



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?



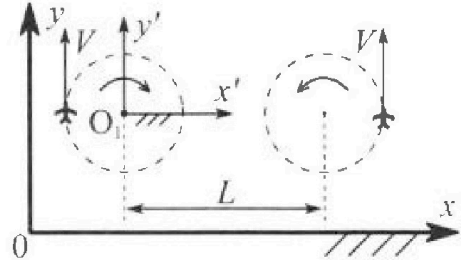
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

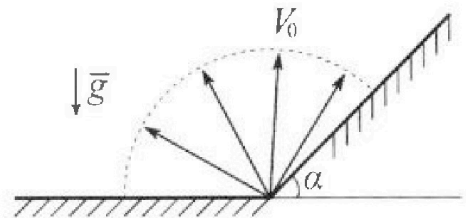


1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

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.

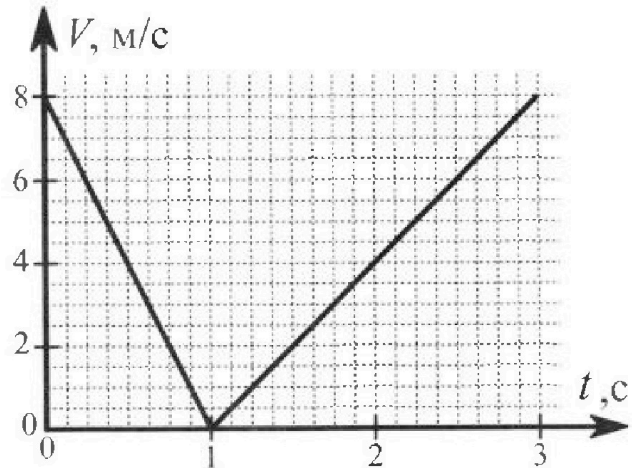
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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.

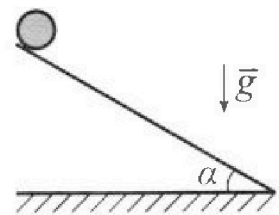
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с².



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!

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

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

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
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!

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

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

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

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



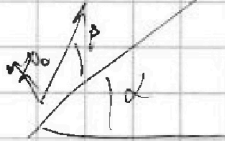
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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)~~

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\beta = 90^\circ$$

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

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



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 значений, что найти габбитосмы
 высота габбитосмы при $\beta = 45^\circ$

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



v_1 - нач. скорость
 v_2 - скор. через падение
 L - габбитосмы.

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

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

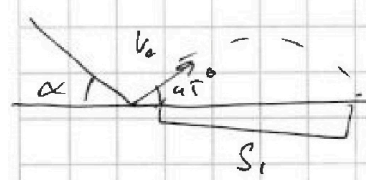
$L = gt^2$ - площадь Δ

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

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

L_{\max} при $\beta = 90^\circ$

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



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

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

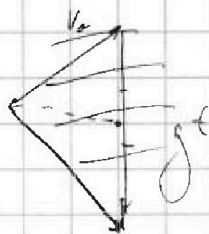
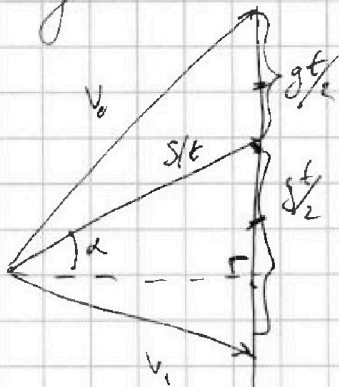


1 2 3 4 5 6 7

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 β - $v_0 \hat{S}_2$

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

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

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

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

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

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

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

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!

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

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

~~sin \beta \cos \alpha~~

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{\sin \alpha - \text{parameter of } \sin \alpha}{\sin \alpha + 1}$$

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

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

$$v_0^2 f_{\beta} = S_2 \cos \alpha \cdot 2g \cdot g t^2$$

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

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

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

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

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

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

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

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



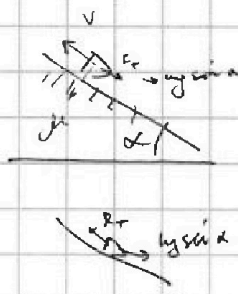
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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~~

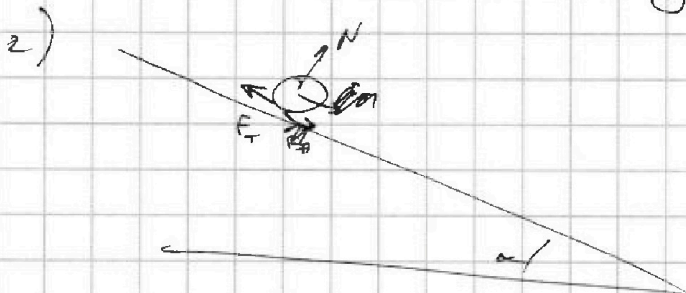


$$F_T + m g \sin \alpha = m a_1$$

$$m g \sin \alpha - F_T = m (a_2)$$

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

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



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

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

F_T увеличилось движением,
и.к. сила F_T расфокусилась
август IPHO 2014.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\mu \geq 1,2$$

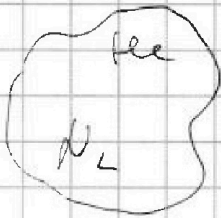


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$1) V = \text{const} \quad Q = A_1 + \Delta U$$

$$dA = p dV$$

$$Q = A_1 + \Delta U,$$

↓
0

$$\Delta U_1 = Q$$

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

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

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

$$|A_{r2}| + k R |T_2| = Q$$

Поскольку процесс изохорический считаем $A_1 = 0 \Rightarrow A_{\text{out}} > 0$ ($A_1 = A_2$)

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

$$A = 780 \left(1 - \frac{20}{51,2} \right) \approx 780 \cdot 0,7 = 546,6 \text{ (Дж)}$$

$$2) C_p = \frac{Q}{|T_2|} = 33 \text{ (Дж/С)}^{\circ}$$

$$3) A_{r2} = p \Delta V = (\nu_{N_2} + \nu_{N_2}) R |T_2|$$

$$\nu_{N_2} + \nu_{N_2} + \frac{2}{3} \nu_{N_2} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R |T_2|}$$

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

$$\frac{2}{3} \nu_{N_2} + \frac{5}{2} \nu_{N_2} = \frac{Q}{R |T_2|}$$

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

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

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

$$\frac{\nu_{N_2}}{\nu_{N_2}} = \frac{\frac{Q}{R} \left(\frac{1}{|T_2|} + \frac{5}{3} \frac{1}{|T_1|} \right) \cdot \frac{3}{2}}{\frac{5}{2} \left(\frac{1}{|T_2|} - \frac{5}{3} \frac{1}{|T_1|} \right)} = \frac{10}{5 \cdot 31,2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{51,2} - \frac{1}{20} \right)} \approx \frac{100}{9}$$



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.

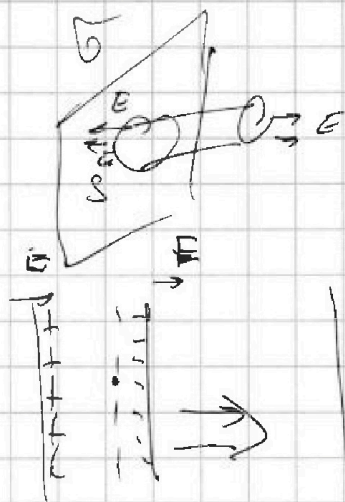
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

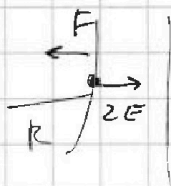
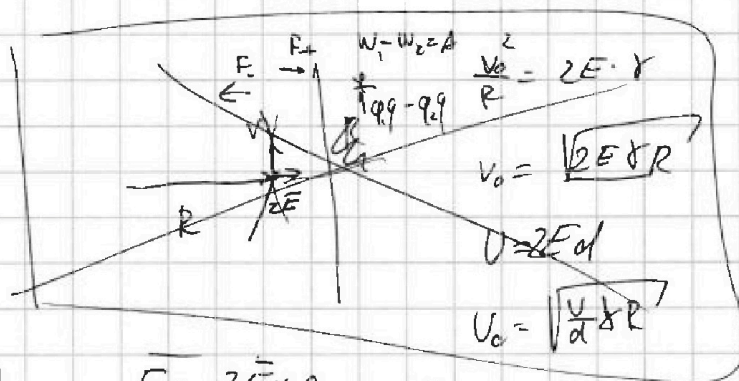
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Докажем, что мантра 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
 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$



$E = 2\epsilon_0 \cdot q$ $q < 0$

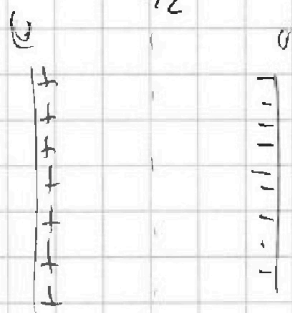
$-\frac{v_0^2}{R} = 2E \cdot R$

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

$U = 2Ed$

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

2)



Если функция максимума = 0

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

$\Delta\Phi \cdot q = A$

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

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

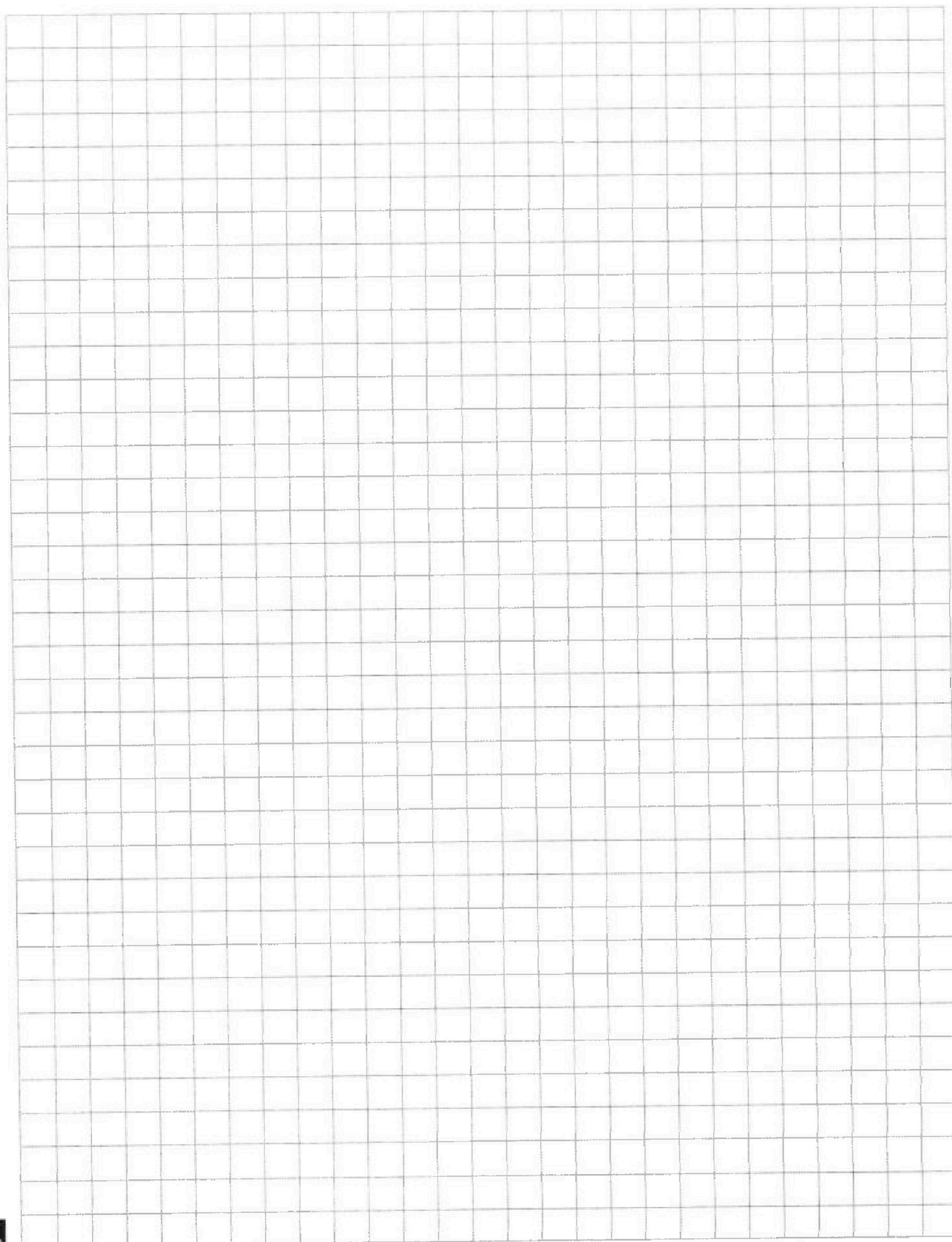


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





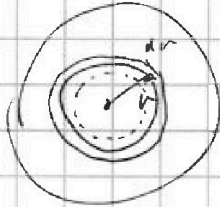
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

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



$1 \cdot m \cdot v = M \cdot \omega$

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

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

$I \cdot \omega = m \cdot r^2 \cdot \omega$

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

$x = \sqrt{v^2} = v$

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

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

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

$\frac{2}{3} \cdot \frac{R}{2}$

$dI = 2 \pi r^3 dr$

$\int \frac{1}{r^2}$

$\frac{1}{5} = x$

$\frac{2}{3} \cdot \frac{R}{2}$

$\frac{2}{3} \cdot \frac{R}{2}$

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

$\frac{1}{5} = \frac{1+1}{5}$

$v_0 \downarrow v_1$

$S = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g}$

$2 \lambda \pi \int_0^R r^3 dr = I_2$

$\sqrt{1 - \cos^2} = 1,8$

$\frac{1}{2} (1 - \frac{1}{3})$

$\frac{1}{50}$

$\frac{1}{95}$

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

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

$\frac{76}{546}$

$\frac{1}{50} - \frac{1}{20}$

$v = \frac{1}{2} \frac{F \cdot d}{m}$



$v_0 \cos \beta \sin \alpha t = 0,806,6$

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

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

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

$3 \cdot 31,2 =$

$= 93,6$

$\frac{1}{95}$

$\frac{1}{95} - \frac{1}{20}$

$\frac{1}{20} \quad 20 \quad | \quad 312$

$12 \times 6 = 72$

1872

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

$\frac{2000}{1872} \quad \frac{312}{128}$

$1 - 0,83 = 0,17$

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

$5 \cdot 20 = 100$
 $3 \cdot 31,2 \cdot 20$

$\frac{3 \cdot 31,2 \cdot 20}{7,32} \cdot \frac{16}{5 \cdot 31,2} = \frac{20 \cdot 10}{2,5} - \frac{100}{5}$