



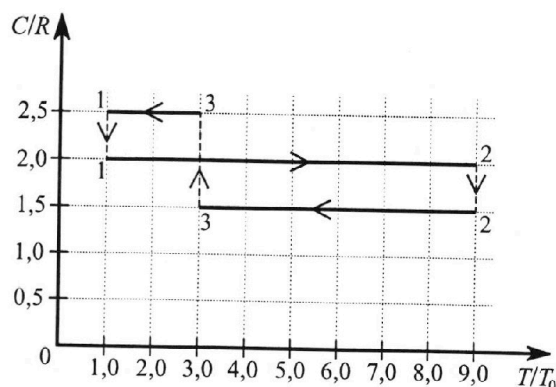
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $\nu = 3$  моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 270 \text{ K}$ .

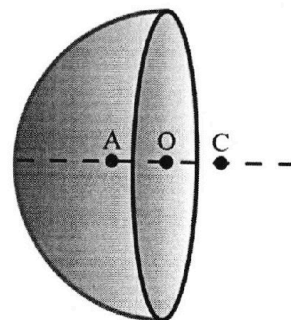


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу  $A_1$  газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 250 \text{ кг}$  за  $N = 15$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ . Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд  $Q$ . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние  $R$ . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой  $m$ , заряд  $q$ . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О скорость частицы равна  $V$ . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



1. Найдите скорость  $V_O$  частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость  $V_C$  частицы в точке С.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



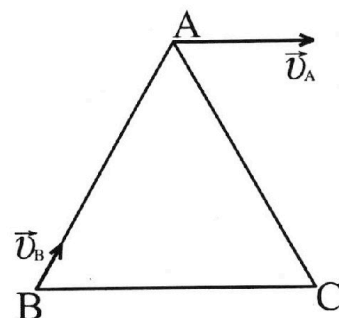
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент  $t = 0$  оказалось, что скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC и по величине равна  $v_A = 0,8$  м/с, а скорость  $\vec{v}_B$  вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника  $a = 0,4$  м.



1. Найдите модуль  $v_B$  скорости вершины B.

2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

Пчела массой  $m = 60$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

3. Найдите модуль  $R$  равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

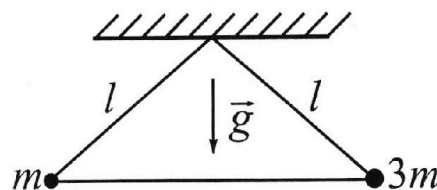
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте  $H$  разорвался фейерверк, если известно, что на высоте  $h = 11,2$  м фейерверк летел со скоростью  $V = 4$  м/с? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте  $H$  фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 16$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{MAX}}$  между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами  $m = 80$  г и  $3m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины  $L = 1,2l$ . Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_2$  ускорения шарика массой  $3m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .

2. Найдите модуль  $a_2$  ускорения шарика массой  $3m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

3. Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



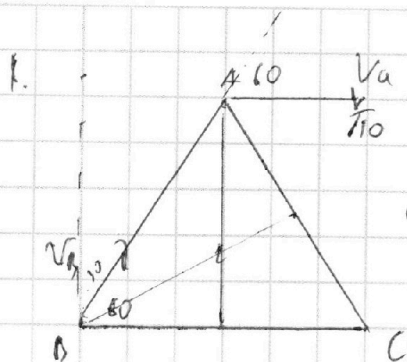
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



СТРАНИЦА

1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



По формуле косинуса  $\cos 60^\circ = \frac{h}{c}$  или  $V_B = V_A \cdot \cos 60^\circ = 0,4 \text{ м/с}$

Следует найти угловую скорость вращения на

пересечении высот тогда как расстояние

2. По формуле от точки A, чтобы система совершила оборот надо чтобы BC провинулось один раз BC пробегает окружность BC можно считать как  $2\pi R$

Время прохода точки A со скоростью  $V_B \cdot (0,76)$

$$T = \frac{2\pi R}{V} = \frac{2\pi \cdot \frac{1}{2}}{0,4 \cdot 0,76} = \frac{2\pi}{0,304} = \frac{2 \cdot 3,14}{0,304} = \frac{6,28}{0,304} = 20,66 \text{ с}$$

$$\text{за } 4T = \frac{2\pi}{0,304}$$

3. Когда тело движется на нем будет действовать сила тяжести

и сила реакции опоры и сила трения, при этом  $F_{\text{тр}} = R$

и сила трения будет создавать ~~центростремительное~~ нормальное ускорение

$$F_{\text{тр}} = m a_n = R, \quad a_n = \frac{(V_B \cos 60^\circ)^2}{r} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 0,16}{0,4} = 3 \cdot 0,4 = 1,2 = 0,6 \text{ м/с}^2$$

$$R = m a_n = 0,6 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$$\text{Омбл: } 1. 0,4 \text{ м/с}$$

$$2. \frac{6\pi}{5}$$

$$3. 3,6 \cdot 10^{-3}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2.

$$\begin{cases} h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ v = v_0 - gt \end{cases} \rightarrow$$

$$\begin{cases} h_{1,2} = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ v = v_0 - gt \end{cases}$$

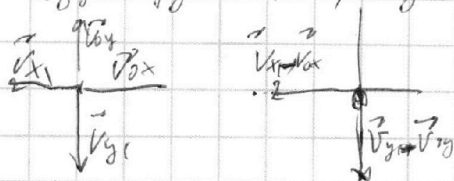
$$\begin{cases} h_{1,2} = (10t + 4)t - \frac{gt^2}{2} \\ v_0 = 10t + 4 \end{cases}$$

$$h_{1,2} = 10t^2 + 4t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow 5t^2 + 4t - h_{1,2} = 0 \Rightarrow t = \frac{-4 \pm \sqrt{16 + 5g \cdot 4}}{10} = \frac{-4 \pm \sqrt{28g}}{10}$$

$$\frac{-4 + 4\sqrt{11}}{10} = \frac{-2 + 2\sqrt{11}}{5} = t \Rightarrow v_0 = -4 + 4\sqrt{11} + 4 = 4\sqrt{11} \Rightarrow mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h = \frac{16 \cdot 11}{20} = \frac{4 \cdot 11}{5} = 4.4 = 12 \text{ м}$$

т.к. на высоте  $h$  по скорости тела равно направлению второй скорости  
также можно считать, что скорость по модулю по направлению противоположна  
по направлению горизонтальной скорости первой  $v_{0x} = v_{1x}$  т.е.  
 $v_1$  это скорость второго камня после столкновения и с вертикальной  
компонентой только из скорости изначально отнюдь не равно  
взрыву тогда рассмотрим при каком направлении скорости  
они отходят на минимальное расстояние, если их перемещать  
в СО первого камня то второй будет скоростью второй  
будет ускорен, а значит минимальное расстояние будет достигнута  
при  $\vec{v}_{y1} \cdot \vec{v}_{y2} = 0 \Rightarrow v_{0y} = v_{y1} = 0 \Rightarrow$



$$\vec{v}_{0x} = \vec{v}_0 \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow$$

$$d = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow$$

т.е.  $d$  это расстояние

от точки взрыва до по горизонтальной от точки взрыва до

подачи первого камня тогда расстояние между двумя камнями это

$$2 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = 32 \cdot \sqrt{\frac{11}{10}} = 32 \sqrt{\frac{11}{10}}$$

Ответ: 1 12 м

$$2. \quad \frac{32\sqrt{11}}{\sqrt{10}} \cdot \frac{32\sqrt{11}}{55}$$





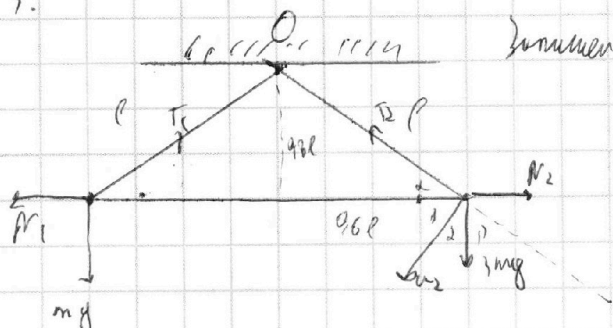
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3.



Итак, чтобы ответить по  
точке 0

$$\begin{aligned} 3mg \cdot l \cdot 0.6 - mg \cdot l \cdot 0.6 &= \\ 2mg \cdot l \cdot 0.6 &= 4mg \cdot l \cdot 0.6 \cdot \sin \alpha \quad [ \{ \Rightarrow \} \\ 2mg \cdot 0.6 &= 4m \cdot \frac{a}{l} \cdot 0.6 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$a = \frac{1 \cdot 400}{4} = \frac{1 \cdot 40}{40} = \frac{60}{20} = \frac{30}{10} = 3 \text{ м/с}^2$$

Ускорение системы горизонтально

$$m_1 = 10 \text{ кг} = 0.6 \Rightarrow T_2 - 3mg - m_2 - N_2 \cos \alpha = 3ma,$$

$$T_2 \cos \alpha = 3mg \Rightarrow T_2 = \frac{3mg}{\cos \alpha} \quad \frac{3mg}{\cos \alpha} - 3mg \sin \alpha - N_2 \cos \alpha = 3ma \Rightarrow$$

$$\frac{3 \cdot 4 \cdot 10}{0.6} - 3 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 0.6 - N_2 \cdot 0.6 = 3 \cdot 10 \cdot a \Rightarrow 200 - 72 - 0.6 N_2 = 30a \Rightarrow$$

$$0.6 N_2 = 128 \Rightarrow N_2 = \frac{128}{0.6} = \frac{256}{3}$$

Аналог: 1. 0.6

2. }

3.  $\frac{256}{3}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

7.  $C_0 = \frac{C}{D} \Rightarrow C_{op} = \frac{1+2}{2} R$  (меньше при убооре)

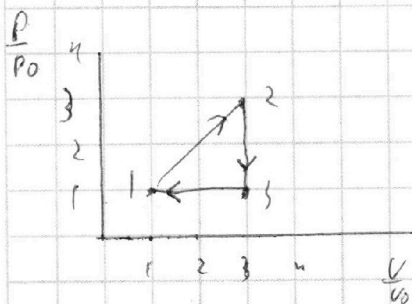
$C_{ov} = \frac{1}{2} R$  (меньше при убооре) т.к. из соотношений  $\Rightarrow$

$1 \Rightarrow C_{op} = \frac{5}{2} R = 2,5 R$ ,  $C_{iv} = \frac{3}{2} R = 1,5 R \Rightarrow$  из убоора

можно понять что ~~3-1~~ 3-1 это убоор, а 2-1 это убоор.

т.к.  $T_3 = 3T_1$  (из убоора) и 3-1 это убоор  $\Rightarrow V_3 = 3V_1$ ,

т.к.  $T_2 = 3T_1$  (из убоора) и 2-1 это убоор  $\Rightarrow P_2 = 3P_1 \Rightarrow$



А значит это площадь заштрихованной фигуры  $\Rightarrow$

$A = \frac{(3V_0 - V_0)(3P_0 - P_0)}{2} = 2P_0V_0$ ,  $P_0V_0 = 2RT_0$  (из уравнения)

$A = 2 \cdot 2RT_0 = 2 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 10 = 6 \cdot 27 \cdot 83,1 = 162 \cdot 83,1 = 13462,2 \text{ Дж}$

а)  $A_n = 0,5 A \Rightarrow$  всего совершено  $0,5 A$  полезной работы, которая

полезна на поднятие груза на высоту  $H \Rightarrow M_{гн} = 0,5 A \cdot H \Rightarrow$

$H = \frac{0,5 A_n}{M_{гн}} = \frac{0,5 \cdot 13462,2}{2500} = \frac{100966,5}{2500}$

$A = 13462,2 \text{ Дж} = 2DR_0$

Ответ:  $H = \frac{0,5 A_n}{M_{гн}} = \frac{100966,5}{2500}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

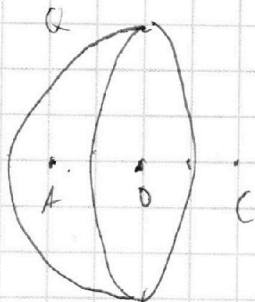


СТРАНИЦА

15 ИЗ 15

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5.



$$W_A = \frac{mv^2}{2} \text{ из условия 4) C2}$$

$$W_A = \frac{mv_0^2}{2} + W_0, \quad W_0 = \frac{kqQ}{R} = 1$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - \frac{kqQ}{R} \Rightarrow mv_0^2 = mv^2 - \frac{2kqQ}{R} \Rightarrow$$

$$v_0^2 = v^2 - \frac{2kqQ}{Rm} \Rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kqQ}{Rm}}$$

$$F = Eq, \quad \Delta q = Ed \Rightarrow qQ = \frac{kqQ}{R^2} \cdot d \Rightarrow A = \frac{kqQ}{R^2} \cdot d =$$

$$\frac{kqQd}{R^2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kqQ}{R^2} \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{2mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$$

$$2v_0^2 = v^2 \Rightarrow v_c = v_0\sqrt{2}$$

Ответ: 1.  $v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kqQ}{Rm}}$

2.  $v_c = \sqrt{2}v_0$

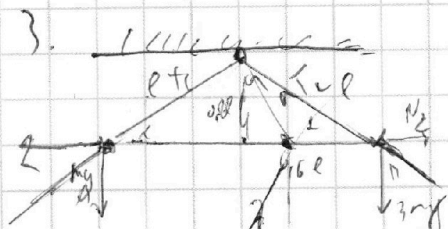


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



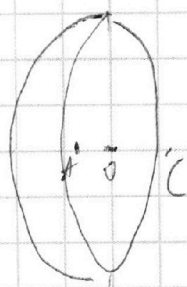
$$T = m g m_2 - N_2 \cos \alpha = 0$$

$$N_2 = T_2 \cos \alpha$$

$$N_1 = T_1 \cos \alpha$$

$$T - m g m_2 - N_2 \cos \alpha = 0$$

$$T_1 - m g m_2 - N_1 \cos \alpha = 0$$



Q

$$L_A = \frac{m v^2}{2} \rightarrow \dots$$

$$L_A - L_0 = \frac{m v^2}{2}$$

$$L_0 = \frac{m v^2}{2}$$

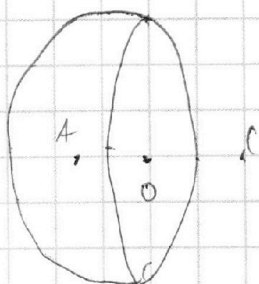
$$\varphi_A - \varphi_0 - \varphi_0 - \varphi = \frac{m v^2}{2}$$

$$\varphi (\varphi_A - \varphi_0) = \frac{m v^2}{2}$$

$$L_A - \varphi_0 \varphi = \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{m v^2}{2} - \varphi_0 \varphi = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \varphi_0 \varphi =$$

$$\varphi \left( \frac{k a}{r} - \frac{k a}{r \cos \alpha} \right) = \frac{m v^2}{2} \quad F = F_0 \varphi$$



$$\frac{1}{2 \alpha}$$

$$\frac{1}{2 \alpha}$$

$$\frac{1}{2 \alpha}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

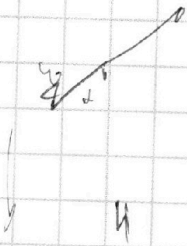
5  
☐

6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

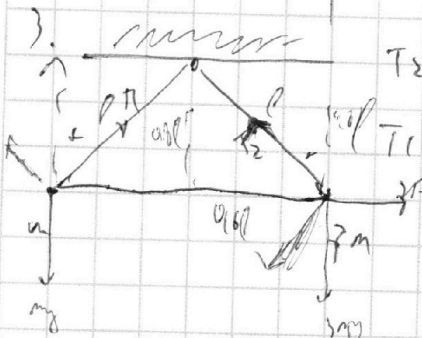
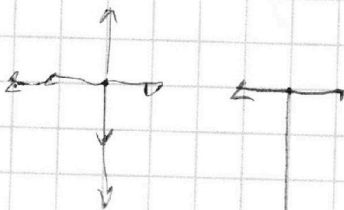


$$h = v_0 \sin \alpha + \frac{g t^2}{2}$$

$$g t^2 + 2 v_0 \sin \alpha t - 2h = 0$$

$$t = v_0 \sin \alpha \left( 1 \pm \frac{-2 v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{4 v_0^2 \sin^2 \alpha + 8 g h}}{2g} \right)$$

$$2x = v_0 \cos \alpha \left( \frac{-2 v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{4 v_0^2 \sin^2 \alpha + 8 g h}}{g} \right)$$



$$T_2 \cos \alpha = 3mg \quad T_2 = 3T_1$$

$$m_1 = 0.6$$

$$m_2 = 0.6$$

$$T_1 \cos \alpha = mg$$

$$T_1 \cdot 0.6 = mg$$

$$T_1 = T_1 \cdot 0.6 \quad (T_1 = aR)$$

$$T_1 \cos \alpha = N$$

$$T_2 \sin \alpha = 3N$$

$$mg \cdot 0.6 - 0.6(1)mg = -2mg \quad I \cdot \epsilon = mR^2 \cdot \epsilon = mR^2 aR \quad \epsilon = a$$

$$FR = mR^2 aR$$

$$F = maR$$

$$I = mR^2$$

$$\frac{I \omega}{L} = \frac{mR^2 \omega}{L} = \frac{I \cdot \epsilon}{L} = \frac{m \cdot R^2 \cdot a}{L}$$

$$-2mg \cdot 0.6 = mR^2 \cdot a$$

$$FR = d\epsilon \Rightarrow FR = mR^2 \cdot \epsilon \quad F = mR^2 \cdot a \quad \epsilon R = a$$

$$-2mg \cdot 0.6 = I \cdot \frac{a}{R} = 2 \cdot 0.6 \cdot R = 4 \cdot 0.6^2 \cdot a \Rightarrow a = \frac{2 \cdot 0.6}{4} = \frac{1.2}{4}$$

$$2mg \cdot 0.6 = \frac{4 \cdot 0.6^2 \cdot a}{R}$$

$$a =$$

$$\begin{array}{r} 32.5 \\ - 2.4 \\ \hline 30.1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30.1 \\ - 2.4 \\ \hline 27.7 \end{array}$$

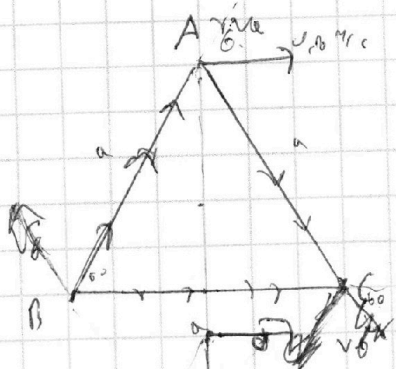


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

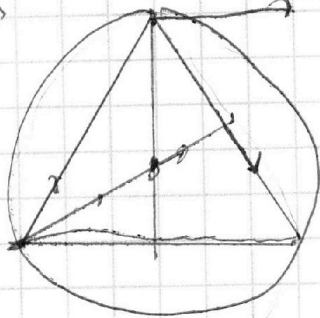
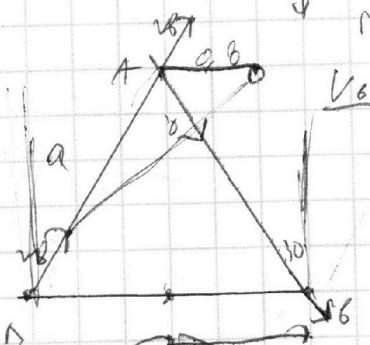
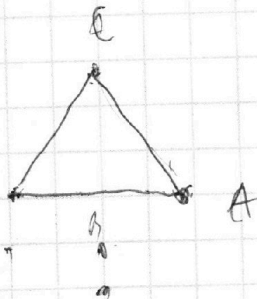
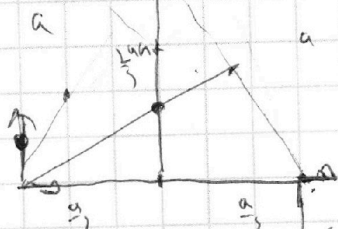
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$V_8 = 26 \cos 60^\circ = 13 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 12311 \\ 134622 \\ \hline 95 \end{array}$$

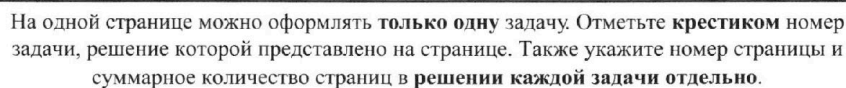
$$\begin{array}{r} 643110 \\ 2359 \end{array}$$



$$\frac{2 \text{ м} \cdot \text{Р}}{V_B \cos 30^\circ}$$

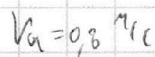
$$\frac{2 \text{ м}}{V_B \cos 30^\circ} = \frac{2 \text{ м}}{V_B \cdot 0.866} = \frac{2 \text{ м}}{0.866 V_B}$$



7  
□

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$V_0 = V_a \cos 60 = 98.5 \times \frac{1}{2} = 49.25$$

94 - 1260 >  $94 \cdot \frac{5}{1} = 425$

$$\frac{0,25 \cdot 2}{1} = \frac{0,5}{1} = \frac{0,5}{1} = R$$

$$I = \frac{2 \mu R}{r} = \frac{2 \mu \cdot 29.5}{3 \cdot 0.6} = \frac{45}{1} \Rightarrow qT = \frac{4 \mu \sqrt{5}}{1}$$

$$\vec{R} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_p$$

$$F_p = m \vec{a} \quad R = m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot \frac{8}{10} \cdot \frac{8}{10} \cdot \frac{1}{495}$$

2.

$$v(t) = v_0 - gt$$

$$V = V_0 - gt$$

$$y = v_0 - 10t$$

$$y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$V_0 = 9.106$$

$$11,2 = (1110t) t - 5t^2 \Rightarrow 11,2 = 1110t^2 - 5t^2 \Rightarrow 11,2 = 1105t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{11,2}{1105} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{11,2}{1105}} \approx 0,0317 \text{ s}$$

$$x^2 + 4x - 11 \Rightarrow x^2 + 4x + 4 - 15 = 0$$

$$P = (600 + 2)400 = 24000 = 100\sqrt{400} \quad 2) \cancel{40 = 9 + 100\sqrt{400}} \quad 1)$$

$$\begin{array}{r} 12400 \\ 1000 \\ \hline 29000 \end{array}$$

$$h = \frac{w^2}{2g} =$$

$$t = \frac{-90 \pm \sqrt{10540}}{100} = \frac{-9 \pm \sqrt{1240}}{10}$$

$$\frac{-4 + 4\sqrt{5}}{10}$$

$$V_0 = \frac{-2 + 2\sqrt{9}}{2}$$

$$\frac{v_0}{2} = y_4$$

$$h = \frac{v_0}{2y}$$

$$h = \frac{\rho_{\text{gas}}}{\rho_{\text{liq}}} \left[ \frac{2 \gamma \cos \theta}{r} \right]$$

$$\eta = \frac{V_0}{n_2} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$b \quad y^2 + 14x + 11y = 0$$

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$d = L + 2x$$

$$d = L + 2x$$

$$d = \frac{2V_0^2 \cos^2 \theta}{g} + \frac{2L \cos \left( -\cos \theta + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \theta + gH} \right)}{g}$$

$$9 \omega^2 (a \pm a) \rightarrow 2 \hbar^2 c a^2 m^2 + 2 \hbar c a \sqrt{\hbar^2 a^2 + 9 \hbar^2}$$