



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

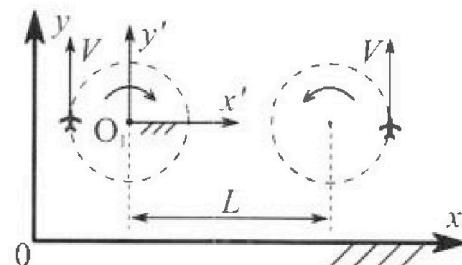
Вариант 10-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

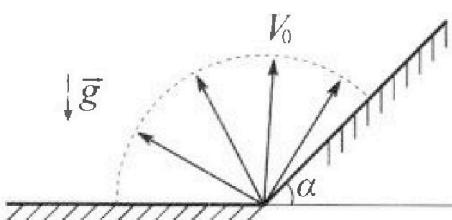
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 70 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R=700 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g=10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

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} .
3. 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.



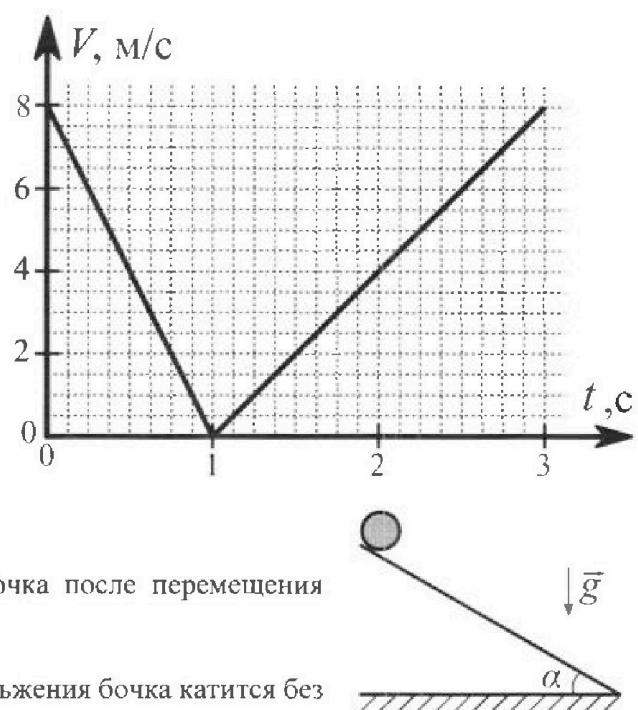
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

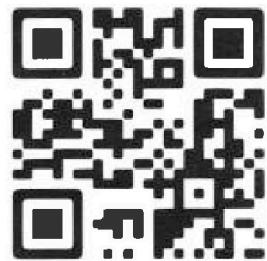
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Найдите $\sin \alpha$, где α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

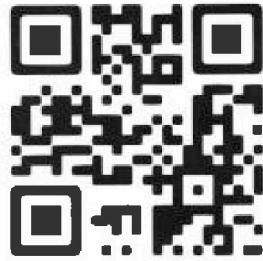
Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n=2$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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
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!

$$V = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{V}{R} \Rightarrow a_n = \omega^2 R = \frac{V^2}{R}$$

Перейдём в кельо

самолёта, тогда гравитация будет действовать сна изнанки

$$F_u = -ma_n = -m \frac{V^2}{R}$$

также на пилота действует сила тяжести, перпендикулярная сине изнанки $\Rightarrow P = \sqrt{F_u^2 + (mg)^2} =$

$$= \sqrt{\left(m \frac{V^2}{R}\right)^2 + (mg)^2} = m \sqrt{\frac{V^2}{R} + g^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P}{mg} = \frac{m \sqrt{\frac{V^2}{R} + g^2}}{m g} = \frac{\sqrt{\frac{V^2}{R} + g^2}}{g} = \frac{\sqrt{\frac{70^2}{700} + 100}}{10} =$$

$$= \frac{\sqrt{149}}{10}$$

2) Перекидыш во вращающемся СО синанки

самолётом, тогда к скорости самолёта $+$ прибавится скорость $\omega(b+R) \Rightarrow$

$$\Rightarrow U = V + \omega(b+R) = V + \frac{V^2}{R}(b+R) = 70 + \frac{70^2}{700}(70+70) = 70 + \frac{70 \cdot 70}{700} \cdot 2000$$

$$= 70 + \frac{70}{700} (2100 + 700) = 70 + 70 \cdot 4 = 350 \frac{м}{с}$$

Ответ: $\frac{P}{mg} = \frac{\sqrt{149}}{10}$, $U = 350 \frac{м}{с}$ направлена вверх

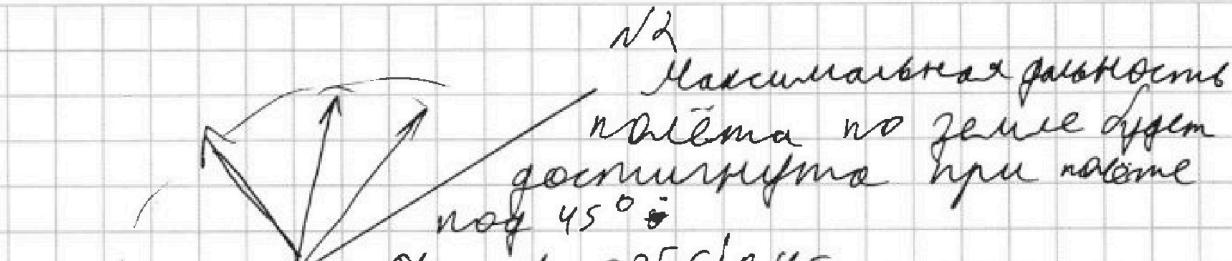


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$t = \frac{2V_0 \sin 45}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = t V_0 \cos 45 = \frac{2V_0 \sin 45 \cos 45}{g} =$$

$$\Rightarrow \frac{2V_0^2 \sin 90}{g} = \frac{2V_0^2}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{g V_1}{2}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 160}{2}} =$$

$$= \frac{40}{\sqrt{2}} \frac{4}{c} = 20\sqrt{2} \frac{4}{c}$$

2)

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

$$\Rightarrow V_2 = V_0 \cos \beta - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} =$$

$$= \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha}}{2} =$$

$$S_2(\beta) = 2V_0^2 \sin \alpha \cos \beta \quad S_2(\beta) = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} - \frac{\sin \alpha \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha}}{2} \sin^2 \beta$$

Возьмём производную от этой функции и приравняем к нулю, залее зна, выражив косинус угла, найдём синус, а затем найдём α из ур. $\tan \alpha = \frac{1}{2}$. найдём α

$$0 = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} 2 \cos \beta - \frac{\sin \alpha}{2} \frac{4V_0^2}{g \cos \alpha} 2 \cos \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \frac{\sin \alpha}{2} \frac{4V_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \Rightarrow 2 \operatorname{tg} \alpha = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \arctg \left(\frac{1}{2} \right)$$

Ответ: $V_0 = 20\sqrt{2} \frac{4}{c}$, $\alpha = \arctg \left(\frac{1}{2} \right)$



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

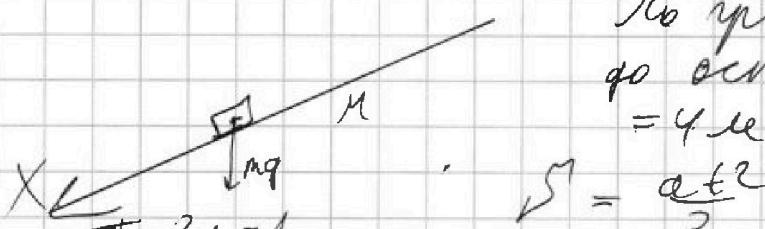
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

№3

1) Из графика скорости от времени, можно определить, что скорость шайбы вначале направлена вверх по плоскости, потому, она уменьшается.

По графику перемещение до остановки $s = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 1 = 4 \text{ м}$



$$s = at^2$$

II ЗН Начальная на шайбу на оси x
 $ma = mgsin\alpha + \mu mgcos\beta \Rightarrow a_1 gsin\alpha + \mu gcos\beta$

$$a_1, \text{ можно найти по графику} - a_1 = \frac{V(0) - V(t)}{t} = \frac{8 \text{ м} - 0 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Далее при скатывании шайбы занесем II з-Н
 Начальная ось ОХ:

$$ma_2 = mgsin\alpha - \mu mgcos\beta \Rightarrow a_2 = gsin\alpha - \mu gcos\beta$$

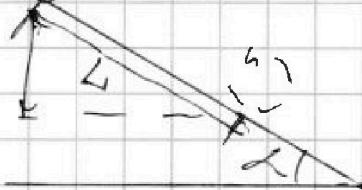
$$a_2 \text{ найдём по графику. } a_2 = \frac{V(2) - V(0)}{t} = \frac{4 \text{ м} - 0 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$+ a_1 = gsin\alpha + \mu gcos\beta \quad | \quad a_1 + a_2 = 2 gsin\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin\alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{4 + 12}{2 \cdot 10} = 0,6 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin\alpha = 0,6$$

2) 3C?



$$3mg \sin\alpha = \frac{3mV^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{2g \sin\alpha L} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 0,6 \sqrt{20} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$3) L = \frac{a t^2}{2}, t = \frac{V}{a} \Rightarrow L = \frac{a V^2}{2a} = \frac{a V^2}{2d} \Rightarrow a = \frac{V^2}{2L} = \frac{0,6^2 \cdot 20}{2 \cdot 0,6} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $\sin\alpha = 0,6, V = 0,6 \sqrt{20} \frac{\text{м}}{\text{с}}, a = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



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.

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

Число Запишем начало термодинамики для изокорного процесса: $\frac{Q}{T_1} = \nu_{He} R_A T_1 + \frac{\nu_N}{2} R_A T_1 \Rightarrow Q = R \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_N \right)$

ν_{He} - Кал-во Венц-ва гелия, ν_N - кал-во вещества азота

Запишем начало термодинамики для изобарного процесса:

$$Q = A + R \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_N \right) \Delta T_2 \Rightarrow A + Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 780 \text{ Дж.} \left(1 - \frac{31,2 \text{ К}}{31,2 \text{ К}} \frac{20 \text{ К}}{31,2 \text{ К}} \right) = 780 \cdot \frac{11,2}{31,2} \text{ Дж} = \frac{8736}{31,2} \text{ Дж}$$

$$\times \frac{\nu_{He}}{\nu} \quad 2) \quad C_p = C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow C_p = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{780 \text{ Дж}}{20 \text{ К}} =$$

$= 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ изобарный пр-с, изокорный пр-с

$$3) \quad Q = \frac{7}{2} \nu_N R_A T_2 + \frac{5}{2} \nu_{He} R_A T_1 \frac{1}{\nu_N} \quad Q = \frac{5}{2} \nu_N R_A T_1 + \frac{3}{2} \nu_{He} R_A T_1 \frac{1}{\nu_N}$$

$$\frac{7}{2} R_A T_2 + \frac{5}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_N} R_A T_2 = \frac{5}{2} R_A T_1 + \frac{3}{2} \frac{\nu_{He}}{\nu_N} R_A T_1 / \times 2.$$

$$7 \Delta T_2 + 5 \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \Delta T_2 = 5 \Delta T_1 + 3 \frac{\nu_{He}}{\nu_N} \Delta T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_N} (5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) = 5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2 \quad \begin{matrix} \text{число атомов относится к начальному} \\ \text{кал-во вещества} \end{matrix}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_N} = \frac{5 \Delta T_1 - 7 \Delta T_2}{5 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{5 \cdot 31,2 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 3 \cdot 31,2} =$$

$$= \frac{156 - 140}{100 - 83,6} = \frac{16}{6,4} = \frac{160}{64} = \frac{40}{16} = \frac{10}{4} = 2,5.$$

$N_1 = \nu_{He} \cdot N_A$ $\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{\nu_{He} \cdot N_A}{\nu_N \cdot N_A} = \frac{\nu_{He}}{\nu_N}$ число атомов относится к начальному

$N_2 = \nu_N \cdot N_A$ $\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{\nu_{He}}{\nu_N}$ число атомов относится к начальному

$$\text{Ответ: } A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = \frac{8736}{31,2} \text{ Дж; } C_p = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}; \quad \frac{N_1}{N_2} = 2,5$$



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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$\frac{+ + + + +}{\sqrt{\frac{U}{d}}}$

N5

Ланжиненство поле конденсаторов однородно.
 $E = \frac{U}{d}$, $q = f = \frac{q}{m} \Rightarrow$
 $\Rightarrow q = fm \Rightarrow F = fm \frac{U}{d} \Rightarrow E = fm \frac{U}{d}$. II з-к для частицы:
 $ma = F \Rightarrow ma = fm \frac{U}{d} \Rightarrow$
 $\Rightarrow a = \frac{fU}{m}$ - центростремительное ускорение,
 т.к. направлено перпендикулярно вектору
 скорости.

$\frac{V_0^2}{R} = a \Rightarrow V_0 = \sqrt{aR} =$
 $= \sqrt{fU \frac{R}{d}}$ #, $V_0 = \text{const}$, т.к. на частицу
 вдоль оси параллельной однородному
 конденсатору никакие силы не действуют

2) l - путь по оси y , который проходит частица
 до вылета:

$l = \frac{d}{2} - \frac{d}{8} = \frac{3d}{8}$, $\frac{at^2}{2} = l = \frac{3d}{8} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{6d}{8a}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow V_y - \text{скорость по оси } y \text{ в нач. момента}, V_y = at =$
 $= \frac{a \cdot \sqrt{\frac{6d}{8a}}}{2} = \sqrt{\frac{6}{8} da} = \sqrt{\frac{6d}{8} \cdot \frac{U}{d}} = \sqrt{\frac{6}{8} fU} =$
 $= \sqrt{\frac{3}{4} fU} \Rightarrow V = \sqrt{V_y^2 + V_0^2} = \sqrt{\frac{3}{4} fU + fUR} =$
 $= \sqrt{fU \left(\frac{3}{4} + \frac{R}{d} \right)}$

Отвем: $V_0 = \sqrt{fU \frac{R}{d}}$, $V = \sqrt{fU \left(\frac{3}{4} + \frac{R}{d} \right)}$

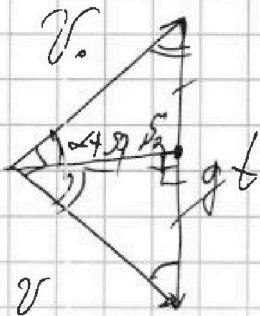
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
ИЗ

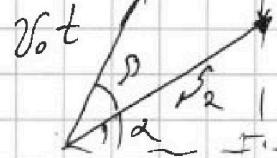
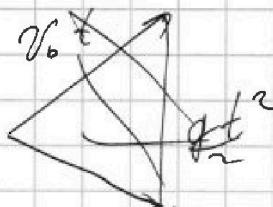
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$t \rightarrow$ медиана - перенесение.

$$S_2 = \cancel{\frac{gt^2}{2}} \quad \cancel{\frac{gt^2}{2}}$$

$$\frac{gt^2}{2} = 2\sqrt{2}$$

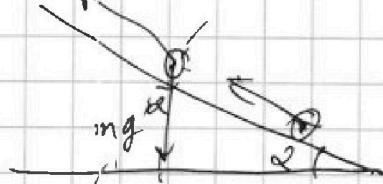


$$4S_2 = gt^2 \quad t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \quad Q = \frac{5}{2} \pi R_1 T_1 + \frac{3}{2} \pi R_2 T_2 \times \frac{1}{\sqrt{w}}$$

$$2\sqrt{2} = \frac{gt^2}{2}$$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{\pi R_1 T_1 + \frac{3}{2} \pi R_2 T_2}{\sqrt{w}} = \frac{\pi R_1 T_1}{2} + \frac{3}{2} \pi R_2 T_2$$

$$S = 4m \Rightarrow \frac{q t^2}{2} = S \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2}$$



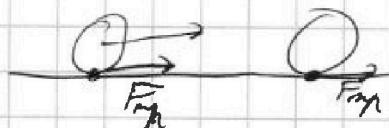
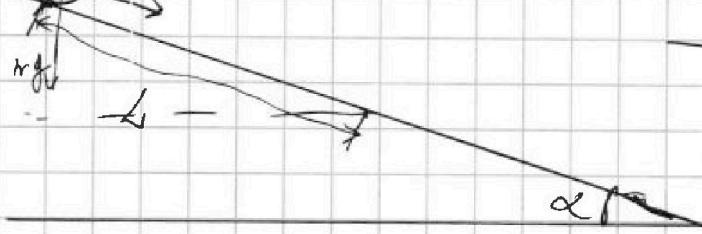
$$F_{\text{нр}} = n g \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n a = m g \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{n a}{t^2} = g \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{2S}{gt^2} =$$

$$= \frac{2 \cdot 4m}{10 \cdot 1} = 0,8 \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$$

$m g \sin \alpha$



$$2) 8mg \sin \alpha b = \frac{8\pi R^2}{2}$$

$$g \sin \alpha b = \frac{V^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{2g \sin \alpha b}$$



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!

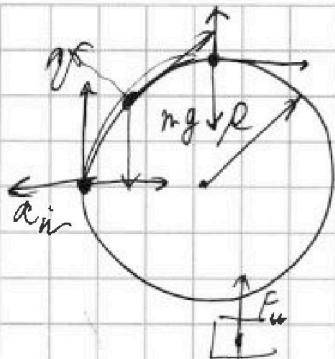
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

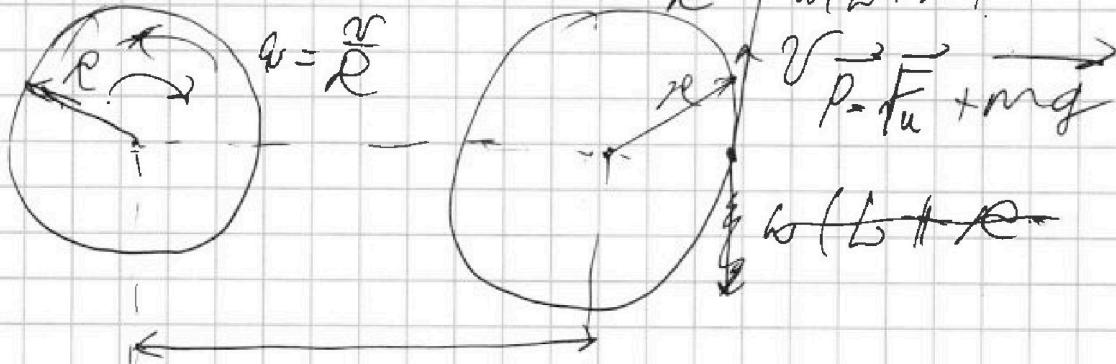
СТРАНИЦА
ИЗ

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!



$$\begin{aligned} \cancel{\omega = \frac{v}{R}} \quad \omega R &= v \Rightarrow \\ \Rightarrow \omega &= \frac{v}{R} \Rightarrow a_n = \omega^2 R = \\ &= \frac{v^2}{R^2} \cdot R = \frac{v^2}{R}. \end{aligned}$$

~~П~~ Перейдём в ИСО Самолёта.
Тогда на пилота действует сила инерции -
 $F_u = ma_u \Rightarrow F_u = ma_n = m \frac{v^2}{R} + \omega(L + R)$



Чтобы перейти в ИСО $x', 0, y'$, нужно прибавить
к скорости 2-го самолёта вектор $\vec{v}' = \vec{\omega}(L + R) \Rightarrow$

$$\begin{aligned} \Rightarrow U &= v + \omega(L + R) = 70 \frac{m}{s} + \frac{70}{700} \cdot (280) = \\ &= 350 \frac{m}{s}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{(mg)^2 + \left(m \frac{v^2}{R}\right)^2} = m \sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{P}{mg} &= \frac{\sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}}{g} = \sqrt{\frac{100 + \left(\frac{4800}{700}\right)^2}{10}} = \frac{\sqrt{149}}{10}. \end{aligned}$$



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!

$$t = \frac{\sqrt{2}x}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s_1 = V_0 \cos \alpha t =$$

$$= \frac{V_0^2 \sin 45 \cos 45}{g}$$

$$\Rightarrow \frac{V_0^2 \sin 90}{g} = \frac{V_0^2}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{g s_1} = \sqrt{160 \cdot 10} =$$

$$= 4 \cdot \sqrt{100} = 40 \text{ м.}$$

Переведем в оси x и y:

$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}, s_2 = V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$s_2 = \frac{V_0^2 \sin 2\beta - V_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

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

$$\Rightarrow \theta = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2\beta) -$$

$$- \frac{V_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha (\sin^2 \beta)}{g \cos \alpha} = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot 2 \cos \beta$$

$$f(x) = \sin(2x) \Rightarrow f'(x) = \frac{d/\sin(2x)}{dx} = \frac{\sin(2x+dx) - \sin(2x)}{dx}$$

$$= \frac{\sin 2x \cdot \cos dx + \cos 2x \cdot \sin dx - \sin 2x}{dx} = \frac{\sin 2x \cdot \cos dx - \sin 2x}{dx}$$

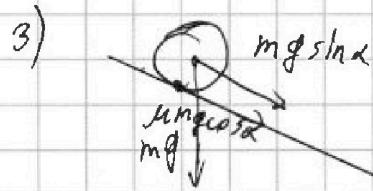


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

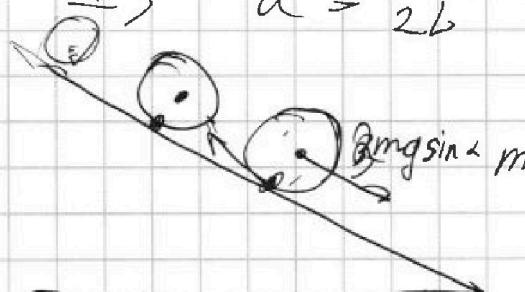


$$\frac{at^2}{2} = L \quad \left. \right\}$$

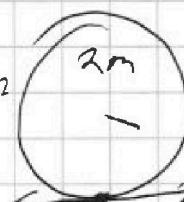
$$v = at \rightarrow t = \frac{v}{a}$$

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

$$a = \frac{v^2}{2L} \Rightarrow \frac{2g \sin \alpha}{2L} = g \sin \alpha$$



Условие непроталкивания

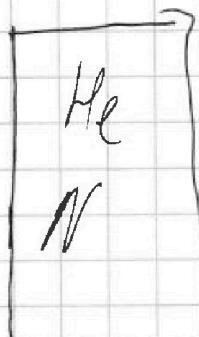


$$F_{NP} = 3umg \cos \alpha$$



$$\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha \Rightarrow \mu = \tan \alpha$$

$$Q = 720 \text{ Дж. } \Delta T_1 = 31,2 \text{ К}$$



~~$$\sum v d_{st_1} T_1 = Q. Q = \frac{3}{2} V_{He} R s T_1 + \frac{5}{2} V_N R s T_1 = Q$$~~

изобарна $p = \text{const.} \rightarrow \frac{Q}{s T_1} = \left(\frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_N \right)$

$$Q = A + sV - I. \text{кал. } n \cdot g$$

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

$$\Rightarrow A = Q - R \frac{Q}{s T_1} \cdot s T_2 = Q \left(1 - \frac{s T_2}{s T_1} \right)$$

$$C_p = \frac{Q}{s T_2} = \frac{Q}{s T_1} = \frac{C_{p1} V_{He} + C_{p2} V_N}{V_{He} + V_N} = \frac{\frac{5}{2} R \cdot V_{He} + \frac{3}{2} R (V - V_{He})}{V}$$



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.

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

1) $\dot{V} = \frac{q}{m_f} < 0, U_f, d, \frac{d}{8}, R.$

$\rightarrow E = \frac{U}{d}$ $V_0 = \text{const}$

$\rightarrow \frac{V_0^2}{R} = \alpha_n \Rightarrow$

$m \alpha_n = \frac{U}{d} \Rightarrow \alpha_n = \frac{U}{d}$

$\Rightarrow \frac{V_0^2}{R} = \frac{U}{d} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{UR}{d}} = \text{const}$

2) $\frac{d}{2} - \frac{d}{8} = \frac{3d}{8} - l, \alpha_n = \frac{U}{d} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{dt^2}{2} = \frac{3d}{8} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{6d}{8a}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \sqrt{V_p} = dt = \sqrt{\frac{6d}{8a}} \cdot \sqrt{\frac{6}{8} da} =$

$= \sqrt{\frac{6}{8} dt \frac{U}{d}} = \sqrt{\frac{6}{8} U_f} \Rightarrow V = \sqrt{4V_p^2 + V_0^2} =$

$= \sqrt{4U_f \frac{R}{d} + \frac{3}{4} U_f^2} = \sqrt{U_f \left(\frac{R}{d} + \frac{3}{4} \right)}$

2) $P_2 = \frac{V_0^2 \sin^2 \varphi}{g \cos \varphi} - V_0^2 \sin^2 \varphi \sin \varphi \cos \varphi =$

$\frac{480 \cdot 112}{780 \cdot 80} = \frac{7}{2} \text{ kPa}$

$C_{pA} T = R$

$C_{pHe} = \frac{7}{2} R$

$C_{pN} = \frac{5}{2} R$



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!

$$C_p = \frac{Q}{sT_2} = \frac{\frac{7}{2}R \cdot V_{He} + \frac{7}{2}R(V - V_{He})}{V} = \frac{5R \frac{V_{He}}{V} + \frac{7}{2}R - \frac{7}{2}R \frac{V_{He}}{V}}{V} =$$

$$= \frac{7}{2}R - R \frac{V_{He}}{V} = \frac{7}{2}R - R \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{sT_2} - \frac{7}{2}R = -R \frac{N_1}{N_2} \quad | \times -\frac{1}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{7}{2} - \frac{Q}{R s T_2} = \frac{\frac{7}{2} - \frac{780}{8,3 \cdot 20}}{R s T_2} =$$

$$\Rightarrow \frac{7}{2} - \frac{39}{8,3}$$

$$C_p \cdot Q = \frac{5}{2} \sqrt{R_s T} + \frac{7}{2} \sqrt{R_s T} \frac{V_{He}}{V_N} \quad | \frac{N_1}{N_2} - 1 \quad | \frac{Q}{sT_2} = \frac{C_{p1} \frac{V_{He}}{V_N} + C_{p2}}{\sqrt{V_{He}} + \sqrt{V_N}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{sT_2} \left(\frac{V_{He}}{\sqrt{V_N}} + 1 \right) = C_{p1} \frac{V_{He}}{\sqrt{V_N}} + C_{p2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_{He}}{\sqrt{V_N}} \left(\frac{Q}{sT_2} - C_{p1} \right) = C_{p2} - \frac{Q}{sT_2}$$

$$2) Q = C_{p1} V_{He} sT + C_{p2} V_N sT = C_p (V_{He} + V_N) sT$$

$$C = C_{p1} V_{He} + C_{p2} V_N$$

$$C_{sT} = \frac{7}{2} \sqrt{R_s T} + \frac{5}{2} \sqrt{V_{He}} R_s T \Rightarrow C = \frac{7}{2} \sqrt{V_N R} + \frac{5}{2} \sqrt{V_{He} R} =$$

$$\frac{Q}{sT_1} = R \left(\frac{3}{2} \sqrt{V_{He}} + \frac{5}{2} \sqrt{V_N} \right) = R \left(\frac{7}{2} \sqrt{V_N} + \frac{5}{2} \sqrt{V_{He}} \right) \Rightarrow$$

~~$$Q = \frac{7}{2} \sqrt{R_s T} + \frac{5}{2} \sqrt{V_{He}} R_s T_2 \Rightarrow C = R \left(\frac{7}{2} \sqrt{V_N} + \frac{5}{2} \sqrt{V_{He}} \right) =$$~~

$$= R T_2 \left(\sqrt{V_N} + 5 \sqrt{V_{He}} \right) \Rightarrow = \frac{Q}{2} (4 \sqrt{V_N} + 5 \sqrt{V_{He}}) = \frac{Q}{P_2} \Rightarrow$$

$$= 67 \sqrt{V_N} + 5 \sqrt{V_{He}} = \frac{Q}{R T_2} \Rightarrow C = \frac{Q}{sT_2}$$