**Opdrachten bij docentontwikkelteam ‘onderzoek doen’**

*Titel:****(Niet-)Ideale Spanningsbron***

*Jaarlaag + niveau:VWO4 (of VWO5)*

*Vak:Natuurkunde*

*Voorkennis:Elektriciteit (niveau Newton hoofdstuk2)*

***Score op Onderzoekende Houding (score van 1-5; 1 laag / 5 hoog)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Curiosity* | *2* | *nieuwsgierigheid, het vermogen om je te verbazen over de dingen om je heen (verwondering), de prikkel om vragen te stellen en iets te willen uitzoeken, intrinsieke motivatie* |
| *Continuity* | *4* | *staan op de schouders van anderen, deel voelen van een groter geheel, voortbouwen op eerder werk (wat is er al eerder onderzocht (literatuuronderzoek), welke vragen staan nog open, welke middelen kan ik ook gebruiken?)* |
| *Creativity (and guts)* | *3* | *nieuwe wegen durven kiezen, alternatieve verklaringen bedenken, improviseren bij praktische problemen, buiten het kader kunnen treden* |
| *Critical attitude* | *4* | *kritische houding, kritisch waarnemen (validiteit van meetmethode, apparatuur, eigen verwachtingen) en kritisch verwerken (meetnauwkeurigheid en betrouwbaarheid, koppelen aan juiste theorie, expliciete reflectie)* |
| *Community* | *2* | *: deel uitmaken van een onderzoeksgemeenschap (leren is een sociaal proces), samenwerken bij onderzoek, openstaan voor discussie, van elkaar willen leren, resultaten presenteren aan anderen, feedback kunnen geven en nemen* |

***Samenvatting opdracht***

*Inleiding*

*Deze opdracht is gebaseerd op* [*www.newton-online.nl*](http://www.newton-online.nl)*, VWO hoofdstuk 2, ‘Extra onderwerpen: Klem- en bronspanning’   
(zie ook ‘Extra onderwerpen: Spanning- en stroommeter’; niet ideale volt- en ampèremeter zouden ook voor een soortgelijke opdracht gebruikt kunnen worden)*

*Praktische info*

*Tijdsduur ca vier lessen van 50 minuten: 1 lesuur introductie en start, 1 lesuur onderzoeksopzet, twee lesuren meten en evalueren; thuis verslag maken*

*Materiaal*

*batterijen (liefst verschillende typen, door leerlingen laten meenemen), schuifweerstand of een aantal losse weerstanden (vanaf een paar Ohm), goede volt- en ampèremeter*

*Leerdoelen*

*De nadruk ligt in deze opdracht op de kritische houding, verslaglegging en reflectie, niet op een ingewikkelde inhoud, complexe uitvoering of op mooie resultaten, de nadruk ligt op het ‘hoe’, niet op het ‘wat’, dus stuur op het proces en niet op de inhoud. Geef bij ieder onderdeel (en bij de afsluiting) een expliciete terugkoppeling naar de lln over hun Onderzoekende Houding.  
De leerdoelen voor de lln zijn:  
1) de noodzaak inzien van op zorgvuldige wijze onderzoek doen en van zorgvuldige verslaglegging   
2) kritisch leren kijken naar het verband tussen model en werkelijkheid, m.a.w. de essentie begrijpen van wat wetenschappelijk onderzoek doen inhoudt.*

*Opmerkingen per onderdeel*

*Start met een paar gedachte-experimenten (teken op het bord): batterij 6,0V, weerstand van 2,0 Ω, wat is stroomsterkte I? nogmaals I voor 1,0 Ω, daarna I voor weerstand nul:  
- zou de stroomsterkte echt oneindig worden?  
- wat denk je dat er in werkelijkheid gebeurt bij kortsluiting?  
Laat een filmpje zien van een exploderende batterij**(bijv: http://www.youtube.com/watch?v=pizFsY0yjss)**- wat gebeurt er?  
- kun je begrijpen waarom dit met de ene batterij wel gebeurt en met de andere niet? (of hangt het alleen van het apparaat af?)  
- hoe kun je het risico op explosies verminderen?  
- de opdracht gaat over ideale spanningsbronnen en echte batterijen: wat zijn de eigenschappen, wat zijn de risico’s?  
Tips per onderdeel:*

1. *Begrippen bronspanning en klemspanning, inwendige weerstand (grootte hangt van type batterij af, voor flitser: korte tijd grote stroom, relatief kleine inwendige weerstand, kwetsbaar voor zelfontlading; voor speelgoedtrein: lange tijd kleine stroom, grotere inwendige weerstand, goed bestand tegen zelfontlading), maximale stroomsterkte (kortsluitstroom),welke literatuurbronnen zijn gebruikt, nieuwsgierige houding, heldere probleemstelling?*
2. *Waarom keuze voor de volgende opstelling: schuifweerstand (of serie losse weerstanden) aansluiten, stroom erdoor en spanning erover meten (korte tijd meten omdat anders de batterij snel leeg is en vanwege veiligheid!), grafiek maken van klemspanning tegen stroomsterkte bij verschillende weerstanden (bij ideale bron zou klemspanning constant blijven), extrapolatie van rechte lijn naar I=0 geeft de bronspanning, extrapolatie naar R=0 de kortsluitstroom, keuze van juiste type batterij (of meerdere types testen), welke weerstanden heb je nodig, mag je het niet ideaal zijn van volt- en ampèremeter hier verwaarlozen, weerstand van de draden?*
3. *De stroomsterkte moet genoeg variëren om extrapolatie mogelijk te maken, evt. metingen aan laten vullen voor andere R, expliciete schatting van meetfouten en van fouten t.g.v. extrapolatie, expliciete en kritische vergelijking met de theorie, expliciete grenzen voor geldigheid van benadering door ideale bron aangeven, werd er goed samengewerkt, was er creatieve omgang met praktische problemen?*
4. *Wanneer is een spanningsbron bij benadering ideaal/waarom merk je tijdens gewone practica niet dat een spanningsbron niet ideaal is, waarom verschillende inwendige weerstanden (zie ook 1) hierboven), kleine inwendige weerstand is energiezuinig maar gevoelig voor kortsluiting*
5. *Is de essentie van het experiment helder beschreven, kritische verwerking van meetresultaten, significantie, goed onderbouwde conclusies, terugkoppeling naar het bestaan van verschillende typen batterijen (zie a) ), expliciete reflectie, wat lukte er niet en waarom niet, suggesties gegeven voor verbetering van aanpak, is er begrepen wat goed onderzoek doen inhoudt?*
6. *Opbouwende kritiek, goed geformuleerde verbetersuggesties, willen leren van anderen?*

*Eventueel kan de opdracht vakoverstijgend gemaakt worden door ook de scheikundige reacties in de batterij (zowel bij gewone werking als bij kortsluiting) te onderzoeken.*

**OPDRACHT (NIET-) IDEALE SPANNINGSBRON**

Een **ideale spanningsbron** heeft altijd een constante uitgangsspanning, onafhankelijk van de geleverde stroom (en dus onafhankelijk van de grootte van de weerstand die op de spanningsbron wordt aangesloten). Je gaat een experiment ontwerpen en uitvoeren om de eigenschappen van een **niet ideale spanningsbron** te onderzoeken.  
  
Voer onderstaande opdrachten stap voor stap zorgvuldig uit en **overleg** **na iedere stap** met je docent voor je de volgende stap gaat uitvoeren. Verwerk het commentaar van je docent expliciet in een reflectieverslag: welke extra dingen waren nodig en vooral: waarom waren ze nodig?  
Het gaat in deze opdracht meer om het **proces** (de manier waarop je het experiment opzet, uitvoert en er verslag van doet), dan om de resultaten (zie uitleg ‘**Onderzoekende Houding**’), de bedoeling is dat je leert wat het inhoudt om **goed wetenschappelijk onderzoek** te doen (en waarom zorgvuldigheid daarvoor essentieel is) en dat je beter inzicht krijgt in het verband tussen model en werkelijkheid.

1. Zoek in de literatuur op wat je kunt vinden over de theorie van niet ideale spanningsbronnen:  
   a) bestaat een ideale spanningsbron?  
   b) door welke eigenschappen wordt een niet ideale spanningsbron gekarakteriseerd? (zoek naar bronspanning, klemspanning, inwendige weerstand)  
   c) zijn deze eigenschappen voor verschillende typen batterijen ongeveer gelijk of juist heel verschillend?
2. Maak een voorstel voor een experiment waarmee je kunt meten wat de eigenschappen zijn van een niet ideale batterij:   
   a) welke apparatuur heb je nodig? (welke meetnauwkeurigheid heb je nodig, heeft de te gebruiken meetapparatuur invloed op je metingen, hoe zorg je voor veiligheid?)  
   b) hoe moet je de meetresultaten gebruiken om tot een conclusie te komen? (welke   
   berekeningen en grafieken zijn nodig?)
3. Voer je experiment uit:  
   a) let op veiligheid, laat opstelling controleren!  
   b) let op meetnauwkeurigheid en controleer de significantie van je resultaten  
   c) welke conclusies kun je uit deze resultaten trekken, zijn er nog vervolgmetingen   
   nodig? (vergelijk steeds met door jou gevonden theorie)
4. Bedenk expliciet wat je nu over niet ideale spanningsbronnen geleerd hebt:  
   a) onder welke omstandigheden mag je een spanningsbron als ideaal beschouwen?  
   b) waarom zijn de eigenschappen van verschillende typen batterijen wel of niet verschillend?  
   c) welke soorten batterijen lopen het meeste risico om te exploderen? (en waarom worden ze dan toch gebruikt?)
5. Schrijf een kort maar volledig en kritisch verslag over je experiment (zie ‘Verslageisen’) en geef daarin ook een expliciete reflectie op wat geleerd hebt over wetenschappelijk onderzoek doen.
6. Zet je verslag op ELO:  
   a) vraag om feedback van je medeleerlingen   
   b) geef zelf ook feedback op een ander verslag (wat vind je goed qua inhoud en/of presentatie, welke aspecten van onderzoek doen zijn helder beschreven, wat kan er verbeterd worden?)