PROEF 2.4 **HET METEN VAN VOLUME**

Proef bij Natuurkunde voor Nu en Straks 1m (cd), hoofdstuk 2, par. 4 ***Volumebepaling***

1. **Doel van de proef**

Deze proef bestaat uit drie delen, a., b. en c. Het doel is drie manieren te leren waarop je volume (van een voorwerp, van een hoeveelheid vloeistof) kunt meten.

1. **Benodigdheden bij de proef**

Bij proef a. (het meten van het volume van blokvormige voorwerpen) heb je nodig:

* een meetlat, meetlint of liniaal
* enkele voorwerpen waarvan je het volume kunt bepalen (bij demonstratie: een grote doos of groot blok hout, liefst niet langer dan de meetlat lang is)

Bij proef b. (het meten van het volume van vloeistoffen) heb je nodig

* maatcilinder
* een fles met water
* lege plastic flessen
* watervaste viltstift

Bij proef c. (volume meten door onderdompeling in water) heb je nodig:

* maatcilinder of geijkt waterflesje
* stukken metaal, steen, hout dat zinkt (de stukken moeten in de maatcilinder of in de geijkte flesjes passen; bij voorkeur kun je ze aan een touwtje in het water laten zakken)

1. **Wat is *volume*?**

Met het volume van een voorwerp bedoelen we hoeveel ruimte het voorwerp inneemt. Met het volume van een doos of fles bedoelen we hoeveel ruimte in de fles of de doos is die opgevuld kan worden. De eenheid van volume is cm3 of dm3 of m3. In het geval van het volume van vloeistoffen wordt vaak de eenheid liter (l) gebruikt, of milliliter (ml) of centiliter (cl) of deciliter (dl). 1 liter = 1 dm3 ; 1 ml = 1 cm3

Een ander woord voor volume is ook wel ‘inhoud’, maar soms is dat een verwarrend woord. Zo staat er wel eens op een pak waspoeder ‘inhoud 1 kg’. Dan is duidelijk niet het volume bedoeld, maar het gewicht (of beter: de massa) van het waspoeder dat in het pak zit. [foto?]

Om deze verwarring te vermijden, gebruiken we in de natuurkunde het woord ‘inhoud’ niet, maar spreken we van ‘volume’.

NB het woord volume wordt ook wel eens voor iets heel anders gebruikt, namelijk voor de luidheid van een geluidsbron (een radio, een speaker of een stem). Dat volume bedoelen we hier niet.

1. **Inleiding op de proef**

Bij deze proef ga je drie manieren leren om volume te bepalen. De eerste manier kun je gebruiken bij blokvormige voorwerpen. De tweede manier kun je gebruiken voor vloeistoffen. De derde manier kun je gebruiken voor vaste voorwerpen die je in een vloeistof kunt onderdompelen.

1. **Uitvoering van de proef**

***proef 2.4A: het volume van een blokvormig voorwerp bepalen***

1. *voorspellen*

De docent zet op zijn tafel een groot blokvormig voorwerp, bijvoorbeeld een blok hout.

Hij vraagt aan de leerlingen: *hoe* ***groot*** *is dit blok hout?* De leerlingen antwoorden waarschijnlijk door de lengte te schatten, bijv. 15 cm (de docent: wijs aan, wat van het blok is 15 cm?). In een gesprek komen de leerlingen en de docent zo ver dat de vraag ‘hoe groot’ niet zo’n goede vraag is. Beter is: hoe lang, of hoe breed, of hoe hoog. Als je wilt weten hoeveel ‘ruimte’ het blok inneemt, dus als je het volume wilt weten, heb je deze alle drie nodig. De docent herformuleert nu zijn vraag: *hoe groot is het volume van de doos?*

De leerlingen voorspellen/schatten hoe groot het volume van de doos is. De docent noteert (enkele) waarden die de leerlingen schatten, als de leerlingen er een eenheid bij noemen, noteert hij die ook.

1. *voorspelling uitleggen*

De docent vraagt enkele leerlingen hoe zij aan hun schatting komen. Zo mogelijk komt hij tot de conclusie: je moet de lengte, de breedte en de hoogte schatten en die met elkaar vermenigvuldigen: *l* x *b* x *h.* En als je die alle drie in cm neemt, krijg je het volume in cm3 .

1. *waarnemen*

Met een rolmaat of meetlat meet de leraar de lengte, de breedte en de hoogte op (of beter: laat dat de leerlingen doen). De metingen worden op het bord geschreven. Het volume wordt uitgerekend.

1. *waarneming uitleggen*

Dit onderdeel is hier niet van belang, *tenzij* de docent het al wil hebben over de nauwkeurigheid van de metingen. Dan kan de docent na de metingen (of al tijdens de meting) de vraag bespreken hoe nauwkeurig de metingen zijn. Moet je in cm aflezen of zelfs in mm? Is de lengte van de doos wel overal het zelfde?

1. *voorbeelden uitwerken*

De docent kan de leerlingen in groepen van twee of drie enkele blokjes geven (of wijzen op blokvormige voorwerpen in de klas, zoals een boek, het tafelblad, het lokaal, een kast) met de opdracht: *meet de volumes*. De docent kan de leerlingen, voordat ze een ingewikkelde meting gaan doen (zoals het volume van het klaslokaal), vragen een plan te maken hoe ze de meting willen gaan doen, met een taakverdeling. Tevens kunnen de leerlingen al nadenken over de eenheid die ze gaan gebruiken (bij een lokaal is het aantal m3 handiger dan het aantal cm3). Daaraan gekoppeld: is het wel zinvol en handig de lengte van het lokaal wel in mm of cm nauwkeurig te meten?

De docent geeft aan hoe de leerlingen hun metingen in hun schrift noteren:

* titel van de proef
* meting van de lengte, de breedte en de hoogte en opschrijven van de metingen (met eenheid)
* invulling van de metingen in de formule *l* x *b* x *h* en uitkomt (met eenheid)

1. *afronding*

De docent rond de meting af door samen te vatten hoe je het volume van blokvormige voorwerpen kunt meten: *l x b x h* . Als overgang naar proef B vraagt hij aan de leerlingen na te denken hoe je het volume van een hoeveelheid vloeistof kunt bepalen.

***proef 2.4B: het volume van vloeistof bepalen***

1. *voorspellen*

De docent laat de leerlingen een flesje (van ca. 300 ml) zien dat gedeeltelijk gevuld is met water (max. 100 ml). Hij vraagt de leerlingen te schatten hoeveel water erin zit.

1. *de voorspelling uitleggen*

De docent vraagt aan enkele leerlingen hoe die aan de voorspelling is gekomen. Waarschijnlijk komt er een antwoord als ‘er kan 1/3 liter water in die fles en die is voor minder dan 1/3 gevuld dus ik schat dat er 100 ml in zit’.

1. *waarnemen*

Vervolgens vraagt de docent: *hoe kunnen we het volume water nauwkeuriger bepalen*? Als antwoord laat hij de maatcilinder (100 ml) zien en legt uit wat een maatcilinder is (‘meetinstrument’). De docent schenkt het water uit de fles over in de maatcilinder en leest af (en laat enkele leerlingen aflezen) hoeveel water er in zit. Op het bord tekent hij hoe je moet aflezen.

[tekening van aflezen meniscus]

1. *waarneming uitleggen*

De docent vergelijkt het gemeten volume met het geschatte volume en concludeert: de meting is nauwkeuriger. In gesprek met de leerlingen komt aan de orde dat die nauwkeurigheid komt door de maatverdeling (de streepjes) op de maatcilinder.

De docent bespreekt hoe je een maatcilinder kunt *ijken* (en dus ook wat *ijken* is). Als toepassing brengt jij een maatverdeling aan op een waterflesje: 10 ml erin gieten en met een viltstift-streepje aangeven hoe hoog het water staat; leeggooien en vervolgens 20 ml erin, streepje, enz.

1. *voorbeelden uitwerken*

De docent noemt of toont een paar voorbeelden van geijkte flessen of kannen uit het dagelijks leven, bijvoorbeeld de maatkan uit de keuken of de jerrycan met maatverdeling.

Vervolgens geeft de docent groepjes van 3 de opdracht om een leeg waterflesje (aan de bovenkant afgesneden, om er voorwerpen in te kunnen onderdompelen, zie 2.4C) te ijken. [foto van leerling die waterflesje ijkt]

[mogelijk handige procedure als er maar één maatcilinder in de klas is:] de docent laat 3 groepjes werken samen. Bij 27 leerlingen in de klas zijn er dus drie keer 3 groepjes. Groep 1 bestaat uit drie groepjes van drie: 1A, 1B en 1C. idem voor groep 2 en 3. Groepje 1A krijgt de maatcilinder, doet er 10 ml in, giet die over in het flesje en geeft de maatcilinder door aan groepje 2A.

Groepje 1A zet de streep van 10 ml op zijn flesje en giet dan de 10 ml over in het flesje van groepje 1B. Die geeft de 10 ml weer door aan groepje 1C.

Vervolgens vult groep 1A zijn flesje weer met 10 ml water en giet die erbij in het flesje van 1C, die het streepje 20 ml kan neerzetten. 1C giet de 20ml over in het flesje van 1B, streepje, weer naar 1A. Nu vult B zijn fles met 10 ml en gooit dat er bij A bij, enz. Zo worden de flesjes van de drie groepen allemaal geijkt.]

1. *Bespreken*

De docent neemt de (lege) geijkte flesjes in, zet ze naast elkaar voor zich en stelt de vraag*: is alles goed gedaan? Wat moeten we doen om dat te controleren?*

Uiteindelijk vult hij de maatcilinder met 100 ml water en giet dat in een van de flesjes en controleert of het water bij het juiste streepje komt.

[de goed-geijkte flesjes komen bij proef 2.4C en bij latere proeven over dichtheid weer van pas, bewaren dus!]

**proef 2.4C het volume bepalen van voorwerpen door onderdompeling**

1. *voorspellen*

De docent laat een willekeurig gevormd voorwerp, bijvoorbeeld een steen (die in de maatcilinder past) zien en vraagt groepjes van 3 met elkaar te schatten hoe groot het volume van deze steen is.

1. voorspelling uitleggen

De docent vraagt enkele groepjes naar hun schatting en wat ze voor die schatting gedaan hebben. Waarschijnlijk zijn er enkele groepjes bij die de lengte, breedte en hoogte hebben geschat en toen *V = l x b x h* hebben gebruikt. De docent vraagt: *kunnen we het ook nauwkeurig meten?* Misschien zijn er leerlingen die zeggen: ja onderdompelen in de maatcilinder. De docent bespreekt wat er dan precies gedaan moet worden: de maatcilinder ongeveer half vullen met water, het volume aflezen en noteren. Vervolgens de steen onderdompelen (liefst: aan een touwtje in het water laten zakken, voorkomt het wegspetteren van water), opnieuw aflezen en noteren. De twee metingen van elkaar aftrekken.

1. *proef uitvoeren*

De docent voert de proef uit of laat die door leerlingen uitvoeren, noteert de metingen en rekent het volume uit, in ml.

1. *resultaat uitleggen*

De docent vergelijkt het geschatte volume (in cm3 ) met het gemeten volume (in ml). Mag je die wel vergelijken? Bespreekt 1 ml = 1/1000 liter. 1cm = 1/10 dm; 1 cm3 = 1cmx1cmx1cm = 1/10 dm x 1/10 dm x 1/10 dm = 1/1000 dm3 = 1/1000 liter dus 1 cm3 = 1 ml.

Verder bespreekt de docent wat er bij de meting mis kan gaan, waardoor er onnauwkeurigheden in de meting kunnen zitten. Voorbeelden: a. er spettert water weg; b. er is lucht mee onder water gegaan (bijv. kopje ondersteboven). Dan is het water teveel gestegen, het gemeten volume is te groot; c. het voorwerp kan blijven drijven. Dan is een deel van het voorwerp boven water gebleven en is het afgelezen volume dus te klein.

1. *voorbeelden uitwerken*

De leerlinggroepjes krijgen een voorwerp waarvan ze het volume moeten meten (of ze hebben zelf voorwerpen meegenomen). Ze meten het volume met hun eigen geijkte waterfles.

[mogelijke verdieping] De nauwkeurigheid van de ijking kan gecontroleerd worden door onderdompeling van een blokvormig voorwerp, waarvan het volume ook door lengtemeting nauwkeurig kan worden berekend. Kloppen de twee metingen met elkaar? Wat zegt dat over de ijking van het waterflesje?

1. *bespreken*

De docent laat de leerlingen formuleren / opschrijven welke drie manieren van het meten van volume ze geleerd hebben

**huiswerk**

De docent kan de leerlingen de opdracht geven thuis een waterfles van een liter te ijken met behulp van de litermaat als zo’n litermaat thuis in de keuken te vinden is. De leerlingen kunnen ook nadenken over andere manieren van ijken.