



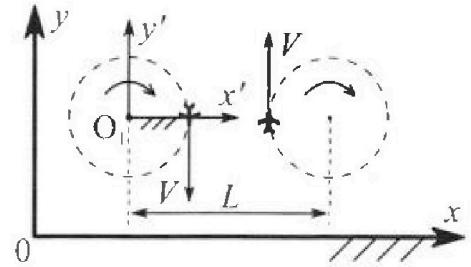
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-01

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  $V = 80 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 800 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

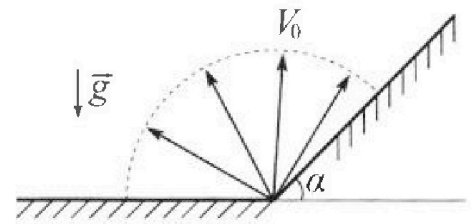


1. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 2 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

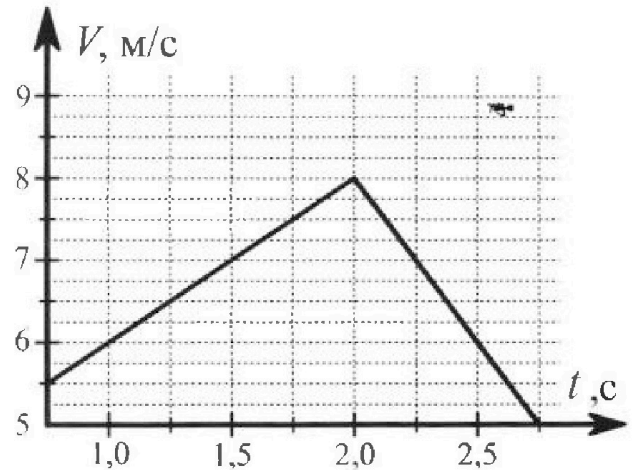
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ .  $\vec{U}$  подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков  $T = 9 \text{ с}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



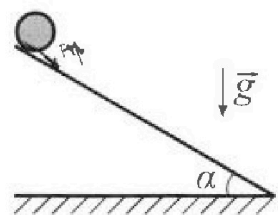
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h = 0,3 \text{ м}$ ?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициент трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 600$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 15$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 10$  К.

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

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. Заряды обкладок конденсатора  $Q > 0$  и  $-Q$ , ёмкость конденсатора  $C$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью  $V_0$  на расстоянии  $d/4$  от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в этот момент времени.

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?



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!

1) У каждого лепестка при движении по окруж.

будет 2 уск. -  $g$  и касательная, которые перпендикулярны друг другу.



$$a_k = \frac{v^2}{R}$$

2) Запишем все силы:  $P = ma$ , где  $a$  - норм. уск.

$$\text{Тогда: } P = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} = m \cdot \sqrt{10^2 + 8^2}$$

$$\text{Запишем } h: h = \frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} = \frac{\sqrt{10^2 + 8^2}}{10} =$$

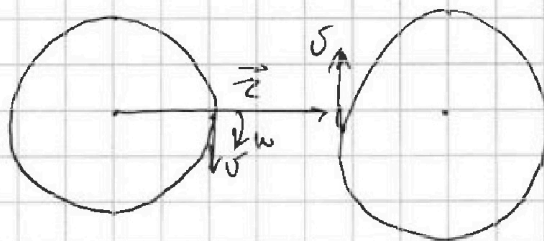
$$= \sqrt{1.64}, \text{ а } h = 1 + \frac{\delta}{100}$$

$$h \approx 1.3, \text{ тогда } \delta = 30\%$$

об. ш. отсчета

3) Перейдем во вр.

систему отсчета, тогда



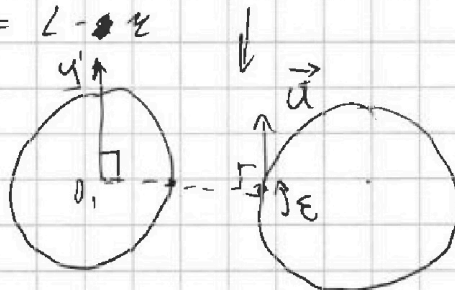
у которой будет скорость:

$$\vec{v}' = \vec{v} + \vec{\omega} \times \vec{r}, \text{ где } r = L - 2z$$

$$v = v + \frac{v}{2} \cdot (L - 2z) =$$

$$= 80 + 80 \cdot \frac{1200}{800} = 160 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$= 200 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$



Ответ:  $\delta \approx 30\%$ ;  $v = 200 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , направление не указывалось, также напр. скорости  $0, y'$ .





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  
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!

$\alpha, \tau, g$  1) Из условия гурьверк разлетается во  
 $v_0, S - ?$  всех направлениях, но этак, т.к.  $T = \text{time}$ ,  
 $T$  соответствует вертикальному броску, когда  $v_0$

$$v_0: v_0 = g \frac{T}{2} = \frac{g \alpha}{2} = 45 \frac{m}{c} \quad (\alpha - \text{время вверх} + \text{время вниз, когда } v_0)$$

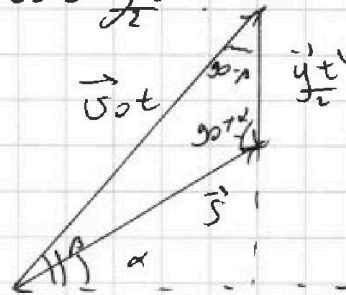
2) Теперь нарисуем векторы

$$\text{Треугольник перемещений } \vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{g}{2} t^2$$

3) Заменим  $T$  косинусом:

$$\frac{S}{\sin(90-\beta)} = \frac{v_0 t}{\sin(90-\alpha)}$$

$$\frac{S \cos \alpha}{\cos \beta} = v_0 t \Rightarrow t = \frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos \beta}$$



4) Заменим катет время. Треугольн:

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

$$v_0 \sin \beta \cdot \frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos \beta} = \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2 \cos^2 \alpha}{v_0^2 \cos^2 \beta} + S \sin \alpha \quad | \cdot \frac{2 v_0^2 \cos^2 \beta}{S}$$

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

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

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

Найдем максимум  $S$  взяв производную по  $\beta$ :

$$S' = \frac{2 v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos \alpha (\cos^2 \beta - \sin^2 \beta) - \sin \alpha (2 \cos \beta (-\sin \beta))) = 0$$





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  
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!

$$\cos \alpha \cos^2 \beta - \cos \alpha \cdot \sin^2 \beta + 2 \sin \alpha \sin \beta \cos \beta = 0 \quad | : \sin^2 \beta$$

$$\cos \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta + 2 \sin \alpha \operatorname{ctg} \beta - \cos \alpha = 0$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \operatorname{ctg}^2 \beta + 2 \operatorname{ctg} \beta - \frac{\sqrt{3}}{2} = 0$$

$$D = 1 + 4 \cdot \frac{3}{4} = 4$$

$$\operatorname{ctg} \beta_1 = \frac{-1 + 2}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$\operatorname{ctg} \beta_2 = -\sqrt{3}$  - Ширинно способом не решу, потому

это не верно.

$$\operatorname{ctg} \beta_1 = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \beta = 60^\circ$$

$$S = \frac{2v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{v_0^2}{2g \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g \cdot \frac{3}{4}} = \frac{2v_0^2}{3g} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 45}{3 \cdot 10} = \frac{15 \cdot 45}{5} = 3 \cdot 45 =$$
$$= 135 \text{ м.}$$

ОТВЕТ:  $S = 135 \text{ м.}$



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 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!

1) Зависимость - линейная, график  $v(t)$  имеет вид:  $v = v_0 + at$ .

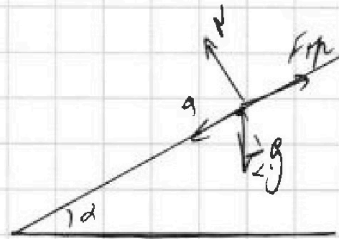
2) т.к. скорость  $v$  - возр., то она катится вверх по горке, найдем  $a$ , как укл. коэфф. к траект.:

~~$$a = \frac{8 - 7}{2 - 1.5} = \frac{1}{0.5} = 2 \frac{m}{c^2}$$~~

3) Тогда заменим  $x$  горку  $y$ :

~~$$a = g \sin \alpha, \text{ тогда } \sin \alpha = \frac{a}{g},$$~~

~~$$\sin \alpha = \frac{2}{10} = 0.2$$~~



$$a_1 = \frac{mg \sin \alpha - F_{тр}}{m} = g \sin \alpha - \frac{F_{тр}}{m} - \text{случай}$$

$$a_2 = \frac{mg \sin \alpha + F_{тр}}{m} = g \sin \alpha + \frac{F_{тр}}{m} - \text{первый}$$

$$a_1 = \frac{2}{0.9} = 2 \frac{m}{c^2}, \text{ уг. траект.}$$

$$a_2 = \frac{8 - 6}{2.5 - 2} = 4 \frac{m}{c^2}, \quad g \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2} = 3 \frac{m}{c^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = 0.3$$

3) найдем  $\mu$ , коэфф. трения.

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha, \quad \frac{F_{тр}}{m} = 1 \frac{m}{c^2} = \mu g \cos \alpha = 1$$

$$\mu = \frac{1}{10 \cdot \sqrt{1 - 0.3^2}} = \frac{1}{10 \cdot \sqrt{0.91}} = \frac{0.1}{\cos \alpha}$$

$$\mu_{тр} = 1 \frac{m}{c^2} = \frac{a_2 - a_1}{2} = 1 \frac{m}{c^2}$$



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  
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!

4) Катером  $\mu$  при каком максимальном  $\mu$  будет:

$$a\mu = \mu g \cos \alpha = a = g \sin \alpha \Rightarrow \mu \geq \tan \alpha$$

5) у нас  $\tan \alpha \approx 0.3$ , а  $\mu \approx 0.1 \Rightarrow$  будет скользить.

б) т.к. будет скольз.

$v_A > 0$  и направлена вниз,

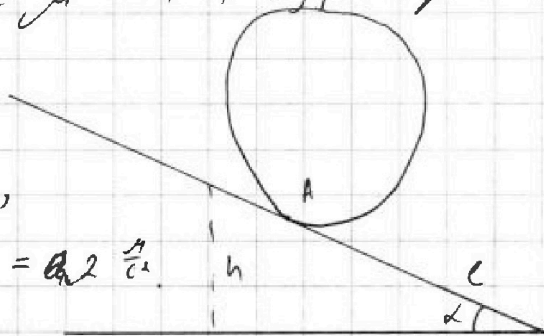
$$a \text{ значит } a = g \sin \alpha - a_{\text{тр}} = a_2 \frac{a}{c}$$

Заменим  $3(3)$ :

$$\frac{m v^2}{2} = m a c$$

$$v = \sqrt{2 a c} = \sqrt{\frac{2 a h}{\sin \alpha}} = 2\sqrt{10} \approx 6.3 \frac{m}{c}$$

Ответ:  $v \approx 6.3 \frac{m}{c}$ ,  $\sin \alpha = 0.3$ ,  $\mu \geq \tan \alpha \geq 0.3$



$$c = \frac{h}{\sin \alpha}$$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$\frac{Q, \Delta T_1, \Delta T_2}{A, C_V, \frac{M_1}{M_2} - ?}$$

1)  $Q = C \Delta T$ , где  $C$  - теплоемкость смеси.

2) Тогда для 1 процесса ур. будет выглядеть так:

$$Q = C_V \Delta T$$

3) Запишем 1 условие терм. для обоих процессов:

$$1. \left\{ \begin{aligned} Q &= 1.5 \nu_1 R \Delta T_1 + 2.5 \nu_2 R \Delta T_1 \end{aligned} \right. \quad (1.5 \text{ т.к. Гелий одноатомный газ})$$

$$1. \left\{ \begin{aligned} Q &= 1.5 \nu_1 R \Delta T_2 + 2.5 \nu_2 R \Delta T_2 + A \end{aligned} \right.$$

Найдем  $A$ :

$$Q \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = 1.5 \nu_1 R \Delta T_2 + 2.5 \nu_2 R \Delta T_2 - \text{из первого}$$

подставим во 2:

$$Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = A$$

$$A = Q \cdot \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = 200 \text{ Дж.}$$

4) Найдем  $C_V$ :  $C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600}{15} = 40 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{K}}$

5) Запишем 1. ур. через  $C_V$ , при условии, что

$$C_V = \frac{i}{2} R, \text{ где } i - \text{степ. свободы:}$$

$$C_P = C_V + R$$

$$\left\{ \begin{aligned} Q &= \nu_1 \cdot 1.5 R \Delta T_1 + \nu_2 \cdot 2.5 R \Delta T_1, \\ Q &= 2.5 \nu_1 R \Delta T_2 + 3.5 \nu_2 R \Delta T_2 \end{aligned} \right.$$

$$C_{P1} = 2.5R$$

$$C_{P2} = 3.5R$$

$$Q = Q$$

$$\nu_1 \cdot 1.5 R \Delta T_1 + \nu_2 \cdot 2.5 R \Delta T_1 = 2.5 \nu_1 R \Delta T_2 + 3.5 \nu_2 R \Delta T_2 \quad | : \nu_2$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} (1.5 \Delta T_1 - 2.5 \Delta T_2) R = (3.5 \Delta T_2 - 2.5 \Delta T_1) R$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{3.5 \Delta T_2 - 2.5 \Delta T_1}{1.5 \Delta T_1 - 2.5 \Delta T_2} = 1$$



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!

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1 \cdot N_A}{V_2 \cdot N_A} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_1}{N_K} = f.$$

Ответ:  $A = 200 \text{ гм}$ ,  $C_v = 40 \frac{\text{гм}}{\text{ок}}$ ,  $\frac{N_1}{N_K} = f.$



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!

$q, Q, v_0, d, c$   
 $R = ?$

1) Возьмем эл. кондуктор:

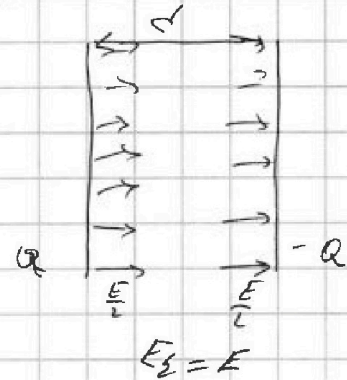
$$\text{в.э.к. } Q_{\text{эл}} = \frac{CU^2}{2} = \frac{E}{2} \cdot Qd$$

2) Возьмем смесь конг.:

$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow U = \frac{Q}{C}, \text{ подставим:}$$

$$\frac{Q^2}{2C} = \frac{EQd}{2}$$

$$Q = ECd \Rightarrow E = \frac{Q}{Cd} \quad \left( \begin{array}{l} \text{поле однородное,} \\ \text{но только такая пропорция} \\ \text{"однородное" - отбрось константы} \end{array} \right)$$



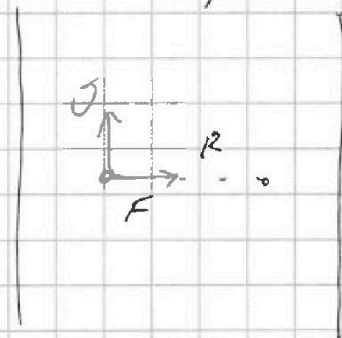
3) Натянем укл. пластины:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \gamma E = \gamma \frac{Q}{Cd}$$

$$\text{при этом: } a = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_0^2}{a}$$

$$R = v_0^2 \cdot \frac{1}{a} = v_0^2 \cdot \frac{Cd}{\gamma Q} = \frac{Cd v_0^2}{\gamma Q}$$

$$R = \frac{Cd v_0^2}{\gamma Q}$$



3) (э) при укл. пластинах (от центра):

$$4) Q = \frac{m v_0^2}{\lambda} = Q_0 + \Delta Q = \frac{m v_0^2}{\lambda} + A_{\text{поле}}$$

Кинетическая энергия:

$$A = F \cdot l - \text{т.к. поле неоднородное}$$

$$A = qE \cdot \left( \frac{d}{2} - \frac{d}{4} \right) = \frac{d}{4} q \cdot \frac{Q}{Cd} = \frac{Qq}{4C}$$

из центра возьмем l поле





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!

подставим  $t$ :

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{Q q}{4 \epsilon}$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{Q}{2 \epsilon} \cdot \frac{q}{m} = v_0^2 + \frac{2 Q q}{2 \epsilon m}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2 Q q}{2 \epsilon m}}$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{c d v_0^2}{Q q}; \quad v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2 Q q}{2 \epsilon m}}$$



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 нерешенной и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. (Формат QR-кода не обязателен)

4) При скатывании цилиндра  $F_T$  будет направлена вверх.

Теперь имеем 2 з. поворотом:

$$N + \mu y \cos \alpha = 0$$

$$m a = F_T + \mu y \sin \alpha$$

$$a = \frac{\mu N y \cos \alpha + \mu y \sin \alpha}{m}$$

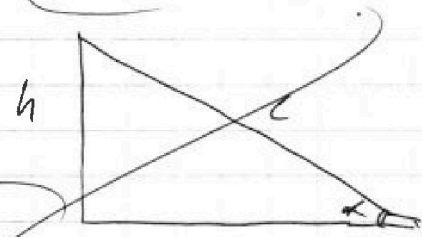
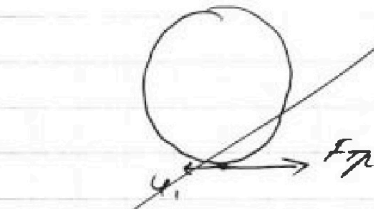
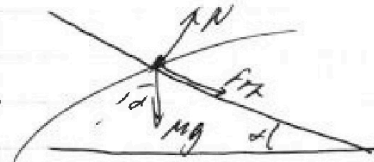
$$= \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha =$$

$$= a_1 + g \sin \alpha = \frac{a_1 - a_1}{2} + \frac{a_1 + g}{2} = a_2 = 4 \frac{1}{c^2}$$

5)  $c = \frac{h}{\sin \alpha}$

Возьмем 3 с.э.:

$$\frac{m v^2}{2} = m a c \Rightarrow v = \sqrt{2 a c} = \sqrt{\frac{2 a h}{\sin \alpha}} = \sqrt{80} \approx 9 \frac{1}{c}$$





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!

$$C = \frac{q}{2\varphi} \Rightarrow \varphi = Q = C \cdot \varphi$$

$$v = \frac{q}{c}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\frac{C v^2}{2} = \frac{E d s}{2}$$

$$\frac{Q^2}{2c} = \frac{E Q d}{2}$$

$$Q = E d$$

$$E = \frac{Q}{c d}$$

$$\frac{E Q d}{2} = p$$

$$6.3 = 3.6 + 3.6 + 0.9 \approx 20$$

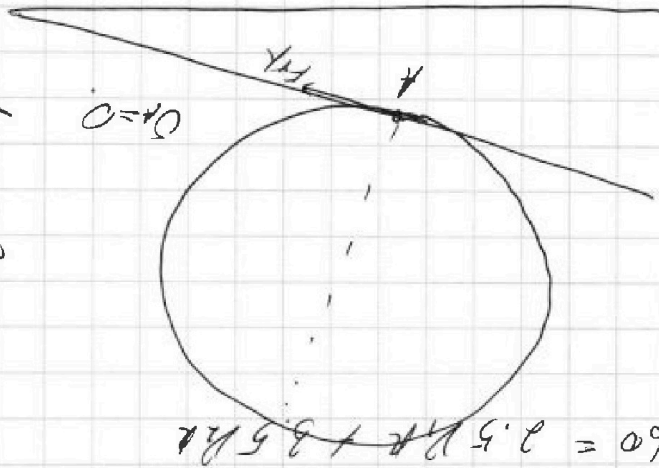
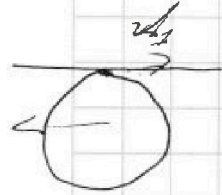
$$p = \frac{Q^2 d}{2c}$$

$$m g \cos \alpha = m v^2 = \frac{p}{r}$$

$$\frac{3.5 - 1.5 \cdot 2.5}{1.5 \cdot 0.5 - 2.5} = \frac{-2.5}{-2.5} = 1$$

$$90 + 1.5 = 37.5$$

$$1.5 \cdot 1.5 = 2.25$$



$$60 = 2.5 R + 3.5 R$$

$$40 = 1.5 R + 2.5 R$$

$$60 = v_1 (v_1 + R) + v_2 (v_2 + R)$$

$$40 = v_1 v_1 + v_2 v_2$$

$\Delta v_1$   
 $\Delta v_2$

$$k u \cdot \frac{B r}{k u} = \frac{B}{r}$$

$$E = \frac{k u q}{r^2}$$

$$\frac{H \cdot \frac{d s}{k u}}{k u} = \frac{p}{k u}$$

$$\frac{p m}{m k u} = \frac{B \cdot \frac{d s}{L}}{m k u}$$

$$\frac{p}{m k u} = \frac{B}{m k u}$$

$$r_1 = \frac{a_1 + \frac{r_1}{2} - a_2 r}{-a_1 + \frac{r_2}{2} - a_2 r}$$



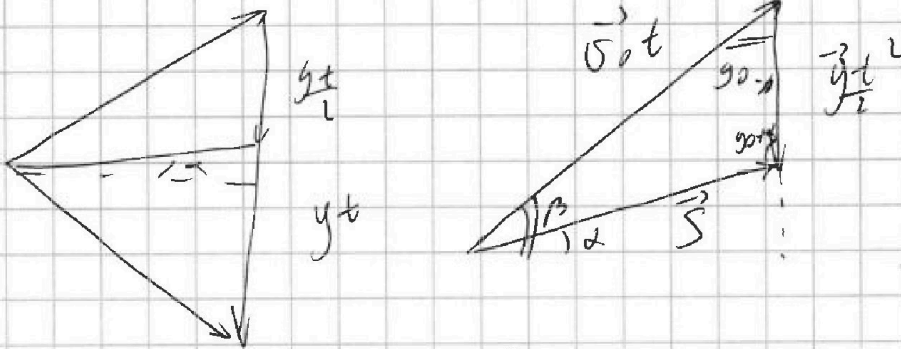


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$y = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\varphi_1 = \frac{kQq}{d}$$

$$\varphi_2 = -\frac{kQq}{3d}$$

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

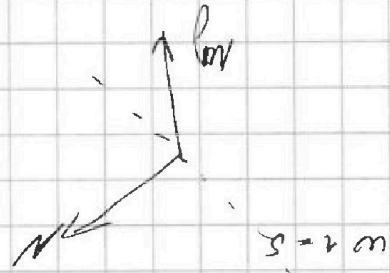
$$s = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$s = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot v_0 \cos \alpha t = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot v_0 \cos \alpha t$$

$$\frac{y_t}{l} s \cos \alpha = v_0 t \cdot \frac{y_t}{l} \cos \alpha$$

$$v_0 t \sin \alpha = \frac{y_t}{l} + s \sin \alpha$$

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



$$C = \frac{Q}{4\pi r^2}$$

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

$$F = qE$$

$$(q_1 - q_2) C = Q$$

$$\frac{kQq}{d^2} = \frac{qE}{d^2}$$

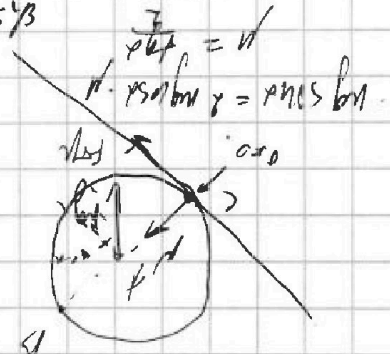
$$E = \frac{32kQ}{d^2}$$

$$F = ma = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = a$$

$$E = E_1 + E_2 = \frac{16kQ}{d^2} + \frac{16kQ}{3d^2}$$

$$a < g \Delta \varphi$$

$$a \approx 0.95$$



$$10.916 \cdot 0 = 0.91601$$

$$0.91601 + 0.09 + 0.018 + 0.0036 = 0.91601 + 0.09 + 0.018 + 0.0036 = 1.02761$$

$$C = 1.5 \cdot 10^{-12} + 7.5 \cdot 10^{-12}$$

$$0.95 = 0.95$$

$$0.95 \cdot 0.95 = 9100 + 900 + 2.5 = 9015$$