



## 1 Inleiding

Deze les wordt gegeven in het vak 'Wetenschappelijk Werk fysica'. Dit is een vak in de 2e graad ASO voor leerlingen uit de richting Wetenschappen die als complementair gedeelte extra experimenten krijgen voor chemie, fysica en biologie. De bedoeling van de vakken is in een notepad te opleiden tot wetenschappers. In de eerste plaats wordt er veel aandacht besteed aan de experimenten zelf. Echter is het correct leren rapporteren ook een belangrijk onderdeel van het curriculum.

In deze laatste context wil ik deze les plaatsen. Voor het examen van december moesten de leerlingen een examenexperiment uitvoeren en hiervan een verslag maken. Bij het verbeteren heb ik gemerkt dat bij een heel aantal de juiste terminologie niet wordt gebruikt en dat met name slechte onderzoeksvragen worden geformuleerd. Ook is de beschrijving van hun werkwijze onvoldoende.

Tijdens de eerste les van het 2e semester wil ik hier extra aandacht aan spenderen via de les die ik op de volgende pagina zal beschrijven. Het materiaal en de kopies heb ik in bijlage toegevoegd. Daarbij ook de handout van de ondersteunende slides.

De les die hierop volgt krijgen de leerlingen de tijd om hun voorgaande werkjes te verbeteren op basis van de inzichten die ze hebben opgedaan tijdens deze les. Ze worden geëvalueerd op de vooruitgang van hun proces.

## 2 Lesvoorbereiding

De lesdoelen die ik wil bereiken bij deze les zijn allemaal gesitueerd binnen de gemeenschappelijke eindtermen voor wetenschappen, namelijk *onderzoekend leren en leren onderzoeken* en *attitudes*:

- een eigen hypothese (bewering, verwachting) formuleren en aangeven hoe deze kan worden onderzocht.
- voorwaarden en omstandigheden die een hypothese (bewering, verwachting) weerleggen of ondersteunen, herkennen of aangeven.
- zijn gemotiveerd om een eigen mening te verwoorden.
- houden rekening met de mening van anderen.

Door ook doelstellingen aan te reiken over de andere wetenschappen probeer ik het vakoverschrijdende karakter van de wetenschappelijke methode in het licht te zetten.

### 1. **Individueel werk - begrijpend lezen van een practicumverslag (15')**

Ik geef iedereen een deel van een practicumverslag (hun examenexperiment). Op basis hiervan moeten ze een aantal vragen beantwoorden die essentieel zijn bij de verwerking van het experiment. De leerlingen weten niet dat er twee verschillende versies zijn. Eén ervan is letterlijk het verslag van één van de leerlingen. Het andere is een versie die ik zelf heb gemaakt voor

## OPDRACHT 3

### sprekend leren

---

hen. Ze krijgen ook nog een blad met daarop de output van het experiment: enkele afgedrukte foto's waarop het vallende krijtje zichtbaar is.

De vragen die de leerlingen moeten beantwoorden **op basis van de tekst** zijn:

- (a) Wat is het tijdsverschil tussen twee opeenvolgende foto's?
- (b) Hoe heb je het tijdsverschil tussen twee foto's bepaald?
- (c) Welk punt (boven / onder / midden) van het krijtje moet je gebruiken om de afgelegde weg te bepalen?
- (d) Welke grootte moet je berekenen in dit experiment?

Na de 10' worden de juiste antwoorden op een slide getoond en moeten de leerlingen aangeven hoeveel juiste antwoorden ze hadden. Ik hoop hierbij dat de leerlingen die mijn versie hebben gekregen meer juiste antwoorden hadden. De leerlingen krijgen nadien ook de andere versie om te vergelijken (niet tijdens dit lesuur).

### 2. Groepswerk (fase 1) - eigenschappen van een goede onderzoeksvraag (15')

In deze fase verdelen we in groepjes (2x4;2x5). Nu gaan we werken op de onderzoeksvraag. De leerlingen moeten zelf iemand aanduiden die zal noteren. In een latere fase zal deze ook roteren.

Naast het slechte en goede voorbeeld ivm hun examenopdracht krijgen ze nog andere voorbeelden van onderzoeksvragen (vakoverschrijdend naar biologie en chemie). Hierbij moeten ze volgende vragen beantwoorden:

- (a) Geef op basis van de voorbeelden minstens 5 eigenschappen waaraan een goede onderzoeksvraag moet voldoen.
- (b) Zorg voor een rangschikking van deze eigenschappen van belangrijk naar minder belangrijk. Stel de top-3 op van jullie groepje.

### 3. Groepswerk (fase 2) - eigenschappen van een goede onderzoeksvraag (15')

De verslaggever van elk groepje wordt naar een ander groepje gestuurd. Hij/zij stelt zijn top-3 voor. Bijkomende vragen:

- (a) Beoordeel de onderzoeksvragen aan de hand van de criteria die jullie hebben opgesteld? Welke zijn goed / slecht?
- (b) Kies 3 slechte onderzoeksvragen uit en verbeter deze aan de hand van jullie criteria.

De groepjes met het onderzoeksplan moeten er maar één verbeteren.

### 4. Klassikaal overlopen (5')

Ik laat de leerlingen een 5 a 10 criteria zien die ikzelf belangrijk vind bij het formuleren van de twee onderdelen van hun wetenschappelijk verslag. Hierbij zal ik proberen om hun top-3's telkens te plaatsen binnen één van de criteria.

### 3 Bespreking

Ik heb geprobeerd een aantal manieren in het groepswerk in te bouwen (cf. Mercer & Dawes) om deze les te doen slagen.

1. Door de leerlingen een top-3 te laten samenstellen wek ik enerzijds discussie op, maar moeten alle groepsleden naar een gemeenschappelijk doel en een consensus werken. Nadien moeten elk groepje zijn top-3 nogmaals verdedigen bij de afgevaardigde van een ander groepje.
2. Ik heb zo veel mogelijk tijd vrijgemaakt om de leerlingen zelf aan het woord te laten.
  - Ik heb er bewust voor gekozen om niet alle onderzoeksvragen klassikaal te overlopen of ze goed waren of niet. Ik ga ervan uit dat ze dit met elkaar wel goed zullen beoordelen. Door kort mijn eigen opgestelde criteria te tonen hoop ik hen te bevestigen in hun kunnen.
  - De opdracht met het goede en slechte onderzoeksplan doe ik proefondervindelijk zonder zelf criteria op te leggen aangezien ik die niet echt kan formuleren. Mijn stelregel is altijd geweest dat iemand uit een andere klas het experiment zou moeten kunnen herhalen op basis van diens uitleg.
3. Een mogelijkheid is om de leerlingen eerst alle goede en alle slechte onderzoeksvragen bij elkaar te laten leggen. Hierbij denk ik dat er te weinig interactie zou zijn en men ook niet kritisch genoeg zou kijken naar de inhoud. Door ze eerst te laten expliciteren wat er goed of slecht is (opstellen van criteria) zal er nadien gericht gewerkt worden. Dit sluit heel erg aan bij de belangrijke 'Waarom?'-vraag.
4. Er worden heel veel onderzoeksvragen aangeboden die ik allemaal op een apart papiertje zal geven. Hierdoor zal elke leerling wel een paar papiertjes nemen, waardoor de anderen gestimuleerd worden om met die leerling te overleggen.

### 4 Bijlagen

Hierbij een overzicht van de bijlagen:

- Overzicht van mijn criteria waaraan een onderzoeksvraag moet voldoen.  
(naar K. Strubbe *et al.* *Onderzoekskompetent in de klas: Praktische gids voor de vakken biologie, chemie en fysica in het secundair onderwijs.* Academia Press.)
- Pagina met de verschillende onderzoeksvragen.
- Slecht en goed voorbeeld van een onderzoeksplan.

Eigenschappen waaraan een goede onderzoeksvraag moet voldoen:

- De onderzoeksvraag is een vraag waarop je een antwoord wil kennen.
- Het moet iets zijn dat je nog niet weet.
- Het is niet te moeilijk voor je.
- Het moet controleerbaar zijn.
- Je moet dankzij een experiment de stelling kunnen bevestigen of weerleggen.
- De onderzoeksvraag is specifiek geformuleerd.
- Het experiment is uitvoerbaar binnen de gegeven tijd. (context)
- Het experiment is uitvoerbaar met de gegeven middelen. (context)



### 1. Onderzoeksvraag

Hoe kan men met een filmcamera, een golfballetje en een klasbord met vierkantjes op de zwaarteveldsterkte bepalen?

### 2. Hypothese

Ik verwacht dat het met een beetje hulp van de leerkracht en de groepsgenoten wel zal lukken een goede proef te bedenken en tot een goed resultaat te komen.

### 3. Onderzoeksplan

*Materiaal*

- golfbal
- klasbord met vierkantjes
- meetlat
- filmcamera
- computer

*Schets*

*proefopstelling*

- meten hoe groot een vierkantje is
- golfbal van boven voor het bord houden
- camera aanzetten
- golfbal laten vallen
- camera stoppen
- op de computer de metingen doen

### 4. Metingen

op de computer x in m	IRL x in m
0,002	0,015
...	...

x schaal is 13,7 cm (op computer) = 1 m (IRL)

$\Delta t = 0,04$  s



### 1. Onderzoeksvraag

Wat is de waarde voor de zwaarteveldsterkte  $g$  die de versnelling voorstelt bij een vrije val op aarde?

### 2. Hypothese

Ik verwacht dat de bekomen waarde de literatuurwaarde van  $9,81 \text{ m/s}^2$  zal benaderen.

### 3. Onderzoeksplan

#### *Materiaal*

- golfbal
- klasbord met vierkantjes
- filmcamera

#### *Schets*

#### *Werkwijze*

We houden een golfbal voor het bord met de vierkanten en laten deze bal vallen vanuit rust. Deze hele beweging wordt gefilmd met een filmcamera. Door alle beelden van de beweging achter elkaar te zetten kunnen we de  $x(t)$ -grafiek maken. We weten dat de videocamera 25 beelden per seconde vastlegt. Het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende metingen (beelden) bedraagt dus  $0,04 \text{ s}$ .

Om de afgelegde weg te bepalen tussen de positie van de golfbal op twee beelden gebruiken we volgende methode. We hebben de afstand gemeten tussen twee evenwijdige lijnen op het bord en deze bedroeg  $10,0 \text{ cm}$ . Wanneer we een beeld openen op de computer dan kunnen we de positie van de golfbal meten ten opzichte van een gekozen beginlijn. Deze afstand is natuurlijk niet de werkelijke afstand. Om deze te bepalen hebben de afstand op het scherm gemeten tussen 10 lijnen ( $1,00 \text{ m}$  in de werkelijkheid) en deze bedroeg  $13,7 \text{ cm}$ . We moeten dus de metingen op het scherm vermenigvuldigen met  $1,00 \text{ m}$  en delen door  $13,7 \text{ cm}$  om de echte afstand te kennen.

Op de beelden merkten we dat de golfbal telkens *groter* werd op de opeenvolgende beelden. Dit komt omdat de bal een bepaalde afstand aflegt tijdens het maken van één foto en dus wordt uitgesmeerd in de ruimte. Om goed te meten hebben we telkens het bovenste stukje van de golfbal opgemeten.

### 4. Metingen

op de computer x in m	werkelijkheid x in m
0,002	0,015
...	...



1. Waarom is water zwaarder dan olijfolie?
2. Wat is de versnelling van een F1-auto bij het vertrekken en bij het remmen tijdens een grand prix?
3. Welke factoren beïnvloeden de valtijd van een voorwerp op aarde?
4. Wat is het verband tussen de uitrekking van een veer en de massa die aan de veer wordt gehangen?
5. Gebruik van indicatorsticks bij voedingsmiddelen.
6. Ik denk dat water meer weegt dan ijs.
7. Heeft een schaduw een kleur?
8. Wat is de waarde van de zwaarteveldsterkte op de maan?
9. Lopen jongens sneller dan meisjes?
10. Rangschik volgens pH: water - citroensap - olijfolie - handzeep
11. Is de aanwezigheid van zuurstof noodzakelijk bij branden van een kaars?
12. Waarom is je reactietijd trager als je alcohol hebt gedronken?
13. Wat is het verschil op microscopisch niveau tussen een spiercel uit het hart en uit de biceps?
14. Wat is de genormeerde dosis Bremsstrahlung waaraan een niet-zwanger testspecimen wordt blootgesteld bij een röntgentomografisch borstsonderzoek?
15. Kunnen olifanten springen?
16. Lossen kaliumzouten op in water?
17. Is een schuifpasser een nauwkeurig meetinstrument?
18. Welke van volgende onderdelen van een cel is omgeven door een membraan? mitochondrion  
- lysosoom - celkern - vacuole
19. Massadichtheid van cola-light bepalen.
20. Hoe kan je het best de massadichtheid van een vaste stof bepalen?
21. Waarom eten kerkuilen graag veldmuizen?
22. Welke van volgende voorwerpen kunnen een reëel beeld geven van een voorwerp? bolle lens  
- holle lens - spiegel - vergrootglas - camera obscura
23. Welke factoren hebben een invloed op de reactietijd van een persoon?