

### Een praktisch onderzoek

In havo 4, vwo 4 en 5 doe je zelfstandig een praktisch onderzoek. Je werkt in een groepje van 2, 3 of 4 leerlingen. In uitzonderingsgevallen werk je individueel. Meestal krijg je een bepaald onderzoek toegewezen, soms mag je zelf een onderzoek kiezen.

#### 1. Onderzoeksplan

Als je de onderzoeksopdracht hebt gekregen maak je eerst een onderzoeksplan. Je doet dat buiten de lessen om, op school en/of thuis. Neem vooraf contact op met de TOA om na te gaan welke apparatuur er beschikbaar is, welke meetonzekerheden je kunt verwachten en om zo nodig een klein gids-experiment te doen.

Je levert het plan op de vastgestelde datum in. Dan wordt het besproken met de docent en zo nodig verbeterd.

#### 2. Uitvoering

Daarna voer je het onderzoek in het laboratorium uit, volgens het (eventueel verbeterde) plan en onder begeleiding van de TOA. Er is voor elk groepje één laboratoriumweek gereserveerd. De tijdstippen waarop je in deze week komt werken spreek je af met de TOA.

#### 3. Verslag

Na de laboratoriumweek lever je een schriftelijk verslag van het onderzoek bij de docent in.

### Logboek

Je houdt een logboek bij. Je noteert daarin consequent: je planning, wat je gedaan hebt, hoe dat ging, hoeveel tijd het nam en gemaakte afspraken. Het eerste wat je noteert is het onderzoek dat je kreeg toegewezen of uitgekozen hebt. Dit logboek speelt een rol bij voortgangsgesprekken met docent of TOA en bij de beoordeling van je werk.

### Jaarplanning

Omdat niet iedereen tegelijk in het laboratorium kan, is er een jaarplanning. Voor elk groepje zijn er vier data:

- De datum waarop je de onderzoeksopdracht krijgt.
- De datum waarop je het onderzoeksplan inlevert.
- De laboratoriumweek, dat is de week waarin je het onderzoek uitvoert.
- De datum waarop je het verslag inlevert.

### Beoordeling

Het onderzoeksplan, de uitvoering van het onderzoek, het verslag en je werkhouding worden beoordeeld. Die beoordelingen worden gecombineerd tot een cijfer dat meetelt voor je rapport en je schoolexamen natuurkunde. De maximale score is 30 punten (27+3). Het maximale cijfer is 10.

---

### **Het onderzoeksplan** (maximale score: 9 punten)

Je levert je onderzoeksplan schriftelijk in. Indien van toepassing komen achtereenvolgens aan de orde:

- p1** De onderzoeksvraag.  
Formuleer kort en duidelijk wat je wilt onderzoeken.
- p2** De hypothese.  
Wat verwacht je dat er uit je onderzoek komt? Niet zomaar een ideetje, maar een verwachting op basis van theorie die je gevonden hebt. Formuleer je hypothese zo mogelijk *kwantitatief*, dat is: uitgedrukt in een formule.
- p3** De theorie waarmee je onderzoek te maken heeft.  
Noem hier alleen waar je de theorie gevonden hebt. Boektitels plus hoofdstuk/paragraaf, websites, tijdschriften plus jaargang/nummer. De theorie zelf komt later, in je verslag (zie v1).
- p4** De onderzoeksmethode.  
Je vertelt stapsgewijs hoe je het onderzoek gaat uitvoeren. Je ontwerpt (schetst) een meetopstelling.
- p5** De metingen.  
Noem de grootheden die je wilt meten, en met welke meetinstrumenten. Geef aan wat de onafhankelijke grootheden zijn en wat de afhankelijke. Geef zo nodig aan hoe je de meetresultaten verwerkt (combineert) om tot een eindresultaat te komen.
- p6** De constante randvoorwaarden.  
Zijn er grootheden die tijdens je onderzoek constant moeten blijven? Noem ze, leg uit hoe je ze constant houdt.
- p7** De meetinstrumenten en andere dingen die je nodig hebt.
- p8** De meetonzekerheden die je met de door jou gekozen meetinstrumenten verwacht.
- p9** De presentatie van de meetresultaten en eindresultaten.  
Vertel hoe je de meetresultaten en eindresultaten in je verslag wilt presenteren. Gebruik je tabellen, noem dan voor elke kolom van de tabellen de grootheid met eenheid. Gebruik je grafieken, noem dan voor elke as van de grafieken de grootheid met eenheid. Een onafhankelijke grootheid staat altijd langs de horizontale as.
- p10** Veiligheid en milieu.  
Noem zo nodig voorzorgsmaatregelen die je gaat nemen voor de veiligheid en het milieu.
-

---

**De uitvoering** (maximale score: 9 punten)

Bij het uitvoeren van het onderzoek gelden de volgende criteria.

- u1** Je verzamelt alles wat je nodig hebt en bouwt je meetopstelling.
  - u2** Je volgt je (verbeterde) onderzoeksplan op de voet. Zo nodig pas je het plan onderweg aan.
  - u3** Je werkt zelfstandig, effectief en veilig.
  - u4** De kwaliteit van het meten en van de meetresultaten:
    - Je voert de metingen zo nauwkeurig mogelijk uit.
    - Je doet voldoende metingen, verspreid over een optimaal meetgebied en onder zinvolle omstandigheden.
    - Je herhaalt metingen zo nodig, je laat duidelijk afwijkende meetresultaten buiten beschouwing, je bepaalt zo nodig het gemiddelde van enkele meetresultaten.
  - u5** Je bent zo nodig creatief en inventief bij het oplossen van problemen.
    - Je maakt in je logboek duidelijke aantekeningen van je vorderingen, van metingen en andere waarnemingen.
- 

**Het verslag** (maximale score: 9 punten)

Een medeleerling die jouw onderzoek niet gedaan heeft, moet je verslag goed kunnen volgen. Wat heb je onderzocht, hoe heb je dat gedaan, wat zijn de resultaten en conclusies.

De volgende dingen neem je, indien van toepassing, in je verslag op:

- De titel van je onderzoek, je voor- en achternaam, de datum.
  - De onderzoeksvraag en de hypothese, geformuleerd zoals in het (verbeterde) onderzoeksplan.
  - v1** Een korte bespreking van de theorie die de lezer voor een goed begrip van het onderzoek moet kennen.
  - v2** Een duidelijke, volledige beschrijving van de onderzoeksmethode uit het (verbeterde) onderzoeksplan. Een beschrijving van de meetopstelling, geïllustreerd (plus legenda). Een lijstje van de gebruikte meetinstrumenten.
  - v3** De presentatie van de meetresultaten en eindresultaten, zoals voorgenomen in het (verbeterde) onderzoeksplan. Vermeld ook de meetonzekerheden.
  - v4** Bespreking van de meetresultaten. Conclusies:
    - a.** De conclusie die je uit de eindresultaten trekt.
    - b.** De conclusie over je hypothese, na vergelijking van je hypothese met de eindresultaten.
  - v5** Discussie: je geeft een verklaring van de meetresultaten en je doet eventueel suggesties voor verbetering van het onderzoek of voor vervolgonderzoek.
  - v6** Een bronvermelding: noem geraadpleegde boeken, websites, personen.
  - v7** Bijlagen. In elk geval je logboek, zo nodig een begrippenlijst, screenshots, enz.
    - Taal: Je verslag is in foutloos Nederlands geschreven. Taalfouten in je verslag geven een verlies van maximaal 3 scorepunten.
- 

**Werkhouding**

Je werkhouding is onder andere: je inzet, de samenwerking, het overleg met docent en TOA en de netheid van onderzoeksplan, logboek en verslag.

- Een slechte werkhouding geeft verlies van scorepunten, tot maximaal de helft van het aantal toegekende scorepunten.
  - De data in de jaarplanning zijn bindend (deadlines). Overschrijding geeft per werkweek of deel daarvan een verlies van 3 scorepunten en kan, ongeacht eerder toegekende scorepunten, leiden tot cijfer 1,0.
-