

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

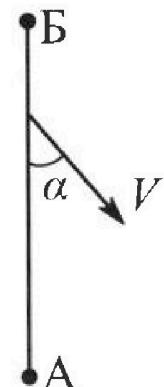
Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту А → Б в безветренную погоду составляет $T_0=400$ с. Расстояние АБ равно $S=9,6$ км.

1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 16$ м/с под углом α к прямой АБ (см. рис.) таким, что $\sin \alpha = 0,6$.



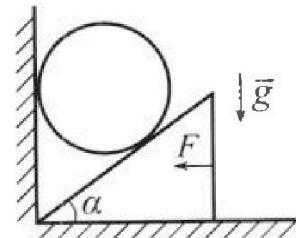
2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту А → Б → А максимальная? Движение аппарата прямолинейное.
4. Найдите максимальную продолжительность T_{MAX} полета по маршруту А → Б → А. Движение аппарата прямолинейное.

2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 1$ с и $t_2 = 2$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол $2\beta = 60^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите продолжительность T полета от старта до падения на площадку.
2. Найдите максимальную высоту H полета.
3. Найдите радиус R кривизны траектории в момент времени $t_1 = 1$ с.

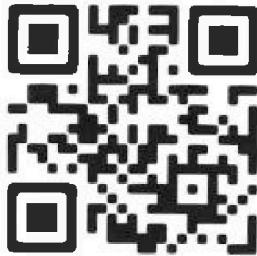
3. Клин с углом при вершине $\alpha = 30^\circ$ находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоятся однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны $m=1$ кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите горизонтальную силу F , которой систему удерживают в покое.



Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H=0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

2. Найдите перемещение h шара после соударения до первой остановки.
3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.
4. При каком значении угла α ускорение клина максимальное?
5. Найдите максимальное ускорение a_{MAX} клина.



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2024

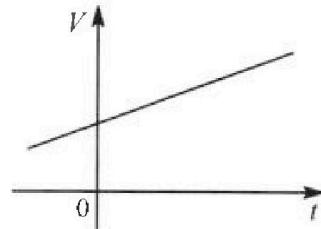


Вариант 09-01

В ответах всех задач допускаются обыкновенные дроби и радикалы.

4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками $t_1 = 35^\circ\text{C}$ и $t_2 = 42^\circ\text{C}$ равно $L=5$ см. В термометре находится $m=2$ г ртути.

Экспериментально уста новлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем ртути в $\beta = 1,018$ раза больше объема ртути при $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Плотность ртути при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ считайте равной $\rho = 13,6 \text{ г}/\text{см}^3$. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

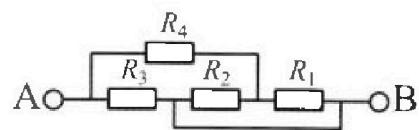


- Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
- Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм^3 .
- Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм^2 .

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 10 \Omega$, $R_4 = 6 \Omega$.

- Найдите эквивалентное сопротивление $R_{\text{экв}}$ цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного напряжения $U=10$ В.



- Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.

- На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность P_{MIN} .



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 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. Порта QR-кода недопустима!

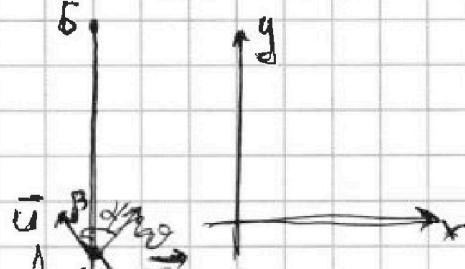
Задача 1

$$u = \frac{s}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \frac{96 \text{ м/с}}{4} = 24 \text{ м/с}$$

$$T_0 = 400 \text{ с}$$

$$S = 9600 \text{ м}$$

2)



в-член между
AB и u

т.к. летит по прямой AB

$$\vartheta \sin d = u \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{\vartheta \sin d}{u} \Rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{u^2 - \vartheta^2 \sin^2 d}}{u} = \frac{\sqrt{576 - 256 \cdot 0,36}}{24} = \frac{24}{\sqrt{483,84}}$$

$$T_3 = \frac{s}{u \cos \alpha + \vartheta \cos \beta} = \frac{9600}{24 \cdot 0,8 + 24 \cdot 0,73} = \frac{9600}{19,2 + 17,52} = \frac{9600}{36,72} = 260 \text{ с}$$

$$T_3 = \frac{s}{u \cos \alpha + \vartheta \cos \beta} = \frac{9600}{24 \cdot 0,8 + 24 \cdot 0,73} = \frac{9600}{19,2 + 17,52} = \frac{9600}{36,72} = 260 \text{ с}$$

$$T_3 = \frac{s}{u \cos \alpha + \vartheta \cos \beta} = \frac{s}{\sqrt{u^2 + \vartheta^2 \sin^2 d} + \vartheta \cos d} = \frac{9600 \text{ м}}{\sqrt{483,84 \text{ м/с}^2 + 128 \text{ м/с}^2}}$$

$$= \frac{9600}{\sqrt{483,84 + 128}} \text{ сек}$$

$$3) T(\alpha) = \frac{s}{\sqrt{u^2 + \vartheta^2 \sin^2 d} + \vartheta \cos d}$$

предусматривается каскадную погрешность

$$\text{график } (\sqrt{u^2 + \vartheta^2 \sin^2 d} + \vartheta \cos d)^2 = 0$$

$$\vartheta \sin d + \frac{\vartheta^2 (\sin^2 d)}{2 \sqrt{u^2 + \vartheta^2 \sin^2 d}} = 0$$

$$\vartheta \sin d = \frac{\vartheta^2 \cos d \sin d}{2 \sqrt{u^2 + \vartheta^2 \sin^2 d}} \Rightarrow \sin d = \frac{\vartheta \cos d}{\sqrt{u^2 + \vartheta^2 \sin^2 d}}$$

$$\Rightarrow u^2 - \vartheta^2 \sin^2 d = \vartheta^2 \cos^2 d \Rightarrow u^2 - \vartheta^2 = \text{extremum point}$$



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
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!

Задача 3 (решение)

Если нет жесткости, то движущий момент есть \Rightarrow

$$3) T_1 = \frac{s}{u^2 - \vartheta^2 \sin^2 \alpha - \vartheta^2 \cos \alpha}$$

время полёта $A \rightarrow B$

$$T_2 = \frac{s}{\sqrt{u^2 - \vartheta^2 \sin^2 \alpha + \vartheta^2 \cos \alpha}}$$

время полёта $B \rightarrow A$

$$T(\alpha) = T_1 + T_2 = \frac{s(\sqrt{u^2 - \vartheta^2 \sin^2 \alpha - \vartheta^2 \cos \alpha}) + s(\sqrt{u^2 - \vartheta^2 \sin^2 \alpha + \vartheta^2 \cos \alpha})}{u^2 - \vartheta^2}$$

$\sin^2 \alpha \rightarrow \min \Rightarrow$ при угле $\alpha = 0$ T_{\max} достигается

$$T_{\max} = \frac{2s \sqrt{u^2 - \vartheta^2}}{u^2 - \vartheta^2} = \frac{9600 \cdot 2}{\sqrt{24^2 - 16^2}} = \frac{9600 \cdot 2}{40 \sqrt{20}} = \frac{9600}{20 \sqrt{20}} \text{ сек}$$

Ответ: 1) 24 км/ч

$$2) \frac{9600}{\sqrt{483,24}} = 12,8 \text{ с}$$

$$3) \alpha = 0^\circ$$

$$4) T_{\max} = \frac{2s u}{u^2 - \vartheta^2} = 480 \sqrt{5} \text{ сек}$$

$$4) T_{\max} = 1440 \text{ сек}$$

$$T_{\max} = \frac{2s u}{u^2 - \vartheta^2} = \frac{9600 \cdot 2 \cdot 24}{24^2 - 16^2} = \frac{9600 \cdot 2 \cdot 24}{320} = 30 \cdot 2 \cdot 24 = 60 \cdot 24 = 1440 \text{ сек}$$



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 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!

Задача 2

Г-ГН-Р-?

$$t_1 = 3 \text{ с}$$

$$t_2 = 2 \text{ с}$$

$$\beta_B = 60^\circ$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Замету, что из ЗСЭ: $v_0^2 = v_{y_0}^2 + 2gH$

Б₁ и Б₂ шли одинаковой высоте

$$\begin{array}{c} \text{Б₁ и Б₂ шли на одинаковой высоте} \\ \text{H₁-высота} \\ \text{Б₁, иди t₁} \\ \alpha-\text{угол} \overline{v_0} \text{ с гор.} \\ \text{Б₂ шли t₂ и t₁} \end{array}$$

$$2\alpha = \beta_B \Rightarrow \alpha = \beta = 60^\circ$$

$$\frac{v_{y_1}}{v_{x_0}} = \tan 60^\circ \quad v_{y_1} = v_{y_0} - gt_1$$

$$\frac{v_{y_0} - gt_1}{v_{x_0}} = \tan 60^\circ \quad v_{y_2} = v_{y_0} - gt_2$$

v_{x_0}, v_{y_0}

v_{y_0}, v_{x_0} - проекции

$$v_{y_0}, v_{x_0} - gt_1 = 0$$

$$v_{y_2}, v_{x_2} = gt_2$$

$$gt_2 = v_{y_2}$$

$$\frac{-v_{y_2}}{v_{x_0}} = \tan 60^\circ \Rightarrow \frac{gt_2 - v_{y_0}}{v_{x_0}} = \tan 60^\circ$$

$$v_{y_0} - gt_2 = gt_2 - v_{y_0} \Rightarrow v_{y_0} = \frac{g(t_2 + t_1)}{2} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{x_0} = \frac{v_{y_0} - gt_1}{\tan 60^\circ} = \frac{15 - 10}{\sqrt{3}} = \frac{5}{\sqrt{3}} = \frac{5\sqrt{3}}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = \frac{2v_{y_0}}{g} = \frac{30}{10} = 3 \text{ с}$$

$$H = \frac{v_{y_0}^2}{2g}$$

$$H = v_{y_0} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_{y_0} = gt \Rightarrow t = \frac{v_{y_0}}{g}$$

$$H = \frac{v_{y_0}^2}{2g} = \frac{15 \cdot 15}{2 \cdot 10} = \frac{225}{20} = 11,25 \text{ м}$$

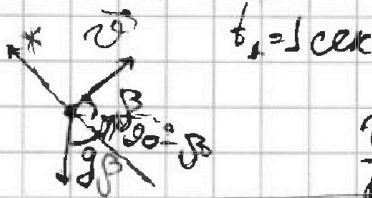


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
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!

Задача 2 (продолжение)



$$\frac{v_0^2}{R} = g_x = g \cos \beta$$

$$R = \frac{v_0^2}{g \cos \beta} = \frac{2(v_{x0}^2 + v_{y0}^2)}{g}$$

$$v_{y0} = v_{y0} - gt_1 = 35 \frac{m}{s} - 10 \frac{m}{s} =$$

$$= \frac{2(\frac{25}{3} + 25)}{10} = \frac{25 \cdot \frac{4}{3} \cdot 2}{10} = \frac{25 \cdot \frac{4}{3}}{5} = \frac{5 \cdot 4}{3} = \frac{20}{3} \text{ м}$$

Ответ: 1) $T = 3 \text{ с}$

2) $H = 11,25 \text{ м}$

3) $R = \frac{20}{3} \text{ м} \approx$



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!

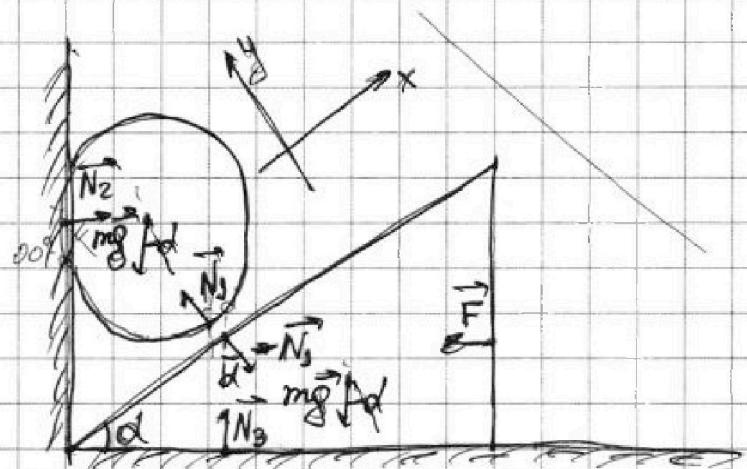
Задача 3

$$F - ?; h - ?; \alpha - ?; \omega - ?; \omega_{\max} - ? \quad 1)$$

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



$$\text{II 3-й Ньютона, } OY, \text{ шир: } mg \cos \alpha + N_2 \sin \alpha = N_1$$

$$OY: mg \sin \alpha = N_2 \cos \alpha \Rightarrow N_2 = mg \operatorname{tg} \alpha$$

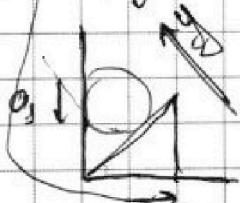
$$mg \cos \alpha + mg \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha = N_1$$

$$\text{II 3-й Ньютона, } OX_1, \text{ клин: } F = N_1 \sin \alpha =$$

$$= mg \sin \alpha (\cos \alpha + \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha) = 50 \text{ Н} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{2} \right) =$$

$$= 5 \text{ Н} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{6} \right) = 5 \text{ Н} \left(\frac{4\sqrt{3}}{6} \right) = \frac{20}{6} \sqrt{3} \text{ Н} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$$

$$2) \text{ условие неупругости: } a_y = a_{xy} \quad \left. \begin{array}{l} a_y - \text{ус. шара} \\ a_x \cos \alpha = a \sin \alpha \Rightarrow a_x = a \operatorname{tg} \alpha \end{array} \right\}$$



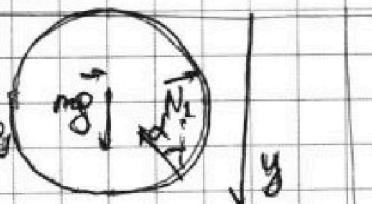
$$a_x \cos \alpha = a \sin \alpha \Rightarrow a_x = a \operatorname{tg} \alpha$$

3) Рассм. ШАР

$$\text{II 3-й, } OY: mg = N_1 \cos \alpha = ma_y$$

$$mg - N_1 \cos \alpha = ma \operatorname{tg} \alpha$$

$$N_1 = \frac{mg - a \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha}$$





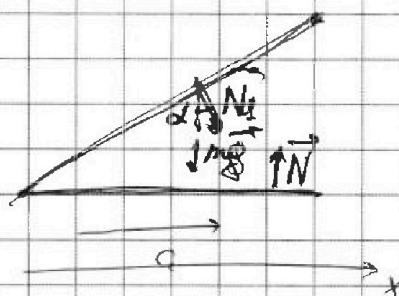
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

4) Рассл. клин



$$Ox: N \sin \alpha = ma$$

$$mg \cos \alpha (g - a \cos \alpha) = m a$$

$$g \cos \alpha = a (g \cos^2 \alpha + 1) = a / \cos^2 \alpha$$

$$a = g \cos \alpha \cos^2 \alpha = (g \cos \alpha) \sin \alpha = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5\sqrt{3}}{3} \text{ м/с}^2$$

5) находим максимизирующую $a(d)$. $a'(d) = 0$

$$(f \cos \alpha / \sin \alpha)^2 = 0 \quad \frac{\sin^2 d}{\cos^2 d} = \cos d / f \cos d \Rightarrow \cos^3 d / f \cos d = \sin^2 d$$

$$\cos^2 d = 1 \Rightarrow d = 0^\circ \Rightarrow a = \frac{g \sin d \cos d}{2} = \frac{g \sin^2 d}{2} = 5 \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.5\sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

5) $a(\alpha) \rightarrow \max \Rightarrow \sin 2\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

6) $a_{\max} = g \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = g \cdot \frac{1}{2} = 5 \text{ м/с}^2$

~~Ошибки:~~ 1) $\frac{10 \cdot \sqrt{3}}{3} \text{ м}$

2)

7) $a_1 = 2.5\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = 2.5 \text{ м/с}^2$

$v = \sqrt{2H a_1}$ — скорость при скошении

ЗСЭ во время подъема — во время остановки в конце торможения:

$$v^2 = 2gh \Rightarrow 2H a_1 = 2gh \Rightarrow h = H \frac{a_1}{g} = \frac{1}{4}H = 0.2 \text{ м}$$

~~Ошибки:~~ 1) $\frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ м/с}^2$ 2) $0.2 \text{ м} = h$ 3) $a = 2.5\sqrt{3} \text{ м/с}^2$ 4) $d = 45^\circ$ 5) 5 м/с^2

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



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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) e) 3)

$$1) V(t) = a_0 + \beta t \quad \text{функция линейна, } a_0, \beta - \text{параметры}$$

$$\beta = 1,058 \text{ м/д}$$

$$t_{100} = 100^\circ\text{C}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$$

$$m = 22$$

$$t_1 = 35^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 42^\circ\text{C}$$

$$L = 5 \text{ см}$$

$$V(t_0) = V_1$$

$$V(t_{100}) = \beta V_1$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho}$$

$$V(t_0) = a_0 = \frac{m}{\rho}$$

$$V(t_{100}) = a_0 + \beta t_{100} = \beta \frac{m}{\rho}$$

$$\frac{m}{\rho} + \beta t_{100} = \beta \frac{m}{\rho} \Rightarrow \beta =$$

$$\beta = (\beta-1) \frac{m}{\rho t_{100}}$$

$$V(t) = \frac{m}{\rho} + (\beta-1) \frac{m}{\rho t_{100}} t$$

$$2) \Delta V = V(t_{100}) - V(t_1) = (\beta-1) \frac{m}{\rho t_{100}} (t_{100} - t_1) =$$

$$= \frac{18 - 2 \cdot 2}{1000 \cdot 1000 \cdot 13600 \cdot 100} = \frac{252}{10^{10} \cdot 136} \text{ м}^3 = \frac{252}{10^7 \cdot 136} \text{ дм}^3 = \frac{252}{10^4 \cdot 136} \text{ см}^3 =$$

$$= \frac{852}{13600} \text{ м}^3 = \frac{126}{1600} \text{ м}^3 = \frac{63}{340} \approx 0,2 \text{ м}^3$$

$$3) L S = \Delta V \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{63 \cdot 10^{-3}}{340 \cdot 50} \approx 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

Ответ:

$$1) V(t) = \frac{m}{\rho} + (\beta-1) \frac{m}{\rho t_{100}} t$$

$$2) (\beta-1) \frac{m}{\rho t_{100}} (t_{100} - t_1) \approx 0,2 \text{ м}^3$$

$$3) 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$



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

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

(5) Задание 5

$$R_1 = 5 \Omega$$

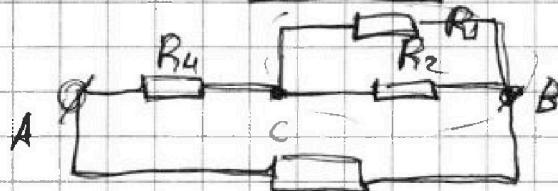
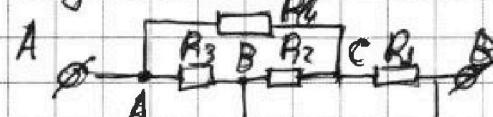
$$R_2 = 20 \Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega$$

$$R_4 = 6 \Omega$$

$$U = 10 \text{ В}$$

1) Соединение точек равных потенциалов



$$R_{\text{parallel}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \cdot 20}{25} = \frac{100}{25} = 4 \Omega$$

$$R_{\text{total}} = R_4 + R_{\text{parallel}} = 6 + 4 = 10 \Omega$$

$$R_{\text{total}} = \frac{1}{2} R_{\text{total}} = 5 \Omega$$

$$2) P = \frac{U^2}{R_{\text{total}}} = \frac{100}{5} = 25 \text{ Вт}$$

$$3) P_2 = \frac{U_2^2}{R_2}, R_2 \text{ max, } U_2 \text{ min, max } U_2 = U_3 < U_4 < U_3 = U_0 \Rightarrow \\ (\text{т.к. } R_4 > R_{\text{total}})$$

$$\Rightarrow P_{\text{min}} = P_2$$

$$U_2 = I_4 = I_3 (\text{т.к. } R_{\text{total}} = R_3) \Rightarrow I_0 = \frac{U}{R_{\text{total}}}, I_4 = \frac{1}{2} \frac{U}{R_{\text{total}}} = \frac{10}{2 \cdot 5} = 1 \text{ А}$$

$$I_2 = I_2 R_2 = I_3 R_3, I_3 + I_2 = I_4 \Rightarrow I_3 = I_4 - I_2$$

$$I_2 R_2 = (I_4 - I_2) R_3 \Rightarrow I_2 \frac{R_2}{R_3} + I_2 = I_4 \Rightarrow I_2 = \frac{I_4}{\frac{R_2}{R_3} + 1} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ А}$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = 0,16 \text{ А}^2 \cdot 20 = 1,6 \cdot 20 \text{ Вт} = 3,2 \text{ Вт}$$

ОТВЕТ: 1) 5 Ω 2) 25 Вт 3) на втором; $P_{\text{min}} = 3,2 \text{ Вт}$



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

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!

Ответ: 1) $\frac{25\sqrt{3}}{6} \text{ м}$

2) $\frac{\sqrt{6}}{20} \mu$

3)

ЗСЭ: $v^2 = 2gh \Rightarrow 2hg = 2Ha_1 \Rightarrow h = H \frac{a_1}{g} = \frac{3,75 \times 0,8}{50} \mu = 0,3 \text{ м}$

Ответ: 1) $\frac{25\sqrt{3}}{6} \text{ м}$

2) 0,3 м

3) $25\sqrt{3} \text{ м/с}^2$

4) $\alpha = 45^\circ$

5) 5 м/с^2



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

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

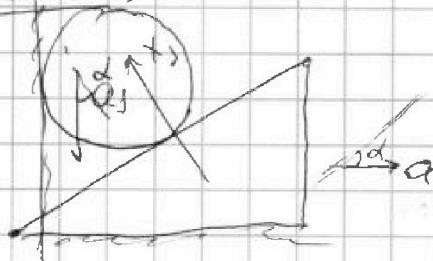
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

2) Задачу. 3) Находите способ шаре скользить

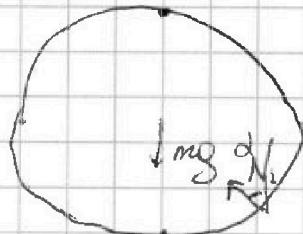
Задание 2/ (решение)

α_2 - угловое
转动



Условие неподвижности $a_{sx} = a_{sy} \Rightarrow a_1 \cos \alpha = a \sin \alpha$

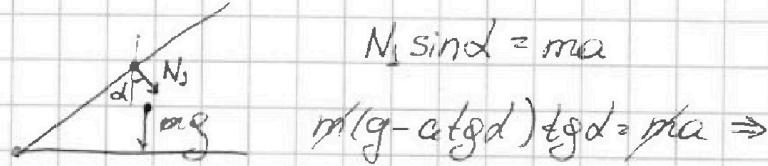
$$\Rightarrow a_1 = a \tan \alpha$$



$$mg - N_1 \cos \alpha = N_1 \sin \alpha = ma_1 = m a \tan \alpha$$

$$\text{OY: } N_1 \cos \alpha \cdot m(g - a \tan \alpha) \Rightarrow N_1 = \frac{m(g - a \tan \alpha)}{\cos \alpha}$$

$$N_1 \sin \alpha = ma$$



$$m(g - a \tan \alpha) \tan \alpha = ma \Rightarrow$$

$$a(\tan^2 \alpha + 1) = g \tan \alpha = \frac{a}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow a = \frac{g \tan \alpha \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{g \sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} = g \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{10 \sqrt{3}}{4} = 2,5 \sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

$$4) a = g \sin \alpha \cos \alpha = \frac{g \sin 2\alpha}{2} \rightarrow \max \text{ при } 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$5) a_{\max} = g \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = g \cdot \frac{2}{4} = \frac{1}{2} g = 5 \text{ м/с}^2$$

$$2) a_1 = a \tan \alpha = 2,5 \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2,5 \cdot 3}{2} \text{ м/с}^2 = 1,25 \cdot 3 + 3,75 \text{ м/с}^2$$

$$H = \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2H}{a_1}}, \quad \mathcal{V} = a_1 t_1 = \sqrt{2H a_1}$$

$$\text{ЗСЭ: } \mathcal{V}^2 = \frac{1}{2} g t_1^2 \cdot 2g h \Rightarrow \sqrt{2H a_1} = 2g h \Rightarrow h = \frac{\sqrt{2H a_1}}{2g} = \frac{12 \cdot 0,8 \cdot 3,75}{20} = \frac{12}{8} = 1,5 \text{ м}$$



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

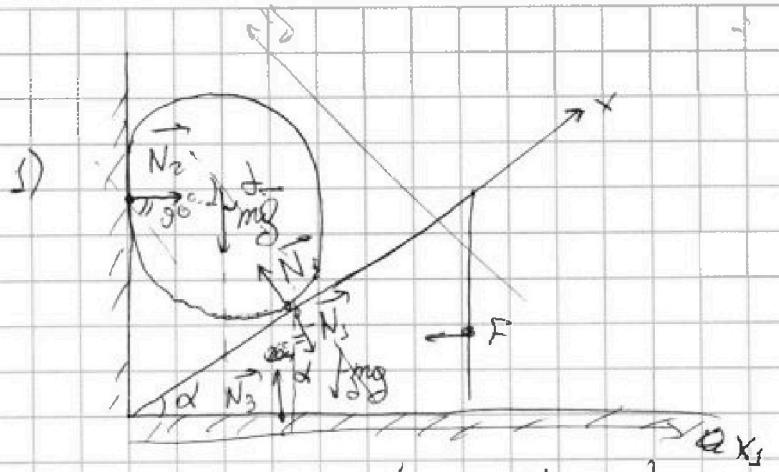
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

Задача 3

$$F = ? \quad h = ? \quad a = ? \quad d = ? \quad \alpha_{\text{накр}} = ?$$

$$\begin{aligned} m &= 3 \text{ кг} \\ \alpha &= 30^\circ \\ g &= 10 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$



~~по ОГЭ шаг II 3-й Ньютона: $mg \cos \alpha = N_3 - N_2 \sin \alpha$~~

~~OX: $mg \sin \alpha = N_2 \cos \alpha \Rightarrow N_2 = mg \tan \alpha$~~

~~$mg(\cos \alpha + \tan \alpha) = N_3$~~

~~ОГЭ на шаг: $N_3 = mg$~~

~~OX, на шаг: $F = mg \sin \alpha \Rightarrow F = mg \sin \alpha / (\cos \alpha + \tan \alpha)$~~

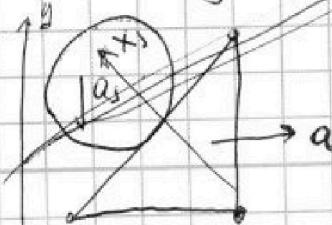
$$\begin{aligned} F &= mg \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{5\sqrt{3}}{6} \right) mg = \frac{5\sqrt{3}}{12} \cdot 10 \text{ Н} = \\ &= \frac{50\sqrt{3}}{12} \text{ Н} = \frac{25\sqrt{3}}{6} \text{ Н} \end{aligned}$$

~~3) из р. 1 $N_3 = mg(\cos \alpha + \tan \alpha)$~~

~~OX, II 3-й Ньютона: $N_3 \sin \alpha = ma \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow mg(\sin \alpha) / (\cos \alpha + \tan \alpha) = ma \Rightarrow a = g \sin \alpha / (\cos \alpha + \tan \alpha) = \frac{25\sqrt{3}}{6} \text{ м/с}^2$~~

4) Наибольшее значение α и a шага



из условий неограниченности:



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!

576

$$58 \times 36$$

$$\frac{0,2}{50} = \frac{0,4}{100} = \frac{4}{500}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 256 \\ \times 36 \\ \hline 1536 \\ + 768 \\ \hline 9216 \\ - 57600 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 252 | 2 \\ \hline 2 \\ 252 \\ \hline 26 \\ - 24 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3360 | 2 \\ \hline 12 \\ 3360 \\ \hline 680 \end{array}$$

$$\frac{0,2}{50} = \frac{2}{500} = \frac{4}{1000}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 7 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 3 \\ \hline 108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \\ - 256 \\ \hline 320 \end{array}$$

$$\frac{0,2}{50} = \frac{0,4}{100}$$

$$\begin{array}{r} 375 \\ \times 36 \\ \hline 2250 \\ + 375 \\ \hline 6000 \end{array}$$

$$\sqrt{320} = 10\sqrt{32}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 6 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1125 \\ \times 20 \\ \hline 2250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10-10 \\ 576,00 \\ - 483,84 \\ \hline 92,16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 320 \\ | \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 225 | 2 \\ \hline 2 \\ 225 \\ \hline 12,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 483,84 \\ \times 2 \\ \hline 967,68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \\ - 256 \\ \hline 320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 320 | 4 \\ \hline 80 \\ 320 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30 \\ | \\ 4 \\ 30 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 32 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 256 \\ \times 2 \\ \hline 512 \\ - 256 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 256 \\ \times 2 \\ \hline 512 \\ - 256 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 256 \\ \times 36 \\ \hline 1536 \\ + 768 \\ \hline 9216 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 256 \\ \times 36 \\ \hline 1536 \\ + 768 \\ \hline 9216 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 483,84 \\ \times 3 \\ \hline 1451,52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \cdot 8 = \frac{8 \cdot 8}{5} = \frac{64}{5} = \\ - \frac{128}{50} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 36 \\ \hline 483,84 \end{array}$$



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!