

Duiken

Karima volgt een duikcursus voor beginners. In het theorieboekje wordt uitgelegd dat er onder water een grotere druk heerst dan boven water. Aan de oppervlakte is de druk 1 bar. Omdat een duiker op grotere diepte lucht inademt onder een hogere druk verbruikt hij zijn luchtvoorraad sneller en is de maximale duiktijd korter. Door het gewicht van het water neemt de druk onder water lineair toe met de diepte: zie de onderstaande tabel.

tabel

diepte	druk
0 m	1 bar
10 m	2 bar
20 m	3 bar
30 m	4 bar
40 m	5 bar

Een duiker neemt samengeperste lucht mee in een duikfles om onder water te kunnen ademen. Het is van levensbelang om een duik goed te plannen, zodat de duiker nooit zonder lucht komt te zitten. De maximale duiktijd op grond van de beschikbare luchtvoorraad kan volgens het theorieboekje van Karima berekend worden met de volgende formule¹⁾:

$$T = \frac{V(b - e)}{q \cdot p}$$

Hierin is T de maximale duiktijd op een vaste diepte in minuten, V de inhoud van de duikfles in liters, zijn b en e de druk in de fles in bar aan het begin respectievelijk aan het eind van de duik, is q het luchtverbruik van de duiker in liter/minuut en p de druk op de duikdiepte.

Karima is van plan een duik op een diepte van 10 meter uit te voeren. Ze heeft een duikfles met een inhoud van 14 liter die gevuld is met lucht met een druk van 200 bar. Karima weet in eerste instantie haar luchtverbruik niet en maakt gebruik van het gegeven dat het luchtverbruik van een met haar vergelijkbare duiker 18 liter/minuut is. Aan het einde van de duik wil ze als reserve nog minstens 50 bar druk in haar fles hebben.

- 3p 1 Bereken met deze gegevens hoeveel minuten haar duik maximaal mag duren. Geef je antwoord in hele minuten.

noot 1 Er zijn ook formules waarbij rekening gehouden wordt met de tijdsduur van de duik en de druk tijdens het dalen en stijgen, maar in deze opgave laten we dat buiten beschouwing.

In bovenstaande berekening is voor het luchtverbruik van Karima een waarde van een met haar vergelijkbare duiker gebruikt. Voor een nauwkeuriger berekening wil zij haar individuele luchtverbruik berekenen op basis van gegevens van een vorige duik. Eerder heeft Karima een duik gemaakt met een duikdiepte van 15 meter. Ze begon met een volle duikfles van 14 liter met 200 bar druk. Aan het einde van haar duik, na 49 minuten, had ze nog 63 bar druk in haar duikfles.

- 4p **2** Bereken haar luchtverbruik in liter per minuut tijdens die duik. Geef je antwoord in één decimaal.

Om sneller de maximale duiktijd te berekenen, is het handig om in plaats van de druk p op de duikdiepte direct de duikdiepte d in meter in de formule in te kunnen vullen. Hiervoor moet de formule aangepast worden.

- 3p **3** Stel met behulp van de tabel een dergelijke formule voor T op.

Voor een situatie met een fles van 10 liter met een begindruk van 180 bar, een einddruk van 60 bar en een luchtverbruik van een duiker van 25 liter/ minuut geldt voor de maximale duiktijd de volgende formule:

$$T = \frac{1200}{2,5d + 25}$$

Deze functie is dalend.

- 4p **4** Onderzoek met behulp van de afgeleide van T of de maximaal toegestane duiktijd in deze situatie toenemend of afnemend daalt bij grotere duikdiepte.