



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

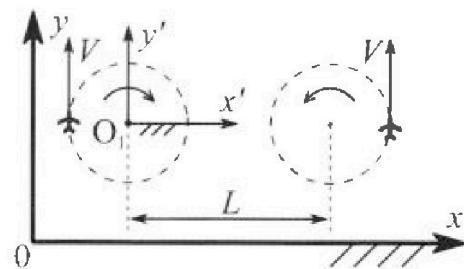


Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

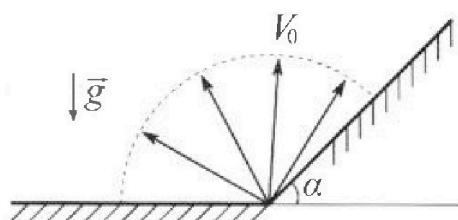
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 70 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R=700 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g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

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 ока зались 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.



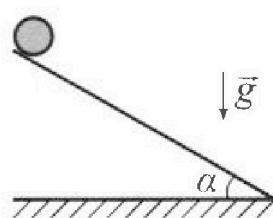
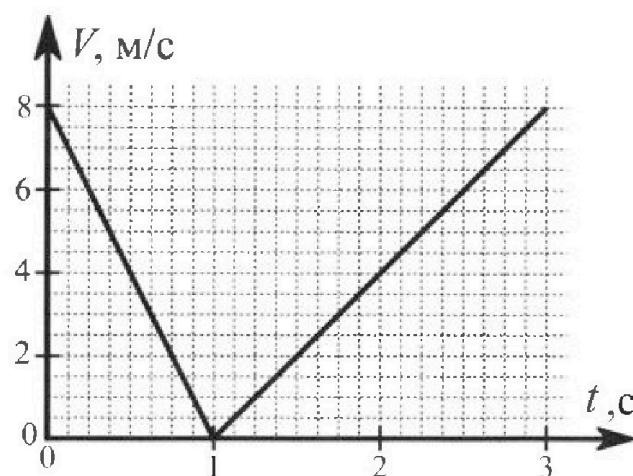
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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

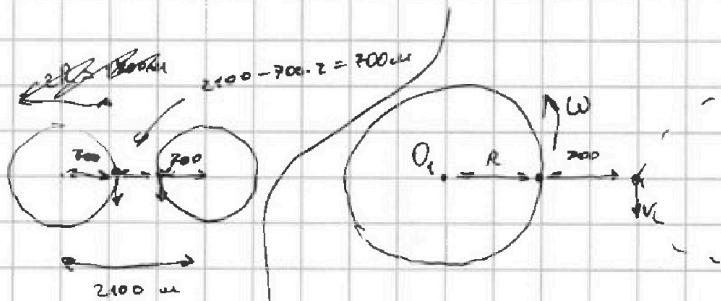
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

Причем это движение \Rightarrow криво пристегнуто и сидит на кресле

Решение $P = N - mg$ сила Р действует центробежной. Установка

$$\begin{aligned} P_x & \Rightarrow P_y = m \cdot a_g = m \cdot \frac{V^2}{R} = m \cdot \frac{20 \cdot 20}{700} = 2m \\ P &= \sqrt{P_x^2 + m^2 g^2} = \sqrt{\frac{m^2 \cdot V^2}{R^2} + m^2 g^2} = \sqrt{(2m)^2 + (60m)^2} = \\ &= m \sqrt{149} \Rightarrow 1) \frac{P}{mg} = \frac{m \sqrt{149}}{m \cdot 10} = \sqrt{1,49} \end{aligned}$$



н.н. сист. отсчета связана с лев. кол. \Rightarrow звук

$$\text{против час. спр. и } \omega = \frac{V}{R} = 0,1 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_b = V - \omega(R+200) = 20 - 0,1 \cdot 1400 = -20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2) V_b = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

шагр. по час. спр. движение движущееся



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 3

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

№2

задача гориз. проекция:

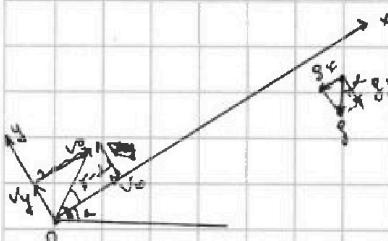


$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g} \rightarrow S = \frac{\sqrt{2V_0^2 \sin \beta}}{g} \cdot V_0 \cos \beta = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g} \text{ max } S$$

$$\text{для } \sin 2\beta = 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow \beta = 45^\circ$$

$$\Rightarrow S_{\max} = \frac{V_0^2}{g} \rightarrow 1) V_0 = \sqrt{S_{\max} \cdot g} = \sqrt{\frac{160 \cdot 10 \cdot 10}{8}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

очевидно, что $2 < \gamma < 80^\circ$ тогда



$$g_x = g \sin \gamma \quad t_{\max} = \frac{2V_0 \sin(\gamma - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

$$S = V_0 t - \frac{g x^2}{2} = \frac{2V_0^2 \sin(\gamma - \alpha) \cos(\gamma - \alpha)}{g \cos^2 \alpha}$$

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

$$= \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\sin(2\gamma - 2\alpha) - 2 \sin^2(\gamma - \alpha) \cdot \tan \alpha) \quad \text{возьмем } \alpha \text{ за параметр}$$

и найдем α отм. γ где $S = \max$ крационализируя выражение и приравниваем к 0

$$0 = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} (2 \cos(2\gamma - 2\alpha) - 2 \tan \alpha \cdot 2 \sin(\gamma - \alpha) \cdot \cos(\gamma - \alpha)) \Rightarrow$$



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
2 ИЗ 3

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!

$$0 \neq 1 \cos(2\gamma - 2L) = \log 2 \sin(2\gamma - 2L) \cdot 1$$

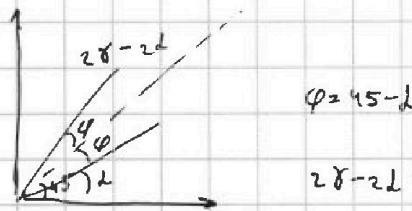
$$\tan(\log 2 \cdot \log(2\gamma - 2L)) \Rightarrow \tan 2L = \frac{2}{\log(2\gamma - 2L)}$$

$\tan 2L = 1 \Rightarrow$ угол между $2L$ и $2\gamma - 2L$ синус

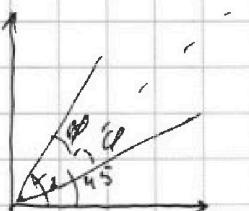
около 45°

$$2L \in (45^\circ; 90^\circ) \Rightarrow 2\gamma - 2L \in (0; 45^\circ)$$

$$\text{и } 2\gamma - 2L < 180^\circ, \text{ а } L < 90^\circ \Rightarrow \text{если } L \in (0; 45^\circ) \Rightarrow 2\gamma - 2L \in (45^\circ; 90^\circ)$$



$$2\gamma - 2L = 45^\circ + \varphi = 90^\circ - L \Rightarrow 2\gamma = 90^\circ + L \quad \delta = \frac{90^\circ + L}{2} = \frac{45^\circ + \frac{L}{2}}{2}$$



$$\varphi = L - 45^\circ$$

$$2\gamma - 2L = 45^\circ - \varphi = 90^\circ - L \Rightarrow 2\gamma = 90^\circ + L$$

$$\sin(90^\circ - L) = \cos L$$

$$\text{могла } S_2 = \frac{V_0^2 \cdot \sin(2L - 2\gamma)}{8 \cos L} - \frac{V_0^2}{8 \cos^2 L} \cdot \frac{\sin L \cdot \sin^2(\delta - L)}{\cos L}$$

$$12\alpha = \frac{16\alpha \varphi}{\pi} - \frac{16\alpha \varphi}{\pi} \cdot \frac{\sin L \sin^2(\delta - L)}{\cos^2 L}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{\sin L \cdot \sin^2(45^\circ - \frac{L}{2})}{\cos^2 L} \Leftrightarrow \frac{\cos^2 L}{4} = \sin^2 L \left(\sin 45^\circ \cos \frac{L}{2} - \sin \frac{L}{2} \cos 45^\circ \right)^2$$

$$\frac{\cos^2 L}{4} = \sin^2 L \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 \left(\cos \frac{L}{2} - \sin \frac{L}{2} \right)^2$$

$$1 - \left(2 \sin \frac{L}{2} \cos \frac{L}{2} \right)^2 = \sin^2 L \cdot 2 \left(\cos \frac{L}{2} - \sin \frac{L}{2} \right)^2, \text{ значит, что}$$

$$\sin^2 \frac{L}{2} \cos^2 \frac{L}{2} - \cos^2 L = 2 \sin^2 \frac{L}{2} \cos^2 \frac{L}{2}$$

$$\sin^2 \frac{L}{2} \left(1 - \cos^2 \frac{L}{2} \right) = \cos^2 L \left(1 - \sin^2 \frac{L}{2} \right)$$

$\cos \frac{L}{2}$ это константа

вариант через $\sin \frac{L}{2}$,
так как 1 можно $\sin^2 \frac{L}{2}$ разделить

$$\text{тогда: } L = 2 \cdot \arcsin \left(\sin \frac{L}{2} \right)$$



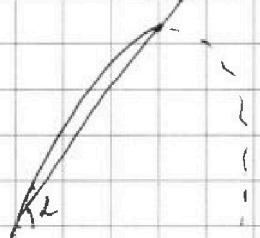
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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
3 ИЗ 3

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!

Дадено что м.н. S_2 - max перв \Rightarrow
- он угол в пирамиде



И у нас что одн. паралл. высущена сторона V отс. уравнений
 $y = -\frac{x^2}{320} + 80$ $\frac{g \cdot (y)^2}{2} = \frac{10 \cdot x^2 \cdot 4}{2} = 80$

$$y^2 + x^2 = (120)^2 \Rightarrow \angle = \arctan \frac{y}{x}$$

$$\frac{6400 - x^2 \cdot \frac{y^2}{320}}{x^2} + \frac{x^4}{(320)^2} + \frac{x^2}{2} = 120 \quad | \cdot 320^2$$

$$x^2 = 8 \quad 8^2 + (320)^2 = 8^2$$

$$x^2 = 160^2 - y^2$$

$$y = \frac{-120^2 + y^2 - 80}{320} \quad | \cdot 320$$

$$y^2 - 320y - 120 \cdot 320 + 80 = 0$$

$$y = \frac{160 \pm \sqrt{160^2 + 480 \cdot 120 \cdot 320 - 80}}{2}$$

нужно



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

1

2

3

4

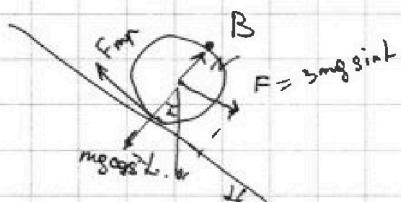
5

6

7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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



$$F_{\text{норм}} \leq \mu N = \mu 3mg \cos \beta$$

затишний зграб ^{зграб} откос. $m \cdot \beta$

$$F \cdot r - F_{\text{норм}} \cdot 2r = 0$$

$$F = 2F_{\text{норм}} \leq 2\mu \cancel{m} \cancel{g} \cos \beta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{\mu} \cancel{m} \cancel{g} \sin \beta \leq 2\mu \cancel{m} \cancel{g} \cos \beta$$

$$\mu \leq \frac{\sin \beta}{2 \cos \beta} = \frac{0,6}{2 \cdot 0,8} = \frac{15}{16}$$
$$= \frac{6}{16} = \frac{3}{8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4) \mu \geq \frac{3}{8}$$

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.



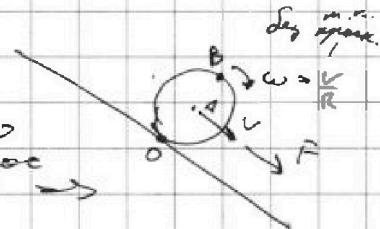
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

вспомогательная динамика пр. колеса:

$$I_K = mr^2 \Rightarrow I_{\text{диск}} = mr^2 + mr^2 = 2mr^2 - \text{относ м. о.}$$



$$\Rightarrow E_K = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{2mr^2 \cdot \frac{v^2}{R^2}}{2} = mv^2$$

масса башни = m
масса ведущ = 2m

вода идет. \Rightarrow спиральный переход между колесом и башней \Rightarrow

$$\Rightarrow \text{все не замедл} \Rightarrow \text{у неё супр.} \Rightarrow E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\Rightarrow E_K = E_{\text{кин}} + E_{\text{п.о.}} = 2mv^2 = 0 \bar{E}_{\text{П.О.}} = 3mg \sin L = 3mg L \sin L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2mv^2 = 3 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6}{2}} = 0,6 \sqrt{15}$$

вращающийся \Rightarrow сила $F = 3mg \sin L$ её можно

разделить на F_p силу \Rightarrow раскрытие баков и F_g сила

ускорение воды $\Rightarrow F_p + F_g = F$

~~$$F_p = F_g = \beta \cdot I \Rightarrow F_p = \beta \cdot F \cdot r \cdot I \Rightarrow$$~~

~~$$F_g = 2ma$$~~

$$\begin{aligned} F_p &= 2ma \\ L &= \beta I \Rightarrow F_p \cdot r &= \frac{a}{r} \cdot 2mr^2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow F_p = 2ma \end{aligned}$$

$$\Rightarrow F = 2ma + 2ma = 4ma = 3mg \sin L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3) a = \frac{3g \sin L}{4} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6}{4} = 4,5 \text{ м/с}^2$$

\rightarrow пред. на след. стр.



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.

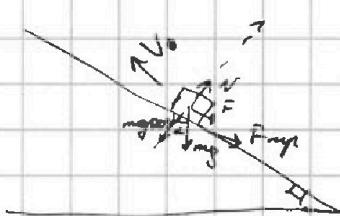
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА

1 ИЗ 3

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!

Пла. Скорость скакала v_0 , а потом v_1 . можно сдвинуть, чтобы её заместили. Проверь:



$$F = mg \sin \alpha$$

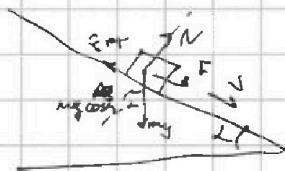
$$F_{\text{норм}} = N = \mu \cdot mg \cos \alpha$$

$$\text{тогда } a_1 = \frac{F + F_{\text{норм}}}{m} = \frac{mg(\sin \alpha + \mu g \cos \alpha)}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\text{из графа } a_1 = \frac{bV_1}{t_1} = \frac{8 \cdot 1}{1} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

также остановка начала скакала занесла время:



аналогично $F_{\text{норм}}$ направлен вправо, аналогично:

$$a_2 = \frac{F - F_{\text{норм}}}{m} = \frac{mg(\sin \alpha - \mu g \cos \alpha)}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha), \text{ аналог из графа } Q_2 = \frac{3}{(t_2 - 1)} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 8 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \\ 4 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \end{cases} \quad \Rightarrow \quad 12 = g(2 \sin \alpha + \cancel{\mu \cos \alpha} + \cancel{\sin \alpha} - \cancel{\mu \cos \alpha}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{g} \sin \alpha = \frac{12}{2g} = \frac{12}{20} = 0,6$$

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

проверь на след. стр.



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 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!

$$\text{Численка: } Q = A + \alpha U \Rightarrow Q = \alpha U = \alpha U_1 + \alpha U_2 = \frac{5}{2} D_a R \alpha T_1 + \frac{3}{2} D_2 R \alpha T_2 =$$

$$\Rightarrow Q = \alpha T_1 \left(\frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_2 R \right) \quad | : T_1$$

из условия

$$\text{Численка: } Q = A + \alpha U \Rightarrow Q = A + \left(\frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_2 R \right) \alpha T_2$$

$$A = p \alpha V = p(V_a - V_c) = pV_a - pV_c = (D_a + D_2) R T_a - (D_a + D_2) R T_c =$$

$$\Rightarrow A = (D_a + D_2) R \alpha T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = \underbrace{(D_a + D_2)}_{=A} R \alpha T_2 + \left(\frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_2 R \right) \alpha T_2 \quad | : \alpha T_2$$

$$\text{Численка: } \frac{Q}{\alpha T_1} = \frac{\frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_2 R}{\alpha T_1} \quad \downarrow \Rightarrow$$

$$\text{Численка: } \frac{Q}{\alpha T_2} = \frac{A}{\alpha T_2} + \frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_2 R$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{\alpha T_2} - \frac{Q}{\alpha T_1} = \frac{A}{\alpha T_2} \quad | : \alpha T_2 = Q - \frac{\alpha T_2}{\alpha T_1} Q = A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{м.н. } Q \text{ отрицателен} \Rightarrow Q \text{ в } \text{уров} = -780 \text{ } \text{Дж} \text{ и м.н.}$$

$$\text{таким образом } \alpha T_1 = -31,2 \text{ К} \quad \Rightarrow \\ \alpha T_2 = -20 \text{ К}$$

$$\Rightarrow A = -780 \left(1 - \frac{-20}{-31,2} \right), \text{ но это неадекватный результат} \Rightarrow \text{решение}$$

$$\text{Будем решать } A_{\text{ре}} = -A = 780 \left(1 - \frac{20}{31,2} \right)^{10} = 780 \cdot \frac{(31,2 - 20)^{10}}{31,2^4} = 280 \text{ } \text{Дж}$$

$$\text{но при решении получаем } \frac{\partial Q}{\partial T} \Rightarrow 2) C_p = \frac{-780}{-20} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\text{м.н. } A = (D_a + D_2) R \alpha T_2 \Rightarrow D_a + D_2 = \frac{-A_{\text{ре}}}{R \alpha T_2} = \frac{-280}{R \cdot (-20)} = \frac{14}{R}$$

$$Q = \left(\frac{5}{2} D_a + \frac{3}{2} D_2 \right) R \alpha T_1 \Rightarrow \frac{5}{2} D_a + \frac{3}{2} D_2 = \frac{Q}{R \alpha T_1} = \frac{-780}{R \cdot (-20)^4} = \frac{100}{4R} = \frac{25}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5D_a + 3D_2 = \frac{50}{R} \Rightarrow (\text{численка.})$$



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!

$$\Rightarrow D_a + D_n = \frac{14}{R} \quad | \cdot 3 \\ 5D_a + 3D_n = \frac{50}{R}$$
$$) - \Rightarrow 2D_a = \frac{50 - 14 \cdot 3}{R} = \frac{8}{R} \Rightarrow D_a = \frac{4}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow D_n = \frac{14}{R} - \frac{4}{R} = \frac{10}{R}$$

$$\begin{aligned} N_1 &= D_a \cdot N_a \\ N_2 &= D_n \cdot N_n \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} \Rightarrow 3) \frac{N_1}{N_2} &= \frac{D_a \cdot N_a}{D_n \cdot N_n} = \frac{\frac{10}{R}}{\frac{4}{R}} = 2,5 \end{aligned} \right\}$$

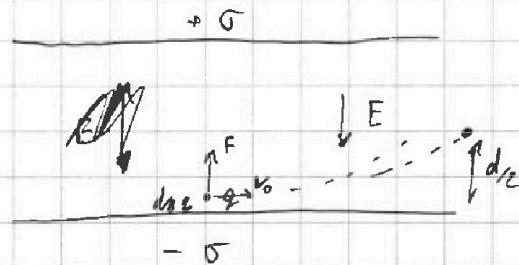


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!



$$qU = +E \cdot d = \frac{qV_0}{2\pi} \Rightarrow E = \frac{V_0}{2d}$$

м.и. ~~q < 0~~ $\Rightarrow q < 0$ (мк. $n > 0$)

$$a = \frac{F}{m} = \frac{V_0^2}{R} = qv_0 \quad F = -Bq \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{-Bq}{m} = \frac{V_0^2}{R} \quad R \cdot (EB) \cdot \frac{q}{m} = V_0^2$$

м.и. сила
против E

$$1) V_0 = \sqrt{\gamma \cdot U \cdot R}$$

$$E_H = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$E_H + A = E_K$$

$$E_K = \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + (-E) \cdot q \cdot v = \frac{mV^2}{2} \quad | \cdot 2 : m$$

$$V_0^2 - \frac{2E \cdot q \cdot v}{m} = V^2$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - \frac{2\gamma \cdot U}{d}}$$



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

- 1 2 3 4 5 6 7

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

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

2 ИЗ 3

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!

разберем падение мяча: м. о - это центр земли и м.и. земли для проекции $\Rightarrow V_0 = 0$

тогда пусть мячу дадут скорость V

тогда т.к. у всех точек мячей одинак. час. спираль описывает окружность $m. o \Rightarrow V_A = V \cdot 2R = 2V$

тогда в сист. отн. центра

радиус $R = 6370$
масса $m = 2\text{ кг}$

все м. в. мячей движутся с
скоростью $V \Rightarrow E_{k\text{б}} = \frac{mV^2}{2}$, а

$E_{k\text{б}}$ м.и. мяча изменяется
~~также~~ пропорционально квадрату радиуса
от центра \Rightarrow в общ. сис. отн.
один мяч имеет скорость $V \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{k\text{б}} = \frac{2mV^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_k = E_{k0} + E_{k\text{б}} = \frac{3mV^2}{2} = \Delta E_k = 3mg h = 3mg L \sin L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3mV^2}{2} = 3mg L \sin L \Rightarrow V = \sqrt{2g \cdot 0,8 \cdot 0,6} = 0,6\sqrt{20} \text{ м/с}$$



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
— 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.

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!

$$I = mv^2$$

$$I_K = mr^2 \quad mr^2 = 2mr^2$$

$$\frac{I\omega^2}{2} = \frac{2mr^2 \cdot \frac{v^2}{r}}{2} = mv^2$$

$$\Rightarrow \varphi = \alpha$$

$$\frac{\sin L V_0^2}{g \cos^2 L} \cdot \sin(45 - \frac{L}{2}) = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{\sin L}{1 - \sin^2 L} \cdot \sin(45 - \frac{L}{2})$$

$$1 - \sin^2 L = 4 \sin L \sin(45 - \frac{L}{2})$$

$$\frac{1 - \sin^2 L}{4 \sin L} = \sin 45 \cos\left(45 - \frac{L}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{L}{2}\right) \cos 45$$

$$\frac{1 - \sin^2 L}{4 \sin L} = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\cos\frac{L}{2} - \sin\frac{L}{2} \right)$$

$$\frac{kq}{d} - \frac{k(-q)}{d} = 2 \Rightarrow$$

$$120 = \frac{1800}{40} - S$$

$$\frac{kq^2}{r^2} = B/m$$

$$S = 40$$

$$\frac{kq^2}{r^2} = B$$

$$1 - \left(2 \sin\frac{L}{2} \cos\frac{L}{2}\right)^2 = 2\sqrt{2} \cos\frac{L}{2} - 2\sqrt{2} \sin\frac{L}{2}$$

$$\sin^2\frac{L}{2} = 2 \sin\frac{L}{2} \cos\frac{L}{2} - \cos^2\frac{L}{2}$$

~~$$t = \frac{2V_0 \sin(80)}{g \cos L} = \frac{2V_0}{g \cos L}$$~~

Videos

$$B \approx 2V_0$$

$$\frac{V_0^2 \cos(\gamma - L) \cdot \sin(\delta - L)}{g \cos L} = \frac{V_0^2 \cdot \sin(\gamma - L)}{g \cos L} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$\frac{8 \sin L \cdot \frac{V_0^2}{g} \sin^2(\gamma - L)}{\pi} = - \frac{\sin L V_0^2}{g \cos^2 L} \cdot \sin^2(45 - \frac{L}{2})$$

$$90 - L = \cos L$$



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!

$V = \text{const}$ } $\Rightarrow A = 0 \Rightarrow \sigma U = Q_x$ $\frac{312}{200}$
 $Q_x = 780 \text{ J/m}^3$ } $780 = \left(\frac{3}{2} D_2 R T + \frac{5}{2} D_a R \right) \sigma T$ $\frac{712}{32} \frac{14}{18}$
 $[\sigma T] = 31,2 \text{ K}$ 28

$p = \text{const}$ } $A \neq 0 \Rightarrow A = p \sigma V = p(D_2 + D_a) R \sigma T_2$
 $Q_x = 780 \text{ J/m}^3$ } $Q = \frac{3}{2} D_2 R \sigma T_2 - \frac{5}{2} D_a R \sigma T_2 + D_2 R \sigma T_2 + D_a R \sigma T_2 =$
 $[\sigma T_2] = 20 \text{ K}$ 1 $Q = \frac{5}{2} D_2 R \sigma T_2 + \frac{7}{2} D_a R \sigma T_2$ D
 $\frac{14}{42}$ $\frac{Q}{\sigma T} = C_p$ $N_{\text{A}} \cdot \frac{m}{M}$
 $\frac{780}{\sigma T_1} = \frac{3}{2} D_2 R + \frac{5}{2} D_a R$ $\frac{780}{2 \cdot 2 \cdot 28} = 2,5$
 $\frac{780}{\sigma T_2} = A + \frac{3}{2} D_2 R + \frac{5}{2} D_a R$ -
 $A = \frac{780}{\sigma T_2} - \frac{780}{\sigma T_1} = 780 \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{31,2} \right) = 780 \left(\frac{31,2 - 20}{624} \right) \dots$
 $780 \left(\frac{\frac{11,2}{31,2 - 20}}{31,2} \right) = 780 \cdot \frac{11,2}{31,2} \cdot \frac{20}{56} \cdot \frac{56}{-200} \cdot \frac{-200}{156} \cdot \frac{156}{39}$
 $\frac{-780}{-31,2} = \frac{\frac{5}{2} D_a R}{2} + \frac{3}{2} D_2 R \quad \frac{780}{31,2} \cdot 2 = 5 D_a + 3 D_2$ - X3
 ~~$\frac{-780}{-20} = \frac{5}{2} D_a R \quad A = \frac{780}{R} \left(1 - \frac{20}{31,2} \right)$~~
 $\frac{780 \cdot 2}{31,2} - \frac{780 \cdot 3}{20} \left(1 - \frac{20}{31,2} \right) = 2 D_a$ W

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 checked="" 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!



α β γ

$\pi/2$

$$S = V \cos \alpha \cdot \frac{V \sin \alpha}{g} = \frac{V^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha}{4g} = \frac{V^2 \cdot \sin 2\alpha}{4g} \rightarrow \max \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$\therefore \sin(2\alpha) / 2 \cos(\alpha - \beta) =$$

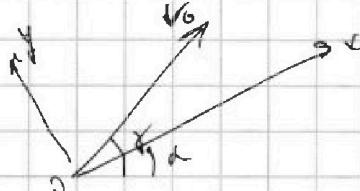
\Rightarrow

$$\frac{12\alpha}{16\alpha} \cdot \alpha = \frac{\alpha}{\cos \alpha}$$

$$V \frac{R}{2} \cdot \frac{2V \sin \alpha}{g} = \frac{V^2}{g}$$

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

$$S = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha}$$



$$\cos \alpha =$$

$$\begin{aligned} g_x &= g \sin \alpha \\ g_y &= g \cos \alpha \end{aligned}$$

$$\alpha = 50^\circ$$

$$\begin{aligned} \omega &= 2\alpha - 10^\circ \\ \alpha &= 70^\circ \end{aligned}$$

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

$$50$$

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

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

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

$$\Rightarrow \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin(2\alpha - 2\beta) - 2 \cancel{\sin \alpha} \cdot \sin^2(\alpha - \beta) \right)$$

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



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 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!

$$\frac{1600}{100} = \frac{1600}{100} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sin^2 \left(\frac{45}{2} \right) \sqrt{2}$$

$$y = -\frac{x^2}{320} + 80$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$y^2 + x^2 = 120$$

$$1 - 4 \sin^2 \frac{\lambda}{2} (1 - \sin^2 \frac{\lambda}{2}) = 2 \sin \lambda \sqrt{1 - \sin^2 \lambda} \cdot 2 (1 - 2 \sin \frac{\lambda}{2} \cos \frac{\lambda}{2})$$

$$(1 - 2 \sin \frac{\lambda}{2} \cos \frac{\lambda}{2}) = 2 \cdot \sin \frac{\lambda}{2} \cos \frac{\lambda}{2} \cdot 2 (1 - 2 \sin \frac{\lambda}{2} \cos \frac{\lambda}{2})$$

$$\left(80 - \frac{x^2}{320}\right)^2 + y^2 = 120$$

$$1 + 2 \sin \frac{\lambda}{2} \cos \frac{\lambda}{2} = \sin \frac{\lambda}{2} \cos \frac{\lambda}{2}$$

$$6400 + \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{320^2} = 0$$

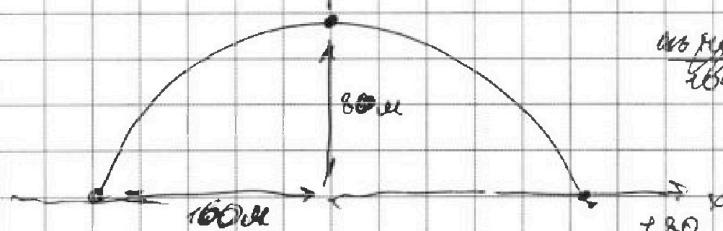
$$\frac{1}{4} = \sin^2 \frac{\lambda}{2} - \sin^4 \frac{\lambda}{2}$$

$$x = \sin^2 \frac{\lambda}{2} \quad x^4 + 320 \cdot 160 x^2 +$$

$$x^2 - x + \frac{1}{4} = 0$$

$$x = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 1}}{2} = \frac{1}{2} \quad \sqrt{x^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 45^\circ$$

$$\frac{v_0^2}{g \cos \lambda} \left(\sin 2\lambda \cos 2\lambda - \cos 2\lambda \sin \lambda - 2 \operatorname{tg} \lambda (\sin \lambda \cos \lambda - \cos \lambda \sin \lambda) \right)$$



$$\text{расстояние} \quad \frac{8 \cdot 16}{2} = 80 \text{ м}$$

$$y = -\frac{x^2}{320} + 80$$

$$-80 = -a \cdot \frac{160^2}{320} \cdot 160 \quad y = -ax^2 + c$$

$$a = \frac{1}{320}$$



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
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!

$$\alpha \varphi = \varphi$$

$$\frac{2kq}{v} = 1$$

$$B \cdot \frac{u}{c} = \frac{D_u}{c}$$

$$B \cdot u = D_u$$

$$\frac{2kq}{v} = U$$

$$Q < 0$$

$$+ q$$

$$- Q$$

$$-\frac{q}{2}$$

$$\text{от } \frac{U^2}{R} = \frac{UQ}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} + \frac{UQ}{\left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$E \cdot Q = \frac{UQ}{d}$$

$$1) V = \sqrt{\frac{UQ}{Rd}}$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mVn^2}{2} \Rightarrow E \cdot \frac{UQ}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{3d}{84} Q$$

$$S^2 = (\sqrt{sin^2 \omega t})^2 + (\sqrt{cos^2 \omega t} - \frac{gt^2}{2})^2 \Rightarrow \frac{mV^2}{2} + 0,75 \frac{UQ}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{mVn^2}{2}$$

$$120^2 = V^2 t^2 - V cos \omega t g - \frac{g^2 t^4}{4}$$