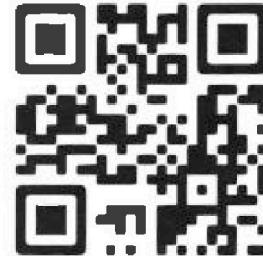


# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2024



## Вариант 10-02

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

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 780$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 31,2$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 20$  К.

1. Найдите работу А внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

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

1. Найдите скорость  $V_0$  частицы в рассматриваемый 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?

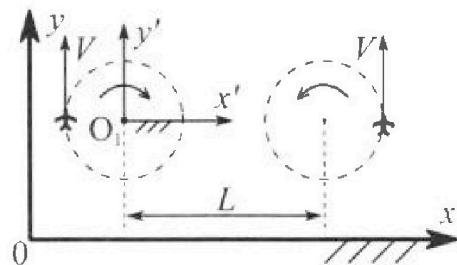
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-02

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

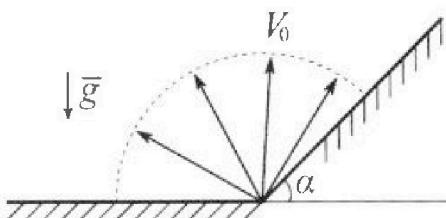
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 70 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт,  $R=700 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , где  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=2,1 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'y_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .
2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно  $S_1 = 160 \text{ м}$ , упавших на склон,  $S_2 = 120 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



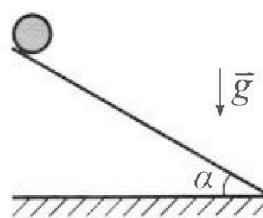
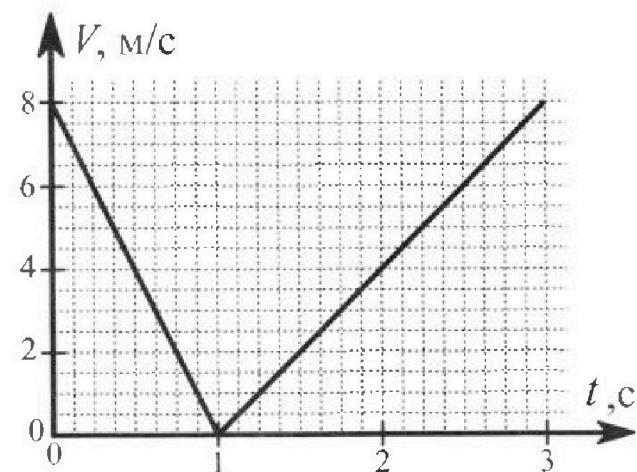
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

1. 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  $n=2$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на  $L=0,6 \text{ м}$ ?
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

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!

$$U = \omega(L+R) + V = \frac{V}{R} \cdot (L+R) + V = V \left( \frac{L+R}{R} + 1 \right) =$$

$$= \left( \frac{L+2R}{R} \right) \cdot V = \frac{20 \cdot (2100 + 1400)}{200} = 350 \text{ ф/с}$$

Ответ: 1)  $\frac{U}{V} = \frac{\sqrt{1400}}{10}$

2)  $U = 350 \text{ ф/с}$

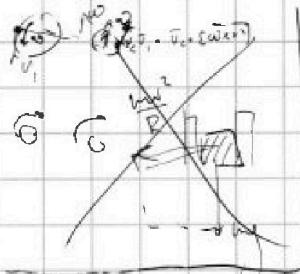


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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  
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) Нарисуйте лингтина вращения и радиусы  
силы:

Учебник находит, что  $\cancel{P + mg + \frac{mv^2}{R} = 0}$

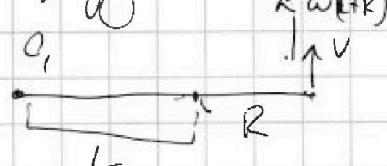
$$P = \sqrt{\left(\frac{mv^2}{R}\right)^2 + (mg)^2}$$

$$\frac{P}{mg} = \frac{mv}{mg} \cdot \sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2} = \frac{\sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2}}{g} = \frac{\sqrt{\frac{70^2}{7^2} + 10^2}}{10} = \frac{\sqrt{149}}{10}$$

2)  $\omega = \frac{v}{R}$  - угловая скорость вращения  $x', y'$ ,  $g'$ .



При движении  $x', y'$  фазу с  $\omega$  несет, все движется под фазу. с  $\omega$  проходит газовой. Начало сдвигается в движении машины лежали на машине, соед. центра сдвигом фазу сдвигает:



$$\text{затем } U = V + \omega(L+R)$$

Значит это: при переходе в  $U = V + \omega(L+R)$

Мак с сдвигом.

$V_{x', y'}$



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  
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!

$$\frac{s_2 g^2}{v_0^2} = \left( t g(\alpha + 1) \right)' (-t g(\alpha + 2))$$

$$\frac{s_2 g^2}{v_0^2} = \left( t g^2(\alpha + 1) \right)' (2 - t g(\alpha))$$

$$\frac{s_2 g^2}{v_0^2} = (t g^2(\alpha + 1))' (4 - 2 t g(\alpha) + t g^2(\alpha))$$

$$\frac{s_2 g^2}{v_0^2} = (8 t g^3(\alpha + 1) - 4 t g^2(\alpha) + t g(\alpha))$$



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.

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

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 9

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) Другое решение



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

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

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

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

$$\cos \alpha \cdot 2 \sin \alpha$$

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

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

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

$$\sin^2 \beta = -2 \tan \alpha$$

$$\sin \beta \cos \beta = 0$$

$$\beta = 90^\circ$$

$$t = \frac{v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad S_2 = \frac{4v_0^2}{2g \cos \alpha} \left( 1 - \tan \alpha \cdot \frac{1}{2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{S_2 g}{v_0^2} = \left( \tan \alpha + 1 \right) \left( 1 - \tan \alpha \cdot \frac{1}{2} \right)$$



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"/> 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 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

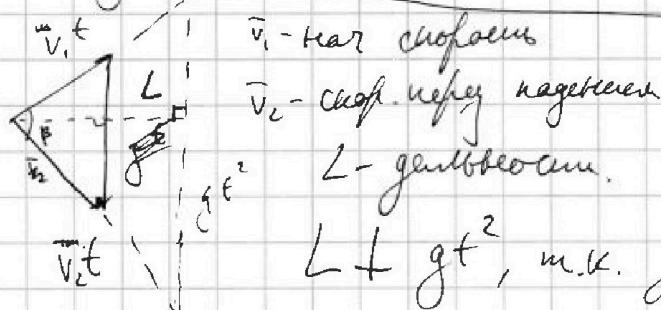
СТРАНИЦА  
4 ИЗ 5

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!

Решение. Установлено что задача о наил. дальности полета достигается при  $\beta = 90^\circ$

$$t = \frac{v_0 \sin \beta}{g}, v_{\text{ок}} = \frac{v_0^2 \sin \beta}{g}$$

$$I = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{g}$$



$L + gt^2$ , т.к. дальность полета возрастает с  $t$ .

Доказано, что  $L \rightarrow \max$ , при  $\beta = 90^\circ$  при заданных  $v_1, v_2$

$$\frac{L \cdot g t^2}{2} - \text{интеграл}$$

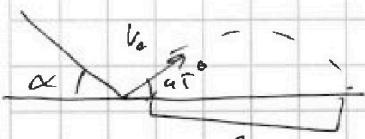
$$\frac{v_1 t \cdot v_2 t \cdot \sin \beta}{2} = \frac{L \cdot g t^2}{2}$$

$$\max(\sin \beta) = 1 \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$$

$L_{\max}$  при  $\beta = 90^\circ$

Приемлемо для полета на малой высоте это поверхность сферической

Чтобы  $v_1 = v_2 \Rightarrow$  угол с горизонтом для  $\beta = 45^\circ$ .



Значит

$$S_1 = \frac{v_0^2 \sin(45^\circ)}{g}$$

$$1) \quad = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{S_1 g} = \sqrt{1600} = 40 \text{ м/с}$$

2) Установлено что углы азимутов склонений для

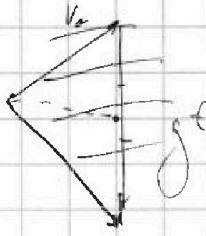
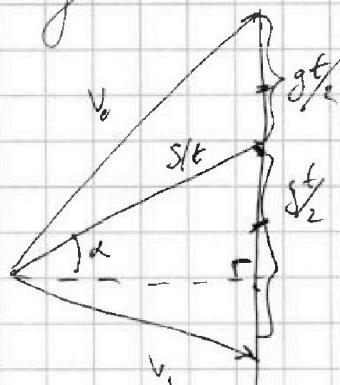
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Надо найти угол наклона:

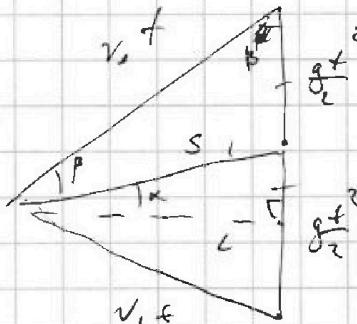


Используя треугольник наклонения:

$S_2$ -неконгруэнтно.

$$S_2 \cos \alpha = L$$

$$\max S_2 \sim \max L \Rightarrow V_1 \perp V_0 \Rightarrow S_2 = \frac{g t^2}{2}$$



Найти  $\beta - \sqrt{t} S_2$

$$\left(\frac{g t}{2}\right)^2 = \left(\frac{g t}{2}\right)^2 + (V_0 t)^2 - 2 \cos \beta \frac{g t}{2} \cdot V_0 t$$

Заменим, что  $V_0 t \sqrt{\frac{g t^2}{2}} = \beta$

$$\beta = 90^\circ - (\alpha + \beta)$$

$$2\beta = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \beta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$$

$$\sin 2\beta = \cancel{\sin \alpha} \cos \alpha$$

$$V_1 = V_0 t \tan \beta$$

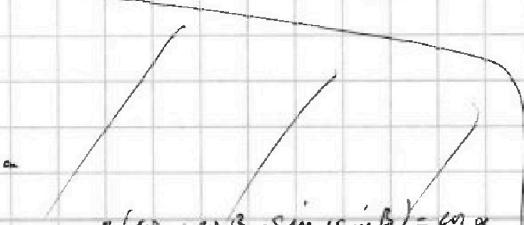
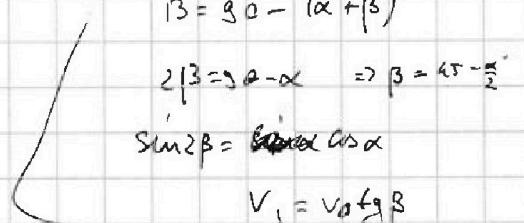
~~$$2 \cos \beta = \frac{V_0 t}{\sqrt{t}}$$~~

~~$$\cos \beta = \frac{V_0}{\sqrt{t}}$$~~

~~$$V_0 t \cos(\alpha + \beta) = \frac{V_0}{\sqrt{t}} \cdot \cos \alpha$$~~

~~$$V_0 \cos \alpha \cos \beta - V_0 \sin \alpha \sin \beta = \frac{V_0}{\sqrt{t}} \cos \alpha$$~~

~~$$\frac{V_0}{\sqrt{t}} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{t}} \omega$$~~



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 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!

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{a^2}{a^2 + b^2}}$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \beta = \cos^2 \alpha$$

$$t \cdot v_0^2 \tan \beta = g s_2 \cos \alpha \cdot 2s \cdot g t^2$$

$$s_2 = \frac{v_0^2 \tan \beta}{2g \cos \alpha}$$

запись

$$2 \sin \alpha \cos \beta = \cos \alpha$$

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

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

$$\cos^2 \beta = \frac{\cos^2 \alpha}{(\cos^2 \alpha)^2}$$

$$\tan \beta = \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} \Rightarrow \sin^2 \beta = \frac{1 - \cos^2 \alpha}{2}$$

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

$$\Downarrow \quad \tan \beta = \sqrt{\frac{1 - \sin^2 \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}}$$

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

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

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

$$\cos \alpha \cdot \frac{1 + \sin \alpha}{1 - \sin \alpha} = \frac{v_0^2}{2g s_2}$$

$$\frac{\cos^2 \alpha (1 + \sin \alpha)}{1 - \sin \alpha} = \frac{v_0^2}{2g^2 s_2^2}$$

$$(1 - \sin^2 \alpha) / (1 + \sin \alpha) = (1 + \sin \alpha) \frac{v_0^2}{2g^2 s_2^2}$$

$$1 - \sin^2 \alpha + 1 - \sin \alpha = \frac{v_0^2}{2g^2 s_2^2} - \sin \alpha \frac{v_0^2}{2g^2 s_2^2}$$

$$\sin \alpha - \text{значение другого угла} = 1$$

$$\sin \alpha \neq 1$$

$$\frac{v_0^2}{2g^2 s_2^2} (\tan \beta)_B = 0$$

$$\frac{v_0^2}{2g^2 s_2^2} \cdot \frac{-1}{\cos^2 \beta} = 0$$

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.

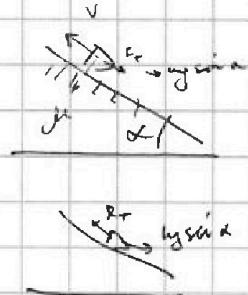


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 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) по задачке  $a_1 = -8 \text{ м/с}^2$  - ~~удалено~~  
 $a_2 = 4 \text{ м/с}^2$  - ~~удалено~~

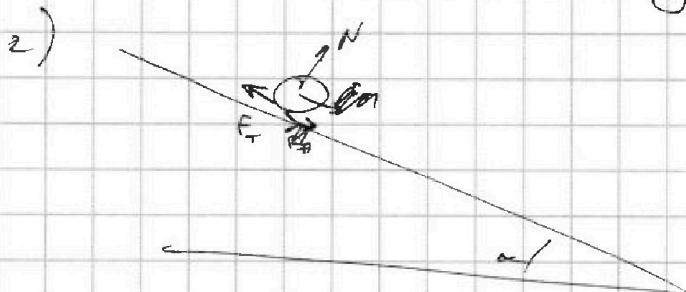


$$F_f + mg \sin \alpha = m|a_1|$$

$$mg \sin \alpha - F_f = m|a_2|$$

$$2mg \sin \alpha = m(|a_1| + |a_2|)$$

$$\sin \alpha = \frac{|a_1| + |a_2|}{2g} = \frac{12}{2 \cdot 10} = 0,6 \Rightarrow$$



$$F_f \leq \mu N \quad (1)$$

$$mg \sin \alpha - F_f = ma \quad (2)$$

$F_f$  несет движение,  
и к. сила  $F_f$  распределена  
активн. ИРНД 2014.

$\Delta E_{\text{kin}} = \Delta E_{\text{кин}}$       М-инерциальная масса

$$E_{\text{кин}} = \frac{Mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{R}$$

$$I = \frac{1}{3}Mr^2 \Rightarrow I\omega^2 = \frac{1}{3}Mv^2$$

$$\text{Проверка! } E_{\text{кин}} = \frac{1}{6}Mv^2 = \frac{2}{3}Mv^2 \Rightarrow mgL \sin \alpha = \frac{2}{3}\mu v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{2}L \sin \alpha g}$$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

$$v = \sqrt{\frac{3}{2}L \sin \alpha g} \approx 0,6 \cdot 4 = 2,4 \text{ м/с}$$

$$RF_f = I\varepsilon = I \frac{d\omega}{dt} \quad (4)$$

$$F_f = \frac{1}{3} \frac{MR^2}{R} \cdot \frac{1}{2} \cdot a = \frac{1}{3} Ma \quad (5)$$

$$a = \frac{1}{3} g \sin \alpha = \frac{3}{4} \cdot 10 \cdot 0,6 = \frac{18}{4} = 4,5 \text{ м/с}^2$$

$$\therefore \frac{1}{3}Ma \leq \mu \cdot \frac{M}{R}$$

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

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

$$\mu \geq \frac{10 - 0,6 \cdot 4,5}{10} = 0,7$$

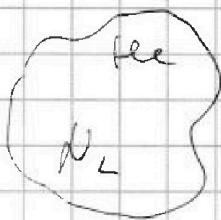


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$1) V = \text{const} \quad Q = A_T + \Delta U$$

$$dA = p dV$$

$$\Delta U = A_{T_1} + \Delta U,$$

↓

$$\Delta U = Q$$

$$\frac{5}{2} \nu_{\text{He}} R \left( \frac{1}{T_1} \right) + \frac{5}{2} \nu_{N_2} R \left( \frac{1}{T_1} \right) = Q$$

$$\frac{5}{2} \nu_{\text{He}} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = k$$

$$k R \left( \frac{1}{T_1} \right) = f \Rightarrow k = \frac{Q}{R \ln T_1}$$

$$(A_{T_2}) + k R \left( \frac{1}{T_2} \right) = Q$$

Поскольку при охлаждении система  $A_T < 0 \Rightarrow A_{\text{нр}} > 0 \quad f = f_{\text{нр}}$

$$A = Q - \frac{Q \ln T_1}{R T_1}$$

$$A = 780 \left( 1 - \frac{20}{51.2} \right) \approx 78 \cdot 0.7 = 366.6 \text{ (дж)}$$

$$2) C_p = \frac{Q}{\ln T_2} = 33 \text{ (дюй/с°)}$$

$$3) A_{T_2} = p dV = (\nu_{\text{He}} + \nu_{N_2}) R \left( \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\nu_{\text{He}} + \nu_{N_2} + \frac{5}{2} \nu_{\text{He}} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R T_2}$$

$$\frac{5}{2} \nu_{\text{He}} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R T_2}$$

$$\nu_{\text{He}} = \left( \frac{Q}{R T_2} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right) \cdot \frac{2}{5}$$

$$\frac{5}{3} \left( \frac{Q}{R T_2} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right) + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R T_2}$$

$$\frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{N_2}} = \frac{N_A + N_B}{N_A \cdot N_B} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\sum \nu_{N_2} \left( 1 - \frac{5}{3} \right) = \frac{Q}{R} \left( \frac{1}{62.1} - \frac{5}{3} \frac{1}{62.1} \right) \Rightarrow \nu_{N_2} = \frac{\frac{2}{3} \left( \frac{1}{62.1} + \frac{5}{3} \frac{1}{62.1} \right)}{2} \cdot \frac{3}{2}$$

$$\frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{N_2}} = \frac{\frac{5}{3} \left( \frac{Q}{R T_2} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right)}{\frac{2}{3} \left( \frac{Q}{R T_2} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right)} - \frac{5}{3} = \frac{\frac{10}{3} \cdot \frac{1}{R T_2} \cdot \frac{1}{\left( \frac{Q}{R T_2} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right)}}{\frac{2}{3} \left( \frac{Q}{R T_2} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right)} = \frac{10}{3 \cdot 31.2} \cdot \frac{1}{\left( \frac{5}{3} \frac{1}{31.2} - \frac{1}{20} \right)} \approx \frac{10}{9}$$

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



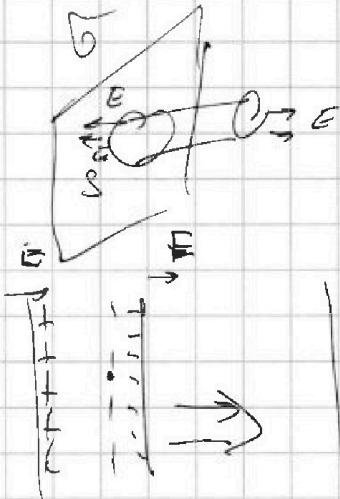
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

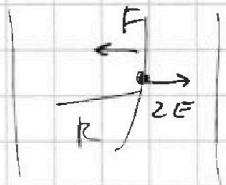
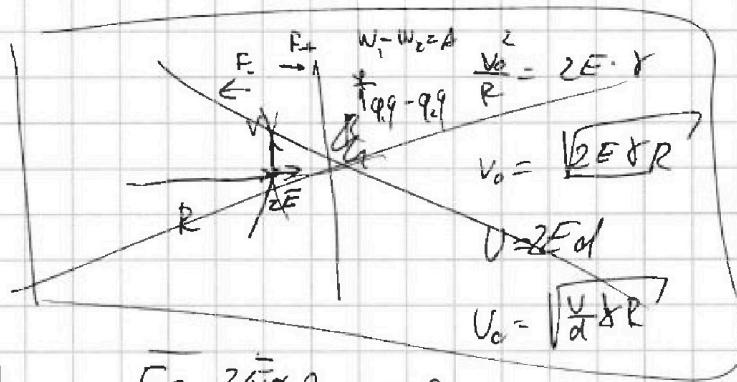
Докажем, что маффин не является осн. фазелевским

$$\text{но в тн Гаусса } \phi = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{5 \cdot 3}{\epsilon_0}$$



$$\phi = 2E \cdot S, E \perp S \text{ аж-ко симметрии}$$

$$E = \frac{5}{2\epsilon_0}$$



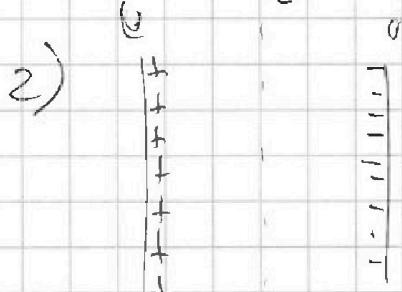
$$E = 2\bar{E} \cdot q \quad q < 0$$

$$-\frac{V_0^2}{R} = 2E \delta$$

$$V_0^2 = -2E\delta R$$

$$V = 2Ed$$

$$1) V_0 = \sqrt{\frac{q(-\delta)}{d} R}$$



Если фаз. начиска = 0

То  $\varphi_{\text{ниже шара}} = 0$ . Значит  $\varphi_{\text{сфера}} = 0$

$$\Delta\varphi \cdot q = A$$

$$-\frac{U}{2}q = \frac{mV^2}{2}$$

$$U_{1/2} = V^2 \Rightarrow U = \sqrt{U_{1/2}}$$



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!

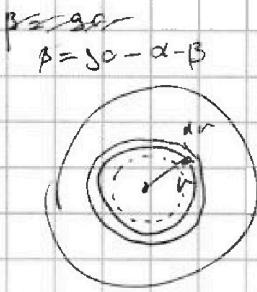
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" 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!



$$\beta = 90^\circ - \alpha - \gamma$$

$$1. \text{ момент} = N_a \cdot r$$

$$F_0 = \frac{m v^2}{r}$$

$$\sin^2 \beta = \frac{1 - \cos \beta}{2}$$

$$\lambda = \frac{1 + \cos \beta}{2}$$

$$\lambda = \frac{\pi r^2}{2 M}$$

$$\lambda = \frac{M}{\pi R^2}$$

$$\sin^2 \beta = \frac{1 - \cos \beta}{2}$$

$$N_a = N$$

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

$$m = \frac{2}{3} \cdot m$$

$$I(v + dv) = m v^2 + 2 m v \omega d r$$

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

$$dI = 2 m v \omega d r$$

$$\int \frac{1}{x^2} dx = x^{-1}$$

$$1. \frac{1}{R^2} = x$$

$$1. \frac{1}{R^2} = x$$

$$28. \quad \frac{2}{3} \cdot \frac{Q}{R} - \frac{2}{3} \cdot \frac{Q}{R} = \lambda \cdot \pi (v + dv)^2 - \lambda \pi v^2 = (2 \lambda \pi v) dv$$

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{3}$$

$$V_0 + V_1$$

$$S = \frac{f}{2}$$

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{3}$$

$$2 \lambda \pi \int_v^e dv = I_2$$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1.8$$

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

$$\frac{147}{546}$$

$$\frac{312}{1872}$$

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

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

$$V_0 \cos \beta - g \sin \alpha t^2 = S_2$$

$$\frac{V_0 \sin \beta \cos \beta}{\cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{\cos^2 \alpha} = S_2$$

$$3 \cdot 31,2 = 93,6$$

$$\frac{1}{33} = \frac{1}{33}$$

$$V = \frac{2 \pi d}{R}$$

$$V = \frac{10 \cdot 19,20}{33 \cdot 20}$$

$$12 \times 6 = 72$$

$$1872$$

$$\frac{5}{35} = \frac{1}{20}$$

$$20 | 1312$$

$$1872$$

$$\left( \frac{V_0}{2 g \cos \alpha} \right)^2 \left( 2 \sin \beta \cos \beta - t \cos \alpha \sin^2 \beta \right) = S_2$$

$$\frac{9}{28} = \frac{9}{28}$$

$$2000 \left[ \begin{array}{l} 312 \\ 128 \end{array} \right]$$

$$1 - 0,63 = 0,37$$

$$100 \quad 100$$

$$( \sin 2\beta - t \cos \alpha \sin^2 \beta ) = 0$$

$$\frac{5 \cdot 20 - 20 \cdot 1,2 \cdot 3}{3 \cdot 31,2 \cdot 20} = \frac{16}{3 \cdot 31,2} = \frac{20 \cdot 10 - 100}{20 \cdot 3} = \frac{100}{3}$$