

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 luchtballen die ontsnappen uit het vat.

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

Hare's apparaat om massadichtheid van vloeistoffen te bepalen

Materiaal



Een spuitje luerlock 50 mL



Een 3-wegkraan (medisch materiaal luerlock) en een connector Male/female; of twee 3 wegkranen.



2 slangen van +/- 45 cm met binnendiameter 9 mm



Een plank van 60 cm x 10 cm



Een plank van 20 cm x 10 cm



2 hoekverbinders (6 cm breed, 6 cm hoog) + schroeven



2 bekers, de ene 4/5 gevuld met water; de andere 4/5 gevuld met een andere vloeistof (b.v. olie)



4 bevestigingsclips voor de slangen



1 bevestigingsclip voor het spuitje

Opbouw

Bevestig de 2 slangen op 2 openingen van de 3-weg kraan.

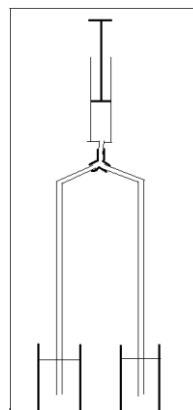
Bevestig de connector op de derde kant.

Bevestig het spuitje op de connector.

Maak de grote plank haaks vast op de kleine plank, met de hoekverbinders, zodat alles rechtop kan staan.

Maak het spuitje vast boven aan de grote plank.

Maak de 2 slangen vast op de grote plank. Zorg ervoor dat je makkelijk de slangen in de bekers kan schuiven.



2

Werkwijze

Draai de kraan van de 3-wegkraan zodat de 3 mondes open zijn.

Duw de zuiger om al de lucht eruit te jagen, en draai de 3-wegkraan zodat er een verbinding is tussen het spuitje en de 2 slangen. (Al de anderen openingen moeten afgesloten zijn)

Giet water in een beker, en de andere vloeistof in de andere beker, zodat de hoogte van de vloeistoffen in de 2 slangen dezelfde zijn.

Trek zachtjes aan de zuiger. De vloeistoffen stijgen in de 2 slangen.

Waarneming

Vergelijk de hoogte van de 2 vloeistoffen in de 2 slangen.

Leg de waarneming uit.

Uitleg

De druk op dezelfde hoogte in vloeistoffen is gelijk.

De druk boven de vloeistof in ieder beker is de atmosferische druk.

De vloeistof stijgt tot een zekere hoogte h

In de slang, op dezelfde hoogte is de druk gelijk aan de druk van de vloeistof + de druk van de lucht in de slang.

In de beide slangen is de druk van de lucht gelijk.







De druk uitgeoefend door iedere vloeistof in de slang is dus hetzelfde.

En $\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$

Hoe kleiner de massadichtheid hoe hoger het niveau van de vloeistof in de slang.

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).

Befestig 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 doorzichtige plakband de 2 meetlinten vast. Vanaf A, een meetlint naar boven en vanaf B, een meetlint naar beneden.

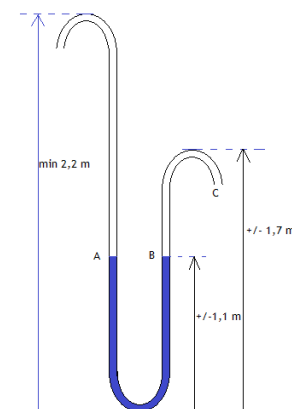
Werkwijze:

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: $p = \rho gh$



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 afvoerbuis van 11 cm diameter, met opzetstuk aan een einde – lengte +/- 100 cm)
-  Fixeermiddel (kneedlijm) om de flessen aan elkaar vast te maken
-  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.
- ✓ Kneed 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 dichten.
- ✓ Vul het bekomen vat met water (laat 4 à 5 cm tussen het wateroppervlak en de rand van het hoogste vat).
- ✓ Steek er de plasticen 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 vlessen te glijden)
- ✓ Blaas in de buis om een luchtbel te maken in het water.
- ✓ Steek de buis geleidelijk dieper en dieper en blaas telkens een luchtbel.

Waarneming :

Hoe dieper het uiteinde van de buis 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 buis:

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

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

Commentaire [NF1]: Op of toch tot ?

!!! 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.

De soepele pneumatische krik

Bijvoorbeeld: waarom kun je een paal gemakkelijker in de grond kloppen wanneer het uiteinde een puntvorm heeft? Hoe komt het dat dames met naaldhakken putjes in een parketvloer maken terwijl mannen erop kunnen lopen zonder sporen achter te laten?

Het verschil tussen druk en kracht is niet altijd duidelijk voor leerlingen.

Materiaal



Een wijn- of fruitsapzak (plastic) (= BiB = Bag in Box)

Een plasticen buis

Een snijplank van de grootte van de fruitzak.

Werkwijze :

- ✓ Verbind de buis met het kraantje van de BiB ;
- ✓ Plaats de BiB op de grond;
- ✓ Leg de plank op de BiB;
- ✓ Vraag iemand om op de plank te komen staan;
- ✓ Open het kraantje en blaas in de buis.

- ✓ (Het is ook mogelijk om de BiB met de plank op een stoel te plaatsen en aan iemand te vragen om op de plank te zitten)

Waarneming :

- Bereken welk gewicht je kan optillen met de BiB en verschillende snijplanken.
- Vergelijk deze waarden met het maximaal gewicht van personen die je op kan tillen.

Verklaring :

De druk die door de adem in de buis wordt uitgeoefend, plant zich voort in alle richtingen in de BiB (als het kraantje open is).

De druk is gelijk aan de kracht per eenheid van oppervlakte: $p = \frac{F}{A}$.

De druk uitgeoefend door de persoon op de lucht in de BiB is gelijk aan het gewicht gedeeld door de oppervlakte van de plank. Deze druk wordt gecompenseerd door de longdruk van de persoon die in de buis blaast. - Met het eerste experiment (hoogteverschil meten tijdens het blazen in de slang), kan je de druk bepalen die door de longen wordt uitgeoefend.-

De doorsnede van de buis is klein: de uitgeoefende kracht is dus ook klein.

Toepassingen :



Met de luchtkussenkrik onder de vorm van een ballon kan een massa van 3 ton worden opgetild. Het volstaat deze aan te sluiten op de uitlaat en de motor te laten draaien (in neutraal) om de uitlaatgassen af te voeren naar het kussen. Een terugslagklep verhindert dat het gas ontsnapt.



Licht maar krachtig is de "winbag" waarmee zware objecten zoals deuren, ramen, kasten enz. snel en gemakkelijk kunnen geblokkeerd worden.

Met een pneumatische krik kan ook een deur uit haar hengsels getild worden. Het volstaat de samengedrukte BIB onder de open deur te schuiven en in de buis te blazen...

Het pneumatisch kanon.

Met hetzelfde materiaal kan een pneumatisch kanon gemaakt worden waarmee projectielen wel 10 m ver geschoten kunnen worden, naargelang de uitgeoefende kracht. Dit wapen is heel eenvoudig, helemaal niet duur en zonder gevaar.

Materiaal



- Dubbelzijdige kleefband
- Gewoon plakband
- Klein projectiel (propje, dopje, ...)

Werkwijze:

- ✓ Kleef de plank op de tafel met de plakband. Het doel is een soepele scharnier te maken met een beweegbaar luik om dan de plastic zak (BiB) die eronder geplaatst wordt, plat te drukken.
- ✓ Blaas de BiB op en leg hem onder de plank met het kraantje (waaraan een kort stukje buis is bevestigd) aan de voorkant.
- ✓ Kleefde onderkant van de BiB op de tafel met de dubbelzijdige kleefband; de plank op de BiB kleven met dubbelzijdige kleefband.
- ✓ Stop het projectiel in de buis (niet te hard aandrukken).
- ✓ Open het kraantje openen en duw hard op de plank om het projectiel weg te schieten.

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%20%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.

Voorbereiding 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.