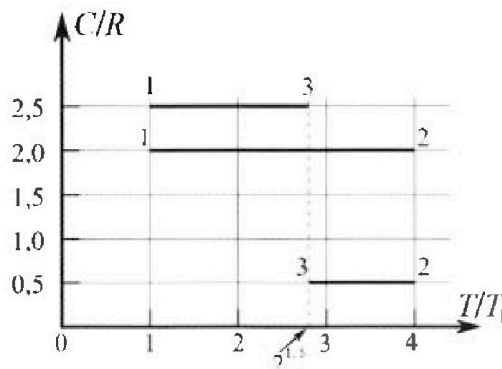
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01



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

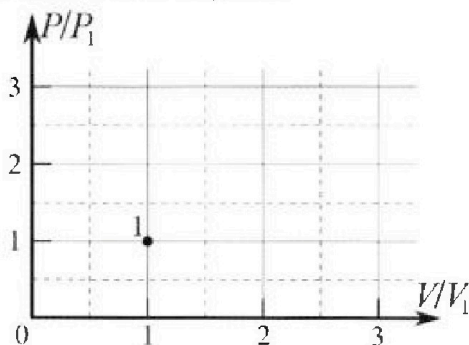
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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.



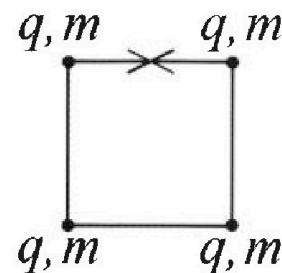
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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 рас стоянии 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

МФТИ

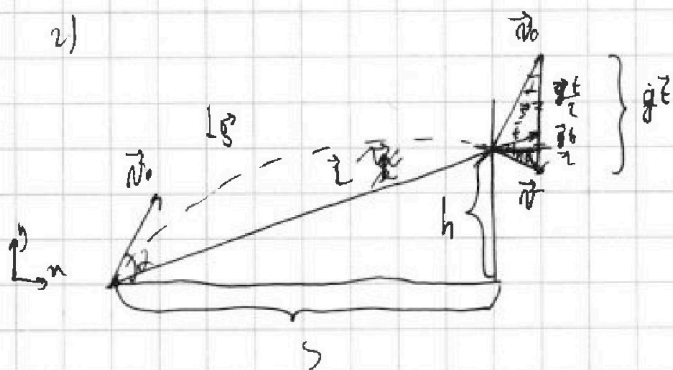
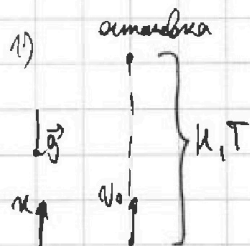
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$T = 2c$

$S = 20 \text{ м}$

1) $v_0 = ?$

2) $h_{\text{max}} = ?$



По формулам кинематики п.у.г:

$$\frac{v_{\text{кx}} - v_{\text{нx}}}{a_x} = t; \quad \frac{0 - v_0}{-g} = T;$$

$$T = \frac{v_0}{g} \Rightarrow v_0 = g T = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2c = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t;$$

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$$

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$$

x: $S = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

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

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

3) $\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}; \quad v^2 = v_0^2 - 2gh;$

h будет максимум, когда β будет максимум,

значит скорость в момент взрыва y минимална

направленной горизонтально. $\beta = 90^\circ - \alpha; \quad v_0 \cos \alpha = v \cos \beta \Rightarrow v = \frac{v_0 \cos \alpha}{\cos \beta} = v_0 \tan \alpha;$

$$K = \frac{mv_0^2 \cos^2 \alpha}{2} \quad h = \frac{-(v_0 \sin \alpha)^2 + (v_0 \sin \alpha \cos \alpha)^2}{-2g} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha \cos^2 \alpha - v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} \left(\frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \right) = \frac{v_0^2}{2g} \left(\frac{\cos^4 \alpha}{\sin^2 \alpha} - 1 + \cos^2 \alpha \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} \cos^2 \alpha \left(\cot^2 \alpha \cos^2 \alpha + \cos^2 \alpha - 1 \right) = \frac{v_0^2}{2g} \left((\cot^2 \alpha + 1) \cos^2 \alpha - 1 \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} (\cot^2 \alpha - 1) \quad h_{\text{max}} \text{ при } (\cot^2 \alpha)_{\text{max}}$$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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) Когда в ИСО земная корочка коробки будет равна нулю,

в (0) земля она будет равна u^2 и направлена вниз, ФИСО земли:

$$L_1 = \frac{(v_0 - u)^2}{2a_1} = \frac{(u_0 - u)^2}{2g} = 0,4 \text{ м}; \quad \tau_1 = \frac{v_0 - u}{2a_1} = \frac{v_0 - u}{g} = 0,2 \text{ с.}$$

$$L_2 = \frac{u^2}{-2a_2} = \frac{u^2}{-2 \cdot 3g} = -\frac{5u^2}{6g} = -\frac{1}{3} \text{ м}; \quad \tau_2 = \frac{u}{a_2} = \frac{u}{3g} = \frac{5u}{3g} = \frac{1}{3} \text{ с.}$$

$$L_3 = u \cdot (\tau_1 + \tau_2) = u \cdot \frac{16}{15} \text{ м};$$

$$H = (L_1 + L_2 + L_3) \sin \alpha = \left(\frac{2}{5} \text{ м} - \frac{1}{3} \text{ м} + \frac{16}{15} \text{ м} \right) \cdot 0,8 = \frac{17}{15} \cdot \frac{4}{5} = \frac{68}{75} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1) } \tau = \left(0,4 + \frac{1}{15} \right) \text{ с}; \quad 2) L = 0,6 \text{ м}; \quad 3) H = \frac{68}{75} \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

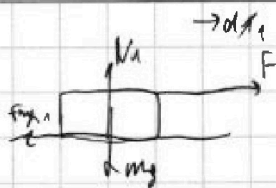
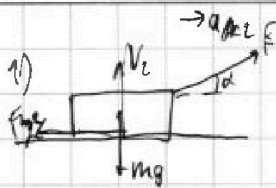
решение которой представлено на странице:

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!

v_0
 d



$$a = \frac{v_k - v_0}{t} = \frac{v_0}{t}$$

П.к. $t_1 = t_2$, тогда $a_1 = a_2 = a$

μ - ?

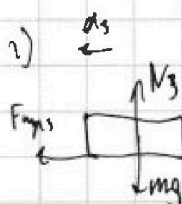
1) $\Sigma F_x = 0$: $N_1 = mg$; $\mu N_1 = F - \mu mg$;

2) $\Sigma F_y = 0$

2) $\Sigma F_y = 0$: $N_2 = mg - F \sin d$; $\mu N_2 = F \cos d - \mu mg + \mu F \sin d$;

$$F - \mu mg = F \cos d - \mu mg + \mu F \sin d; \quad F = F \cos d + \mu F \sin d;$$

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



3) $\Sigma F_x = 0$: Тогда $\mu mg = m a_3 \Rightarrow a_3 = \mu g = \text{const.}$

3) $\Sigma F_y = 0$: $N_3 = mg$; $\mu N_3 = m a_3 \Rightarrow a_3 = \mu g = \text{const.}$

По формулам кинематики п.г.г: $\frac{v_0}{T} = \frac{v_0}{T} = a_3$;

$$T = \frac{v_0}{a_3} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin d}{g(1 - \cos d)}$$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos d}{\sin d}$; 2) $T = \frac{v_0 \sin d}{g(1 - \cos d)}$.

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!

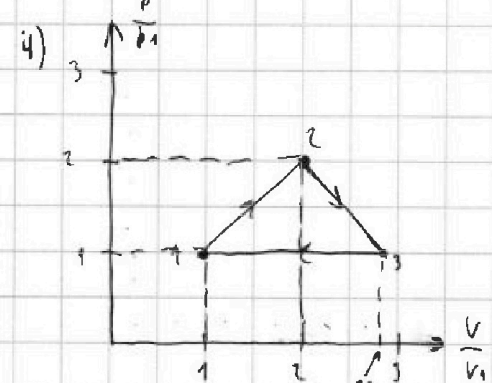
$T_1 = 400 \text{ K}$, $\Delta T = 20 \text{ K}$
 $R = 8,34 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$

- 1) $A_{12} = ?$
 2) $\eta = ?$
 3) $\mu_{12} = ?$
 $z^2 = z^3 = 8z^2 = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$
 $\sqrt{2} \approx 1,4$

1-2: $C_{12} = \frac{Q_{12}}{T_2 - T_1} = 2R$; $T_2 = 4T_1$
 2-3: $C_{23} = \frac{Q_{23}}{T_3 - T_2} = 0,5R$; $T_3 = 2^{1,5} T_1$
 3-1: $C_{31} = \frac{Q_{31}}{T_1 - T_3} = 2,5R$; $T_1 = T_1$
 $Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} = 2R \cdot (4T_1 - T_1) = 6R T_1 > 0$
 $Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23} = 0,5R \cdot (2^{1,5} T_1 - 4T_1) = 0,5R T_1 (2^{1,5} - 4) < 0$
 $Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31} = 2,5R \cdot (T_1 - 2^{1,5} T_1) = 2,5R T_1 (1 - 2^{1,5}) < 0$

2) $Q_{12} = A_{12} + \mu_{12} Q_{12}$; $\mu_{12} = \frac{2}{3} R (T_2 - T_1) = \frac{2}{3} R (4T_1 - T_1) = \frac{2}{3} R T_1$
 $A_{12} = Q_{12} - \mu_{12} = 6R T_1 - \frac{2}{3} R T_1 = \frac{16}{3} R T_1 = 1966 \text{ Дж}$

3) $\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}}$, где $A_{12} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$, $Q_{12} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$, $Q_{12} = Q_{12}$
 $\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}} = 1 + \frac{A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = 1 + \frac{0,5R T_1 (2^{1,5} - 4) + 2,5R T_1 (1 - 2^{1,5})}{6R T_1}$
 $= 1 + \frac{\sqrt{2} - 2 + 2,5 - 5\sqrt{2}}{6} = 1 + \frac{0,5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{6,5 - 5,6}{6} = \frac{0,9}{6} = \frac{3}{20} = \frac{15}{100} = 15\%$



$C_{12} = 2R \Rightarrow p = kV$; $p \propto V^{-2}$
 $C_{23} = \frac{5}{2} \Rightarrow p = \text{const} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$
 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 2^{1,5}$; $p_2 = p_1$ ($p = \text{const}$)
 $1-2: p A_{12} = \frac{p_1 V_1}{2} (k^2 - 1)$; $\mu_{12} = \frac{2}{3} R$
 $A_{12} = \frac{3}{2} R T_1$; $p_1 V_1 = 2R T_1$

Ответ: 1) $A_{12} = 1966 \text{ Дж}$; 2) $\eta = 15\%$; 3) μ_{12} вычислено

$\frac{k^2 - 1}{2} = \frac{3}{2} \Rightarrow k^2 - 1 = 3 \Rightarrow k^2 = 4 \Rightarrow k = 2$; $p_2 = k p_1 = 2 p_1$; $V_2 = k V_1 = 2 V_1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

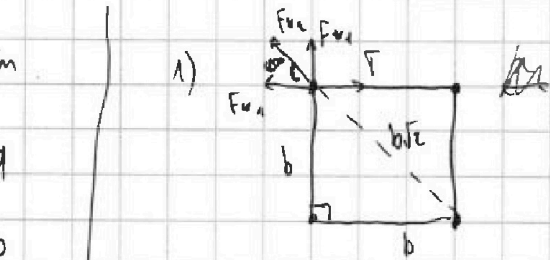
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Пл. к. заряды у противоположных углов квадрата, они будут吸引 (attraction).

$$F_{k1} = \frac{kq^2}{b^2}; \quad F_{k2} = \frac{kq^2}{2b^2}$$

2) $T = F_{k1} + F_{k2} \cdot \cos 45^\circ = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$

Рассмотрим момент, когда

шарик находится под силой

тяжести: δ — расстояние энергии.

$$W_1 = 4 \frac{kq^2}{b} \cdot 2 \frac{kq^2}{\sqrt{2}b^2} = 4 \frac{kq^2}{b} + 2 \frac{kq^2}{b} = \frac{kq^2}{b} (4 + \sqrt{2})$$

$$W_2 = 3 \frac{kq^2}{b} + 2 \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} = 3 \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{1}{3} \frac{kq^2}{b} = \frac{kq^2}{b} \cdot \frac{13}{3}$$

$$W_1 = W_2 + \frac{2mv^2}{2}; \quad 2mv^2 = W_1 - W_2 = \frac{kq^2}{b} \cdot (4 + \sqrt{2} - \frac{13}{3})$$

$$2mv^2 = \frac{kq^2}{b} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right); \quad v^2 = \frac{kq^2}{2mb} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)$$

$$v = q \sqrt{\frac{k}{2mb} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)}$$

3) $d = \frac{2}{3} b$.

Ответ: 1) $T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$; 2) $v = q \sqrt{\frac{k}{2mb} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)}$; 3) $d = \frac{2}{3} b$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$v_0 = 4 \frac{m}{c}$$

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

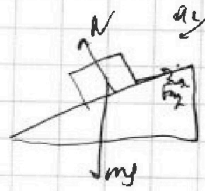
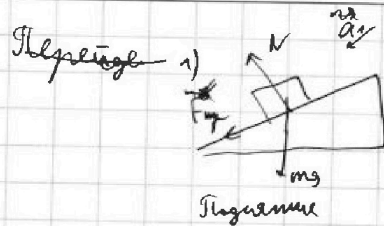
$$S = 1 \text{ м}$$

$$u = 2 \frac{m}{c}$$

1) $T = ?$

2) $L = ?$

3) $u = ?$



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

Записываем: 23И: y: $N = mg \cos \alpha$; x: $ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$

$$a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g\left(\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5}\right) = g$$

Записываем: 23И: y: $N = mg \cos \alpha$; x: $ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g\left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5}\right) = \frac{3}{5}g = 0,6g$$

Найдем время, когда *коробка* остановится: $l = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow l = 0,6 \text{ м}$

\Rightarrow *коробка* остановится на $0,6 \text{ м}$ вверх и $1 \text{ м} - 0,6 \text{ м} = 0,4 \text{ м}$ вниз.

$$T = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{g} = \frac{2v_0}{g} = \frac{2 \cdot 4}{10} = 0,8 \text{ с}$$

$$S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2} \rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,4}{0,6g}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 0,4}{3g}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

$$T = T_1 + T_2 = \left(0,8 + \frac{1}{\sqrt{15}}\right) \text{ с}$$

2) Перейдем в ИСО земли. В этой ИСО путь будет равен нулю. *коробка* в ИСО земли остановится *коробка* и земля будет двигаться относительно ИСО земли *коробка* и *коробка* будет равна 0.

$$l_1 = l = 0,6 \text{ м} - \text{путь вверх} \quad l_1 = \frac{(v_0 - u)^2}{2a_1} = 0,22 \text{ м}$$

$$t_1 = \frac{v_0 - u}{a_1} = 0,2 \text{ с}; \quad l_2 = ut_1 = 0,4 \text{ м}$$

$$L = l_1 + l_2 = 0,2 \text{ м} + 0,4 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

1 2 3 4 5 6 7

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



N1

$T = 2\tau$

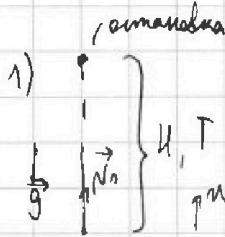
$S = 20 \text{ м}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

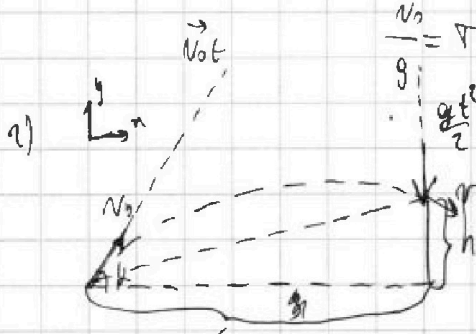
1) $v_0 = ?$

2) $h_{\text{max}} = ?$

\vec{v}



$v_{n2} = v_{n1} + a_n t$



По формулам кинематики

равномерного движения:

$\frac{v_{k2} - v_{k1}}{a_n} = t$; $\frac{0 - v_0}{-g} = \tau$

$\frac{v_0}{g} = \tau$; $\text{или } v_0 = gT = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$S = v_0 \cos \alpha t$ ~~$S = v_0 \cos \alpha t$~~ $S = v_n t = v_0 \cos \alpha t$

$h = v_0 \sin \alpha t$ ~~$h = v_0 \sin \alpha t$~~ $h = v_0 \sin \alpha t + \frac{a_n t^2}{2}$

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

$h = (S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha})^2 = (S \tan \alpha)^2 - (\frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha})^2$; $t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh$; $h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$; $S = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$

$v^2 = v_0^2 - 2gh$; $h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 g^2 \cos^2 \alpha} = A = \frac{1}{2} g R (T_2 - T_1) =$

$\frac{p_1 v_1}{2} = \frac{p_2 v_2}{2}$; $h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 g^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{S \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 g^2 \cos^2 \alpha} = -\frac{1}{2} g R (T_2 - T_1) =$

$A = \frac{p_1 v_1}{2} - \frac{p_2 v_2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2)$; $h = \frac{S g^2 T^2 \cos \alpha \sin \alpha - g S^2}{\cos \alpha}$; $\frac{1}{2} g R T_2 = \frac{p_1 v_1^2}{2}$

$\frac{p_1 v_1}{2} = \frac{p_2 v_2}{2}$; $h = \frac{S g^2 T^2 \cos \alpha \sin \alpha - g S^2}{\cos \alpha}$; $\tan^2 \alpha - 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1 - 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 2$

$\frac{p_1 v_1}{2} = \frac{p_2 v_2}{2}$; $h = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$

$\frac{p_1 v_1}{2} = \frac{p_2 v_2}{2}$; $\frac{S \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0}{2}$; $S^2 (\tan^2 \alpha - 1) = (h + \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha})^2$

$\frac{p_1 v_1}{2} = \frac{p_2 v_2}{2}$; $\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{g t^2}{2} \vec{j}$; $S^2 = (v_0 t)^2$

$\frac{p_1 v_1}{2} = \frac{p_2 v_2}{2}$; $h + \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = (v_0 t)^2$; $t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

$\frac{p_1 v_1}{2} = \frac{p_2 v_2}{2}$; $S^2 + (h + \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha})^2 = (v_0 \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha})^2$; $S^2 + (h + \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha})^2 = S^2 \tan^2 \alpha$

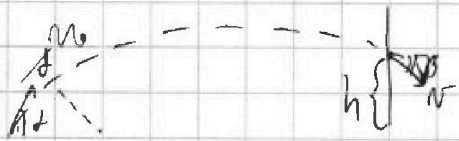
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$v_0 \cos \alpha = v \cos \beta \quad ; \quad \frac{9.31}{6} = 4.986$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \cos \beta = \sin \alpha ;$$

$$v_0 \cos \alpha = v \sin \alpha \Rightarrow v = v_0 \cot \alpha$$

$$h = \frac{v_0^2 \cot^2 \alpha}{2} \quad ; \quad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2 \cot^2 \alpha}{2} + mgh ; \quad \frac{v_0^2}{2} = \frac{v_0^2 \cot^2 \alpha}{2} + gh ;$$

$$gh = \frac{v_0^2}{2} (1 - \cot^2 \alpha) ; \quad \frac{v_0^2}{2g} (1 - \cot^2 \alpha) = h ; \quad h_{\max} \text{ при } \cot \alpha = 0$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{100}{2 \cdot 9.81} = 5.1 \text{ м}$$

$$\sin \alpha = 0.9$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{5}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

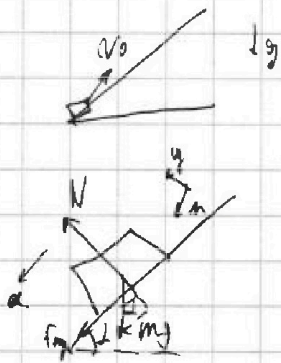
$$v = 2 \text{ м/с}$$

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

$$2) L = 1$$

$$3) v = 2$$

$$\frac{12.16}{12.16}$$



$$mg \cos \alpha = N ;$$

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

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

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

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

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

$$1 = 4t - 5t^2 ; \quad 5t^2 - 4t + 1 = 0 ; \quad t =$$

$$x = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 20}}{10} = \frac{4 \pm 2i}{10} = \frac{2 \pm i}{5}$$

$$N = mg \cos \alpha ; \quad \mu = F_{tr} = ma$$

$$\mu mg = \mu mg \Rightarrow \mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g = \text{const}$$

то формула движения mg:

$$S = v_0 t - \frac{gt^2}{2} ; \quad T = \frac{25}{10} = 2.5 \text{ с}$$

$$S = v_0 T - \frac{gT^2}{2} = v_0 T - \frac{10T^2}{2} \cdot \frac{1}{5} ;$$

$$\frac{25}{10} = \frac{2v_0}{10} T - T^2 ; \quad T^2 - \frac{2v_0}{10} T + \frac{25}{10} = 0 ;$$

$$T^2 - \frac{2 \cdot 10}{5} T + \frac{25}{5} = 0 ;$$

$$T^2 - 4T + 5 = 0 ;$$

$$D = 16 - 20 = -4 < 0 ; \quad \frac{4 \pm 2i}{2} = 2 \pm i$$

$$T = \frac{4 \pm 2i}{2} = 2 \pm i ; \quad S_{\max} = \frac{0 - 16}{-2g} = \frac{16}{20} = 0.8 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

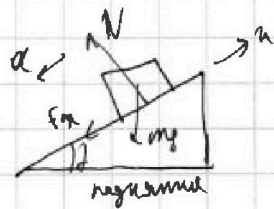
МФТИ

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!



12



$$1) \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{v_0^2}{2g} \quad \alpha = 1 \quad v = mg \cos \alpha; \mu m$$

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

$$= g\left(\frac{1}{3} - \frac{3}{5} + \frac{4}{5}\right) = g \quad \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{4}{2 \cdot 12} = \frac{1}{3}$$

$$2) v = mg \cos \alpha; \mu mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2 \quad \frac{1}{5} + \frac{1}{3} = \frac{8}{15} =$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g\left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5}\right) = \frac{3}{5}g;$$

$$S_{max} = \frac{0 - v_0^2}{-2ga_1} = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{16}{2 \cdot 12} = \frac{4}{3} \quad 0,8 \text{ м} - \text{прыжоким вылезли вверх}$$

мел, как в первом направлении $\Rightarrow S = S_1 + S_2$ т.е. прыжок $S_1 = S_{max}, S_2 = S - S_1 = S - S_{max};$

$$t_1 = t_2 = \frac{v_0 + 0}{a_1} = \frac{v_0}{g}; \quad t_1 = \frac{0 - 2a_1 v_0}{-a_1} = \frac{2v_0}{g}$$

$$t_2: S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2} \rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_2}} = \sqrt{\frac{2(S - S_{max})}{\frac{3}{5}g}} = \sqrt{\frac{10(S - S_{max})}{3g}}$$

$$\Delta t = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{g} + \sqrt{\frac{10(S - S_{max})}{3g}} = \frac{v_0}{10} + \sqrt{\frac{10 \cdot 0,8^2}{30}}$$

$$= \frac{4}{10} + \frac{2}{5} + \sqrt{\frac{1}{15}} = 0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}} = \left(\frac{2}{5} + \frac{1}{\sqrt{15}}\right) \text{ с}$$

2) ЗИМ Репетитор ВКО кемпи: Аук там карачевый

справит брима $N_{0a} = \frac{mv_0^2}{2} - u = 2 \frac{mv_0^2}{c}$, а конечная скорость

в (0) будет равна 0: ЗИМ $\frac{mv_0^2}{2} = F_k - F_{tr} = \Delta p;$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mg \cos \alpha; \quad S(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha)$$

$$S(g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)) = \frac{mv_0^2}{2} \quad S = \frac{mv_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{v_0^2}{2g}; \quad t = \frac{v_0 + 0}{g}$$

$$\text{в (0) Земля: } t = \frac{0 - v_{0a}}{g} = \frac{v_{0a}}{g} \neq \frac{v_0}{g};$$

$$\text{в (0) Земля: } L < S + u \cdot t = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{u v_{0a}}{g} = \frac{v_0}{g} \left(\frac{v_0}{2} + u\right) = \frac{2}{10} (1+1) = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ м}$$

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!



3) В СО ленте: $v_0 = -u = 2 \frac{u}{c}$ и направлена вниз;

$$l = \frac{v_0}{a_1} + \frac{u}{a_2} = \frac{0 - v_0 u}{-a_1} + \frac{v_0 u}{-a_2} = \frac{v_0 u}{g} - \frac{u}{\frac{g}{3}} = \frac{(1-u)^2 - 0}{-a_2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{u}{\frac{g}{3}}$$

$$t = \frac{v_0}{a_1} + \frac{u}{a_2} = \frac{0 - v_0 u}{-a_1} + \frac{v_0 u}{-a_2} = \frac{v_0 u}{g} + \frac{u}{\frac{g}{3}}$$

$$t = \frac{2}{10} + \frac{2}{\frac{g}{3}} = \frac{2}{10} + \frac{2}{6} = \frac{1}{5} + \frac{1}{3} = \frac{3+5}{15} = \frac{8}{15}; \quad t = \frac{8}{15}$$

$$l = \frac{2^2}{10} - \frac{2^2}{\frac{g}{3}} = \frac{4}{10} - \frac{4}{6} = \frac{2}{5} - \frac{2}{3} = \frac{4-10}{15} = -\frac{4}{15}$$

$$s_2 = l_0 = u t = 2 \cdot \frac{8}{15} = \frac{16}{15}; \quad \frac{16}{15}$$

$$L^2 = (v_0 t)^2 + \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2 -$$

$$- 2 v_0 t \frac{g t^2}{2} \sin \alpha;$$

$$L^2 = v_0^2 t^2 + \frac{g^2}{4} t^4 -$$

$$- 2 v_0 g t^3;$$

$$L^2 = v_0^2 \cdot \frac{s^2}{4 v_0^2 \cos^2 \alpha} + \frac{g^2}{4} \cdot \frac{s^4}{v_0^4 \cos^4 \alpha} -$$

$$- 2 v_0 g \frac{s^3}{v_0^2 \cos^3 \alpha} = \frac{s^2}{\cos^2 \alpha} + \frac{g^2 s^4}{4 v_0^4 \cos^4 \alpha} -$$

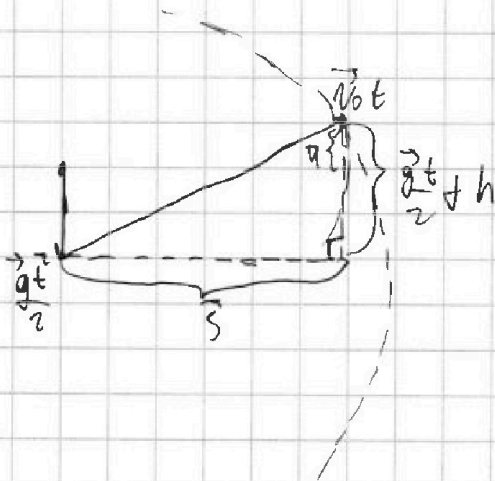
$$- 2 v_0 g \frac{s^3}{v_0^2 \cos^3 \alpha};$$

$$S_{\max} = 0 = v_0 L \sin \alpha - \frac{g s^2}{2}; \quad v_0 \sin \alpha = \frac{g s^2}{2} \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$S_{\max} = v_0 \cos \alpha t = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}; \quad S_{\max} \text{ при } \sin 2\alpha = 1 \Rightarrow S_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = 40 \text{ м.}$$

$$t_{\text{гид}} = \frac{g s^2}{2 v_0^2}; \quad h = \frac{g t^2}{2} = \frac{(g s^2 / 2 v_0^2)^2}{2} = \frac{g s^4}{4 v_0^4};$$

$$h' = s t_{\text{гид}} = \frac{g s^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} =$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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 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!

