

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

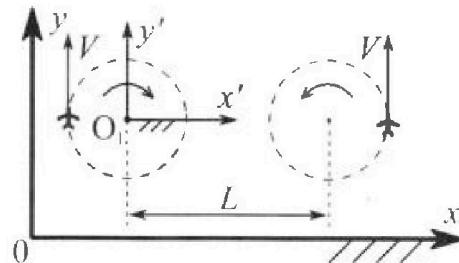
Вариант 10-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

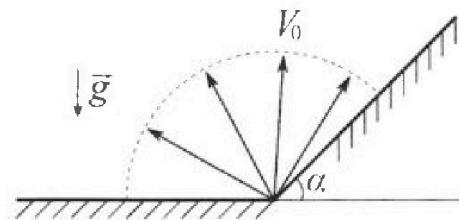
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 70 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R=700 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, где 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 $L=2,1 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x' O_1 y'$, 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 $S_1 = 160 \text{ м}$, упавших на склон, $S_2 = 120 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



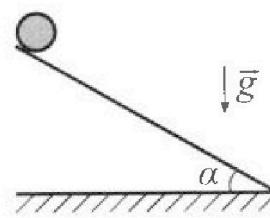
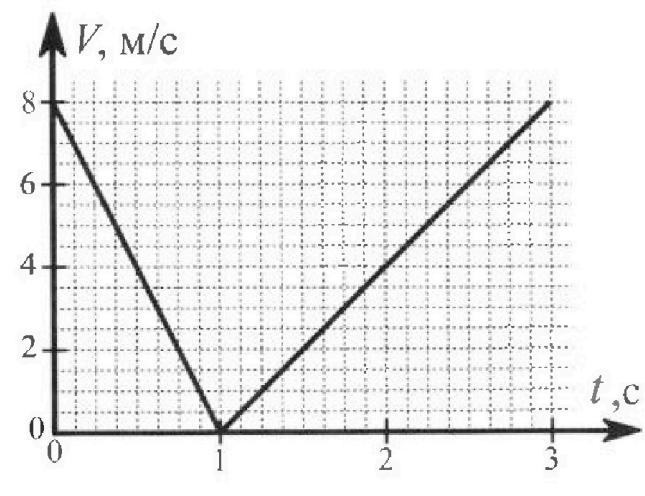
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Найдите $\sin \alpha$, где 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 $L=0,6 \text{ м}$?
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 А 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

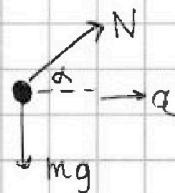
5

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 пружи, a - ускорение самолёта.
 $a = \frac{v^2}{R}$

Второй з-и. Кирояса в проекции на вертикальную и горизонтальную оси.

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

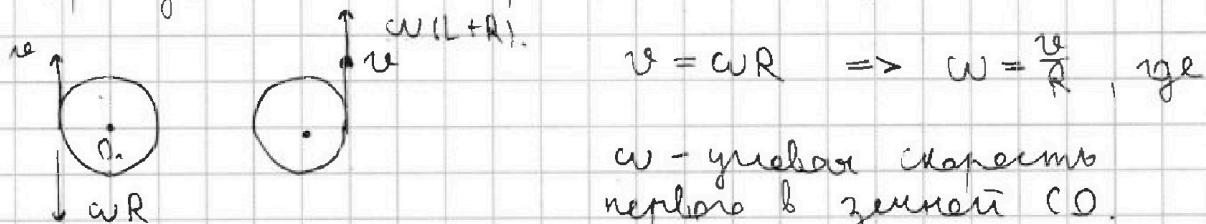
$$m \frac{v^2}{R} = N \cos \alpha \quad (2)$$

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

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

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

Перейдём в CO первое самолёта.



Скорость второго будем направлена как и v ,
 $v = v + w(L+R) = v + \frac{v}{R}(L+R) = 2v + v \frac{L}{R} = v(2 + \frac{L}{R})$
 $= 350 \frac{m}{s}$.

Ответ: 1) $\sqrt{1,49}$; 2) $v = 350 \frac{m}{s}$, no \vec{v}

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)



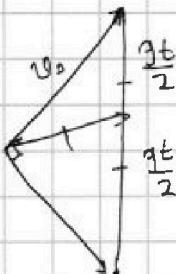
Наибольшее перенесение на горизонт. плоскости достигается, если v_0 направлена под углом 45° к горизонту.

Время полёта $t_1 = \frac{v_0 \sin 45^\circ}{g}$, перенесение

$$s_1 = v_0 \cos 45^\circ t_1 = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{g} = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 \sqrt{\frac{g s_1}{2}} = 40 \frac{m}{s}$$

2).

Из ЗСЭ конечная скорость на склоне



$v^2 = v_0^2 + 2gs_2 \sin \alpha$. Дальность полёта максимальна, если конечная скорость перпендикулярна начальной. Скорость - медиана в треугольнике скоростей.

$$\text{ПС. Тиролепод} \quad v_0^2 + v_0^2 + 2gs_2 \sin \alpha = g^2 t^2 \\ 2v_0^2 + 2gs_2 \sin \alpha = g^2 t^2$$

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

$$v_0^2 + gs_2 \sin \alpha = \frac{gt^2}{2} = s_2$$

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

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

$$2v_0^2 - 2gs_2 \sin \alpha = \frac{4v_0^2}{g^2} = 2gs_2$$

$$v_0^2 = gs_2(1 + \sin \alpha) \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0^2}{gs_2} - 1 = \frac{1}{3}$$

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



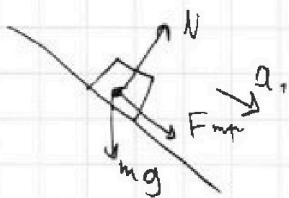
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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) Плане здание возможно, если начальная скорость шайбы направлена вверх по плоскости.



$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha + F_{mp}$$

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

- второй закон Ньютона в проекции.

Ускорение $a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$. Тогда сила

направления сила трения может изменить свое направление, ускорение будет равно

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

Пусть $u = g \frac{\alpha}{2}$; $t_1 = 1 \text{ с.}$; $t_2 = \frac{2}{3} \text{ с.}$ Тогда.

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

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

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

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

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

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

$$\frac{u}{g t_1} = \frac{4}{3} \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3u}{4gt_1} = 0,6.$$

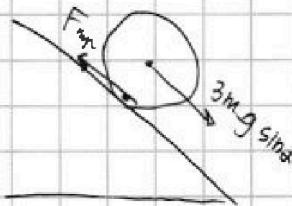
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 - massa бочонка, v - скорость центра mass бочонка ведёт. Тогда

Кинетика kin. энергия бочонка с ведёт

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

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

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{2}gL \sin\alpha} = 2,6 \sqrt{3} \frac{m}{s} \approx 2,4 \frac{m}{s}$$

III. О движении ц. м. и уравнение Ньютона:

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

Бочка движется без проскальзывания, если такое изменение скорости ц. м. равно тому изменению вращательной скорости.

$$ad\tau = \epsilon \cdot \epsilon dt r \Rightarrow a = \epsilon r$$

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

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

$$\text{Наклон } F_{\text{нр}} \leq 3\mu mg \cos\alpha$$

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

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

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



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!

В изобарическом изохорическом процессе работа не совершается. Первый закон термодинамики для этого процесса:

$$-Q = \Delta U ; \quad -Q = -\frac{3}{2} V_{He} R \Delta T_1 - \frac{5}{2} V_N R \Delta T_1$$

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

Для изобарного процесса:

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

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

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

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

$$\frac{2Q}{R \Delta T_1} = 3 V_{He} + 5 V_N . 5 V_N$$

Из уравнения Менделеева-Капеллена

$$A = (V_{He} + V_N) R \Delta T_2 \Rightarrow \frac{A}{R \Delta T_2} = V_{He} + V_N$$

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

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

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

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

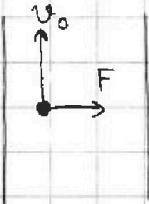


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 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!

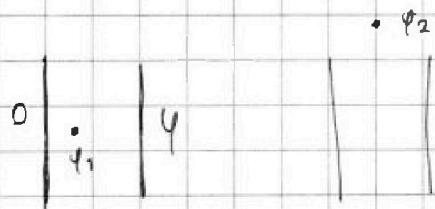


1) Формулы законов Ньютона в приведенном виде:

$$m \frac{v^2}{R} = F = qE = q \frac{U}{d}$$

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

2)



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

Задача:

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

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

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

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

$$v^2 = v_0^2 - \frac{3}{4} Uq = \frac{181UR}{d} - \frac{3}{4} Uq$$

$$v = \sqrt{\frac{181UR}{d} - \frac{3}{4} Uq}$$

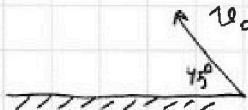
Ответ: 1) $v_0 = \sqrt{\frac{qUR}{d}}$; 2) $v = \sqrt{\frac{181UR}{d} - \frac{3}{4} Uq}$



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 7СТРАНИЦА
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!



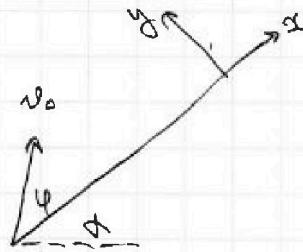
1) Наибольшее перемещение на горизонте, невероятно достигается, если начальная скорость направлена под углом 45° к горизонту.

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

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

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{g S_1} = 40 \frac{m}{s}$$

2)



Пусть ψ - угол между склоном и начальной скоростью. Формула падения

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

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

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

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

Предварительно решим S_x по ψ .

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



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

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!

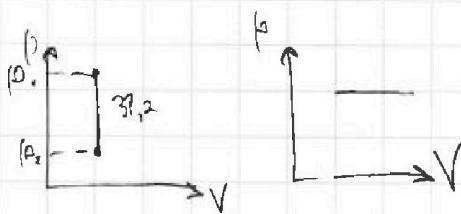
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте креcтиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{Q}{A}$$

$$V(p_1 + p_2) = \Delta V_1 = \Delta T_1 + \left(\frac{3}{2}V_{He} + \frac{5}{2}V_N\right) = Q$$

$$-Q = -p_A V - \left(\frac{3}{2}V_{He} + \frac{5}{2}V_N\right) \Delta T_2 = A$$

$$-Q = -(V_{He} + V_N) R \Delta T_2$$

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

$$\frac{Q}{R \Delta T_1} = \frac{3}{2} \frac{N_1}{N_A} + \frac{5}{2} \frac{N_2}{N_A} \frac{760}{760} \left(1 - \frac{20}{260}\right)$$

$$\frac{760}{3} = \frac{760}{\frac{5}{18}} \frac{3}{260}$$



$$2E_a = \sigma_a$$



$$\frac{760}{\frac{5}{18}} \frac{3}{260}$$

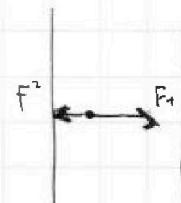
$$A = (V_{He} + V_N) R \Delta T_2 = R \Delta T_2 \left(\frac{N_1}{N_A} + \frac{N_2}{N_A} \right) \quad N_1 + N_2 = \frac{AN_1}{R \Delta T_2}$$

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

$$U = \underline{Q E} \frac{1}{2} \quad \frac{U}{2}$$

$$N_1 = \underline{V_{He}} N_A$$

$$\frac{166}{73} \frac{3}{62}$$



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

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{4q}{J}$$

$$52 - \frac{260 \cdot 3}{20} = 239 = 13$$



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

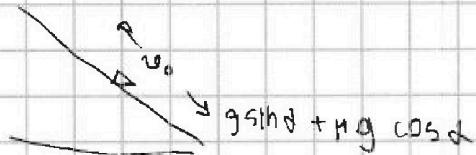
5

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!



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

$$\omega_0 =$$

°,6

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

$$\frac{96}{26 \cdot 3} = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

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

$$\mu =$$

$$\frac{96}{0,8 \cdot 4}$$

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

$$15 \cdot 0,6 = 9,6$$

$$6 \cdot \frac{3}{4} = \frac{18}{4} = 4,5 \text{ rad}$$



$$g \sin \alpha = \frac{F_{\text{норм}}}{m}$$

ε

$$I \omega$$

$$I \epsilon = F_{\text{норм}} r$$

$$0,36 \cdot 30 = 2 \text{ rad}^2$$

$$\omega^2 = 0,8 \sqrt{15}$$

$$\approx 2,4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\int \epsilon dt = g \sin \alpha t$$

$$mr^2 \epsilon = F_{\text{норм}} r$$

$$\epsilon = \frac{F_{\text{норм}}}{mr}$$

$$g \sin \alpha - \frac{F_{\text{норм}}}{m} = \frac{F_{\text{норм}}}{m}$$

$$\frac{F_{\text{норм}}}{m} = g \sin \alpha$$

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

$$F_{\text{норм}} = mg \sin \alpha$$



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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

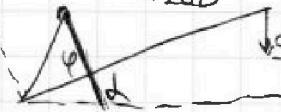
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\cos^2 \varphi - \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi = 0$$

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

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

$$\frac{1600}{1200} = 1$$



$$\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi = 1$$

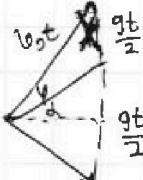
$$v_0 t + \frac{gt^2}{2} = s_2$$



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

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

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



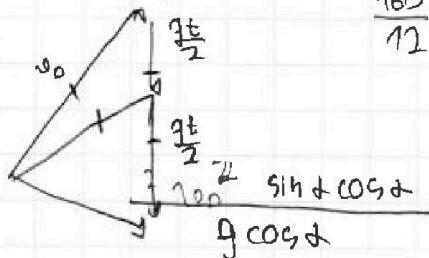
$$\frac{1600}{120} = 1$$

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

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

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

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



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

$$\frac{34}{3}$$

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

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

$$g^2 t^2 = v_0^2 + v_0^2 + s_1^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha$$

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

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

$$\frac{1600}{120} \frac{s_1}{t} = \frac{9t}{2}$$

$$= s_2$$

$$\frac{16}{12} - \frac{1}{10} s_1 = \frac{9t^2}{2}$$

$$120 = \frac{2 \cdot 1600}{120} (\sin^2 \alpha - 1)$$

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

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

$$\sin \alpha$$

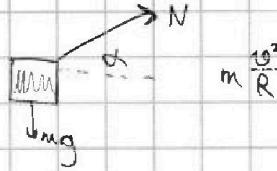


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



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

$$mg = N \sin \alpha$$

$$\frac{v^2}{R} = \operatorname{ctg} \alpha \quad 0,49^2 \quad \frac{4900}{7000}$$

$$0,49 \quad \frac{49}{70} = \frac{7}{10}$$

$$\sqrt{149} \approx 0,7$$

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

$$0,49$$

$$\frac{\frac{v^2}{R}}{\frac{g}{R}} = \frac{gR}{v^2} = \operatorname{tg} \alpha$$

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

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

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

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

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

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

$$(1 + \left(\frac{v^2}{gR} \right)^2)^{-1} = \sin \sqrt{1 + \left(\frac{7}{10} \right)^2}$$

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

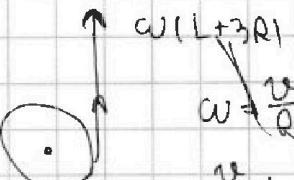
$$L = v_0 \cos \alpha t$$

$$= 2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

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

$$S_1 = \frac{v_0^2}{g}$$

$$\sqrt{g S_1} = 40 \frac{m}{s}$$



$$\omega(L+R)$$

$$\frac{10}{R}(L+R)$$

$$\frac{40}{700} (2100 + 700) \frac{1}{10}$$

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

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

