Fizyka

wykład 1

zadania

str. 5 zad. 1

Ad a)
Obwód kuli o promieniu r jest równy obwodowi okręgu o takim samym promieniu, a obwód okręgu wynosi $C = 2\pi r$. Przyjmując $\pi \approx 3{,}14169$ mamy

$$C \approx 2 \cdot 3{,}14169 \cdot 6{,}37 \cdot 10^6 \text{ m} \approx 40{,}023 \cdot 10^6 \text{ m} = 4{,}0023 \cdot 10^7 \text{ m}$$
$$= 4{,}0023 \cdot \frac{10^7}{10^3} \text{ km} \approx 4 \cdot 10^4 \text{ km}.$$

Ad b)
Pole powierzchni kuli wynosi $S = 4\pi r^2 \approx 12{,}57 \cdot r^2$. Dla Ziemi mamy

$$S \approx 12{,}57 \cdot (6{,}37 \cdot 10^6 \text{ m})^2 \approx 12{,}57 \cdot 40{,}577 \cdot 10^{12} \text{ m}^2$$
$$\approx 510{,}05 \cdot 10^{12} \text{ m}^2 \approx 5{,}1 \cdot 10^{14} \text{ m}^2 = 5{,}1 \cdot \frac{10^{14}}{10^6} \text{ km}^2 = 5{,}1 \cdot 10^8 \text{ km}^2.$$

Ad c)
Objętość kuli o promieniu r wynosi $V = (4/3) \cdot \pi r^3 \approx 4{,}189 \cdot r^3$. W przypadku Ziemi otrzymujemy

$$V \approx 4{,}189 \cdot (6{,}37 \cdot 10^6 \text{ m})^3 \approx 4{,}189 \cdot 258{,}475 \cdot 10^{18} \text{ m}^3$$
$$\approx 1082{,}75 \cdot 10^{18} \text{ m} \approx 1{,}08 \cdot 10^{21} \text{ m}^3 = 1{,}08 \cdot \frac{10^{21}}{10^9} \text{ km}^3 = 1{,}08 \cdot 10^{12} \text{ km}^3.$$

str. 6 zad. 4

Francuski tydzień (ft) jest równy 10 dniom, czyli mamy

$$\text{ft} = 10 \text{ dni} = 10 \cdot 10 \text{ godzin} = 10 \cdot 10 \cdot 100 \text{ minut}$$
$$= 10 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 100 \text{ sekund} = 10^6 \text{ sekund}.$$

Z kolei zwykły tydzień (zt) ma 7 dni, więc mamy

$$\text{zt} = 7 \text{ d} = 7 \cdot 24 \text{ h} = 7 \cdot 24 \cdot 60 \text{ m} = 7 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 604\,800 \text{ s}.$$

Ad a)

$$\frac{\text{ft}}{\text{zt}} = \frac{10 \text{ dni}}{7 \text{ d}} \approx 1{,}43$$

Ad b)
Ponieważ 10 dni francuskich stanowi 10^6 sekund francuskich, więc 1 dzień francuski trwa 10^5 sekund francuskich. Stąd 7 dni francuskich trwa $7 \cdot 10^5$ sekund francuskich. Z drugiej strony, 7 d = 604 800 s = $6{,}048 \cdot 10^5$ s, a stąd mamy proporcję

$$7 \cdot 10^5 \text{ sekund francuskich} - 6{,}048 \cdot 10^5 \text{ s}$$
$$1 \text{ sekunda francuska} - x \text{ s},$$

skąd

$$x = \frac{6{,}048 \cdot 10^5}{7 \cdot 10^5} = 0{,}864.$$

str. 7 zad. 7

Danymi są: przyrost d = 3,7 m oraz czas t = 14 d. Prędkość przyrostu określa wzór

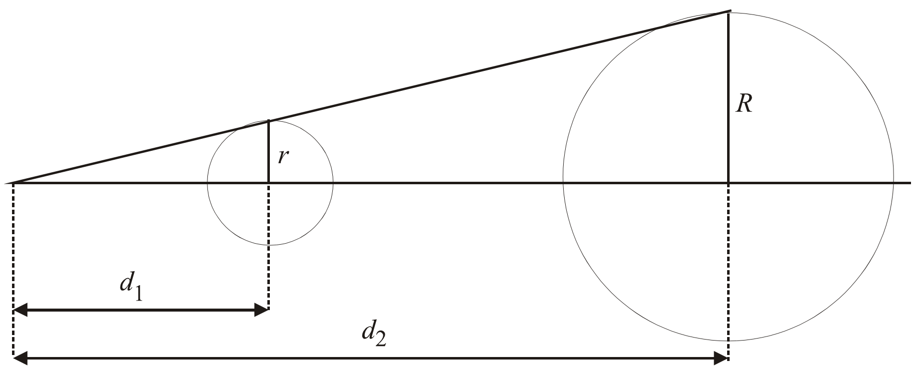
$$v = \frac{d}{t}$$

i po podstawieniu danych otrzymujemy

$$v = \frac{3{,}7 \text{ m}}{14 \text{ d}} = \frac{3{,}7 \cdot 10^6\ \mu\text{m}}{14 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} = \frac{3{,}7 \cdot 10^6\ \mu\text{m}}{1209600 \text{ s}} = \frac{3{,}7 \cdot 10^6\ \mu\text{m}}{1{,}2096 \cdot 10^6 \text{ s}} \approx 3{,}06 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}.$$

str. 7 zad. 9

Przyjmijmy, że odległość Ziemi od Księżyca jest równa d_1 = 1. Wówczas odległość Ziemi od Słońca wynosi d_2 = 400. Oznaczmy promień Słońca przez R, a promień Księżyca przez r.



Ad a)
Z podobieństwa trójkątów (zob. rysunek powyżej) otrzymujemy

$$\frac{R}{d_2} = \frac{r}{d_1},$$

czyli

$$\frac{R}{r} = \frac{d_2}{d_1} = 400$$

i tak samo jest dla średnic:

$$\frac{2R}{2r} = \frac{R}{r} = 400.$$

Ad b)
Oznaczmy objętość Słońca przez V_S, a objętość Księżyca przez V_K. Mamy

$$V_S = \frac{4}{3}\pi R^3, \quad V_K = \frac{4}{3}\pi r^3,$$

a stąd

$$\frac{V_S}{V_K} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \left(\frac{R}{r}\right)^3 = 400^3 = 4^3 \cdot (10^2)^3 = 64 \cdot 10^6 = 6{,}4 \cdot 10^7.$$

str. 13 zad. 1

Danymi są: prędkość samochodu $v = 90$ km/h i czas $t = 0{,}5$ s. Z wzoru

$$x = x_0 + vt$$

otrzymujemy wzór na drogę:

$$x - x_0 = vt.$$

Po podstawieniu danych mamy

$$x - x_0 = 90\,\frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 0{,}5\,\text{s} = \frac{90 \cdot 10^3}{3600}\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0{,}5\,\text{s} = 0{,}0125 \cdot 10^3\ \text{m} = 12{,}5\,\text{m}.$$

str. 13 zad. 3

Zadanie można rozwiązać dwoma sposobami.
Pierwszy sposób jest bardzo prosty, a rozwiązanie wynika z faktu, że skoro pociągi jadą naprzeciwko siebie z prędkością 30 km/h po drodze o długości 60 km, to zderzą się po godzinie. Przez godzinę ptak lecący z prędkością 60 km/h przebędzie drogę 60 km (obojętnie po jakiej drodze będzie latać).
Drugi sposób jest bardziej „wyrafinowany". Oznaczmy prędkość ptaka przez v_1, prędkości pociągów przez v_2, a początkową odległość pociągów przez d. Obliczmy drogę do pierwszego spotkania ptaka z pociągiem jadącym naprzeciwko. Droga ptaka do tego spotkania wynosi

$$d_1 = v_1 t, \tag{1}$$

a droga pociągu jadącego naprzeciwko –

$$d_2 = v_2 t.$$

Jest oczywiste, że

$$d = d_1 + d_2,$$

a stąd

$$d_1 = d - d_2 = d - v_2 t. \qquad (2)$$

Ale z równania (1) wynika, że

$$t = \frac{d_1}{v_1}$$

i po podstawieniu tej wielkości do równania (2) otrzymujemy

$$d_1 = d - v_2 \frac{d_1}{v_1}.$$

Rozwiązując to równanie względem d_1 mamy

$$d_1 = \frac{d}{1 + \frac{v_2}{v_1}}$$

i po podstawieniu danych dostajemy

$$d_1 = \frac{60}{1 + \frac{30}{60}} = \frac{60}{1 + \frac{1}{2}} = \frac{60}{\frac{3}{2}} = \frac{120}{3} = 40 \text{ km}.$$

Pociąg w tym czasie przebył drogę 20 km. Pierwszy pociąg jest w tej chwili w odległości 20 km od ptaka. Przyjmujemy tę odległość za nową drogę d i mamy

$$d_1' = \frac{20}{1 + \frac{1}{2}} = \frac{20}{\frac{3}{2}} = \frac{40}{3} \text{ km}.$$

Dotychczasowa łączna droga D ptaka wynosi

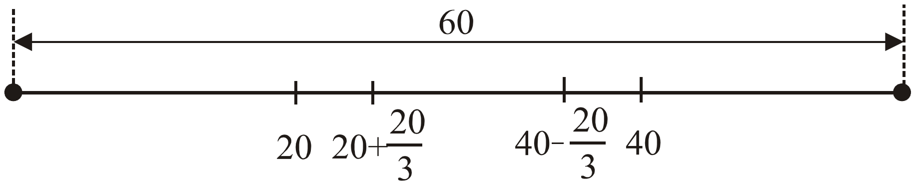
$$D = 40 + \frac{40}{3}.$$

W tym czasie, tj.

$$t = \frac{d_1'}{v_1},$$

pociąg przebył drogę

$$d_2' = v_2 t = 30 \cdot \frac{\frac{40}{3}}{60} = \frac{20}{3} \text{ km}.$$



Odległość (nowa wartość d) jaka dzieli teraz pociągi wynosi (zob. rysunek powyżej)

$$d = 40 - \frac{20}{3} - \left(20 + \frac{20}{3}\right) = 20 - \frac{40}{3}\ \text{km}$$

i mamy drogę ptaka

$$d_1'' = \frac{20 - \frac{40}{3}}{1 + \frac{1}{2}} = \frac{\frac{20}{3}}{\frac{3}{2}} = \frac{40}{9}\ \text{km.}$$

Zatem dotychczasowa droga ptaka wynosi

$$D = 40 + \frac{40}{3} + \frac{40}{9} = 40 + \frac{40}{3} + \frac{40}{3^2}.$$

Postępując tak dalej otrzymujemy całkowitą drogę ptaka w postaci szeregu

$$D = 40 + \frac{40}{3} + \frac{40}{3^2} + \frac{40}{3^3} + \ldots = 40\left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{3^3} + \ldots\right).$$

Szereg w nawiasie jest szeregiem geometrycznym o pierwszym wyrazie $a_1 = 1$ i ilorazie $q = 1/3$. Jego suma jest równa

$$S = \frac{a_1}{1-q} = \frac{1}{1 - \frac{1}{3}} = \frac{3}{2},$$

czyli

$$D = 40 \cdot \frac{3}{2} = 60\ \text{km.}$$

str. 14 zad. 9

Danymi są: wysokość szybu h = 190 m, maksymalna prędkość kabiny v_{max} = 305 m/min oraz przyspieszenie windy a = 1,22 m/s^2.
Ad a)
Skorzystamy z równania (zob. wykład 1 wzór (2.6))

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0),$$

w którym podstawiamy $v = v_{max}$, $v_0 = 0$ i $x_0 = 0$, czyli mamy

$$v_{max}^2 = 2ax,$$

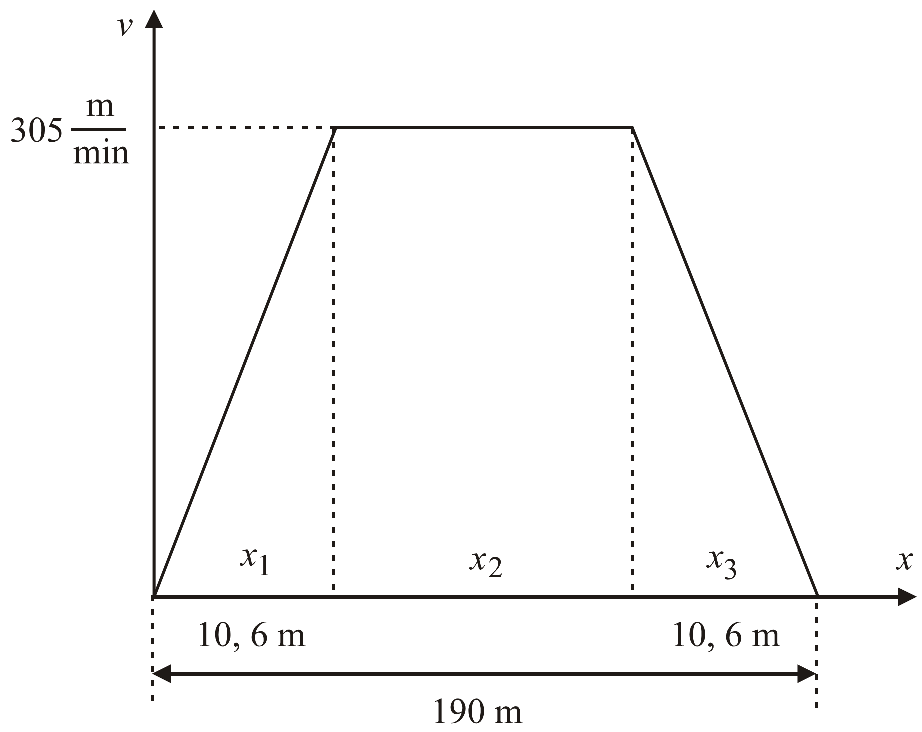
skąd

$$x = \frac{v_{max}^2}{2a}.$$

Po podstawieniu danych otrzymujemy

$$x = \frac{\left(305\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}}\right)^2}{2\cdot 1{,}22\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = \frac{\left(\frac{305}{60}\right)^2\,\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}}{2{,}44\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} \approx \frac{25{,}84}{2{,}44}\,\mathrm{m} \approx 10{,}6\ \mathrm{m}.$$

Ad b)



Najpierw na drodze $x_1 = 10{,}6$ m winda przyspiesza do osiągnięcia maksymalnej prędkości (zob. rysunek powyżej). Z wzoru (zob. wykład 1 wzór (2.5))

$$x_1 = x_0 + v_0 t_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

po podstawieniu danych ($x_0 = 0$, $v_0 = 0$) mamy

$$10{,}6 = \frac{1}{2}\cdot 1{,}22 \cdot t_1^2,$$

skąd

$$t_1 = \sqrt{\frac{2\cdot 10{,}6}{1{,}22}} \approx 4{,}17\ \mathrm{s}.$$

Następnie na drodze x_2 winda jedzie ze stałą prędkością $v = 305$ m/min, czyli zachodzi wzór (zob. wykład 1 wzór (2.4))

$$x_2 = x_0 + vt_2,$$

czyli

$$x_2 - x_0 = vt_2, \tag{3}$$

przy czym

$$x_2 - x_0 = h - x_1 - x_2 = 190 - 2 \cdot 10{,}6 = 168{,}8 \text{ m}.$$

Po podstawieniu danych do wzoru (3) mamy

$$168{,}8 = \frac{305}{60} \cdot t_2 \approx 5{,}08 \cdot t_2, \tag{4}$$

gdzie jednostki [m/min] zamieniliśmy na [m/s]. Z wzoru (4) mamy

$$t_2 \approx \frac{168{,}8}{5{,}08} \approx 33{,}23 \text{ s}.$$

Drogę x_3 winda pokonuje w takim samym czasie, jak drogę x_1. Łączny czas jest więc równy

$$t = 2 \cdot t_1 + t_2 \approx 2 \cdot 4{,}17 + 33{,}23 = 41{,}57 \text{ s}.$$

str. 19 zad. 6

Dane:

$$\vec{\mathbf{a}} = 3\hat{\mathbf{i}} + 3\hat{\mathbf{j}} - 2\hat{\mathbf{k}},$$
$$\vec{\mathbf{b}} = -\hat{\mathbf{i}} + 4\hat{\mathbf{j}} + 2\hat{\mathbf{k}},$$
$$\vec{\mathbf{c}} = 2\hat{\mathbf{i}} + 2\hat{\mathbf{j}} + \hat{\mathbf{k}}.$$

Ad a)
W celu obliczenia iloczynu skalarnego $\vec{\mathbf{a}} \cdot \left(\vec{\mathbf{b}} \times \vec{\mathbf{c}}\right)$ obliczamy najpierw iloczyn wektorowy $\vec{\mathbf{b}} \times \vec{\mathbf{c}}$. Mamy

$$\begin{aligned}\vec{\mathbf{b}} \times \vec{\mathbf{c}} &= (b_y c_z - c_y b_z)\hat{\mathbf{i}} + (b_z c_x - c_z b_x)\hat{\mathbf{j}} + (b_x c_y - c_x b_y)\hat{\mathbf{k}} \\ &= (4 \cdot 1 - 2 \cdot 2)\hat{\mathbf{i}} + (2 \cdot 2 - 1 \cdot (-1))\hat{\mathbf{j}} + (-1 \cdot 2 - 2 \cdot 4)\hat{\mathbf{k}} \\ &= 0\hat{\mathbf{i}} + 5\hat{\mathbf{j}} - 9\hat{\mathbf{k}}.\end{aligned}$$

Dalej korzystamy z wzoru na iloczyn skalarny wyrażony przez współrzędne. Otrzymujemy

$$\vec{a} \cdot \left(\vec{b} \times \vec{c}\right) = 3 \cdot 0 + 3 \cdot 5 + (-2) \cdot (-9) = 15 + 18 = 33.$$

Ad b)
Wynik będzie iloczynem skalarnym. Obliczamy najpierw sumę $\vec{\mathbf{b}} + \vec{\mathbf{c}}$:

$$\vec{\mathbf{b}} + \vec{\mathbf{c}} = (-1 + 2)\hat{\mathbf{i}} + (4 + 2)\hat{\mathbf{j}} + (2 + 1)\hat{\mathbf{k}} = \hat{\mathbf{i}} + 6\hat{\mathbf{j}} + 3\hat{\mathbf{k}}.$$

Ponownie korzystamy z wzoru na iloczyn skalarny:

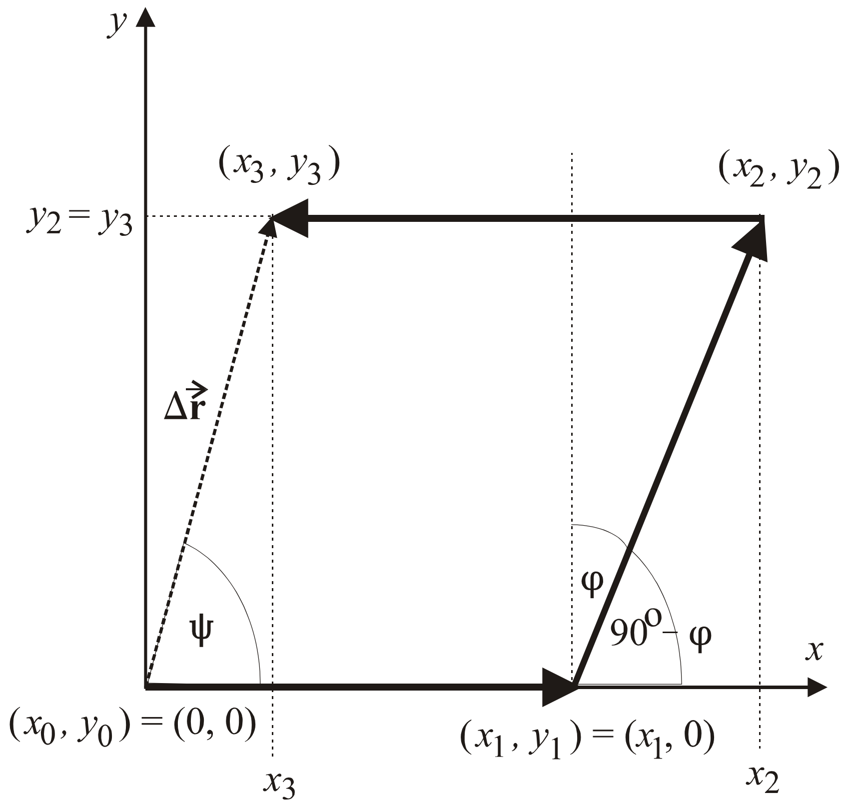
$$\vec{\mathbf{a}} \cdot \left(\vec{\mathbf{b}} + \vec{\mathbf{c}}\right) = 3 \cdot 1 + 3 \cdot 6 + (-2) \cdot 3 = 3 + 18 - 6 = 15.$$

Ad c)
Wynik będzie wektorem. Jeżeli składowe wektora $\vec{\mathbf{b}} + \vec{\mathbf{c}}$ oznaczymy przez d_x, d_y i d_z, to mamy

$$\begin{aligned}\vec{\mathbf{a}} \times \left(\vec{\mathbf{b}} + \vec{\mathbf{c}}\right) &= (a_y d_z - d_y a_z)\hat{\mathbf{i}} + (a_z d_x - d_z a_x)\hat{\mathbf{j}} + (a_x d_y - d_x a_y)\hat{\mathbf{k}} \\ &= (3 \cdot 3 - 6 \cdot (-2))\hat{\mathbf{i}} + (-2 \cdot 1 - 3 \cdot 3)\hat{\mathbf{j}} + (3 \cdot 6 - 1 \cdot 3)\hat{\mathbf{k}} \\ &= 21\hat{\mathbf{i}} - 11\hat{\mathbf{j}} + 15\hat{\mathbf{k}}.\end{aligned}$$

str. 28 zad. 3

Narysujmy drogę pociągu w układzie *Oxy*.



Ad a)
Podczas jazdy pociągu na wschód $\Delta y = y_1 - y_0 = 0$, więc

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{\Delta t} = \frac{x_1}{\Delta t},$$

bo $x_0 = 0$. Stąd

$$x_1 = v \cdot \Delta t$$

i po podstawieniu danych mamy

$$x_1 = \left(60\,\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)\cdot\left(\frac{40}{60}\,\text{h}\right) = 40\ \text{km}.$$

W celu wyznaczenia współrzędnych x_2 i y_2 skorzystamy z twierdzenia sinusów i wzoru na prędkość średnią (w dwóch wymiarach). Z twierdzenia sinusów mamy

$$\frac{x_2 - x_1}{\sin\varphi} = \frac{y_2 - y_1}{\sin(90°-\varphi)} = \frac{y_2 - y_1}{\cos\varphi},$$

czyli

$$\frac{x_2 - 40}{\sin 50°} = \frac{y_2}{\cos 50°}.$$

Stąd

$$y_2 = \frac{\cos 50°}{\sin 50°}(x_2 - 40) \approx \frac{0{,}64}{0{,}77}(x_2 - 40) \approx 0{,}83(x_2 - 40). \tag{5}$$

Prędkość w dwóch wymiarach określa wzór

$$v = \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{x_2 - x_1}{\Delta t}\right)^2 + \left(\frac{y_2 - y_1}{\Delta t}\right)^2}.$$

Po podstawieniu danych otrzymujemy

$$60 = \sqrt{\left(\frac{x_2 - 40}{\frac{20}{60}}\right)^2 + \left(\frac{y_2}{\frac{20}{60}}\right)^2} = \frac{60}{20}\sqrt{(x_2 - 40)^2 + y_2^2}.$$

Mamy zatem równanie

$$\sqrt{(x_2 - 40)^2 + y_2^2} = 20,$$

czyli

$$(x_2 - 40)^2 + y_2^2 = 400.$$

Uwzględniając w tym równaniu wielkość y_2 daną wzorem (5) dostajemy

$$(x_2 - 40)^2 + (0{,}83)^2(x_2 - 40)^2 = 400,$$

$$(x_2 - 40)^2 + 0{,}69\cdot(x_2 - 40)^2 = 400,$$

$$1{,}69\cdot(x_2 - 40)^2 = 400,$$

$$(x_2 - 40)^2 = \frac{400}{1{,}69},$$

$$(x_2 - 40)^2 = 236{,}7,$$

$$x_2 - 40 = \sqrt{236{,}7},$$

$$x_2 - 40 = 15{,}4,$$
$$x_2 = 55{,}4$$

i po podstawieniu tej wartości do wzoru (5) mamy

$$y_2 = 0{,}83 \cdot (55{,}4 - 40) \approx 12{,}8.$$

Zatem

$$(x_2, y_2) = (55{,}4; 12{,}8).$$

Ponieważ $y_3 = y_2$, więc prędkość na drodze od punktu (x_2, y_2) do punktu (x_3, y_3) określa wzór

$$v = \frac{x_2 - x_3}{\Delta t},$$

skąd

$$x_3 = x_2 - v\Delta t.$$

Po podstawieniu danych otrzymujemy

$$x_3 = 55{,}4 - 60 \cdot \frac{50}{60} = 5{,}4$$

i mamy

$$(x_3, y_3) = (5{,}4; 12{,}8).$$

Wynika z tego, że wektor $\Delta\vec{\mathbf{r}}$, który określa przemieszczenie od punktu (x_0, y_0) do punktu (x_3, y_3) ma postać

$$\Delta\vec{\mathbf{r}} = 5{,}4\hat{\mathbf{i}} + 12{,}8\hat{\mathbf{j}}.$$

Prędkość średnia na tej drodze wynosi

$$v_{sr} = \sqrt{\left(\frac{\Delta r_x}{\Delta t}\right)^2 + \left(\frac{\Delta r_y}{\Delta t}\right)^2}, \tag{6}$$

gdzie Δt oznacza całkowity czas jazdy pociągu, czyli $\Delta t = 40 + 20 + 50 = 150$ min $= 11/6$ h. Po podstawieniu danych do wzoru (6) otrzymujemy zatem

$$v_{sr} = \sqrt{\left(\frac{5{,}4}{\frac{11}{6}}\right)^2 + \left(\frac{12{,}8}{\frac{11}{6}}\right)^2} = \frac{6}{11}\sqrt{(5{,}4)^2 + (12{,}8)^2}$$
$$= \frac{6}{11}\sqrt{29{,}16 + 163{,}84} = \frac{6}{11}\sqrt{193} \approx \frac{6}{11} \cdot 13{,}9 \approx 7{,}6\,\frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Ad b)
Z twierdzenia sinusów mamy

$$\frac{r_y}{\sin\psi} = \frac{r_x}{\sin(90°-\psi)} = \frac{r_x}{\cos\psi},$$

skąd

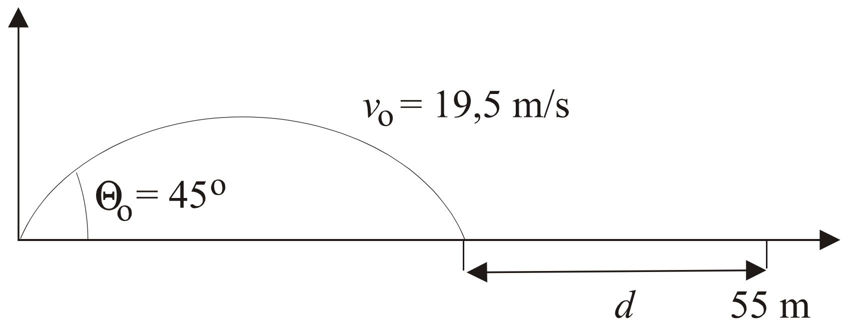
$$\frac{\sin\psi}{\cos\psi} = \mathrm{tg}\,\psi = \frac{r_y}{r_x},$$

czyli

$$\psi = \mathrm{arctg}\,\frac{r_y}{r_x} = \mathrm{arctg}\,\frac{12{,}8}{5{,}4} \approx \mathrm{arctg}\,2{,}37.$$

Korzystając z tablic trygonometrycznych otrzymujemy $\psi \approx 67{,}12°$. Jest to kąt na północ od kierunku wschodniego

str. 29 zad. 11



Obliczmy jak daleko poleci piłka korzystając z wzoru

$$x = x_0 + v_{0x}t.$$

Przyjmując $x_0 = 0$ mamy

$$x = (v_0 \cos\Theta_0)\cdot t. \tag{7}$$

Czas t można wyznaczyć z równania (zob. wykład 1 wzór (4.2))

$$y = y_0 + (v_0 \sin\Theta_0)\cdot t - \frac{1}{2}gt^2.$$

Mamy $y = y_0 = 0$, więc

$$0 = (v_0 \sin\Theta_0) \cdot t - \frac{1}{2} g t^2, \quad /:t$$
$$\frac{1}{2} g t = v_0 \sin\Theta_0,$$
$$t = \frac{2 v_0 \sin\Theta_0}{g}.$$

Po podstawieniu danych otrzymujemy

$$t = \frac{2 \cdot 19{,}5 \cdot \sin 45^\circ}{9{,}8} \approx 3{,}98 \cdot 0{,}7071 \approx 2{,}8 \text{ s.}$$

Zatem z wzoru (7) mamy

$$x = 19{,}5 \cdot \cos(45^\circ) \cdot 2{,}8 \approx 54{,}6 \cdot 0{,}7071 \approx 38{,}6 \text{ m.}$$

Drugi zawodnik musi więc przebiec drogę $d = 55 - 38{,}6 = 16{,}4$ m.

str. 29 zad. 13

Danymi są: wysokość $h = 200$ km i przyspieszenie $g = 9{,}2$ m/s^2.
Satelita porusza się na orbicie ruchem jednostajnym po okręgu, przy czym przyspieszenie dośrodkowe jest równe przyspieszeniu g. Przyspieszenie dośrodkowe oblicza się z wzoru (zob. wykład 1 wzór (4.11))

$$a = \frac{v^2}{r}.$$

Wstawiając w tym równaniu $a = g$ i $r = R_z + h$, gdzie R_z oznacza promień Ziemi, który jest równy $6{,}37 \cdot 10^6$ m, mamy

$$v^2 = g(R_z + h) = 9{,}2(6{,}37 \cdot 10^6 + 200 \cdot 10^3)$$
$$= 9{,}2(6{,}37 + 0{,}2) \cdot 10^6 = 60{,}444 \cdot 10^6,$$

skąd

$$v = \sqrt{60{,}444} \cdot 10^3 \approx 7{,}775 \cdot 10^3 \ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 7{,}775 \frac{\text{km}}{\text{s}} \approx 28\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$