

# Stageportfolio

Kevin Truyaert

## Identificatiegegevens

Naam:	Kevin Truyaert
Adres:	Bolle-Akkerweg 4 8800 Roeselare
Telefoon:	0032495/928460
Mail:	kevin.truyaert@student.kuleuven.be
Naam stagebegeleider:	Cato De Baets

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Observatie- en stageplanning</b>	<b>3</b>
1.1	Observatieplanning . . . . .	3
1.1.1	Kulak . . . . .	3
1.2	Actieve stage . . . . .	4
1.2.1	Kulak . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Persoonlijk ontwikkelingsplan</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Bespreking lesobservaties</b>	<b>8</b>
3.1	Observaties Kulak . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Lesvoorbereidingen en bijhorende media</b>	<b>12</b>
4.1	Lessen aan KULAK . . . . .	12
4.1.1	Les 1-3 . . . . .	12
4.1.2	Les 4-5 . . . . .	25
4.1.3	Les 6-8 . . . . .	33
4.1.4	Les 9-10 . . . . .	41
<b>5</b>	<b>Bespreking meso-activiteiten</b>	<b>51</b>
5.1	Omschrijving van de activiteiten . . . . .	51
5.1.1	Meso-activiteit 1: kinderuniversiteit Kulak . . . . .	51
5.2	Twee aspecten die ik voor mezelf geleerd heb . . . . .	53
5.3	Twee voorbeelden die aantonen dat de activiteiten een meerwaarde zijn voor leerkrachten . . . . .	53
5.4	Twee voorbeelden die aantonen dat de activiteiten een meerwaarde zijn voor leerlingen . . . . .	53
5.5	Voorbeelden die geen echte meerwaarde hebben voor de leerlingen en op welke manier deze aangepast kunnen worden om toch nog functioneel te zijn voor het leerproces van de leerlingen . . . . .	53
<b>6</b>	<b>Evaluatiedocumenten vakmentor</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>Evaluatiedocument klasbezoek stagebegeleider</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Eindreflectie</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>Vorbereiding eindassessment</b>	<b>53</b>

Naam stagair: Kevin Truyaert  
 Tel.: 0495/928460 e-mail: kevin.truyaert@student.kuleuven.be  
 Naam en adres opleidingsinstituut: KU Leuven Campus Kulak Kortrijk, Etienne-Sabbelaan 53, 8800 Kortrijk  
 Naam directie:  
 Naam stagecoördinator: David Dudal

# 1 Observatie- en stageplanning

## 1.1 Observatieplanning

### 1.1.1 Kulak

Nr.	Datum	Tijdstip	Onderwijsvorm graad en lj studierichting	Lokaal	Leervak en lesonderwerp	AV/TV PV/KV	Mentor/School	Handtekening mentor
1	14/11/2019	10:15- 11:0045	Universiteit 2e jaar handels- ingenieur	C614	Conceptuele natuurkunde: Elektrische potentiaal	AV	David Dudal KU Leuven Kulak	
2	20/11/2019	10:30- 13:00	Universiteit 2e jaar handels- ingenieur	A232	Conceptuele natuurkunde: Gelijkstroom- netwerken	AV	David Dudal KU Leuven Kulak	

## 1.2 Actieve stage

### 1.2.1 Kulak

Datum	Vestiging	Aantal stage-uren	Uur	Lokaal	AV TV PV KV	Onderwijsvorm graad en lj Vak en lesonderwerp	Naam vakmentor + handtekening
27/11/2019	Kulak	1-3	10:30- 13:00	A352	AV	Universiteit 2e jaar Handelsingenieur Conceptuele natuurkunde werkzitting elektromagnetisme	
4/12/2019	Kulak	4-5	10:30- 13:00	A352	AV	Universiteit 2e jaar Handelsingenieur Conceptuele natuurkunde werkzitting elektromagnetisme	
11/12/2019	Kulak	6-8	10:30- 13:00	A352	AV	Universiteit 2e jaar Handelsingenieur Conceptuele natuurkunde werkzitting elektromagnetisme	
19/12/2019	Kulak	9-10	10:00- 12:30	A352	AV	Universiteit 2e jaar Handelsingenieur Conceptuele natuurkunde werkzitting elektromagnetisme	

## 2 Persoonlijk ontwikkelingsplan

<b>Lesdoel 1</b>	<u>FG 1: de leraar als begeleider van leer- en ontwikkelingsprocessen</u>  1.8 De leraar kan observatie en evaluatie voorbereiden en uitvoeren met het oog op bijsturing en remediëring als onderdeel van het leerproces van een lerende(n) en kan die observatie-en evaluatiegegevens gebruiken om zijn eigen didactische handelen in vraag te stellen en bij te sturen waar nodig.
Actie 1	Tijdens het lesgeven wil ik problemen i.v.m. de leerstof bij de leerlingen opsporen. Dit kan ik doen door gerichte vragen te stellen, aandachtig te luisteren en te kijken naar de leerlingen terwijl ze aan het werk zijn, hun handelingen te interpreteren ... Vanuit dit alles wil ik bij zoveel mogelijk leerlingen een beeld schetsen in verband met hun begrip bij de behandelde leerinhouden. Ik wil me tijdens mijn stage vooral richten op het ontwikkelen van mijn verschillende 'voelsprietten' om dit te bij alle leerlingen op te sporen.
Actie 2	Wanneer ik problemen bij leerlingen ontdek, wil ik mij richten op het bijsturen van die leerlingen. Hoe kan ik hun problemen tijdens de les aanpakken om ze de leerinhouden te laten begrijpen? Tegelijkertijd wil ik mij focussen om dezelfde soort problemen bij leerlingen tijdens volgende lessen te vermijden door hen op een andere manier te benaderen.

<b>Lesdoel 2</b>	<u>FG 1: de leraar als begeleider van leer- en ontwikkelingsprocessen</u>  1.2 De leraar kan zijn didactische handelen afstemmen op enerzijds de doelstellingen en anderzijds de leefwereld, de motivatie, de beginsituatie en de behoeften van de lerende(n) rekening houdend met de diversiteit van de groep.
Actie 1	Ik wil als leraar in staat zijn om de theorie interessant over te kunnen brengen. Dit wil ik doen door actuele zaken als voorbeeld van die theorie te gebruiken. Door actuele thema's en alledaagse voorwerpen te linken met fysische verschijnselen, hoop ik dat de leerlingen de wereld rond hen beter begrijpen.
Actie 2	Naast het binnenbrengen van de actualiteit tijdens de lessen fysica, wil ik de leerlingen ook op andere manieren gaan stimuleren en motiveren. Dit wil ik doen door de interesse van de leerlingen bij de lessen proberen te betrekken. Dit kan ik enkel doen als ik oprecht interesse toon in de leefwereld van de leerlingen en die leefwereld in de lessen probeer binnen te trekken.

<b>Lesdoel 3</b>	<u>FG 1: de leraar als begeleider van leer- en ontwikkelingsprocessen</u> <b>1.5 De leraar kan aangepaste werkvormen en groeperingsvormen bepalen en gebruiken.</b>
Actie 1	Ik verzorg reeds drie jaar oefenzittingen aan de universiteit. Dit jaar wil ik iets nieuws proberen en de studenten actiever krijgen tijdens de oefenzittingen. Ik wil hen in groep aan de oefeningen laten werken, waardoor ze met elkaar in interactie kunnen treden om de oefeningen samen tot een goed eind te kunnen brengen.
Actie 2	Bij de lessen die ik in het middelbaar zal verzorgen, wil ik terugkoppelen naar mijn stagelessen die ik bij DCO deed. Hier gaf ik telkens de introductieles van een nieuw stuk theorie. Die gaf ik relatief 'klassiek', waarbij ik als leerkracht veel aan bod kwam. Ik wil nu proberen om de leerlingen zal actiever aan de slag te zetten bij de start van een nieuw stuk. Ik zie dit nu ook meer zitten, omdat ik meer dan één les(blok) per klas zal brengen. Dit zal als gevolg hebben dat ik een groter plan kan uitwerken en zo proberen om mijn eigen lesgeven te innoveren.

KU Leuven campus Kortrijk Kulak 7

### 3 Bespreking lesobservaties

#### 3.1 Observaties Kulak

Naam student: Kevin Truyaert		Aandachtspunten (o.b.v. POP)	Reflectie: -Wat leerde ik uit mijn observatie over mijn aandachtspunten? -Wat doe ik ermee tijdens mijn stage?
Observatieles 1 <u>Datum:</u> 14/11/2019 <u>Klas:</u> 2e bachelor Handelsingenieurs <u>Lesonderwerp:</u> De wet van Gauss bij geleiders	1	Hoe evalueert de prof tijdens de les om te zien of bepaalde lesdoelen tijdens de les bereikt zijn?	Na het zien van een stuk theorie, overloopt de prof samen met de studenten een toepassing op het net geziene stuk theorie. De toepassing wordt door de studenten uitgelegd. De prof stuurt hen door gericht vragen te stellen. Daarnaast worden de studenten ook bij het zien van de afleiding van nieuwe theorie vaak betrokken. Ze hebben vaak de net geziene onderwerpen nodig om het nieuwe te begrijpen. Ook hier stelt de prof opnieuw gerichte vragen om het antwoord van de leerlingen te krijgen. Ik zie dit als een snelle manier om te polsen of je publiek, of toch een deel ervan, de lesdoelen bereikt heeft. Ik zou echter graag nog een breder gamma aan snelle evaluatietools in mijn bezit krijgen. Tijdens de les merkte ik ook wel op dat het steeds dezelfde handen waren die antwoordden op de vragen van de prof. Dit zou je kunnen vermijden door iemand aan te duiden.
	2	Hoe reageert de prof bij het krijgen van een goed antwoord? En hoe bij het krijgen van een fout antwoord?	Wanneer de prof een vraag stelt aan de studenten, al dan niet evaluerend, becommentarieert hij steeds het gegeven antwoord. Indien het correct is, dan geeft hij ofwel positieve feedback, ofwel vraagt hij door, om te zien of de student, of andere studenten, ook de diepere begrippen vatten en kunnen uitleggen. Indien de student fout antwoordt, dan vraagt de prof verder. Hij doet dit meestal door de vragen te herformuleren of de vraag in deelvragen op te delen. Ook wanneer de prof geen antwoord krijgt, deelt hij vaak de vraag in kleinere deelvragen op.



	2		<p>Het opsplitsen van vragen in kleinere deelvragen vind ik een positief gegeven wanneer er geen antwoord komt. De leerlingen denken op die manier nog steeds na over het probleem en ook de leerlingen die nog niet zoveel begrijpen kunnen bij complexere problemen beter volgen door de kleinere stappen. De prof benadert de studenten positief, zowel bij correcte als foutieve antwoorden. Hij vraagt even door bij de persoon die foutief antwoordde, maar trekt die vragen ook open naar alle studenten. Op die manier voelt de persoon die foutief geantwoord heeft zich niet geviseerd, wat ik als positief ervoer.</p>
--	---	--	---

<p>Observatieles 2  <u>Datum:</u> 20/11/2019  <u>Klas:</u> 2e bachelor  Handelsingenieurs  <u>Lesonderwerp:</u>  Elektrische stroom,  weerstanden in serie  en parallel, wetten  van Kirchhoff</p>	<p>1</p>	<p>Hoe kan de prof niet eenvoudige fysische begrippen toch conceptueel uitleggen, zonder dat de studenten de harde fysica zien?</p>	<p>Bij het volledige elektromagnetisme gedeelte van deze cursus is het moeilijk om de inhoud conceptueel, met zo weinig mogelijk vergelijkingen, te benaderen. Toch slaagt de prof hier grotendeels in. De harde afleidingen blijven achterwege, terwijl er wel nog een voldoende samenspel is tussen uitleg en vergelijkingen. Zo worden de afleidingen van nieuwe vergelijkingen (bijvoorbeeld van de stroomdichtheid tijdens deze les) wel nog gedaan. De uitwerking staat echter al volledig op de slide en de prof begeleidt de studenten door middel van het stellen van vragen (Wat is stroom weer juist? Hoe tellen we de totale lading in een volume? ...). Op die manier is het mogelijk dat de studenten bepaalde afleidingen wel zien en conceptueel kunnen vatten wat er juist gebeurt, door middel van een sterke begeleiding. Naast afleidingen, gebruikt de prof vaak ook analogieën. Wanneer het over de wet van Ohm gaat en de eigenschappen van de stroom (ladingen) in een draad bespreekt, legt hij vaak de analogie met mensen die door een deur moeten.</p> <p>Omdat fysica in het middelbaar nog minder afleidingen heeft en vaak ook conceptueel uitgelegd wordt, vind ik het belangrijk om correcte analogieën te hanteren bij mijn lessen in het middelbaar. De fysische afleidingen zou ik ook eens proberen samen met de leerlingen op te bouwen, zonder dat de volledige afleiding al te zien is. Door middel van die vraagstelling zie ik wel mogelijk dat de leerlingen een veel beter begrip zullen hebben van de afleiding zelf, dan wanneer je als leerkracht gewoon vergelijkingen in elkaar invult.</p>
--	----------	---	--

	2	<p>Durven de studenten vragen te stellen?</p> <p>Hoe zorgt de prof ervoor dat de studenten dit durven te doen?</p>	<p>Tijdens de observatie van beide lessen viel het mij op dat er meerdere studenten waren die vragen aan de prof durfden te stellen. Dit gebeurde zowel nadat de prof hen uitdrukkelijk gevraagd had of ze nog met vragen zitten na een moeilijker stuk gezien hebben als op zelfstandige basis. Ondanks de grotere groep van 60 studenten heeft het merendeel geen probleem om bij dit vak vragen te stellen. Ik kan hieruit besluiten dat er een positieve klassfeer heerst tijdens deze lessen. Dit komt vooral denk ik omdat er respect uit beide kampen komt. Als leerkracht wil ik ook werken aan een positief klasklimaat waarin de studenten durven te leren.</p>
--	---	--	---

## 4 Lesvoorbereidingen en bijhorende media

### 4.1 Lessen aan KULAK

De bijlagen per lesblok (e.g. bordschema, uitgeschreven oplossingen ...) zijn na elk lesblok terug te vinden. De oefeningenlijst wordt bij het eerste lesblok toegevoegd, maar wordt bij ieder lesblok gebruikt.

#### 4.1.1 Les 1-3

<p><b>Administratieve gegevens</b></p> <p>Kevin Truyaert</p> <p>Universiteit Handelsingenieur, 2de fase <u>ECTS-fiche</u>: De inhoud is terug te vinden op de ECTS fiche: <a href="https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/n/D0W55AN.htm">https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/n/D0W55AN.htm</a> <u>Lesonderwerp</u>: ‘Oefenzitting elektromagnetisme: wat zijn de relaties tussen de elektrische kracht, de elektrische potentiaal, de elektrische flux en de elektrische capaciteit’</p>	<p><b>Doelstellingen</b></p> <p><u>Punt op de ECTS-fiche</u></p> <p>- Elektriciteit: elektrische lading, elektrisch veld (wetten van Coulomb en Gauss), elektrische flux, elektrische potentiaal, energie in een elektrisch veld</p> <p><u>Lesdoelen</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. De studenten kunnen via de wet van Coulomb de elektrostatistische kracht tussen ladingen berekenen.</li> <li>2. De studenten kunnen de relatie tussen de elektrostatistische kracht, het elektrisch veld en een lading toepassen in een probleem.</li> <li>3. De studenten kunnen de elektrostatistische kracht binnen de tweede wet van Newton herkennen.</li> <li>4. De studenten kunnen een Gaussoppervlak in een situatie opstellen.</li> <li>5. De studenten zijn in staat om de elektrische flux te bepalen met gebruik van een Gaussoppervlak.</li> <li>6. De studenten kunnen het elektrisch veld en de elektrische flux in functie van de afstand van een boloppervlak afleiden.</li> <li>7. De studenten kunnen het elektrisch veld en de elektrische flux in functie van de afstand van een opgevulde, geleidende bol afleiden.</li> <li>8. De studenten kunnen de gelijkenissen en de verschillen van het elektrisch veld en de elektrische flux in functie van de afstand van een boloppervlak en van een opgevulde, geleidende bol bespreken.</li> <li>9. De studenten kunnen in groep over de oefening discussiëren en samen oplossingsgericht werken.</li> </ol>
---	---

<p><b>Beginsituatie</b></p> <p>De studenten hebben de theorie rond de begrippen van ‘Elektrisch veld’, ‘Elektrische potentiaal’, ‘Elektrische flux’ en de wet van Coulomb in de week van 12-15 november gezien, twee weken voor de oefenzitting. Hierdoor zullen ze al tijd gehad hebben om de theorie te bekijken, wat aangemoedigd wordt door het maken van een voorbereidende opdracht die ik de week voor de oefenzitting op Toledo plaats.</p> <p>De minderheid van de studenten heeft interesse bij mechanica, het eerste deel van de cursus, getoond. Het gedeelte over elektromagnetisme ervaren ze meestal interessanter. Er zijn 28 studenten die deze sessie volgen, maar gemiddeld gezien zijn er 25 studenten aanwezig geweest bij de voorbije lessen.</p> <p>Het lokaal kan 30 studenten plaatsen. Ik splits de groep in zeven tafels van vier personen. Er is een dubbel krijtbord ter beschikking en de mogelijkheid tot projectie. Wanneer er geprojecteerd wordt, hangt het projectiescherm grotendeels over beide borden.</p>	<p><b>Acties</b></p> <p>- Om de studenten te stimuleren om zelf aan de slag te gaan, wil ik hen in <b>groepjes van vier studenten</b> aan de slag zetten. Hierdoor kan ik gerichtere feedback geven, aangezien de studenten onderling elkaar kunnen aanzetten tot het vinden van oplossingen. <b>Naast de ondersteunende rol, kan ik ook interacties tussen de studenten onderling volgen</b> en inspringen waar nodig: ofwel bij het maken van een fout, of wanneer ik hun uiteenzetting zeer goed vind en er nog dieper op in wil gaan. Dit wil ik steeds vanuit het onderwijsleergesprek proberen te realiseren.</p> <p>- Bij het begin van de les overloop ik nog even de theorie rond de elektrische grootheden en hun onderlinge relaties. Dit zet ik op één van de twee krijtborden en laat ik gedurende de hele les staan. Zo kunnen de studenten steeds makkelijk teruggrijpen naar de theorie.</p> <p>- Ik werk niet met projectie, maar noteer alles op het bord, omdat het projectiescherm voor zo goed als beide borden hangt. Hierdoor houd ik een tempo aan waarop de studenten makkelijker kunnen volgen, doordat ik alles zelf ook neerschrijf.</p> <p><b>Bronnen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dudal, D., Temmerman, E., Truyaert, K., Heymans, S. (2019). Slides conceptuele natuurkunde</li> <li>• Dudal, D., Temmerman, E., Truyaert, K., Heymans, S. (2019). Oefeningenbundel conceptuele natuurkunde</li> <li>• Giancoli, D. C. (2008). Physics for scientists and engineers. Pearson Education International.</li> </ul>
--	---

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<p>Herhaling theorie (15 minuten)</p> <p>De algemene student heeft op dit moment weinig voeling met de te bespreken leerstof, want het is de eerste oefenzitting over dit onderwerp. Dit heb ik zowel de voorbije jaren tijdens mijn oefenzittingen gemerkt als bij de geobserveerde theorielessen. Daarom breng ik de theorie waarop de studenten oefeningen zullen maken nog eens zelf aan bord. Deze behandelt vijf topics: lading, elektrisch veld, elektrische kracht, flux en de elektrische wet van Gauss. Vooral deze laatste vormt een struikelblok voor de studenten. Het is mijn bedoeling om die op verschillende manieren nog eens uitgelegd te hebben.</p>	<p><u>Doceren</u></p> <p>Ik bouw de te gebruiken theorie op door te starten vanuit de eigenschappen van een lading, dat die een elektrisch veld genereren en dat een elektrisch veld op een andere lading inwerkt door middel van de elektrische kracht. Daarna herhaal ik nog kort eens wat elektrische flux is, om dat tot het grootste probleempunt te komen: de elektrische wet van Gauss.</p> <p>Ik wil vooral heel hard benadrukken wat deze wet zegt, door de aparte onderdelen uit te leggen en conceptueel voor te stellen. Ik doe dit vanuit verschillende insteken om zoveel mogelijk studenten mee te hebben.</p> <p>Hierna noteer ik de oefeningen op bord die gemaakt kunnen worden. Dit zijn oefeningen 51 t.e.m. 55, 57 en 56, in die volgorde. Ik verwacht dat deze oefeningen door de betere studenten allemaal gemaakt kunnen worden. Ik verwacht dat de meesten zullen vast komen te zitten bij oefening 54 en 55. Deze gaan namelijk over de elektrische wet van Gauss. Oefeningen 57 en 56 kunnen tijdens de volgende les eventueel ook nog aan bod komen.</p>	<p>Krijtbord (Bordschema, zie bijlage)</p>

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
1 2 3 4 5 6 9	<p>Oefeningen 51-54 (1 uur)</p> <p>Tijdens deze lesfase maken de studenten oefeningen. Studenten moeten de geziene theorie kunnen omzetten in het toepassen van oefeningen. Introductie oefeningen kunnen moeilijker gelinkt worden met fysieke concepten die in het dagelijkse leven aanwezig zijn. Daarom zijn deze oefeningen heel algemeen. De kern van deze lesfase is om de studenten inzichten met betrekking tot, het kunnen rekenen met en het kunnen interpreteren van elektrische velden te laten verwerven.</p>	<p>Check-in duo / check-in quatro</p> <p>De studenten maken oefeningen door eerst zelf kort na te denken over hoe ze de oefening kunnen aanpakken. Daarna overleggen ze per twee of per vier (hun keuze) hoe ze de oefening tot een goed eind kunnen brengen.</p> <p>Tijdens de lesfase loop ik rond en bezoek ik alle zeven tafels van vier personen. Ik stel actief vragen aan de studenten, zeker wanneer ik problemen denk waar te nemen. Tegelijkertijd help ik studenten die actief vragen stellen door middel van een onderwijsleergesprek.</p> <p>Ik verwacht dat oefeningen 51 tot en met 53 zeker gemaakt worden en dat iedereen minstens aan oefening 54 begonnen is. Bij de eerste drie oefeningen verwacht ik niet dat ik klassikaal zal moeten tussenkomen.</p>	De studenten gebruiken hun oefeningenbundel en lossen oefeningen op cursusbladen op.

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<u>Pauze</u>	<p>De studenten krijgen 15 minuten pauze en mogen het lokaal verlaten. Op deze manier kunnen ze het laatste uur weer met volle aandacht werken. Dit is nodig aangezien ik wel grotere problemen bij oefeningen 54 en 55 voorzie.</p> <p>Wanneer de eerste studenten het lokaal terug binnen sijpelen, sla ik een praatje met hen, waarbij ik niet over de leerstof begin.</p>	

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
4 5 6 7 8 9	<p>Oefeningen 54-55 (40 minuten)</p> <p>Tijdens deze lesfase maken de studenten oefeningen. Studenten moeten de geziene theorie kunnen omzetten in het toepassen van oefeningen. Deze oefeningen handelen over de elektrische wet van Gauss, wat een handige tool is om het elektrisch veld van bepaalde ladingsverdelingen te kunnen berekenen. Ik leg hen uit dat dit handig kan zijn bij het berekenen van elektrische velden van ladingsverdelingen met sferische symmetrieën, of bij het bepalen van de sterkte van de aanwezige ladingen bij het opmeten van het elektrisch veld. De kern van deze lesfase is om de studenten inzichten tot de elektrische wet van Gauss te laten verwerven. Het is belangrijk dat ze iedere component kunnen verklaren en dat ze er mee kunnen rekenen.</p>	<p>Check-in duo / check-in quatro</p> <p>De studenten maken oefeningen door eerst zelf kort na te denken over hoe ze de oefening kunnen aanpakken. Daarna overleggen ze per twee of per vier (hun keuze) hoe ze de oefening tot een goed eind kunnen brengen.</p> <p>Tijdens de lesfase loop ik rond en bezoek ik alle zeven tafels van vier personen. Ik stel actief vragen aan de studenten, zeker wanneer ik problemen denk waar te nemen. Tegelijkertijd help ik studenten die actief vragen stellen door middel van een onderwijsleergesprek.</p> <p>Ik verwacht dat ik zeker een klassikaal moment zal moeten inleggen bij oefeningen 54 en 55. Bij oefening 54 zal ik dit relatief snel doen en zal ik hoogstens éénmaal bij iedere groep langs geweest zijn. Hierna beschrijf ik oefening 54 aan het bord waarbij ik de nadruk leg op de interpretatie van de wet van Gauss in dit geval. Ik wil een duidelijk onderscheid maken tussen de componenten die steeds hetzelfde blijven (het sferisch Gaussoppervlak keert steeds in dezelfde vorm terug, ongeacht de situatie) en de componenten die afhankelijk van de situatie zijn (de ladingsverdeling). Ik behandel de twee subvragen apart en vraag na iedere subvraag of de studenten vragen hebben.</p> <p>Wanneer dit op het bord staat, leid ik oefening 55 in, door de analogie met oefening 54 te maken en te zeggen hoe de situatie veranderd is. Hiermee gaan ze opnieuw zelf aan de slag. Ik zal deze oefening opnieuw klassikaal bespreken. Hierna vraag ik aan de studenten om mij het verschil tussen het elektrisch veld en de flux van een boloppervlak en een bol met constante ladingsverdeling.</p>	<p>De studenten gebruiken hun oefeningenbundel en lossen oefeningen op cursusbladen op. Ik gebruik het tweede bord om oefeningen 54 en 55 op uit te werken. Na oefening 54 behandeld te hebben, vat ik de oplossing samen op het linkerbord om die met de oplossing van oefening 55 te kunnen vergelijken.</p>



Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
1 2 3 9	<p><u>Oefeningen 57 (15 minuten)</u></p> <p>Tijdens deze lesfase maken de studenten oefeningen. Studenten moeten de geziene theorie kunnen omzetten in het toepassen van oefeningen. Hier wil ik vooral de nadruk leggen op oefening 57, waarbij elektrische krachten in een statica oefening gebruikt worden, iets waarover ik dit jaar een examenvraag zou willen opstellen.</p> <p>De kern van deze lesfase is om de studenten inzichten tot de elektrische kracht te laten verwerven. Ik wil de studenten laten inzien dat ook deze kracht onderdeel kan zijn van de tweede wet van Newton.</p>	<p><u>Check-in duo / check-in quatro</u></p> <p>De studenten maken oefeningen door eerst zelf kort na te denken over hoe ze de oefening kunnen aanpakken. Daarna overleggen ze per twee of per vier (hun keuze) hoe ze de oefening tot een goed eind kunnen brengen.</p> <p>Tijdens de lesfase loop ik rond en bezoek ik alle zeven tafels van vier personen. Ik stel actief vragen aan de studenten, zeker wanneer ik problemen denk waar te nemen. Tegelijkertijd help ik studenten die actief vragen stellen door middel van een onderwijsleergesprek.</p> <p>Ik verwacht bij deze oefening dat studenten niet meteen de oplossingsmethodiek zullen beet hebben. Ik verwijs hen hierbij naar oefening 52, waarbij ze ook de tweede wet van Newton gebruikt hebben om die op te lossen, maar in één dimensie. Deze oefening bevat krachten in twee dimensies. Mijn tweede verwachte struikelpunt is dat de studenten wel de elektrische kracht veroorzaakt door het externe elektrisch veld in rekening zullen brengen, maar de elektrische kracht vanwege de andere aanwezige lading zullen vergeten.</p> <p>Ik breng bij deze oefening nog het krachtendiagramma aan het bord en stel de tweede wet van Newton op.</p>	<p>De studenten gebruiken hun oefeningenbundel en lossen oefeningen op cursusbladen op. Ik gebruik het rechterbord om het krachtendiagramma te schetsen en om de tweede wet van Newton op te stellen.</p>
Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<p><u>Afsluiten (5 minuten)</u></p>	<p><u>Afsluiten</u></p> <p>Ik herhaal nog even kort wat er van de studenten verwacht werd tijdens deze les en wat ze bijgeleerd hebben. Ik zeg ook wat het onderwerp van volgende les is en vraag aan de studenten om de theorie nog even te herhalen.</p>	

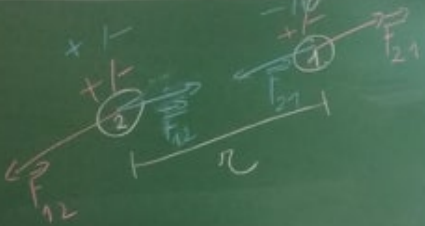
## Bijlage 1.1: bordschema theorie

51-57

① Elektrische lading EM 1  
 Gekwantiseerd:  $q = ne, n \in \mathbb{Z}$

② Elektrisch veld van een lading  

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{e}_r$$

③ Meerdere ladingen  $\rightarrow$  Elektrische kracht  


$$\vec{F}_{12} = q_2 \vec{E}_1$$

$$\vec{F}_{21} = q_1 \vec{E}_2$$

④ Elektrische flux  
 Hoe sterk is het elektrisch veld doorheen een georiënteerd oppervlak

⑤ Elektrische wet van Gauss  

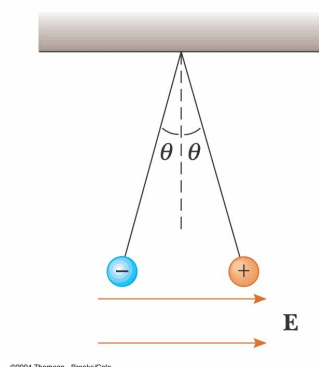
$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0} \iff \oint_{\partial V} (\vec{E} \cdot \vec{n}) dS = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho(\vec{r}) d^3\vec{r}$$

## **Bijlage 1.2: opgeloste oefeningen**

## Bijlage 1.3: oefeningenbundel elektromagnetisme

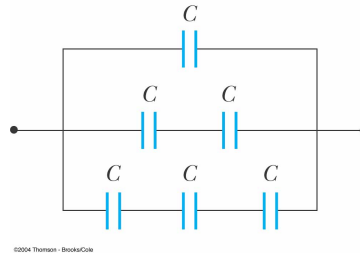
### 3 Elektromagnetisme

51. De afstand tussen twee protonen in een atoomkern bedraagt  $2.00 \cdot 10^{-15}$  m. De elektrostatistische afstotingskracht tussen de protonen is groot, maar de nucleaire aantrekkingskracht is nog groter en zorgt er op die manier voor dat de kern niet uiteen valt. Hoe groot is de elektrostatistische kracht tussen deze twee protonen?
52. Een voorwerp met een nettolading van  $24.0 \mu\text{C}$  wordt in een uniform elektrisch veld van  $610 \text{ N/C}$  geplaatst dat verticaal omhoog gericht is. Hoe groot is de massa van het voorwerp indien het in het veld “zweeft”?
53. Veronderstel een sferisch Gaussoppervlak met in het centrum een puntlading  $q$ . Wat gebeurt er met de flux wanneer:
- (a) De puntlading nu een lading gelijk aan  $3q$  heeft.
  - (b) De straal van het oppervlak verdubbeld wordt.
  - (c) Het Gaussoppervlak veranderd wordt door een kubus.
  - (d) De lading  $q$  zich ergens anders het oppervlak bevindt.
  - (e) De lading  $q$  zich ergens buiten het oppervlak bevindt.
54. Een boloppervlak heeft een straal van  $R = 20 \text{ cm}$  en een ladingsverdeling van  $\sigma = 10 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^2}$ . Maak een schets van het elektrisch veld in functie van de afstand  $r$ , met  $r \in [0; 1] \text{ m}$ . Maak ook een schets voor de flux die door een Gaussisch boloppervlak gaat met een straal  $r \in [0; 1]$ .
55. Veronderstel een opgevlude bol met straal  $R$  en een lading  $Q$  die uniform verdeeld is over de bol.
- (a) Wat is het elektrisch veld buiten deze sfeer?
  - (b) Wat is het elektrisch veld binnen de sfeer?
  - (c) Hoe varieert de flux in functie van de afstand van het centrum van de sfeer?
56. Een vliegtuig vliegt door een donderwolk op een hoogte van  $2000 \text{ m}$ . (Dit is gevaarlijk omwille van opwaartse stuwing, turbulentie en een mogelijke elektrische ontlading.) Indien er zich in de wolk op een hoogte van  $3000 \text{ m}$  een ladingsconcentratie van  $+40.0 \text{ C}$  bevindt en op  $1000 \text{ m}$  een ladingsconcentratie van  $-40.0 \text{ C}$ , hoeveel bedraagt dan het elektrisch veld ter hoogte van het vliegtuig?
57. Twee kleine balletjes, elk met een massa van  $2.00 \text{ g}$ , worden opgehangen aan massalozes touwtjes van  $10.0 \text{ cm}$  (zie Fig. 3.1). Er heerst een uniform elektrisch veld dat horizontaal naar rechts gericht is. De balletjes hebben een lading van  $-5.00 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  en  $+5.00 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ . Bepaal het elektrisch veld dat ervoor zorgt dat de balletjes in evenwicht zijn bij een hoek  $\theta = 10.0^\circ$ .



Figuur 3.1: oefening 57

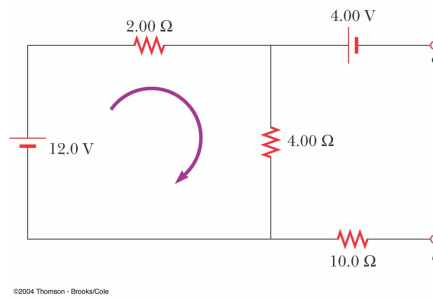
58. Beschouw de aarde en een wolkendek 800 m boven de aarde als de platen van een condensator. Bepaal hiervan de capaciteit. Veronderstel dat het wolkendek een oppervlak van  $1.00 \text{ km}^2$  inneemt en dat de lucht tussen de wolken en het aardoppervlak zuiver en droog is. Veronderstel verder dat er zich ladingen ophopen in de wolken en op het aardoppervlak totdat een uniform elektrisch veld van  $3.00 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ , aanwezig in de tussenruimte, ervoor zorgt dat een ontlading plaatsvindt. De lucht wordt op dat moment geleidend via een bliksemschicht. Hoeveel bedraagt de maximale lading die op de wolk aanwezig kan zijn?
59. Bepaal de equivalente capaciteit van de configuratie in Fig. 3.2. Alle condensatoren zijn identiek en hebben een capaciteit  $C$ .



Figuur 3.2: oefening 59

60. Op een bepaalde lamp lezen we “25 W 120 V”, terwijl op een andere lamp “100 W 120 V” staat; dit betekent dat elk van deze lampen zijn eigen specifiek vermogen heeft wanneer er een potentiaalverschil van 120 V aangelegd wordt.
- Bepaal de weerstand van elke lamp.
  - Hoe lang duurt het voordat een lading van  $1.00 \text{ C}$  door de zwakste lamp gepasseerd is? Is er enig verschil in lading aan de ingang en de uitgang van de lamp?
  - Hoe lang duurt het voordat een energie van  $1.00 \text{ J}$  door de lamp gepasseerd is? Welk mechanisme is verantwoordelijk voor het binnenkomen en verlaten van de energie in de lamp?
  - Bereken hoeveel het kost om de zwakste lamp continu te laten branden gedurende 30 dagen. De elektriciteitsmaatschappij rekent de consument gemiddeld een bedrag aan van  $0.0851 \text{ euro/kWh}$  (normaal tarief voor kleine verbruikers). Welke “product” verkoopt de elektriciteitsmaatschappij? Wat is de prijs voor één SI-eenheid van dit product?
61. Een hoogspanningskabel transporteert een stroom van  $1000 \text{ A}$  bij een spanning van  $700 \text{ kV}$  over een afstand van  $100 \text{ km}$ . Indien de weerstand van de kabel  $0.300 \Omega/\text{km}$  bedraagt, hoeveel vermogen wordt dan gedissipeerd ten gevolge van resistieve verliezen?
62. In een stereosysteem heeft elke luidspreker een weerstand van  $4.00 \Omega$ . Elk luidsprekerscircuit heeft een maximaal vermogen van  $60.0 \text{ W}$  en bevat een zekering van  $4.00 \text{ A}$ . Is dit systeem voldoende beschermd tegen overbelasting? Leg uit.
63. In een transistorradio worden vier  $1.50 \text{ V}$  AA batterijen in serie gebruikt. Hoe lang zullen de batterijen meegaan indien ze een lading van  $240 \text{ C}$  kunnen transporteren en de radio een weerstand heeft van  $200 \Omega$ ?
64. Veronderstel een batterij met een emk  $\epsilon$  en drie identieke lampen met elk een weerstand  $R$ .
- Hoeveel bedraagt het totale vermogen dat de batterij levert indien de lampen in *serie* geschakeld worden?
  - Hoeveel bedraagt het totale vermogen dat de batterij levert indien de lampen in *parallel* geschakeld worden?
  - Bij welke configuratie zullen de lampen het meeste licht geven?
65. Een  $582 \Omega$  weerstand en een  $429 \Omega$  weerstand zijn in serie verbonden over een  $90.0 \text{ V}$  spanningsbron. Een voltmeter wordt over de  $582 \Omega$  weerstand geplaatst en men leest op die voltmeter een spanning af van  $44.6 \text{ V}$ .
- Bepaal de interne weerstand van de voltmeter.
  - Wat zou de uitlezing op de voltmeter zijn als we diezelfde voltmeter schakelen over de  $429 \Omega$  weerstand?

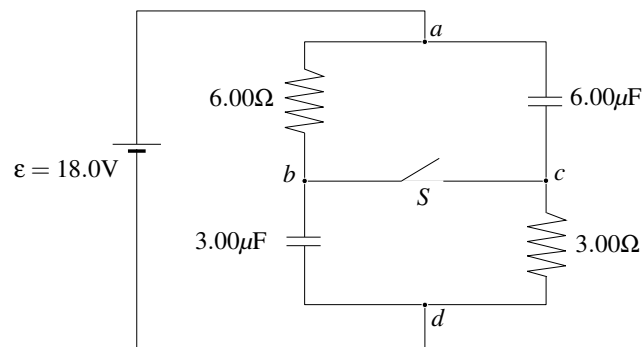
66. Bereken het potentiaalverschil tussen de punten  $a$  en  $b$  in Fig. 3.3 en bepaal welk punt de hoogste potentiaal heeft.



Figuur 3.3: oefening 66

67. Beschouw onderstaand elektrisch circuit.

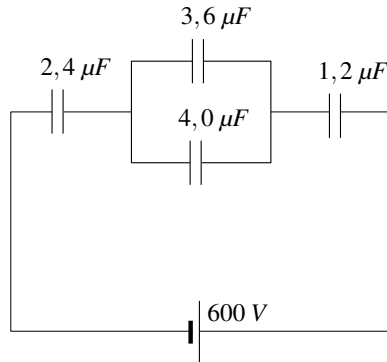
- Bepaal het potentiaalverschil tussen punt  $b$  en punt  $c$  indien de schakelaar open is en de bron reeds lange tijd aanstaat.
- Welk punt ( $b$  of  $c$ ) staat op de hoogste potentiaal?
- Bepaal het potentiaalverschil tussen punt  $c$  en punt  $d$  indien de schakelaar  $S$  reeds lange tijd gesloten is.
- Bepaal de verandering in lading op elk van de condensatoren na het sluiten van de schakelaar  $S$ .



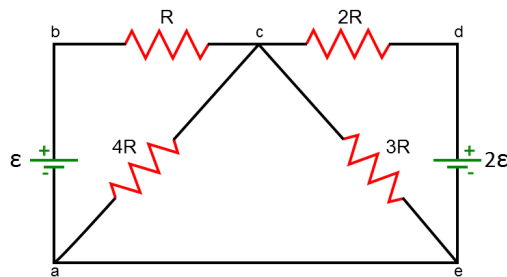
68. Beschouw het onderstaand circuit in stationaire toestand met de gegeven waarden voor de capaciteiten en de spanning van de batterij.

(a) Bepaal de substitutiecapaciteit.

(b) Bepaal het potentiaalverschil over elke condensator.



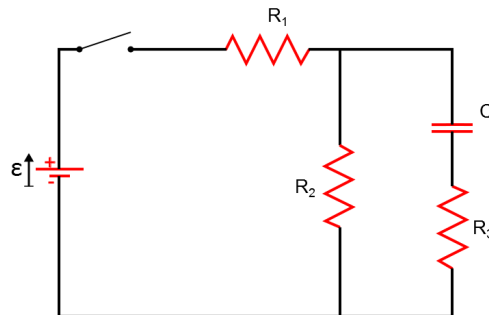
69. Als de waarden voor  $R = 1 \text{ k}\Omega$  en  $\varepsilon = 250 \text{ V}$  zijn, bepaal dan voor de opstelling in Figuur 3.4 de richting en grootte van de stroom tussen punten a en e.



Figuur 3.4: oefening 69

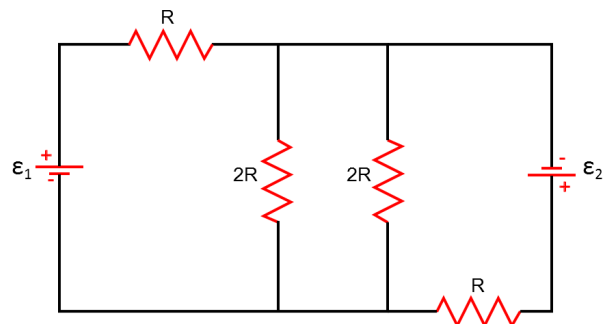
70. In Fig. 3.5 Veronderstel dat de schakelaar al een lange tijd gesloten is zodat de condensator volledig opgeladen is. De waarden voor de gebruikte bron, weerstanden en condensator zijn  $\varepsilon = 9 \text{ V}$ ,  $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 15 \text{ k}\Omega$  en  $C = 10 \mu\text{F}$ . Vind

- de stroom over iedere weerstand
- de lading  $Q$  op de condensator



Figuur 3.5: oefening 70

71. Vind de stroom over alle vertakkingen in het Kirchhoff netwerk weergegeven in Figuur 3.6, in de veronderstelling dat  $R = 2 \Omega$ ,  $\varepsilon_1 = 50 \text{ V}$  en  $\varepsilon_2 = 20 \text{ V}$ . Bereken ook de vermogens over elke weerstand.



Figuur 3.6: oefening 71



## 4.1.2 Les 4-5

<p><b>Administratieve gegevens</b></p> <p>Kevin Truyaert</p> <p>Universiteit Handelsingenieur, 2de fase</p> <p><u>ECTS-fiche</u>: De inhoud is terug te vinden op de ECTS fiche: <a href="https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/n/D0W55AN.htm">https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/n/D0W55AN.htm</a></p> <p><u>Lesonderwerp</u>: 'Oefenzitting elektromagnetisme: serie en parallel, de wet van Ohm, vermogen'</p>	<p><b>Doelstellingen</b></p> <p><u>Punt op de ECTS-fiche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- condensatoren: capaciteit, diëlektrische materialen, serie- en parallelschakeling, bouwvormen</li> <li>- weerstanden: soortelijke weerstand, geleiders, isolatoren, serie- en parallelschakeling en elektrisch vermogen</li> <li>- toepassing: elektrische veiligheid en elektrische huisinstallatie</li> </ul> <p><u>Lesdoelen</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. De studenten kunnen de begrippen 'spanningsverschil', 'stroom', 'weerstand', 'energie', 'vermogen' en 'lading' met elkaar in verband brengen en interpreteren.</li> <li>2. De studenten kunnen de equivalente capaciteit van condensatoren in serie en parallel berekenen.</li> <li>3. De studenten kunnen het vermogen dat over weerstanden verloren gaat berekenen.</li> <li>4. De studenten kunnen het vermogen van een energiecentrale berekenen.</li> <li>5. De studenten kunnen de gegevens van een energiecentrale interpreteren en linken met de fysische variabelen.</li> <li>6. De studenten kunnen berekenen of de zekering van het circuit bij een bepaalde belasting zal kapot gaan.</li> <li>7. De studenten kunnen de equivalente weerstand van weerstanden in serie en parallel berekenen.</li> <li>8. De studenten kunnen in duo over de oefening discussiëren en samen oplossingsgericht werken.</li> </ol>
--	---

<p><b>Beginsituatie</b></p> <p>De studenten hebben de theorie rond de begrippen van in verband met condensatoren, weerstanden en vermogen twee weken voor de oefenzitting gezien in de hoorcolleges. Daar hebben ze eveneens de onderlinge relaties tussen stroom, lading, potentiaalverschil, weerstand, capaciteit en vermogen bestudeerd.</p> <p>Deze oefenzitting heeft meer raakvlakken met de interesse van de student omdat de oefeningen tastbaarder zijn. Zo gaan er oefeningen over energiecentrales en de transport van die energie tot bij je thuis en over zekeringen bij toestellen die al dan niet kapot gaan. Er zijn 28 studenten die deze sessie zouden moeten volgen, die waren er allemaal tijdens de vorige lessenreeks.</p> <p>Het lokaal kan 30 studenten plaatsen. Ik laat de banken staan in drie rijen van tien studenten. Er is een dubbel krijtbord ter beschikking en de mogelijkheid tot projectie. Wanneer er geprojecteerd wordt, hangt het projectiescherm grotendeels over beide borden.</p>	<p><b>Acties</b></p> <p>- Tijdens dit lesblok wil ik de nadruk leggen op de toepassingen en de interpretatie van de fysische begrippen rond spanningsverschil en stroom. Ik wil dat de studenten die eerst zelf formuleren om daarna terug te koppelen, afhankelijk van hun antwoord. Hierdoor laat ik ze met hun burens per twee of per drie aan de slag gaan.</p> <p>- Bij het begin van de les overloop ik nog even de theorie rond de fysische begrippen en hun onderlinge relaties. Dit zet ik op één van de twee krijtborden en laat ik gedurende de hele les staan. Zo kunnen de studenten steeds makkelijk teruggrijpen naar de theorie. Ik treed eerst in gesprek met de studenten om vanuit hun antwoorden de theorie aan te reiken.</p> <p>- Ik werk niet met projectie, maar noteer alles op het bord, omdat het projectiescherm voor zo goed als beide borden hangt. Hierdoor houd ik een tempo aan waarop de studenten makkelijker kunnen volgen, doordat ik alles zelf ook neerschrijf.</p> <p><b>Bronnen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dudal, D., Temmerman, E., Truyaert, K., Heymans, S. (2019). Slides conceptuele natuurkunde</li> <li>• Dudal, D., Temmerman, E., Truyaert, K., Heymans, S. (2019). Oefeningenbundel conceptuele natuurkunde</li> <li>• Giancoli, D. C. (2008). Physics for scientists and engineers. Pearson Education International.</li> </ul>
--	---

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
1	<p>Herhaling theorie (15 minuten)</p> <p>De theorie rond de fysische begrippen lading, stroom, weerstand, spanningsverschil, capaciteit en vermogen worden door de studenten aangereikt. Zij interpreteren ook wat de vergelijking voorstelt en delen dit met hun medestudenten.</p>	<p><u>Onderwijsleergesprek</u></p> <p>Ik start deze les met het begrip lading aan de studenten te poneren. Ik vraag hen of ze dit in verband kunnen brengen met nog andere grootheden. Vanaf de start kan ik al verschillende antwoorden krijgen. Ik plaats deze op het bord afhankelijk van hoe de studenten me dit aanreiken. Ik vraag hen niet enkel om de zaken te linken, maar ook om een uitleg waarom dit zo is. De studenten bouwen dus zelf de theorie op en interpreteren die.</p> <p>Ik focus mij op het correct interpreteren van de bekomen vergelijkingen. Wanneer de student begrijpt wat er in de vergelijking staat, dan zal hij/zij deze beter begrijpen. Ik stuur de gegeven interpretatie van de student bij indien nodig, of vraag iets dieper door wanneer de student niet volledig is.</p> <p>Hierna noteer ik de oefeningen op bord die gemaakt kunnen worden. Dit zijn oefeningen 58 t.e.m. 64. Ik verwacht dat deze oefeningen door iedereen gemaakt kunnen worden.</p>	<p>Krijtbord (Bekomen bordschema wordt in bijlage toegevoegd)</p>

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
1 2 3 8	58 - 60 (1 uur) De studenten maken oefeningen 58 t.e.m. 60. Deze bespreken condensatoren en de relatie tussen de capaciteit van condensatoren, lading en spanningsverschil. De student is met deze oefeningen ook in staat om serie en parallel verbanden tussen condensatoren te bespreken. Daarnaast wordt er ook een grotere oefening gemaakt die de relaties tussen vermogen, spanningsverschil, weerstand en stroom bespreekt enerzijds en anderzijds de relaties tussen lading en stroom en tussen vermogen en energie.	<u>Oplossingsleutel</u> De studenten krijgen de eindantwoorden ter beschikking en kunnen zo controleren of ze een opgave correct opgelost hebben. Ik loop ondertussen rond om vragen van studenten te beantwoorden, maar ook om vragen aan de studenten te stellen. Hierbij heb ik vooral aandacht voor de interpretaties van oefening 60, omdat deze lampen met een verschillend wattage bespreekt. In ieder huis komen er lampen met een verschillend wattage voor, waardoor het interessant is dat de studenten dit correct kunnen interpreteren. Anderzijds bespreekt deze oefening heel wat relaties tussen de fysische begrippen van deze les.	Oplossingenbundel Oefeningenbundel + cursuspapier

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<u>Pauze</u>	De studenten krijgen 15 minuten pauze en mogen het lokaal verlaten. Op deze manier kunnen ze het laatste uur weer met volle aandacht werken. De studenten zullen na de pauze zich focussen op het begrip vermogen en dit vooral met de relatie tussen spanningsverschil en weerstand. Wanneer de eerste studenten het lokaal terug binnen sijpelen, sla ik een praatje met hen, waarbij ik niet over de leerstof begin.	

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
1 3 4 5 8	<p>61 (15 minuten)</p> <p>Deze oefening handelt over de generatie van energie in een energiecentrale en het transport van deze energie naar de elektriciteitscabine in de straat. Eerst berekenen de studenten het totale vermogen opgewekt in deze centrale. Daarna berekenen ze het verlies van dit vermogen vanwege het transport naar de elektriciteitscabine in de straat. Hierbij zullen studenten de fout maken om het spanningsverschil opgewekt binnen de centrale te gebruiken in plaats van de spanningsval vanwege de transportdraad te gebruiken.</p>	<p><u>Oplossingsleutel</u> De studenten krijgen 15 minuten om deze oefening te maken. Tijdens deze oefening wil ik vooral dat de studenten mij kunnen uitleggen wat hun interpretatie is bij deze oefening. Ze moeten duidelijk begrijpen dat eenzelfde begrip, hier spanningsverschil, in meerdere contexten gebruikt kan worden binnen eenzelfde oefening. Zo is er de centrale die voor een positief spanningsverschil (energiebron) zorgt en de elektriciteitskabel die een negatief spanningsverschil veroorzaakt (verbruiker). Daarom zal ik steeds een bijvraag stellen aan de studenten: ‘welk spanningsverschil heb je nog in de elektriciteitscabine aanwezig?’.</p>	<p>Oplossingenbundel Oefeningenbundel + cursuspapier</p>

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
1 3 6 7 8	<u>62-64,56 (45 minuten)</u> De studenten richten zich bij deze oefeningen vooral op het gebruik van de relaties met betrekking tot weerstanden (of verbruiker). Ze zullen enerzijds de stroom doorheen een verbruiker moeten berekenen, om zo te constateren of de geplaatste zekering doorbrandt of niet. Tegelijkertijd leren ze dus ook de werking van een zekering, iets waar iedereen wel eens mee geconstateerd wordt. Anderzijds berekenen ze ook hoelang een verbruiker werkt gegeven een set aan batterijen. Tenslotte berekenen de studenten ook hoe lampen (verbruikers) het meest energie verbruiken, in serie of parallel.	<u>Oplossingenbundel</u> Tijdens deze oefeningen loop ik rond om de vragen van de studenten te beantwoorden of om hen vragen te stellen bij bepaalde zaken die ik op hun blad zie. Hier wil ik hen vooral mondeling info omtrent zekeringen meegeven (waar vind je die in jullie huis?, ooit al iets mee moeten doen?, waarom zitten die daar? ...). Ook bij serie- en parallelschakelingen wil ik hen inzichten meegeven. De lampen zullen hier feller schijnen in parallel, maar ik wil van hen ook horen dat de batterij veel minder lang zal meegaan dan wanneer die lampen in serie staan. Dit wil ik opnieuw bereiken door vragen te stellen. Dit laatste vind ik belangrijk om mee te geven aan mijn studenten, dus breng ik deze laatste oefening nog eens klassikaal waarbij ik hen klassikaal gerichte vragen stel in verband met de relaties (lesdoel 1), om dan van een student te horen dat het verbruik bij batterijen ook afhankelijk is van de schakeling. Wanneer er nog tijd over is, kunnen de studenten oefening 56 nog maken, aangezien die vorige les niet aan bod gekomen is.	Oplossingenbundel Oefeningenbundel + cursuspapier Krijtbord
Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<u>Afsluiten (5 minuten)</u>	<u>Afsluiten (5 minuten)</u> Ik herhaal nog even kort wat er van de studenten verwacht werd tijdens deze les en wat ze bijgeleerd hebben. Ik zeg ook wat het onderwerp van volgende les is en vraag aan de studenten om de theorie nog even te herhalen.	

**Bijlage 2.1: bordschema theorie****Bijlage 2.2: opgeloste oefeningen****Bijlage 2.3: oplossingsleutels**

De oplossingsleutels zijn hieronder bijgevoegd. Deze zijn telkens zo opgesteld dat de studenten niet de oplossing uitgewerkt krijgen, maar dat er enkele gerichte vragen of hints zijn die hen op de weg kunnen helpen wanneer ze vast zitten. Wanneer ze de oefening correct hebben, kunnen ze stilstaan bij die vragen en controleren of ze de oefening ook begrijpen.

De oplossingsleutels zijn hier samen gevoegd. In realiteit werden meerdere sleutels per blad afgedrukt en daarna uitgeknipt.

**58**Methode

1. Welke relaties met betrekking tot de capaciteit van een condensator ken je?
2. Met twee van deze relaties kan je het antwoord bekomen!

Extra vragen

1. Wat betekent het dat de lucht ‘zuiver en droog’ is? Welke factor zou wijzigen als deze situatie anders is?
2. Wat gebeurt er wanneer er  $1 \mu\text{C}$  meer op de wolk geplaatst zou worden?
3. Hoe verhoudt de maximale lading zich tot de dimensies van een condensator?

**59**Methode

1. Een equivalente condensator zoeken voor dit systeem moet in meerdere stappen gebeuren. Wat los je eerst op?

Extra vragen

1. Stel dat iedere condensator een weerstand zou zijn. Hoe groot is de equivalente weerstand? Verklaar het verschil.

**60**Methode

1. Je mag er van uit gaan dat de bron aan een constante van 120 V blijft leveren.
2. Wat betekent het om zwak/fel te branden?
3. Wat brengt een verschil in ladingen teweeg? En wat gebeurt er met lading hierin?
4. Wat stelt de eenheid kWh voor? Wat is de SI-eenheid hiervan?

**61**Methode

1. Wat zijn parameters van de centrale?
2. Welke parameters horen bij de kabel?
3. Een bron zorgt voor een positief spanningsverschil, een verbruiker voor een negatief.

Extra vragen

1. Welke spanning is op locatie nog beschikbaar?

**62**Methode

1. Waarvoor zorgt een zekering bij een schakeling?
2. De zekering kan een stroom van 4 A aan. Wat is de stroom in de schakeling?

Extra vragen

1. Waar kom je zekeringen zoal tegen?

**63**Methode

1. Wat gebeurt er met het spanningsverschil wanneer je batterijen in serie plaatst?
2. Wat is opnieuw de link tussen stroom, lading en tijd?

**64**Methode

1. Bereken eerst de equivalente weerstand in beide situaties.
2. Wat is de betekenis van  $\text{emk}$ ?
3. Wanneer geeft een lamp opnieuw het meeste licht? (Oefening 60)



#### 4.1.3 Les 6-8

<b>Administratieve gegevens</b>  Kevin Truyaert  Universiteit Handelsingenieur, 2de fase <u>ECTS-fiche</u> : De inhoud is terug te vinden op de ECTS fiche: <a href="https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/n/D0W55AN.htm">https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/n/D0W55AN.htm</a> <u>Lesonderwerp</u> : 'DC netwerken met weerstanden'	<b>Doelstellingen</b> <u>Punt op de ECTS-fiche</u> - DC netwerken, wetten van Kirchhoff, elektrische meettoestellen - toepassing: elektrische veiligheid en elektrische huisinstallatie <u>Lesdoelen</u>  <ol style="list-style-type: none"><li>1. De studenten kennen de wetten van Kirchhoff.</li><li>2. De studenten kunnen de wetten van Kirchhoff conceptueel uitleggen.</li><li>3. De studenten kunnen de wetten van Kirchhoff opstellen voor een open netwerk met bronnen en weerstanden.</li><li>4. De studenten kunnen de wetten van Kirchhoff opstellen voor een gesloten netwerk met bronnen en weerstanden.</li><li>5. De studenten kunnen interpreteren dat een voltmeter gebruiken zorgt voor een wijziging in de spanningsval over een component.</li><li>6. De studenten kunnen in groep over de oefening discussiëren en samen oplossingsgericht werken.</li></ol>
---	---

<p><b>Beginsituatie</b></p> <p>De studenten hebben de theorie rond de wetten van Kirchhoff drie weken voor de oefenzitting gezien. Hierdoor zullen ze al tijd gehad hebben om de theorie te bekijken. Rond deze tijd hebben de studenten echter meerdere deadlines voor andere vakken en een examen Frans. Hierdoor plaats ik geen voorbereidende oefening online, maar vraag ik hen om enkel de wetten van Kirchhoff nog eens goed te bekijken.</p> <p>Er zijn 28 studenten die deze sessie volgen, maar vorige sessie waren slechts 18 studenten aanwezig.</p> <p>Het lokaal kan 30 studenten plaatsen. Ik splits de groep in zeven tafels van vier personen. Er is een dubbel krijtbord ter beschikking en de mogelijkheid tot projectie. Wanneer er geprojecteerd wordt, hangt het projectiescherm grotendeels over beide borden.</p>	<p><b>Acties</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Net zoals tijdens de eerste lessenreeks, wil ik de studenten in <b>groepjes van vier studenten</b> aan de slag zetten. Als examenvraag stel ik namelijk een oefening op rond de wetten van Kirchhoff, die aansluit bij wat ze deze en volgende les te zien krijgen. Ik vind het van essentieel belang dat ze de wetten van Kirchhoff niet allen goed en veel kunnen oefenen, maar dat ze die ook conceptueel begrijpen. Bij de eerste lessenreeks merkte ik op dat ik op deze manier gerichtere feedback aan de studenten kon geven. Ik ervoer ook dat ze gemotiveerd waren om per twee ‘beter’ te doen dan hun overburen, terwijl ze toch stevast elkaar hielpen wanneer de andere vast zaten. Ik wil hier opnieuw een steunende rol spelen tijdens hun leer- en ervaringsproces.</li> <li>- Bij het begin van de les overloop ik samen met de studenten de wetten van Kirchhoff. Zij reiken mij de twee wetten aan, die ik op het bord neerschrijf. Verder noteer ik ook samen met hen een stappenplan om dit soort oefeningen op te lossen. Dit laat ik op het bord staan. Zo kunnen de studenten steeds makkelijk teruggrijpen naar de theorie.</li> <li>- Ik werk niet met projectie, maar noteer alles op het bord, omdat het projectiescherm voor zo goed als beide borden hangt. Hierdoor houd ik een tempo aan waarop de studenten makkelijker kunnen volgen, doordat ik alles zelf ook neerschrijf.</li> </ul> <p><b>Bronnen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dudal, D., Temmerman, E., Truyaert, K., Heymans, S. (2019). Slides conceptuele natuurkunde</li> <li>• Dudal, D., Temmerman, E., Truyaert, K., Heymans, S. (2019). Oefeningenbundel conceptuele natuurkunde</li> <li>• Giancoli, D. C. (2008). Physics for scientists and engineers. Pearson Education International.</li> </ul>
---	---

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
1 2	<p><u>Herhaling theorie (20 minuten)</u></p> <p>De theorie rond de wetten van Kirchhoff worden door de studenten aangereikt. Zij interpreteren ook wat de vergelijkingen voorstellen en delen dit met hun medestudenten. Hierna bouw ik samen met de studenten een stappenplan op om dit soort oefeningen aan te pakken. We bespreken ook nog kort even welke voorwaarden voldaan moeten zijn om een stroom te hebben (gesloten kring, geen condensatoren).</p>	<p><u>Onderwijsleergesprek</u></p> <p>Ik start deze les met aan de studenten te vragen om mij de twee wetten van Kirchhoff uit te leggen. Ik noteer de wiskunde vertaling hiervan op bord. Ik probeer verschillende studenten aan het woord te laten. Hierna stel ik samen met de studenten een stappenplan op om DC schakelingen te kunnen interpreteren. Ik vermoed dat de studenten dit zich niet meer goed zullen herinneren vanuit de theorieles. Daardoor zal ik zelf eerst een hint per stap geven of de stap(pen) zelf op het bord zetten, waarna ik telkens nog eens een student aan het woord laat om deze stap uit te leggen in eigen woorden. Hierna schets ik een kleine kring op het bord waar we dit klassikaal op toepassen. Ik focus mij ook hier weer op het correct interpreteren van beide vergelijkingen. Dit is goed mogelijk door een vergelijking te maken waarbij de stroom een rij mensen of een rij auto's is en een spanningsverschil een helling. De eerste wet wordt dan dat je bij ieder kruispunt slecht één richting kan kiezen waardoor het totaal aantal inkomende mensen/auto's hetzelfde moet zijn aan het totaal vertrekkende auto's. De tweede wet van Kirchhoff stelt voor dat je in iedere kring op hetzelfde niveau moet terugkomen: als je een kring doorlopen hebt, dan ben je terug op dezelfde hoogte. Hierna noteer ik de oefeningen op bord die gemaakt kunnen worden. Dit zijn oefeningen 66, 65, 69 en 71 in die volgorde. Ik verwacht dat de alle oefeningen door iedereen gemaakt kunnen worden. Ik zal de nadruk tijdens deze les vooral leggen op het zelfstandig inoefenen van dit soort oefeningen. Na het stappenplan op het bord genoteerd te hebben en met een minimaal voorbeeld gelinkt te hebben, heb ik uit ervaring van de voorbije jaren gemerkt dat de studenten er geen meerwaarde aan hebben om nog eerst een extra oefening te maken. Daarom laat ik hen meteen aan de slag gaan met de oefeningenreeks.</p>	<p>Krijtbord (Bordschema in bijlage)</p>

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
3 4 6	<p>Oefening 66 (30 minuten)</p> <p>Ik laat de studenten eerst zelf aan de slag gaan om per twee/vier aan deze oefening te beginnen. Ondanks dat ze in de theorieles al enkele DC netwerken overlopen hebben en nu een stappenplan nog eens expliciet opgesteld hebben, zullen ze nog niet volledig begrijpen hoe dit soort oefeningen aan te pakken. De voorbije jaren moest ik telkens expliciet minstens één oefening helemaal klassikaal begeleiden, nadat ze er zelf aan gewerkt hebben. Hier zal ik ook nu voor zorgen.</p>	<p>Check-in duo / check-in quatro</p> <p>De eerste 15 minuten wil ik de studenten laten in hun groep per twee of per vier aan de slag laten gaan. Het is de eerste maal dat ze zelfstandig dit soort oefening maken, dus ik verwacht een trage start. Ondanks het stappenplan, zullen de studenten enkele vragen hebben. Daarom geef ik duidelijk mee dat ik de eerste vijf minuten niet zal rondlopen. Deze tijd gebruik ik om de schakeling op het nog vrije bord te tekenen.</p> <p>Daarna loop ik rond en observeer ik de studenten, stel ik vragen of beantwoord die. Na een kwartier verwacht ik dat er weinig oplossingen en veel vragen uit de bus gekomen zijn. Daarom bespreek ik deze oefening nog eens klassikaal, door het stappenplan met hen te overlopen. Ik lees nog eens duidelijk de stap en vraag aan de studenten wat ik moet doen.</p> <p>Ik verwacht dat de studenten niet allemaal alle inzichten hebben, waardoor ik dit stappenplan klassikaal 'bevraag'. Zo zullen niet alle studenten er bij stil gestaan hebben dat er geen stroom doorheen de open takken stromen, waardoor ze een vergelijking minder nodig hebben. Ik verwacht dan ook dat de studenten hier vragen over zullen hebben tijdens het oplossen van de opdracht. Hiervoor reken ik in totaal ook een kwartier uit.</p>	<p>Bord</p> <p>Oefeningenbundel + cursuspapier</p>

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
4 5 6	<u>Oefening 65 (25 minuten)</u> Deze oefening toont aan dat wanneer je de spanningsval wil meten over een verbruiker, de interne weerstand heel groot moet zijn om de reële situatie op te meten. Want wanneer je iets meet, verander je steeds de uitkomst. Bij deze oefening heeft de voltmeter geen hoge interne weerstand, waardoor het spanningsverschil gemeten over beide componenten lager ligt dan het spanningsverschil van de bron.	<u>Check-in duo / check-in quatro</u> De oefening zelf zal deze keer beter gaan, in vergelijking met de vorige. De studenten hebben nu het stappenplan op drie verschillende manieren ervaren: bij een minimaal voorbeeld, zelf geprobeerd en klassikaal. Ik verwacht deze keer de grootste problemen bij het verwerken van de voltmeter in de schakeling. Verder zie ik hen de oefening goed oplossen. Aan de studenten die vlotter weg zijn met deze oefening, zal ik extra vragen hoe het komt dat de som van de twee opgemeten potentiaalverschillen niet die van de bron is. Dit zou fysisch moeten kloppen, aangezien je anders geen behoud van energie zou hebben. Deze vraag wil ik vooral conceptueel behandelen: doordat je een weerstand in parallel plaatst, verandert de equivalente weerstand en verandert het systeem. Om dit zoveel mogelijk te beperken, zorg je dat je voltmeter een hoge interne weerstand heeft. Deze vraag stel ik op het eind van dit lesonderdeel klassikaal aan de overige studenten, omdat ik het concept 'Meten is weten' wil verduidelijken naar 'Meten is veranderen en interpreteren'.	Oefeningenbundel + cursuspapier

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<u>Pauze</u>	De studenten krijgen 15 minuten pauze en mogen het lokaal verlaten. Op deze manier kunnen ze het laatste uur weer met volle aandacht werken. Wanneer de eerste studenten het lokaal terug binnen sijpelen, sla ik een praatje met hen, waarbij ik niet over de leerstof begin.	

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
4 6	<u>Oefeningen 69 en 71 (55 minuten)</u> Deze oefeningen behandelen iets complexere schakelingen met weerstanden. De studenten leren tijdens deze lesfase verder de wetten van Kirchhoff inoefenen op iet complexere systemen.	<u>Check-in duo / check-in quatro</u> De studenten lossen deze complexere oefeningen in overleg met elkaar op. Ik loop rond om vragen te beantwoorden en om in te pikken op hun reeds gevonden oplossing, zowel wanneer die correct of foutief blijkt te zijn. Ik wil hier vooral de nadruk blijven leggen op het conceptuele van de fysische concepten, naast het correct oplossen van de vraag. Hoe de studenten de richtingen van hun stroom en potentiaalverschillen definiëren maakt enkel uit over de bronnen (indien er meerdere aanwezig zijn), maar niet bij gebruikers (dan komen ze gewoon negatief uit).	Oefeningenbundel + cursuspapier
Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<u>Afsluiten (5 minuten)</u>	<u>Afsluiten (5 minuten)</u> Ik herhaal nog even kort wat er van de studenten verwacht werd tijdens deze les en wat ze bijgeleerd hebben. Ik zeg ook dat volgende oefenzitting de laatste is en dat ze, indien gewenst, dan vragen kunnen stellen.	



## **Bijlage 3.2: opgeloste oefeningen**



## 4.1.4 Les 9-10

<p><b>Administratieve gegevens</b></p> <p>Kevin Truyaert</p> <p>Universiteit Handelsingenieur, 2de fase</p> <p><u>ECTS-fiche</u>: De inhoud is terug te vinden op de ECTS fiche: <a href="https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/n/D0W55AN.htm">https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/syllabi/n/D0W55AN.htm</a></p> <p><u>Lesonderwerp</u>: 'DC netwerken met weerstanden en condensatoren'</p>	<p><b>Doelstellingen</b></p> <p><u>Punt op de ECTS-fiche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DC netwerken, wetten van Kirchhoff, elektrische meettoestellen</li> <li>- toepassing: elektrische veiligheid en elektrische huisinstallatie</li> </ul> <p><u>Lesdoelen</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. De studenten kunnen de wetten van Kirchhoff wiskundig formuleren.</li> <li>2. De studenten kunnen de werking en de invloed van een condensator in een elektrische schakeling conceptueel uitleggen.</li> <li>3. De studenten kunnen de wetten van Kirchhoff opstellen voor een gesloten netwerk met bronnen en condensatoren.</li> <li>4. De studenten kunnen de equivalente capaciteit van condensatoren in serie en parallel berekenen. (Herhaling lesdoel 2, les 4-5)</li> <li>5. De studenten kunnen de wetten van Kirchhoff opstellen voor een gesloten netwerk met bronnen, weerstanden en condensatoren.</li> <li>6. De studenten kunnen in duo/trio over de oefening discussiëren en samen oplossingsgericht werken.</li> </ol>
--	--

<p><b>Beginsituatie</b></p> <p>De studenten hebben vorige week een oefenzitting rond de wetten van Kirchhoff gehad. Tijdens deze les hebben ze de wiskundige uitdrukking herhaald en hebben ze de wetten van Kirchhoff toegepast in schakelingen met bronnen en weerstanden. Rond deze tijd hebben de studenten echter meerdere deadlines voor andere vakken en een examen Frans. Hierdoor plaats ik geen voorbereidende oefening online, maar vraag ik hen om enkel eigenschappen van condensatoren nog eens goed te bekijken.</p> <p>Er zijn 28 studenten die deze sessie volgen, maar vorige sessie waren 22 studenten aanwezig.</p> <p>Het lokaal kan 30 studenten plaatsen. Ik laat de banken in drie rijen van tien staan. Er is een dubbel krijtbord ter beschikking en de mogelijkheid tot projectie. Wanneer er geprojecteerd wordt, hangt het projectiescherm grotendeels over beide borden.</p>	<p><b>Acties</b></p> <p>- Als examenvraag stel ik een oefening op rond de wetten van Kirchhoff, die aansluit bij wat ze deze en vorige les gezien hebben. Ik vind het van essentieel belang dat ze de wetten van Kirchhoff niet allen goed en veel kunnen oefenen, maar dat ze die ook conceptueel begrijpen. Vorige lessenreeks zette ik er op in dat zoveel mogelijk studenten de basis van het toepassen van de wetten van Kirchhoff onder de knie hadden. Bij deze les wil ik er voor zorgen dat de studenten individueler ook aan de slag kunnen gaan bij deze soort oefeningen. Ze kunnen wel nog steeds ten rade bij hun burens of bij mij wanneer er problemen opduiken.</p> <p>- Bij het begin van de les overloop ik samen met de studenten de wetten van Kirchhoff. Zij reiken mij de twee wetten aan, die ik op het bord neerschrijf. Verder noteer ik ook samen met hen een stappenplan om dit soort oefeningen op te lossen. Dit laat ik op het bord staan. Zo kunnen de studenten steeds makkelijk teruggrijpen naar de theorie.</p> <p>- Ik werk niet met projectie, maar noteer alles op het bord, omdat het projectiescherm voor zo goed als beide borden hangt. Hierdoor houd ik een tempo aan waarop de studenten makkelijker kunnen volgen, doordat ik alles zelf ook neerschrijf.</p> <p><b>Bronnen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dudal, D., Temmerman, E., Truyaert, K., Heymans, S. (2019). Slides conceptuele natuurkunde</li> <li>• Dudal, D., Temmerman, E., Truyaert, K., Heymans, S. (2019). Oefeningenbundel conceptuele natuurkunde</li> <li>• Giancoli, D. C. (2008). Physics for scientists and engineers. Pearson Education International.</li> </ul>
--	--

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
1 2	<p>Herhaling theorie (15 minuten)</p> <p>Ik vraag net zoals vorige les opnieuw aan de studenten om de wetten van Kirchhoff zowel in hun eigen woorden als wiskundig te formuleren. Verder bespreken we nog de eigenschappen van een condensator en wat dit betekent wanneer ze in een schakeling geplaatst worden. Ik leg er de nadruk op dat de studenten in oefeningen enkel maar schakelingen met condensatoren in stationaire toestand moeten kunnen oplossen. Dit wil zeggen dat de condensator ofwel volledig opgeladen ofwel volledig ontladen is.</p>	<p><u>Onderwijsleergesprek</u></p> <p>Ik start deze les met aan de studenten te vragen om mij de twee wetten van Kirchhoff nog eens opnieuw uit te leggen, conceptueel en de wiskundige vertaling ervan. Ik probeer verschillende studenten aan het woord te laten. Daarna laat ik de studenten nog eens het stappenplan herhalen en schrijf ik dit ook op het bord ter referentie voor de oefeningen.</p> <p>Hierna overloop ik met de studenten de eigenschappen van een condensator in stationaire toestand: geen stroom meer door een tak met een condensator, betekenis van het potentiaalverschil bij een opgeladen condensator, het ontladen van een condensator (conceptueel). Hierna schets ik een kleine kring (bron-condensator) op het bord waar we dit klassikaal op toepassen.</p> <p>Hierna noteer ik de oefeningen op bord die gemaakt kunnen worden. Dit zijn oefeningen 68, 70 en 67 in die volgorde. Ik verwacht dat de eerste drie oefeningen door iedereen gemaakt kunnen worden en de laatste door de betere studenten.</p> <p>Ik zal de nadruk tijdens deze les vooral leggen op het zelfstandig inoefenen van dit soort oefeningen.</p>	Krijtbord

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
3 4 6	<p>Oefening 68 (20 minuten)</p> <p>Tijdens deze oefening ervaren studenten om spanningsverschillen over condensatoren te berekenen. Hiervoor zullen ze eerst een equivalente capaciteit voor de condensatoren moeten berekenen. Op dit moment evalueer ik of lesdoel 2 van les 4-5 wel degelijk bereikt is (hier lesdoel 4). Ik verwacht geen problemen met de evaluatie van vorig lesdoel.</p>	<p><u>Oplossingsleutel</u></p> <p>De studenten kunnen hun antwoord controleren aan de hand van een controlesleutel. Deze zijn zo opgesteld dat alle stappen benoemd zijn, maar niet uitgewerkt. Bij vragen kunnen de studenten mij raadplegen.</p> <p>De grootste problemen zullen ontstaan bij het berekenen van het potentiaalverschil over iedere condensator. De studenten zullen niet meteen inzien dat de lading die per condensator opgeslagen is dezelfde moet zijn. Dit zal ik beantwoorden door hen te vragen naar de werking van een opladende condensator in een circuit.</p>	<p>Oplossingsleutel (Bijlage)</p> <p>Oefeningenbundel + cursuspapier</p>

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
5 6	<u>Oefening 70 (30 minuten)</u> Deze schakeling bevat zowel weerstanden als condensatoren als gebruiker. Deze oefening is de eerste gecombineerde oefening die de studenten krijgen.	<u>Oplossingsleutel</u> De studenten kunnen hun antwoord controleren aan de hand van een controlesleutel. Deze zijn zo opgesteld dat alle stappen benoemd zijn, maar niet uitgewerkt. Bij vragen kunnen de studenten mij raadplegen. De grootste problemen bij deze oefening zullen ontstaan omdat er geen rekening gehouden wordt met een bepaalde eigenschap van de condensator. Wanneer deze volledig opgeladen is, dan is de stroom doorheen die tak gelijk aan 0 A. Sommige studenten zullen dit niet meteen inzien, waardoor er een vergelijking tekort is. Bij deze vraag stel ik aan de studenten de vraag om eens na te denken over de eigenschappen van condensatoren. Een andere vraag kan zijn waarom de weerstand van $R_3$ niet gekend is. Ook voor die vraag geldt hetzelfde antwoord.	Oplossingsleutel (Bijlage) Oefeningenbundel + cursuspapier

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<u>Pauze</u>	De studenten krijgen 15 minuten pauze en mogen het lokaal verlaten. Wanneer de eerste studenten het lokaal terug binnen sijpelen, sla ik een praatje met hen, waarbij ik niet over de leerstof begin.	

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
5 6	<u>Oefening 67 (30 minuten)</u> Deze schakeling bevat zowel weerstanden als condensatoren als gebruiker. Deze schakeling is complexer dan de vorige.	<u>Oplossingsleutel</u> De studenten kunnen hun antwoord controleren aan de hand van een controlesleutel. Deze zijn zo opgesteld dat alle stappen benoemd zijn, maar niet uitgewerkt. Bij vragen kunnen de studenten mij raadplegen. Opnieuw hier geldt dat wanneer de condensator volledig opgeladen is, de stroom doorheen die tak gelijk aan 0 A is. Sommige studenten zullen dit opnieuw niet meteen inzien, waardoor er opnieuw een vergelijking tekort is. Bij deze vraag stel ik dan ook opnieuw dezelfde vraag aan de studenten. Mogelijks ontstaan er ook problemen bij het sluiten van de schakelaar waardoor er een extra lus ontstaat.	Oplossingsleutel (Bijlage) Oefeningenbundel + cursuspapier

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
5 6	<u>Vragen + extra oefening (1 uur)</u> Ik projecteer eerst een extra oefening (oude examenvraag) die over een DC netwerk gaat. Hierna kunnen de studenten mij individueel tijdens deze lesfase vragen stellen. Ondertussen kunnen de overige studenten de oude examenoefening proberen op te lossen.	Ik projecteer een oude examen oefening met de numerieke oplossing op het projectiescherm. De studenten kunnen deze oplossen. Ondertussen is er mogelijkheid tot vragen in verband met alle delen van de cursus. Ik vraag de studenten om mij geen vragen te stellen over de examenoefening gedurende de eerste 40 minuten, tenzij er geen vragen over de cursus meer zouden komen. Ik meld hen ook dat ik enkel meer mondelinge feedback zal geven over deze oefening.	Projectiescherm cursuspapier

Nr. lesdoel	Inhoud (timing)	Organisatie	Media
	<u>Afsluiten (5 minuten)</u>	<u>Afsluiten (5 minuten)</u> Ik herhaal nog even kort wat er van de studenten verwacht werd tijdens deze les en wat ze bijgeleerd hebben. Ik herhaal nog eens de info in verband met de oefeningen voor het examen, het deel waarvoor ik verantwoordelijk ben. Ik herhaal hen ook nog eens de afspraken rond het stellen van vragen voor het examen en dat er tijdens de kerstperiode zowel niet door de prof als door mij geantwoord zal worden. Ik wens de studenten een fijn oudjaar en veel succes bij het studeren.	

## Bijlage 4.1: bordschema theorie

## Bijlage 4.2: opgeloste oefeningen

## Bijlage 4.3: oplossingsleutels

De oplossingsleutels zijn hieronder bijgevoegd. Deze zijn telkens zo opgesteld dat de studenten niet de oplossing uitgewerkt krijgen, maar dat er enkele gerichte vragen of hints zijn die hen op de weg kunnen helpen wanneer ze vast zitten. Wanneer ze de oefening correct hebben, kunnen ze stilstaan bij die vragen en controleren of ze de oefening ook begrijpen.

De oplossingsleutels zijn hier samen gevoegd. In realiteit werden meerdere sleutels per blad afgedrukt en daarna uitgeknipt.

### 68

#### Methode

1. Hoe bereken je de equivalente capaciteit opnieuw? (Oefening 59)
2. Wat is er indientiek bij volledig opgeladen condensatoren in serie?
3. Je weet nu de lading en de capaciteit. Hoe haal je hieruit het potentiaalverschil?

### 70

#### Methode

1. Waarom is de numerieke waarde van  $R_3$  niet gekend? Dit is bewust.
2. Wat gebeurt er met een tak die een volledig opgeladen condensator bevat?

#### Extra vragen

1. Heeft de tak met de condensator nog een invloed op de schakeling eens die volledig opgeladen is? Verklaar.

### 67

#### Methode

1. Wat gebeurt er met een tak die een volledig opgeladen condensator bevat?
2. Gebruik opnieuw de hoogte als equivalent voor spanning. Welke verbruikers leveren hier een spanningsverschil? Welke niet? Gebruik dit om conceptueel na te gaan welk punt, b of c, een hogere potentiaal heeft.
3. Wanneer de schakelaar gesloten is, hebben de condensatoren een **nieuw** evenwicht gevonden! Er zal dus een ladingsverschil zijn met de 'open' situatie.

#### Extra vragen

1. Is dit ladingsverschil steeds gelijk aan elkaar? Waarom is dit hier zo?



2. Wanneer de schakelaar gesloten is, wat is nu het potentiaalverschil tussen b en c? Verklaar.
3. Beschrijf conceptueel wat er in de eerste tijdseenheden na het sluiten van de schakelaar gebeurt, na lange tijd open te zijn geweest.

### Bijlage 4.4: examen oefening 2018-2019

Onderstaande figuur toont een Kirchhoff netwerk bestaande uit vier weerstanden, een spanningsbron, een condensator en een schakelaar. De waarden van de verschillende componenten zijn:  $\varepsilon_1 = 15 \text{ V}$ ,  $C = 4 \mu\text{F}$  en  $R = 5 \Omega$ . De waarde van de weerstand  $\tilde{R}$  is ongekend.

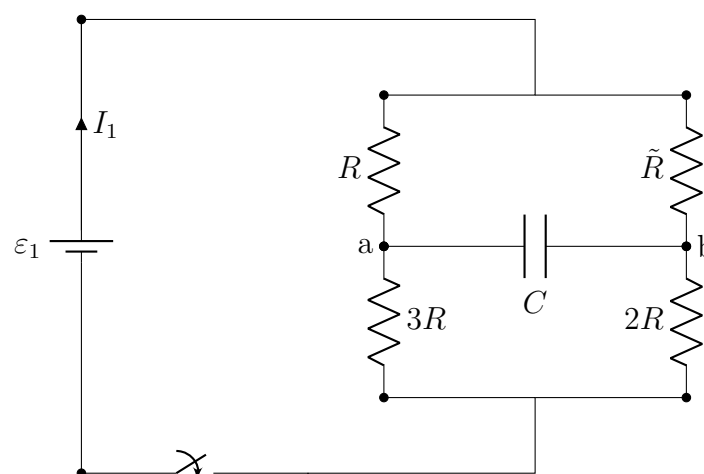
In de situatie waar de schakelaar al lange tijd **gesloten** is, weet je dat de stroom in de tak met  $\varepsilon_1$  gelijk is aan  $I_1 = 1 \text{ A}$ . De stroom  $I_1$  loopt zoals op de figuur aangegeven.

1. Waar ligt de hoogste potentiaal bij de condensator, in punt a of b?
2. Bereken de lading op de condensator wanneer de schakelaar lange tijd gesloten is.
3. Bereken het vermogen dat over  $\tilde{R}$  verloren gaat wanneer de schakelaar gesloten is.
4. De condensator is volledig opgeladen op het moment dat de schakelaar **open** gezet wordt. De condensator zal beginnen te ontladen. In de theorie werd gezien dat de lading op de condensator in een RC-keten exponentieel daalt als:

$$Q = Q_0 e^{-\frac{t}{R_{eq}C}},$$

waarbij  $R_{eq}$  de equivalente weerstand van het systeem is en  $Q_0$  is de beginlading op de condensator. Bepaal de stroom in de tak van de condensator in het resterende systeem in functie van de tijd.

Formuleer telkens een duidelijke antwoordzin.



Een Kirchhoff netwerk met vier weerstanden, een bron, een condensator en een schakelaar.

#### Antwoord:

1. punt a ligt 8.75 V hoger dan punt b

2.  $35\mu\text{C}$

3.  $3.125\text{W}$

4.  $I = -0.5091 \exp(-14545t) \text{ A}$

## 5 Bespreking meso-activiteiten

Stel per meso-activiteit een verslag op op basis van volgende criteria:

- Korte situering van de drie activiteiten.
- Omschrijving van twee aspecten die je voor jezelf geleerd hebt uit de deelname aan de activiteiten
- Toon aan met twee voorbeelden dat de activiteiten een meerwaarde zijn voor de leerkrachten.
- Toon aan met twee voorbeelden dat de activiteiten een meerwaarde vormen voor de leerlingen.
- Bespreek hoe het komt dat bepaalde activiteiten geen echte meerwaarde hebben voor leerlingen en op welke manier deze aangepast kunnen worden om toch nog functioneel te zijn voor het leerproces van de leerlingen.

### 5.1 Omschrijving van de activiteiten

#### 5.1.1 Meso-activiteit 1: kinderuniversiteit Kulak

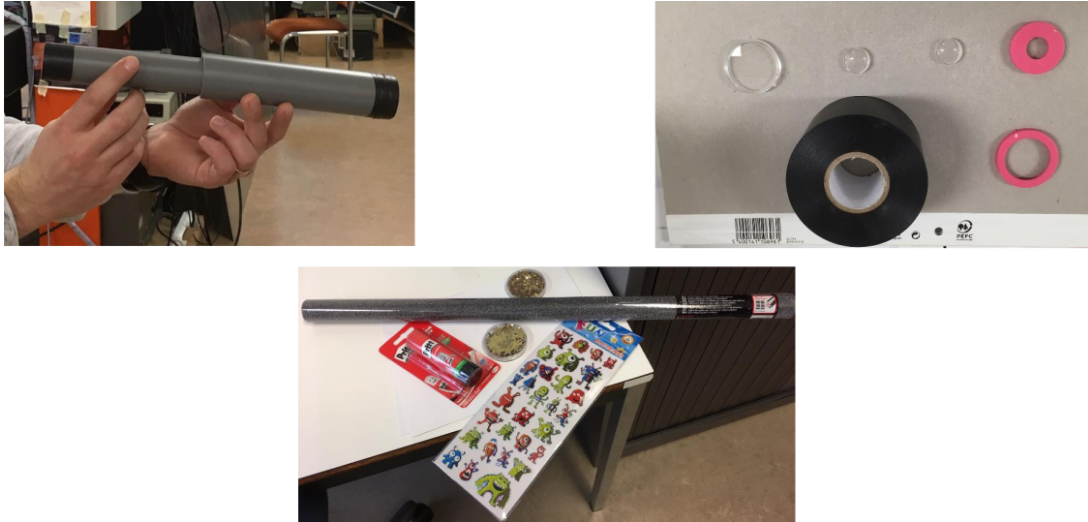
Op zaterdag 26 oktober ging aan de katholieke universiteit campus kulak kortrijk de kinderuniversiteit door. Tijdens deze dag kunnen jongeren tussen 8 en 13 jaar ofwel de voormiddag, namiddag of hele dag op de universiteit doorbrengen. Per sessie wordt er zowel een lezing (45min) als een workshop (1u30min) aangereikt; de lezing wordt door iedereen gevolgd, waarna de jongeren zich verspreiden om per 20 à 25 een workshop te volgen.

De 15e editie van de kinderuniversiteit stond in het teken van ‘reis door de tijd’. De werknemers van de Kulak voorzagen tien verschillende workshops. Enkele personen binnen de fysica, waartoe ik behoor, bedachten een workshop genaamd ‘Bouw nu een telescoop en kijk straks naar het Universum van vroeger!’. Hiermee willen we de leerlingen bekend maken met de werking van lenzen, dat je de kleuren van de regenboog uit wit licht kan halen en dat je in het verleden kijkt wanneer je met een telescoop naar de sterren kijkt. De leerlingen krijgen tijdens de workshop eerst een halfuur uitleg van de professor door middel van een presentatie met slides en demonstratiemateriaal. Tijdens deze presentatie begint de professor met uit te leggen hoe licht werkt. Hij toont breking van licht met behulp van een laserstraal, een glazen halve cirkel (om het licht te breken) en wat krijtstof. Om reflectie duidelijk te maken, wordt er een spiegel aan de leerlingen doorgegeven. Daarna legt de prof uit hoe zowel holle als bolle lenzen werken, hoe ze ervoor zorgen dat dingen vergroot en verkleind worden en hoe je lenzen kan gebruiken om naar de ruimte te kijken. Daarna legt de professor nog uit dat het licht wel heel snel gaat, maar niet oneindig snel. Hierdoor zie je sterren zoals ze in het verleden waren.

Na deze uitleg gaan de leerlingen aan de slag met het maken van een minitelescoop. Hiervoor gebruiken ze:

- 2 PVC-buizen met een verschillende diameter die in elkaar schuiven

- Twee verschillende lenzen
- 3D-geprinte lenshouders
- Plakband en versiering.

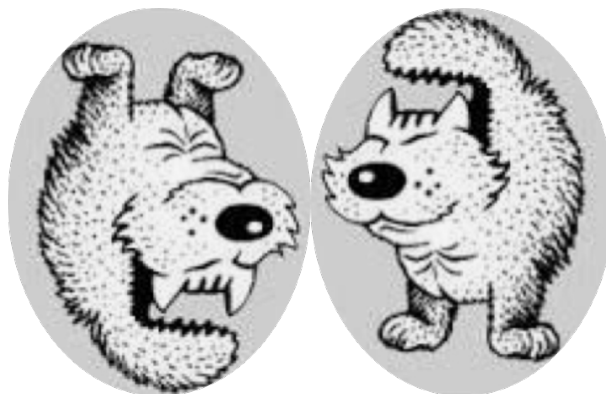


Figuur 1: Het materiaal waarmee de telescoop gemaakt wordt.

Tijdens het maken van hun telescoop werden de leerlingen per drie meegenomen om zelf de eigenschappen van lenzen te ondervinden. Er werd een figuur op doorschijnende folie afgedrukt die een hond voorstelt en wanneer je de figuur ondersteboven houdt een kat toont. De figuur staat hieronder in beide opzichten.

Door middel van een opstelling met bolle lenzen is het mogelijk om beide figuren zichtbaar te maken, aangezien bolle lenzen het beeld kunnen omdraaien. De opstelling werd aan de leerlingen voorgesteld en iedere component werd benoemd. Door aan de leerlingen de vraag te stellen hoe het mogelijk is dat beide beelden uit het ene beeld voortkomen wisten er sommigen de eigenschappen van bolle lenzen, die ze net gehoord hadden, te gebruiken om dit te verklaren.

Wanneer alle jongeren hun telescoop gemaakt hebben, kunnen ze op zoek gaan naar hun naam die op een ster geschreven staat. Die sterren hangen een eindje verder, waardoor hun namen niet zichtbaar zijn met het blote oog, maar wel met de gemaakte telescoop.



Figuur 2: De figuur die gebruikt werd om de leerlingen de eigenschappen van bolle lenzen te laten ondervinden.

## **5.2 Twee aspecten die ik voor mezelf geleerd heb**

## **5.3 Twee voorbeelden die aantonen dat de activiteiten een meerwaarde zijn voor leerkrachten**

Meso 1 Ondanks dat de werking van lenzen geen makkelijke materie is, was ik verbaasd van de interpretatie van sommige jongeren bij de proef met de hond-kat. In eerste instantie vonden ze het heel vreemd wat er aan de hand was: ze zagen twee verschillende beelden, maar die kwamen allebei van dezelfde foto. Door als leerkracht hier gerichte vragen te stellen, kun je de leerlingen zelfontdekkend laten leren. Het zijn zijzelf die de link leggen tussen de eigenschappen van lenzen: bolle lenzen draaien je beeld om en maken het reëel, terwijl holle lenzen de oriëntatie van het beeld behouden, maar dat het beeld virtueel wordt. Hierdoor wordt mijn beeld van zelfontdekkend leren binnen het juiste tijds kader versterkt.

## **5.4 Twee voorbeelden die aantonen dat de activiteiten een meerwaarde zijn voor leerlingen**

## **5.5 Voorbeelden die geen echte meerwaarde hebben voor de leerlingen en op welke manier deze aangepast kunnen worden om toch nog functioneel te zijn voor het leerproces van de leerlingen**

# **6 Evaluatiedocumenten vakmentor**

# **7 Evaluatiedocument klasbezoek stagebegeleider**

# **8 Eindreflectie**

Stel een eindreflectie op waarin je volgende aspecten behandelt:

1) Waren er factoren die bevorderend of belemmerend werkten m.b.t. het goed doorlopen van je stage? 2) Waarvoor had je graag bijkomende begeleiding gekregen van je vakmentoren? 3) Waarvoor had je graag bijkomende begeleiding gekregen van je stagebegeleider? 4) Bekijk aandachtig de acties die je in het begin van je stage opstelde in jouw POP . Ga na of je via de acties jouw leerdoelen hebt behaald. Verwijs heel duidelijk naar informatie in je portfolio waar en hoe je deze acties aan bod liet komen. 5) Bestudeer nogmaals het opleidingsprofiel en de basiscompetenties van een leraar (link): bespreek minstens 5 basiscompetenties die je succesvol hebt behaald tijdens het uitvoeren van je stage. Jouw eindreflectie is maximaal drie A4-pagina's lang.

# **9 Voorbereiding eindassessment**

Om het eindassessment voor te bereiden, kan je gebruik maken van volgende vragen: • Lees jouw eindreflectie goed na en bekijk jouw leerdoelen en uitgewerkte acties. Recapituleer hoe je de stage hebt ervaren. Waarom moet een directeur jou als leerkracht aanwerven? Wat heb jij een schoolteam te bieden? Waar zie je nog uitdagingen voor jezelf? • Waar

heb je nog aanvangsbegeleiding nodig en wie kan jou daarbij helpen (toon je inzicht in vakgroep- en schoolwerking aan)? • Hoe heb je de lerarenopleiding in het algemeen ervaren? Wat vond je positief? Wat heb je gemist tijdens de opleiding?