

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 $A \rightarrow B$ в безветренную погоду составляет $T_0=400$ с. Расстояние AB равно $S=9,6$ км.

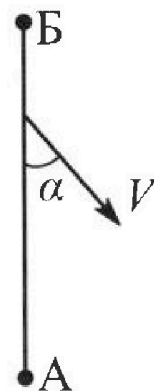
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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

2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту $A \rightarrow B$ в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .

3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ максимальная? Движение аппарата прямолинейное.

4. Найдите максимальную продолжительность T_{MAX} полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$. 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 покоится 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.

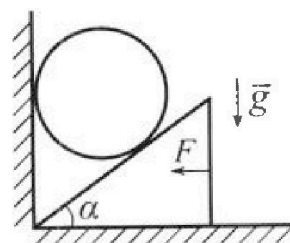
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H=0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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

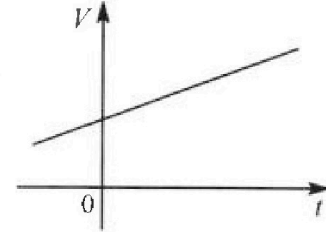
Вариант 09-01



В ответах всех задач допустимы 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 установлено, 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 $\rho = 13,6$ г/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

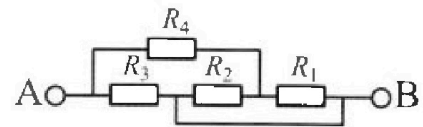


1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм³.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

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

1. Найдите эквивалентное сопротивление $R_{\text{ЭКВ}}$ цепи.

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



2. Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.
3. 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.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

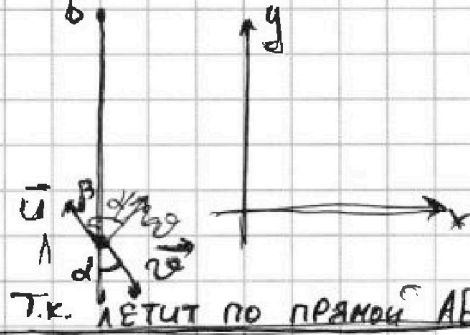
Задача 1

$u = ? T_s = ? d_s = ? T_{max} = ?$ 1) $u = \frac{s}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \frac{96}{4} \text{ м/с} = 24 \text{ м/с}$

$T_0 = 400 \text{ с}$

$S = 9,6 \text{ км}$

2)



β -угол между AB и u

$v \sin d = u \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{v \sin d}{u} \Rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 d}}{u}$

$\cos d = \frac{u \cos \beta - v \cos d}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 d}}$
 $\cos d = \frac{24 - 12,8}{\sqrt{576 - 256 \cdot 0,36}} = \frac{11,2}{\sqrt{483,84}} = 0,8$

$T_{s2} = \frac{9600}{16 \cdot 0,8 + \sqrt{576 - 256 \cdot 0,36}} = \frac{9600}{12,8 + \sqrt{483,84}}$
 $\cos d = 0,8$

$T_s = \frac{S}{u \cos \beta - v \cos d} = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 d} - v \cos d} = \frac{9600 \text{ м}}{\sqrt{483,84} \text{ м/с} - 12,8 \text{ м/с}}$
 $= \frac{9600}{\sqrt{483,84} - 12,8} \text{ сек}$

3) $T(d) = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 d} - v \cos d}$
 требуется минимизировать функцию космического

граду $(\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 d} - v \cos d)^2 = 0$
 $v \sin d + \frac{v^2 (\sin^3 d)'}{2 \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 d}} = 0$
 $v \sin d = \frac{v^2 \cos d \sin d}{2 \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 d}} \Rightarrow \sqrt{1} = \frac{v \cos d}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 d}}$
 $\Rightarrow u^2 - v^2 \sin^2 d = v^2 \cos^2 d \Rightarrow u^2 - v^2 \Rightarrow \text{extremum нем}$



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!

Задача! (продолжение)

Если нет структуры, то функции максимума \Rightarrow

3) $T_1 = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \cos \alpha}$ время поезда А \rightarrow Б

$T_2 = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + v \cos \alpha}$ время поезда Б \rightarrow А

$T(\alpha) = T_1 + T_2 = S(\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \cos \alpha) + S(\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + v \cos \alpha)$

$= \frac{2S \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - v^2}$, $T \rightarrow \max$, если

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

$T_{\max} = \frac{2S \sqrt{u^2 - v^2}}{u^2 - v^2} = \frac{9600 \cdot 2}{\sqrt{24^2 - 16^2}} = \frac{9600 \cdot 2}{4\sqrt{20}} = \frac{3000}{\frac{2\sqrt{20}}{4800}} = \frac{4800}{\sqrt{20}} = 4800 \sqrt{20}$
 $= 240 \sqrt{20}$ сек $\cdot 20$

Ответ: 1) 24 км/ч

2) $\frac{9600}{\sqrt{48324}} = 12,8$ с

3) $\alpha = 0^\circ$

4) $T_{\max} = 240 \sqrt{20}$ с = $480 \sqrt{5}$ сек

4) $T_{\max} = 1440$ сек

$T_{\max} = \frac{2Sv}{u^2 - v^2} = \frac{9600 \cdot 2 \cdot 24}{24^2 - 16^2} = \frac{9600 \cdot 2 \cdot 24}{320} = 30 \cdot 2 \cdot 24 = 60 \cdot 24 = 1440$ 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.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Задача?

$T=3H$ - ? R - ?

$t_1 = 1c$

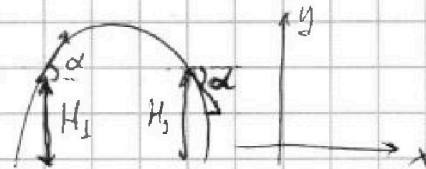
$t_2 = 2c$

$\alpha = 60^\circ$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

Замечу, что из ЗСЭ: $v_0^2 = v_1^2 + 2gH$

В t_1 и в t_2 мяч был на одинаковой высоте



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

H_1 - высота

в t_1 или t_2

α - угол v сгор.
в моменты t_1 и t_2

$$\frac{v_{y1}}{v_{x0}} = \text{tg} 60^\circ$$

$$v_{y1} = v_{y0} - gt_1$$

$$\frac{v_{y0} - gt_1}{v_{x0}} = \text{tg} 60^\circ \quad v_{y2} = v_{y0} - gt_2$$

v_{x0}, v_{y0}
 v_{y1}, v_{x1} - проекции
в t_1
 $v_{y0}, v_{x0} - vt = 0$
 $v_{y2}, v_{x2} - vt_2$

$$gt_2 = v_{y2}$$

$$-v_{y2} = \text{tg} 60^\circ \Rightarrow \frac{gt_2 - v_{y0}}{v_{x0}} = \text{tg} 60^\circ$$

$$v_{y0} - gt_1 = gt_2 - v_{y0} \Rightarrow v_{y0} = \frac{g(t_1 + t_2)}{2} = 15 \text{ м/с}$$

$$v_{x0} = \frac{v_{y0} - gt_1}{\text{tg} 60^\circ} = \frac{15 - 10}{\sqrt{3}} = \frac{5}{\sqrt{3}} = \frac{5\sqrt{3}}{3} \text{ м/с}$$

$$T = \frac{2v_{y0}}{g} = \frac{30}{10} = 3c$$

$H = ?$

$$H = v_{y0}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_{y0} = gt \Rightarrow t = \frac{v_{y0}}{g}$$

$$H = \frac{v_{y0}^2}{2g} = \frac{15 \cdot 15}{2 \cdot 10} = \frac{225}{20} = 11,25 \text{ м}$$



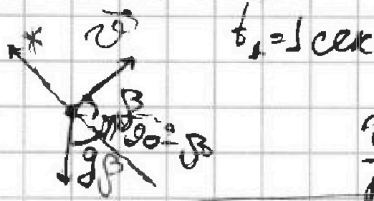
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 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!

Задача 2 (продолжение)



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

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

$$= \frac{2\left(\frac{25}{3} + 25\right)}{10} = \frac{25 \cdot \frac{4}{3} \cdot 2}{40} = \frac{25 \cdot \frac{4}{3}}{5} = \frac{5 \cdot 4}{3} = \frac{20}{3} \text{ м}$$

$$v_{y1} = v_{y0} - g t_1 = 15 \text{ м/с} - 10 \text{ с}$$
$$= 5 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $T = 3 \text{ с}$

2) $H = 11,25 \text{ м}$

3) $R = \frac{20}{3} \text{ м}$

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 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!



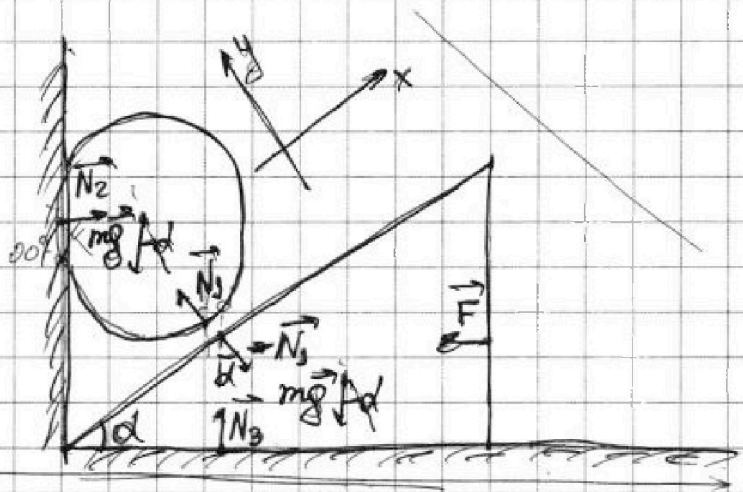
Задача 3

F -? h -? a -? d -? a_{max} -? 1)

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$d = 30^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



$$\text{II 3-х Ньютона, } OY, \text{ шар: } mg \cos d + N_2 \sin d = N_1$$

$$OX: mg \sin d = N_2 \cos d \Rightarrow N_2 = mg \tan d$$

$$mg \cos d + mg \tan d \sin d = N_1$$

$$\text{II 3-х Ньютона, } OX, \text{ клин: } F = N_1 \sin d =$$

$$= mg \sin d (\cos d + \tan d \sin d) = 10 \text{ Н} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{2} \right) =$$

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

$$2) \text{ условие невыскольжения: } a_y = a_{sy}$$

a_s - ускор. шара

$$a \cos d = a \sin d \Rightarrow a_s = a \tan d$$

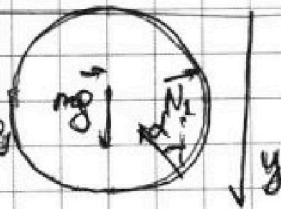


3) a Рассм. шар

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

$$mg - N_1 \cos d = ma \tan d$$

$$N_1 = \frac{m(g - a \tan d)}{\cos d}$$





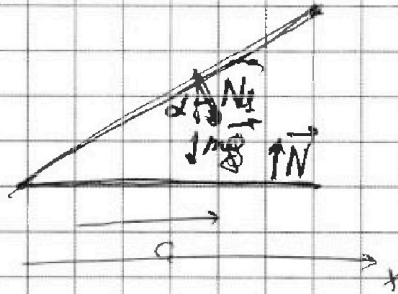
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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) Расст. клин



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

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

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

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

5) минимизируем максимумизуем $a(\alpha)$. $a'(\alpha) = 0$

$$(g \tan \alpha \cos^2 \alpha)' = 0 \quad \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} = \cos \alpha \tan \alpha \Rightarrow \cos^3 \alpha \tan \alpha = \sin \alpha$$

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

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

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

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

~~2)~~

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

$v = \sqrt{2ha_1}$ — скорость при столкновении

ЗСЭ во время падения — во время остановки в вышней точке траектории:

$$v^2 = 2gh \Rightarrow 2ha_1 = 2gh \Rightarrow h = H \frac{a_1}{g} = \frac{1}{4}H = 0.2 \text{ м}$$

Ответ: 1) $\frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ м}$ 2) $0.2 \text{ м} = h$ 3) $a = 2.5\sqrt{3} \text{ м/с}^2$ 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.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

1) e) 3)

$\beta = 1,018 \text{ рад}$
 $t_{100} = 100^\circ \text{C}$
 $t_0 = 0^\circ \text{C}$
 $\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$
 $m = 2 \text{ г}$
 $t_1 = 35^\circ \text{C}$
 $t_2 = 42^\circ \text{C}$
 $L = 5 \text{ см}$

1) $V(t) = a_0 + bt$ функция линейна, a_0, b - параметры

$$V(t_0) = V_1$$

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

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

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

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

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

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

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

$$2) \Delta V = V(t_2) - V(t_1) = (\beta - 1) \frac{m}{\rho t_{100}} (t_2 - t_1) =$$

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

$$= \frac{252}{1360} \text{ мм}^3 = \frac{126}{680} \text{ мм}^3 = \frac{63}{340} \approx 0,2 \text{ мм}^2$$

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

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

2) $(\beta - 1) \frac{m}{\rho t_{100}} (t_2 - t_1) \approx 0,2 \text{ мм}^2$

3) $4 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2$



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

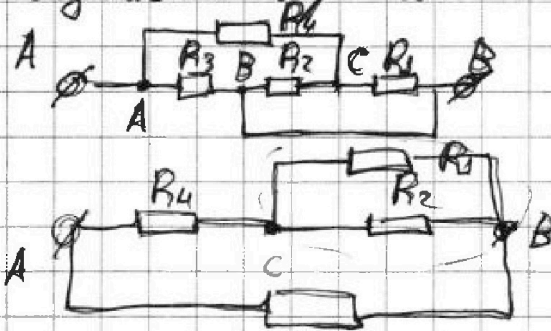
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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) Задача 5

$R_1 = 5 \Omega$
 $R_2 = 20 \Omega$
 $R_3 = 10 \Omega$
 $R_4 = 6 \Omega$
 $U = 10 \text{ В}$

1) Соединю точки равных потенциалов



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

$$R_{\text{сериал}} = R_4 + R_{\text{паралл}} = 10 \Omega$$

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

2) $P = \frac{U^2}{R_{\text{tot}}} = \frac{100}{5} = 20 \text{ Вт}$

3) $P_2 = \frac{U_2^2}{R_2}$, $R_2 \text{ max}, U_2 \text{ min, max } U_2 = U_3 < U_4 < U_3 = U_0 \Rightarrow$
 (m.k. $R_4 > R_{\text{паралл}}$)
 $\Rightarrow P_{\text{min}} = P_2$

$$U_2 \quad I_4 = I_3 \text{ (m.k. } R_{\text{сериал}} = R_3) \Rightarrow I_4 = I_0 = \frac{U}{R_{\text{tot}}} = \frac{10}{5} = 2 \text{ А}, \quad I_4 = \frac{1}{2} I_0 = 1 \text{ А}$$

$$I_2 R_2 = I_3 R_1, \quad I_3 + I_2 = I_4 \Rightarrow I_3 = I_4 - I_2$$

$$I_2 R_2 = (I_4 - I_2) R_1 \Rightarrow I_2 \frac{R_2}{R_1} + I_2 = I_4 \Rightarrow I_2 = \frac{I_4}{\frac{R_2}{R_1} + 1} = \frac{1 \text{ А}}{5} =$$

$$= 0,2 \text{ А}$$

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

ОТВЕТ: 1) 5Ω 2) 20 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

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) $\frac{\sqrt{6}}{20} \text{ м}$
3)~~

ЗСЭ: $v^2 = 2gh \Rightarrow 2hg = 2Ha_1 \Rightarrow h = H \frac{a_1}{g} = \frac{3,75 \times 0,8}{10} \text{ м} = 0,3 \text{ м}$

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

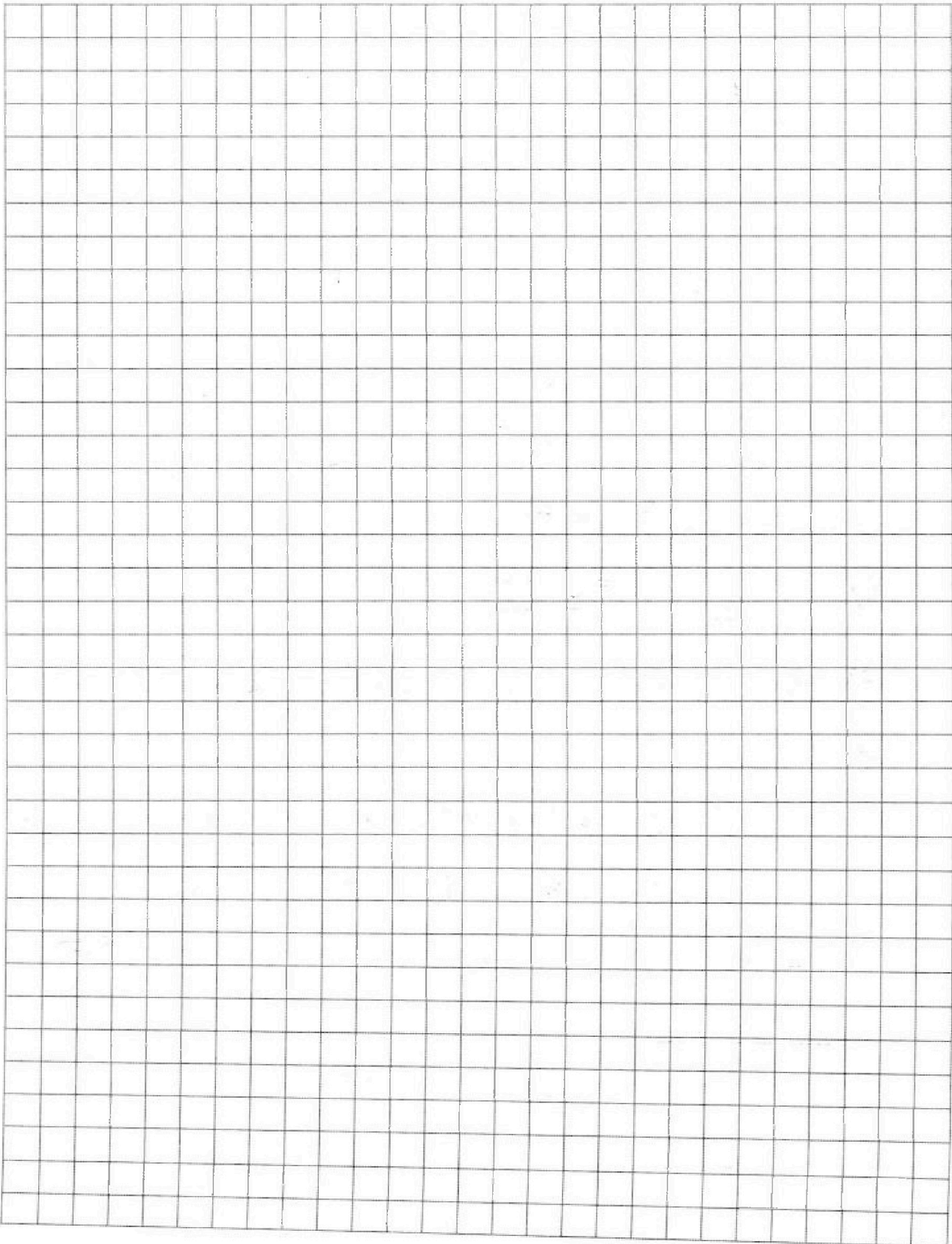


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



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

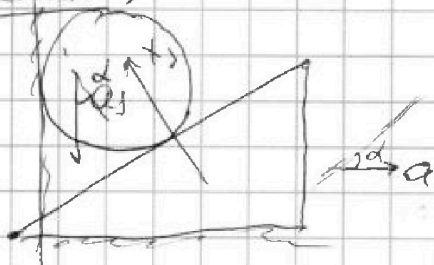


1 2 3 4 5 6 7

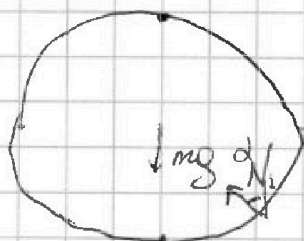
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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) Задача 3) Найти кин. связь шар и кинка
Задача 2 (продолжение) v_1 - ускорение шара

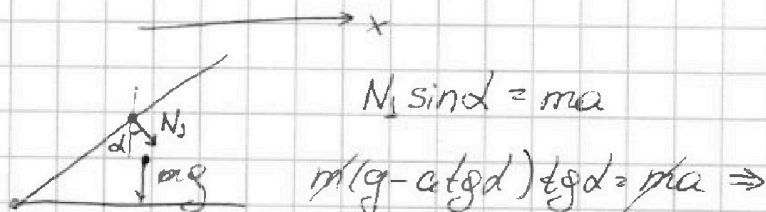


из условия непрерывности $a_{1x} = a_{2x} \Rightarrow a_1 \cos \alpha = a_2 \sin \alpha$
 $\Rightarrow a_1 = a_2 \tan \alpha$



$$mg - N_1 \cos \alpha = ma_1 = m a_2 \tan \alpha$$

$$\text{По } y: N_1 \cos \alpha = m(g - a_2 \tan \alpha) \Rightarrow N_1 = \frac{m(g - a_2 \tan \alpha)}{\cos \alpha}$$



$$N_2 \sin \alpha = ma$$

$$m(g - a_2 \tan \alpha) \tan \alpha = ma \Rightarrow$$

$$a(\tan^2 \alpha + 1) = g \tan \alpha = \frac{a}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow a = \frac{g \tan \alpha \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = g \sin \alpha \cos \alpha =$$

$$= g \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{10\sqrt{3}}{4} = 2,5\sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

4) $a = g \sin \alpha \cos \alpha = \frac{g \sin 2\alpha}{2} \rightarrow \max \text{ при } \alpha = 30^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

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) $a_1 = a_2 \tan \alpha = 2,5\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2,5 \cdot 3}{2} \text{ м/с}^2 = 1,25 \cdot 3 = 3,75 \text{ м/с}^2$

$$H = \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2H}{a_1}}, \quad v = a_1 t_1 = \sqrt{2Ha_1}$$

3) $v^2 = \frac{1}{2} g \sin 2\alpha \cdot 2gh \Rightarrow \sqrt{2Ha_1} = \sqrt{2gh} \Rightarrow h = \frac{2Ha_1}{2g}$



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!

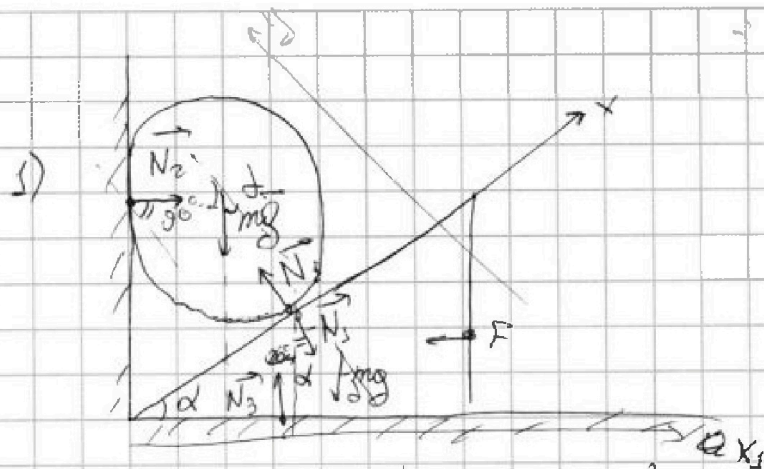
Задача 3

$F = ?$ $h = ?$ $a = ?$ $d = ?$ $a_{max} = ?$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



по Oy по II 3-Н НЬЮТОНА: $mg \cos \alpha = N_3 - N_2 \sin \alpha$

Ox: $mg \sin \alpha = N_2 \cos \alpha \Rightarrow N_2 = mg \tan \alpha$

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

Oy на клин: $N_3 \neq mg$

Ox, на клин: $F = mg \sin \alpha$ $F = N_3 \sin \alpha \Rightarrow F = mg \sin \alpha (\cos \alpha + \tan \alpha)$

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

$$= \frac{450\sqrt{3}}{12} \text{ Н} = \frac{25\sqrt{3}}{6} \text{ Н}$$

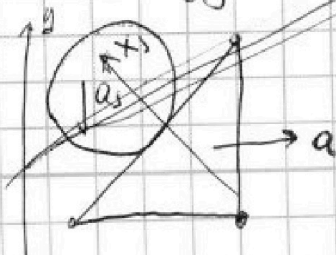
3) уг н.д $N_3 = mg(\cos \alpha + \tan \alpha)$

Ox, II 3-Н 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) Клин по клин, скорость a и a_s шара

Уз условия неотрывности:





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

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

