

Höhe der Wolkenuntergrenze*

Aufgabennummer: B_110

Technologieeinsatz:

möglich ☒

erforderlich ☐

Die Höhe der Wolkenuntergrenze kann auf verschiedene Arten näherungsweise bestimmt werden.

- a) Die Höhe der Wolkenuntergrenze wurde früher mithilfe eines Nachtwolkenscheinwerfers bestimmt. Folgende Anweisung musste man dabei befolgen:

„Platzieren Sie auf einer horizontalen Ebene den Scheinwerfer in einem Punkt P so, dass sein Lichtstrahl senkrecht nach oben gerichtet ist.

Dort erzeugt er auf der Wolkenuntergrenze in der Höhe h einen punktförmigen Lichtfleck L . Begeben Sie sich in einen anderen Punkt Q dieser Ebene und messen Sie die Streckenlänge $\overline{PQ}$.

Messen Sie den Höhenwinkel α , unter dem der Lichtfleck L nun von Punkt Q aus gesehen wird.“

- Veranschaulichen Sie den beschriebenen Sachverhalt mithilfe einer Skizze. Beschriften Sie P , Q , L , h und α in dieser Skizze.
- Erstellen Sie eine Formel, mit deren Hilfe man die Höhe der Wolkenuntergrenze h mit den gemessenen Größen bestimmen kann.

$h =$ _____

- b) Ein *Ceilometer* ist ein Messgerät, mit dem man aufgrund einer Lichtlaufzeitmessung die Höhe der Wolkenuntergrenze bestimmen kann. Dabei gilt:

$$h = \frac{c \cdot t}{2}$$

h ... Höhe der Wolkenuntergrenze in m

t ... Lichtlaufzeit in s

$c \approx 300\,000\,000$ m/s ... Lichtgeschwindigkeit

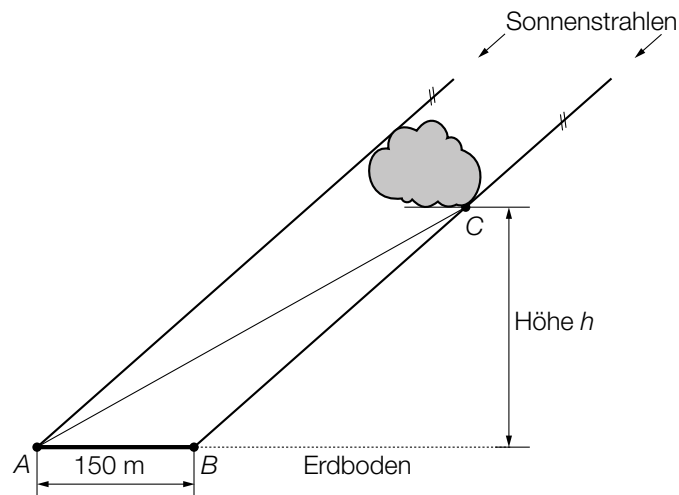
Das Gerät misst eine Lichtlaufzeit von $10\ \mu\text{s}$.

- Kreuzen Sie denjenigen Ausdruck an, mit dem die Höhe der Wolkenuntergrenze h in Metern korrekt ermittelt wird. [1 aus 5]

$\frac{300 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{2}$	☐
$\frac{300 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-9}}{2}$	☐
$\frac{3 \cdot 10^{-8} \cdot 10^5}{2}$	☐
$\frac{3 \cdot 10^8 \cdot 10 \cdot 10^9}{2}$	☐
$\frac{3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-5}}{2}$	☐

- c) Eine Wolke wirft einen 150 m langen Schatten auf den Erdboden. Von A aus sieht man die Wolke unter dem Sehwinkel $\alpha = 4^\circ$. Der Einfallswinkel der parallelen Sonnenstrahlen gegenüber der Horizontalen beträgt $\beta = 30^\circ$.

Die folgende Abbildung stellt diese Situation vereinfacht und nicht maßstabgetreu dar:



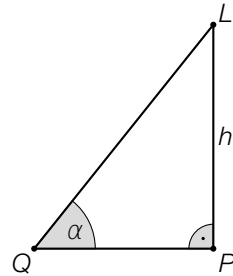
- Tragen Sie die gegebenen Winkel α und β in die obige Abbildung ein.
- Berechnen Sie die Entfernung $\overline{BC}$.
- Berechnen Sie die Höhe h .

Hinweis zur Aufgabe:

Lösungen müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben. Diagramme sind zu beschriften und zu skalieren.

Möglicher Lösungsweg

a)

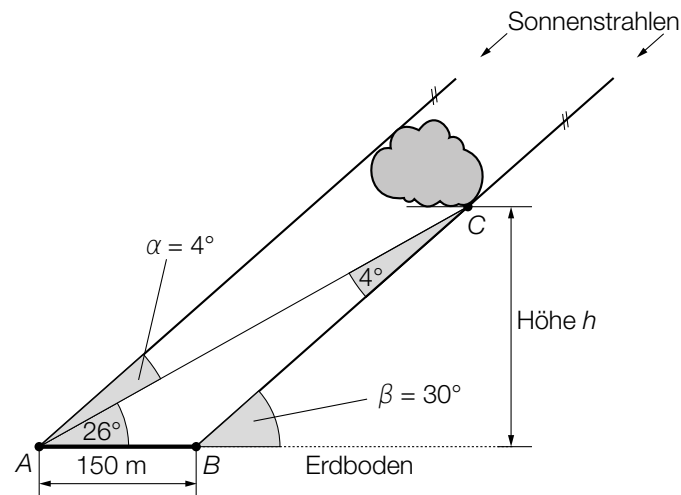


$$h = \overline{PQ} \cdot \tan(\alpha)$$

b)

$\frac{3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-5}}{2}$	☒

c)



$$\frac{\overline{BC}}{\sin(26^\circ)} = \frac{150}{\sin(4^\circ)}$$

$$\overline{BC} = \frac{150}{\sin(4^\circ)} \cdot \sin(26^\circ) = 942,6\dots$$

Die Entfernung $\overline{BC}$ beträgt rund 943 m.

$$\sin(\beta) = \frac{h}{\overline{BC}}$$

$$h = \overline{BC} \cdot \sin(\beta) = 471,3\dots$$

Die Höhe h beträgt rund 471 m.

Lösungsschlüssel

- a) 1 × A1: für das richtige Veranschaulichen in der Skizze
1 × A2: für das richtige Erstellen der Formel
- b) 1 × C: für das richtige Ankreuzen
- c) 1 × C: für das richtige Eintragen der beiden gegebenen Winkel
1 × B1: für die richtige Berechnung der Entfernung $\overline{BC}$
1 × B2: für die richtige Berechnung der Höhe h