



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

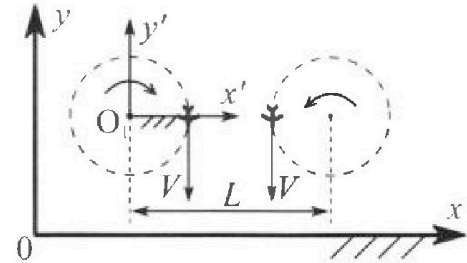
Вариант 10-03

$$\frac{m \cdot m^2}{c^2}$$



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 60 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 360 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

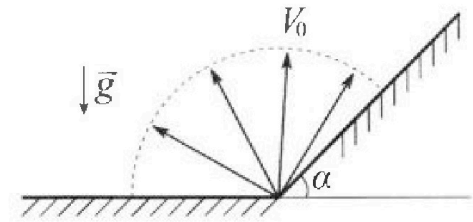


1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,8 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

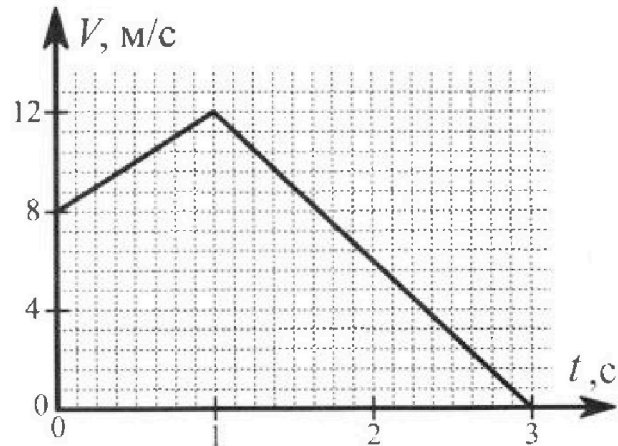
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков  $H = 45 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

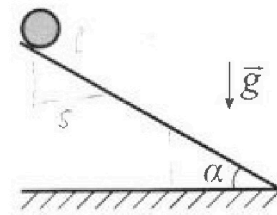
$$v = \omega R = \frac{1}{c} \cdot m$$

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в  $n = 3$  раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно  $S = 1 \text{ м}$ ?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

$$\cos \alpha = \frac{5}{e} \quad l = \frac{5}{\cos \alpha}$$



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 960$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 48$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 30$  К.

1. Найдите работу  $A$  смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

$$\begin{array}{r} \overline{324} \\ 28 \overline{) 324} \\ \underline{28} \phantom{0} \\ 44 \phantom{0} \\ \underline{44} \\ 0 \end{array}$$

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода  $U = \frac{5}{2} PV$ .

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} > 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.

Через неко торое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?

Handwritten solution for problem 5.2:

Diagram: A coordinate system with a vertical axis  $y$  and a horizontal axis  $x$ . Two horizontal lines represent the capacitor plates at  $y=0$  and  $y=d$ . A particle starts at  $(0, d/8)$  with velocity  $V_0$  pointing to the right. The trajectory is a parabola opening downwards, crossing the  $x$ -axis at  $x=R$ .

Equations and calculations:

$$V = \left[ \frac{m \cdot H}{K \cdot h} \right] = \frac{d \cdot F}{q}$$

$$F_0 = \frac{k q q_0}{d^2}$$

$$F = \frac{k q q_0}{\left(\frac{7d}{8}\right)^2}$$

$$X = \frac{m^2 H}{K h^2} = \frac{64 \cdot 49 \cdot k q q_0}{49 d^2} + \frac{64 \cdot k q q_0}{49 d^2}$$

$$H = X \frac{K h^2}{m^2} = \frac{64 \cdot 48 \cdot k q q_0}{49 d^2}$$

Final calculation for  $V$ :

$$V = \frac{d \cdot F}{q} = \frac{d \cdot \frac{64 \cdot 48 \cdot k q q_0}{49 d^2}}{q} = \frac{64 \cdot 48 \cdot k q_0}{49 d}$$

Arithmetic:  $\frac{324}{44} = 7 \frac{36}{11}$





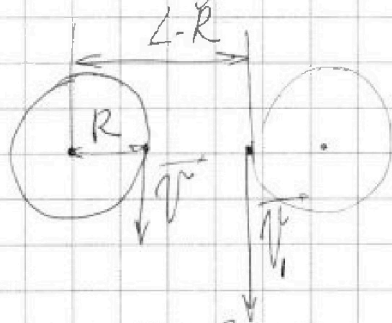
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

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!

Сам  $\omega$  2 самолет вращается в севт.  $\perp$   
(как  $\omega$  находимые с  $\omega$  на трассе):



$\omega_1 = \omega_2$  (как  $\omega$  вращ. на 1 диске)

~~$v \cdot R = v_1 \cdot (L - R)$~~

~~$\frac{v}{R} = \frac{v_1}{L - R} = \frac{60 \cdot 360}{1800 - 360} = \frac{60 \cdot 360}{1440}$~~

~~$= \frac{6 \cdot 360}{144} = \frac{360}{24} = \frac{60}{4} = 15 \frac{m}{c}$~~

~~$\frac{v}{R} = \frac{v_1}{L - R}$~~

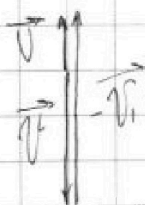
$v_1 = \frac{v(L - R)}{R} = \frac{60(1800 - 360)}{360} = \frac{60 \cdot 1440}{360}$

$= \frac{60 \cdot 144}{36} = 60 \cdot 4 = 240 \frac{m}{c}$

$v^* = v^* - v_1^*$

$v = v_1 - v = 240 - 60$

$v = 180 \frac{m}{c}$   
вверх (на рисунке)



ответ:  $\sigma = 50(2 - \sqrt{2})\%$

$v = 180 \frac{m}{c}$   $\uparrow v$



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.

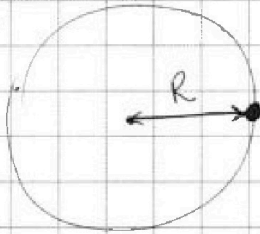
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

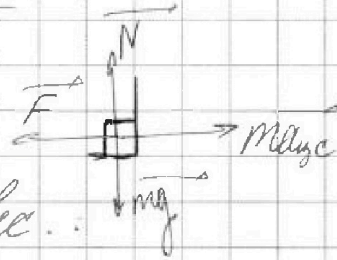
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1.

3 шарика летят  
в одинаковой,  
м.к. все  
условия  
одинаковые.



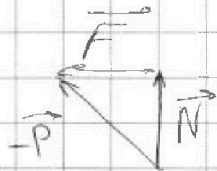
$$a_{цс} = \frac{v^2}{R}$$



усл. равновес.:  
 $F = m a_{цс}$

$$m a g = N$$

$$-P = N + F$$



$$P^2 = F^2 + N^2$$

$$P^2 = (m a_{цс})^2 + (m g)^2$$

$$P = m \sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2}$$

$$F_{mem} = m g$$

$$\frac{F_{mem}}{P} = \frac{g}{\sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2}} = \frac{10}{\sqrt{36 + 100}} = \frac{10}{10\sqrt{2}}$$

$$\frac{10}{\sqrt{36 + 100}} = \frac{10}{10\sqrt{2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$F_{mem} = \frac{1}{\sqrt{2}} P$$

$$\theta = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \cdot 100\% = \left(\frac{2 - \sqrt{2}}{2}\right) \cdot 100\% = 50(2 - \sqrt{2})\%$$





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 4

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.



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

$$H \rightarrow \text{MAX} \Rightarrow \sin^2 \alpha \rightarrow \text{MAX} \Rightarrow$$

$\sin^2 \alpha = 1$  (все векторы направлены вертикально)  
 $H = \frac{v_0^2}{2g}$  (все векторы направлены вертикально)

$$2gH = v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

$$v_0 = 30 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

~~Diagram showing a projectile trajectory with velocity vector v\_0 at angle alpha, horizontal distance x, and vertical height y.~~

~~Equations for trajectory:~~

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

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

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y = \frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} x - \frac{g}{2} \left( \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \right)^2$$

$$y = \tan \alpha x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

~~Equation for maximum height:~~

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

$$2v_0 \cos \alpha = 2v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2}$$

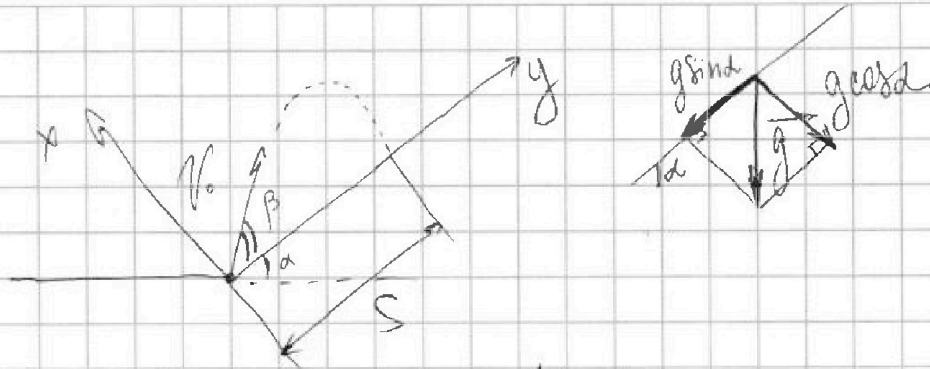
$$\frac{2v_0 \sin \alpha - 2v_0 \cos \alpha}{g}$$

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  
2 из 4

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!



$$y: S = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$x: 0 = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$2v_0 \sin \beta = g \cos \alpha t$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$S = v_0 \cos \beta \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S \rightarrow \max \Rightarrow S' = 0$$

$$S' = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \left( (\sin \beta \cos \beta)' - \frac{(\sin \alpha \sin^2 \beta)'}{\cos \alpha} \right)$$

$$(\sin \beta \cos \beta)' = \cos^2 \beta + (-\sin \beta) \sin \beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta$$

$$\left( \frac{\sin \alpha \sin^2 \beta}{\cos \alpha} \right)' = \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} (\sin^2 \beta)' = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta$$





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  
3 из 4

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!

$$\cos^2 \beta - \sin^2 \beta - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta = 0$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\cos^2 \beta - \sin^2 \beta - \frac{0,8}{0,6} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta = 0$$

$$\cos 2\beta - \frac{4}{3} \sin 2\beta = 0$$

$$\cos 2\beta = \frac{4}{3} \sin 2\beta$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\sin^2 2\beta + \cos^2 2\beta = 1$$

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

$$\frac{9}{16} + \frac{16}{16} = \frac{1}{\cos^2 2\beta}$$

$$\frac{25}{16} = \frac{1}{\cos^2 2\beta}$$

$$\cos 2\beta = \frac{4}{5}$$

$$\sin 2\beta = \frac{3}{5}$$

$$\cos 2\beta = 2\cos^2 \beta - 1$$

$$\frac{4}{5} + \frac{5}{5} = 2\cos^2 \beta$$

$$\frac{9}{5} = 2\cos^2 \beta$$

$$\cos^2 \beta = \frac{9}{10}$$

$$\cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}, \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$$



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  
4 из 4

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!

$$S = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left( \sin \beta \cos \alpha \beta - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \sin^2 \beta \right)^2$$

$$= \frac{2 \cdot 30^2}{10 \cdot 0,6} \left( \frac{3}{10} - \frac{0,8}{0,6} \cdot \frac{1}{10} \right)^2$$

$$= \frac{900}{5 \cdot 0,6} \left( \frac{3}{10} - \frac{8}{60} \right)^2 = 300 \left( \frac{18}{60} - \frac{8}{60} \right)^2$$

$$= 300 \cdot \frac{10}{60} = \frac{300}{6} = 50 \text{ м}$$

Ответ:  $V_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$S = 50 \text{ м}$





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.

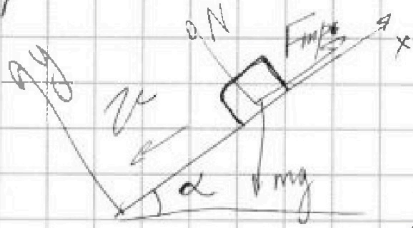
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 5

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!

13.

Изначально скорость  $\uparrow \Rightarrow$  шайба съезжала вниз по плоск., затем оттолкну. от упора и поехала вверх по плоскости.



$$\left\{ \begin{array}{l} y: N = mg \cos \alpha \\ x: ma_1 = mg \sin \alpha - F_{mp} \end{array} \right.$$

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

$$a_1 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

из графика:  $a_1 = k_1 = \frac{4 \frac{m}{c}}{1c} = 4 \frac{m}{c^2}$



$$\left\{ \begin{array}{l} y: N = mg \cos \alpha \\ x: ma_2 = mg \sin \alpha + F_{mp} \end{array} \right.$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

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

из графика:  $a_2 = k_2 = \frac{12 \frac{m}{c}}{2c} = 6 \frac{m}{c^2}$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \end{array} \right.$$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{4 + 6}{2 \cdot 10} = \frac{10}{2 \cdot 10} = \frac{1}{2}$$







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  
3 из 5

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!

~~$$u = \frac{a_2 - a_1}{2g \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 10 \sqrt{3}} = \frac{2}{10 \sqrt{3}} = \frac{2}{5 \sqrt{3}}$$

$$2 \cdot \frac{1}{2} g \times g S - v^2 = 2 \mu g S$$

$$v^2 = 2 \mu g \times g S - 2 \mu g S = 2 g S (g \mu - \mu)$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 / \left( \frac{5 \sqrt{3}}{5 \sqrt{3}} - \frac{\sqrt{3}}{5 \sqrt{3}} \right)} = \sqrt{20 \left( \frac{5}{5 \sqrt{3}} - \frac{1}{5 \sqrt{3}} \right)}$$

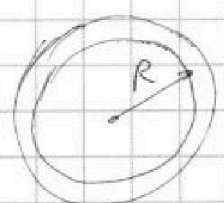
$$= \sqrt{20 \cdot \frac{4}{5 \sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{16}{\sqrt{3}}} = \frac{4}{3^{\frac{3}{4}}} \frac{m}{c}$$

$$= 20 \frac{4 \sqrt{3}}{5} = \frac{4}{3^{\frac{3}{4}}} \frac{m}{c}$$~~

$$E_{\text{сп}} = E_{\text{кв}} + E_{\text{кб}}$$

$$E_{\text{кв}} = \int_0^R \frac{dm}{2} v^2$$

$$v^2 = (\omega R)^2$$



$$dm = m_0 \frac{2\pi r \cdot dr}{\pi R^2}$$

$$E_{\text{кв}} = \int_0^R \frac{m_0}{2} \frac{2\pi r \cdot dr}{\pi R^2} \cdot \omega^2 r^2 =$$

$$\int_0^R \frac{m_0 \omega^2}{R^2} r^3 dr = \frac{m_0 \omega^2}{R^2} \cdot \frac{r^4}{4} \Big|_0^R = \frac{m_0 \omega^2 R^2}{4}$$

$$E_{\text{кб}} = \frac{m_0 \omega^2 R^2}{2}$$

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  
4 из 5

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!

$$E_{k1} - E_2 = A_{\text{Fmp}}$$

$$m_0 g \Delta h - \frac{m_0 v^2}{2} - \frac{m_0 \omega^2 R^2}{4} - \frac{m_0 \omega^2 R^2}{2} = A_{\text{Fmp}}$$

$$m_0 = \frac{3}{4} m_0$$

$$m_0 = \frac{1}{4} m_0$$

$$m_0 g \Delta h - \frac{m_0 v^2}{2} - \frac{3 m_0 v^2}{16} - \frac{m_0 v^2}{8} = A_{\text{Fmp}}$$

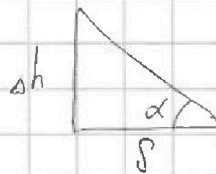
$$m_0 g \Delta h - \frac{13}{16} m_0 v^2 = A_{\text{Fmp}} = 0 \quad (\text{м.к. протекания жидк. нект})$$

$$g \Delta h = \frac{13}{16} v^2$$

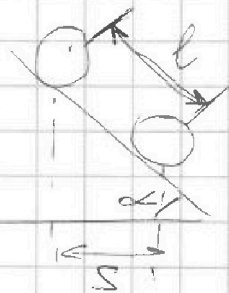
$$\frac{\Delta h}{S} = \text{tg} \alpha$$

$$\Delta h = S \text{tg} \alpha$$

$$\sqrt{\frac{16}{13} g S \text{tg} \alpha} = v$$



$$v = \sqrt{\frac{16}{13} \cdot 10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = 4 \sqrt{\frac{10}{13\sqrt{3}}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 4 \sqrt{\frac{10\sqrt{3}}{39}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$l = \frac{v^2}{2a}$$

$$\cos \alpha = \frac{S}{l}$$

$$l = \frac{S}{\cos \alpha}$$

$$\frac{S}{\cos \alpha} = \frac{v^2}{2a}$$

$$a = \frac{v^2 \cos \alpha}{2S} = \frac{\frac{16 \cdot 10}{13\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{16 \cdot 10}{13 \cdot 4}$$





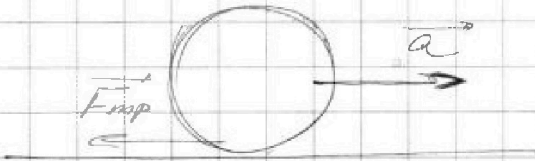
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
5 из 5

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!

$$a = \frac{4 \cdot 10}{13} = \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13} \frac{m}{c^2}$$



$$F_{mp} \geq ma$$

$$\mu mg \cos \alpha \geq ma$$

$$\mu \geq \frac{a}{g \cos \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{40 \cdot 2}{13 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}} = \frac{80}{13 \cdot 10 \sqrt{3}} = \frac{8}{13 \sqrt{3}}$$

$$\mu \geq \frac{8}{13 \sqrt{3}}$$

Ответ: 1.  $\sin \alpha = \frac{1}{2}$

2.  $v_2 = 4 \sqrt{\frac{10 \sqrt{3}}{39}} \frac{m}{c}$

3.  $a = \frac{40}{13} = 3 \frac{1}{13} \frac{m}{c^2}$

4.  $\mu \geq \frac{8}{13 \sqrt{3}}$



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 2

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!

№4.  $V = \text{const} \Rightarrow A = 0$

$$Q_1 = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1 = R \Delta T_1 \left( \frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right)$$

$$R \left( \frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$p = \text{const}$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2 + A =$$

$$= R \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) + A =$$

$$= \Delta T_2 \frac{Q}{\Delta T_1} + A$$

$$A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 960 \left( 1 - \frac{30}{48} \right) = 960 \cdot \frac{18}{48} =$$

$$= \frac{96}{48} \cdot 180 = 2 \cdot 180 = 360 \text{ Дж}$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

~~№4~~

~~$Q = R \Delta T_1 \left( \frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right)$~~

работа  
газа

работа  
смазочной

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2 + \nu_{He} R \Delta T_2 + \nu_{O_2} R \Delta T_2$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 + \frac{7}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1$$

$$\nu_{He} \left( \frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1 \right) = \nu_{O_2} \left( \frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2 \right)$$

$\nu_{He}$	$= \frac{\frac{5}{2} \cdot 48 - \frac{3}{2} \cdot 30}{\frac{5}{2} \cdot 30 - \frac{7}{2} \cdot 48} = \frac{5 \cdot 24 - 7 \cdot 15}{5 \cdot 15 - 3 \cdot 24} = \frac{120 - 105}{75 - 72}$
$\nu_{O_2}$	$= \frac{\frac{5}{2} \cdot 30 - \frac{3}{2} \cdot 48}{\frac{5}{2} \cdot 30 - \frac{7}{2} \cdot 48} = \frac{5 \cdot 15 - 3 \cdot 24}{5 \cdot 15 - 3 \cdot 24} = \frac{75 - 72}{75 - 72}$





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 2

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!

$$\frac{D_{Me}}{D_{O_2}} = \frac{15}{3} = 5$$

$$\frac{D_{Me}}{D_{O_2}} = \frac{N_r}{N_a}$$

$$\frac{D_{O_2}}{D_{Me}} = \frac{N_k}{N_a}$$

$$\frac{D_{Me}}{D_{O_2}} = \frac{N_r}{N_k} = 5$$

Умножим:  $A = 360 \text{ Дж}$

$$C_v = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\frac{N_r}{N_k} = 5$$



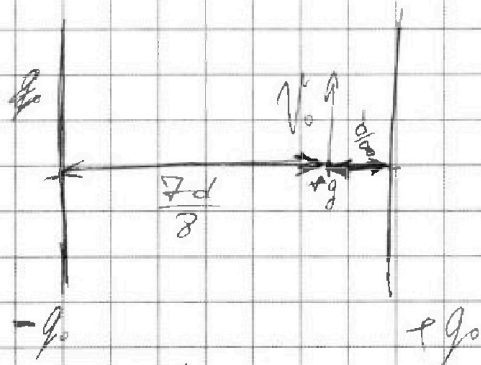
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

N5



$$F_1 = \frac{kq_0q_0}{\left(\frac{7d}{8}\right)^2}$$

$$F_2 = \frac{kq_0q_0}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F = \frac{kq_0q_0}{d^2} \left( \frac{64}{49} + 64 \right)$$

$$F = \frac{kq_0q_0}{d^2} \left( \frac{64(49+1)}{49} \right) = \frac{kq_0q_0}{d^2} \cdot \frac{64 \cdot 50}{49} = \frac{3240kq_0q_0}{49d^2}$$

$$ma = F$$

$$a = \frac{v_0^2}{R}$$

$$m \frac{v_0^2}{R} = \frac{3240kq_0q_0}{49d^2}$$

$$\frac{v_0^2}{R} = \frac{3240kq_0q_0}{49d^2} \quad \delta = \frac{q}{m}$$

$$U = \frac{d \cdot F_0}{q} = \frac{d}{q} \cdot \frac{kq_0^2}{d^2} = \frac{kq_0}{d}$$

$$q_0 = \frac{49v_0^2 d^2}{3240kR}$$



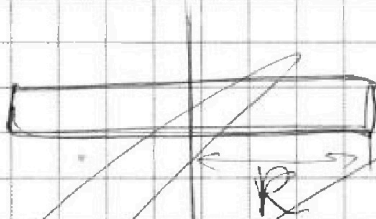


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

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!



$$\frac{1}{2} \int_0^R \rho \omega^2 r^2 \cdot 2\pi r \cdot dr =$$

$$\frac{1}{2} \int_0^R \frac{m}{2R} \cdot dr \cdot \omega^2 r^2 =$$

$$dm = \frac{m}{2R} \cdot dr$$

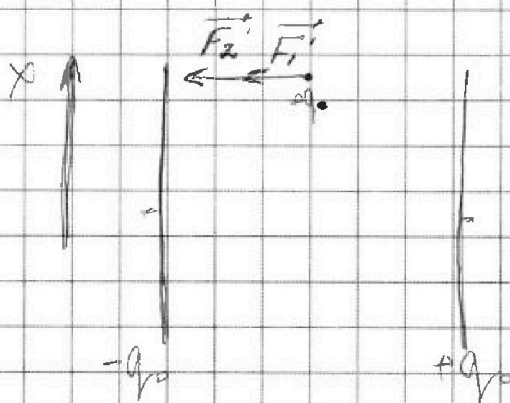
$$\frac{m\omega^2}{4R} \cdot \frac{r^3}{3} \Big|_0^R = \frac{m\omega^2 R^2}{12} \rightarrow \frac{m\omega^2 R^2}{12}$$

$$D = \frac{m}{2\mu} = \frac{N_1}{Na} \quad 45 = \frac{V_0^2}{20}$$

$$\frac{m}{\mu} = \frac{N_2}{Na} \quad 300 = V_0$$

$$\frac{N_2}{N_1} = 2$$

$$V = \frac{19.6 \cdot V_0^2 \cdot d^2}{3240 \cdot ER \cdot d} = \frac{49 \cdot V_0^2 \cdot d}{3240 \cdot R \cdot d}$$



$$F_1 = F_2 = \frac{4 \cdot 6 \cdot 9 \cdot 9_0}{d^2}$$

прямые скорости на x не  
линейная,  
м.к. сила действует  
только по y

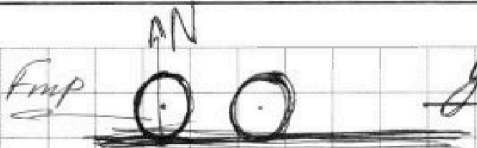
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

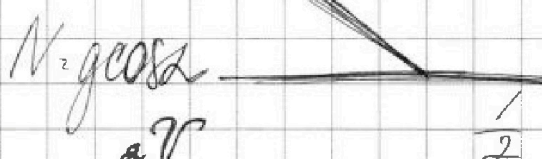


$$E_k = \int \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \int m \omega^2 r^2 dr = \frac{1}{2} m \omega^2 \int r^2 dr = \frac{1}{2} m \omega^2 \frac{R^3}{3} = \frac{m \omega^2 R^3}{6}$$

$$l = \frac{2}{\sqrt{3}} m$$

$$l = 2\pi R \cdot n$$

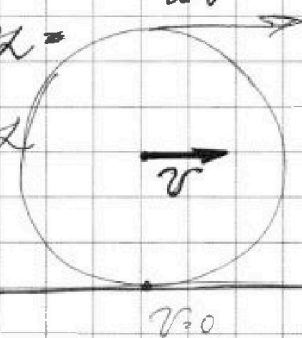
$n$  - кол-во обор.



$$\frac{1}{2} + \frac{3}{16} + \frac{1}{8} =$$

$$m \cdot a = F_{mp} \leq \mu m g \cos \alpha =$$

$$a \leq \mu g \cos \alpha$$



$$a = \frac{dv}{dt}$$

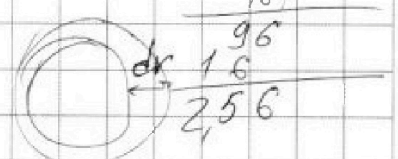
$$= \frac{9}{16} + \frac{3}{16} + \frac{2}{16} =$$

$$= \frac{13}{16}$$

$$m \cdot v = \frac{139}{209}$$

$$\mu \geq \frac{40 \cdot 2}{13 \cdot 10 \sqrt{3}} \quad g \sin \alpha - \frac{F_{mp}}{m} = a = \frac{v^2}{r}$$

$$\mu \geq \frac{8}{13 \sqrt{3}} \quad E_k = \int \frac{m \omega^2 r^2}{2}$$



$$\mu \geq \frac{8}{13 \cdot 1,7}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \int m_i \omega \cdot R$$

$$4 m g a h = \frac{8 m v^2}{24} = \frac{3 m v^2}{4} = \frac{2 m v^2}{24} \cdot 20$$

$$m_i = \frac{m}{\pi r^2} \cdot 2\pi r \cdot dr$$

$$4 m g a h = \frac{13}{16} v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \int \frac{m}{\pi r^2} \cdot 2\pi r \cdot dr \cdot \omega \cdot r = \frac{3 \cdot 4}{2 \cdot 2} =$$

$$= \frac{1}{2} \int \frac{m}{\pi} dr \cdot \omega = \frac{1}{2} = \frac{7}{4}$$





144/6  
 12/24  
 24/24  
 24/6  
 144

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!

черновик

3'  
 36  
 36  
 216  
 0 8  
 1296

36  
 6  
 36  
 18  
 276  
 6  
 1296

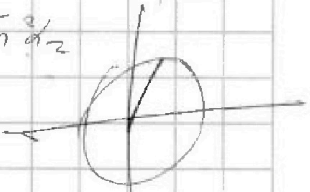
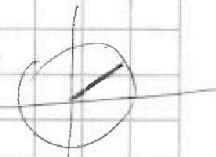
98  
 96  
 = 8/6

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

$$v_0 \sin \alpha t = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$$

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

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



tg 2β = 10/6

tg 2β = 5/3

450 \* 2 = 900

1 м  
 3 м

cos 60° = 1/2

cos² 30° + sin² 30° = 1

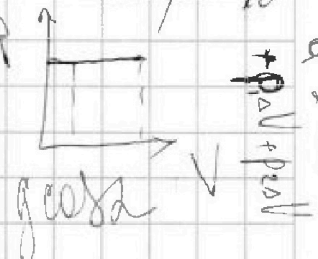
1/4 + 3/4 = 1

5/5 = 1 - 2 sin β

2 sin β = 1/10

3600  
 360  
 = 10

v₀² / 2g = (30 \* 30) / (2 \* 10) = 45 м



sin / cos = tg

sin = 3/4 \* 4/5 = 3/5

60  
 360  
 240  
 1440

S = v₀ cos β t - g

1 - 16/25 = 9/25

3/5

30  
 100/14  
 98/14 = 7

(sin β)' = cos β / √2

2 sin β \* cos β

(cos β)' = -sin β / 2

5/5 = 1 - 2 sin² β

2 sin² β = 1/10

sin β = 1/10

Q = 1/2 m v² + 1/2 m g h + ...

Q = 1/2 m v² + 1/2 m g h + ...

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.



$$Q = \frac{3}{2} p_1 V + \frac{5}{2} p_2 V$$

$$Q =$$

1  2  3  4  5  6  7

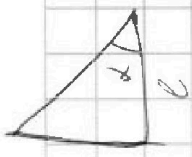
7  $p_1 = nk_1 \Delta T$   
 $p_2 = nk_2 \Delta T$   
 СТРАНИЦА \_\_\_\_\_ ИЗ \_\_\_\_\_

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!

~~find~~  
 $Q = \frac{3}{2} \Delta p_1 V + \frac{5}{2} \Delta p_2 V$   
 $10 \cdot \frac{1}{2} - 10 \cdot \frac{1}{5\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$

$p_1 V = \nu_1 R T_1$   
 $p_1' V = \nu_1 R T_2$   
 $p_2 V = \nu_2 R T_1$   
 $p_2' V = \nu_2 R T_2$   
 $(p_1 + p_2) V = (\nu_1 + \nu_2) R T_1$   
 $(p_1' + p_2') V = (\nu_1 + \nu_2) R T_2$

$80 \mid 15$   
 $\frac{15}{5}$   
 $3 \mid 3600$   
 $\frac{3600}{3} = 1200$   
 $15 \mid 3600$   
 $\frac{3600}{15} = 240$   
 $90 \mid 100 + 100$   
 $10 \sqrt{2}$   
 $\frac{\sqrt{3}}{3} - \frac{x^2}{2} = \frac{10}{5\sqrt{3}}$



$\frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$pV = \nu RT$

$\frac{90}{5} = 10 + 6$

~~$Rm = m \cdot k \cdot X$~~

$\frac{20\sqrt{3}}{3} - x^2 = \frac{20}{5\sqrt{3}}$   
 $x^2 = \frac{20\sqrt{3}}{3} - \frac{20}{5\sqrt{3}}$

$(3 \frac{1}{2})^{\frac{1}{2}} = 3^{\frac{1}{4}}$

$R = \left[ \frac{2m}{m \cdot k} \right]$

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

$10 = 20 \sin \alpha$

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

$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$C_V = \frac{Q}{\Delta T}$   
 $Q = \frac{3}{2} pV + \frac{5}{2} pV$   
 $p = nkT$

$x^2 = 20 \left( \frac{\sqrt{3}}{15} - \frac{\sqrt{3}}{15} \right)^2$   
 $= 20 \frac{4\sqrt{3}}{15}$   
 $= \frac{16\sqrt{3}}{3}$   
 $3^{\frac{1}{4}} = 4$   
 $\frac{4 \cdot 3^{\frac{3}{4}}}{3^{\frac{3}{4}} \cdot 3^{\frac{3}{4}}}$

$4 = 5 - 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \mu$

$\mu = 1 = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \mu$

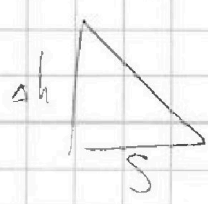
$\mu = \frac{2}{10\sqrt{3}} = \frac{1}{5\sqrt{3}}$

$\frac{4 \cdot 3^{\frac{3}{4}}}{3}$

$g \Delta h = \frac{v^2}{2} = \mu g s$

$g s \sin \alpha = \frac{v^2}{2} = \mu g s$

$\frac{m v^2}{2} - m g \Delta h = - \mu m g \cos \alpha s$



$\sin \alpha = \frac{\Delta h}{5}$

$F_{mp} \leq \mu m g \cos \alpha$