**Mathematik LK 11 M1, AB 01 – Wdh. Mittelstufe: Funktionen – Lösung 13.08.2012**

***Lineare Funktionen***

**Aufgabe 1: Hase und Igel**

Seien wir mal ehrlich: Im Märchen hat der Igel geschummelt! Betrachten wir die Sache mal mathematisch. Ein Hase ist bis zu 36 km/h schnell. Nehmen wir an, dass er in der Rennsituation diese Geschwindigkeit konstant hält. Der Igel dagegen schafft gerade mal 1,8 km/h. Die Rennstrecke ist 100 m lang. Wir geben dem Igel 80 m Vorsprung.

**a)** Stelle für Hase und Igel je eine Funktion *Zeit seit Rennbeginn → Entfernung vom Startpunkt* auf.

Da das Ergebnis von b) in Sekunden angegeben werden soll, ist es sinnvoll, die km/h in m/s umzurechnen. Es gilt $1\,km/h=\frac{1000\,m}{60\cdot 60\,s}=\frac{1}{3{,}6}\,m/s$ und entsprechend $1\,m/s=3{,}6\,km/h.$

Also $72\,km/h=\frac{72}{3{,}6}\,m/s=20\,m/s$ und $1{,}8\,km/h=\frac{1{,}8}{3{,}6}\,m/s=0{,}5\,m/s.$ Damit ist

Hase: $f(t)=20\,m/s\cdot t$
Igel: $g(t)=0{,}5\,m/s\cdot t+80\,m$ (t jeweils in Sekunden).

**b)** Berechne mit Hilfe der Funktionen, ob und nach wie viel Sekunden der Hase den Igel überholt. Wie viel Meter konnte der Igel bis dahin zurücklegen?

Gesucht ist der Schnittpunkt $(t_s|y_s)$ der beiden Funktionen. Gleichsetzen:

$$20\,m/s\cdot t_s=0{,}5\,m/s\cdot t_s+80\,m \quad |\ -0{,}5\,m/s\cdot t_s$$
$$\Leftrightarrow 19{,}5\,m/s\cdot t_s=80\,m \quad |\ :19{,}5\,m/s$$
$$\Leftrightarrow \boldsymbol{t_s}=\frac{800}{195}\,s=\frac{160}{39}\,s\approx\mathbf{4{,}1\,s}$$

$$\boldsymbol{y_s}=f(t_s)=\frac{20\,m/s\cdot 160}{39}\,s=\frac{3200}{39}\,m\approx\mathbf{82{,}05\,m} \quad \text{(oder } y_s=g(t_s))$$

**A: Nach etwa 4,1 s überholt der Hase den Igel. Der konnte in dieser Zeit gerade mal etwas mehr als 2 m zurücklegen.**

**Aufgabe 2*: Piraten!**

Zwei Schiffe der englischen Marine jagen den Piraten Blackbeard. Dieser flüchtet auf geradem Kurs. Zu Beginn der Verfolgung befindet sich Blackbeard an den Koordinaten $(W10|N20)$ *(Gerechnet in Seemeilen, Nullpunkt ist die Piratenbasis)*. Fünf Stunden später ist die Jagd zu ende und er hat die Koordinaten $(W25|N40)$ erreicht.
Verfolger 1 fährt parallel zum Piraten und befindet am Ende der Jagd an den Koordinaten $(W30|N30)$. Verfolger 2 ist auf einem Kurs genau senkrecht zum Kurs des Piraten und befindet sich am Ende der Jagd an der gleichen Stelle wir Blackbeard.

**a)** Berechne die Kurse der drei Schiffe. (Stelle je eine Funktion *Ost-West-Koordinate → Nord-Süd-Koordinate* auf).

Pirat: Aufstellen einer linearen Funktion aus zwei Punkten.

Methode 1: Steigung bestimmen und dann Steigung und einen Punkt einsetzen, um den y-Achsenabschnitt zu bestimmen.

$$m=\frac{\Delta y}{\Delta x}=\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}=\frac{40-20}{25-10}=\frac{20}{15}=\frac{4}{3}$$

Einsetzen mit Punkt 1: $20=\frac{4}{3}\cdot 10+n \quad | -\frac{40}{3} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{60}{3}-\frac{40}{3}=n \quad \Leftrightarrow \quad \frac{20}{3}=n$

Also: $\boldsymbol{f(x)=\frac{4}{3}x+\frac{20}{3}}$

oder Methode 2: Alle Punkte in die allgemeine Funktionsgleichung einsetzen und ein LGS lösen. (Erscheint hier vielleicht komplizierter, aber das Prinzip funktioniert mit jeder Funktion)

$I.\quad 20=m\cdot 10+n$
$II.\quad 40=m\cdot 25+n \quad | \; II-I$
$IIa.\quad 20=15m \quad \Leftrightarrow \quad m=\frac{4}{3}$ Einsetzen in I.: $20=\frac{4}{3}\cdot 10+n \quad \Leftrightarrow \quad \frac{60}{3}-\frac{40}{3}=n \quad \Leftrightarrow \quad \frac{20}{3}=n$ Also:
$\boldsymbol{f(x)=\frac{4}{3}x+\frac{20}{3}}$

<u>Verfolger 1:</u> Wenn zwei Geraden parallel sind, gilt: $m_1=m_2$. Also $m_2=\frac{4}{3}$.

Einsetzen des Punktes: $30=\frac{4}{3}\cdot 30+n \quad | -40 \quad \Leftrightarrow \quad -10=n$ Also: $\boldsymbol{g(x)=\frac{4}{3}x-10}$

<u>Verfolger 2:</u> Wenn zwei Geraden senkrecht zueinander sind, gilt: $m_1=-\frac{1}{m_2}$.

Also $m_2=-\frac{3}{4}=-0{,}75$.

Einsetzen des Punktes: $40=-\frac{3}{4}\cdot 25+n \quad | +\frac{75}{4} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{235}{4}=n$ Also: $\boldsymbol{h(x)=-\frac{3}{4}x+58{,}75}$

**b)** Stelle eine Funktion auf: *Zeit in Stunden seit Beginn der Jagd → Entfernung Blackbeards zur Piratenbasis* auf. (Hinweis: Dies ist keine lineare Funktion). Zeichne den Graphen dieser Funktion.

Berechnung der Geschwindigkeit des Piraten:

Zurückgelegte Strecke in x-Richtung: $\Delta x=25-10=15$
Zurückgelegte Strecke in y-Richtung: $\Delta y=45-25=20$

Die Geschwindigkeit ist die zurückgelegte Strecke durch die dafür benötigte Zeit:

Geschwindigkeit in x-Richtung: $\frac{15\,sm}{5\,h}=3\,sm/h$

Geschwindigkeit in y-Richtung: $\frac{20\,sm}{5\,h} = 4\,sm/h$

Damit können wir zwei Funktionen aufstellen:

1. *vergangene Zeit → x-Koordinate*: $s_x(t) = 3 \cdot t + 10$
2. *vergangene Zeit → y-Koordinate*: $s_y(t) = 4 \cdot t + 25$

Die Entfernung zur Basis ist die Diagonale im rechtwinkligen Dreieck mit den Katheten $s_x(t)$ und $s_y(t)$

$$s(t) = \sqrt{s_x(t)^2 + s_y(t)^2}$$
$$= \sqrt{(3t+10)^2 + (4t+25)^2} = \sqrt{9t^2 + 60t + 100 + 16t^2 + 200t + 625} = \sqrt{25t^2 + 260t + 725}$$

Also $\mathbf{s(t) = \sqrt{25t^2 + 260t + 725}}$

***Quadratische Funktionen***

**Aufgabe 3: Fastfood**

Eine bekannte amerikanische Fastfood-Kette hat ihr Firmensymbol mit einem Doppelbogen nach einer quadratischen Funktion gestaltet.

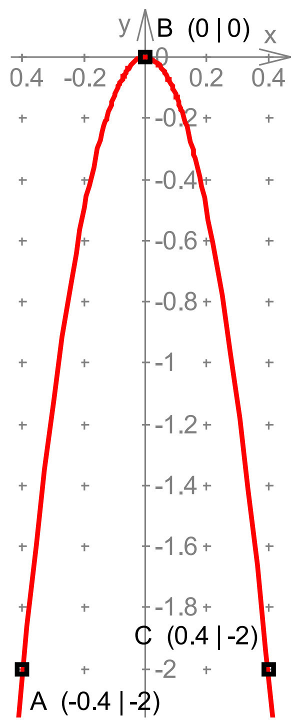
Das Symbol auf einem Mast eines Restaurant ist 2 m breit und 1,6 m hoch.

Bestimme die Funktion, nach welcher Funktion der Doppelbogen designet sein könnte. (Die Dicke der Bögen wird vernachlässigt).

Eine Parabel ist also am Scheitelpunkt 2 m hoch und an der Basis 0,8 m breit.

Festlegung eines Koordinatensystems auf den Scheitelpunkt ergibt drei ablesbare Punkte der Parabel (andere Koordinatensystem auch möglich; das ergibt andere Funktionen als Ergebnis):

$$A(-0{,}4|-2);\ B(0|0);\ C(0{,}4|-2)$$




Einsetzen in die allgemeine Funktionsgleichung $f(x) = ax^2 + bx + c$ ergibt drei Gleichungen:

| | |
|---|---|
| $I.\quad -2=a\cdot(-0{,}4)^2+b\cdot(-0{,}4)+c$<br>$II.\quad 0=a\cdot 0^2+b\cdot 0+c$<br>$III.\quad -2=a\cdot 0{,}4^2+b\cdot 0{,}4+c$<br><br>$I.\quad -2=\frac{4}{25}a-\frac{2}{5}b+c \quad \mid III.-I.$<br>$II.\quad 0=c$<br>$III.\quad -2=\frac{4}{25}a+\frac{2}{5}b+c$<br><br>$III.-I.$ und $c=0$ einsetzen: | $Ib.\quad 0=\frac{4}{5}b \Leftrightarrow b=0$<br><br>$b=0$ und $c=0$ in I. einsetzen:<br><br>$I.\quad -2=\frac{4}{25}a \quad \mid \cdot\frac{25}{4}$<br>$\Leftrightarrow -\frac{50}{4}=a$ Also $a=-12{,}5$<br><br>Damit lautet die Funktion:<br><br>$\boldsymbol{f(x)=-12{,}5x^2}$ |

**<u>Aufgabe 4*:</u> „Närrischer Tuk!“**

Aus dem Herrn der Ringe, Band 1 – Die Gefährten, von J.R.R Tolkien

*„Das scheint eine Wachstube gewesen zu sein, um die drei Gänge zu bewachen“, sagte Gimli. „Das Loch war gewiss ein Brunnen für die Versorgung der Wachen, abgedeckt mit einem steinernen Deckel. Aber der Deckel ist zerbrochen, und wir müssen im Dunkeln vorsichtig sein.“*
*Der Brunnen übte eine seltsame Anziehungskraft auf Pippin aus. Während die anderen die Decken ausrollten und an den Wänden der Kammer, möglichst weit entfernt vom Loch im Fußboden, sich ihre Betten machten, kroch er an den Rand und schaute hinein. Ein kühler Lufthauch wehte ihm ins Gesicht, der aus unsichtbaren Tiefen aufstieg. Einer plötzlichen Regung folgend, tastete er nach einem losen Stein und ließ ihn hineinfallen. Er fühlte sein Herz viele Male schlagen, ehe ein Ton zu hören war. Dann kam von weit unten, als ob der Stein an irgendeinem höhlenartigen Ort in tiefes Wasser gefallen sei, ein* Plumps*, sehr entfernt, aber verstärkt und wiederholt in dem hohlen Schacht.*
*„Was ist das?“, rief Gandalf. Er war erleichtert, als Pippin beichtete, was er getan hatte; aber er war ärgerlich, und Pippin sah, wie seine Augen blitzten. „Närrischer Tuk!“, knurrte er.*

Wir wissen nicht genau, wie viele Herzschläge es waren, aber nehmen wir einmal an, es dauerte 22,909 Sekunden, bis der ins Wasser fallende Stein zu hören war. (Schallgeschwindigkeit 330 m/s).

Wie tief ist das „*Loch im Fußboden*“?

Hinweise: Die zurückgelegten Meter des Steins im freien Fall in Abhängigkeit von der Zeit seit Abwurf berechnen sich nach der Funktion: $s_1(t)=\frac{1}{2}g\,t^2 \quad (g=9{,}81\,m/s^2)$. Nach dem Aufprall pflanzt sich der Schall linear nach der Funktion $s_2(t)=c\cdot t \quad (c=330\,m/s)$ fort.

Lösung:

Die Zeit $t=22{,}909\,s$ setzt sich zusammen aus der Zeit $t_1$ im freien Fall und der Zeit $t_2$, die der Schall zurücklegt.

Der Weg s, den der Stein herunterfällt und den der Schall nach oben macht, ist natürlich gleich groß. Dieser Weg wird beim Herunterfallen mit der Funktion $s_1$ und der Zeit $t_1$ berechnet. Beim

Weg des Schalls nach oben mit der Funktion $s_2$ mit der Zeit $t_2$.

Fassen wir dies in Gleichungen zusammen:

$I.\quad t = t_1 + t_2$

$II.\quad s = \frac{1}{2} g t_1^2$

$III.\ s = c \cdot t_2$ Setze II und III gleich: $\frac{1}{2} g t_1^2 = c \cdot t_2$ Setze $t_2 = t - t_1$ ein: $\frac{1}{2} g t_1^2 = c \cdot (t - t_1)$

Nach $t_1$ auflösen:

$\frac{1}{2} g t_1^2 = ct - c t_1 \quad | \ +ct - c t_1$ (Bringe auf die Form $x^2 + px + q = 0$)

$\Leftrightarrow \frac{1}{2} g t_1^2 + c t_1 - ct = 0 \quad | \ \cdot \frac{2}{g}$

$\Leftrightarrow t_1^2 + \frac{2c}{g} \cdot t_1 - \frac{2ct}{g}$ Wende p-q-Formel mit $p = \frac{2c}{g}$ und $q = -\frac{2ct}{g}$ an.

$t_{1(1/2)} = -\frac{c}{g} \pm \sqrt{\left(\frac{c}{g}\right)^2 + 2\frac{ct}{g}}$ Konstanten einsetzen:

$$t_{1(1/2)} = -\frac{330}{9{,}81} \pm \sqrt{\left(\frac{330}{9{,}81}\right)^2 - \frac{2 \cdot 330 \cdot 22{,}909}{9{,}81}} = -33{,}64 \pm \sqrt{1.131{,}59 + 1.541{,}28}$$
$$= -33{,}64 \pm \sqrt{2672{,}87} = -33{,}64 \pm 51{,}70$$

$t_{1(1)} = -33{,}64 + 51{,}70 = 18{,}06 \quad (t_{1(1)} = 18{,}06066554)$ (mit diesem genauen Wert sollte weitergerechnet werden).

$t_{1(2)} = -33{,}64 - 51{,}70 = -85{,}34$ Dieses Ergebnis ist für die Aufgabe unplausibel.

Also $t_1 = 18{,}06 s$ Einsetzen in $t_2 = t - t_1 = 22{,}909\,s - 18.06\,s = 4{,}85\,s \quad (t_2 = 4{,}848334462\,s)$

Berechnen von $s_1(t_1) = \frac{1}{2} g t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \cdot 18{,}06^2 = 1599{,}95$

$s_2(t_2) = c \cdot t_2 = 330 \cdot 4{,}85 = 1599{,}95$

**A: Das „*Loch im Fußboden*“ ist 1600 m, also eine Meile tief.**

***<u>Exponential-Funktionen</u>***

**<u>Aufgabe 5:</u> Kaffee**

Morgens eine Tasse frischer Kaffee. Lecker! Leider ist er mit 80°C noch viel zu heiß. Also heißt es warten. Alle 15 min halbiert sich die Temperatur des Kaffees.

Berechne, nach wie viel Minuten der Kaffee die Temperatur von angenehmen 50° C erreicht hat.

Lösung: Allgemeine Form einer Exponentialfunktion: $f(t)=b\cdot a^t \quad (b\neq 0\,;a\neq 0)$
mit $b: Startwert$ und $a: Wachstumsfaktor$

Zum Zeitpunkt 0 sek ist der Kaffee 80° C heiß: $80=b\cdot a^0,$ also $b=80$

Zum Zeitpunkt 15 sek ist der Kaffee nur noch halb so heiß:

$$40=b\cdot a^{15} \quad | \ :b=80$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}=a^{15} \quad | \ \sqrt[15]{}$$

$$\sqrt[15]{\frac{1}{2}}=a=\frac{1}{2}^{\frac{1}{15}}=2^{-\frac{1}{15}}$$ Also $$f(t)=80\cdot\left(2^{-\frac{1}{15}}\right)^t=80\cdot 2^{-\frac{1}{15}\cdot t}$$

Gesucht ist der Zeitpunkt $t_1,$ zu dem die Temperatur 50° C beträgt. Einsetzen:

$$50=80\cdot 2^{-\frac{1}{15}\cdot t_1} \quad | \ :80$$
$$\Leftrightarrow \frac{5}{8}=2^{-\frac{1}{15}\cdot t} \quad | \ lg$$
$$\Leftrightarrow lg\left(\frac{5}{8}\right)=lg\left(2^{-\frac{1}{15}\cdot t}\right)$$
$$\Leftrightarrow lg\left(\frac{5}{8}\right)=-\frac{1}{15}\cdot t\cdot lg(2) \quad | \ \cdot\frac{-15}{lg(2)}$$
$$\Leftrightarrow -15\cdot\frac{lg\left(\frac{5}{8}\right)}{lg(2)}=t$$
$$\Leftrightarrow 10{,}17=t$$

**A: Nach 10,17 s ist der Kaffee noch 50° C heiß.**

**<u>Aufgabe 6*:</u> Radioaktiver Zerfall**

Der Zerfall radioaktiver Substanzen erfolgt nach dem Gesetz:

$m(t)=a\cdot e^{-k\cdot t}$ mit m(t): vorhandene Jodmenge in mg; a: Startwert; k: Zerfallskonstante; t: Zeit in Tagen; e: Eulersche Zahl (2,7182818285...)

Bei einem wissenschaftlichen Experiment sind zu Beginn der Beobachtung in einem Versuchsbehälter 30 mg Jod 131 vorhanden. Nach fünf Tagen sind nur noch 22 mg vorhanden.

**a)** Bestimme die Parameter a und k für das Zerfallsgesetz.

| | |
|---|---|
| $m(0)=30 \quad \Rightarrow 30=a\cdot e^{-k\cdot 0}\Leftrightarrow \boldsymbol{30=a}$<br>$m(5)=22 \quad \Rightarrow 22=30\cdot e^{-k\cdot 5} \quad | \ :30$<br>$\Leftrightarrow \frac{11}{15}=e^{-5k} \quad | \ \ln$ | $\Leftrightarrow \ln\left(\frac{11}{15}\right)=-5k \quad | \ :(-5)$<br>$\Leftrightarrow -\frac{1}{5}\cdot\ln\left(\frac{11}{15}\right)=k$<br>$\Rightarrow \boldsymbol{0{,}062\approx k}$ |

**b)** Bestimme die Menge von Jod 131 nach einer Woche.

$$\boldsymbol{m}(7)=30\cdot e^{-\left(-\frac{1}{5}\cdot\ln\left(\frac{11}{15}\right)\right)\cdot 7}\approx\mathbf{19{,}43}$$

**A: Nach 7 Tagen ist sind noch 19,43 g Jod 131 vorhanden.**

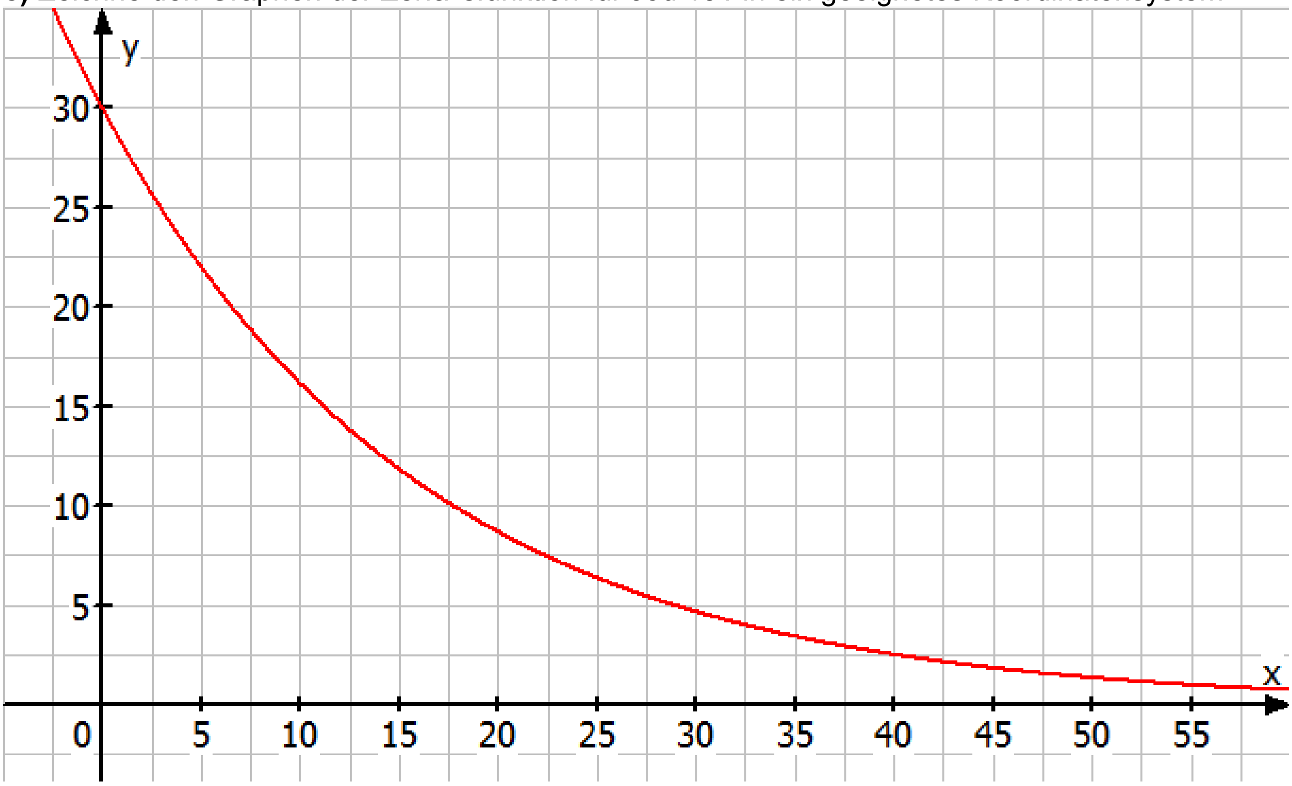
**c)** Die Zeit, in der die Hälfte einer Substanz zerfällt, heißt Halbwertszeit. Berechne die Halbwertszeit $t_H$ für Jod 131.

| | |
|---|---|
| $\frac{1}{2}a=a\cdot e^{-k\cdot t_H} \quad \mid :a$<br>$\Leftrightarrow\frac{1}{2}=e^{-k\cdot t_H} \quad \mid \ln$<br>$\Leftrightarrow\ln\left(\frac{1}{2}\right)=-k\cdot t_H \quad \mid T;:(-k)$ | $\Leftrightarrow\frac{-\ln(2)}{+\frac{1}{5}\cdot\ln\left(\frac{11}{15}\right)}=t_H$<br>$\Rightarrow\mathbf{11{,}17}\approx\boldsymbol{t_H}$<br>**A: Die Halbwertszeit beträgt 11,17 Tage.** |

**d)** Berechne, nach wie viel Tagen 80% der Ausgangsmenge zerfallen sind.

| | |
|---|---|
| 80% zerfallen entspricht: $0{,}2\cdot a$<br>$0{,}2\,a=a\cdot e^{-k\cdot t_H} \quad \mid :a$<br>$\Leftrightarrow 0{,}2=e^{-k\cdot t_H} \quad \mid \ln$<br>$\Leftrightarrow\ln(0{,}2)=-k\cdot t_H \quad \mid T;:(-k)$ | $\Leftrightarrow\frac{\ln(0{,}2)}{+\frac{1}{5}\cdot\ln\left(\frac{11}{15}\right)}=t_H$<br>$\Rightarrow\mathbf{25{,}95}\approx\boldsymbol{t_H}$<br>**A: Nach 25,95 Tagen sind 80% zerfallen.** |

**e)** Zeichne den Graphen der Zerfallsfunktion für Jod 131 in ein geeignetes Koordinatensystem.

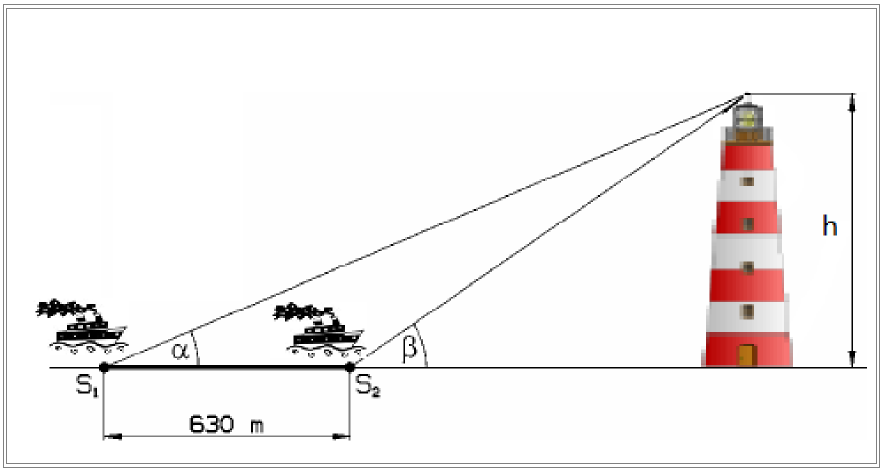


***Trigonometrische Funktionen***

**Aufgabe 7: Leuchtturm**

Von einem Schiff an der Stelle $S_1$ sieht man die Spitze eines Leuchtturms unter einem Winkel von $\alpha = 4{,}1°$. Das Schiff fährt $630\,m$ direkt auf den Leuchtturm zu bis zum Punkt $S_2$. Jetzt beträgt der Sichtwinkel $\beta = 14{,}6°$.

**a)** Berechne die Höhe *h* des Leuchtturms.




**a)** Berechne die Höhe *h* des Leuchtturms.

Wir betrachten das Dreieck, das durch die Leuchtturmspitze und die beiden Schiffpositionen $S_1$ und $S_2$ gebildet wird.

Sei $\beta_2$ der Nebenwinkel von $\beta$: $\beta_2 = 180° - \beta = 180° - 14{,}6° = 165{,}4°$

Sei a die Seite gegenüber von $S_1$ und b die Seite gegenüber von $S_2$, sowie c die Seite zwischen $S_1$ und $S_2$ (also $c = 630\ m$) und $\gamma$ der Winkel gegenüber von c.

Dann gilt: $\gamma = 180° - \alpha - \beta_2 = 180° - 4{,}1° - 165{,}4° = 10{,}5°$ und

$$\frac{a}{c} = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\gamma)} \quad \Leftrightarrow \quad a = c \cdot \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\gamma)} = 630\,m \cdot \frac{\sin(4{,}1°)}{\sin(10{,}5°)} \approx 247{,}17\,m$$

Jetzt betrachten wir das rechtwinklige Dreieck aus der Seite *a*, der Leuchtturmhöhe *h* und der Strecke *d* zwischen $S_2$ und Leuchtturm.

$$\sin(\beta) = \frac{h}{a} \quad \Leftrightarrow \quad \boldsymbol{h} = a \cdot \sin(\beta) = 630\,m \cdot \frac{\sin(4{,}1°)}{\sin(10{,}5°)} \cdot \sin(14{,}6°) \approx \mathbf{62{,}30}\,\boldsymbol{m}$$

**A: Der Turm ist etwa 62,3 m hoch.**

**b)** Berechne die Entfernung des Schiffes zum Leuchtturm im Punkt $S_2$.

$$\cos(\beta) = \frac{d}{a} \quad \Leftrightarrow \quad \boldsymbol{d} = a \cdot \cos(\beta) = 630\,m \cdot \frac{\sin(4{,}1°)}{\sin(10{,}5°)} \cdot \cos(14{,}6°) \approx \mathbf{239{,}19}\,\boldsymbol{m}$$

A: Der Turm ist noch etwa 240 m entfernt.

**<u>Aufgabe 8*:</u> Pendeluhr**

Das Bild rechts zeigt eine Pendeluhr. Das Pendel dient als Taktgeber für das Uhrwerk. Die Position, an der sich das Ende des Pendels befindet, wenn es senkrecht nach unten zeigt, heißt „Ruhelage“. Die Auslenkung des Pendels wird gemessen als Länge des Kreisbogenstücks von der Ruhelage bis zur Pendelspitze und berechnet sich nach der Funktion $y(t)=\hat{y}\cdot\cos\left(\sqrt{\frac{g}{l}}t\right)$ mit

$\hat{y}$: maximale Auslenkung (Amplitude); g: 9,81 m/s²; l: Länge des Pendels in m;
t: Zeit in Sekunden

Das Pendel unserer Uhr ist 0,994 m lang.

Berechne, wie lange das Pendel braucht, um einmal vor und zurück zu schwingen.

Die gesuchte Zeit ist genau die Periodendauer.

Die Periode der Kosinusfunktion $\cos(t)$ ist $T=2\pi$.
Die Periode der Kosinusfunktion $\cos(b\cdot t)$ ist $T=\frac{2\pi}{b}$.

Bei der vorliegenden Funktion ist $b=\sqrt{\frac{g}{l}}$. Also ist $\boldsymbol{T}=2\frac{\pi}{\sqrt{\frac{g}{l}}}=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{0{,}994}{9{,}81}}=\mathbf{2{,}00}$

**A: Es dauert 2 Sekunden. (Für eine Halbschwingung braucht das Pendel also eine Sekunde; es handelt sich um ein sogenanntes Sekundenpendel.)**