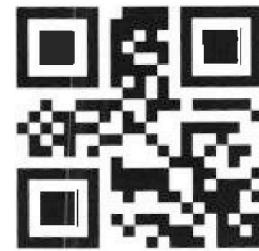


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 10-06**

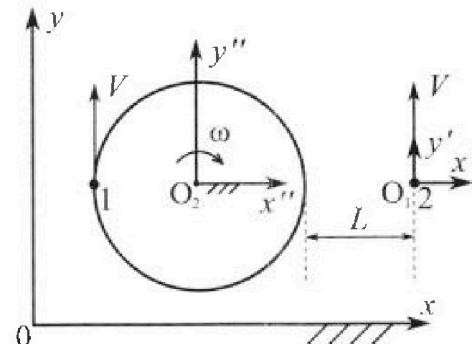


*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

1. Два школьника опытным путем изучают механику: первый сидит на краю равномерно вращающейся с круговой частотой  $\omega = 1 \text{ c}^{-1}$  карусели, второй едет по прямой на велосипеде (см. рис.) и оба наблюдают друг за другом. В лабораторной системе отсчета скорости школьников одинаковы по модулю и равны  $V = 3 \text{ м/с}$ . Все движения происходят в одной горизонтальной плоскости. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

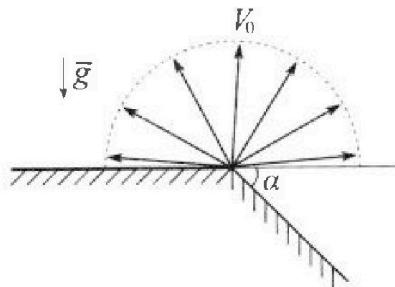
- На сколько  $\delta$  процентов вес второго школьника меньше веса первого школьника?

*Указание: считайте, что  $(1 + x)^n \approx 1 + n \cdot x$  при  $x \ll 1$ .*



В нек оторый момент времени школьники оказались на прямой, проходящей через центр карусели, (см. рис.), в этот момент второй школьник находится на расстоянии  $L=9 \text{ м}$  от края карусели. Вектор скорости  $\vec{V}$  каждого школьника в этот момент показан на рисунке к задаче.

- Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}_1$  первого школьника в подвижной системе отсчёта  $x' O_1 y'$ , связанной со вторым школьником. Система отсчета  $x' O_1 y'$  движется поступательно относительно лабораторной системы  $xOy$ .
- Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}_2$  второго школьника во вращающейся системе отсчёта  $x'' O_2 y''$ , связанной с первым школьником. Точка  $O_2$  – начало вращающейся системы отсчета. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}_2$ .
- Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.). У вершины склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее удаление от поверхности склона осколка, упавшего на склон,  $H = 48 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



- Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
- Найдите модуль  $S$  перемещения за время полета упавшего на склон осколка, наибольшее удаление которого от поверхности склона за время полёта  $H = 48 \text{ м}$ .
- На каком максимальном расстоянии  $S_{\max}$  от точки старта один из осколков упадет на склон?

- В процессе сжатия одноатомного идеального газа среднее число соударений атомов газа со стенками в расчете на единицу площади за единицу времени остается постоянным. Внешние силы совершают работу  $A = \frac{5}{27} U_0$ , где  $U_0 = 5,4 \text{ кДж}$  внутренняя энергия газа в начальном состоянии.

- Во сколько  $m$  раз уменьшается давление газа в процессе сжатия?
- Какое количество  $Q$  теплоты отведено от газа в процессе сжатия?

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

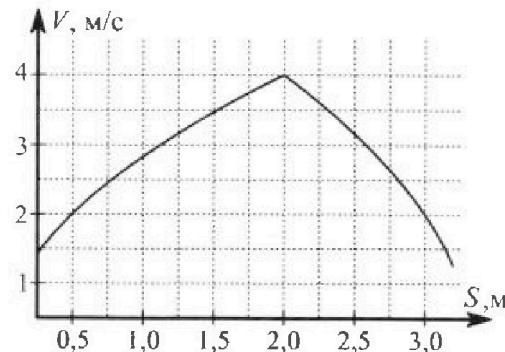
## Вариант 10-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

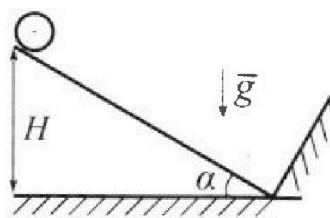
4. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу, которая приходит в движение с нулевой начальной скоростью. Движение шайбы до и после соударения с гладкой стенкой, находящейся у основания наклонной плоскости, происходит вдоль одной и той же прямой. Часть зависимости модуля скорости шайбы от пройденного пути представлена на графике к задаче.

- Найдите ускорение  $a$ , с которым шайба движется в процессе разгона.

Во втором опыте однородный обруч скатывается с той же наклонной плоскости без проскальзывания (см. рис.). Начальная скорость нулевая. Перед абсолютно упругим соударением с гладкой стенкой центр обруча движется со скоростью  $V = 4 \text{ м/с}$ .



- Найдите вертикальное перемещение  $H$  центра обруча за время движения от старта до столкновения с гладкой стенкой.
- Через какое время  $T$  после столкновения с гладкой стенкой центр обруча будет находиться на максимальной высоте?



В системе центра масс угловое ускорение обруча при скольжении  $\left| \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \right| = \frac{\mu g \cos \alpha}{R}$ . Коэффициенты трения скольжения шайбы и обруча по наклонной плоскости равны. Радиус обруча  $R \ll H$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

5. Вблизи центра квадратной пластины площадью  $S = 0,5 \text{ м}^2$ , по которой однородно распределен заряд  $Q = 8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ , закреплен шарик, заряд которого  $q = -3,54 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ . Масса пластины  $M = 4 \text{ кг}$ , масса шарика  $m = 12 \text{ г}$ . Расстояние  $d$  от шарика до пластины таково, что  $d \ll 0,7 \text{ м}$ .

- Найдите кулоновскую силу  $F_1$ , с которой заряд шарика действует на заряд пластины.
- Найдите гравитационную силу  $F_2$ , с которой шарик действует на пластину.

Гравитационная постоянная  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$ . Электрическая постоянная  $E_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/(\text{Н} \cdot \text{м}^2)$ .

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.



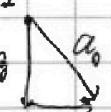
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" 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!

$$V = RW \Rightarrow R = V/W = 3(M/c)/1(c^{-1}) = 3M.$$

$$\alpha_1 = RW^2 = 3(M) \cdot 1^2 \cdot c^{-2} = 3(M/c^2)$$

1  
  
 $\alpha_0 = \sqrt{g^2 + \alpha^2}$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{gm}{\sqrt{g^2 + \alpha^2}m} = \sqrt{\frac{g}{g^2 + \alpha^2}} = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\alpha}{g}\right)^2}\right)^{-1} = \left(1 + \left(\frac{\alpha}{g}\right)^2\right)^{-\frac{1}{2}} \approx$$

$$\approx \left(1 + \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\alpha^2}{g^2}\right) = 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{9 \cdot \frac{1}{c^4}}{100 \cdot \frac{1}{c^4}} = 1 - 0,045 = 0,955$$

$$\delta = 100\% \cdot \left(1 - \frac{F_2}{F_1}\right) = 100\% \cdot (1 - 0,955) = 4,5\%$$

~~1~~  $\vec{U}_1 = \vec{V}_1 - \vec{V}_2 = 0$

$$|\vec{U}_2| = |\vec{V}_1 - \vec{r} \times \vec{w}| = |\vec{V}_1 + (L+R) \cdot \vec{w}| = 3(M/c) + (3M + 9M) \cdot 1c^{-1} =$$

$$= 3M/c + 12M/c = 15M/c.$$

Ответ:  $\delta = 4,5\%$ ;  $|\vec{U}_1| = 0$ ;  $|\vec{U}_2| = 15M/c$ ; ~~1~~  $\vec{U}_2 \parallel \vec{y}$

$\vec{U}_2 \parallel \vec{y}$

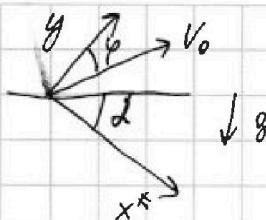


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$y(t) = V_y t - \frac{gt^2}{2} \cos 2\alpha$$

$$x(t) = V_x t + \frac{gt^2}{2} \sin 2\alpha$$

$$\frac{dy(t)}{dt} = V_y - gt \cos 2\alpha = 0 \Rightarrow t = \frac{V_y}{g \cos 2\alpha}$$

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

$$\cos 2\alpha = \sqrt{1 - \sin^2 2\alpha} = 0,6.$$

$$\max(V_y) = V_0.$$

$$\frac{V_0^2}{2g \cos 2\alpha} = H \Rightarrow V_0 = \sqrt{2g \cos 2\alpha \cdot H} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6 \cdot 48 \text{ м}} = 24 \text{ м/с}$$

$$y(t) = 0 \Rightarrow V_y t - \frac{gt^2}{2} \cos 2\alpha = 0 \Rightarrow V_y - \frac{gt}{2} \cos 2\alpha = 0 \Rightarrow \\ (t \neq 0) \Rightarrow t = \frac{2V_y}{g \cos 2\alpha} \quad (V_y = V_0)$$

$$x\left(\frac{2V_0}{g \cos 2\alpha}\right) = S = 0 \cdot \frac{2V_0}{g \cos 2\alpha} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4V_0^2}{g^2 \cos^2 2\alpha} \cdot \sin 2\alpha = \frac{2V_0^2 \sin 2\alpha}{g \cos^2 2\alpha}$$
~~$$S = \frac{2 \cdot 24^2 \text{ м/с}^2 \cdot 0,8}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6^2} = 256 \text{ м.}$$~~

$$y(t; \varphi) = V_0 \cdot \cos \varphi t - \frac{gt^2}{2} \cos 2\alpha = 0 \Rightarrow t = 0 \text{ или}$$

$$x\left(\frac{2V_0 \cos \varphi}{g \cos 2\alpha}\right) = S \cdot \sin \varphi \cdot \frac{2V_0 \cos \varphi}{g \cos 2\alpha} + \frac{g}{2} \cdot \frac{4V_0^2 \cos^2 \varphi}{g^2 \cos^2 2\alpha} \cdot \sin 2\alpha = t = \frac{2V_0 \cos \varphi}{g \cos 2\alpha}$$

$$+ \frac{g}{2} \cdot \frac{4V_0^2 \cos^2 \varphi}{g^2 \cos^2 2\alpha} \cdot \sin 2\alpha = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g \cos 2\alpha} + \frac{2V_0^2 \cos^2 \varphi \sin 2\alpha}{g \cos^2 2\alpha} =$$

$$= V_0^2 \cdot \left( \frac{\sin 2\alpha}{\cos 2\alpha} + \frac{2 \cos^2 \varphi \cdot \sin 2\alpha}{\cos^2 2\alpha} \right) \cdot \frac{1}{g}$$

$$S_{\max} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \max\left(\frac{\sin 2\alpha}{\cos 2\alpha} + \frac{2 \cos^2 \varphi \cdot \sin 2\alpha}{\cos^2 2\alpha}\right)$$

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

$$\frac{N_{\text{газа}}}{St} \propto n V_{\text{ср}} \propto \frac{V}{V} V_{\text{ср}} \propto \frac{V}{V} \cdot \sqrt{T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{T}}{V} = \text{const.} \Rightarrow \sqrt{T} \propto V \Rightarrow T = \alpha_1 \cdot V^2$$

$$U_0 = \frac{3}{2} \sqrt{RT} \Rightarrow \frac{3}{2} \sqrt{R} \alpha_1 V_0^2 = U_0 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2U_0}{3\sqrt{R}\alpha_1}}$$

$$\sqrt{R}T = PV$$

$$\sqrt{R} \cdot \alpha_1 V^2 = PV$$

$$P = \frac{\sqrt{R}V\alpha_1}{V}$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P(V) \cdot dV = \int_{V_1}^{V_2} \sqrt{R}V\alpha_1 dV = \alpha_1 \sqrt{R} \cdot \frac{V^2}{2} \Big|_{V_1}^{V_2} = \alpha_1 \sqrt{R} \cdot \frac{V_2^2 - V_1^2}{2}$$

$$\alpha_1 \sqrt{R} \cdot \frac{V_2^2 - V_1^2}{3\sqrt{R}\alpha_1} = -\frac{5}{27} U_0$$

$$\alpha_1 \sqrt{R} V_2^2 - \frac{2}{3} U_0 = -\frac{10}{27} U_0$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{8U_0}{27\alpha_1 \sqrt{R}}}.$$

~~$$P_2 = \frac{\sqrt{R}\alpha_1 V_0}{\sqrt{R}\alpha_1 V_2} = \frac{V_0}{V_2} = \frac{\sqrt{3\sqrt{R}\alpha_1}}{\sqrt{\frac{28U_0}{27\alpha_1 \sqrt{R}}}} = \sqrt{\frac{27}{28}}$$~~

$$m = \frac{P_0}{P_2} = \frac{V_0 \cdot \sqrt{R}\alpha_1}{V_2 \cdot \sqrt{R}\alpha_1} = \frac{V_0}{V_2} = \frac{\sqrt{\frac{2U_0}{3\sqrt{R}\alpha_1}}}{\sqrt{\frac{8U_0}{27\alpha_1 \sqrt{R}}}} = \frac{\sqrt{\frac{27}{3}}}{\sqrt{\frac{27}{28}}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 27}}{\sqrt{8 \cdot 3}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 27}{8 \cdot 3}} = \sqrt{\frac{9}{4}}$$

$$M = \frac{3}{2}$$

~~$$M = \frac{5}{2} \left( \frac{V_0}{V_2} - \frac{3}{2} \right) = \frac{5}{2} \left( \frac{V_0}{V_2} - \frac{3}{2} \sqrt{\frac{2U_0}{3\sqrt{R}\alpha_1}} \right)$$~~

$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{R} \alpha_1 V_0^2}{\frac{3}{2} \sqrt{R} \alpha_1 V_0^2} = \left( \frac{V_2}{V_0} \right)^2 = \frac{1}{m^2} = \frac{4}{9} \Rightarrow V_2 = \frac{4}{9} V_0 \Rightarrow \Delta V = -\frac{5}{9} V_0.$$



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  
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!

$$Q = A - \Delta U = \frac{5}{27} V_0 - \left( -\frac{5}{9} V_0 \right) = \left( \frac{5}{27} + \frac{5}{9} \right) V_0 = \frac{20}{27} V_0$$

$$Q = \frac{20}{27} \cdot 5,4 \text{ КДж} = 4 \text{ КДж}.$$

Ответ:  $m = 1,5$ ;  $Q = 4 \text{ КДж}$ .



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.

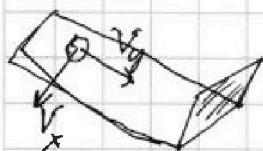
- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------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

при равномерном ускорении

движение шайбы  $\theta_0$  и после соударения вновь  
одной прямой  $\Rightarrow V_x = 0$ .



$$S_{12} = \frac{V_{\theta_2}^2 - V_{\theta_1}^2}{2\alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{V_{\theta_2}^2 - V_{\theta_1}^2}{2S_{12}}$$

$$\alpha = \frac{4^2 \text{ м}^2/\text{с}^4 - 0^2 \text{ м}^2/\text{с}^4}{2 \cdot 1,8 \text{ м}} = \frac{12 \text{ м}^2/\text{с}^4}{3 \text{ м}} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$E_{\text{одрж}} = \cancel{m} V^2 = mgH.$$

~~$$H = \frac{V^2}{g} = \frac{16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 1,6 \text{ м.}$$~~

$$W_0 = \frac{V}{R}$$

~~$$W_0 = \frac{\mu g \cos 2}{R} \cdot R = \mu g \cos 2$$~~

~~$$\Delta t = \frac{WR}{\mu g \cos 2} = \frac{V}{\mu g \cos 2}$$~~

~~$$S_{\text{сп}} = \left( W_0 - \frac{\mu g \cos 2}{R} \right) \Delta t = W_0 t - \frac{\mu g \cos 2 t^2}{2R} =$$~~

~~$$A_p = \frac{S_{\text{сп}}}{t} = \frac{W_0 t - \frac{\mu g \cos 2 t^2}{2R}}{t} = \frac{W_0 - \frac{\mu g \cos 2 t}{2R}}{1} =$$~~

$$A_p = \frac{W_0 - \frac{\mu g \cos 2}{2R} t}{1} = \frac{V^2}{2R \mu g \cos 2}$$

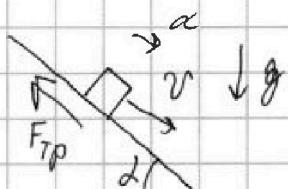


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

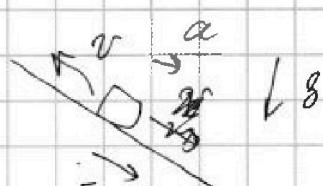
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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



$$\alpha_1 = g \sin \alpha - \frac{m \mu \cos \alpha}{m} = g \sin \alpha - \mu \cos \alpha$$



$$\alpha_2 = g \sin \alpha + \frac{m \mu \cos \alpha}{m} = g \sin \alpha + \mu \cos \alpha$$

$$\alpha_2 = \frac{\sqrt{V^2 - V_1^2}}{2S} = \frac{18 m^2/c^2 - 4 m^2/c^2}{2 \cdot 1 m} = 6 m/c^2$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 10 m/c^2 = 2 g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}$$

~~$$\mu = \frac{\alpha_2 - g \sin \alpha}{\cos \alpha g} = \frac{6 m/c^2 - 5 m/c^2}{\sqrt{3}/2 \cdot 80 m/c^2} = \frac{2\sqrt{3}}{30} \approx 0.115$$~~

$$a_{\text{одр}} = \frac{F}{m}$$

$$T_0 = \frac{V}{a_{\text{одр}}} = \frac{mV}{F} = \frac{m \cdot V}{mg \mu \cos \alpha} = \frac{4 m/c}{10 m/c^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{15} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 4 c$$

$$W_0 = \frac{V}{R} = T_0 \cdot \left( \frac{4\pi}{4T} \right) = 4 \cdot \frac{\mu g \cos \alpha}{R} T_0 = \frac{\mu g \cos \alpha}{R} \cdot \frac{V}{8 \mu \cos \alpha} = \frac{V}{R}$$

Ответ:  $\alpha = 4 m/c^2$ ;  $H = 1,6 \text{ м}$ ;  $T = 4 \text{ с}$ .



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

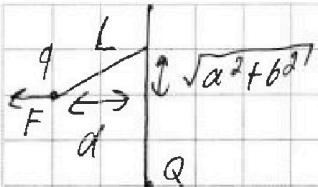
5

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!



$$F' = \frac{d}{L} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qQ}{L^2 S} = \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0 L^3}$$

$$F_1 = \int_{-\frac{\sqrt{3}}{4}}^{\frac{\sqrt{3}}{4}} da \int_{-\frac{\sqrt{3}}{4}}^{\frac{\sqrt{3}}{4}} \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0 S} \frac{1}{L^3} = \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0 S} \cdot E(d)$$

$$F_2 = \cancel{dm/MG} \cdot E(d) \cdot \frac{1}{S}$$

$$E(d) = \int_{-\frac{\sqrt{3}}{4}}^{\frac{\sqrt{3}}{4}} da \int_{-\frac{\sqrt{3}}{4}}^{\frac{\sqrt{3}}{4}} \frac{(a^2 + b^2 + d^2)^{-\frac{3}{2}}}{4\pi\epsilon_0 S}$$

~~$$E(d) = \frac{256\pi}{45} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0 S} \cdot \frac{1}{8\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{12}$$~~



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 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!

$$\text{MAX}\left(\frac{\sin 2\varphi}{\cos 2} + \frac{2 \cos^2 \varphi \sin 2}{\cos^2 2}\right) = \text{MAX}\left(\frac{\sin 2\varphi}{0,6} + \frac{2 \cos^2 \varphi \cdot 0,8}{0,6^2}\right) =$$

$$= \frac{1}{0,6^2} \cdot \text{MAX}(0,6 \sin 2\varphi + 1,6 \cos^2 \varphi) = \text{MAX}(0,6 \sin 2\varphi + 0,8 \cos 2\varphi)$$

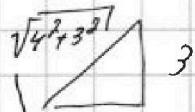
$$\cos 2\varphi = \frac{\cos 2\varphi + 1}{2}$$

$$= \frac{1}{0,36} \cdot \text{MAX}(0,6 \sin 2\varphi + 0,8 \cos 2\varphi + 0,8)$$

$$\Delta \underbrace{(0,6 \sin 2\varphi + 0,8 \cos 2\varphi + 0,8)}_{0,8} - 1,2 \cos 2\varphi + 1,6 \sin 2\varphi = 0$$

$$1,2 \cos 2\varphi = 1,6 \sin 2\varphi \Rightarrow \frac{\sin 2\varphi}{\cos 2\varphi} = \frac{1,2}{1,6} = \frac{9,6}{9,8} = \frac{3}{4}$$

$$\sin 2\varphi = \frac{3}{5}; \quad \cos 2\varphi = \frac{4}{5}$$



$$\text{MAX}(0,6 \sin 2\varphi + 0,8 \cos 2\varphi + 0,8) = 0,6 \cdot \frac{3}{5} + 0,8 \cdot \frac{4}{5} +$$

$$+ 0,8 = 0,36 + 0,64 + 0,8 = 1,8$$

$$S_{\text{MAX}} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{1}{0,36} \cdot 1,8 = \frac{5V_0^2}{g} = \frac{5 \cdot 24^2 \text{ м/с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 288 \text{ м}$$

Ответ:  $V_0 = 24 \text{ м/с}$ ;  $S = 256 \text{ м}$ ;  $S_{\text{MAX}} = 288 \text{ м}$ .



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.

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

$$L \approx \sqrt{a^2 + b^2 + d^2}$$

$$F = \frac{d}{L} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qQ}{L^2} = \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{L^3}$$

$$\int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{L^3} db = \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} (a^2 + b^2 + d^2)^{-\frac{3}{2}} db \approx$$

$$\approx \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \cdot \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} (a^2 + d^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot \left(1 + \frac{b^2}{a^2 + d^2}\right)^{-\frac{3}{2}} \approx$$

$$\approx \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \cdot \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} (a^2 + d^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot \left(1 - \frac{3b^2}{2(a^2 + d^2)}\right) db =$$

$$= \frac{dqQ}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} da \cdot (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{3}{2}} = \int_{-\frac{\sqrt{2}}{4}}^{\frac{\sqrt{2}}{4}} (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot 2a \cdot \frac{1}{2a} da.$$

$$du = 2a \cdot (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{3}{2}} da \quad u = (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{1}{2a} = v \quad dv = -\frac{1}{2a^2} da$$

$$-\frac{1}{2} (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{2a} - \int \frac{1}{4a^2} (a^2 + b^2 + c^2)^{-\frac{1}{2}}$$



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  
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.

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

$$\frac{\sin 2\varphi}{98} + \frac{2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot 98}{96^2} = \\ = \cancel{10} \left( \frac{\sin 2\varphi}{8} + \frac{16 \cos^2 \varphi}{36} \right) = 10 \left( \frac{\sin 2\varphi}{8} + \frac{4 \cos^2 \varphi}{9} \right) = \\ = 720 (\sin 2\varphi + 32 \cos^2 \varphi)$$

$$\cos 2\varphi = \cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi = \cos^2 \varphi - 1 + \cos^2 \varphi$$

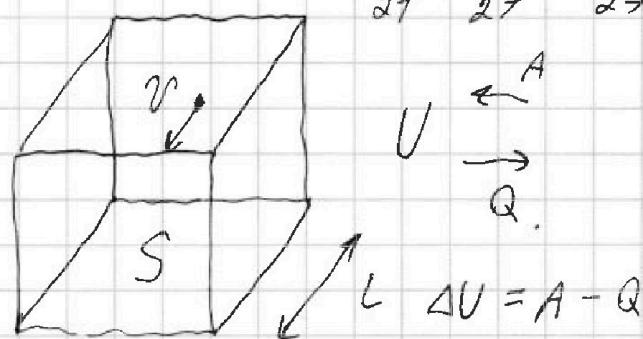
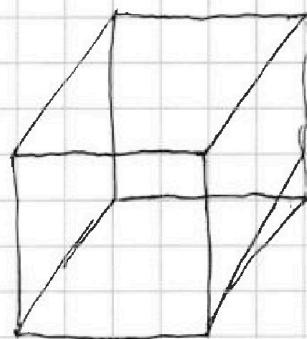
$$\cos^2 \varphi = \frac{\cos 2\varphi + 1}{2}$$

$$\frac{18}{10} : \frac{100}{36} = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5 \quad \begin{array}{r} 576/2 \\ \hline 4 \\ \hline 17 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\frac{16 \cdot 4}{2 \cdot 1} = \frac{6}{1} \quad \begin{array}{r} 0,36 \cdot 5 \\ \hline 18 \end{array} \quad \begin{array}{r} \sqrt{3} \\ 15 \end{array} \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{V}{R}$$

$$p = K \beta \underbrace{K \cdot \langle v \rangle \cdot N}_{U} \quad \frac{SL \cdot h}{L/v} = \frac{Shv}{v}$$

$$-\frac{10}{27} + \frac{18}{27} = \frac{28}{27}$$



$$U = \frac{3}{2} k_B T = \frac{m_0 v_{ep}^2}{2} \cdot N_A \cdot \cancel{N_A} \Rightarrow 3 k_B T = m_0 v_{ep}^2 \\ \cancel{N_A} \quad \cancel{N_A} \quad \cancel{N_A}$$

$$v_{ep}^2 \propto T$$



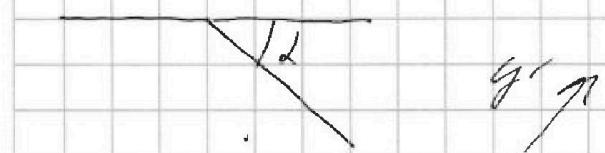
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

$$W = 1 \text{ C}^{-1} \quad V = 3 \text{ (m/c)} \quad R_W = V \\ g = 10 \text{ m/s}^2. \quad R = \frac{V}{W} = 3 \text{ m}$$



$$y(t) = V_{y_0} t - \frac{g t^2}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$X'(t) = V_{x=0} t + \frac{g t^2}{2} \cdot \sin \alpha$$

$$V_{y=0} t - \frac{gt^2}{2} \cdot \cos 2 = V_{y=0} - gt \cos 2 = 0$$

$$V_{y'-0} \cdot \frac{V_{y'-0}}{g \cos \alpha} - \frac{g \cdot V_{y'-0}^2}{2 g^2 \cos^2 \alpha} \cdot \cos \alpha = \cancel{V_{y'-0}} = g t \quad t = \frac{V_{y'-0}}{g \cos \alpha}$$

$$= \frac{V_{y=0}^2}{g \cos 2} - \frac{V_{y=0}^2}{2 g \cos 2} =$$

$$\cancel{x \cdot 576}^2 \cdot \frac{2 \cdot 6^2 \cdot 4^2 \cdot 8 \cdot 10^{-1}}{10 \cdot 6^2 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 2 \cdot 4^2 \cdot 8 = 16 \cdot 16 = 256.$$

$$\frac{48}{6} = 8 \quad C \quad \frac{10 \cdot 8^2}{2} = \frac{320}{2} = 160.$$

$$S = \frac{gt^2}{2} + V_0 t$$

$$V = V_0 t + \phi t$$

$$V = V_0 t + \phi$$

$$380 \cdot 0.8 = 256$$

$$\frac{V_1 + V_2}{2} \cdot \frac{V_2 - V_1}{2} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{4x} = 5$$

$$\frac{S}{V} = \frac{\frac{8t^2}{3}}{8t} =$$