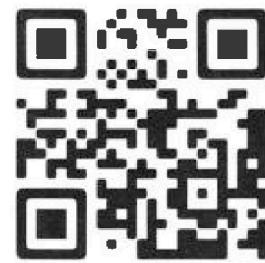




**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

*М. М.*  
*2*  
*С*

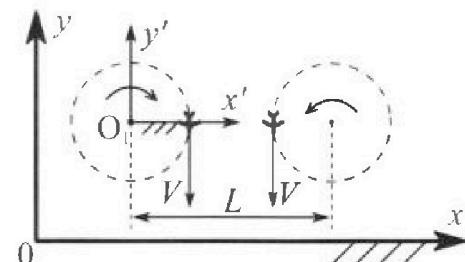
**Вариант 10-03**



*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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

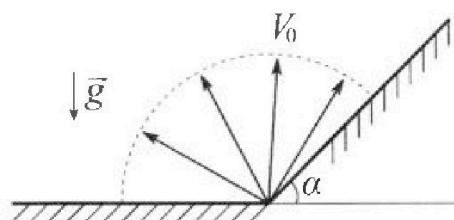
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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  $x' O_1 y'$ , 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.

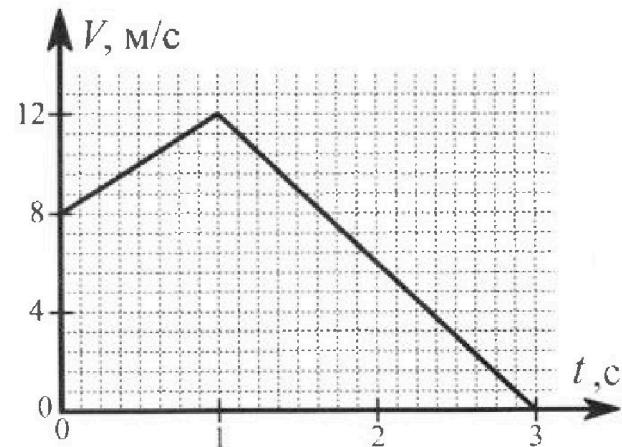


1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

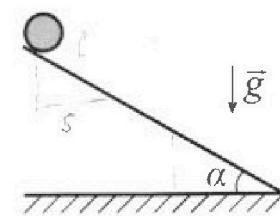
$$V_0 = \sqrt{\frac{gR}{\sin \alpha}} = \sqrt{\frac{gR}{\cos^2 \alpha}}$$

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



4. Найдите  $\sin \alpha$ , где  $\alpha$  – 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 ней  $n = 3$  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?

$$\cos^2 \alpha = \frac{S}{l} \quad l = \frac{S}{\cos \alpha}$$



# 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  $\frac{N_T}{N_K}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

$$\begin{array}{r} 324 \\ \times 28 \\ \hline 4 \end{array}$$

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 некоторое 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?

$$\begin{aligned}
 & \left[ \frac{B}{M} \right]^2 = \left[ \frac{H}{H_m} \right] \cdot V^2 \cdot \frac{M^2 H}{K_m^2} = \frac{d \cdot F}{q} = \frac{c \cdot \mu \cdot g}{q} \\
 & \text{Diagram: A vertical pipe segment with length } d. \text{ At the top, there is a horizontal force } F \text{ pointing right. At the bottom, there is a force } q \text{ pointing up. The pipe has a mass } M \text{ and a cross-sectional area } A. \\
 & \text{Left side: } \frac{24}{5} \text{ and } \frac{24}{5} \text{ are written above } \frac{24}{120} \text{ and } \frac{24}{120} \text{ respectively.} \\
 & \text{Below them are } 70 + 35, 35, 7, \text{ and } 105. \\
 & \text{Right side: } F^2 = \frac{M^2 \cdot q \cdot c}{C^2 \cdot H \cdot K_m^2} \\
 & \text{Below it is } E = \frac{Eg}{V} \frac{F}{q} \\
 & \text{Bottom left: } H = \frac{K_m}{H_m} \cdot \frac{H_m^2}{X^2} \\
 & \text{Bottom right: } \frac{\frac{2}{5}}{\frac{324}{49}} = \frac{1}{\frac{324}{49}}
 \end{aligned}$$

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.

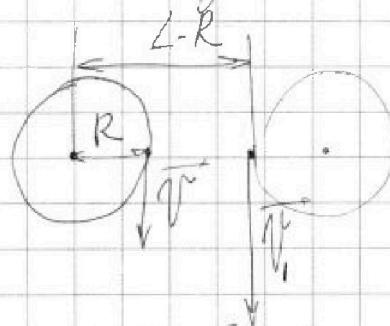


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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!

Если в 2 самолета вращалась в системе  
(так как тот находился с ними на диске):



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

~~$V \cdot R = V' \cdot (L-R)$~~

~~$\frac{V}{R} = \frac{V'}{L-R}$~~

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

~~$\frac{V}{R} = \frac{V'}{L-R}$~~

$$V_1 = \frac{V(L-R)}{R} = \frac{60(1800-360)}{360} = \frac{60 \cdot 1440}{360}$$

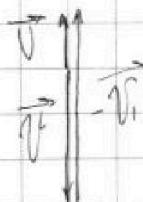
$$= \frac{60 \cdot 144}{36} = 60 \cdot 4 = 240 \frac{m}{s}$$

$$\vec{V}' = \vec{V} - \vec{V}_1$$

$$V_2 = V_1 - V = 240 - 60$$

$$V_2 = 180 \frac{m}{s}$$

Вверх (на рисунке)



$$\text{Ответ: } \delta = 50(2-\sqrt{2})\%$$

$$V = 180 \frac{m}{s}$$

$$180 \frac{m}{s}$$

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.



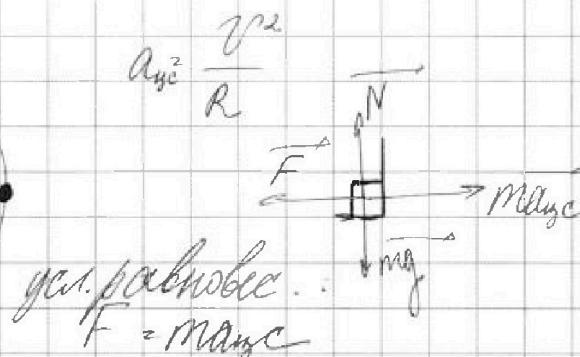
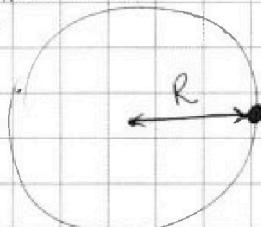
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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.

9 задачи из шести  
бюджетные,  
т.к. все  
условия  
одинаковые.



$$mg = N$$

$$P = \sqrt{N^2 + F^2}$$



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

$$P^2 = (mg)^2 + (mg)^2 =$$

$$P = m \sqrt{\frac{V^4}{R^2} + g^2}$$

$$F_{mem} = mg$$

$$\frac{F_{mem}}{P} = \frac{g}{\sqrt{\frac{V^4}{R^2} + g^2}} = \frac{10}{\sqrt{36 \cdot 360000 + 10^2}} = \frac{10}{\sqrt{360 \cdot 360}} = \frac{10}{\sqrt{3600}} = \frac{10}{60} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{10}{\sqrt{100 + 100}} = \frac{10}{\sqrt{200}} = \frac{10}{10\sqrt{2}}$$

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

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

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



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!

№.



$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 45^\circ}{2g}$$

$$H \rightarrow \max \Rightarrow \sin^2 45^\circ \rightarrow \max \Rightarrow$$

$$\sin^2 45^\circ = 1 \quad (\text{всех полетов там}\newline \text{около, кроме вертикально})$$

$$H = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$V_0^2 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

$$\begin{aligned} & \text{Diagram showing projectile motion with initial velocity } V_0 \text{ at angle } \beta \text{ to the horizontal.} \\ & \text{Vertical component: } y = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} \\ & \text{Horizontal component: } x = V_0 \cos \beta t \\ & \text{Equation for time: } t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g} \\ & \text{Equation for distance: } x = V_0 \cos \beta \cdot \frac{2V_0 \sin \beta}{g} = 2V_0^2 \sin \beta \cos \beta \end{aligned}$$

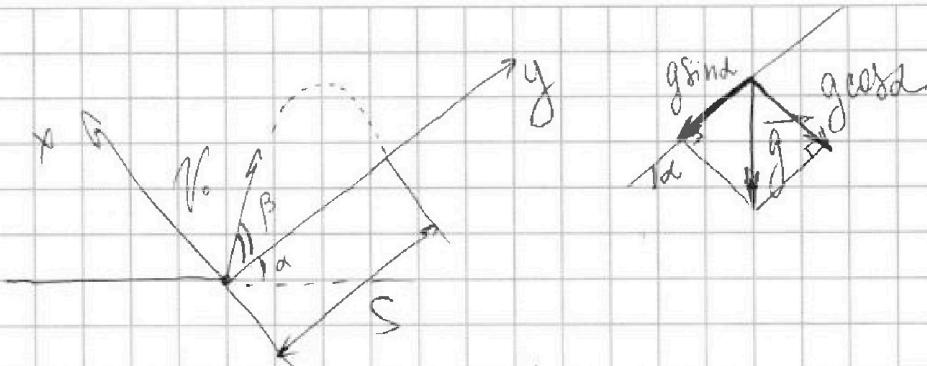


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
2 из 6

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!



$$y: S = V_0 \cos \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x: 0 = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$2V_0 \sin \beta - gt^2$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$S = V_0 \cos \beta \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

$$S_{\max} \Rightarrow S' = 0$$

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

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

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

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.



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

СТРАНИЦА  
3 из 7

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!

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

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

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

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

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

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

$$\tan 2\beta = \frac{6}{8} = \cancel{\frac{3}{4}}$$

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

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

$$\cancel{\frac{16}{4}} \cancel{\frac{25}{9}} \cancel{\frac{84}{81}} \cancel{\frac{1}{\cos^2 2\beta}} = \frac{9}{16} + \frac{16}{16} = \frac{1}{\cos^2 2\beta}$$

$$\cancel{\frac{84}{8}} \cancel{\frac{1}{\cos^2 2\beta}} = \frac{25}{16} = \frac{1}{\cos^2 2\beta}$$

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

$$= \frac{2 \cdot \cancel{30}^2}{10 \cdot 0,6} \left( \frac{3}{10} - \frac{98}{96} \cdot \frac{1}{10} \right) =$$

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

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

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

$$J = 50 \text{ м}$$



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.

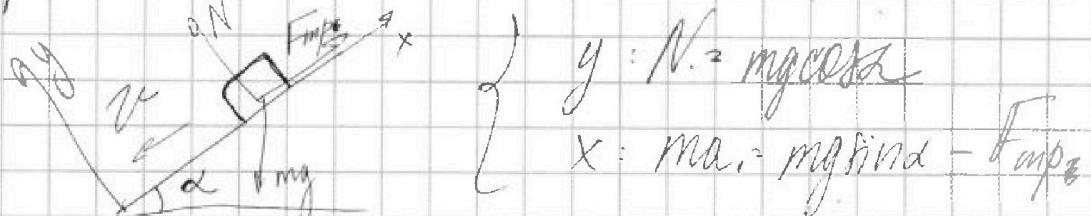
- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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 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.

Упругая спираль  $\rightarrow$  масса обруска на винте по треку, заменяя отталкивание от земли и подъем на винтах по треку.



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

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

$$a_1 = \cancel{mg} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

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



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

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

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

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

$$+ \left. \begin{array}{l} a_y = g \sin \alpha - g \cos \alpha \\ a_x = g \sin \alpha + g \cos \alpha \end{array} \right\} a_y = g \sin \alpha - g \cos \alpha$$

$$a_y = g \sin \alpha - g \cos \alpha$$

$$a_y + a_x = 2g \sin \alpha$$

$$g \sin \alpha = \frac{a_y + a_x}{2g} = \frac{4 + 6}{2 \cdot 10} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

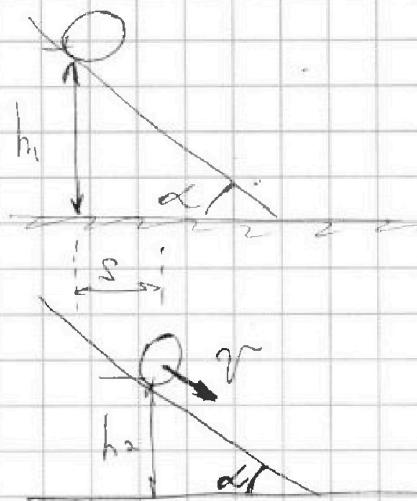
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
2 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!

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



$$E_1 = mgh_1$$

$$E_2 = mgh_2 + \frac{mv^2}{2} + E_{\text{кир}}$$

$$E_1 - E_2 = \Delta E_{\text{кир}} = \cancel{F_{\text{кир}} \cdot R}$$

Физ. метод  
кир  
Энергия  
вращения

~~$$mg(h_1 - h_2) = \frac{mv^2}{2}$$~~

~~$$g(h_1 - h_2) = \frac{v^2}{2}$$~~

~~$$g \sin \alpha = \frac{v^2}{R}$$~~



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!

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.



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

$$E_{\text{kin}} - E_2 = \Delta F_{\text{тр}}$$

$$m_0 g h - \frac{m_0 V^2}{2} - \frac{m_0 \omega^2 R^2}{4} - \frac{m_0 \omega^2 R^2}{2} = \Delta F_{\text{тр}}$$

$$m_0 = \frac{3}{4} M_0$$

$$M_0 = \frac{1}{4} M_0$$

$$m_0 g h - \frac{m_0 V^2}{2} - \frac{3 m_0 V^2}{16} - \frac{m_0 V^2}{8} = \Delta F_{\text{тр}}$$

$$m_0 g h - \frac{13}{16} m_0 V^2 = \Delta F_{\text{тр}} = 0 \quad (\text{т.к. проскальз. нет})$$

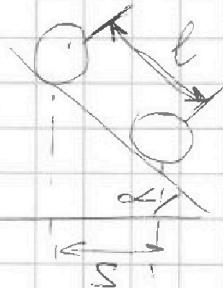
$$g_0 h = \frac{13}{16} V^2$$

$$\frac{h}{s} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$h = s \operatorname{tg} \alpha$$

$$\sqrt{\frac{16}{13}} g s \operatorname{tg} \alpha = V$$

$$V = \sqrt{\frac{16}{13} \cdot 10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = 4 \sqrt{\frac{10}{13\sqrt{3}}} \frac{m}{c} = 4 \sqrt{\frac{10\sqrt{3}}{39}} \frac{m}{c}$$



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

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

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

$$\frac{s}{\cos \alpha} = \frac{V^2}{2a}$$

$$a = \frac{V^2 \cos \alpha}{2s}$$

$$= \frac{\frac{16 \cdot 10}{13\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{16 \cdot 10}{13 \cdot 4}$$



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

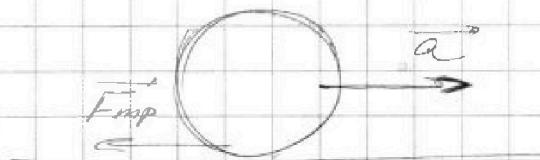
6

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!

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



$$F_{mp} \geq ma$$

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

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

$$\mu \geq \frac{40 \cdot 2}{13 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}} = \frac{80}{130\sqrt{3}} = \frac{8}{13\sqrt{3}}$$

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

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

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

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

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

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.



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

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!

$$V = \text{const} \rightarrow A = 0$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} R_a T_1 + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} R_a T_1 = R_a T_1 \left( \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} \right)$$

$$R \left( \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} \right) = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$p = \text{const}$$

$$Q = \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} R_a T_2 + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} R_a T_2 + A =$$

$$= R_a T_2 \left( \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} \right) + A =$$

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

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

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

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

Найдено

~~$\bar{v}_{\text{He}} R_a T_1 + \bar{v}_{\text{O}_2} R_a T_1 + \bar{v}_{\text{He}} R_a T_2 + \bar{v}_{\text{O}_2} R_a T_2$~~  работа одинакова

$$Q = \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} R_a T_2 + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} R_a T_2 + \bar{v}_{\text{He}} R_a T_1 + \bar{v}_{\text{O}_2} R_a T_1$$

$$Q = \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{He}} R_a T_2 + \frac{7}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} R_a T_2 = \frac{3}{2} \bar{v}_{\text{He}} R_a T_1 + \frac{5}{2} \bar{v}_{\text{O}_2} R_a T_1$$

$$\bar{v}_{\text{He}} \left( \frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1 \right) = \bar{v}_{\text{O}_2} \left( \frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2 \right)$$

$$\frac{\bar{v}_{\text{He}}}{\bar{v}_{\text{O}_2}} = \frac{\frac{5}{2} \cdot 48 - \frac{7}{2} \cdot 30}{\frac{5}{2} \cdot 30 - \frac{3}{2} \cdot 48} = \frac{5 \cdot 24 - 7 \cdot 15}{5 \cdot 15 - 3 \cdot 24} = \frac{120 - 105}{75 - 72} =$$



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  
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!

$$\frac{\text{Дне}}{\text{Доз}} = \frac{15}{3} = 5$$

$$\text{Дне} = \frac{N_r}{N_a}$$

$$\text{Доз} = \frac{N_a}{N_r}$$

$$\frac{\text{Дне}}{\text{Доз}} = \frac{N_r}{N_a} = 5$$

$$\text{Объем: } A = 360 \text{ дм}^3$$

$$C = 20 \frac{\text{дм}^3}{K}$$

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



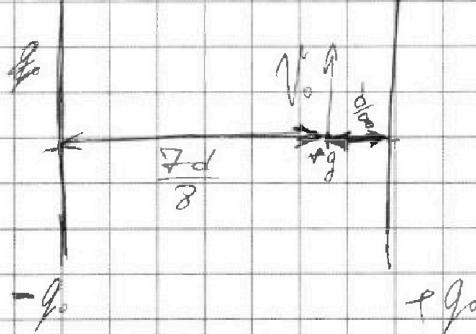
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$F_1 = \frac{6490}{\left(\frac{7d}{8}\right)^2}$$

$$F_2 = \frac{6490}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$



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

$$F = \frac{6490}{d^2} \left( \frac{64}{49} + 64 \right)$$

$$F = \frac{6490}{d^2} \left( 64 \left( \frac{49+1}{49} \right) \right) = \frac{6490}{d^2} \cdot \frac{64 \cdot 50}{49} = \frac{32406490}{49 d^2}$$

$$ma = F$$

$$a = \frac{V_0^2}{R}$$

$$m \frac{V_0^2}{R} = \frac{32406490}{49 d^2}$$

$$\frac{V_0^2}{R} = \frac{32406490}{49 d^2} \cancel{\times} \quad \cancel{\times} = \frac{g}{m}$$

$$U = \frac{d \cdot F_0}{g} = \frac{d}{g} \cdot \frac{6490}{d^2} = \frac{6490}{d}$$

$$J_0 = \frac{49 V_0^2 d}{32406490} \cancel{\times}$$



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.

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

$$I = \frac{m R^2}{2}$$

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

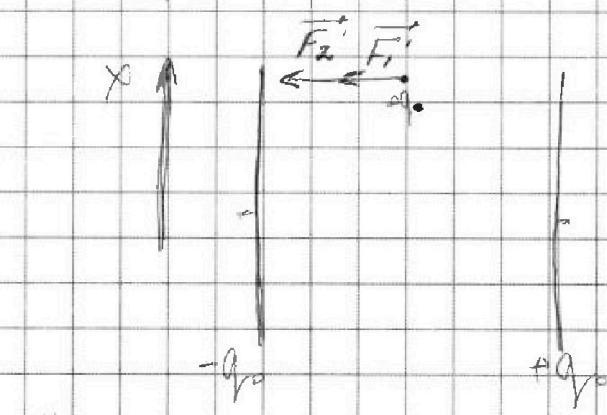
$$\frac{m \omega^2}{4R} = \int_{-R}^{R} m \omega^2 r^2 \frac{dr}{2R} = \frac{m \omega^2 R^2}{12}$$

$$D = \frac{m}{2\mu} \frac{N_1}{N_2}$$

$$\mu = \frac{m}{N_2}$$

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

$$V_2 = \frac{49 \cdot 10^6 \cdot d^2}{3240 \cdot R \cdot 8 \cdot d} = \frac{49 V_0^2 d}{3240 R d}$$



$$F_1 = F_2 = \frac{44990}{d^2}$$

Пренебрежим склонением на x и  
небольшое  
м.п. сила  
действует  
немного  
по y

I-



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.

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

AN

$F_{mp}$   $\rightarrow$   $g \sin \alpha$

$\ell = \frac{d}{\sqrt{3}} m$

$\ell = l \cos \alpha$

$E_k = \int \frac{1}{2} M V^2 \cdot \int m \omega dr \omega^2 r^2$

$= \frac{m \omega^2}{R^2} \int r^2 dr = \frac{m \omega^2 R^2}{4}$

$\ell = 2\pi r \cdot n$

$n$  - частота вращ.

$\ell = N \cdot g \cos \alpha$

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

$\frac{1}{2} + \frac{3}{16} + \frac{1}{8} = \frac{9}{16} + \frac{3}{16} + \frac{2}{16} = \frac{13}{16}$

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

$\mu \frac{3}{13} \frac{g \cos \alpha}{g \cos \alpha} = \mu \frac{3}{13}$

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

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

$\mu \frac{8}{13 \cdot 17} V_i = \omega r$

$\frac{1}{5\sqrt{3}} \rightarrow \frac{8}{13 \cdot 17} \int \frac{1}{2} m \omega^2 r^2 dr = \frac{4 m g \sin \alpha - \frac{8 m \omega^2}{24} - \frac{3 m \omega^2}{4} - \frac{2 m \omega^2}{24}}{20}$

$\frac{13}{8} > 5 \frac{9}{30} / 1,2 m_i = \frac{m}{\pi r^2} \cdot 2\pi r dr$

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

$\therefore \frac{8}{2} \int \frac{m \cdot 2}{\pi} dr \cdot \omega^2 r^2 = \frac{1}{4}$



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.

$$\begin{array}{r} \overline{144} \\ \underline{-12} \quad \overline{24} \\ \underline{24} \quad 0 \\ \underline{24} \quad 0 \\ \underline{6} \end{array}$$



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!

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.



$$Q = \frac{3}{2} \Delta P V + \frac{3}{2} \Delta P_2 V$$

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!

$Q = \frac{3}{2} \Delta P V + \frac{3}{2} \Delta P_2 V$

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

$= 5 - 1 = 4$

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

$pV = \frac{1}{2} RT_1$

$p_1'V = \frac{1}{2} RT_2$

$p_2'V = \frac{1}{2} RT_1$

$p_2'V = \frac{1}{2} RT_2$

$80 \quad 15$

$\frac{3}{15} \quad \frac{3600}{3600}$

$\frac{6}{90} \quad 100 + 100$

$10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} - \frac{x^2}{2} = \frac{10}{5\sqrt{3}}$

$\frac{80}{5} = 10 + 6$

$R_m = \text{масс.} \times K$

$R = \left[ \frac{2m}{\text{масс.} \times K} \right] \frac{20\sqrt{3}}{3} - x^2 = \frac{20}{5\sqrt{3}}$

$x^2 = \frac{20\sqrt{3}}{3} - \frac{20\sqrt{3}}{15}$

$10 \rightarrow 20 \sin \alpha$

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

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

$C_v = \frac{Q}{\Delta T}$

$Q = \frac{3}{2} \Delta P V + \frac{5}{2} \Delta P$

$P = nkT$

$x^2 = \frac{8}{20} \left( \frac{5\sqrt{3}}{15} - \frac{\sqrt{3}}{15} \right)$

$x^2 = 20 \cdot \frac{4\sqrt{3}}{15} =$

$18\sqrt{3} =$

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

$50 - 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 =$

$50 - 50\sqrt{3} =$

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

$\frac{4}{3^{\frac{1}{4}}} = \frac{3^{\frac{1}{4}}}{3^{\frac{1}{2}}} = 4 \cdot \frac{3^{\frac{1}{4}}}{3^{\frac{1}{2}}} =$

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

$F_{\text{упругая}} = \frac{m v^2}{2} - mgh = -\mu mgx$

$gah - \frac{v^2}{2} = \mu gS$

$g \delta g x - \frac{v^2}{2} = \mu g S$

$ah = S$

$F_{\text{упругая}} = \frac{\Delta h}{S}$

$F_{\text{упругая}} = \frac{\Delta h}{S}$