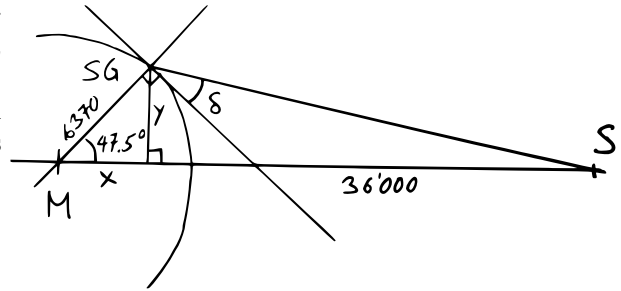




- i) Gesucht ist der Winkel δ . Dazu wird erst der Winkel $\angle M S G S$ berechnet, für welchen zuerst $\sigma = \angle S G S M$ (sigma, griechisches «s») berechnet wird. Es gilt $\tan(\sigma) = \frac{y}{36000+3670-x}$. Wobei $y = \sin(47.5^\circ) \cdot 6370$ und $x = \cos(47.5^\circ) \cdot 6370$. Daraus ergibt sich $\sigma = \arctan\left(\frac{y}{36000+3670-x}\right) \approx 7.564^\circ$. Damit ist $\angle M S G S = 180^\circ - 47.5^\circ - \sigma \approx 124.936^\circ$. Und somit ist $\delta = \angle M S G S - 90^\circ \approx 34.936^\circ$.



✂ Lösung zu Aufgabe 13.24 ex-trigo-repe-plus

- a) Amplitude: 2, Phase 45° , Frequenz $\frac{1}{2}$. Nulldurchgänge bei $-\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{7}{4}$ etc., Maxima bei $\frac{1}{4}, \frac{9}{4}$ etc., Minima bei $-\frac{3}{4}, \frac{5}{4}$, etc.
- b) (1) Verschiebung nach links um « 90° », d.h. um eine Viertelperiode (Periode ist die Zeit für eine Schwingung, d.h. der Kehrwert der Frequenz). (2) Der Graph wird mit Faktor $\frac{1}{2}$ zur x -Achse hin gestreckt. (3) Der Graph mit Faktor $\frac{1}{2}$ zur y -Achse hin gestreckt.
- c) Die Amplitude ist 42.5° , die Frequenz $\frac{1}{24}$ (Zeit in Stunden gemessen). Die Schwingung schwingt um den Durchschnitt $(65^\circ - 20^\circ)/2 = 22.5^\circ$. Das Minimum wird zwischen den Zeiten 21:17 Uhr ≈ -2.716 h und 5:26 Uhr ≈ 5.433 h, also zum Zeitpunkt genau in der Mitte dazwischen um $\approx 1.358 \approx 1:21$ Uhr erreicht. D.h. bezüglich der Kreisbewegung der Schwingung wird der Winkel -90° (Minimum) für $t \approx 1.358$ erreicht. Damit erhält man eine Gleichung für die Phase φ :

$$1.358 \cdot \frac{1}{24} \cdot 360^\circ + \varphi = -90^\circ \quad \Leftrightarrow \quad \varphi \approx -110.4^\circ$$

Damit erhält man die Funktionsgleichung

$$f(t) = 42.5^\circ \cdot \sin\left(-110.4^\circ + t \cdot \frac{1}{24} \cdot 360^\circ\right) + 22.5^\circ$$

Setzt man die Zeiten von Sonnenauf- und Untergang ein, erhält man knapp 2° (anstatt 0° , was zeigt, dass diese Funktion nur eine Näherung ist. Wobei anzumerken ist, dass der Sonnenhöchst- und Tiefststand nur abgeschätzt sind und der grösste Teil des Fehlers wohl daher stammt). Für $t = 9.917$ (9:55 Uhr) liefert die Funktion 48.87° .

- d) Amplitude 0.05, Frequenz 1, Phase 0° . Angaben in m und s. Daraus:

$$f(t) = 0.05 \cdot \sin(t \cdot 360^\circ)$$

Die entsprechende Kreisbewegung erfolgt auf einem Kreis mit Radius 0.05 m mit einer Umdrehung pro Sekunde. D.h. es wird pro Sekunde eine Strecke gleich dem Umfang von $2 \cdot 0.05 \cdot \pi \approx 0.3142$ zurückgelegt. Diese Geschwindigkeit stimmt der Geschwindigkeit des Pendels im tiefsten Punkt überein. Also 31.42 cm/s.