



# Duiken

## Keuzeopdracht natuurkunde voor V5/6 vwo

### Een herhalende en verdiepende opdracht over "Gas en Druk"

#### Voorkennis: Algemene gaswet, wet van Archimedes

#### 8 slu

© 2012 Universiteit Utrecht: Junior College Utrecht

#### leerlingenversie

In de film Dr. No hangt James Bond onder water en ademt hij door een rietje dat boven water uitsteekt. Als ademhalen onder water zo eenvoudig was, dan had het niet tot de 20<sup>e</sup> eeuw geduurd voordat gewone mensen zich onder water bijna zo vrij als een vis konden bewegen. Een lang rietje om adem door te halen doet het goed in de film, maar blijkt in de praktijk onmogelijk.

Als je duikt is de druk van het water al snel veel groter dan de luchtdruk, en dat maakt dat je voor ademhalen onder water speciale apparatuur nodig hebt. De druk van het water zorgt voor nog andere problemen. Zonder speciale maatregelen wordt je in de diepte in elkaar gedrukt waardoor je naar de bodem zinkt. In deze opdracht onderzoek je de effecten van druk op de ademhaling en op het drijfvermogen.

#### Oriëntatie

Als je duikt, oefent het water een druk op je uit. Hoe dieper, hoe groter de druk. Om de druk te berekenen, kun je de formule gebruiken voor de druk als kracht loodrecht op een oppervlak:

$$p = F/A$$

Daarin is  $F$  de uitgeoefende kracht uitgedrukt in Newton en  $A$  het oppervlak in vierkante meter. De eenheid van druk is pascal (pa).  $1 \text{ pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$ . waarbij  $F$  de uitgeoefende kracht van het water boven je is en  $A$  je oppervlak, loodrecht op de kracht gemeten. Deze formule geldt algemeen, waarbij kracht en oppervlak loodrecht op elkaar gemeten moeten worden. De bijbehorende eenheid is pascal (Pa).  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ .

In een vloeistof wordt de kracht gevormd door het gewicht van de vloeistof boven het oppervlak. Je kunt afleiden dat de druk in een vloeistof gelijk is aan:

$$p = \rho * g * h$$

Met  $\rho$  de dichtheid van de vloeistof,  $g$  versnelling van de zwaartekracht,  $h$  de hoogte van de vloeistof boven het oppervlak.

Omdat de lucht boven de vloeistof ook een druk uitoefent, is de totale druk in de vloeistof

$$p = \rho * g * h + b$$

Met  $b$  de druk van de lucht boven de vloeistof.

#### Vraag 1. Druk in een vloeistof

- Hoe groot is de vloeistofdruk op 15 meter diepte in een meer?
- En op dezelfde diepte in de zee?
- Hoe groot is de totale druk op 25 meter diepte in zee?
- Leid bovenstaande formule voor druk in een vloeistof af uit de algemene formule voor druk.

Voor een duiker is niet alleen de druk van het water van belang, maar ook de druk van de lucht die onder water in- en uitgeademd wordt. De druk onder water, en daarmee de druk op je longen, neemt snel toe met de diepte. Daardoor wordt het inademen van buitenlucht op geringe diepte al moeilijk. Het ademen door een snorkel is alleen mogelijk als je horizontaal in het water ligt. Als je onder water rechtop gaat zitten, dan is ademhalen al vrijwel onmogelijk.

### **Vraag 2. Snorkelen**

---

De diepte waarop het midden van je longen zich onder water bevindt bepaalt de druk waarmee je moet ademhalen. De lucht in de snorkel heeft de druk van de buitenlucht.

- Hoe groot is het drukverschil tussen buitenlucht en vloeistofdruk als je met een snorkel net onder het wateroppervlak ligt?
  - En hoe groot als je rechtop onder water hangt met je hoofd net onder water?
  - Ga ervan uit dat je middenrif de enige spier is waarmee je kracht op je longen kunt uitoefenen. Schat het oppervlak van je middenrif. Hoe groot is de kracht die je nodig hebt om liggend in het water adem te halen? En rechtop hangend?
  - Welke kracht zou James Bond moeten uitoefenen als hij door een rietje zou ademhalen, met zijn hoofd 1 meter onder water?
- 

### **Verdieping**

De uitvinding van de SCUBA apparatuur heeft het mogelijk gemaakt om op elke diepte te kunnen ademhalen. Deze apparatuur zorgt ervoor dat de druk van de lucht die je inademt gelijk is aan de druk van de omgeving.

### **Vraag 3. SCUBA**

---

- Wat betekent SCUBA?
  - Zoek de algemene werking van SCUBA apparatuur uit.
  - Geef een aantal types met hun verschillen.
- 

De druk onder water heeft niet alleen invloed op de ademhaling, maar ook op het drijfvermogen. Wanneer je gaat duiken draag je binnen en buiten je lichaam allerlei holtes mee die met lucht gevuld zijn. Ga je dieper dan worden deze in elkaar gedrukt en neemt je drijfvermogen af. Dat hangt samen met de wet van Archimedes.

### **Vraag 4. Stijgen en dalen onder water**

---

- Hoe kun je zorgen voor dalen en stijgen onder water? Gebruik de wet van Archimedes.
  - Noem een aantal luchthoudende holtes in je lichaam
  - En een aantal buiten je lichaam wanneer je een duikuitrusting aan hebt.
  - Verklaar waarom je drijfvermogen afneemt als de holtes worden samengedrukt.
- 

Er zijn nog veel andere natuurkundige factoren waarmee je rekening moet houden om veilig te kunnen duiken. Denk bijvoorbeeld aan temperatuur. Niet alleen koel je in water veel sneller af dan in lucht, maar de druk van de lucht wordt beïnvloed door de temperatuur van het water.

### **Vraag 5. Druk en temperatuur**

---

Zoek de algemene gaswet op. Deze geldt voor ideale gassen. Lucht geldt bij benadering als een ideaal gas.

- Stel dat een gasfles van 5 liter gevuld is met lucht van normale druk. Hoeveel neemt de druk van de lucht af als de lucht afkoelt van 25 °C naar 10 °C?
  - En hoeveel neemt het volume af als de 5 liter lucht in een afgesloten plastic zak zou zitten en evenveel afkoelt?
- 

### **Open opdracht**

Afgezien van veel plezier is duiken dus een heel natuurkundig gebeuren. Twee vliegen in een klap dus.

Voor de open opdracht onderzoek je zelf een natuurkundig aspect van duiken. Denk bij voorbeeld aan de volgende vragen:

- De algemene gaswet geldt voor ideale gassen. Hoe zit het nu met de echte lucht bij het duiken? (denk o.a. aan het verschil tussen in- en uitgeademde lucht)
- Kan je zomaar lucht ademen van elke druk?
- Wat zijn de verschillen tussen duiken in zeewater en zoet water?
- Wat zijn de problemen en oplossingen bij duiken op grote dieptes?
- Hoe werkt duikapparatuur precies?
- Kun je dezelfde theorie gebruiken om de problemen van ruimtevaart en bergbeklimmen te begrijpen?
- Hoe lossen (verschillende soorten) zeedieren deze problemen op?
- Duiken als Donald Duck!?

### **Aanpak**

---

Overleg met je docent over het onderwerp van je onderzoek en hoe je het gaat aanpakken. Maak een planning waarin ook tijd is voor het maken van een eindproduct.

Probeer wat je bestudeert niet alleen kwalitatief te beschrijven maar vooral ook kwantitatief. Dus maak waar je kan gebruik van schattingen, metingen en berekeningen.

---

### **Afsluiting**

Maak een product (een presentatie, een poster, ...) waarmee je aan anderen kan laten weten over wat je hebt uitgezocht over duiken. Zorg ervoor dat jouw product zich vooral richt op de natuurkundige aspecten van het duiken.