

Zelf een duikboot maken en uittesten

Zoals hij met vliegtuigen de vogels wil nabootsen en overtreffen, doet de mens dit ook met duikboten, naar het voorbeeld van de vissen die, onzichtbaar van aan het oppervlak, het water doorklieven.

Over duikerklokken om af te dalen naar de bodem van de zee bestaan al geschriften vanuit de tijd van Aristoteles, ongeveer 350 jaar v. Chr. Zo vertelt een legende dat Alexander de Grote zich in 322 v. Chr. in een glazen ton onder water liet zakken om naar een walvis te kijken. Ook de Chinezen zouden in 200 v.Ch. een duikboot gehad hebben die zich “voortbewoog over de zeebodem”.

Vanaf Leonardo da Vinci begon de ontwikkeling van de duikboot. Men bedacht systemen om langer onder water te kunnen blijven en ook om onder water te kunnen varen. De eerste onderzeeboten waren met leder overdekte roeiboten die waterdicht gemaakt werden met een laag vet (Drebbel, begin 17^e eeuw). Doeltreffend aangewende ballast bestond toen uit lederen zakken waarvan de hals door de onderkant van de boot stak en die zo gevuld konden worden met water om te duiken (Borelli en Symons, late 17^e en begin 18^e eeuw). Onderzeeboten verplaatsten zich toen nog met door de hand aangedreven propellers. In opdracht van Napoleon werd toen de “Nautilus” voor ‘t eerst uitgerust met een onderwaterbom of torpedo. De ontwikkeling van de dieselmotor en de accu betekende ook voor onderzeeërs een enorme vooruitgang zodat ze strategisch ingezet werden tijdens de beide wereldoorlogen. Met de uitvinding van de “snuiver”, een lange uitschuifbare pijp waarlangs lucht kan worden aangevoerd, kon vanaf de jaren dertig de dieselmotor ook onder water gebruikt worden. De snelheid onder water kon nog aanzienlijk opgevoerd worden door de romp van de onderzeeërs een gestroomlijnde vorm te geven. Vanaf 1955 werd kernenergie ingezet als aandrijving. Vandaag verkiest men luchtafhankelijke aandrijving als alternatief voor nucleaire aandrijving.

Deze workshop, die werd uitgewerkt als een mini-project voor een wetenschappen-wiskunde-dag, vindt heel wat aanknopingspunten met het leerplan fysica zoals de wet van Archimedes, het begrip druk, motoren, batterijen en kernenergie.

De confrontatie met de realiteit zorgt voor een verhoogde motivatie bij de leerlingen. Het zelf experimenteren met het zinken en stijgen is voor veel leerlingen een echte uitdaging en, met de nodige duiding, een prettige manier om aan fysica te doen!





DUIKBOTEN



I. Inleiding

PPT met historiek en weetjes over duikboten

II. Hoe werkt een duikboot?

Om te begrijpen hoe een duikboot functioneert, werken we eerst met een **model**: een filmdoosje dat we vullen met steentjes en/of water en/of lucht.

We oefenen met dit model de 3 belangrijke functies voor een duikboot in:

- nl. het duiken (= zinken),
 - het opstijgen en tenslotte drijven,
 - het zweven op een bepaalde diepte.

Om daar inzicht in te krijgen, voeren we eerst de opdrachten op de keerzijde uit.

III. Ontwerp van een duikboot

Met het aangereikte materiaal ontwerpen we nu zelf een duikboot die op commando kan zinken, opstijgen (en drijven) of zweven.

We testen hem uit in de grote bak water.

Tenslotte demonstreren we ons ontwerp aan de andere groepjes en leggen we uit welke (al of niet gelukte) pogingen we ondernomen hebben.

Veel succes!

Aan het werk!

We vullen de filmdoosjes met **steentjes** en/of **water** en/of **lucht** zodat bij onderdompeling in de bokaal met water er

- één *opstijgt en blijft drijven*
- één *zinkt*
- één *blijft zweven.*

We bepalen het volume V van zo'n filmdoosje door het onder te dompelen in een maatglas gevuld met water en af te lezen hoeveel het volume daarbij toeneemt:

$V_{b(egin)}$ = volume afgelezen op het maatglas vóór het doosje in het water zit =

$V_{e(ind)}$ = volume afgelezen op het maatglas als het doosje volledig onder water zit =

Het volume van het doosje is gelijk aan $V = V_{e(ind)} - V_{b(egin)} = \dots\dots\dots$

We bepalen de massa m van de gevulde filmdoosjes:

$m_{zinkend\ doosje}$ =

$m_{opstijgend\ doosje}$ =

$m_{zwevend\ doosje}$ =

We berekenen voor elk doosje de dichtheid ρ :

$\rho_{zinkend\ doosje}$ =

$\rho_{opstijgend\ doosje}$ =

$\rho_{zwevend\ doosje}$ =

We vergelijken deze dichtheden met de dichtheid van water bij de huidige temperatuur $\theta = \dots\dots\dots$

$\rho_{water} = \dots\dots\dots$ (zie tabellenboekje)

Tot welk besluit kom je?

- Als een voorwerp *opstijgt* in water, geldt:
- Als een voorwerp *zinkt* in water, geldt:
- Als een voorwerp *zweeft* in water, geldt:

Materiaal workshop duikboten

Proef 1: Zinken, zweven en stijgen+drijven



Filmdoosje (of ander afsluitbaar plasticdoosje)

Voorzie ook

- een tamelijk grote, glazen bokaal
- een elektronische balans,
- maatbekers waar de doosjes kunnen in ondergedompeld worden,
- een thermometer
- een tabel met de dichtheid van water bij verschillende temperaturen

Proef2: Ontwerp van een duikboot



klein PET-flesje

kieselsteentjes

4 elastiekjes

2 meetspuiten

(te koop bij TERUMO EUROPE NV)

plastic darmpje van 80 cm lengte dat op de meetspuiten past
(te koop bij VWR)

Voorzie ook

- een grote bak met water
- een handdoek

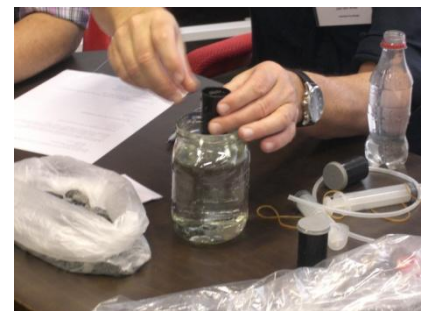
Houd een dweil achter de hand voor de ongelukjes...

De duikboot in de klas

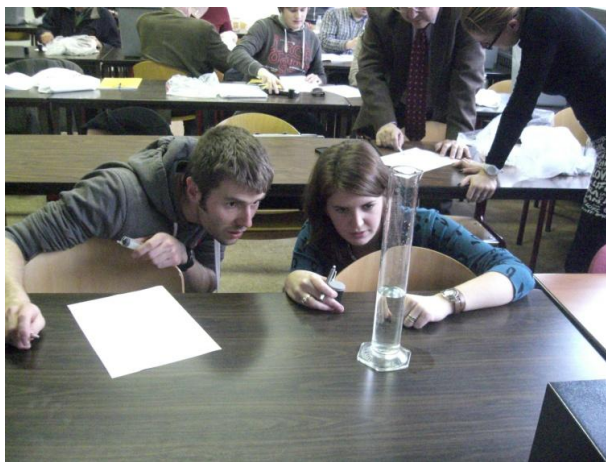
Op zaterdag 16 november 2013 hielden VELEWE en VOB aan de Universiteit Hasselt - campus Diepenbeek hun jaarlijks congres.

Het was een hoogdag voor leerkrachten wetenschappen met tal van interessante lezingen en werkgroepen, waaronder één genaamd: "Zelf een duikboot maken en uittesten". Bij de 40 moedige leerkrachten gingen de uitdaging aan. Ze kregen eerst een PPT-presentatie met historiek en weetjes over echte duikboten en nadien moesten ze zelf aan de slag met eenvoudig materiaal om inzicht te krijgen in het functioneren van een duikboot.

In een eerste proef moesten ze, in groepen van 2, filmdoosjes vullen met steentjes, water en/of lucht zodat er één zonk, één opsteeg en één bleef zweven in een bokaal water. Vooral dat laatste was een hele klus, maar de leraren slaagden er allemaal in om de boel fijn te tunen.



Door metingen moesten ze dan onderzoeken welke eigenschap juist het verschil maakte.



Daartoe stonden klaar vooraan in de klas:
2 maatbekers gevuld met water om het volume van de (3 identieke) filmdoosjes te bepalen door onderdompeling en een elektronische balans om de massa van elk filmdoosje apart te meten.

Met deze gegevens kon dan de dichtheid van elk doosje berekend worden en vergeleken met deze van water bij dezelfde temperatuur, die trouwens ook gemeten moest worden.

De referentiewaarde voor de dichtheid van water bij die temperatuur kon opgezocht worden in een ter beschikking gesteld tabellenboekje.

Daarna kwam de ontwerpfase, het doel waar iedereen naar uitkijkt: zelf een duikboot in elkaar knutselen die op eigen commando onderduikt en weer opstijgt!

De deelnemers moesten dit zien te klaren met wat materiaal verzameld in een zakje: een klein PET-flesje, 2 meetspuiten, een plastic darmpje dat op de meetspuiten past, een paar elastiekjes en ook weer de steentjes. Elk groepje beschikte ook over een "eigen oceaan": een grote bak gevuld met water, om het ontwerp uit te testen. Met dank aan de organisatoren om deze (vuilbakken waarvoor ik de halve school geplunderd had de dag voordien) te helpen vullen!



Het viel me op dat de leraren even gedreven experimenteerden met de duikboot als de leerlingen bij ons op school op de Wa?WeWi! Wow!!-dag, een halve dag om leerlingen warm te maken voor de studie van wetenschappen en wiskunde. En wat een opsteker was: met hetzelfde materiaal kwamen er 3 verschillende ontwerpen (en hun varianten) uit de bus!



Voor leerlingen heeft deze activiteit een echt vormende waarde: ze leren meettoestellen hanteren zowel digitaal (elektronische balans) als analoog (thermometer) en leren methodes kennen om bepaalde grootheden te meten (volume van onregelmatige voorwerpen door onderdompeling in het water van een maatbeker). Ook leren ze informatiebronnen raadplegen om de waarde van bepaalde grootheden op te zoeken (dichtheid van water bij een bepaalde temperatuur) en leren ze correct omgaan met het verwerken van meetresultaten (nauwkeurigheidsgraad en beduidende cijfers).

De confrontatie met de realiteit zorgt voor een verhoogde motivatie bij de leerlingen. Het zelf experimenteren met het zinken en stijgen is voor veel leerlingen een echte uitdaging en - met de nodige duiding - een prettige manier om aan fysica te doen!

De inhoud van de workshop biedt ook voor leraren tal van mogelijkheden om hun onderwijs te kleuren: deze kan gebruikt worden om het begrip dichtheid (en de zin ervan) aan te brengen of kan geïntegreerd worden in een groter "vakoverschrijdend" project over de zee waarbij de duikboot niet alleen het doel op zich is maar ook het middel om de samenstelling van en het leven onder water te



bestuderen. Er zijn tal van aanknopingspunten met de lessen wetenschappen zoals de wet van Archimedes, druk, (kern)energie, motoren, batterijen, brandblussers, zuurstofkaarsen,...

De leraar kan zelf bepalen hoe uitgebreid hij dit alles in zijn lessen aan bod laat komen en welke aspecten van "een onderzoek voeren" hij aan de hand ervan inoefent bij zijn leerlingen (zoals een logboek bijhouden van de verschillende pogingen, het voorstellen van het eigen ontwerp via een poster of mondelinge uitleg, het leren van en beoordelen van elkaars ontwerp, ...).

Aan de positieve reacties achteraf, zowel mondeling direct na de workshop als per mail achteraf met de vraag naar de documenten en de PPT, weet ik zeker dat de duikboot in sommige scholen in Vlaanderen zal "opduiken" in de klas!

Hendrickx Bernadette
lerares fysica aan het H.-Hart&College te Halle