

Hydrostatische druk

Een onderzeeër heeft een verticaal valluik dat naar buiten toe kan openklappen. Kan dit luik geopend worden onder water?

Waarom is de lengte van een snorkel altijd kleiner dan 30 cm?

Hoe komt het dat duikers de indruk hebben dat hun oren verstopt zijn? Hoe kunnen ze ontstopt worden?

Water in een bokaal laten komen

Materiaal



Een stukje stof



Een elastiekje



Een sterk, doorzichtig vat (vb. in glas) met deksel



Een spijker



Een hamer



Een vaas (zoals kristallisator of klein aquarium) gevuld met water, maar aanzienlijk hoger dan het vat



Eventueel een druppel inkt

Werkwijze

- Maak met behulp van de spijker en de hamer, twee gaten in het deksel symmetrisch t.o.v. elkaar op een diameter.
- Laat een druppel inkt vallen op de bodem van het vat.
- Schroef het deksel vast op het vat.
- Laat het vat verticaal in de met water gevulde vaas zakken en houd het op de bodem.

1

Waarneming:

Het water loopt niet in het vat, want de lucht oefent een druk uit overal op de wanden en verhindert het water binnen te dringen door de gaten.

De druk (hydrostatisch en atmosferisch) ter hoogte van de gaten is gelijk.

Om het water in de bokaal te doen vloeien, volstaat het deze schuin te houden zodat de beide gaten zich op een verschillende diepte bevinden. De hydrostatische druk is niet meer gelijk ter hoogte van de gaten. Het laagste gat ondergaat een grotere druk zodat het water er kan binnendringen. Dit kun je zien dankzij de inktdruppel in het vat en de luchtbellen die ontsnappen uit het vat.

Wat gebeurt er wanneer het deksel vervangen wordt door een stukje lichte stof (voile, nylonkous, ...) vastgemaakt met het elastiekje?

Hoe sterk zijn je longen ?

Materiaal:



- Een slang van minimum 5 m; +/- 1 cm diameter.
- 2 meetlinten
- Spanriemen (of stevig plakband)
- Doorzichtige plakband
- Water
- Eventueel een lat van 2,4 m hoog en 5 tot 10 cm breed.

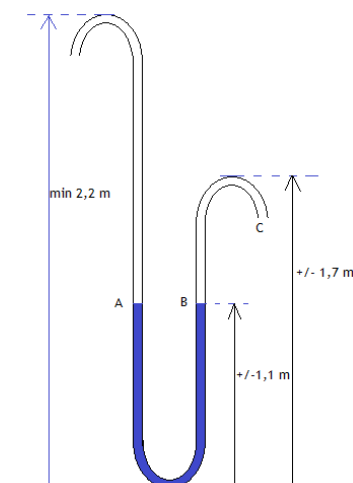
Opbouw:

Maak een U met de slang, zodat één opening hoger is dan de andere (zie tekening).

Bevestig de slang op de lat met de spanriemen.

Giet water in de slang tot een hoogte van +/- 1,1 m.

Vanaf het niveau van het water, maak met doorzichtig plakband de 2 meetlinten vast. Vanaf A, een meetlint naar boven en vanaf B, een meetlint naar beneden.



Werkwijze:

Blaas in de opening C van de slang. Het niveau B daalt en het niveau A stijgt.

Bepaal de hoogte van het water aan de beide kanten, en tel ze op.

$$(h_A + h_B = h)$$

Bereken de druk die je uitoefent op het laagste niveau: $p = \rho gh$

2

Andere manier om de sterkte van de longen te bepalen:

Probeer een luchtbel te blazen in een buis.

Materiaal



- Een plasticen slang van 1,5 m, max 1 cm diameter
- 4 grote stevige PET-flessen (Of een PVC afvoerbuys van 11 cm diameter, met opzetstuk aan een einde – lengte +/- 100 cm)
- Fixeermiddel (kneedlijm) om de flessen aan elkaar vast te maken en stevig plakband
- Water
- Een meetlint

Werkwijze :

- ✓ Knip bodem en hals van twee flessen af, evenals de bodem van de 3^e fles. Behoud de 4^e fles zoals ze is.
- ✓ Knead enkele stukjes fixeermiddel en maak er worstjes van met een lengte gelijk aan de omtrek van een fles.

- ✓ Plak een worstje op de binnenwand van de verknipte flessen, over de hele omtrek en op 1 cm van de bodem.
- ✓ Glijd de flessen over elkaar om er een redelijk hoog vat (+/- 100 cm) van te maken en druk ter hoogte van de worstjes om alles goed te dichtten. Plak ook de flessen aan elkaar met de plakband om lekken te voorkomen.
- ✓ Vul het bekomen vat met water (laat 4 à 5 cm tussen het wateroppervlak en de rand van het hoogste vat).
- ✓ Steek er de plastieken slang in tot op een diepte van ongeveer 30 cm. (Eventueel de slang op een dun stok van +/- 1 m bevestigen, om het makkelijk in de flessen te glijden)
- ✓ Blaas in de slang om een luchtbel te maken in het water.
- ✓ Steek de slang geleidelijk dieper en dieper en blaas telkens een luchtbel.

Waarneming :

Hoe dieper het uiteinde van de slang zich in de vloeistof bevindt, hoe moeilijker het is om een luchtbel te blazen.

De druk is het gevolg van het gewicht van de vloeistofkolom boven het uiteinde van de slang:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Meet tot welke diepte je een bel kan blazen en bereken de druk die je uitoefent.

!!! Opmerking !!! :

Sommige personen komen in de problemen bij het blazen van een luchtbel.

Wees dus voorzichtig: begin met 30 cm en vergroot geleidelijk de diepte. Als iemand er niet toe komt een bel te blazen, laat hem dan stoppen om te vermijden dat hij/zij flauwvalt door de inspanning.

Als je met leerlingen werkt, overschrijd nooit een diepte van 1 m.

De flessenconstructie kan vervangen worden door een doorzichtige buis in polycarbonaat die aan één uiteinde gesloten wordt.

1,7 m bereiken is al goed. Het is moeilijk een luchtbel te maken op een grotere diepte.

Duiken met Boyle en Mariotte

Wanneer een duiker met gasflessen (lucht en/of zuurstof) afdaalt, is zijn duik begrensd in duur en moet hij bepaalde niveaus van decompressie respecteren terwijl hij terug opstijgt naar het oppervlak.

Een experiment uitgevoerd in zee toont duidelijk hoe het volume van een hoeveelheid lucht in een spuitje in functie van de diepte verandert.

Materiaal



Foto's van een spuit, verzegeld bij atmosferische druk, op verschillende diepten aan de hand van een dieptemeter.

Werkwijze :

- ✓ Bepaal het volume van de lucht in de spuit als functie van de diepte.
- ✓ Bereken de druk als functie van de diepte (wetend dat 10 m water overeenkomt met ongeveer de atmosferische druk).
- ✓ Zet de druk als functie van het volume uit in een grafiek.

- ✓ Bereken het product van de druk en het volume lucht.

De volledige verklaring en de foto's zijn beschikbaar op onze site www.scienceonstage.be en kunnen er van afgehaald worden. Klik op didactiek - experimenten – fysica – wet van Boyle-Mariotte.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience%20physique/phys%20français/Loi%20de%20Boyle%20et%20Mariotte%20fr.pdf>

Toepassing van de wet van Boyle - Mariotte.

Meting van de massadichtheid van lucht

Heeft lucht een gewicht?

Materiaal



De spuit van 10 mL

Een kleine schroef

Een precisiebalans (tot op 0,01 g nauwkeurig)

Een doorschijnende PETfles van ½ L.

Een pomp "Fizz Keeper Jokari".

Bij ontbreken van deze pomp: de dop van de PETfles, voorzien van een klein fietsventiel en een fietspomp.

Vorbereiding van het experiment :

- ❖ Trek de zuiger van de spuit uit tot aan het streepje van de 10 mL.
- ❖ Sluit het uiteinde van de spuit af met de schroef of schroei hem dicht.
- ❖ Controleer de dichting van de spuit door de zuiger in te duwen. Als je weerstand voelt, dan is de spuit waterdicht.

Werkwijze:

Leg de spuit in de fles.

Sluit de fles met behulp van de pomp (of met de dop voorzien van een ventiel).

Weeg het geheel nauwkeurig (tot op 0,01 g nauwkeurig) ($= m_1$).

Blaas de fles op met de behulp van de pomp Fizz keeper (of de fietspomp met aansluiting) tot de zuiger van de spuit zich op 5 mL bevindt.

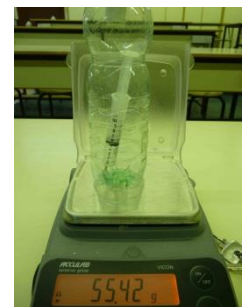
(Laat de pomp Fizz Keeper aangesloten of verwijder eventueel de fietspomp en haar aansluiting, maar laat de dop en het ventiel zitten.)

Weeg opnieuw de fles met de nieuwe hoeveelheid lucht erin (tot op 0,01 g nauwkeurig) ($= m_2$).

Vijs de pomp eraf (of de dop).

Vul de fles met proper water en sluit af.

Weeg de fles opnieuw ($= m_3$).



Verklaring:

Wanneer je de fles oppompt, breng je er een hoeveelheid lucht in.

De druk in de fles is recht evenredig met de hoeveelheid lucht in de fles ($pV = nRT$).

Door de hoeveelheid lucht in de fles te verdubbelen, wordt de druk in de fles ook verdubbeld.

Wanneer de druk verdubbelt, wordt het volume van de lucht in de spuit gehalveerd volgens de wet van Boyle-Mariotte ($pV = \text{constante}$).

Als de zuiger van de spuit 5 mL aangeeft, is de druk dus verdubbeld.

Als de druk vermenigvuldigd is met twee, is de hoeveelheid lucht in de fles verdubbeld en is dus de massa van de lucht in de fles verdubbeld.

We weten dus dat de hoeveelheid toegevoegde lucht exact het volume van de fles inneemt als de druk gelijk is aan de atmosferische druk op dat ogenblik.

De massadichtheid van water is gelijk aan 1 kg/dm^3 (of 1 g/mL).

Als de massa van de hoeveelheid water in de fles gekend is, kan men het volume van de fles berekenen en dus ook de massadichtheid van lucht.

Uit te voeren berekeningen:

Berekening van de massa van de lucht in de fles: $m = m_2 - m_1$

Berekening van de massa van het water : $M = m_3 - m_1$

Berekening van het volume van de lucht = volume van het water = $V = M / \text{massadichtheid van water}$

$$V \text{ (mL)} = M / \rho = M(\text{g}) / (1 \text{ g/mL})$$

Berekening van de massadichtheid van de lucht = massa van de lucht / volume van de lucht

$$\rho = m / V \text{ (g/mL)}$$

Opmerking:

Als de temperatuur in de klas stijgt, wordt het volume van de lucht die opgesloten is in de spuit groter en staat de zuiger niet meer op het streepje van de 10.

Dat heeft echter geen belang. Het volstaat het volume van de spuit af te lezen vóór het opblazen van de fles. Wanneer dit volume gedeeld wordt door 2, weet je dat de druk in de fles verdubbeld is.