



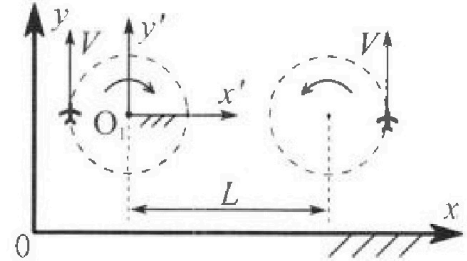
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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>.

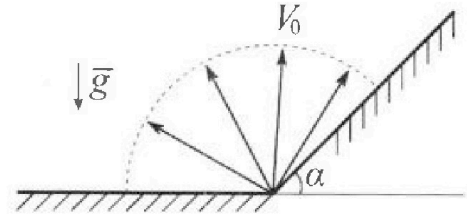


1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.

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.

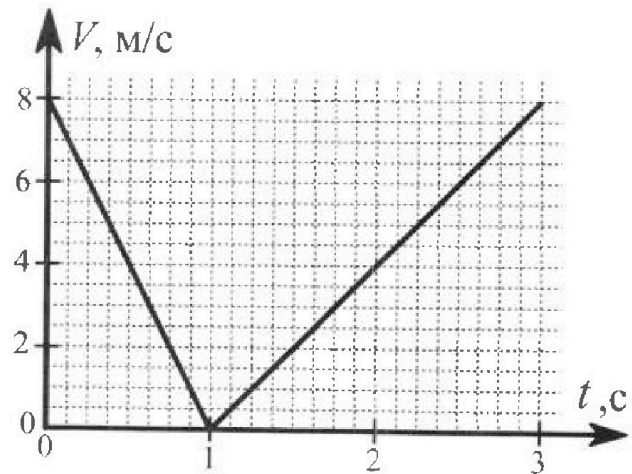
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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.

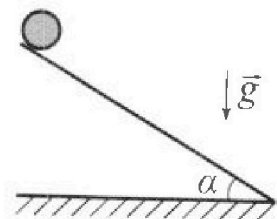
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$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



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 нек оторое 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?



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. Дано:  $L=900\text{ м}$ ;  $R=200\text{ м}$ ;  $V=20\text{ м/с}$ ;  $g=10\text{ м/с}^2$

по III закону Ньютона:  $\vec{P} = -\vec{N}$

$\alpha = \frac{v^2}{R}$

IIз. Ньютона:  $m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$

так как движение в горизонтальной плоскости:  $\vec{a} \perp m\vec{g} \Rightarrow$  по т. Пифагора  $N = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} = m\sqrt{g^2 + a^2}$

$$\frac{P}{mg} = \frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \frac{a^2}{g^2}} = \sqrt{1 + \frac{v^2}{g^2 R^2}} = \sqrt{1 + \left(\frac{900}{200}\right)^2} = \sqrt{1 + 0,7^2} = \sqrt{1,49}$$

2. вращающаяся шестерня; 1 шестеренка внешней:  $w \cdot R = V$ , где  $w$  - угловая скорость вращения шестерни, значит  $V_{\text{пер}}$  - скорость перемещения, зависит от  $w$  и  $r$ , она векторно добавляется к  $\vec{V}$

$V_{\text{пер}} = w \cdot r = w(L+R) = V \frac{L+R}{R}$

направление определяется часовой стрелкой (перпендикуляр к расстоянию до оси и направлено вниз по часовой стрелке)

$\vec{V} = V_{\text{пер}} + V = V \frac{L+2R}{R} = 2V + V \frac{L}{R} = 5V = 350\text{ м/с}$

Ответ: 1.  ~~$\sqrt{1,49}$~~   ~~$\frac{1,49}{1,09}$~~  ; 2.  $350\text{ м/с}$



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.

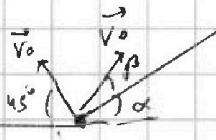
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

Дано:  $S_1$ ;  $S_2 = 120 \text{ м}$ ;  $g = 10 \text{ м/с}^2$   
"100 м"

1)

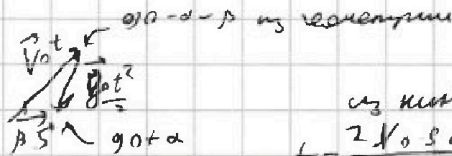
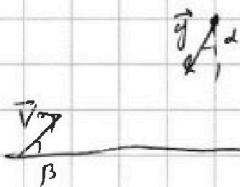


Наибольшее перемещение по горизонтальной плоскости определяется известной формулой:  $L = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\delta$

$$L_{\max} \rightarrow \sin 2\delta_{\max} \Rightarrow L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = S_1$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{S_1 g} = 40 \text{ м/с}$$

2) перейдем в наклонную плоскость:



из кинематики

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

по т. син для  $\Delta$  перемещений:  $\frac{v_0 t}{\sin 90 + \alpha} = \frac{g S}{\sin 90 - \alpha - \beta}$

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

$$S' = 0 \text{ при } S_{\max} \Rightarrow (\sin \beta \cos \alpha + \beta)' = 0$$

$$\Rightarrow \cos \beta \cos \alpha + \beta - \sin \beta \sin \alpha + \beta = 0$$

$$\cos 2\beta + \alpha = 0 \Rightarrow \beta = \frac{90 - \alpha}{2}$$

$$\frac{S_4}{2 v_0^2} = \frac{600}{1600} = \frac{3}{8} \quad \frac{3}{8} = \frac{\sin \frac{90 - \alpha}{2} \cos \frac{90 + \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} = \left( \frac{\cos \frac{90 + \alpha}{2}}{\cos \alpha} \right)^2$$

$$\Rightarrow \alpha \approx 22,5^\circ$$

Ответ: 1/40 м/с 2/22,5°

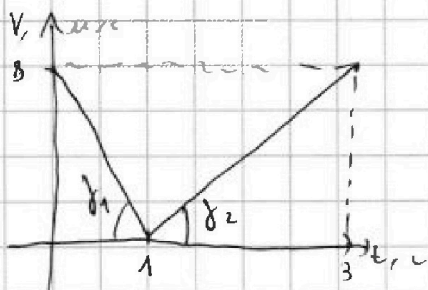


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
18 ИЗ 22

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. Даны:  $g = 10 \text{ м/с}^2$ ;  $n = 2$ ;  $L = 0,6 \text{ м}$

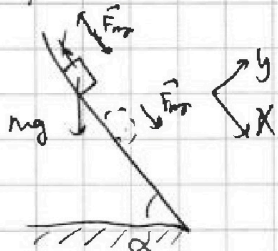


$$\text{tg } \delta_1 \cdot \frac{u}{c^2} = \frac{K}{\Delta t} = \alpha_1$$

$$\alpha_1 = \text{tg } \delta_1 \cdot \frac{u}{c^2} = 8 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha_2 = \text{tg } \delta_2 \cdot \frac{u}{c^2} = 4 \text{ м/с}^2$$

при скольжении:  $F_{\text{тр}} = \mu N$



при поезде:

3. Горизонтальная ось OX:

$$F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = m a_1$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

OY:  $N = mg \cos \alpha$

при разгоне:

$$\text{OX: } mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = m a_2 \Rightarrow a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

OY:  $N = mg \cos \alpha$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha \quad \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = 0,5$$

2. Разгон идет на поступательном и вращательном движении!

$$E_k = E_{\text{пост}} + E_{\text{вращ}} = \frac{mV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

$m$  - масса,  $I$  - момент инерции

$\omega$  - угловая скорость вращения  
 $I = \frac{2}{5} m r^2$

$\omega$  у цилиндра радиуса R

Известны моменты инерции у цилиндра однородного (плотность однородна):  $I = \frac{1}{2} m R^2$

и у сплошного цилиндра:  $I = m R^2$

Затем закон сохранения энергии (н. у. потенциальной энергии; начало убито) (у дачи)

$$E_{\text{пот}} = E_{\text{кин}} \Rightarrow 0 = \frac{(n+1)mV^2}{2} + \frac{nMR^2\omega^2}{2} + \frac{MR^2\omega^2}{2} = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{n}{2} mV^2 - mgL \sin \alpha$$

нет проскальзывания;  $V = \omega R$

$$E = \frac{a}{R} \quad E - \text{угловое ускорение}$$

$$V = \sqrt{\frac{2}{5} g L \sin \alpha} = 0,6 \cdot 2 \text{ м/с} = 1,2 \text{ м/с}$$

3. ~~по~~ по формулам кинематики:  $L = \frac{\alpha t^2}{2}$ ;  $V = \alpha t$   $L = \frac{V^2}{2\alpha}$

$$\alpha = \frac{V^2}{2L} = 1,2 \text{ м/с}^2$$



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  
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!

4. II 3. Итогами:  $F_{\text{тяги}} + mg \sin \alpha = ma$

Критический момент: почти трескается звеном:  $F_{\text{тяги}} \approx \mu N = \mu mg \cos \alpha$  II 3. Итогами для ОУ + макс. скорости

$$|a - g \sin \alpha| = \mu g \cos \alpha$$

$$g \sin \alpha - a = \mu g \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

по ост. тригонометрическому тождеству

$$\Rightarrow \mu \rightarrow \frac{11}{20}$$

$$\mu_{\text{min}} = \frac{a - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{0,6}{0,8} = \frac{1,2}{1,6} = \frac{3}{4} - \frac{1}{5} =$$

$$= \frac{3}{4} - \frac{1}{5} = \frac{15 - 4}{20} = \frac{11}{20}$$

Ответ: 1) 0,6 2) 1,2 м/с<sup>2</sup> 3) 1,2 м/с<sup>2</sup> 4)  $> \frac{11}{20}$



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  
18 ИЗ 18

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!

Дано:  $Q = 780 \text{ Дж}$ ;  $|\Delta T_1| = 31,2 \text{ К}$ ;  $\Delta T_2 = 20 \text{ К}$

1. по 1 закону термодинамики?

$Q = \Delta U + A$  где  $A$  - работа по газу;  $Q$  - тепло, переданное газу

запишем для изохорного и изобарного процессов  $\Rightarrow A = 0$  или  $\Delta V = 0$  и т.д.

$V_{N_2}$  - кол-во азота (вар.)  
 $V_{He}$  - кол-во гелия (вар.)

1)  $Q = \Delta U = -\nu_{\text{см}} R \Delta T_1 = -\Delta T_1 \cdot R \left( \frac{5}{2} \nu_{N_2} + \frac{3}{2} \nu_{He} \right)$

$Q = \Delta T_1 R \left( \frac{5}{2} \nu_{N_2} + \frac{3}{2} \nu_{He} \right)$

$\nu_{N_2}$   $\nu_{He}$  - количество - неизвестно

2)  $Q = -\Delta T_2 R \left( \frac{5}{2} \nu_{N_2} + \frac{3}{2} \nu_{He} \right) = -A_{\text{внеш}}$ , отсюда

$A_{\text{внеш}} = Q - \Delta T_2 R \left( \frac{5}{2} \nu_{N_2} + \frac{3}{2} \nu_{He} \right) = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 780 \frac{31,2 - 20}{31,2} =$

$= \frac{280 \cdot 11,2}{31,2} \text{ Дж} = \frac{780 \cdot 11,2}{31,2} \text{ Дж} = \frac{78000 + 2800 + 1560}{31,2} \text{ Дж} = 87360 \text{ Дж}$

2. по определению теплоемкости:  $C_p = \frac{Q}{|\Delta T_1|} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

3.  $\frac{N_2}{N_2} = \frac{\nu_{He} N_A}{\nu_{N_2} N_A} = \frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}} = \gamma$

$\delta p = \text{const}$   
 $A_{\text{внеш}} = A = p \Delta V = \nu_{\text{см}} R \Delta T_2$   
 $\Rightarrow R = \frac{1}{\nu_{\text{см}}} (3,5 \nu_{N_2} + 2,5 \nu_{He}) R \Delta T_2$

$\frac{3,5 \nu_{N_2} + 2,5 \nu_{He}}{2,5 \nu_{N_2} + 1,5 \nu_{He}} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = 1$

$\frac{3,5 + 2,5\gamma}{2,5 + 1,5\gamma} = \frac{31,2}{20} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$

$\gamma = \frac{3,5 \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - 2,5}{1,5 - 2,5 \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = \frac{3,5 \Delta T_2 - 2,5 \Delta T_1}{1,5 \Delta T_1 - 2,5 \Delta T_2} = \frac{70 - 2,5 \cdot 31,2}{1,5 \cdot 31,2 - 50} = \frac{70 - 63,5 - 15,8}{31,2 + 15,8 - 50} =$

$= \frac{70 - 78}{16,6 - 50} = \frac{8}{3,4} = \frac{80}{34} = \frac{40}{17}$

Ответы: 1. 87360 Дж 2. 39  $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$  3.  $\frac{40}{17}$



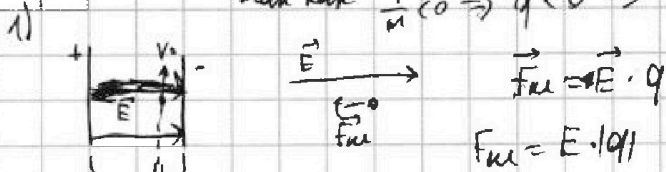
1  2  3  4  5  6  7

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!

Дано:  $\gamma = \frac{q}{m} \omega$ ;  $U$ ;  $d$ ;  $R$

так как  $\frac{q}{m} \omega \Rightarrow q < 0 \Rightarrow$  отрицательная частица



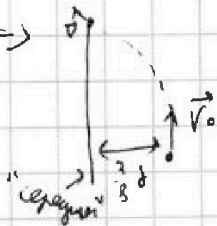
В конденсаторе:  $E \cdot d = U$  известная формула

Известно:  $F_{kl} = ma$   $a = \frac{v_0^2}{R}$  центростремительное ускорение

$$a = \frac{F_{kl}}{m} = \frac{\frac{U}{d} \cdot |q|}{m} = \frac{U}{d} \cdot |\gamma| = -\frac{U \gamma}{d}$$

$$v_0 = \sqrt{-R \frac{U \gamma}{d}}$$

2) Сила в центре конденсатора всё равно  $E \cdot |q|$ ,  
и она  $\perp v_0 \Rightarrow$



$$A_{kl} = F_{kl} \frac{3d}{8} = E \cdot \frac{3d}{8} \cdot |q| = \frac{3}{8} U |q|$$

Затем 7. об изменении кинетической энергии:  $F_{k2} - F_{k1} = A_{kl}$ .

$$E_{k2} = A_{kl} + E_{k1} = \frac{3}{8} U |q| + \frac{m v_0^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{3}{4} U |\gamma| + v_0^2} = \sqrt{v_0^2 - \frac{3}{4} U \gamma} =$$

"  $\frac{m v^2}{2}$

$$= \sqrt{-\frac{R U \gamma}{d} - \frac{3}{4} U \gamma} = \sqrt{-U \gamma \left( \frac{R}{d} + \frac{3}{4} \right)}$$

Ответ: 1)  $\sqrt{-R \frac{U \gamma}{d}}$ ; 2)  $\sqrt{-U \gamma \left( \frac{R}{d} + \frac{3}{4} \right)}$



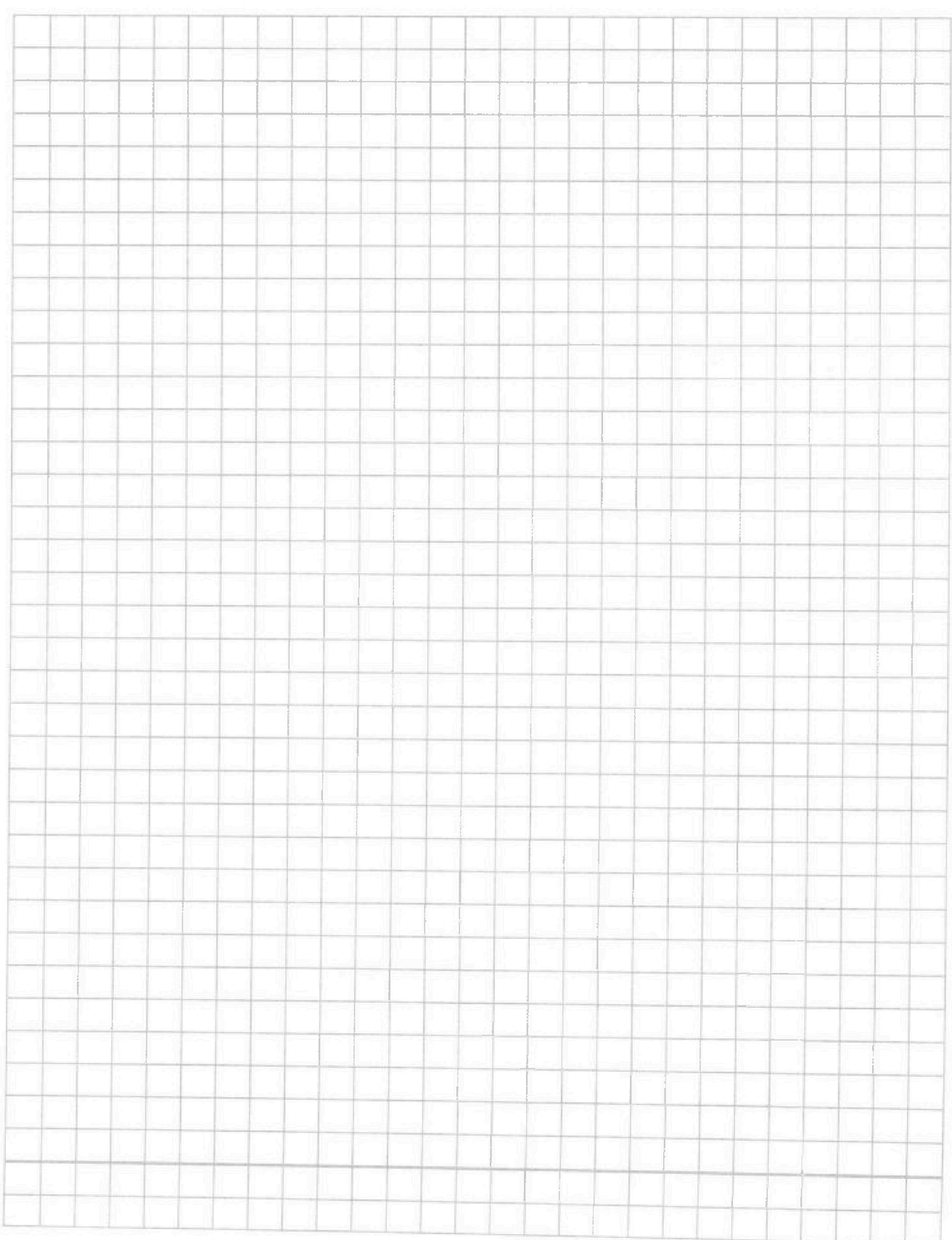


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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.



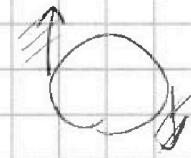
1  2  3  4  5  6  7

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!

1)  $N = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{mv^2}{R}\right)^2}$   $\frac{P}{mg} = \sqrt{1 + \frac{v^4}{R^2 g^2}}$

2)  $\vec{w} = \frac{v}{R}$   $d_2 = L + R \Rightarrow v_{\text{всп}} = w d_2 = v \frac{L+R}{R}$



$v_H = v + v_{\text{всп}} = v \frac{L+2R}{R}$

3)  $a_1 = 8 \text{ м/с}^2$   $a_2 = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2$

$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$

$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

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

$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{4 \cdot 8}{3 \cdot 20} = \frac{8}{15}$

$\cos \alpha = \frac{8}{15}$

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

$V = \sqrt{2g \sin \alpha \cdot R} = \sqrt{2 \cdot 8 \cdot 9} = \sqrt{32}$

$L = \frac{at^2}{2}$

$v = at$

$L = \frac{v^2}{2a}$

$a = \frac{v^2}{2L}$

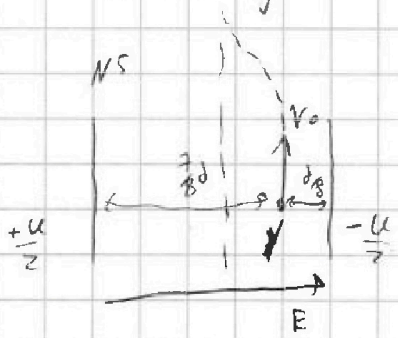
$a = \frac{3,2}{1,2}$

$V_0 = \sqrt{\frac{R \mu \gamma}{d}}$

$U = Ed$   $Eq = F$

$F = ma = m \frac{V_0^2}{R}$

$\frac{\mu}{d} q = m \frac{V_0^2}{R}$



4)  $V_0^2 + \frac{3}{8} d \frac{Eq}{m} = V_1^2$   $V_1 = \sqrt{V_0^2 + 8 \cdot \frac{3}{8} \cdot 4}$

$-Q = -\frac{1}{8} (1,5 U_H + 2,5 U_{H2}) R \cdot |\Delta T_1|$   $R = 8,31 \Omega$

$-Q = - (1,5 U_H + 2,5 U_{H2}) R \cdot |\Delta T_2| + -A_{\text{вн. э.м.}}$   $A_{\text{вн. э.м.}} = \frac{|\Delta T_2| - |\Delta T_1|}{|\Delta T_1|} Q$

$Q = \frac{R \Delta T}{C_p d}$   $C_p = \frac{Q}{\Delta T_2}$   $\frac{(1,5 U_H + 2,5 U_{H2})}{2,5 U_H + 3,5 U_H} = \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} = \frac{1,5 \cdot 8 + 2,5 \cdot \frac{Q}{\Delta T_1}}{2,5 \cdot 8 + 3,5 \cdot \frac{Q}{\Delta T_1}}$

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_{H1}}{U_{H2}} = \gamma$   $1,5 \cdot 8 + 2,5 = 2,5 \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} + 3,5 \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$

$\gamma = \frac{3,5 \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - 2,5}{1,5 - 2,5 \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = \frac{3,5 \Delta T_2 - 2,5 \Delta T_1}{1,5 \Delta T_1 - 2,5 \Delta T_2}$



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!

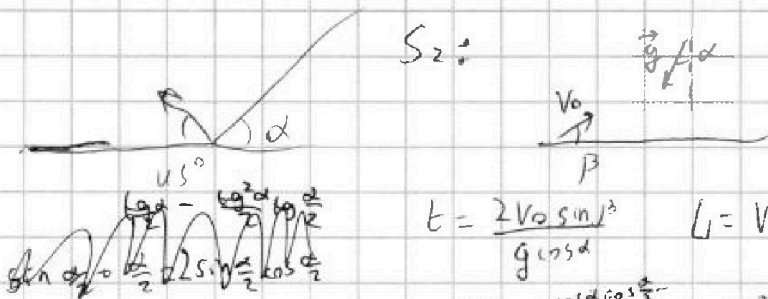
$$\cos 30^\circ = \frac{3}{4} - \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

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

$$S_1 = \frac{v_0^2}{g} \sin^2 \alpha \Rightarrow v_0 = \sqrt{S_1 g} = 40 \text{ м/с}$$

$$S = \cos \beta \cos \alpha + \beta - \sin \beta \sin \alpha + \beta = 0$$

$$\cos 2\beta + \alpha = 0 \Rightarrow \beta = \frac{90^\circ - \alpha}{2}$$



$$S = \frac{v_0}{\cos \alpha} \cdot \frac{2v_0}{g \cos \alpha} \sin \beta \cos \alpha + \beta =$$

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

$$L = v_0 \cos \beta t - \frac{g t^2}{2} = \frac{S_1 \cos \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

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

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

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

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

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

$$\cos \alpha x^2 + 2x \sqrt{1-x^2} - \cos \alpha (1-x^2) = 0$$

$$2x \sqrt{1-x^2} = \cos \alpha - 2 \cos \alpha x^2$$

$$2 \sqrt{x^2 - x^4} = \cos \alpha - 2 \cos \alpha x^2$$

$$2 \sqrt{t - t^2} = \cos \alpha - 2 \cos \alpha t$$

$$4(t - t^2) = \cos^2 \alpha (1 - 2t)^2 = \cos^2 \alpha (1 + 4t^2 - 4t)$$

$$t^2 (4(\cos^2 \alpha + 1) - 4t(\cos^2 \alpha + 1) + \cos^2 \alpha) = 0$$

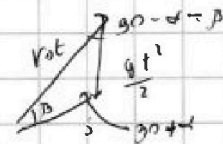
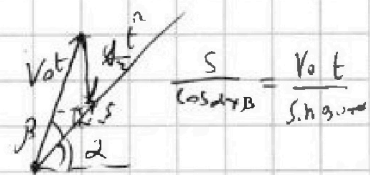
$$\frac{\sin^2 \frac{90^\circ - \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} = \frac{3}{8} \Rightarrow t = \frac{4(\cos^2 \alpha + 1) \pm \sqrt{16(\cos^2 \alpha + 1)^2 - 16(\cos^2 \alpha + 1)\cos^2 \alpha}}{8(\cos^2 \alpha + 1)} = \frac{1}{2} \left( 1 \pm \frac{1}{1} - \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\cos^2 \frac{90^\circ - \alpha}{2}}} = \frac{3}{8} = \frac{1}{2} \left( 1 \pm \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha + 1}} \right) \quad \alpha = 30^\circ \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ \cos 60^\circ}{\cos^2 \alpha} = \frac{3}{8}$$

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

$$\cos \frac{90^\circ - \alpha}{2} = \sin \frac{90^\circ - \alpha}{2}$$

$$\frac{\sin \frac{90^\circ - \alpha}{2} \cos \frac{90^\circ + \alpha}{2}}{\cos^2 \alpha} = \frac{3}{8}$$



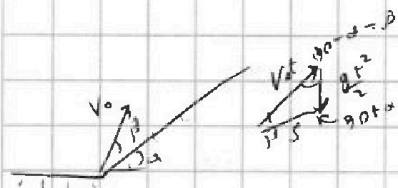


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$\frac{V_0 t}{\sin 90 + \alpha} = \frac{S}{\sin 90 - \alpha - \beta} = \frac{S}{\cos \alpha + \beta}$$

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

$$\frac{V_0 t}{\cos \alpha}$$

$$S = \frac{V_0}{\cos \alpha} t \cos \alpha + \beta = \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \beta \cos \alpha + \beta$$

$$\cos 2\beta + \alpha = 0 \quad 2\beta + \alpha = 90$$

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

$$\frac{\sin \beta \cos \alpha + \beta}{\cos \alpha} = \frac{\cos \frac{90 + \alpha}{2} \cos \frac{90 - \alpha}{2}}{\cos \alpha} = \frac{3}{8}$$

$$\begin{array}{r} 8000 \\ 5800 \\ \hline 1560 \\ 87360 \end{array}$$