



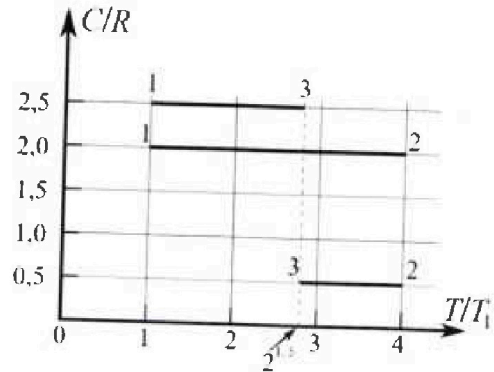
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

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



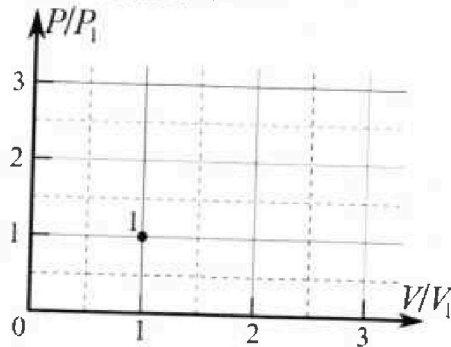
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



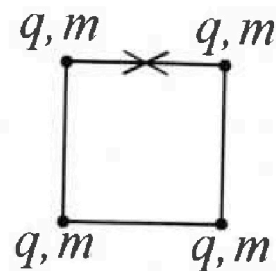
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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 сверху (на рисунке)?



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



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

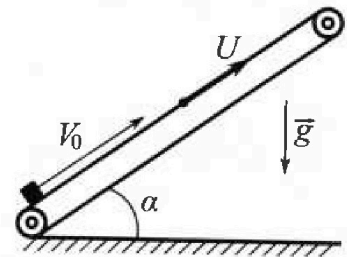
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>. 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.

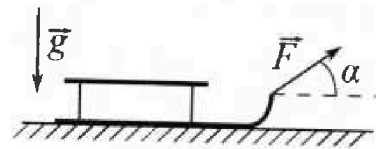
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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  $\mu$  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.

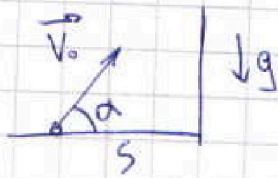
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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.  $T = 2c$   $g = 10 \frac{м}{с^2}$  (учк в падежи)  $S = 20 м$  (расст от точки вылета до с)
- $V_0$  - нач. скорость мяча  $t$  - время полета до удара
- $H$  - высота от пола места удара мяча об стенку
- $\alpha$  - угол, под которым бросили мяч



1) за время  $T$  скорость мяча становится 0

$$T = \frac{V_0 - 0}{g} = \frac{V_0}{g} \quad V_0 = Tg$$

$$V_0 = 2c \cdot 10 \frac{м}{с^2} = 20 \frac{м}{с}$$

2)  $S = V_0 \cos \alpha \cdot t$   $t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$

$$H = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

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

$$H = -\frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2}$$

Заметим, что min знач  $H$  будет при  $\tan \alpha = -\left(\frac{S}{2 \frac{-g S^2}{2 V_0^2}}\right) = \frac{V_0^2}{g S}$

т.к.  $H(\tan \alpha)$  - квадратич. функ.

$$H = -\frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{V_0^4}{g^2 \cdot S^2} + S \cdot \frac{V_0^2}{g S} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{-V_0^2}{2g} + \frac{V_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} =$$

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

$$H = \frac{(20 \frac{м}{с})^2}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2}} - \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot (20 м)^2}{2 \cdot (20 \frac{м}{с})^2} = 15 м$$

Ответ:  $V_0 = 20 \frac{м}{с}$ ,  $H = 15 м$



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.  $\alpha$  - угол наклона трамвайной колеи,  $V_0$  - нач. скорость коробки,  $U$  - скорость гб трамвайной колеи

$S = \frac{V_0^2}{2a}$     1) зг.н.  $ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha + \mu N = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$   
 $\sin \alpha = 0,8 = \frac{4}{5}$      $a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$   
 $\cos \alpha = \frac{3}{5}$      $a = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (\frac{4}{5} + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5}) = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $S = V_0 t - \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow -\frac{a}{2} t^2 + V_0 t - S = 0$   
 $t = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2aS}}{a}$     замечаем, что  $(V_0^2 - 2aS) < 0$

$t = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \pm \sqrt{(4 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 - 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{м}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$

$\Rightarrow$  т.к. коробка не может до  $S_1 = \frac{V_0^2}{2a}$  ( $S_1 = 0,8 \text{ м}$ ) и повернется и начнет ехать с  $a_2$

$a_2$  направл. аналогично  $a$ ,

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

$a_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5}) = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \Rightarrow t_2 = S_2 = S - S_1 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$

$t_2 = \sqrt{\frac{2(S-S_1)}{a_2}}$      $t_1 = \frac{V_0}{a_1}$      $t = t_1 + t_2 = \frac{V_0}{a_1} + \sqrt{\frac{2(S-S_1)}{a_2}}$

$t = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + \sqrt{\frac{2 \cdot (1 \text{м} - 0,8 \text{м})}{6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = (0,4 + \sqrt{\frac{0,4}{6}}) \text{с} \approx 0,65 \text{ с}$

2) м.к.  $v_{\text{абс}} = v_{\text{амп}} + v_{\text{тр}}$ , т.е.  $V = U = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  будет тогда, когда  $v_{\text{амп}} = 0$

$L = S' + Ut$ , где  $S'$  - сколько коробки, прошла с момента  $t=0$  т.е.

$S' = \frac{V_0^2}{2a}$      $S' = \frac{(4 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,8 \text{ м}$

$t = \frac{V_0}{a_1}$      $t = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,4 \text{ с}$

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

3)  $v_{\text{абс}} = v_{\text{амп}} + v_{\text{тр}} \Rightarrow -v_{\text{амп}} = U$

$\Delta L$  - путь, пройденный коробкой с момента  $t=0$  т.е.

$\Delta L = Ut' - \frac{v_{\text{амп}}^2}{2a_2} = Ut' - \frac{U^2}{2a_2}$

$t' = \frac{U}{a_2}$

$\Delta L$  - путь, пройденный трамваем, с момента  $t=0$  т.е.

$Ut' -$  путь, пройденный трамваем, с момента  $t=0$  т.е.

$\frac{U^2}{2a_2} -$  сколько путь, пройденный трамваем, с момента  $t=0$  т.е.

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!

$$\Delta L = U \cdot \frac{U}{a_c} - \frac{U^2}{2a_c} = \frac{U^2}{2a_c} \quad \Delta L = \frac{(2 \frac{U}{c})^2}{2 \cdot 6 \frac{U}{c^2}} = 0,3 \text{ м}$$

$$H = (L + \Delta L) \cdot \sin \alpha$$

$$H = (1,6 \text{ м} + 0,3 \text{ м}) \cdot \frac{4}{5} = 1,52 \text{ м}$$

Ответ:  $t = 0,65 \text{ с}$

$$L = 1,6 \text{ м}$$

$$H = 1,52 \text{ м}$$

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.  $V_0$  - начальная скорость,  $m$  - масса санки,  $\alpha$  - угол,  $F$  - сила тяги,  
 $g$  - ускорение свободного падения,  $\mu$  - коэффициент трения,  $t$  - время остановки

III. к. санки разогнаны до одинаковой скорости до одинаковой скорости  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  ускорения были равны

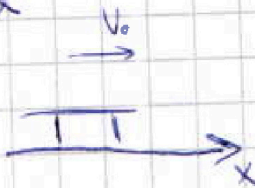
$m$  не изменилось  $\Rightarrow$  сила тяги была равна равнодействующая сил  
вдоль оси движения не изменилось.

$N_1, N_2$  - силы реакции опоры в 1 и 2 случае соответственно  
 $F_{\text{тр}1} = \mu N_1$       $N_1 = mg$       $N_2 = mg - F \sin \alpha$

$$F - F_{\text{тр}1} = F \cos \alpha - F_{\text{тр}2}$$

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

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



после разгона на санки вдоль оси движения действует  
только сила трения равная силе тяги в 1 сл.  $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta p = F_{\text{тр}} \cdot t$  по 3.С.У

$$\Delta p = m v_0 - 0 = m v_0$$

$$t = \frac{\Delta p}{F_{\text{тр}}} = \frac{m v_0}{\mu m g} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

4)  $Q = c_0 \Delta T = \Delta U + A_{12}$       $\Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$   
 $Q$  - масса тела,  $\Delta U$  - внут. энергия газа,  $c_0$  - масса тела  
 $\Delta T_{12}$  - разн. температур в 1-2  
 $A_{12} = Q - \Delta U = \nu \Delta T_{12} (c_0 - \frac{3}{2} R) = \frac{1}{2} R \Delta T_{12} \Rightarrow Q = 4 A_{12}$

$Q = A_{12} = \frac{Q}{4} = \frac{c_{12} \cdot (4T_1 - T_1) \cdot \nu}{4} = \frac{2R \cdot 3T_1 \cdot \nu}{4}$

$A_{12} = \frac{6 \cdot 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 400К \cdot 1 моль}{4} = 4986 Дж$

2) м.к.  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \Delta U_{12} = 3 A_{12}$   
 $A_0$  - общ. работа газа  
 $Q_0$  - общ. энерг.  
 $\eta = \frac{A_0}{Q_0} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}$   
 $A_{12} = 0,25 Q_{12}$   
 $A_{23} = -0,5 Q_{23}$   
 $A_{31} = 0,25 Q_{31}$   
 $Q_{12} = 4 A_{12} = Q_{12} \cdot 0,25$   
 $Q_{23} = A_{23} = -0,5 Q_{23}$   
 $Q_{31} = A_{31} = 0,25 Q_{31}$

$Q_{23}$  и  $Q_{31}$  элементы системы  
 2-3:  $0,5 \nu R \Delta T_{23} = 1,5 \nu R \Delta T_{23} - 4 \nu R \Delta T_{23}$   
 3-1:  $0,5 \nu R \Delta T_{31} = 1,5 \nu R \Delta T_{31} + \nu R \Delta T_{31}$   
 $\Rightarrow \eta = \frac{0,5 \nu R \Delta T_{12} + \nu R \Delta T_{23} - 0,5 \nu R \Delta T_{31}}{2 \nu R \Delta T_{12} - 0,5 \nu R \Delta T_{23} - 0,5 \nu R \Delta T_{31}} = \frac{0,5 \cdot 3T_1 + (4-2,82)T_1 - (2,82-1)T_1}{2 \cdot 3T_1 - (4-2,82)T_1 - 0,5-2,5 \cdot (2,82-1)T_1}$

$= \frac{6,5 - 5,64}{6,5 + 1,41 - 6,05} = \frac{0,86}{1,86} \approx 0,41$  или  $\eta = 41\%$

3) 3-1:  $c_0 = 2,5$

Ответ:  $A_{12} = 4986 Дж$   
 $\eta = 41\%$

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!

5  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$



т.к. заряды шарика находятся в равновесии  
 $\Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 = 0$

$$\sqrt{2} T = \sqrt{2} \cdot k \left(\frac{q}{8}\right)^2 + \frac{1}{2} k \left(\frac{q}{8}\right)^2$$

$$T = k \left(\frac{q}{8}\right)^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{2} + \frac{1}{2}}{\sqrt{2}}\right) = k \left(\frac{q}{8}\right)^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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

$$\begin{array}{r} 860 \\ 186 \\ \hline 0,4 \end{array}$$

$$0,86 + 0,86 = 1,72$$

$$\frac{186}{86} = \frac{286+14}{86}$$

$$\begin{array}{r} 860 \\ 744 \\ \hline 1160 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 186 \\ 0,406 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 186 \\ 4 \\ \hline 744 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 186 \\ 5 \\ \hline 930 \end{array}$$

$$2 + \frac{14}{86}$$

$$4 \nabla \uparrow \Rightarrow p \nabla \uparrow$$

$$p \Delta V = \nu R \Delta T_{3i}$$

$$\frac{2}{3} \nu R \Delta T$$

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!

$$C_0 \Delta T = \frac{Q}{\rho \Delta T} \cdot \Delta T = \frac{Q}{\rho} \quad \rho = 1 \text{ масс}$$

Q

Q

$$Q = \dots \cdot C_0 \Delta T$$

$\frac{1}{2}$

$$\frac{2+1-2}{2,5+2+0,5} = \frac{1}{4} = 25\%$$

$\frac{3-2}{2}$

$\frac{3+2}{2}$

$$A = \frac{1}{2} \rho R \Delta T$$

$$\frac{1}{2} \rho R \Delta T$$

$$Q = 4A$$

860  
186  
150  
05  
05

$\frac{3-2}{2}$

$$\rho R \Delta T$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = \frac{1}{2} \rho R \Delta T + \frac{1}{2} \rho R \Delta T \quad A$$

$\frac{3}{2} + 1$

$$\frac{2R \cdot 3T}{4}$$

$$Q = C_0 \Delta T = \Delta U + A_{1,2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \rho R \Delta T$$

$$\frac{3}{2} \rho R \Delta T$$

$$\frac{6,8,31 \cdot 400 \cdot 1}{4} = 6,831$$

4986

$$-A = A_{1,2}$$

$2^{\frac{3}{2}}$

Q →

$$\frac{3}{2} A - A = Q$$

$$A = -0,5 Q$$

$$\frac{-1}{0,5} = -2$$

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow 0,5 \rho R \Delta T = \frac{3}{2} \rho R \Delta T - 1 \rho R \Delta T$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \rho R \Delta T_{12} + \rho R \Delta T_{23} - \rho R \Delta T_{31}}{2 \rho R \Delta T_{12} - 0,5 \rho R \Delta T_{23} - 2,5 \rho R \Delta T_{31}}$$

2,82

$$1,5 + 4 + 1$$

$$2 \sqrt{2} = 2,82$$

5,64

$$1,5 + 3 - 2 \cdot 2,82$$

$$\frac{6 - 2 + 1,41 - 2,5 \cdot 2,82 + 2,5}{6,5 + 1,41 - 6,05} = \frac{1 - 0,14}{1,41 + 0,45} = 0,86$$

1,41

6,05

6,5 + 5,64

$$6,5 + 1,41 - 6,05$$

$$= \frac{1 - 0,14}{1,41 + 0,45} = 0,86$$

$$1,41 + 0,45$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

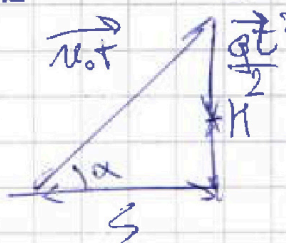
- 1  2  3  4  5  6  7



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



$$\frac{v_0}{g} = T \Rightarrow v_0 = gT$$



$$v_0 t \cos \alpha = s \Rightarrow t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$

$$v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = H$$

сдТ

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$s \operatorname{tg} \alpha \quad \text{сдТ} = \frac{Q}{\partial \Delta T} \Delta T = \frac{Q}{g} = Q$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + 1 = \frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = 1$$

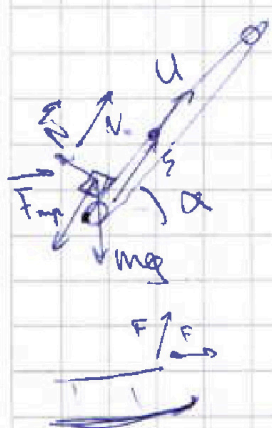
$$H = s \operatorname{tg} \alpha - \frac{gs^2}{2v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) \quad -b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}$$

$$H = -\frac{gs^2}{2v_0^2} \operatorname{tg}^2 \alpha + s \operatorname{tg} \alpha - \frac{gs^2}{2v_0^2}$$

$$\left[ \frac{gs^2}{2v_0^2} \right] \operatorname{tg} \alpha = -\frac{b}{2a} = \frac{-s}{2 \cdot \frac{gs^2}{2v_0^2}} = \frac{v_0^2}{gs}$$

$$H = -\frac{gs^2}{2v_0^2} \frac{v_0^4}{g^2 \cdot s^2} + s \cdot \frac{v_0^2}{gs} - \frac{gs^2}{2v_0^2} \quad \frac{400}{20} - \frac{4000}{800}$$

$$H = -\frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{gs^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gs^2}{2v_0^2} \quad 20 - 5 = 15$$



$$v_0 = (v_0 + u) \quad F_{\text{fr}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = 0.8 = \frac{4}{5}$$

$$mg \cos \alpha \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - 0.64} = \sqrt{0.36} = \frac{3}{5}$$

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

$$s = v_0 t - a$$

$$\frac{v_0}{t} = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F \cos \alpha - (\mu mg - F \sin \alpha)}{m}$$

$$\frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m}$$

$$\frac{F}{m} \mu g = \frac{F}{m} g (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \quad \mu g$$

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