Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l=1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1=10$ м/с, угол $\alpha=60^0$. Скорость торпеды $V_2=20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.

1) Найдите $\sin\beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S=770$ м?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha=30^0$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S=0{,}8$ км от точки старта.

1) Под каким углом φ к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

Ускорение свободного падения $g=10$ м/с^2. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1=1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h=0{,}8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

Массы бруска и шарика одинаковы.

Ускорение свободного падения $g=10$ м/с^2. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластилина заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1=60$ м/с и $V_2=80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

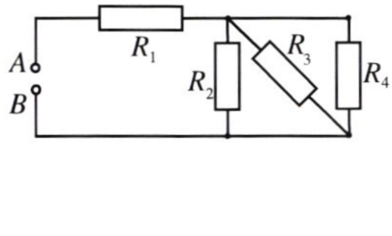
2) На сколько Δt (^{0}C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c=130$ Дж/(кг·^{0}C). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1=3\cdot r$, $R_2=R_3=2\cdot r$, $R_4=4\cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U=38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r=10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

корабль A и торпеда B

$\ell = 1 км$

$V_1 = 10 \frac{м}{с}$, $\alpha = 60°$

$V_2 = 20 \frac{м}{с}$, $S = 770 м$

торпеда попадёт в цель

$\sin\beta - ?$

$T - ?$

Рисунок (чертёж) к задаче:

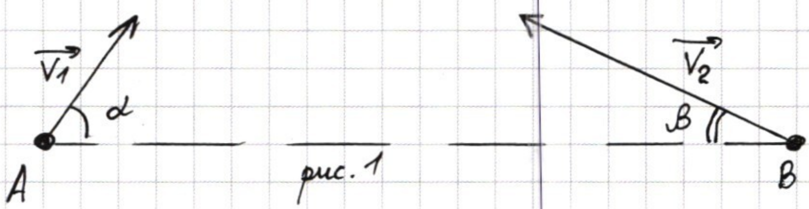


рис. 1

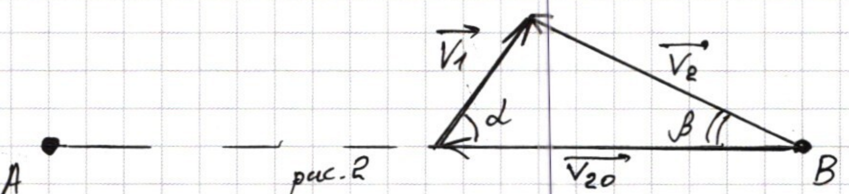


рис. 2

Решение:

1) Перейдём в систему отсчёта, связанную с кораблём A. (рис. 2) Так как в условии задачи сказано, что торпеда попадёт в цель, вектор относительной скорости торпеды B в новой системе отсчёта лежит на прямой AB.

2) Опираясь на преобразование Галилея: $\vec{V_2} = \vec{V_1} + \vec{V_{20}}$ (рис. 2), где $\vec{V_{20}}$ — скорость торпеды B в новой системе отсчёта.
Таким образом, получен треугольник, стороны к-рого являются векторами скоростей.

3) По теореме синусов в полученном треугольнике:
$$\frac{V_1}{\sin\beta} = \frac{V_2}{\sin\alpha} \Rightarrow \sin\beta = \frac{V_1 \cdot \sin\alpha}{V_2} = \frac{V_1 \cdot \sin 60°}{V_2} = \frac{10\frac{м}{с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{20\frac{м}{с}} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

4) По теореме косинусов в полученном треугольнике:
$$(V_2)^2 = (V_1)^2 + (V_{20})^2 - 2 \cdot V_1 \cdot V_{20} \cdot \cos\alpha$$

$(V_2)^2 = (V_1)^2 + (V_{20})^2 - 2 \cdot V_1 \cdot V_{20} \cdot \cos 60^\circ$

$\left(20 \frac{м}{с}\right)^2 = \left(10 \frac{м}{с}\right)^2 + (V_{20})^2 - 2 \cdot 10 \frac{м}{с} \cdot V_{20} \cdot \frac{1}{2}$

$400 = 100 + (V_{20})^2 - 10 V_{20}$

$(V_{20})^2 - 10 V_{20} - 300 = 0$

$D = 100 + 1200 = 1300$

$$\left[\begin{array}{l} V_{20} = \frac{10 + \sqrt{1300}}{2} = \frac{10 + 10\sqrt{13}}{2} = 5(\sqrt{13}+1) \frac{м}{с} \\ V_{20} = \frac{10 - \sqrt{1300}}{2} = \frac{10 - 10\sqrt{13}}{2} = 5(1-\sqrt{13}) \frac{м}{с} \end{array}\right.$$

Но так как $V_{20} \geq 0$ (это не проекция, это длина вектора),

$V_{20} = 5(1-\sqrt{13}) \frac{м}{с}$ не подходит

Тогда $V_{20} = 5(\sqrt{13}+1) \frac{м}{с}$.

5) По формуле расстояния при прямолинейном равномерном движении:

$l - S = V_{20} \cdot T \Rightarrow T = \frac{l-S}{V_{20}} = \frac{1000 м - 770 м}{5(\sqrt{13}+1) \frac{м}{с}} = \frac{230}{5(\sqrt{13}+1)} = 10,0 (с)$

Ответ: $\sin\beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$, $T = 10,0$ с.

№2

Дано:

$\alpha = 30^\circ$, $g = 10 \frac{м}{с^2}$

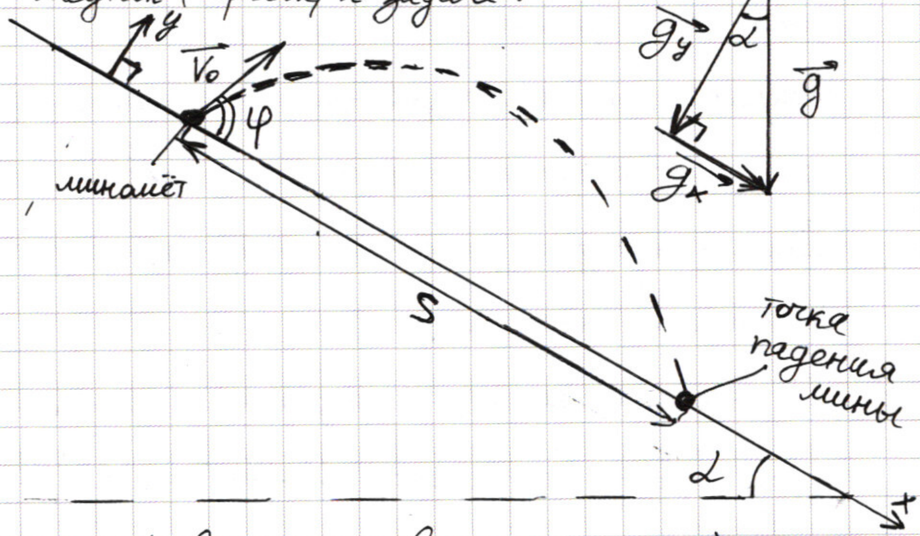
$t_{полёта} = t$ – наибольшее

$S = 0,8$ км

$\varphi - ?^\circ$

$V_0 - ? \frac{м}{с}$

Рисунок (чертёж) к задаче:



Решение: 1) Введём оси x (совпадает с поверхностью склона) и y (перпендикулярна ей). Направления осей показаны на рисунке.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Разложим вектор $\vec{g}$ на составляющие (векторные проекции на оси x и y) $\vec{g_x}$ и $\vec{g_y}$. При этом угол между $\vec{g_y}$ и $\vec{g}$ равен α (исходя из вычислений в прямоугольных треугольниках).

Тогда $g_y = g\cdot\cos\alpha = g\cdot\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}g}{2}$, а $g_x = g\cdot\sin\alpha = g\cdot\sin 30^\circ = \frac{g}{2}$

3) Рассмотрим движение тела относительно поверхности склона.

Исходя из законов прямолинейного равноускоренного движения:

$$\vec{S} = \vec{V_0}\cdot t_{полёта} + \frac{\vec{g}\cdot t_{полёта}^2}{2}$$

Запишем это уравнение в скалярных проекциях на оси x и y:

$$x:\ S = V_0\cdot\cos\varphi\cdot t_{полёта} + \frac{g_x\cdot t_{полёта}^2}{2} = V_0\cdot\cos\varphi\cdot t_{полёта} + \frac{g\cdot t_{полёта}^2}{2\cdot 2}$$

$$y:\ 0 = V_0\cdot\sin\varphi\cdot t_{полёта} - \frac{g_y\cdot t_{полёта}^2}{2} = V_0\cdot\sin\varphi\cdot t_{полёта} - \frac{\sqrt{3}g\cdot t_{полёта}^2}{2\cdot 2} = 0$$

4) Из уравнения в проекциях на ось y выразим $t_{полёта}$ ($t_{полёта} \neq 0$).

$$V_0\cdot\sin\varphi - \frac{\sqrt{3}g\cdot t_{полёта}}{2\cdot 2} = 0$$

$$t_{полёта} = \frac{2\cdot 2\, V_0\cdot\sin\varphi}{\sqrt{3}g} = \frac{4\sqrt{3}V_0\cdot\sin\varphi}{3g} = \frac{4\sqrt{3}V_0}{3g}\cdot\sin\varphi$$

Пусть $\frac{4\sqrt{3}V_0}{3g} = k$. $k - const$ Тогда $t_{полёта} = k\cdot\sin\varphi$

Для того чтобы $t_{полёта}$ было max, $\sin\varphi$ должен быть max. (прямо пропорциональные величины)

$\sin\varphi = 1$, $0^\circ \le \varphi \le 90^\circ \Rightarrow \varphi = 90^\circ$

5) Тогда $t_{полёта} = \frac{4\sqrt{3}V_0}{3g}\cdot\sin 90^\circ = \frac{4\sqrt{3}V_0}{3g}$

Подставим это выражение в уравнение в проекциях на ось x.

$$S = V_0\cdot\cos\varphi\cdot\frac{4\sqrt{3}V_0}{3g} + \frac{g\cdot\left(\frac{4\sqrt{3}V_0}{3g}\right)^2}{4} = 0 + \frac{48V_0^2 g}{36g^2} = \frac{4V_0^2}{3g}$$

$\cos\varphi = 0$

Отсюда $V_0^2 = \frac{3g}{4}\cdot S = \frac{3gS}{4}$

Так как $V_0 \geq 0$ (не проекция, а длина вектора): $V_0 = \sqrt{\frac{3gS}{4}}$

$V_0 = \sqrt{\frac{3 \cdot 10 \cdot 800}{4}} = \sqrt{30 \cdot 200} = \sqrt{6000} = 20\sqrt{15}\ \frac{м}{с}$

Ответ: $\varphi = 90°$, $V_0 = 20\sqrt{15}\ \frac{м}{с} = 77{,}46\ \frac{м}{с}$.

шероховатая наклонная плоскость

№3

Дано: $V_{брус\ кон} = 0\ \frac{м}{с}$

$V_1 = 1\ \frac{м}{с}$, $h = 0{,}8\ м$

$V_{шар\ нач} = 0\ \frac{м}{с}$

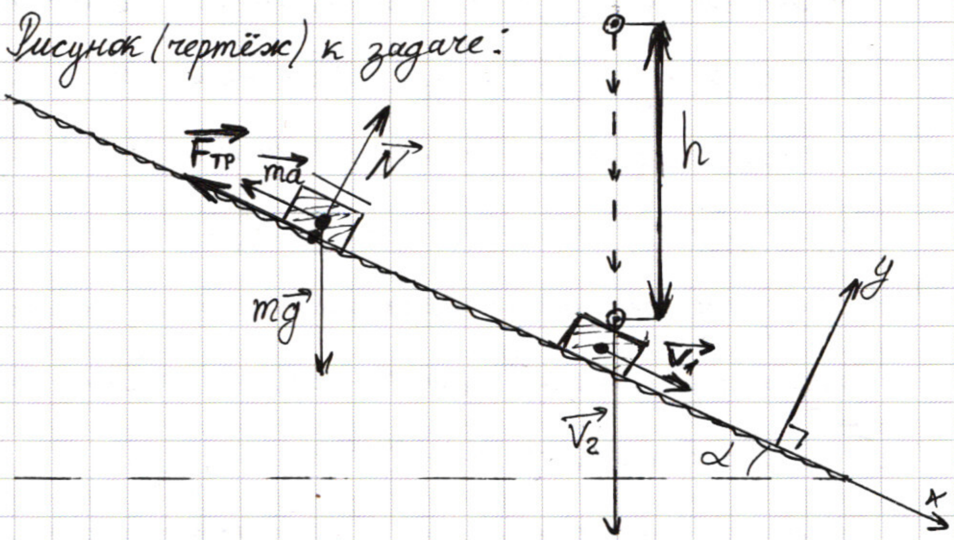
$m_{брус} = m_{шар} = m$

$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

$V_2 - ?\ \frac{м}{с}$

$a - ?\ \frac{м}{с^2}$

Рисунок (чертёж) к задаче:



Решение:

1) Запишем закон сохранения энергии для падения пластилинового шарика.

$\frac{m(V_2)^2}{2} - 0 = (mgh - 0) + 0$

$(V_2)^2 = 2gh$

$V_2 \geq 0 \Rightarrow V_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0{,}8} = \sqrt{16} = 4\left(\frac{м}{с}\right)$

2) Запишем второй закон Ньютона для бруска до столкновения:

$m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр}$ (I)

3) Введём оси x (совпадает с наклонной плоскостью) и y (перпендикулярна ей). Пусть угол наклона плоскости к горизонту α. Тогда угол между $\vec{V_2}$ и осью y — тоже α. То есть $V_{2x} = V_2 \cdot \sin\alpha$, а $V_{2y} = -V_2 \cdot \cos\alpha$. Аналогично между $\vec{mg}$ и y.

4) Запишем I уравнение в проекциях на оси x и y.

x: $-ma = 0 + mg \cdot \sin\alpha - F_{тр}$ y: $0 = N - mg \cdot \cos\alpha + 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$x: \; m\cdot a = F_{TP} - mg\cdot\sin\alpha$ $\qquad$ $y: \; N = mg\cdot\cos\alpha$

$m\cdot a = \mu\cdot N - mg\cdot\sin\alpha$ $\qquad$ Подставим $N = mg\cos\alpha$ в уравнение в проекциях на x.

$m\cdot a = \mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha \; |:m$

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

$\underline{a = g(\mu\cdot\cos\alpha - \sin\alpha)}$

5) Запишем второй закон Ньютона в импульсной форме для момента соударения бруска и пластилинового шарика в проекциях на оси x и y.

$x: \; 2m\cdot V_x - (m\cdot V_1 + m\cdot V_2\cdot\sin\alpha) = 0\cdot\Delta t = 0 \; |:m$

$2V_x = V_1 + V_2\cdot\sin\alpha \; \Rightarrow \; V_x = \dfrac{V_1 + V_2\cdot\sin\alpha}{2}$

$y: \; 2m\cdot V_y - (m\cdot 0 + m\cdot V_2\cdot\cos\alpha) = 0\cdot\Delta t = 0 \; |:m$

$2V_y = V_2\cdot\cos\alpha \; \Rightarrow \; V_y = \dfrac{V_2\cdot\cos\alpha}{2}$

6) Запишем второй закон Ньютона в импульсной форме для момента сразу после соударения шарика с бруском в проекциях на x и y.

$x: \; 2m\cdot 0 - 2m\cdot V_x = -F_{TP}\cdot\Delta t'$

$2m\cdot\dfrac{V_1 + V_2\cdot\sin\alpha}{2} = F_{TP}\cdot\Delta t' = \mu\cdot N\cdot\Delta t'$

$m(V_1 + V_2\cdot\sin\alpha) = \mu\cdot N\cdot\Delta t'$

пункты 5 и 6 — разделение одного процесса на две составляющие для понимания происходящего

Δt и $\Delta t'$ — очень малые промежутки времени

$y: \; 2m\cdot 0 - 2m\cdot V_y = N\cdot\Delta t'$

$2m\cdot\dfrac{V_2\cdot\cos\alpha}{2} = N\cdot\Delta t' = m\cdot V_2\cdot\cos\alpha$ — подставим это значение в уравнение в проекциях на x

$x: \; m(V_1 + V_2\cdot\sin\alpha) = \mu m V_2\cos\alpha \; |:m$

$V_1 + V_2\cdot\sin\alpha = \mu V_2\cos\alpha \; \Rightarrow \; V_1 = V_2(\mu\cdot\cos\alpha - \sin\alpha)$

$\mu\cdot\cos\alpha - \sin\alpha = \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{1}{4}$

7) $a = g\cdot(\mu\cdot\cos\alpha - \sin\alpha)$ – из пункта 4

$\mu\cdot\cos\alpha - \sin\alpha = \frac{1}{4}$ – из пункта 6

$a = g\cdot\frac{1}{4} = 10\cdot\frac{1}{4} = 2{,}5\left(\frac{м}{с^2}\right)$

Ответ: $V_2 = 4\,\frac{м}{с}$, $a = 2{,}5\,\frac{м}{с^2}$ (в проекции на x: $a_x = -2{,}5\,\frac{м}{с^2}$).

№4

Дано:

$m_1 = m_2 = m$

$t_1 = t_2$

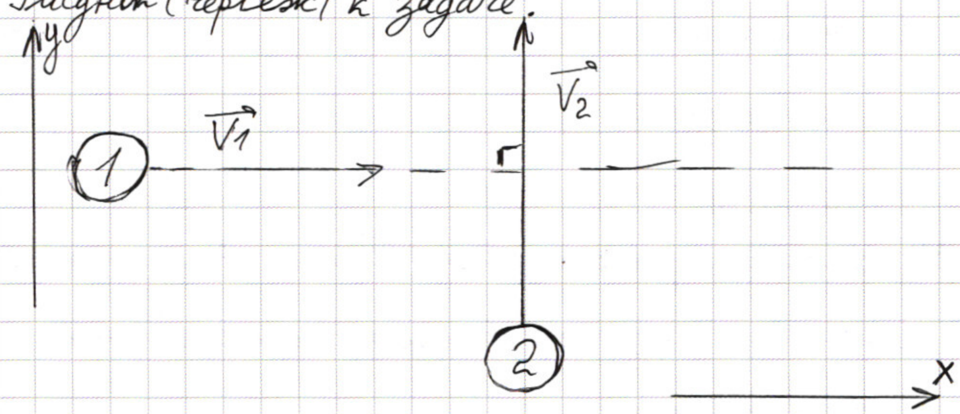
$v_1 = 60\,\frac{м}{с}$, $v_2 = 80\,\frac{м}{с}$

$c = 130\,\frac{Дж}{кг\cdot°C}$

$V - ?\,\frac{м}{с}$

$\Delta t - ?\,°C$

Рисунок (чертёж) к задаче:



Решение:

1) Введём оси x и y такие, что $\vec{V_1} \uparrow\uparrow x$ и $\vec{V_2} \uparrow\uparrow y$.

2) Запишем второй закон Ньютона в импульсной форме в проекциях на оси x и y.

x: $2m\cdot V_x - (m\cdot v_1 + m\cdot 0) = 0\cdot\Delta t = 0 \;|:m$

$V_x = \frac{V_1}{2}$

y: $2m\cdot V_y - (m\cdot 0 + m\cdot v_2) = 0\cdot\Delta t = 0 \;|:m$

$V_y = \frac{V_2}{2}$

3) По теореме Пифагора ($x \perp y$): $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

$V = \sqrt{\frac{V_1^2}{4} + \frac{V_2^2}{4}} = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2}}{2} = \frac{\sqrt{60^2+80^2}}{2} = \frac{100}{2} = 50\left(\frac{м}{с}\right)$

4) По закону сохранения энергии:

$\frac{2m\cdot v^2}{2} - \left(\frac{m\cdot v_1^2}{2} + \frac{m\cdot v_2^2}{2}\right) = -Q$

Так как $t_1 = t_2$: $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$ (шарики нагреются одинаково) Тогда $Q = c\cdot 2m\cdot\Delta t = 2cm\Delta t$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$m\cdot v^2-\frac{m}{2}\cdot(v_1^2+v_2)^2=-2cm\Delta t \,)\,:m$$

$$v^2-\frac{v_1^2+v_2^2}{2}=-2c\Delta t \,|\cdot 2$$

$$2v^2-v_1^2-v_2^2=-4c\Delta t$$

$$-\Delta t=\frac{2v^2-v_1^2-v_2^2}{4c}=\frac{2\cdot(50)^2-(60)^2-(80)^2}{4c}$$

$$\Delta t=\frac{60^2+80^2-2\cdot(50)^2}{4\cdot 130}=\frac{3600+6400-5000}{520}=\frac{5000}{520}=9{,}62(°C)$$

Ответ: $v=50\,\frac{м}{с}$, $\Delta t=9{,}62\,°C$.

№5

Дано:

$R_1=3\cdot r$, $R_4=4\cdot r$

$R_2=R_3=2\cdot r$

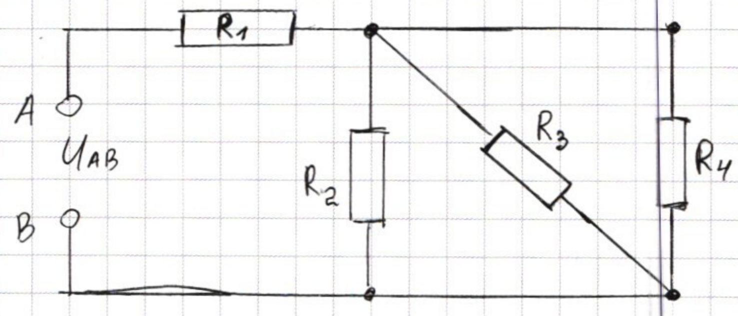
$U_{AB}=38\,В$

$r=10\,Ом$ (доп.)

R_{AB} — ?

I_4 — ? А

Схема электрической цепи:



Решение:

1) Заметим, что резисторы R_2, R_3 и R_4 соединены параллельно друг с другом, а их совокупность — последовательно с R_1.

2) Тогда по законам последовательного и параллельного соединения:

$$\frac{1}{R_{234}}=\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}=\frac{1}{2r}+\frac{1}{2r}+\frac{1}{4r}=\frac{2+2+1}{4r}=\frac{5}{4r}$$

$$R_{234}=\frac{4r}{5}=0{,}8r$$

$$R_{AB}=R_1+R_{234}=3r+0{,}8r=\underline{3{,}8\cdot r}$$

3) Если $r = 10$ Ом: $R_{AB} = 3{,}8 \cdot r = 3{,}8 \cdot 10 = 38$ (Ом)

Пусть через R_2 течёт ток I_2, через R_3 — I_3, через R_4 — I_4.

Тогда по первому правилу Кирхгофа через R_1 течёт ток $I_1 = I_2 + I_3 + I_4$

4) По закону параллельного соединения: $U_2 = U_3 = U_4$

$I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3 = I_4 \cdot R_4$ $\qquad$ $R_2 = R_3 = 2r$, $R_4 = 4r$ (по условию)

$I_2 \cdot 2r = I_3 \cdot 2r = I_4 \cdot 4r \quad | : r$

$2I_2 = 2I_3 = 4I_4 \quad | : 2$

$I_2 = I_3 = 2I_4$

5) Тогда $I_1 = I_2 + I_3 + I_4 = 2I_4 + 2I_4 + I_4 = 5I_4$

Но также I_1 является общим током в данной электрической цепи.

Тогда по закону Ома для однородных участков электрической цепи:

$U_{AB} = I_1 \cdot R_{AB}$

$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{38 В}{38 Ом} = 1 (A)$

$5I_4 = 1 A$

$I_4 = 0{,}2 A$

Ответ: $R_{AB} = 3{,}8r$ (при $r = 10$ Ом: $R_{AB} = 38$ Ом)

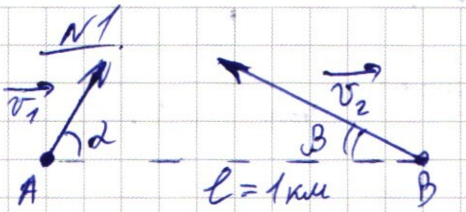
$I_4 = 0{,}2 A$

☐ черновик ☑ чистовик Страница №8

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

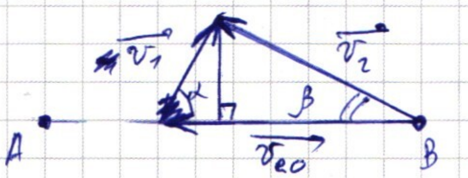


$V_1 = 10\frac{м}{с}$, $\angle\alpha = 60°$

$V_2 = 20\frac{м}{с}$, $\angle\beta$ $\quad$ $\sin\beta - ?$

$S = 770м \longrightarrow T - ?$

Перейдём в с.о. корабля А.



$$\sin\beta = \frac{v_1 \cdot \sin\alpha}{v_2} = \frac{10\cdot\sin 60°}{20} = \frac{\frac{\sqrt3}{2}}{2} = \frac{\sqrt3}{4}$$

$$v_{20} = v_1\cdot\cos\alpha + v_2\cdot\cos\beta = v_1\cdot\cos\alpha + v_2\cdot\sqrt{1-\sin^2\beta} =$$

$$= 10\cdot\cos 60° + 20\cdot\sqrt{1-\frac{3}{16}} = 10\cdot\frac12 + 20\cdot\frac{\sqrt{13}}{4} = 5+5\sqrt{13} = 5(\sqrt{13}+1)$$

$$T = \frac{\ell - S}{v_{e0}} = \frac{1000-770}{5(\sqrt{13}+1)} = \frac{230}{5(\sqrt{13}+1)} = \frac{46}{\sqrt{13}+1} = \frac{46(\sqrt{13}-1)}{12} = \frac{23(\sqrt{13}-1)}{6} = \frac{23\cdot 2{,}605}{6} = 1382с$$

3,7 × 3,7; 3,63 × 3,63 = 13,1769; 3,6 × 3,6 = 12,96; 3,601 × 3,601 = 12,967201; 3,604 × 3,604 = 12,988816; 3,605 × 3,605 = 12,996025

23000 | 6 → 3,83333333

$\frac{23}{6}\cdot\frac{521}{200} = \frac{11983}{1200}$

2605 | 5 → 521

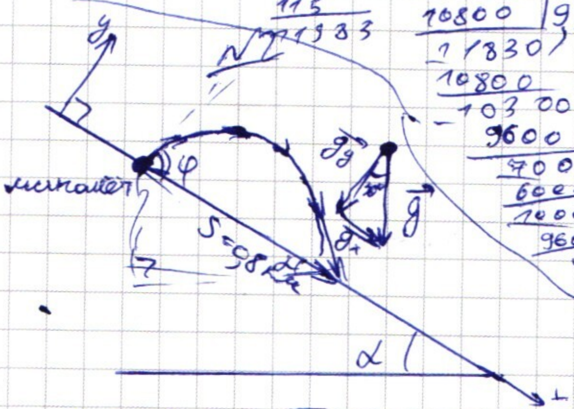
23 × 521 = 11983

3,83333 × 2,605 = 9,98582465

11983 | 1200 → 9,98582

46 × 2,6 = 119,6

$9{,}99с \approx 10{,}0с$



1) $S = v_0\cdot\cos\varphi\cdot t + \frac{g_x\cdot t^2}{2}$

2) $0 = v_0\cdot\sin\varphi\cdot t - \frac{g_y\cdot t^2}{2}$

$v_0\cdot\sin\varphi = \frac{g_y\cdot t}{2} \Rightarrow t = \frac{2v_0\cdot\sin\varphi}{g_y}$

$$S = v_0\cdot\cos\varphi\cdot\frac{2\cdot v_0\cdot\sin\varphi}{g_y} + \frac{g_x\cdot 4\cdot v_0^2\sin^2\varphi}{2(g_y)^2} =$$

$$= \frac{2\cdot v_0^2\cdot\sin\varphi\cdot\cos\varphi}{g_y} + \frac{4v_0^2\sin^2\varphi\, g_x}{2(g_y)^2} =$$

$$= \frac{4v_0^2\sin\varphi\cos\varphi\, g_y + 4v_0^2\sin^2\varphi\, g_x}{2(g_y)^2}$$

$\alpha = 30°$, φ, $T_{пол} - max$, $S = 0{,}8км$

$\varphi - ?$, $v_0 - ?$

$g_x = \frac{g}{2}$, $g_y = \frac{\sqrt3 g}{2}$

$$S=\frac{4v_0^2\sin\varphi\cdot\cos\varphi\cdot g_y+4v_0^2\sin^2\varphi\, g_x}{2(g_y)^2}=\frac{4v_0^2\sin\varphi\,(g_y\cdot\cos\varphi+g_x\cdot\sin\varphi)}{2(g_y)^2}=$$

$$=\frac{8v_0^2\sin\varphi\left(\frac{\sqrt3 g}{2}\cos\varphi+\frac{g}{2}\cdot\sin\varphi\right)}{\cancel{2}\cdot\frac{3g^2}{\cancel{2}}}=\frac{4v_0^2\sin\varphi(\sqrt3\cos\varphi+\sin\varphi)}{3g}$$

$$t=\frac{2v_0\cdot\sin\varphi}{g_y}=\frac{2v_0\cdot\sin\varphi}{\frac{\sqrt3 g}{2}}=\frac{4v_0\sin\varphi}{\sqrt3 g}=\frac{4\sqrt3 v_0\sin\varphi}{3g}\qquad t_{max}=\frac{4\sqrt3 v_0}{3g},\ \varphi=90^\circ$$

$$S=\frac{4v_0^2\cdot\cancel{\sqrt3}}{3g}\Rightarrow\ v_0^2=\frac{3gS}{4}\Rightarrow v_0=\sqrt{\frac{3gS}{4}}=\sqrt{\frac{3\cdot10\cdot800}{4}}=\sqrt{6000}=10\sqrt{60}=20\sqrt{15}$$

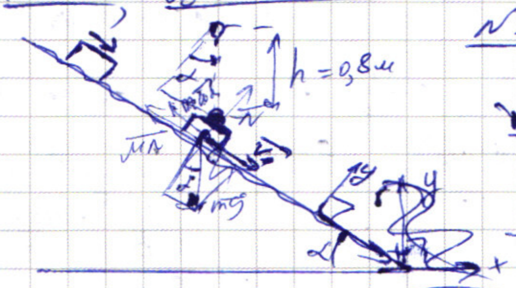
$$t_{max}=\frac{4\sqrt3\cdot20\sqrt{15}}{3g}=\frac{80\cdot3\sqrt5}{3g}=8\sqrt5\ (c)\qquad 400\sqrt3\ м$$

$$\cos(\varphi-\alpha)=\cos60^\circ=\frac12\qquad 10\sqrt5\cdot8\sqrt5=80\sqrt{75}=80\cdot5\cdot\sqrt3=400\sqrt3\ (oc)$$

$$\cancel{\frac{\sqrt3}{2}\cdot20\sqrt{15}\cdot8\sqrt5-\frac{10\cdot200}{2}=80\cdot15-5\cdot200=}\quad -400=20\sqrt{15}\cdot\frac{\sqrt3}{2}\cdot8\sqrt5-\frac{10\cdot320}{2}=$$

$$=1200-1600\ (-)$$

$\varphi=90^\circ$ $\quad v_0=20\sqrt{15}$



№3

после пад. – stop $\quad v_1=1\frac{м}{с}$

$$\frac{mv^2}{2}-0=mgh\qquad v^2=2gh\qquad v_2=\sqrt{2\cdot10\cdot0{,}8}=\sqrt{16}=4\frac{м}{с}$$

$$m_{БР}=m_{ШАР}=m\qquad g=10\frac{м}{с^2}$$

$$m\cdot v_{1x}=2m\cdot v_x\Rightarrow v_x=\frac{v_{1x}}{2}\qquad m\cdot v_{1y}+mv_2=2m\cdot v_y\Rightarrow v_y=\frac{v_2+v_{1y}}{2}$$

$$\cancel{v=\sqrt{\frac{v_2^2+2v_2v_{1y}+v_{1y}^2+v_{1x}^2}{4}}=\sqrt{v_{1y}+v_2}\,)\qquad=\frac{\sqrt{v_1^2+v_2^2+2v_2v_{1y}}}{2}}$$

$$x:\ m\cdot v_1+m\cdot v_2\cdot\sin\alpha=2m\cdot v_x\Rightarrow v_x=\frac{v_1+v_2\cdot\sin\alpha}{2}$$

$$N\cdot\Delta t=mv_2\cos\alpha$$

$$y:\ 0+m\cdot v_2\cdot\cos\alpha=2m\cdot v_y\Rightarrow v_y=\frac{v_2\cdot\cos\alpha}{2}$$

$$\Delta t:\ \cancel{0-\frac{v_2\cdot\cos\alpha}{2}=N\cdot\Delta t\Rightarrow\Delta t=\frac{-v_2\cdot\cos\alpha}{2N}}$$

$$\cancel{0-\frac{v_1+v_2\cdot\sin\alpha}{2}=\mu\cdot N\cdot\Delta t\Rightarrow}\qquad 0+2m\cdot\frac{v_2\cdot\cos\alpha}{2}=N\cdot\Delta t$$

$$\cancel{-\frac{v_1+v_2\cdot\sin\alpha}{2}=-\frac{\mu\cdot v_2\cdot\cos\alpha}{2}}\qquad \mu=\frac{v_1+v_2\cdot\sin\alpha}{v_2\cdot\cos\alpha}$$

$$\cancel{v_1+v_2\cdot\sin\alpha=\mu\cdot v_2\cdot\cos\alpha}$$

$$0+2m\cdot\frac{v_1+v_2\cdot\sin\alpha}{2}=\mu\cdot N\cdot\Delta t\qquad \mu=\frac{v_1+v_2\cdot\sin\alpha}{-v_2\cdot\cos\alpha}=\frac{1+4\sin\alpha}{-4\cos\alpha}$$

$$m(v_1+v_2\cdot\sin\alpha)=\mu\cdot(m\cdot v_2\cdot\cos\alpha)$$

$$v_1=v_2(\mu\cos\alpha-\sin\alpha)\Rightarrow$$

$$v_1+v_2\cdot\sin\alpha-\mu\cdot v_2\cdot\cos\alpha=0\qquad \mu\cos\alpha-\sin\alpha=\frac14$$

$$ma=\mu N-mg\cdot\sin\alpha=\mu mg\cos\alpha-mg\sin\alpha=mg(\mu\cos\alpha-\sin\alpha)=\frac{mg}{4}$$

$$a=\frac{g}{4}=2{,}5\ (\frac{м}{с^2})$$

$N=mg\cos\alpha$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

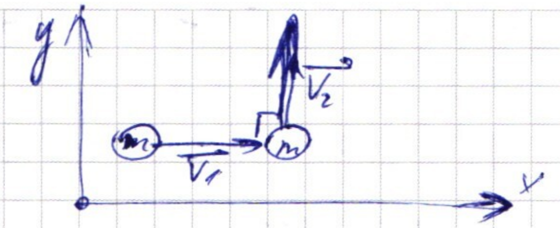
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$m_1 = m_2 = m$

$V_1 = 60\ \frac{м}{с}$

$V_2 = 80\ \frac{м}{с}$



$x:\ m\cdot V_1 = 2m\cdot V_x \Rightarrow V_x = \frac{V_1}{2}$

$y:\ m\cdot V_2 = 2m\cdot V_y \Rightarrow V_y = \frac{V_2}{2}$

$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{V_1^2+V_2^2}{4}} = \frac{\sqrt{V_1^2+V_2^2}}{2} = \frac{\sqrt{60^2+80^2}}{2} = \frac{100}{2} = 50\ (\frac{м}{с})$

$\Delta E_{кин} = \Delta E_{пот} + A_{непот}$

$\frac{2m\cdot V^2}{2} - \frac{m\cdot V_1^2}{2} - \frac{m\cdot V_2^2}{2} = -Q$

$\cancel{Q = m\cdot V^2}$ $\quad Q = \frac{m(V_1^2+V_2^2)}{2} - mV^2 = 2cm\Delta t$

$V_1^2+V_2^2 - 2V^2 = 4c\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{V_1^2+V_2^2-2V^2}{4c} = \frac{60^2+80^2-2\cdot 50^2}{4\cdot 130} =$

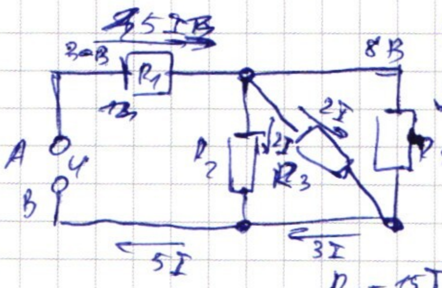
$= \frac{10000-5000}{4\cdot 130} = \frac{5000}{4\cdot 130} = \frac{500}{4\cdot 13} = 38\frac{8}{13} = \frac{500}{52} = 9{,}62\ (°C)$

$\frac{m(V_1^2+V_2^2)}{2} = \frac{2m\cdot V^2}{2} + 2cm\Delta t$

$\frac{V_1^2+V_2^2}{2} = V^2 + 2c\Delta t \quad 5000 = 2500 + 260\cdot 9{,}62$

$500 : 52 = 9{,}61538$

№5



$0{,}2\ A$ +

$R_1 = 3r$
$R_2 = R_3 = 2r$
$R_4 = 4r$
$U = 38\ B$

$3r + \frac{1}{\frac{1}{2r}+\frac{1}{2r}+\frac{1}{4r}} = 3r + \frac{1}{\frac{5}{4r}} = 3{,}8r$

$R_1 - 15Ir$
$R_4 - 4Ir$ $\quad Ir = 2\ B$

$\frac{19Ir}{5I} = 3{,}8r$

$r = 10\ Ом:\ 38\ Ом$

$I = 1A \quad 0{,}2\ A$

$3,8 \times 3,8$
304
114
14,44

$3,9 \times 3,9$
351
117
15,21

$3,88 \times 3,88$
3104
3104
1164
15,0544

$3,876 \times 3,876$
23256
27132
31008
11628
15,023376

$3,872 \times 3,872$
7744
27104
30976
11616
14,992384

$\cancel{3,873 \times 3,873}$

$3,873 \cdot 3,873 = (3,872 + 0,001) \cdot (3,872 + 0,001) =$
$= 3,872^2 + 0,002 \cdot 3,872$

3,873!

$3,872 \times 0,002$
0,007744
14,992384
15,000129

$3,873 \times 20$
77,460

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)