

De ideale leraar fysica in 1 2 3 4

Bij het tot stand komen van deze voordracht heb ik mijn ervaring gebruikt om dit te realiseren.

Je moet er rekening mee houden dat zowel leerlingen als leraars verschillende leerstijlen hebben en dit daardoor ook meer of minder zullen appreciëren naargelang ze eerder bij de ene of de andere stijl behoren.

Diversiteit in leerstijlen en didactiek is gewoon een gegeven.

De reden hiervoor is dat het aanbrenge van fysica niet met een eenduidige leerstijl kan gegeven worden. Dit geeft een totaal andere kijk op de wetenschappelijke methode.

Globaal kun je stellen dat er een viertal soorten leraars zijn (nooit stereotiep 100% bij de ene soort natuurlijk). Je kunt voor jezelf uitmaken bij welke van de vier "soorten" je behoort.

1 De **wiskundige fysicus** die pragmatisch is, eerder saai en exacte kennis, data, formules en feiten verzamelt en met vraagstukken die het probleem oplevert wil scoren.

2 De **experimentele fysicus** die vanuit het experiment onderzoekt of de theoretische feiten wel overeenkomen met de experimentele, in het leerproces de wetten proefondervindelijk probeert af te leiden, maar die ook orde, stiptheid en veiligheid vraagt om dit te kunnen waarmaken.

3 De **vertellende fysicus** die met verhalen, metaforen en beelden spontane reacties verwacht en op die manier de belangstelling voor fysica wenst aan te wakkeren. Deze fysicus heeft ook een voorliefde voor geschiedenis en het waarom sommige fysische wetten zijn 'ontdekt'.

4 De **creatieve conceptuele fysicus** die via goede communicatie, entertaint met een vleugje humor, emotioneel en enthousiast werkt en aanknoopt met de realiteit van elke dag. Deze fysicus is ook een beetje acteur en showman of vrouw.

Om deze vier categorieën even in het daglicht te stellen geef ik van de vier soorten een didactisch voorbeeld. Je zal kunnen opmerken dat elk van de voorbeelden waardevol is. Je zal achteraf kunnen vaststellen dat elk van de methodes de wetten van de fysica exact weergeeft maar naargelang jouw lesmethode en jouw leerlingen kan verschillen.

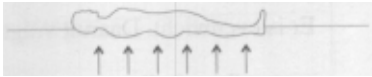
1 Didactische methode van leraar 1

De wet van Archimedes verklaart waarom een ondergedompeld lichaam schijnbaar vermindert van gewicht.

$$F_A = F - F_{\text{onder water}}$$

Wanneer we een voorwerp onderdompelen in een vloeistof dan ondervindt het een opwaartse kracht. Dit noemen we de Archimedes kracht.

Heb je al eens geprobeerd 'vanzelf' te zinken in het zwembad? Dat ging niet gemakkelijk, is het niet? Als je flink inademt blijf je zelfs gewoon drijven!! Blijkbaar word je dan door het water 'gedragen'. Anders gezegd: het water oefent een opwaartse kracht op je lichaam uit.



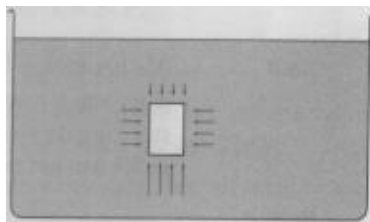
Duw een lege proefbuis leeg in het water.

Wat neem je waar?

Je voelt dat de proefbuis uit het water geduwd wordt door de opwaartse kracht van het water.



Wat is nu de oorzaak van de Archimedes kracht?



Om dit te weten te komen, nemen we een bad, samen met een kubusvormig lichaam, om de grootte van de hydrostatische druk op het voorwerp nauwkeurig te controleren.

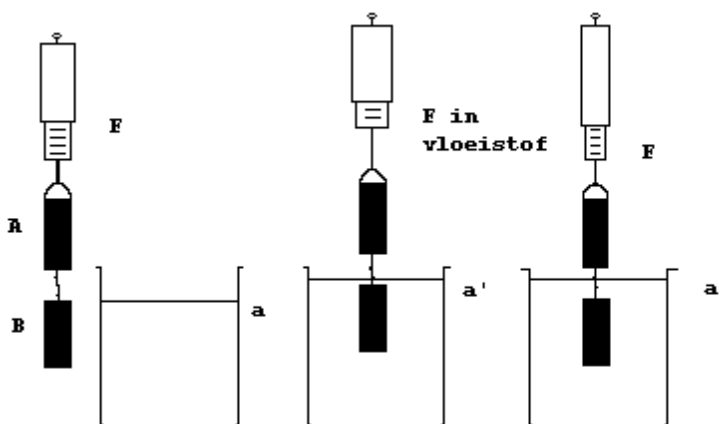
Op het ondergedompelde lichaam werkt de hydrostatische druk aan alle kanten. De druk op de beide zijwanden is gelijk, zodat er geen netto kracht merkbaar is. Op de onderkant van het voorwerp werkt er echter een druk naar boven gericht, terwijl op de bovenkant een druk naar beneden heerst.

De druk op de onderkant is groter dan op de bovenkant. Dat komt natuurlijk omdat de onderkant dieper in de vloeistof zit en de hydrostatische druk daar groter is. Het resultaat is een netto kracht die het voorwerp naar boven duwt. We constateren dus dat de opwaartse kracht in gasen of vloeistoffen het directe gevolg is van de hydrostatische kracht.

Je zal nu allicht opmerken dat een baksteen zinkt als je ermee in bad gaat.

Hoe groot is de Archimedes kracht?

Aan een dynamometer hangen we een metalen blokje (B) en een emmertje (A). Het metalen blokje past precies in het emmertje. We bepalen het gewicht F van de beide voorwerpen samen. We dompelen nu het metalen blokje in het water. Door de opwaartse kracht duidt de dynamometer nu een gewicht $F(\text{in vloeistof})$ aan, dat kleiner is dan het gewicht F . Hierna vullen we het emmertje volledig met water.



Wat neem je waar?

De dynamometer duidt opnieuw het oorspronkelijke gewicht F aan.

Als het blokje B ondergedompeld wordt dan kan je zien dat het vloeistofniveau stijgt van a naar a' . Dit is logisch, want waar het blokje is kan er geen vloeistof zijn. Die vloeistof is verplaatst. Het volume van de verplaatste vloeistof is daarbij gelijk aan het volume van het ondergedompelede lichaam.

- wanneer een voorwerp ondergedompeld wordt in water, ondervindt het een opwaartse kracht. Daardoor verliest het schijnbaar aan gewicht.
- de grootte van de opwaartse kracht is gelijk aan het gewicht van het verplaatste water.

We hernemen het vorige experiment, maar nu werken we met ethanol. De dichtheid van ethanol is kleiner dan die van water.

De opwaartse kracht is kleiner dan bij water. Hij is wel opnieuw gelijk aan het gewicht van de verplaatste vloeistof.

Besluit

De grootte van de opwaartse kracht is eveneens afhankelijk van de aard van de vloeistof.

We willen nu ook nog de grootte van de opwaartse kracht berekenen. Als we de opwaartse kracht voorstellen door F_A dan kunnen we uit de proef afleiden dat:

$$F_A = F_{\text{verplaatste vloeistof}}$$

We weten nog dat:

$$F_{\text{verplaatste vloeistof}} = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

Hierbij is ρ de massadichtheid van de vloeistof en V het volume van het ondergedompelde lichaam (= volume van de verplaatste vloeistof). De formule voor F_A wordt daardoor:

$$F_A = \rho \times V \times g$$

Een oefening zal dit duidelijk maken.

Een gouden blok is in werkelijkheid een legering van goud en koper en heeft een massa van 890 g. In water ondergedompeld houdt men het in evenwicht met 840 g. Bereken hoeveel gram zuiver goud het bevat.

De massadichtheid van goud is 19.3 g/cm^3 en die van koper 8.9 g/cm^3

Antwoord is 86% van 890 g dus 792 g

2 Didactische methode van leraar 2

We vullen een maatcilinder eerst met water en brengen er een stukje lood, kurk en paraffine in.

Wat gebeurt er met het stukje lood, de stukjes kurk en met de paraffine?

We vullen nu een proefbuis voor de helft met ethanol en laten er enkele druppels olie in vallen. Daarna vullen we de proefbuis verder op met water.

Wat neem je waar?

We duwen een blokje 'gewoon' hout onder water en laten het daarna los. Wat neem je waar?

We brengen een klein stukje van een zware, tropische houtsoort in water. Wat neem je waar?

De verklaring

Als een voorwerp volledig ondergedompeld wordt in een vloeistof, dan werken er twee krachten op dit voorwerp:

- - de zwaartekracht $F_Z = \rho_{\text{voorwerp}} \times g \times V$, die het voorwerp naar beneden trekt
- - de Archimedes kracht $F_A = \rho_{\text{vloeistof}} \times g \times V$, die het voorwerp omhoog duwt.

Is de zwaartekracht groter dan de Archimedes kracht dan zal het voorwerp zinken. Is de Archimedes kracht daarentegen groter dan de zwaartekracht dan zal het voorwerp opstijgen en drijven. Wanneer ze gelijk zijn aan elkaar, zweeft het voorwerp.



Er zijn dus drie mogelijkheden

$F_Z > F_A$ daaruit volgt dat $\rho_{\text{voorwerp}} > \rho_{\text{vloeistof}}$

$F_Z = F_A$ daaruit volgt dat $\rho_{\text{voorwerp}} = \rho_{\text{vloeistof}}$

$F_Z < F_A$ daaruit volgt dat $\rho_{\text{voorwerp}} < \rho_{\text{vloeistof}}$

De massadichtheid is dus een essentiële factor om uit te maken of een voorwerp zal zweven, zinken of drijven. Door gebruik te maken van tabellen kunnen we voorspellen wat een voorwerp zal doen in een bepaalde vloeistof.

We bekijken opnieuw de voorgaande proeven.

proef	ρ voorwerp	ρ vloeistof	besluit
	Lood Kurk Paraffine	Water	
	Olie		
	Populier		
	Ebbehout		

Waarom drijft een voorwerp?

Als de dichtheid van water groter is dan die van het voorwerp is de Archimedes kracht ook groter dan de zwaartekracht.

Het voorwerp wordt omhooggeduwd zodat een deel boven het water uitsteekt. Daardoor is het volume van het ondergedompelde deel kleiner geworden. De Archimedes kracht wordt dus kleiner.

Zodra de Archimedes kracht even groot is als de zwaartekracht zal het voorwerp drijven.

Een onderzeeboot zweeft onder water. Dit wil zeggen dat het gewicht van het voorwerp precies gelijk is aan de opwaartse kracht F_A .

Nog enkele extra voorbeelden

Een onderzeeboot is voorzien van ballasttanks die water bevatten. Om het schip te doen stijgen, pompt men water uit de ballasttanks in zee; om te dalen wordt er water in de tanks gepompt.

3 Didactische methode van leraar 3

Vroeger was Archimedes een dienaar van de koning die wou weten of hij op een niet destructieve manier kon weten of er lood zat in zijn kroon

Koning Hieroon van Syracuse wilde de goden een gouden krans aanbieden en gaf een kunstenaar opdracht er een te maken. Nadat de krans aan de koning was overgedragen twijfelde deze of het voorwerp wel van puur goud was. Misschien was deze wel gemaakt van een mengsel van zilver en goud, een truc waarvan valsmunters toentertijd gebruik maakten om munten te vervalsen. De koning vroeg aan Archimedes of deze kon vaststellen of de krans van puur goud gemaakt was zonder deze te smelten.

In gedachten verzonken liep Archimedes naar huis en hij besloot ter ontspanning een bad te nemen. Terwijl Archimedes zich in het bad laat zakken realiseert hij zich dat hij lichter wordt. Goud ($19,2 \text{ kg/dm}^3$) heeft een hogere dichtheid dan zilver ($10,5 \text{ kg/dm}^3$) een gouden krans heeft dus een kleiner volume dan een even zware zilveren krans. Uit de opwaartse kracht van het water zou hij dus het volume van de krans moeten kunnen bepalen en door dat te combineren met het gewicht van de krans zo vaststellen of de krans uit zuiver goud gemaakt was of uit een mengsel van zilver en goud. Volgens de legende vlieden deze gedachten door zijn hoofd en is hij zo blij dat hij het probleem heeft opgelost dat hij uit het bad springt en zonder zich aan te kleden naar de koning rent onder het uitroepen van "Eureka, Eureka" (Ik heb het gevonden, ik heb het gevonden).

Heb je nu na het horen van dit verhaal een beter inzicht in de wet van Archimedes. Kun je nog andere toepassingen bedenken als je weet dat deze wet ook in lucht geldig is.

Denk aan duikboten, luchtschepen zoals de Zeppelin en het feit dat schepen voor zoetwater en zoutwater een verschillende diepgang hebben.

Probeer de redenen te vinden waarom de vulling van luchtschepen ook een economische en een veiligheidsreden hebben.

4 Didactische methode van leraar 4

Vandaag moeten jullie zelf een duikboot maken die zweeft halverwege een zelf gevuld aquarium. Dit is een fysische toepassing van de wet van Archimedes.

De opgave vandaag is : zelf een duikboot maken.

Je moet ervoor zorgen dat de massadichtheid van de duikboot begrepen is tussen de massadichtheid van de eerste vloeistof en de tweede vloeistof.

We vullen eerst het aquarium met gewoon water (massadichtheid 1.0 g/cm^3) tot halfweg en daarna vullen we met water aangevuld met zout tot een massadichtheid van ongeveer 1.2 g/cm^3

Hou zou je best vullen?

Maak gebruik van een hevel!!

We zorgen dat de twee lagen boven elkaar zijn!

Voorzichtig vullen.

Om je duikboot te kunnen maken is het nodig dat je eerst de massadichtheid van de onderste en de bovenste laag exact kent.

Pas daarvoor de methode toe om de massadichtheid van een vloeistof te bepalen.

Hoe doe je dat?

Constructie van je duikboot

Neem daarvoor een leeg filmrolletje dat je kunt opvullen met zand of plasticine.

Je beschikt over een balans tot op 0.1 g nauwkeurig en je kan ook het volume van dat filmrolletje berekenen zodat je de massadichtheid kunt bepalen

Zorg ervoor dat de massadichtheid van de duikboot precies tussen de twee massadichtheden van de vloeistoffen ligt dan zal je duikboot drijven.

Je hebt daarvoor nodig de formules voor de inhoud van een cilinder en een balans.

Zoek ze op. Maak de berekeningen

Test

Gooi je duikboot in het aquarium en kijk of hij blijft drijven halverwege.

Extra vragen

Zal het water stijgen of dalen als ik het bootje laat zinken? De ijskappen smelten.

Wat gebeurt er met de waterspiegel?

Zelfevaluatie

Welk soort fysicus je bent moet je zelf oordelen om je praktijkervaring te verbeteren.

Je publiek is steeds gemengd, er zijn ook vier categorieën leerlingen net zoals er soorten leraars zijn.

Je past best een soort van gemengde didactische methode toe om als goed fysicus de doelen en de onderzoek competenties te bereiken?

Er moet een evenwicht gezocht worden in de samenhang tussen een aantal verschillende didactische methodes. Je hebt daarbij de keuze tussen

- 1 Je doet een verrassend experiment
- 2 Je werkt probleemoplossend
- 3 Je vertelt een verhaal
- 4 Je leidt exacte wetten en logische feiten af
- 5 Je wilt je doelstellingen bereiken
- 6 Je stelt vragen en werkt met concepten

Alvast goede moed!!

Bronnen

Diverse handboeken van fysica

Fichtner, Richard: Neue Methoden im naturwissenschaftlichen Unterricht

Gardner, Howard: Intelligenten - Die Vielfalt des menschlichen Geistes; Herrmann,

Ned: Kreativität und Kompetenz - Das einmalige Gehirn; Physik-Journal:

Konstruktivistisches Arbeiten und Kompetenzerwerb;

Rosen, Theodor: Denkstile und Lernen in Schule und Seminar, Studienseminar für das Lehramt für die Sekundarstufe;

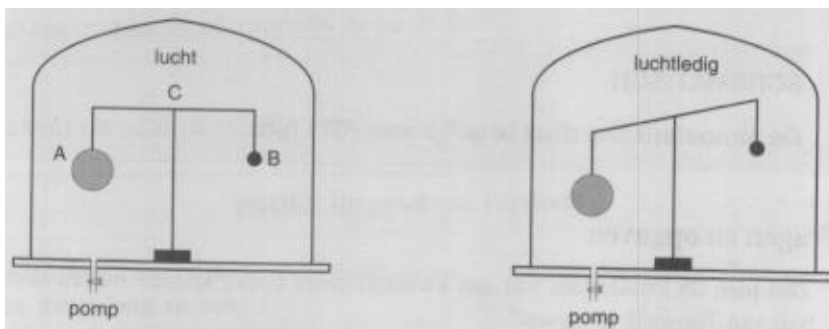
Thompson, Heather and Maguire, Sean: Mind Your Brain

Totaal evenwichtige leraar TEL 1234

1 Extra proef

Onder de klok van een vacuümpomp plaatsen we een balans. Aan de ene arm hangen we een glazen bol met groot volume (A) en aan de andere een metalen blokje (B) met een klein volume.

In lucht zijn de beide armen van de balans in evenwicht. Met de vacuümpomp zuigen we de klok luchtledig.



Waarneming

Naarmate de klok luchtledig gezogen wordt, daalt bol A.

Verklaring

Bol A 'weegt' natuurlijk niet meer dan voordien, maar door het wegpompen van de lucht verdwijnt de opwaartse kracht, die de lucht op de bol uitoefende. Op bol B heerste van bij het begin een kleinere opwaartse druk omdat zijn volume kleiner is. Bij het wegpompen van de lucht daalt de opwaartse kracht relatief minder dan in het geval van bol A.

2 Extra toepassingen uit het dagelijks leven

- Een ballon in de lucht en een onderzeeboot onder water zweven. Dit wil zeggen dat het gewicht van het voorwerp precies gelijk is aan de opwaartse kracht F_A .

Om de ballon te laten stijgen, gooit men ballast (zand) uit: het gewicht F wordt dan kleiner en F_A winst. Om de ballon te laten dalen laat men gas ontsnappen: het volume van het gas wordt daardoor kleiner en dus ook F_A . Daardoor overheerst dus het gewicht F .

Een onderzeeboot is voorzien van ballasttanks die water bevatten. Om het schip te doen stijgen, pompt men water uit de ballasttanks in zee; om te dalen wordt er water in de tanks gepompt.

- Zout water heeft een grotere dichtheid dan zuiver water. De opwaartse kracht is er groter. In de Dode Zee is het zoutgehalte van het water zo groot dat je er zonder meer kunt drijven op het water. Let er wel op dat je na een 'duik' in dat zoute water een grondige douchebeurt voorziet. Zout water is immers heel slecht voor de huid.

- De dichtheid van ijs is 920 kg/m^3 . IJs drijft dus op het water. Maar je ziet slechts het topje van de ijsberg. Een tiende van het ijsvolume steekt boven het water uit, terwijl al de rest verborgen zit onder de zeespiegel. Dat is uiteraard een uiterst gevaarlijke situatie. De ramp met de Titanic (14 april 1912) was te wijten aan zo'n verborgen ijsmassa. Tijdens zijn eerste reis botste het schip op het 'onderwatergedeelte' van een ijsberg, scheurde open en zonk in korte tijd.

- Een metalen schip drijft omdat de opwaartse kracht van het water gelijk is aan het gewicht van het schip. Dat kan natuurlijk alleen als het gewicht niet te groot is. Daarom is een metalen schip binnenin hol. Bovendien mag het schip niet al te zwaar geladen worden. Het Plimsollmerk helpt daarbij om na te gaan of het niet te hoog of te laag in het water ligt.

3 Meer over de luchtballon

Een luchtballon bestaat uit een omhulsel dat gevuld is met een zeer licht gas (meestal helium).

Zodra de Archimedes kracht groter is dan het eigen gewicht van de ballon (met gas en lading), stijgt de ballon op. Bij die opwaartse beweging komt de ballon in hogere luchtlagen, waar de massadichtheid van de lucht kleiner is dan op de begane grond ($1,29 \text{ kg/m}^3$). Op een bepaalde hoogte is de dichtheid van de lucht zo klein, dat de Archimedes kracht gelijk wordt aan het gewicht van de ballon. De ballon stijgt dan niet langer, maar zweeft.

Men kan de ballon ook vullen met warme lucht. Door de warmte zet de lucht immers uit zodat hij ijler wordt.

We onderzoeken een rekenvoorbeeld.

Een met helium gevulde luchtballon heeft een massa, alles inbegrepen, van 5,0 ton. De dichtheid van helium bedraagt $0,18 \text{ kg/m}^3$; die van lucht is veel groter: $1,29 \text{ kg/m}^3$. Hoe groot moet het volume (V) van de ballon zijn opdat hij van de grond zou komen?

Het gewicht van de ballon bedraagt: $F_{\text{ballon}} = 5,0 \cdot 10^3 \times 9,8 \text{ N}$

Het gewicht van de gasvulling is gelijk aan: $F_{\text{gas}} = V \times 0,18 \times 9,8 \text{ N}$

Het totale gewicht is gelijk aan:

$$F_{\text{totaal}} = F_{\text{ballon}} + F_{\text{gas}} = (5,0 \cdot 10^3 \times 9,8) + (V \times 0,18 \times 9,8) \text{ N}$$

De Archimedes kracht, die de ballon laat opstijgen, kunnen we berekenen met de formule:

$$F_A = 1,29 \times V \times 9,8 \text{ N}$$

Opdat de ballon zou opstijgen, moet de Archimedes kracht minstens gelijk zijn aan het totale gewicht.