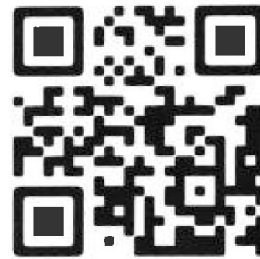




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



. 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  $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$  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. 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?



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

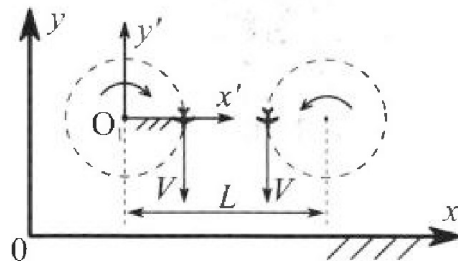
## Вариант 10-03

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  $V = 60$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 360$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

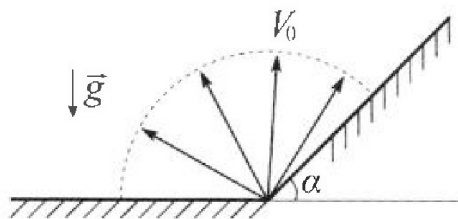
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,8$  км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

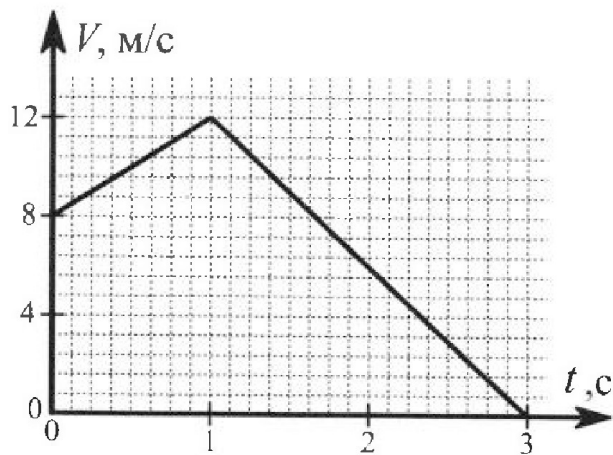
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  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  $H = 45$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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?

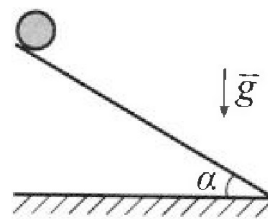
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение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



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

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

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





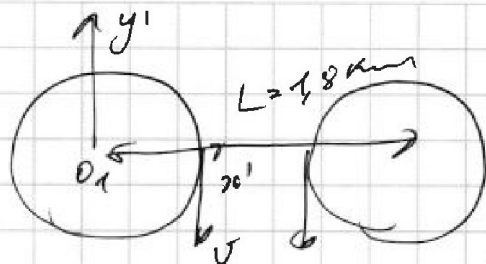
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

2.

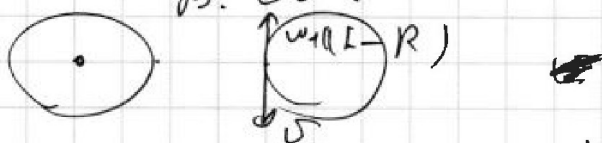


вокруг  
самого

В СО левого всё вращается в окружности

1, с  $\omega_1 = \frac{v}{R}$  - угловая скорость вращения, при переходе в СО 1;

Дополнительная скорость =  $\omega_1 \cdot (L - R)$ ,  
т.к. самими перемещаемся на расстояние  $L - R$  от окр. 1.



$$u = v - \frac{v}{R} (L - R)$$

$$u = 2v - 5v = -3v \quad \text{— в отрицательном направлении}$$

$$u = 180 \text{ м/с.}$$

Направление:

Ответ:  $180 \text{ м/с}$ ;  $\vec{u}$

$\vec{u}$  — параллельно  $\vec{g}$  и противоположно направлению  $\vec{v}$

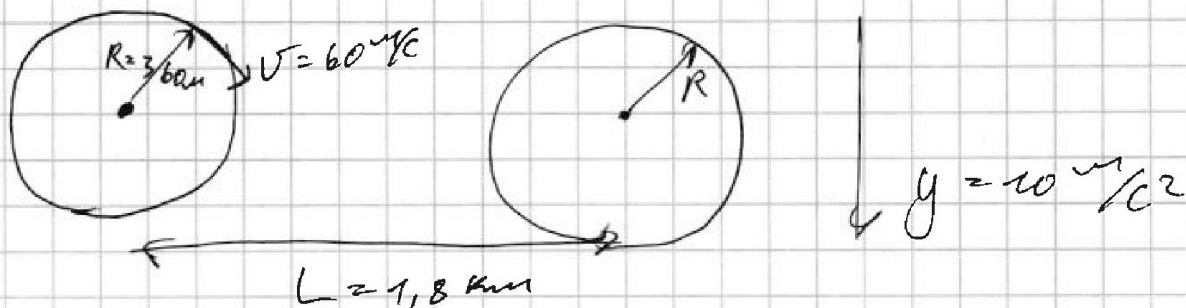


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

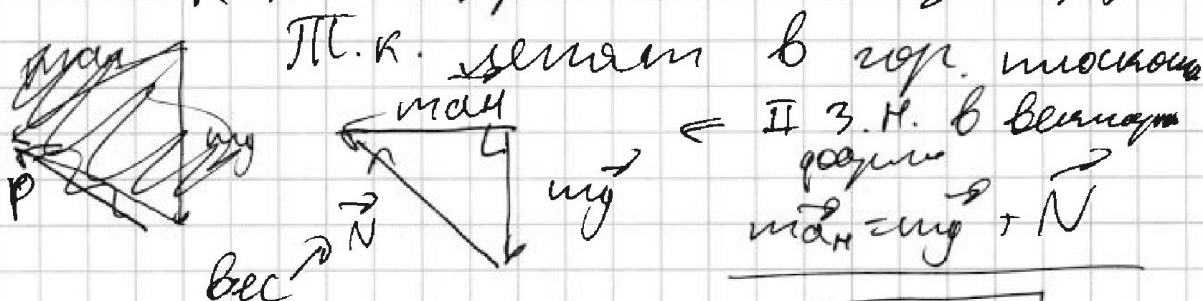
№1.



Веса сила с которой лётчик действует на объект.

Пл.к движется по окр. с к.п.м. скоростью, по тангенциальной компоненте ускорения  $a_n = 0$ , а нормальная

$a_n = \frac{v^2}{R}$ , и направлена к центру.



ИЗН. в векторном виде  
 $\vec{m}g = \vec{N} + \vec{m}g_{\text{гор.}}$

$\Rightarrow$  по т. Пифагора  $N = m \sqrt{a_n^2 + g^2}$

$\Rightarrow \frac{N}{mg} = \sqrt{\frac{a_n^2}{g^2} + 1} = \sqrt{2} \approx 1,41$

$$\frac{mg}{N} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{\delta}{100} = 1 - \frac{mg}{N} = \frac{N - mg}{N} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\delta}{100} = \frac{(\sqrt{2} - 1)}{\sqrt{2}} \approx 0,3$$

$$\delta \approx 30 \%$$



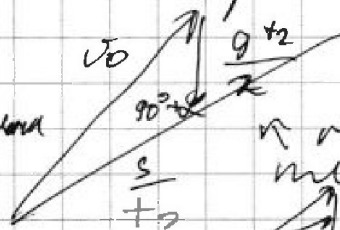
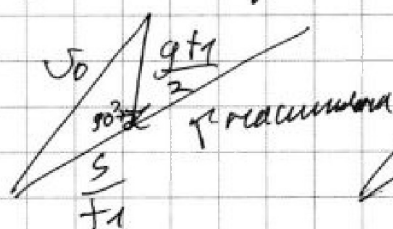
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

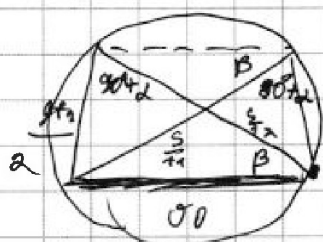
СТРАНИЦА  
2 из 2

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!

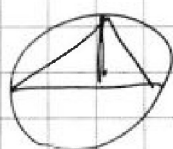
Рассмотрим 2 траектории



Вспомогательный  $\Delta$  в окружности



максимум этой  $S_0$  гр. площади, при максимальной высоте.  $\Rightarrow \Delta$  должен быть р/д, тогда будет макс. высоты



$$\Rightarrow \frac{S}{1} = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

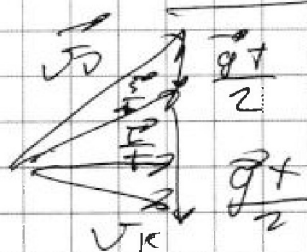
$\Delta ABC$ :

$$\frac{v_0}{\cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2})} = \frac{2S}{1} = g \cdot t^2$$

$$\Rightarrow t = \frac{v_0}{g \cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2})} \Rightarrow S = \frac{v_0^2}{2g (\cos^2(45^\circ - \frac{\alpha}{2}))}$$

$$\Rightarrow S = \frac{v_0^2}{g(1 + \sin(2))} = 50 \text{ m}$$

Ответ: 50 m



$$S_0 = \frac{Lg}{2} = \frac{g S \cos \alpha}{2 \cos^2 \alpha}$$

$\Rightarrow$  тем больше мощность, тем больше перемещение.

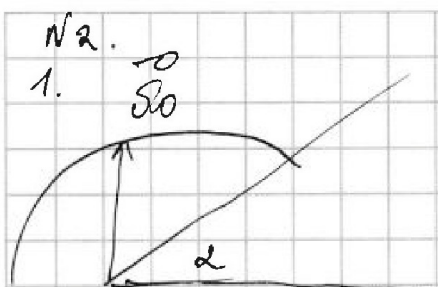


1 2 3 4 5 6 7

☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!



$\sin(\alpha) = 0,8$   
 $H = 45 \text{ м.}$

1) Найдем  $v_0$ . максимальное  $H$  достигается при вертикальном броске, т.к. проекция скорости на вертикаль  $v_y = v_0 \sin(\beta)$

угол между скоростью и горизонталью.  
горизонтально  $\sin(\beta)_{\text{макс}} = 1 \Rightarrow$  вертикально

ЗСЭ:  $\frac{m v_0^2}{2} = mgH \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = 30 \text{ м/с}$

2. Составим уравнения скоростей.

1)  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$  - равноук. движение  
 $\frac{\vec{v}}{t} = \frac{\vec{v}_0}{t} + \frac{\vec{g}t}{t}$   
 $\vec{v}_K = \vec{v}_0 + \vec{g}t \Rightarrow$  вектор перемещения медиана в  $\Delta$ .

скорость в какой то момент времени  
Тогда  $\Delta ABC = Lg = 2S_{ABK}$  т.к.  $AK$  - медиана (делит пополам)  $\angle$  из Т. синусов.

$S_{ABK} = \frac{1}{2} v_0^2 \frac{\sin(\beta) \sin(90^\circ - \alpha - \beta)}{\sin(90^\circ + \alpha)}$

$\frac{AK}{\sin(90^\circ + \alpha)} = \frac{BK}{\sin(\beta)}$  а высота  
из точки  $K = BK \sin(90^\circ - \alpha - \beta)$

$S_{ABK} = \frac{1}{2} v_0^2 \frac{\sin(\beta) \cos(\alpha + \beta)}{\cos(\alpha)}$

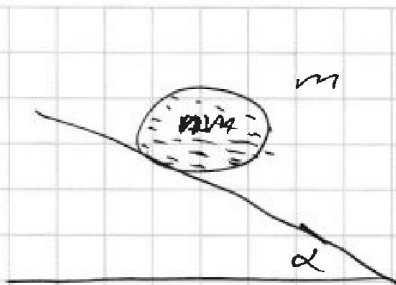
$S_{ABK} = \frac{1}{2} v_0^2 \frac{\sin(\beta) (\cos(\alpha) \cos(\beta) - \sin(\alpha) \sin(\beta))}{\cos(\alpha)}$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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!



масса бочки -  $m$   
масса воды -  $m_1$

П.к. ось симметрии идеальная,  
то кинетическая энергия  
массового движения такая  
как и его центр масс.

П.к. нет кин. связей

1) в теореме



П.к. бочка движется  
без проскальзывания,  
то работа силы  
трения  $= 0$ .

изменение кин. энергии

$$3CЗ: m(n+1)g \sin \alpha s = K \leftarrow \text{кин. энергия}$$

Посчитаем момент инерции для  
массы 0, однородного цилиндра.

$$I_C = m R^2$$



$s$  - высота центра масс

По теореме Гюйгенса Имиджер:

$$I_O = I_C + m R^2 = 2m R^2$$

$$\Rightarrow K = \frac{nmv^2}{2} + \frac{I_C \omega^2}{2}$$

$$K = \frac{nmv^2}{2} + m v^2$$

$\Rightarrow$  подставим в 3CЗ:

$$(n+1)g \sin \alpha s = \frac{v^2}{2} + v^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{(n+1)g \sin \alpha s}{\frac{n}{2} + 1}} \approx \sqrt{\frac{40 \sqrt{3}}{7.5}} \approx 3 \text{ м/с}$$

$$\approx \sqrt{\frac{69}{7.5}} \approx \sqrt{\frac{680}{75}} \approx \sqrt{9} \approx 3 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 180 \\ + 180 \\ \hline 360 \\ + 144 \\ \hline 504 \\ + 144 \\ \hline 648 \\ + 144 \\ \hline 792 \\ + 144 \\ \hline 936 \\ + 144 \\ \hline 1080 \end{array}$$



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



СТРАНИЦА

3 из 3

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

3) Чтобы найти ускорение продифференцируем ЗСЭ:

$$(n+1)g + \gamma m \frac{dS}{dt} = 2\gamma a \left( \frac{n}{2} + 1 \right)$$

$$(n+1)g \sin(\alpha) = 2\gamma a \left( \frac{n}{2} + 1 \right)$$

$$\Rightarrow a = \frac{\sin(\alpha) g (n+1)}{n+2}$$

$$a = \frac{5 \cdot 4 \text{ м/с}^2}{5} = 4 \text{ м/с}^2$$

4) В СО центральная масса точки.

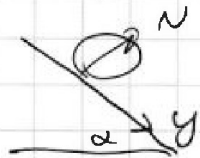


Заменим уравнение мом. озн. точки D.

В кривизне  $(n+1)mg$  будет действовать сила трения скольжения

$$F_{\text{тр}} = \mu \left[ (n+1)mg \cos(\alpha) \right] \leftarrow \text{сила трения}$$

и проекция силы тяжести



$$N = (n+1)mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = (n+1)mg \sin \alpha$$

Пр. мом:

$\leftarrow$  радиус окружности

$$(n+1)mg \sin \alpha R = 2 \mu (n+1)mg \cos \alpha R$$

$$\Rightarrow \mu_{\text{кр}} = \frac{\tan \alpha}{2} = \frac{\sqrt{3}}{6} \approx 0,288$$

$$\Rightarrow \mu > 0,28$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; v \approx 3 \text{ м/с}; a \approx 4 \text{ м/с}^2; \mu > 0,28$$

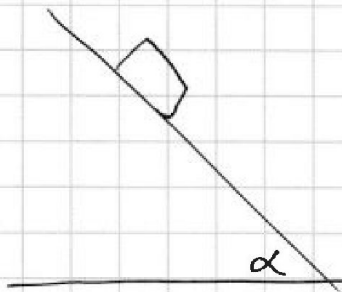


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

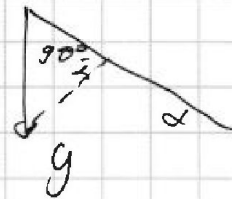
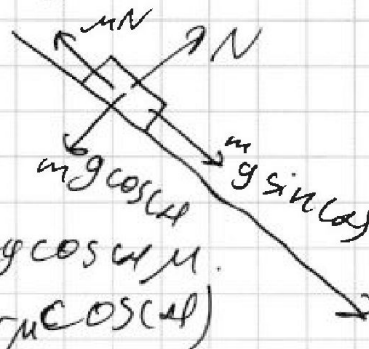
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 3

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) Рассмотрим силы действ. на матбл движ. вниз.



ИЗН. на ось  $y$ :

$$ma = mg \sin(\alpha) - mg \cos(\alpha) \mu$$

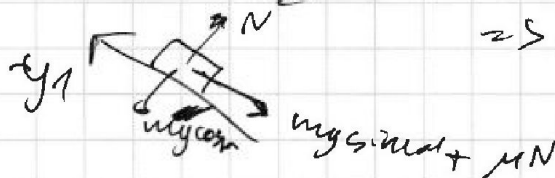
$$\Rightarrow a_1 = g(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha))$$

Зависимость скорости

$$v = v_0 + a_1 t \Rightarrow \text{условий коэфф трения}$$

2) При движении вверх

$$\Rightarrow v = v_0$$



ИЗН. на ось  $y_1$ :

$$ma_2 = -(mg \sin(\alpha) + mg \cos(\alpha) \mu)$$

$$v = v_0 + a_2 t \leftarrow \text{аналогично } a - \text{условий}$$

2) В точке излома матбл ударившись о угол

$$K_1 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$K_2 = -6 \text{ м/с}^2$$

$K_1 + K_2$  ↑ движение вверх

↑ ускорение вниз

$$K_1 = a_1 = g(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha))$$

$$K_2 = -g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))$$

$$\Rightarrow K_1 - K_2 = 2g \sin(\alpha)$$

$$\Rightarrow \sin(\alpha) = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

☺



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!

$$v_0 = \left( \frac{Q}{\Delta T_1} - c_{v1} \nu_M \right) \frac{1}{c_{v2}}$$

$$v_0 = \left( 20 - \frac{3}{2} \cdot 10 \right) \frac{2}{5 R}$$

$$v_0 \approx \frac{2}{8,31} \text{ моль} \approx 0,24 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \frac{N_2}{N_K} = \frac{\nu_M}{v_0} = \frac{10}{2} = 5$$

2)  $\pm 3 \text{ Т}$  для изобара.  $(A = \int p dV = p \Delta V = \nu R \Delta T)$

$$Q = \Delta U + A, \quad [A = \Delta T_2 R (\nu_1 + \nu_0)] - 3 \text{ Л 9:}$$

$$A = 30 \cdot 12 = 360 \text{ Дж}$$

3) для изохорического процесса

$$Q = c_v \Delta T_1 - 3 \text{ Л 9.}$$

$$\Rightarrow c_v = \frac{960}{48} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Ответ: 1)  $A = 360 \text{ Дж}$ . 2)  $c_v = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

$$3) \frac{N_2}{N_K} = 5$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

$Q = 960 \text{ Дж}$  - смесь гелия и кислорода.

$$\Delta T_1 = 48 \text{ К}$$

$$\Delta T_2 = 30 \text{ К}$$

↑ изохорный

↑ изобарный.

$$C_{V1} = \frac{3}{2} R \quad C_{P1} = \frac{5}{2} R$$

$$C_{V2} = \frac{5}{2} R \quad C_{P2} = \frac{7}{2} R$$

1) Не - гелий. Пусть гелий -  $\nu_H$  молей  
кислорода -  $\nu_O$  молей

и  $\pm 3 T$  для изохорического процесса.

$$1. Q = (C_{V1} \nu_H + C_{V2} \nu_O) \Delta T_1.$$

и  $\pm 3 T$  для изобары:

$$2. Q = (C_{P1} \nu_H + C_{P2} \nu_O) \Delta T_2.$$

$$\text{из 1. } \nu_O = \left( \frac{Q}{\Delta T_1} - C_{V1} \nu_H \right) \frac{1}{C_{V2}}$$

$$\text{Подставим: } Q = \frac{Q}{\Delta T_2} C_{P1} \nu_H + \frac{C_{P2}}{C_{V2}} \left( \frac{Q}{\Delta T_1} \right) - \frac{C_{P2}}{C_{V2}} \nu_H C_{V1}.$$

$$\frac{Q}{\Delta T_2} - \frac{C_{P2}}{C_{V2}} \frac{Q}{\Delta T_1} = \nu_H \left( C_{P1} - \frac{C_{P2}}{C_{V2}} C_{V1} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{960}{30} \nu_H = \frac{Q \left( \frac{1}{\Delta T_2} - \frac{C_{P2}}{C_{V2} \Delta T_1} \right)}{C_{P1} - \frac{C_{P2}}{C_{V2}} C_{V1}}$$

$$\nu_H = 960 \left( \frac{1}{30} - \frac{7}{48 \cdot 5} \right) \text{ молей}$$

$$\left( \frac{5}{2} - \frac{7}{5} \cdot \frac{3}{2} \right) \cdot 8,31$$

$$\nu_H = \frac{960 \left( \frac{1}{30} - \frac{7}{240} \right) \cdot 48,6}{\left( 5 - \frac{21}{5} \right) 8,31}$$

$$\nu_H = \frac{960 (32 - 28) \cdot 2 \cdot 5}{4 \cdot 8,31} = \frac{10}{9,31} \text{ молей} \approx 1,2 \text{ молей}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ - 931 \\ \hline 1690 \end{array} \quad \begin{array}{r} 831 \\ 1690 \cdot 1,2 \\ \hline 20280 \end{array}$$

$$V = V_0 \left( 1 + q_2 \frac{d}{R} \right)$$



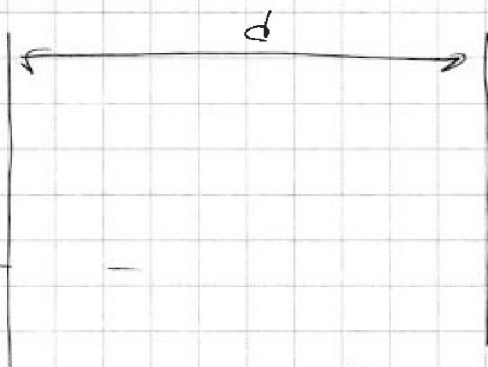
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

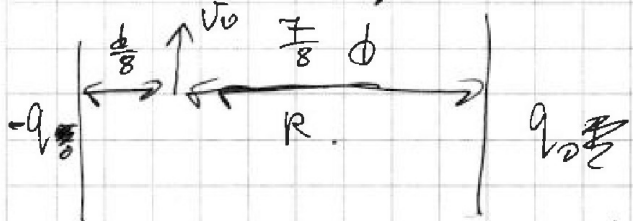
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

$$\gamma = \frac{q}{m} > 0$$



из непомнящий момент.



~~с помощью формулы  $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$  для выпр.~~  
~~от палочки~~  
~~б. может~~  
~~о. такая же~~  
~~как и у кольца~~  
~~с радиусом, равным рас. до~~  
~~и у центра кольца~~  
~~маленький, что радиусы приносят на~~  
~~контур палочки.~~

Нормальное ускорение:

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

$U = \varphi_1 - \varphi_2$  — разность потенциалов  
на конденсаторе.

$U = \frac{A}{\epsilon_0}$  — напряженность электрического поля.  
ПР. у конденсатора разность потенциалов  
длина откладок  $\ll d \Rightarrow$

$\Rightarrow$  заряду конденсатора





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!

$$S_{ABK} = \frac{1}{2} V_0^2 \left( \frac{\sin(2\beta)}{2} - \operatorname{tg}(\alpha) \sin^2(\beta) \right)$$

Возьмем производную.

$$\frac{dS_{ABK}}{d\beta} = \frac{1}{2} V_0^2 (\cos(2\beta) - 2 \operatorname{tg}(\alpha) \cos(\beta)) = 0,$$

и.к. ищем экстремум.

$$2 \operatorname{tg}(\alpha) \cos(\beta) = \cos(2\beta) \Rightarrow 2 \cos^2(\beta) - 1$$

$$2 \cos^2(\beta) - 2 \operatorname{tg}(\alpha) \cos(\beta) - 1 = 0$$

$$\cos(\beta) = \frac{2 \operatorname{tg}(\alpha) \pm \sqrt{4 \operatorname{tg}^2(\alpha) + 8}}{4}$$

$$\cos(\beta) = \frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}}$$

$$\cos(\beta) = \frac{2}{3} \pm \sqrt{\frac{4}{9} + \frac{1}{2}}$$

$$\cos(\beta) = \frac{2}{3} \pm \sqrt{\frac{17}{18}}$$

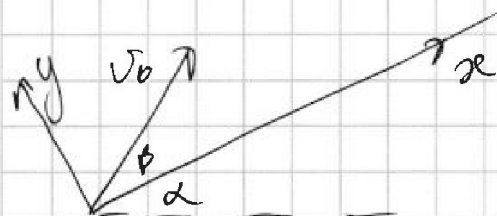
максимум

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

$$\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha) = 1$$

$$\Rightarrow \cos(\alpha) = 0,6$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{4}{3}$$



$$V_x = V_0 \cos(\beta)$$

$$V_y = V_0 \sin(\beta)$$

$$a_x = -g \sin(\alpha)$$

$$a_y = -g \cos(\alpha)$$

Угнетем на ствол

когда проекция  $\vec{a}_x$  перпендикулярна по  $y=0$ .

Уп. равноуск. движение: по  $y$ .

$$1) V_y + \frac{a_y t^2}{2} = 0 \Rightarrow V_y = \frac{g \cos(\alpha) t^2}{2}$$

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

2) Уп. равноуск. движение на ось  $x$ .

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



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!

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

$$S = \frac{2v_0^2}{g \cos(\alpha)} (\cos(\beta) \sin(\beta) - \frac{1}{2} \sin^2(\beta))$$

$$\beta < 90^\circ - \alpha$$

$$S = \frac{2v_0^2}{g \cos(\alpha)} \left( \frac{\sin(2\beta)}{2} - \frac{1}{4} \sin^2(\beta) \right)$$

$$\frac{v_0^2}{g} \cdot S \approx 1,8$$

$$S \approx \frac{90}{1,8} = 50 \text{ м}$$

1)  $\beta < 90^\circ - \alpha$ , т.к. угол падения не на канон, также  $\alpha > 45^\circ$ , т.к.  $\sin(\alpha) = 0,8 > 0,4$ ,  $\beta < 45^\circ \Rightarrow S(\beta)$  — возрастающая функция на  $\sin(2\beta)$ ,  $\sin(\beta)$  — возрастает.

$$\frac{dS}{d\beta} = \frac{2v_0^2}{g \cos(\alpha)} (\cos(2\beta) - \frac{1}{2} \cos(\beta))$$

$$\frac{dS}{d\beta} = \frac{2v_0^2}{g \cos(\alpha)} (\cos^2(\beta) - \frac{1}{2} \cos(\beta) - \frac{1}{2} \sin^2(\beta)) = 0$$

$$\frac{dS}{d\beta} = 2 \cos^2(\beta) - \frac{1}{2} \cos(\beta) - \frac{1}{2} = 0$$

$$\cos(\beta) = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}}$$

~~Дифференциал параболы~~ ← максимум.

