



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

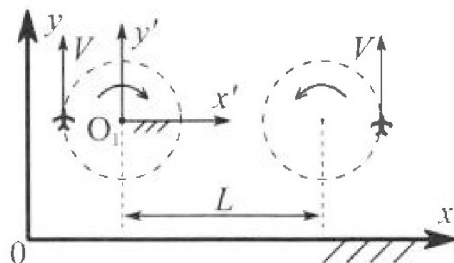
Вариант 10-02

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/с².

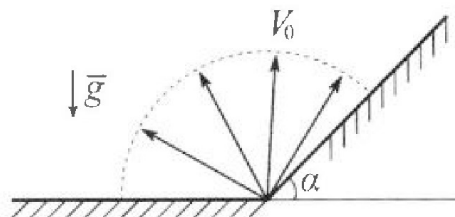
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



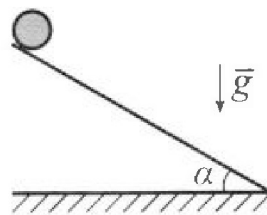
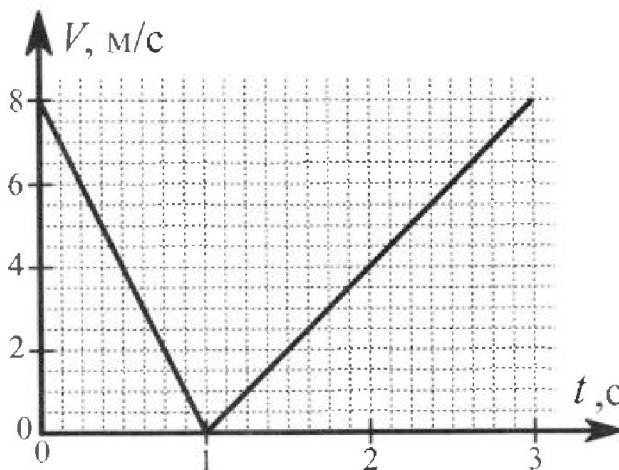
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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/с².

1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – 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 μ 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!

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

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

Answer: 1) $\frac{v}{w} = \frac{1149}{10}$

2) $u = 350 \text{ (м/с)}$



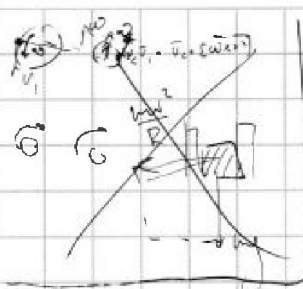
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

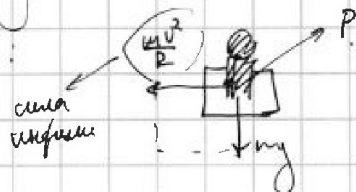
СТРАНИЦА

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) Нарисуем векторы враще и равновесия
силы:



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

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

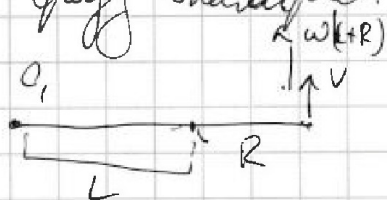
$$\frac{P}{mg} = \frac{m}{mg} \cdot \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2} = \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2} = \sqrt{\frac{70^4}{10^2} + 10^2} = \sqrt{149}$$

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

$$\vec{R} = \vec{R} + \vec{R}$$



Поскольку $x'y', g'$ вращ с ω по час, все линей для нас
вращ с ω против часовой. Поскольку сам человек
в данной момент лежит на левом, свой центр
анимации сразу сдвинуто:



$$\text{Итак } U = V + \omega(L+R)$$

Напишем это: при переходе в
исх $u + (-\omega(L+R)) = V$.

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!

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

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

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

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



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.

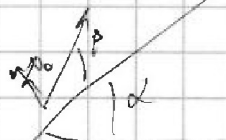


СТРАНИЦА

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



~~В~~

$$v \cdot \cos \beta \cdot t = g \sin \alpha \cdot \frac{t^2}{2} = S$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\beta = 90^\circ$$

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

$$\frac{1}{2} \frac{S_2 g}{v_0^2} = \frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha \cdot \frac{1}{2}}$$



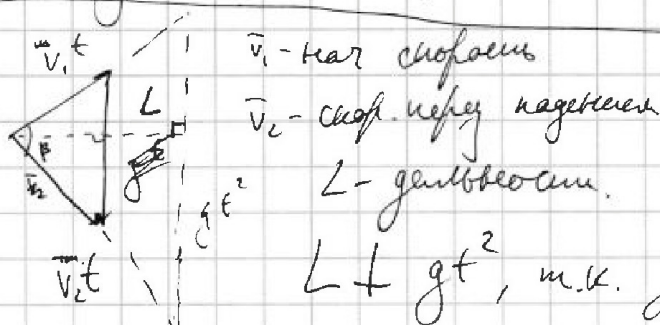
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 кинематики мы знаем, что наиб. дальность полета достигается при $\beta = 45^\circ$

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



$L + gt^2$, т.к. дальность вдоль горизонта, y вдоль вертикали.

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

$L + gt^2$ — площадь Δ

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

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

$L_{\max}$ при $\beta = 90^\circ$

Поскольку для максимальной дальности движения справедливо, что $v_1 = v_2 \Rightarrow$ угол с горизонтом для $S_1 = 45^\circ$



Значит

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

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

2) Углы с горизонтом для



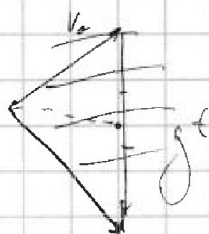
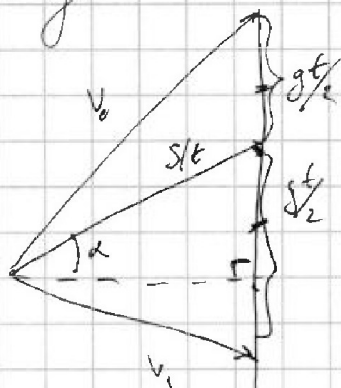
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Полная скорость над плоскостью:



Компоненты скорости:

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 $\angle \beta - v_0 \wedge S_2$

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

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

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

$$\cos \beta = \frac{v_0}{g t}$$

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

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

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

Заметим, что $v_0 t \wedge \frac{gt^2}{2} = \beta$

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

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

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

$$v_1 = v_0 \tan \beta$$



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!

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

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

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

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

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

$$\tan \beta = \frac{\sin \alpha}{2 \cos \beta}$$

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

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

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

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

$$\tan \beta = \sqrt{\frac{1 - \sin \alpha}{1 + \sin \alpha}}$$

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

$$\cos \alpha \cdot \frac{1 + \sin \alpha}{1 - \sin \alpha} = \frac{v_0^2}{2g S_2}$$

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

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

$$1 - \sin^2 \alpha + 1 - \sin^2 \alpha = \frac{v_0^2}{2g S_2} - \sin \alpha \frac{v_0^2}{2g S_2}$$

$$\frac{\sin \alpha - \sin^2 \alpha}{\sin \alpha + 1} = \frac{v_0^2}{2g S_2}$$

$$\frac{v_0^2}{2g S_2} (\tan \beta)^2 = 0$$

$$\frac{v_0^2}{2g S_2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} = 0$$

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

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

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



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 ☐

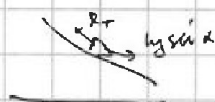
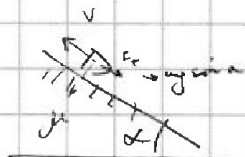
СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

$$a_1 = -8 \text{ м/с}^2 - \text{угла вверх}$$

$$a_2 = 4 \text{ м/с}^2 - \text{угла вниз}$$



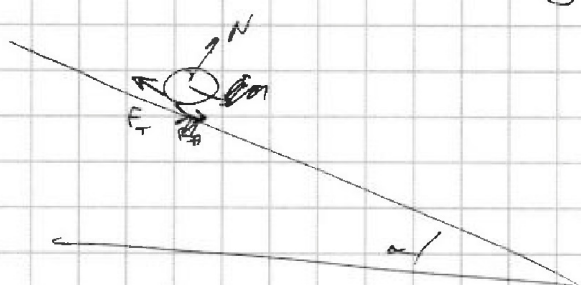
$$F_T + \mu g \sin \alpha = m|a_1|$$

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

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

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

2)



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

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

F_T увеличилось вдвое,
т.е. сила F_T увеличилась
в 2 раза. ИРНО 2014.

$$\Delta E_T = \Delta E_{кин}$$

M-маленькая масса

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

$$I = \frac{1}{2}MR^2 \Rightarrow \frac{I\omega^2}{2} = \frac{Mv^2}{6}$$

$$E_{кин} = \frac{4}{6}Mv^2 = \frac{2}{3}Mv^2 \Rightarrow \mu g L \sin \alpha = \frac{2}{3}Mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{2}L \sin \alpha g}$$

$$v = \sqrt{\frac{3}{2} \cdot 0,6 \cdot 10} \approx 0,6 \cdot 4 \approx 2,4 \text{ м/с}$$

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

$$RF_T = I\epsilon = I \frac{d\omega}{dt} \quad (4)$$

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

$$5) \mu g \sin \alpha = \frac{1}{3} Ma$$

$$a = \frac{1}{4} g \sin \alpha = \frac{1}{4} \cdot 10 \cdot 0,6 = \frac{5 \cdot 6}{4} = \frac{15}{4} = 3,75 \text{ м/с}^2$$

$$6) \frac{1}{3} Ma \leq \mu \frac{1}{3} Ma$$

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

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

$$\mu \geq \frac{10 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{10} = 0,48$$

$$\mu \geq 1,2$$



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!



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

$$dA = p dV$$

$$Q = A_{r1} + \Delta U_1$$

$$\downarrow$$

$$\Delta U_1 = Q$$

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

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

$$k R [T_1] = Q \Rightarrow k = \frac{Q}{R [T_1]}$$

$$[A_{r2}] + k R [T_2] = Q$$

Поскольку процесс изохорический считаем $A_r < 0 \Rightarrow A_{He} > 0$ ($A_r = A_{He}$)

$$A = Q - \frac{Q [T_2]}{[T_1]}$$

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

$$2) C_p = \frac{Q}{[T_2]} = 33 \text{ (Jm/C)}$$

$$3) A_{r2} = p dV = (\nu_{He} + \nu_{N_2}) R [T_2]$$

$$\nu_{He} + \nu_{N_2} + \frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R [T_2]}$$

$$\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R [T_2]}$$

$$\nu_{He} = \left(\frac{Q}{R [T_2]} - \frac{5}{2} \nu_{N_2} \right) \cdot \frac{2}{3}$$

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

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

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



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

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

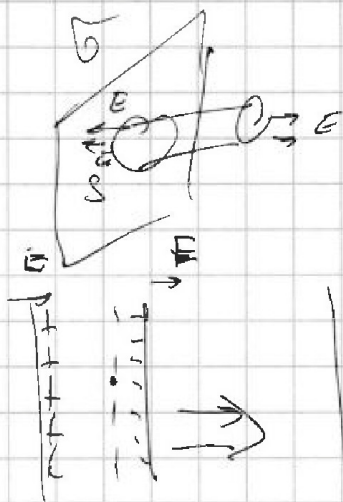
СТРАНИЦА

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!

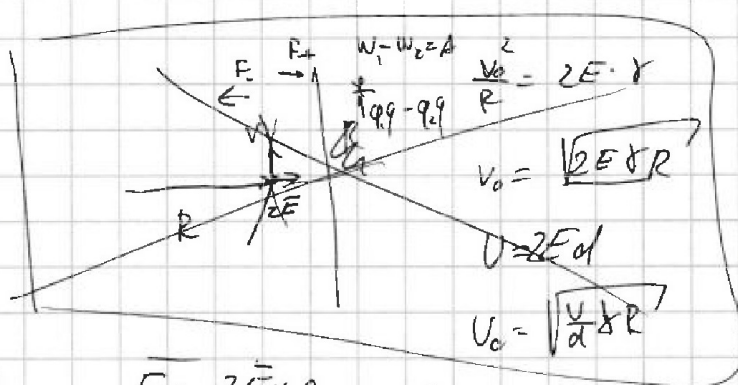
Докажем, что потенциал не зависит от расстояния

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



$\Phi = 2E \cdot S$, $E \perp S$ из-за симметрии

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



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

$$-\frac{v_0^2}{R} = 2E \cdot r$$

$$v_0^2 = -2E \cdot R$$

$$U = 2Ed$$

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

Если потенциал не зависит от расстояния = 0

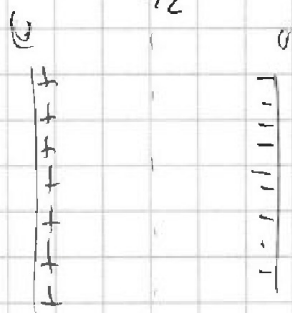
Т.к. Φ не зависит от расстояния = 0. Значит Φ зависит от расстояния $U/2$, поскольку $W \sim \frac{1}{r}$, где r - расстояние

$$\Delta \Phi \cdot q = A$$

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

$$U/2 = v^2 \Rightarrow U = \sqrt{U \cdot R}$$

2)



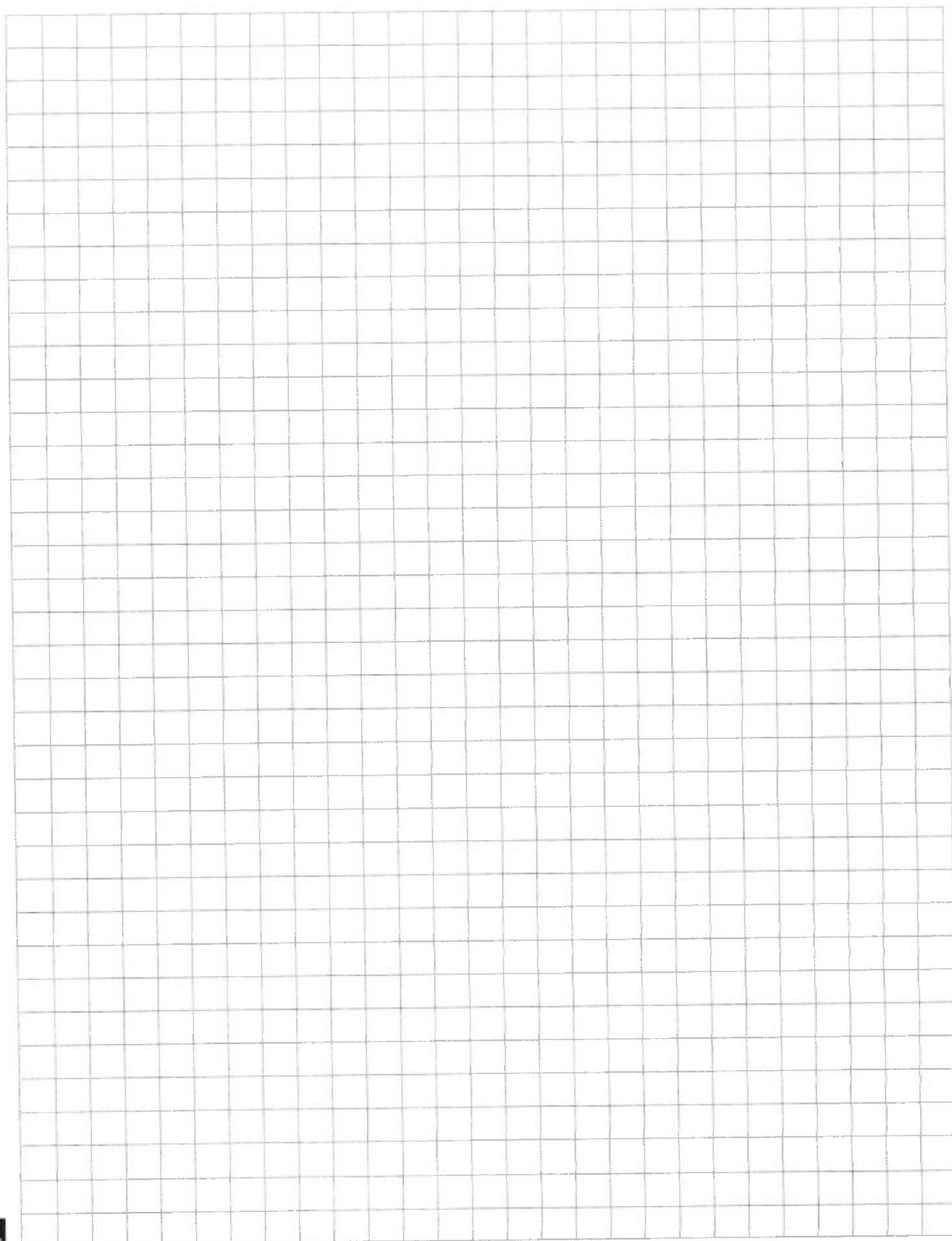


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.

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!

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

$1. m \cdot v = N \cdot R$
 $\sin \beta = \frac{1 - \cos \alpha}{2}$
 $\cos \beta = \frac{1 + \cos \alpha}{2}$

$F_0 = \frac{m v^2}{r}$
 $2. N_0 = N$
 $\frac{2}{r} \cdot N$
 $m =$

$\lambda = \frac{M}{\pi R^2}$
 $\lambda = \frac{M}{\pi R^2}$
 $\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}$

$dI = 2 \pi r \cdot dN$
 $\lambda \pi (r + dr)^2 - \lambda \pi r^2 = 2 \lambda \pi r dr$
 $2 \lambda \pi \int r dr = I_2$
 $\frac{2}{3} M \cdot R^2 = I_2$

$V_0 \sin \beta = g \cos \alpha t$
 $V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = S_2$
 $\frac{V_0^2 \sin^2 \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} = S_2$
 $\left(\frac{V_0^2}{2 g \cos \alpha} \right) (2 \sin \beta \cos \beta - \frac{1}{2} \sin^2 \beta) = S_2$
 $(\sin \beta - \frac{1}{4} \sin^2 \beta) = 0$

$3. 3.1, 2 =$
 $= 93,6$
 $\frac{5}{95} \cdot \frac{1}{20} \cdot 20 = 312$
 $\frac{5}{100} \cdot \frac{1}{20} \cdot 20 = 312$
 $12 \times 6 = 72$
 1872
 $2000 \cdot 312$
 $1872 \cdot 963$
 128
 $1 - 963 = 9,47$
 $5 \cdot 20 = 100$
 $3 \cdot 31,2 \cdot 20$

$V = \frac{g \cdot d}{R}$
 $V = \frac{10 \cdot 19,20}{5 \cdot 20}$
 $V = 0,768$

$V_0 \sin \beta = g \cos \alpha t$
 $t = \frac{V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$
 $V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = S_2$
 $\frac{V_0^2 \sin^2 \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} = S_2$
 $\left(\frac{V_0^2}{2 g \cos \alpha} \right) (2 \sin \beta \cos \beta - \frac{1}{2} \sin^2 \beta) = S_2$
 $(\sin \beta - \frac{1}{4} \sin^2 \beta) = 0$
 $3 \cdot 31,2 \cdot 20 = 1872$
 $\frac{16}{5 \cdot 31,2} = \frac{20 \cdot 10}{2 \cdot 3} = \frac{100}{3}$