



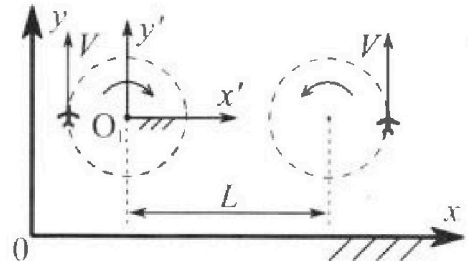
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

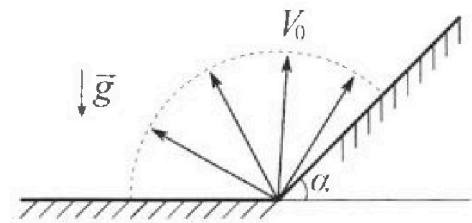


1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

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.

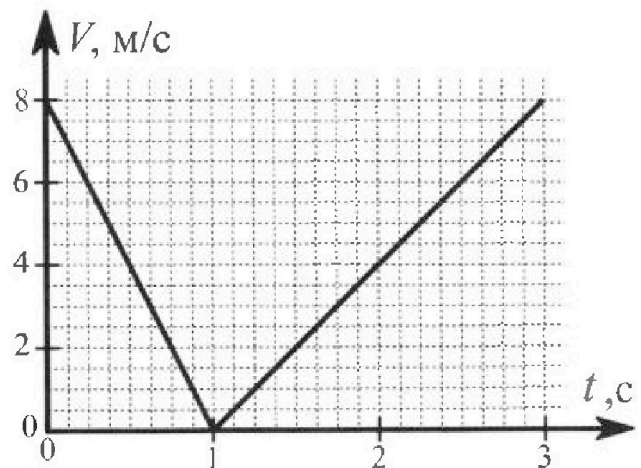
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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.



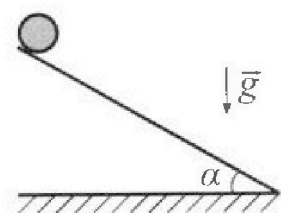
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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?

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?

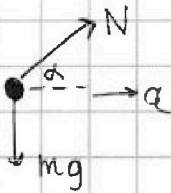


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Пусть N - сила реакции центра, a - ускорение самолета.
 $a = \frac{v^2}{R}$

Второй з-н Ньютона в проекции на вертикальную и горизонтальную оси.

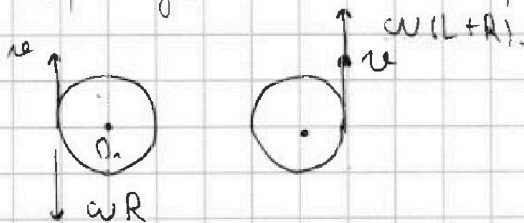
$$\begin{cases} mg = N \sin \alpha & (1) \\ m \frac{v^2}{R} = N \cos \alpha & (2) \end{cases} \Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{1}{\sin \alpha}$$

Поделим (2) на (1): $\frac{v^2}{gR} = \operatorname{ctg} \alpha$.

$$1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha} = 1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{\sin \alpha} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2}$$

$$\frac{N}{mg} = \frac{P}{mg} = \frac{1}{\sin \alpha} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2} = \sqrt{1,49}$$

Перегнем в CO перло самолета.



$v = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$, где ω - угловая скорость перла в земной CO.

Скорость второго будет направлена как и \vec{v} ,
 $u = v + \omega(L+R) = v + \frac{v}{R}(L+R) = 2v + v \frac{L}{R} = v \left(2 + \frac{L}{R}\right) = 350 \frac{m}{c}$.


Ответ: 1) $\sqrt{1,49}$; 2) $u = 350 \frac{m}{c}$, по \vec{v}



1 2 3 4 5 6 7

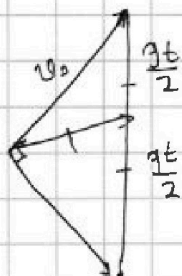
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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)  Наибольшее перемещение на горизонтальной плоскости достигается, если v_0 направлена под углом 45° к горизонту.

Время полёта $t_1 = \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g}$, перемещение
 $s_1 = v_0 \cos 45^\circ t_1 = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{g} = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 \sqrt{g s_1} = 40 \frac{m}{c}$

2) Из 3(3) конечная скорость на шаре



$v^2 = v_0^2 + 2g s_2 \sin \alpha$. Давность максимальна, если конечная скорость перпендикулярна начальной. Средняя скорость - медиана в треугольнике скоростей.

III. Теорема $v_0^2 + v^2 + 2g s_2 \sin \alpha = g^2 t^2$
 $2 v_0^2 + 2g s_2 \sin \alpha = g^2 t^2$

медиана в прям. треугольнике равна половине гипотенузы, $\frac{s_2}{t} = \frac{gt}{2} \Rightarrow \frac{gt^2}{2} = s_2 \Rightarrow t^2 = \frac{2s_2}{g}$

~~$v_0^2 + g s_2 \sin \alpha = \frac{gt^2}{2} = s_2$~~

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

~~$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{g} \left(\frac{v_0^2}{s_2} - 1 \right)$~~

~~$2v_0^2 - 2g s_2 \sin \alpha = \frac{4s_2^2}{g^2} = 2g s_2$~~

$v_0^2 = g s_2 (1 + \sin \alpha) \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0^2}{g s_2} - 1 = \frac{1}{3}$

Ответ: 1) $40 \frac{m}{c}$; 2) $\alpha = \arcsin \left(\frac{1}{3} \right)$.



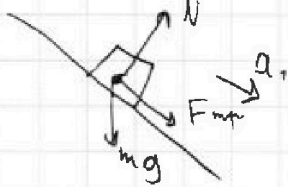
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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) Такое движение возможно, если начальная скорость шайбы направлена вверх по плоскости.



$$N = mg \cos \alpha.$$

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

$$ma = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

- второй з-н Ньютона в проекции.

Ускорение $a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$. Пока сила направлена сила трения шайба изменит своё направление, ускорение будет равно

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

Пусть $u = 8 \frac{m}{c}$; $t_1 = 1 c$; $t_2 = \frac{2}{3} c$. Тогда.

$$a_1 t_1 = u = a_2 t_2 \Rightarrow a_1 \frac{t_1}{t_2} = a_2$$

$$\frac{t_1}{t_2} g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\frac{t_1}{t_2} (\operatorname{tg} \alpha + \mu) = \operatorname{tg} \alpha - \mu$$

$$\mu \left(\frac{t_1}{t_2} + 1 \right) = \operatorname{tg} \alpha \left(1 - \frac{t_1}{t_2} \right) \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \mu \frac{1 + \frac{t_1}{t_2}}{1 - \frac{t_1}{t_2}} = 3\mu$$

$$\frac{u}{t_1 g} = \sin \alpha + \mu \cos \alpha \Rightarrow \frac{u}{g t_1 \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha + \mu$$

$$\frac{u}{g t_1 \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{3} = \frac{4}{3} \operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\frac{u}{g t_1} = \frac{4}{3} \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3u}{4g t_1} = 0,6.$$

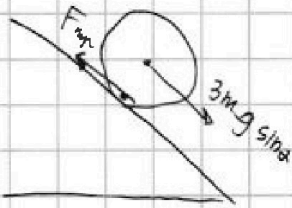


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Пусть M - масса бочки, v - скорость центра масс бочки сверху. По м.

Кинетическая энергия бочки с вездой

$$E = \frac{3mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{3mv^2}{2} + \frac{mr^2 v^2}{2r^2} = 2mv^2$$

По ЗСЭ: $3mgL \sin \alpha = E = 2mv^2$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{2} gL \sin \alpha} = 9,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

П. о движении ц. м. и уравнение моментов:

$$\begin{cases} 3ma = 3mg \sin \alpha - F_{np} \\ I\epsilon = F_{np} r \end{cases} \quad \begin{cases} a = g \sin \alpha - \frac{F_{np}}{3m} \\ \epsilon = \frac{F_{np}}{mr} = \frac{F_{np} r}{mr^2} \end{cases}$$

Бочка движется без проскальзывания, если малое изменение скорости ц. м. равно малому изменению вращательной скорости.

$$a dt = \omega \epsilon dt r \Rightarrow a = \epsilon r$$

$$g \sin \alpha - \frac{F_{np}}{3m} = \frac{F_{np}}{m} \quad ; \quad g \sin \alpha = \frac{4 F_{np}}{3m} \Rightarrow F_{np} = \frac{3}{4} mg \sin \alpha$$

Ускорение $a = g \sin \alpha - \frac{g \sin \alpha}{4} = \frac{3}{4} g \sin \alpha = 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Также $F_{np} \leq 3\mu mg \cos \alpha$

$$\frac{3}{4} mg \sin \alpha \leq 3\mu mg \cos \alpha$$

$$\frac{\sin \alpha}{4} \leq \mu \cos \alpha \quad ; \quad \mu \geq \frac{\tan \alpha}{4} \quad ; \quad \mu \geq \frac{3}{16}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,6$; 2) $2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 3) $4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 4) $\geq \frac{3}{16}$.



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!

Из ~~изобарического~~ изохорического процессе работа не совершается. Первый закон термодинамики для этого процесса:

$$-Q = \Delta U ; \quad -Q = -\frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_1 - \frac{5}{2} \nu_{\text{N}} R \Delta T_1$$

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

Для изобарного процесса:

$$-Q = -A - R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \nu_{\text{He}} + \frac{5}{2} \nu_{\text{N}} \right)$$

$$-Q = -A - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} ; \quad Q = A + Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) \approx 260 \text{ Дж.}$$

Теплоемкость по определению $C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = 390 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$.

$$\frac{2Q}{R \Delta T_1} = 3 \nu_{\text{He}} + 5 \nu_{\text{N}}.$$

Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$A = (\nu_{\text{He}} + \nu_{\text{N}}) R \Delta T_2 \Rightarrow \frac{A}{R \Delta T_2} = \nu_{\text{He}} + \nu_{\text{N}}$$

$$2 \nu_{\text{N}} = \frac{2Q}{R \Delta T_1} - \frac{3A}{R \Delta T_2} ; \quad \nu_{\text{N}} = \frac{1}{2} \left(\frac{2Q}{R \Delta T_1} - \frac{3A}{R \Delta T_2} \right)$$

$$2 \nu_{\text{He}} = \frac{5A}{R \Delta T_2} - \frac{2Q}{R \Delta T_1} ; \quad \nu_{\text{He}} = \frac{1}{2} \left(\frac{5A}{R \Delta T_2} - \frac{2Q}{R \Delta T_1} \right)$$

$$\text{Отношение: } \frac{N_1}{N_2} = \frac{\nu_{\text{He}} N_A}{\nu_{\text{N}} N_A} = \frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{N}}} = \frac{\frac{5A}{\Delta T_2} - \frac{2Q}{\Delta T_1}}{\frac{2Q}{\Delta T_1} - \frac{3A}{\Delta T_2}} \approx 1.$$

Ответ: 1) 260 Дж ; 2) 390 $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$; 3) ≈ 1 .

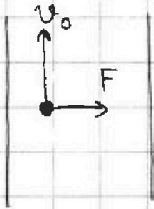
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

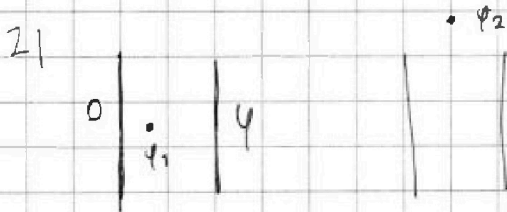
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) Определить закон движения в прецессии:

$$m \frac{v_0^2}{R} = F = |q|E = |q| \frac{U}{d}$$

$$\frac{v_0^2}{R} = \frac{|q|}{m} \frac{U}{d} = |q| \frac{U}{d} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{|q|UR}{d}}$$



Потенциалы $\varphi_1 = \frac{U}{8}$; $\varphi_2 = \frac{U}{2}$.

ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + \varphi_1 q = \frac{mv^2}{2} + \varphi_2 q$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{U}{8} q = \frac{mv^2}{2} + \frac{U}{2} q$$

$$mv_0^2 + \frac{U}{4} q = mv^2 + Uq$$

$$v_0^2 + \frac{U}{4} \gamma = v^2 + U\gamma$$

$$v^2 = v_0^2 - \frac{3}{4}U\gamma = \frac{|q|UR}{d} - \frac{3}{4}U\gamma$$

$$v = \sqrt{\frac{|q|UR}{d} - \frac{3}{4}U\gamma}$$

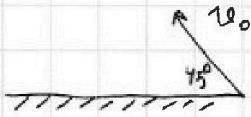
Ответ: 1) $v_0 = \sqrt{\frac{|q|UR}{d}}$; 2) $v = \sqrt{\frac{|q|UR}{d} - \frac{3}{4}U\gamma}$



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!



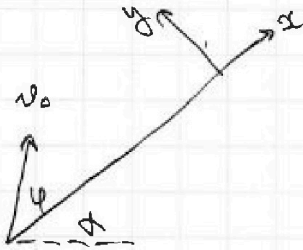
1) Наибольшее перемещение на горизонт. поверхности достигается, если начальная скорость направлена под углом 45° к горизонту.

Время полета $t_1 = \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g}$, перемещение

$$S_1 = v_0 \cos 45^\circ t_1 = \frac{2v_0^2 \sin 45^\circ \cos 45^\circ}{g} = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

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

2)



Пусть φ - угол между вектором и начальной скоростью. Время полета

$$t_2 = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

Перемещение $S_x = v_0 \cos \varphi t_2 - \frac{g \sin \alpha t_2^2}{2}$

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

$$= \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin^2 \varphi \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

Преддифференцируем S_x по φ .

$$S_x' = \frac{2v_0^2 \cos 2\varphi}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \cos \varphi \cdot 2 \sin \varphi = 0$$

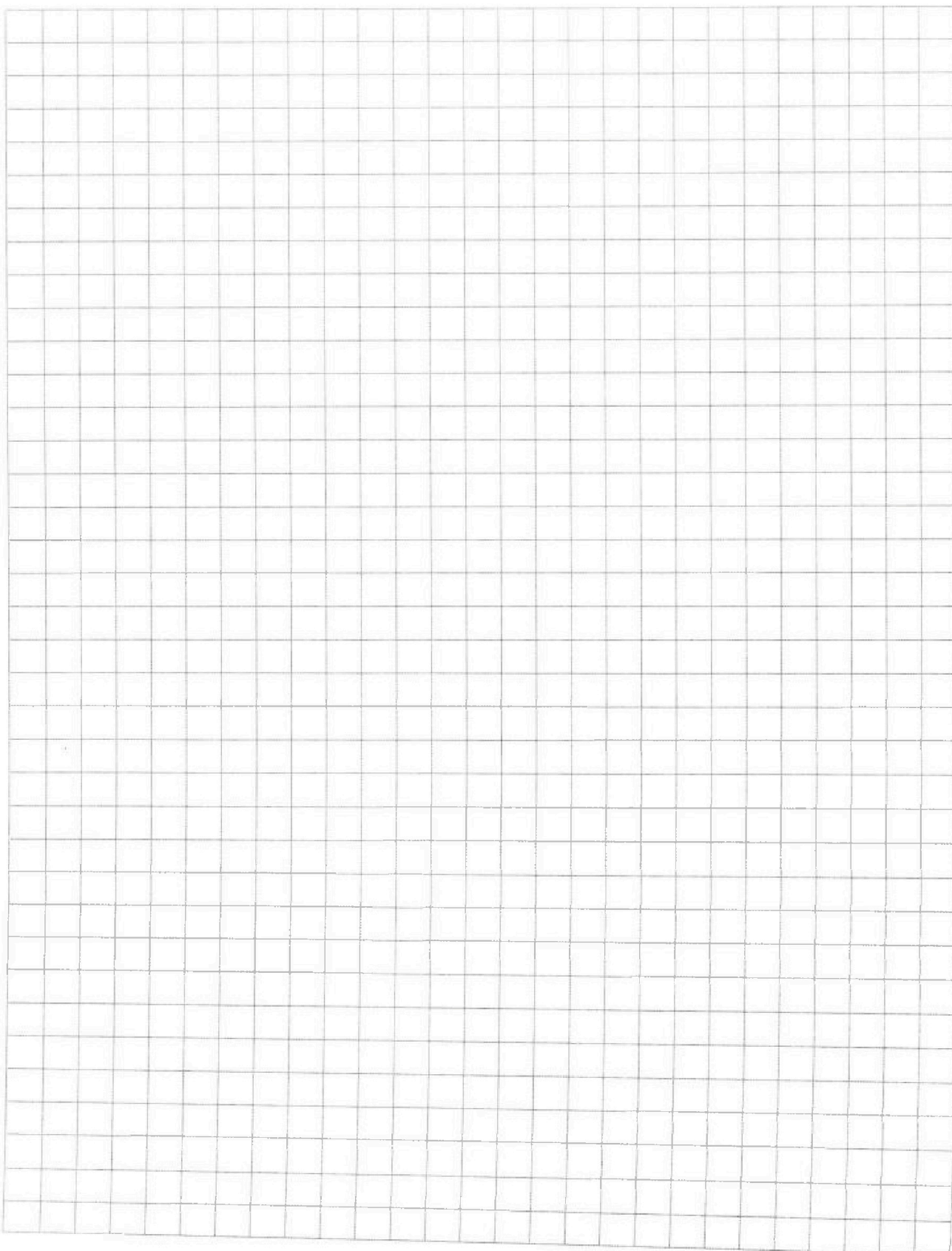


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



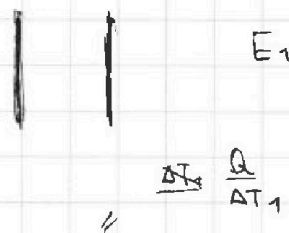
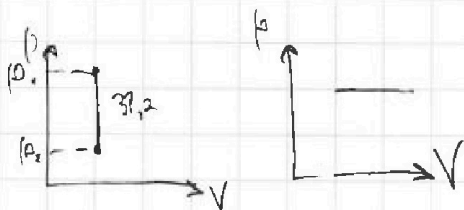


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$V(p_1 - p_2) = \Delta U_1 = \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_U \right) = Q$$

$$-Q = -p \Delta V - \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_U \right) \Delta T_2 = \dots$$

$$-Q = -(\nu_{He} + \nu_U) R \Delta T_2 \quad A$$

$$0 = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_U \right) R \Delta T_1 - \Delta T_2 - A$$

$$\frac{Q}{R \Delta T_1} = \frac{3}{2} \frac{N_1}{N_A} + \frac{5}{2} \frac{N_2}{N_A} + 760 \left(1 - \frac{20}{\dots} \right)$$

$$\frac{460}{3} = \frac{760 \cdot 3}{18} \frac{1260}{260}$$

$$2Ea = \sigma a \quad \square \quad \frac{470}{18} \frac{12}{320}$$

$$E = \frac{\sigma}{20}$$

$$A = (\nu_{He} + \nu_U) R \Delta T_2 = R \Delta T_2 \left(\frac{N_1}{N_A} + \frac{N_2}{N_A} \right)$$

$$N_1 + N_2 = \frac{A N_A}{R \Delta T_2}$$

$$\frac{Q N_A}{2 R \Delta T_1} = 3 N_1 + 5 N_2$$

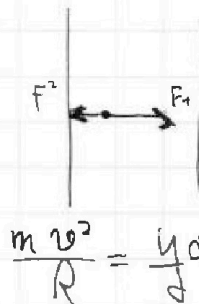
$$U = \frac{Q E d}{\dots} \quad \frac{U}{d}$$

$$N_1 = \frac{\nu_{He}}{N_A} N_A$$

$$\frac{156 \cdot 3}{13} \frac{152}{06}$$

$$\frac{260 \cdot 5}{20} - \frac{1560}{20} = 65 - 52 = 13$$

$$52 - \frac{260 \cdot 3}{20} = 52 - 39 = 13$$



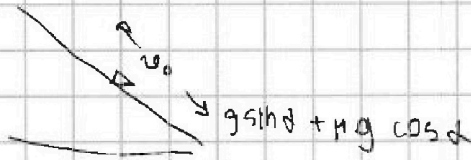


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$|v| = v_0 - g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)t$$

$$|v| =$$

$$\frac{24}{40} = \frac{6}{10}$$

$$\cos\alpha = 0,8$$

$$\frac{0,6}{26 \cdot 3} = \frac{0,2}{0,6} = 0,25$$

$$\frac{r^2 dm}{mr^2}$$

$$\mu = \frac{0,6}{0,8 \cdot 4} = \frac{6}{8 \cdot 4} = \frac{3}{4 \cdot 4} = \frac{3}{16}$$

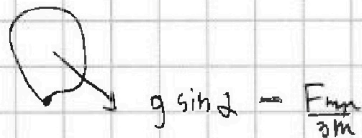
$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$15 \cdot 0,6 \cdot 0,6$$

$$6 \cdot \frac{3}{4} = \frac{18}{4} = 4,5 \frac{m}{s^2}$$

$$3mg \sin\alpha = \frac{3m v^2}{2} + \frac{I \omega^2}{2}$$

$$= \frac{3mv^2}{2} + \frac{mr^2 v^2}{2r^2}$$



$$\epsilon I \omega$$

$$I \epsilon = F_{fr} r$$

$$0,36 \cdot 30 = 2 v^2$$

$$mr^2 \epsilon = F_{fr} r$$

$$v^2 = 0,6 \sqrt{15}$$

$$= 2,4 \frac{m}{s^2}$$

$$\epsilon dt r = g \sin\alpha dt$$

$$\epsilon = \frac{F_{fr}}{mr}$$

$$g \sin\alpha - \frac{F_{fr}}{3m} = \frac{F_{fr}}{m}$$

$$\frac{F_{fr}}{m} = g \sin\alpha$$

$$g \sin\alpha = \frac{4F_{fr}}{3m}$$

$$F_{fr} = mg \sin\alpha$$



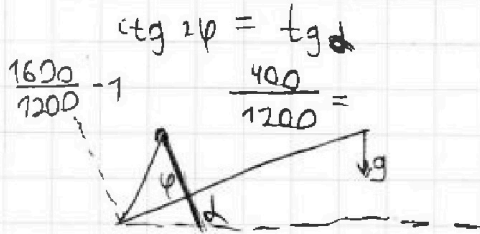
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$\cos 2\varphi - \operatorname{tg} \alpha \cdot 2 \sin \varphi = 0 \quad \frac{2v_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g \cos \alpha} - \frac{4v_0^2 \sin^2 \varphi}{g^2 \cos^2 \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2}$$



$$\operatorname{ctg} 2\varphi = \operatorname{tg} \alpha$$

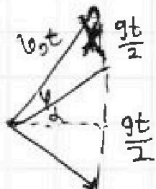
$$\vec{v}_0 t + \frac{g t^2}{2} = s_2$$

$$= \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin^2 \varphi}{g \cos^2 \alpha}$$

$$\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi = \operatorname{tg} \alpha$$

$$v_0 t \operatorname{ctg} \varphi - g \sin \alpha \frac{t^2}{2} = s_1$$

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



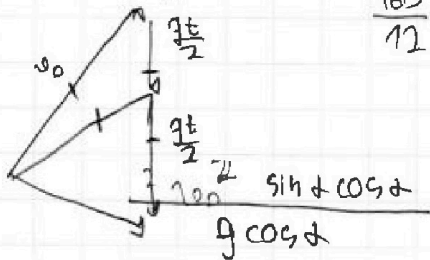
$$\frac{160g}{120} - 1$$

$$v_0 t \sin \varphi - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} = 0$$

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

$$\frac{160}{12} = \frac{160}{6} = \frac{40}{3}$$

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



$$\frac{2v_0^2 \sin^2 \varphi}{g \cos^2 \alpha}$$

$$g^2 t^2 = v_0^2 + v_0^2 + s_2^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha$$

$$\frac{v_0^2}{g \cos \alpha} 2 \cos \varphi - \frac{2v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cos \varphi \sin \varphi = 0$$

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

$$\frac{v_0^2}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2}{g \cos^2 \alpha} \sin \varphi = 0$$

$$\frac{1600}{120} \frac{s_2}{t} = \frac{g t}{2}$$

$$= s_2$$

$$1 - \frac{2}{\cos \alpha} \sin \varphi = 0$$

$$\frac{16}{12} - \frac{1}{10} \quad s_1 = \frac{g t^2}{2}$$

$$120 = \frac{2 \cdot 1600}{10} (\sin \alpha - 1) \quad \sin \varphi = \cos \alpha$$

$$\sin \alpha \quad \cos \varphi = \sin \alpha$$

$$\frac{160-12}{120} =$$

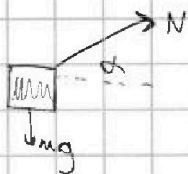


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



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

$$\frac{v^2}{gR} = \text{ctg } \alpha$$

$$0,4^2$$

$$\frac{4900}{7000}$$

$$\frac{N}{mg}$$

$$0,49$$

$$\frac{49}{70} = \frac{7}{10}$$

$$m \frac{v^2}{R} = N \cos \alpha$$

$$mg = N \sin \alpha$$

$$\frac{N}{mg} = \frac{1}{\sin \alpha} =$$

$$\sqrt{1,49} = 0,7$$

$$0,49$$

$$\frac{v^2}{gR} = \text{ctg } \alpha$$

$$\frac{v^2}{gR} = \text{ctg } \alpha$$

$$1 + \text{ctg}^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

$$= \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2}$$

$$1 + \left(\frac{4900}{7000}\right)^2$$

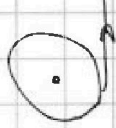
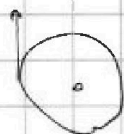
$$1 + \left(\frac{49}{70}\right)^2$$

$$1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2 = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

$$\left(1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2\right)^{-1} = \sin^2 \alpha$$

$$\sqrt{1 + \left(\frac{7}{10}\right)^2}$$

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



$$\omega(L+3R)$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\frac{v}{R}(L+3R)$$

$$L = v_0 \cos \alpha t$$

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

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

$$s_1 = \frac{v_0^2}{g}$$

$$\sqrt{gs_1} = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega(L+R)$$

$$\frac{v}{R}(L+R)$$

$$\frac{40}{700}(2100 + 400)$$

$$\frac{70}{400}(2400 + 2100)$$

$$\frac{2600}{10} = 260 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{1}{10}$$

