



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  $A$  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?



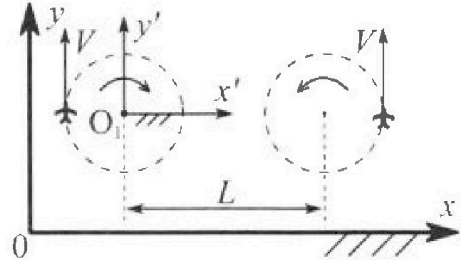
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $V = 70$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=700$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

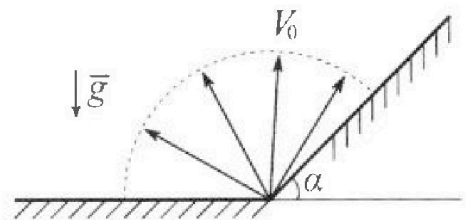


1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.

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

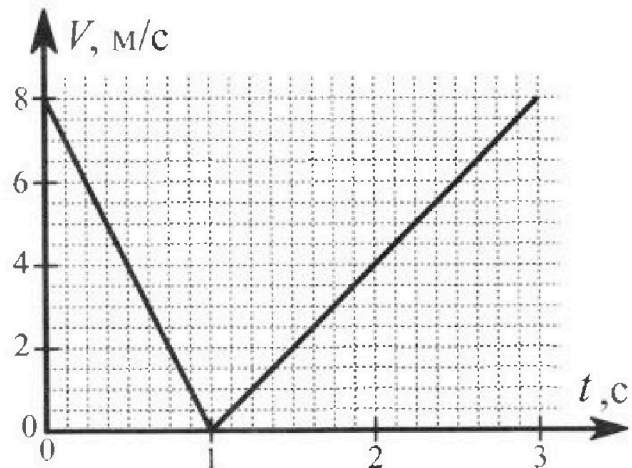
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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  $S_1=160$  м, упавших на склон,  $S_2=120$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

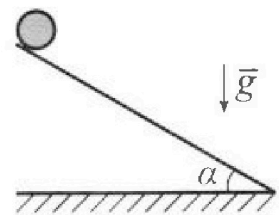
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g=10$  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  $n=2$  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  $L=0,6$  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!

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

$$= \left( \frac{L+2R}{R} \right) \cdot v = 70 \cdot \frac{(2100 + 1400)}{\frac{7000}{10}} = 350 \text{ (м/с)}$$

Ответ: 1)  $\frac{v}{\omega} = \frac{1149}{10}$

2)  $u = 350 \text{ (м/с)}$

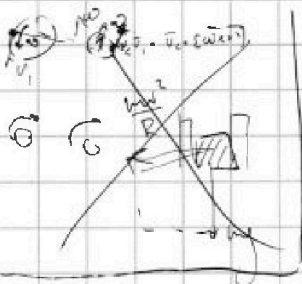


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!



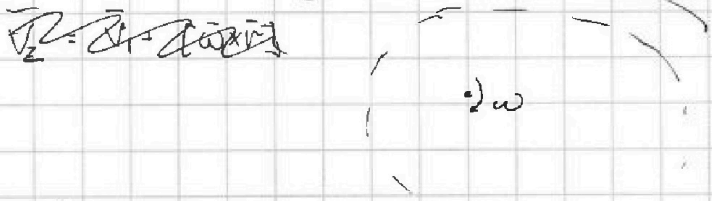
1) Определим величину вращающей силы:

Из условия равновесия следует, что  $P + mg + \frac{mv^2}{R} = 0$

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

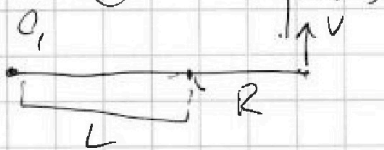
$$\frac{P}{mg} = \frac{m}{mg} \cdot \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2} = \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2} = \sqrt{\frac{7^4 \cdot 10^4}{10^2} + 10^2} = \frac{\sqrt{149}}{10}$$

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



Поскольку  $x'O'y'$  вращается с  $\omega$  по час, все линейные скорости вращаются против часовой. Поскольку сам материал в данной точке лежит на ленте, его скорость

линейная скорость складывается:



а значит  $u = v + \omega(L+R)$

Сложим это: при переходе в  $x'O'y'$   $u + (-\omega(L+R)) = v$ .

Так и есть.



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!

$$\frac{S_2 g}{v_0^2} = (tg^2 \alpha + 1)(-tg \alpha + 2)$$

$$\frac{S_2 g^2}{v_0^4} = (tg^2 \alpha + 1)(2 - tg \alpha)^2$$

$$\frac{S_2 g^2}{v_0^4} = (tg^2 \alpha + 1)(4 - 4tg \alpha + tg^2 \alpha)$$

$$\frac{S_2 g^2}{v_0^4} = (4tg^2 \alpha + 4 - 4tg \alpha + tg^2 \alpha)$$



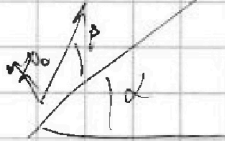
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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



~~1)~~

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\beta = 90^\circ$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad S_2 = \frac{4v_0^2}{2g \cos \alpha} \left( 1 - \tan \alpha \cdot \frac{2}{3} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{S_2 g}{4v_0^2} = \sqrt{g \alpha + 1} \left( 1 - \tan \alpha \cdot \frac{1}{2} \right)$$



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.

1  2  3  4  5  6  7

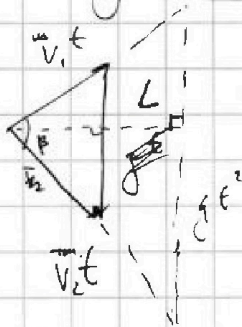
СТРАНИЦА 4 ИЗ 5

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!

Реш. Из известности всех данных, что найти габбитосмы  
 высота габбитосмы при  $\beta = 45^\circ$

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

$$L = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$



$v_1$  - нач. скорость  
 $v_2$  - скор. через надетиев  
 $L$  - габбитосмы.

$L = gt^2$ , м.к. габбитосмы вверх направлена,  
 $g$  вверх вертикали.

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

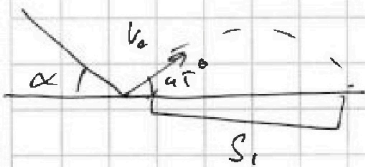
$L = gt^2$  - площадь  $\Delta$

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

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

$L_{\max}$  при  $\beta = 90^\circ$

Поставим для горизонтальной поверхности, что  $v_1 = v_2 \Rightarrow$  макс с горизонтальной для  $S_1 = 45^\circ$



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

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

2) Ускорения треугольных скоростей для

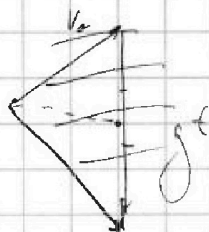
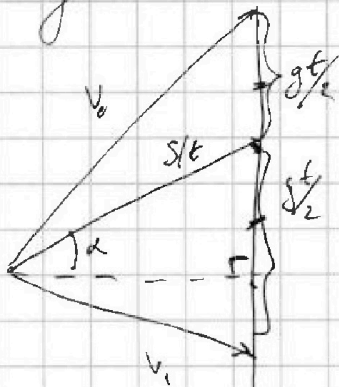


1  2  3  4  5  6  7

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!

Станция вылет над плоскостью:



Косинус треугольника равен:

$S_2$  - переменное.

$$S_2 \cos \alpha = L$$

$$\max S_2 \sim \max L \Rightarrow v_1 \perp v_0 \Rightarrow S_2 = \frac{gt^2}{2}$$

Пусть  $\beta$  -  $v_0 \hat{S}_2$

$$\left(\frac{gt}{2}\right)^2 = \left(\frac{gt}{2}\right)^2 + (v_0 t)^2 - 2 \cos \beta \frac{gt}{2} \cdot v_0 t$$

$$2 \cos \beta \cdot \frac{gt}{2} \cdot v_0 t = (v_0 t)^2$$

$$2 \cos \beta = \frac{v_0 t}{gt}$$

$$\cos \beta = \frac{v_0}{gt}$$

$$v_0 t \cdot \cos(\alpha + \beta) = \frac{gt^2}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$v_0 \cos \alpha \cos \beta - v_0 \sin \alpha \sin \beta = \frac{gt}{2} \cos \alpha$$

$$\frac{v_0}{gt} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = \frac{\cos \alpha}{2} \Leftrightarrow \cos \beta / \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{\cos \alpha}{2}$$

Заметим, что  $v_0 t \sqrt{\frac{g^2 t^2}{2}} = \beta$

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

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

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

$$v_1 = v_0 \tan \beta$$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 5

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

$$\sin \alpha \cos \beta = \frac{v_0^2}{2gS_2}$$

$$\cos \alpha \cos^2 \beta - \sin \alpha \sin \beta = 0$$

$$v_0^2 \cos \beta = S_2 \cos \alpha \cdot 2g \cdot g \beta^2$$

$$S_2 = \frac{v_0^2 \cos \beta}{2g \cos \alpha}$$

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

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

$$\cos^2 \beta (1 - \cos^2 \beta) = \frac{\sin^2 \alpha}{4}$$

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

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

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

$$\cos \alpha \cdot \frac{1 + \sin \alpha}{1 + \sin \alpha} = \frac{v_0^2}{2gS_2}$$

$$\frac{\cos^2 \alpha (1 + \sin \alpha)}{1 + \sin \alpha} = \frac{v_0^2}{2gS_2}$$

$$(1 - \sin^2 \alpha) / (1 + \sin \alpha) = (1 + \sin \alpha) \frac{v_0^2}{2gS_2}$$

$$1 - \sin^2 \alpha + 1 - \sin^2 \alpha = \frac{v_0^2}{2gS_2} - \sin \alpha \frac{v_0^2}{2gS_2}$$

$$\frac{\sin \alpha - \sin^3 \alpha}{\sin \alpha + 1}$$

$$\frac{v_0^2}{2gS_2} (\cos^2 \beta) = 0$$

$$\frac{v_0^2}{2gS_2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} = 0$$

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

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

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



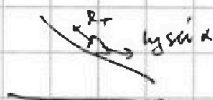
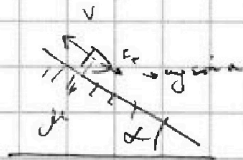
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

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

1) по графикам  $a_1 = -8 \text{ м/с}^2$  - ~~уже было~~  
 $a_2 = 4 \text{ м/с}^2$  - ~~уже было~~

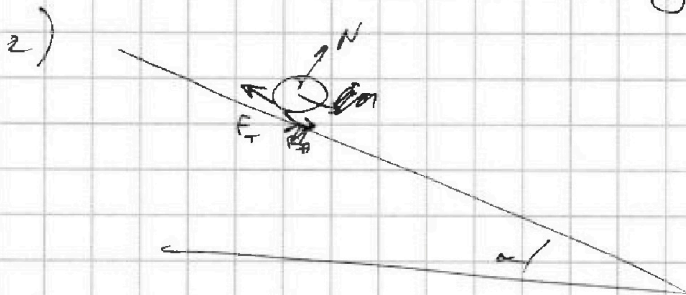


$$F_T + \mu g \sin \alpha = m a_1$$

$$\mu g \sin \alpha - F_T = m a_2$$

$$2\mu g \sin \alpha = \mu |a_1| + \mu |a_2|$$

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



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

$$\mu g \sin \alpha + F_T = M a \quad (2)$$

$F_T$  увеличилось, значит сила  $F_T$  разрушилась  
август ИРНО 2014.

$$\Delta E_T = \Delta E_{кин} \quad M\text{-шаровая масса}$$

$$E_{кин} = \frac{M v^2}{2} + \frac{I \omega^2}{2}$$

$$I = \frac{1}{2} M R^2 \Rightarrow \frac{I \omega^2}{2} = \frac{M v^2}{6}$$

тогда  $E_{кин} = \frac{4}{6} M v^2 = \frac{2}{3} M v^2 \Rightarrow \mu g L \sin \alpha = \frac{2}{3} M v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{2} 2 \sin \alpha g}$   
2)  $v = \sqrt{2 \cdot 0,6 \cdot 10} \approx 0,4 = 2,9 \text{ м/с}$

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

$$3) \mu g \sin \alpha = \frac{1}{3} M a$$

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

$$a = \frac{1}{4} g \sin \alpha = \frac{3}{4} \cdot 10 \cdot 0,6 = \frac{5 \cdot 6}{4} = \frac{15}{2} \quad (45\%)$$

$$F_T = \frac{1}{3} \frac{M R^2}{R} \cdot \frac{1}{2} a = \frac{1}{3} M a \quad (5)$$

$$4) \frac{1}{3} M a \leq \mu \frac{M g}{\cos \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{a \cos \alpha}{3}$$

$$a \geq \frac{g \sin \alpha \cos \alpha}{4}$$

$$\mu \geq \frac{10 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{4}$$

$$\mu \geq 1,2$$

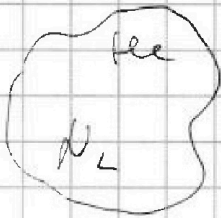


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



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

$$dA = p dV$$

$$Q = A_T + \Delta U,$$

$$\downarrow$$

$$0$$

$$\Delta U = Q$$

$$\frac{2}{3} \nu_{He} R |T_1| + \frac{5}{2} \nu_{N_2} R |T_1| = Q$$

$$\frac{2}{3} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = k$$

$$k R |T_1| = Q \Rightarrow k = \frac{Q}{R |T_1|}$$

$$|A_{T2}| + k R |T_2| = Q$$

Поскольку поршень движется медленно  $A_{T2} < 0 \Rightarrow A_{T2} > 0$  ( $A_1 = A_2$ )

$$A = Q - \frac{Q |T_2|}{|T_1|}$$

$$A = 780 \left( 1 - \frac{20}{31,2} \right) \approx 780 \cdot 0,7 = 546,6 \text{ (Дж)}$$

$$2) C_p = \frac{Q}{|T_1|} = 33 \text{ (Дж/С)}$$

$$3) A_{T2} = p \Delta V = (\nu_{He} + \nu_{N_2}) R |T_2|$$

$$\nu_{He} + \nu_{N_2} + \frac{2}{3} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R |T_1|}$$

$$\left[ \frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}} = \frac{N_1 \nu_{He}}{N_1 \nu_{N_2}} = \frac{N_1}{N_2} \right]$$

$$\frac{2}{3} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R |T_1|}$$

$$\nu_{He} = \left( \frac{Q}{R |T_1|} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right) \cdot \frac{3}{2}$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{2} \left( \frac{Q}{R |T_1|} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right) + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R |T_1|}$$

$$\frac{5}{2} \nu_{N_2} \left( 1 - \frac{5}{3} \right) = \frac{Q}{R} \left( \frac{1}{|T_1|} - \frac{5}{3} \frac{1}{|T_2|} \right) \Rightarrow \nu_{N_2} = \frac{\frac{Q}{R} \left( \frac{1}{|T_1|} + \frac{5}{3} \frac{1}{|T_2|} \right) \cdot \frac{3}{2}}{5}$$

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}} = \frac{\frac{3}{2} \frac{Q}{R} \left( \frac{1}{|T_1|} - \frac{5}{2} \frac{1}{|T_2|} \right)}{\frac{3}{5} \frac{Q}{R} \left( \frac{1}{|T_1|} + \frac{5}{3} \frac{1}{|T_2|} \right)} = \frac{10}{5} \cdot \frac{1}{|T_1|} \cdot \frac{1}{\left( \frac{1}{|T_1|} + \frac{1}{|T_2|} \right)} = \frac{10}{5 \cdot 31,2} \cdot \frac{1}{\left( \frac{1}{3} \frac{1}{31,2} - \frac{1}{20} \right)} \approx \frac{100}{9}$$



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.

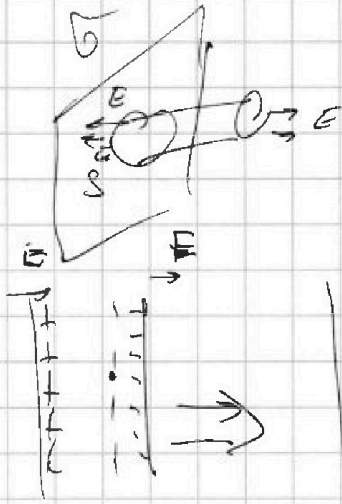
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

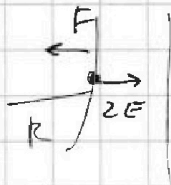
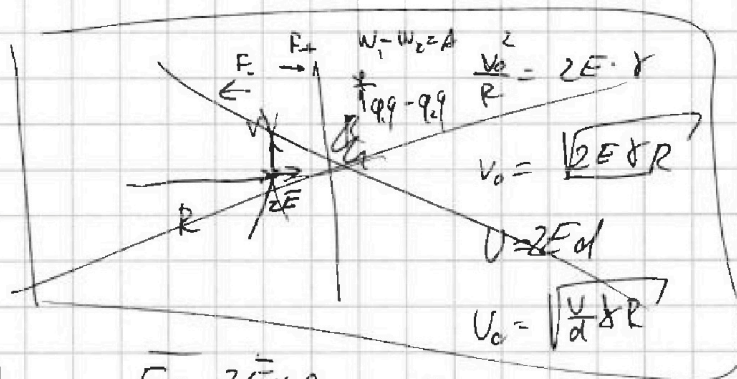
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Докажем, что напряг не зависит от расстояния

по Th Гаусса  $\Phi = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{\sigma \cdot S}{\epsilon_0}$



$\Phi = 2E \cdot S$ ,  $E \perp S$  и-и симметрично  
 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$



$E = 2E \cdot q$   $q < 0$

$-\frac{v_0^2}{2} = 2Ed$

$v_0^2 = -2Ed$

$v = 2Ed$

1)  $v_0 = \sqrt{\frac{q}{m} \cdot d \cdot R}$

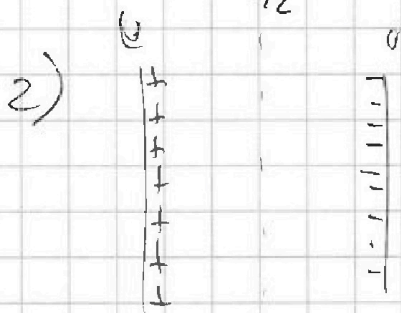
Если функция максимума = 0

Т.к.  $\Phi$  не зависит от  $x$  = 0. Значит  $\Phi$  функция максимума  $U/2$ , поскольку  $W \sim \frac{1}{2} mv^2$  и  $U$  - расстояние

$\Delta\Phi \cdot q = A$

$\frac{q}{2} = \frac{mv^2}{2}$

$v \cdot \frac{q}{2} = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{U \cdot \frac{q}{m}}$



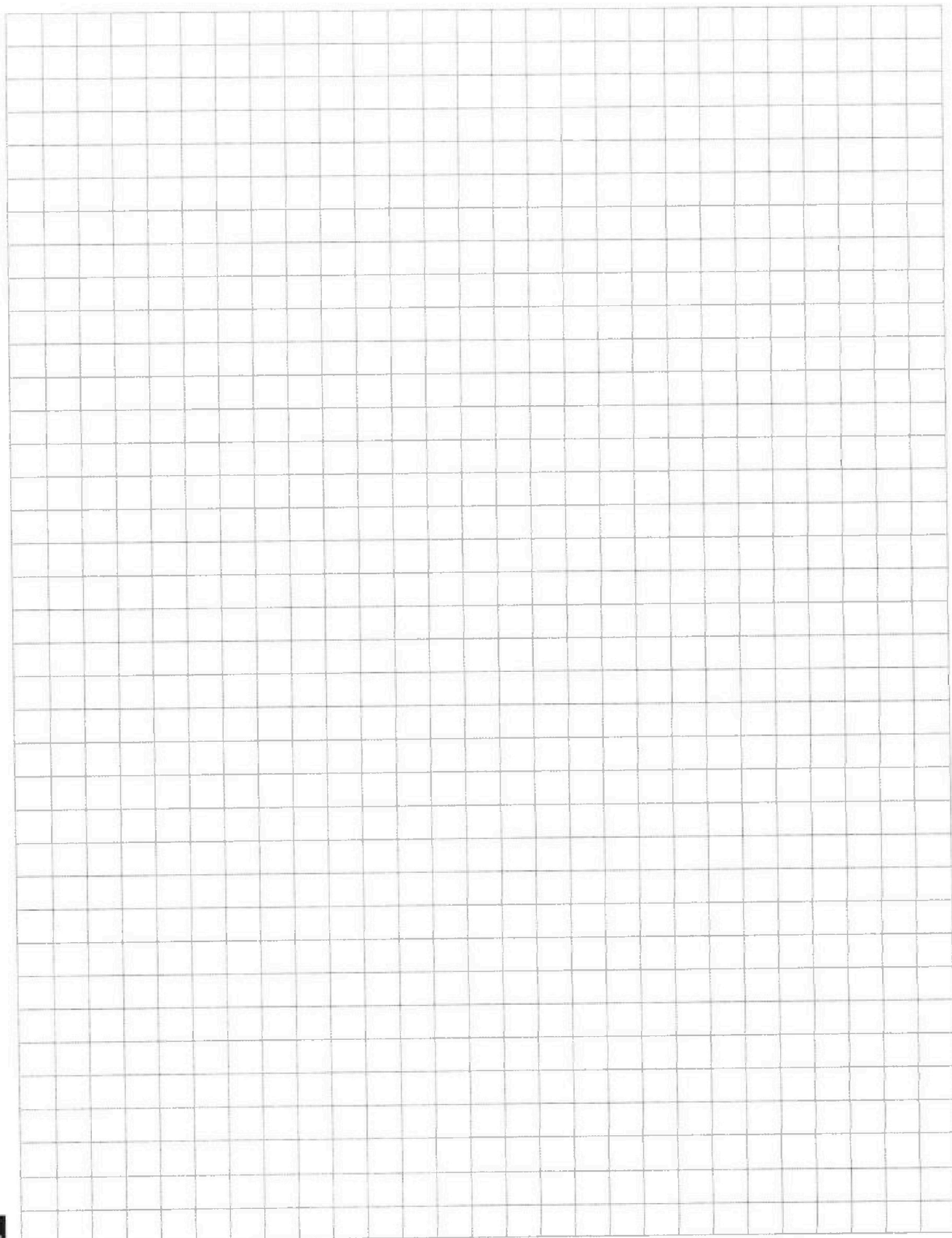


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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





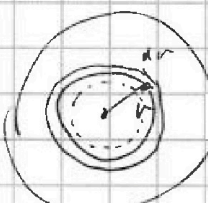
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

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



$1. m \cdot a = M \cdot a$   
 $\sin^2 \beta = \frac{1 - \cos 2\beta}{2}$   
 $\cos^2 \beta = \frac{1 + \cos 2\beta}{2}$

$F_0 = \frac{m \cdot v^2}{r}$   
 $\sin^2 \frac{1 + \cos 2\beta}{2} = \frac{1}{2}$   
 $\cos 2\beta = \frac{1 + \cos 2\beta}{2}$

$x = \sqrt{v^2} = v$   
 $x = \frac{M}{\pi R^2}$

$2. M_1 = N$   
 $\frac{2}{v_1} = M_1$   
 $m =$

$\frac{dI}{dt} = 2\pi r \cdot \frac{d\lambda}{dt}$

$\lambda \cdot \pi (r+d)^2 - \lambda \pi r^2 = 2\lambda \pi r d$

$2 \lambda \pi \int_0^R r^2 dr = I_2$

$\frac{2}{3} M \cdot R^2 = I_E$

$\frac{v_0^2}{R} = a$

$v_0 \sin \beta = g \cdot a \cdot t$   
 $t = \frac{v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$

$v_0 \cos \beta \cdot t - \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2} = S_2$

$\frac{v_0^2 \sin^2 \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} = S_2$

$\left( \frac{v_0^2}{2g \cos \alpha} \left( 2 \sin^2 \beta \cos \beta - \frac{g \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} \right) \right) = S_2$

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

$\frac{3 \cdot 31,2 \cdot 20}{7,8} \cdot \frac{16}{5 \cdot 31,2} = \frac{20 \cdot 10}{2 \cdot 5} - \frac{100}{5}$

$3 \cdot 31,2 = 93,6$   
 $\frac{93,6}{5} = 18,72$   
 $18,72 \cdot 20 = 374,4$   
 $12 \cdot 6 = 72$   
 $1872$   
 $2000 \overline{) 312}$   
 $1872 \overline{) 963}$   
 $128$

$1 - 0,963 = 0,037$   
 $\frac{0,037}{100} = 0,00037$   
 $5 \cdot 20 = 100$   
 $3 \cdot 31,2 \cdot 20$