



ONDERZOEKSVERSLAG PO

Interne differentiatie op niveau



Imme van Burg – 1562160

Vakgroep: natuurkunde

Begeleider: Helene van Harten

Datum: 28 - 03 - 2015

Voorwoord

Elke leerling op zijn eigen niveau uit kunnen dagen, is dat niet een droom van elke docent? Die van mij in ieder geval wel. Ik heb me daarom verdiept in dit onderwerp. Na theoretische verkenning heb ik twee interventies uitgevoerd en gemeten of deze interventies een positief effect hebben, of ik met deze interventies een stap dichterbij mijn doel kom. In dit verslag vindt u alle informatie over de onderzochte interventies.

Samenvatting

Op welke manier kan ik ervoor zorgen dat alle leerlingen in de klas uitgedaagd worden en zich daarbij comfortabel genoeg voelen om de uitdaging aan te gaan? Dit is de hoofdvraag van het onderzoek dat in dit verslag uiteen gezet wordt.

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn op basis van informatie uit de literatuur twee interventies ontworpen waarbij de opgaven op andere manieren worden aangeboden dan de standaard opgaven in het boek. Bij de eerste interventie, genoemd de hele taak eerst, krijgen leerlingen een uitdagende opdracht, de hoofdopdracht, die ze waarschijnlijk niet in één keer op kunnen lossen. Om de hoofdopdracht op te kunnen lossen kunnen leerlingen een aantal deelopdrachten maken waardoor ze stapje voor stapje dichterbij de oplossing van de hoofdopdracht komen. Bij de tweede interventie starten leerlingen met het maken van een diagnostische toets. Op basis van de diagnostische toets krijgen ze een advies van de docent om opgaven op een bepaald niveau te maken. Er zijn dus naast het boek opgavenbladen op verschillende niveaus.

Om te meten of de interventies het gewenste effect hebben is er bij leerlingen na afloop van hoofdstuk één, een hoofdstuk zonder interventie, een nulmeting, een enquête afgenomen. Na beide interventies werd opnieuw een enquête en tevens een interview met een aantal leerlingen afgenomen.

Na beide interventies is het percentage leerlingen waarvoor de lesstof goed aansluit qua niveau toegenomen. Het is echter niet mogelijk te concluderen dat de interventie dit effect heeft veroorzaakt. Om dit in de toekomst te onderzoeken is het belangrijk dat de docent alle variabelen zo goed mogelijk constant houdt, dat de vragen in de enquête specifiekere worden en dat er gemeten wordt of interventie één meer geschikt is voor geheelstrategen dan voor deelstrategen.

Inhoudsopgave

<u>Inleiding</u>	5
<u>Theoretisch kader</u>	7
Literatuur	7
Interventies	10
Conclusie	12
<u>Methode</u>	13
Onderzoeksstrategie	13
Onderzoeksgroep	13
Variabelen	13
Dataverzamelmethode	14
Betrouwbaarheid	16
Onderzoeksopzet	17
<u>Resultaten</u>	18
Enquête	18
Interview	19
<u>Conclusie en discussie</u>	20
Antwoord op de onderzoeksvraag	20
Verschillen en overeenkomsten met de literatuur	20
Betrouwbaarheid en validiteit	21
Aanbevelingen	21
<u>Bibliografie</u>	23
<u>Bijlagen 1: Interventie 1 – de hele taak eerst</u>	24
Bijlage 1.1 – uitgebreide omschrijving van de interventie	24
Bijlage 1.2.1 – beschrijving opdracht paragraaf 2.1	26
Bijlage 1.2.2 – hoofdopdracht paragraaf 2.1	28
Bijlage 1.2.3 – deeltaak: opdracht lenzen	30
Bijlage 1.2.4 – deeltaak: practicum lenzen	34
Bijlage 1.2.5 – diagnostische toets 2.1	36
Bijlage 1.3.1 – beschrijving opdracht paragraaf 2.2	37
Bijlage 1.3.2 – hoofdopdracht paragraaf 2.2	40
Bijlage 1.3.3 – deeltaak: werkblad beeldvorming bij positieve lenzen	41
Bijlage 1.3.4 – diagnostische toets 2.2	50
Bijlage 1.4.1 – beschrijving opdracht paragraaf 2.3	52
Bijlage 1.4.2 – hoofdopdracht paragraaf 2.3	54
Bijlage 1.4.3 – uitdagende versie hoofdopdracht paragraaf 2.3	56
Bijlage 1.4.4 – deeltaak: practicum vergroting	58
Bijlage 1.4.5 – deeltaak: oefenblad vergroting	59
Bijlage 1.4.6 – deeltaak: oefenblad vergroting	61
Bijlage 1.4.7 – diagnostische toets 2.3	63
Bijlage 1.5.1 – beschrijving opdracht paragraaf 2.5	64

Bijlage 1.5.2 – hoofdopdracht paragraaf 2.5	66
Bijlage 1.5.3 – deeltaak: practicum lichtbreking	68
Bijlage 1.5.4 – deeltaak: voorbeeldopgave lichtbreking	70
Bijlage 1.5.5 – deeltaak: werkblad lichtbreking	72
Bijlage 1.5.6 – diagnostische toets 2.5	75
<u>Bijlagen 2: Interventie 2 – Tiering</u>	<u>76</u>
Bijlage 2.1.1 – voorkennistoets paragraaf 4.1	76
Bijlage 2.1.2 – advies voor leerlingen paragraaf 4.1	77
Bijlage 2.1.3 – opgavenblad eenheden omrekenen	78
Bijlage 2.1.4 – opgavenblad rekenen met snelheid ‘makkelijk’	80
Bijlage 2.1.5 – opgavenblad rekenen met snelheid ‘moeilijk’	82
Bijlage 2.1.6 – opgavenblad v,t-diagram ‘moeilijk’	83
Bijlage 2.2.1 – voorkennistoets paragraaf 4.2	85
Bijlage 2.2.2 – advies voor leerlingen paragraaf 4.2	87
Bijlage 2.2.3 – opgavenblad nettokracht berekenen	88
Bijlage 2.2.4 – opgavenblad kracht, versnelling,... ‘makkelijk’	89
Bijlage 2.2.5 – opgavenblad kracht, versnelling,... ‘moeilijk’	91
Bijlage 2.2.6 – opgavenblad nettokracht en de versnelling ‘makkelijk’	92
Bijlage 2.2.7 – opgavenblad nettokracht en de versnelling ‘moeilijk’	94
Bijlage 2.3.1 – voorkennistoets paragraaf 4.3	95
Bijlage 2.3.2 – advies voor leerlingen paragraaf 4.3	97
Bijlage 2.3.3 – opgavenblad s,t-diagram ‘makkelijk’	98
Bijlage 2.3.4 – opgavenblad s,t-diagram ‘moeilijk’	100
Bijlage 2.4.1 – voorkennistoets paragraaf 4.5	102
Bijlage 2.4.2 – advies voor leerlingen paragraaf 4.5	104
Bijlage 2.4.3 – opgavenblad hefboomen ‘makkelijk’	105
Bijlage 2.4.4 – opgavenblad hefboomen ‘moeilijk’	106
<u>Bijlagen 3: Enquête</u>	<u>107</u>
<u>Bijlagen 4: Interviewleidraad</u>	<u>108</u>
<u>Bijlagen 5: Ruwe data enquête</u>	<u>109</u>
Bijlage 5.1 – resultaten enquête nulmeting	109
Bijlage 5.2 – resultaten enquête eerste interventie	110
Bijlage 5.3 – resultaten enquête tweede interventie	111
<u>Bijlagen 6: Ruwe data interview</u>	<u>112</u>
Bijlage 6.1 – resultaten interview eerste interventie	112
Bijlage 6.2 – resultaten interview tweede interventie	115

Inleiding

In Nederland vindt differentiatie voornamelijk plaats op basis van externe differentiatie. Bij externe differentiatie worden verschillen tussen leerlingen organisatorisch opgevangen. Leerlingen worden gegroepeerd in relatief homogene categorieën op basis van gekozen kenmerken, i.c. van intellectueel niveau, waarbij elke categorie een aangepast curriculum krijgt aangeboden (Terwel, 2002). Toch zijn er binnen deze homogene groepen verschillen tussen leerlingen. Zoals Vanmaele beschrijft: “Een homogene groep, samengesteld op basis van het cognitieve niveau, verschilt op tal van andere kenmerken die in het leerproces evenzeer een rol spelen. De zuiver homogene groep bestaat niet.” (Vanmaele, 2004).

In de praktijk ervaar ik wat Vanmaele benoemd het sterkst in klas 3 havo/vwo. Deze klassen hebben voor het tweede (soms derde) jaar natuurkunde en voor vele (zeker in 3 havo) is dit het laatste jaar. Ik merk dat in deze klassen het verschil waarop leerlingen presteren groot is. Tijdens de uitleg haakt een deel van de leerlingen af, zij kunnen de uitleg niet volgen. Voor deze leerlingen is het instapniveau van de opgaven in het werkboek vaak te hoog. Een ander deel van de klas volgt de uitleg nauwelijks omdat deze veel te gemakkelijk is en voor een klein deel van de klas is de uitleg op het juiste niveau. Dit heeft tot gevolg dat het individuele leerrendement minimaal is.

Uit het verkennende onderzoek is naar voren gekomen dat het succes van interne differentiatie valt of staat met het leerklimaat dat je in de eerste weken neerzet. Bij het neerzetten van een ‘goed’ leerklimaat zijn de relatie met leerlingen, veiligheid in de klas zowel lichamelijk als mentaal, een positieve instelling van de docent (growth mindset) en leerlingen inspraak geven heel belangrijk. Tussen leerklimaat en differentiëren heerst een sterke wisselwerking. Een belangrijk voorbeeld daarvan is de zone van naaste ontwikkeling. Binnen de zone van naaste ontwikkeling kan een leerling leren. Wanneer het niveau van de lesstof onder de zone van naaste ontwikkeling is dan is de leerling niet aan het leren. Is het niveau van de lesstof boven de zone van naaste ontwikkeling dan raken leerlingen gefrustreerd en is de leerling wederom niet aan het leren. Leerlingen moeten dus uitgedaagd worden maar daarbij moeten de leerlingen zich comfortabel genoeg voelen om te uitdaging aan te gaan. De zone van naaste ontwikkeling is voor elke leerling en bij elk onderwerp anders. Interne differentiatie op basis van niveau is dus noodzakelijk.

Wanneer je begint met differentiëren is het belangrijk om een goed beeld te hebben van alle leerlingen op het gebied van interesse, leerstijl en niveau m.b.t. bepaalde leerstof. Op basis daarvan kan je een gedifferentieerd programma aanbieden. Bij het aanbieden van dat programma speelt het leerklimaat weer een belangrijke rol. Een docent dient goed na te denken over hoe een gedifferentieerde klas te managen. Eén van de vele aspecten die van belang zijn is het aanbrengen van routines. Tijdens het differentiëren speelt toetsing op twee manieren een belangrijke rol. Allereerst dienen toetsen als reflectiemiddel voor leerlingen. Ten tweede dienen toetsen als hulpmiddel voor de docent om een goed beeld te krijgen van de leerlingen.

Op basis van het verkennende onderzoek ben ik tot het volgende doel gekomen van mijn praktijkonderzoek: Ik wil dat leerlingen op een passend niveau kunnen werken. Leerlingen moeten uitgedaagd worden maar daarbij moeten de leerlingen zich comfortabel genoeg voelen om te uitdaging aan te gaan.

Mijn onderzoeksvraag is: “Op welke manier kan ik ervoor zorgen dat alle leerlingen in de klas uitgedaagd worden en zich daarbij comfortabel genoeg voelen om de uitdaging aan te gaan?”.

Bij mijn onderzoeksvraag heb ik de onderstaande deelvragen geformuleerd:

1. Hoe kan ik efficiënt vaststellen welk niveau lesmateriaal het beste aansluit bij een leerling?
2. Op welke manier kan er gedifferentieerd worden in het verwerven van nieuwe kennis zodat de uitleg/informatie aansluit bij de zone van naaste ontwikkeling van elke leerling?
3. Op welke manier kan ik differentie aanbieden in het kennis toepassen, verbreden en verdiepen zodat de verwerkingsopdrachten aansluiten bij het niveau van elke leerling?
4. Hoe moet ik mijn aandacht verdelen over de verschillende (groepen) leerlingen? Wat kan ik doen om te voorkomen dat leerlingen vastlopen zodat ze door kunnen werken wanneer ik even bezig ben met andere leerlingen.

Theoretisch kader

In het eerste deel van dit hoofdstuk wordt de theorie die aan de basis staat van dit onderzoek uiteengezet. Met behulp van deze informatie worden in het tweede deel van dit hoofdstuk de ontwerpcriteria en gekozen interventies onderbouwd. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een conclusie.

Literatuur

Interne differentiatie

Voor het rekening houden met verschillen tussen leerlingen wordt de algemene term differentiatie gebruikt. Voor mijn onderzoek is de term interne differentiatie ook wel adaptief onderwijs genoemd van belang. “Interne differentiatie kan omschreven worden als een aanpak, waarbij de onderwijsgevende op een systematische wijze tijdens het leerproces rekening tracht te houden met een aantal verschillen die zich tussen de leerlingen van eenzelfde klas- of leergroep kunnen voordoen.” (Boven, 1986).

Het niveau van het lesmateriaal bepalen

De eerste stap naar een gedifferentieerde klas is het bepalen van de voorkennis van leerlingen. Op basis hiervan is het mogelijk om per (groep) leerling een programma samen te stellen. In een aantal differentiatie methodes zijn de leerlingen regisseur van het eigen leren en mogen zij zelf bepalen welke route zij doorlopen, leerlingen bepalen zelf welke uitleg ze nodig hebben en welke opdrachten ze doen. Wat mij meer aanspreekt is de manier waarop Sousa & Tomlinson (2011) het niveau van een leerling bepalen. Zij benadrukken allereerst dat het niet het doel is om exact het niveau van een leerling te weten. Vygotsky praat immers over zones van naaste ontwikkeling. Zij verdelen leerlingen in vier categorieën. Leerlingen waarvoor de lesstof zo moeilijk is dat zij gefrustreerd raken, leerlingen die iets meer hulp nodig hebben, leerlingen waarvoor de lesstof precies goed is en leerlingen die niet uitgedaagd worden. Het vaststellen in welke categorie een leerling valt doet een docent door de leerling te observeren wanneer zij aan het werk is, door de leerling te spreken, weten hoe zelfstandig de leerling is en hoe de leerling door het jaar heen heeft gepresteerd en door diagnostische en formatieve toetsen af te nemen. Diagnostische en formatieve toetsen geven zowel leerling als docent inzicht in de positie van de leerling ten opzichte van de leerdoelen.

Differentiatiemethodes

Het bepalen van het niveau van leerlingen is stap 1. Stap twee is het bepalen op welke manier je als docent gaat differentiëren. Subban (2006) komt tot de volgende kenmerken waaraan interne differentiatie moet voldoen:

- Effectieve differentiatie is proactief.
- Effectieve differentiatie maakt gebruik van flexibele kleine onderwijsleergroepjes in de klas.
- Effectieve differentiatie maakt gebruik van verschillende materialen voor verschillende groepen.
- Effectieve differentiatie maakt flexibel gebruik van de tijd. Leerlingen moeten in hun eigen tempo door de stof heen kunnen werken.

- Bij effectieve differentiatie is kennis gecentreerd.
- Bij effectieve differentiatie staat de leerling centraal.

Sousa & Tomlinson (2011) voegen daar het volgende aan toe:

- Het belangrijk is dat het voor de leerlingen duidelijk is wat de leerdoelen zijn. Wat moeten de leerlingen weten, begrijpen en toepassen.
- De docent maakt effectief gebruik van diagnostische en formatieve toetsen.
- Het is belangrijk dat er routines en gewoontes zijn in de klas.

Differentiatie is al vele jaren een populair onderwerp. Er zijn inmiddels heel wat methodes bedacht om te differentiëren. Hieronder beschrijf ik een aantal methodes die mij aanspreken.

Smits (2010) beschrijft in haar onderzoek naar gedifferentieerde instructie het afschilmodel ook gelaagde instructie genoemd. Deze vorm van differentiatie richt zich uitsluitend op de instructie. De instructie start met een introductie waarin de docent vertelt waar de lesstof over gaat. Na deze introductie kunnen de leerlingen kiezen om zelfstandig aan de slag te gaan. Voor de leerlingen die niet zelfstandig aan de slag gaan volgt de basisinstructie waarna een deel van de leerlingen aan de slag gaat. Een klein deel van de leerlingen, die behoefte hebben aan meer uitleg, krijgen een verlengde instructie. Deze instructie wordt aangepast aan de onderwijsbehoeften van de overgebleven groep leerlingen.

Licht (1982) beschrijft het DBKna-model (Differentiatie Binnen Klassenverband natuurwetenschappen). Dit model maakt gebruik van basisstof, herhaalstof en extrastof. De basisstof wordt compact aangeboden. De leerlingen doen na de basisstof een formatieve toets die aangeeft welke stof de leerling nog moet herhalen. Deze herhaling wordt op een andere manier aan de leerling aangeboden in herhaalstof. Leerlingen die niet of weinig hoeven te herhalen, kunnen extra stof doen. Aan het einde van de differentiële periode wordt dan opnieuw de basisstof getoetst, nu met een summatieve toets.

De school aan zet (2014) beschrijft in de kwaliteitskaart 'Een praktisch basismodel voor het verhogen van de prestatie en motivatie van alle leerlingen' een model dat waarbij gedifferentieerd wordt door leerlingen aan het begin van de les(sen) een hele taak aan te bieden. Een hele taak is een opdracht die motiverend is voor leerlingen en waarvoor ze de leerstof van de betreffende les(sen) nodig hebben om deze taak succesvol te kunnen maken. Vervolgens geeft de docent hulp naar behoefte. Een deel van de leerlingen kan met de informatie uit het boek direct aan de slag gaan. Een ander deel van de leerlingen heeft uitleg van de docent nodig of wil eerst met deeltaken aan de slag gaan.

Sousa & Tomlinson (2011) schrijven niet één model voor maar zien differentiëren als iets dynamisch de docent moet elke keer bedenken op welke manier hij de inhoud van de lesstof aan laat sluiten op het niveau van de verschillende (groepen) leerlingen, afhankelijk van het onderwerp, de voorkeur van de docent en de klas. Bij het differentiëren is het volgens hen belangrijk dat alle leerlingen hetzelfde leren, dezelfde leerdoelen behalen. Zij beschrijven de volgende manieren waarop een docent kan differentiëren:

- Informatie op verschillende niveaus aanbieden: verschillende informatiebronnen.
- Instructie geven aan kleine groepjes met gelijk niveau.
- Onderscheid maken in complexiteit van de opdracht.

- Onderscheid maken in de hoeveelheid variabelen in de opdracht.
- Leerlingen samen laten werken in plaats van alleen.
- Tiering: opdrachten op verschillende niveaus aanbieden.

Uit de bovenstaande modellen heb ik de conclusie getrokken dat er niet één manier is om te differentiëren. Als docent zal ik goed naar de situatie moeten kijken, zoals Sousa & Tomlinson (2011) aangeven. Bij het differentiëren in het verwerken van de lesstof is het belangrijk dat alle leerlingen aan dezelfde leerdoelen werken. Het differentiëren gebeurt op het niveau waarop leerlingen aan deze leerdoelen werken.

Een gedifferentieerde klas managen

Het lastige aan differentiatie in de praktijk is dat alle leerlingen aan andere opdrachten werken, andere uitleg nodig hebben en dat de docent er nooit voor alle leerlingen tegelijkertijd kan zijn. De docent moet een manier zien te vinden om zijn tijd evenredig te verdelen over de verschillende leerlingen. Belangrijk daarbij is dat leerlingen altijd door kunnen werken en dus niet afhankelijk zijn van de docent. Een goed klassenklimaat is een voorwaarde om te kunnen differentiëren.

Volgens Sousa & Tomlinson (2011) kan er alleen een goed klassenklimaat, gericht op differentiatie, ontstaan wanneer leerlingen het belang van differentiatie inzien. Dit moet de docent de leerlingen aan het begin van het schooljaar bijbrengen door leerlingen allereerst bewust te maken van de onderlinge verschillen. Vervolgens moet de docent met de leerlingen in gesprek gaan over hoe het klassenklimaat eruit moet zien wanneer deze aan ieders behoeften voldoet. Er moeten duidelijke regels en gewoontes zijn, leerlingen moeten te allen tijde weten wat er van hen verwacht wordt.

Om te voorkomen dat leerlingen vastlopen op het moment dat de docent uitleg geeft aan een groepje leerlingen geven Sousa & Tomlinson (2011) de volgende adviezen:

- Leer leerlingen goed te luisteren tijdens de opstart en leer ze vragen te stellen op het moment dat ze uitleg krijgen.
- Leer leerlingen hoe ze elkaar uitleg kunnen geven.
- Maak gebruik van een expert van de dag, een leerling die beschikbaar is om andere leerlingen te helpen.
- Zorg ervoor dat leerlingen gebruik kunnen maken van hulpkaarten die leerlingen helpen hoe ze bepaalde opgaven/taken aan moeten pakken.

Smits (2010) beschrijft het begrip uitgestelde aandacht. Het houdt in dat leerlingen weten dat ze op bepaalde momenten niet direct hulp kunnen ontvangen van de docent en op een andere manier hun problemen moeten gaan oplossen. Visser & Koelemij (2007) benadrukken het belang van routines bij het werken met uitgestelde aandacht. Leerlingen moeten weten op welke momenten ze geen hulp kunnen krijgen. Een vaste ronde door de klas lopen schept een voorspelbare situatie. Als docent moet je ervoor zorgen dat leerlingen altijd verder kunnen werken. De moeilijkheidsgraad van de opdracht moet afgestemd worden op wat leerlingen zelfstandig aankunnen. Mocht een leerling toch vastlopen of klaar zijn met de opdracht moet er een alternatieve taak zijn voor deze leerlingen.

Interventies

Om ervoor te zorgen dat leerlingen uitgedaagd worden en zich daarbij comfortabel genoeg voelen om de uitdaging aan te gaan moet je in principe je hele manier van lesgeven aanpassen. Dit is echter niet in één keer uit te voeren en eveneens niet te onderzoeken omdat het aantal variabelen te groot wordt. Ik heb me daarom beperkt tot het aanbieden van opdrachten op verschillende niveaus. Uit de eerder beschreven methoden om te differentiëren op niveau heb ik twee methodes gekozen die mij het meeste aanspreken.

Interventie 1 – De hele taak eerst

Omschrijving van de interventie

De school aan zet (2014) beschrijft in de kwaliteitskaart ‘Een praktisch basismodel voor het verhogen van de prestatie en motivatie van alle leerlingen’ een model waarbij gedifferentieerd wordt door leerlingen aan het begin van de les(senreeks) een hele taak aan te bieden. Een hele taak is een opdracht die motiverend is voor leerlingen en waarvoor ze de leerstof van de betreffende les(senreeks) nodig hebben om deze taak succesvol te kunnen maken. Vervolgens geeft de docent hulp naar behoefte. Een deel van de leerlingen kan met de informatie uit het boek direct aan de slag gaan. Een ander deel van de leerlingen heeft uitleg van de docent nodig of wil eerst met deeltaken aan de slag gaan. In bijlage 1 is het definitieve ontwerp van de interventie te vinden.

Mechanismes

Deze interventie is kansrijk omdat het de volgende mechanismes in gang gezet worden door de interventie:

- Door de lesstof op verschillende niveaus aan te bieden sluit de lesstof beter aan op het (huidige) niveau van de leerling waardoor de leerlingen meer leren.
- Instruction should always “be in advance” of a child’s current level of mastery. That is, teachers should teach within a child’s zone of proximal development. If material is presented at or below the mastery level, there will be no growth. If presented well above the zone, children will be confused and frustrated. (Byrnes, 1996, p. 33)
- Deze interventie houdt rekening met ‘deelstrategen’ en ‘geheelstrategen’ wat ervoor zorgt dat de lesinhoud beter aansluit bij de leerstijlen van de leerlingen wat vervolgens zal leiden tot een hoger leerrendement.
Geheelstrategen hebben behoefte aan de grote lijnen om een uitleg te kunnen volgen. Deelstrategen hebben behoefte aan details, zonder details begrijpen zij het grote geheel niet. Hooyman (2012) heeft dit onderscheid gemaakt.
- Onderwijs waarbij wordt afgestemd op verschillen leidt tot verhoging van motivatie en prestatie van alle leerlingen. School aan Zet (2014)

Plan van eisen

Om de interventie een kans van slagen te geven moet de docent zoals beschreven bij interventie één rekening houden met het klassenmanagement. Daarnaast is het belangrijk dat de taak voldoet aan de volgende voorwaarden:

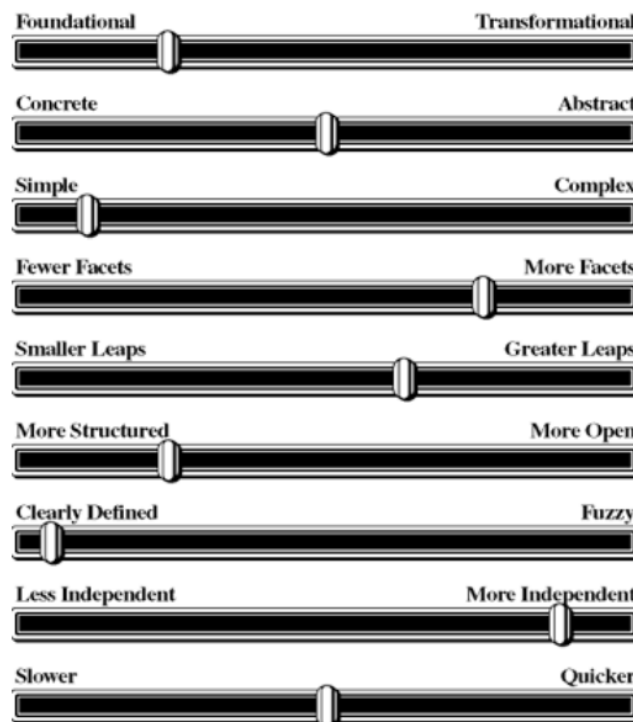
- De taak is motiverend voor de leerlingen.
- De taak moet de gehele lesstof dekken paragraaf, onderwerp of hoofdstuk.

- De hulp die de docent inzet moet efficiënt zijn. Het mag niet zo zijn dat leerlingen op een bepaald moment niet verder kunnen omdat ze moeten wachten op hulp.

Interventie 2 – Tiering

Omschrijving van de interventie

Tiering is het aanbieden van lesmateriaal op verschillende niveaus. De manier waarop de verschillende opdrachten in niveau variëren kan per opdracht verschillen. Het onderwerp en het niveau van de leerlingen hebben hier namelijk invloed op. In het schema hieronder zijn de manieren waarop je kan variëren tussen de verschillende niveaus afgebeeld. Tomlinson (1999).



Bron: <http://dipln.wikispaces.com/Ch.+3+Differentiating+by+Readiness>

Ik ga de opdrachten op drie niveaus aanbieden. Het uitgangspunt zijn daarbij de opgaven die in het boek staan. Daarnaast maak ik per paragraaf een opgavenblad waarbij het niveau iets makkelijker is dan het boek en een uitdagende versie. In bijlage 2 is het definitieve ontwerp van de interventie te vinden.

Mechanismes

Deze interventie is kansrijk omdat het de volgende mechanismes in gang zet:

- Door de lesstof op verschillende niveaus aan te bieden sluit de lesstof beter aan op het (huidige) niveau van de leerling waardoor de leerlingen meer leren.
- Instruction should always “be in advance” of a child’s current level of mastery. That is, teachers should teach within a child’s zone of proximal development. If material is presented at or

below the mastery level, there will be no growth. If presented well above the zone, children will be confused and frustrated. (Byrnes, 1996, p. 33)

- Onderwijs waarbij wordt afgestemd op verschillen leidt tot verhoging van motivatie en prestatie van alle leerlingen. School aan Zet (2014)
- One of the greatest obstacles to learning is the fear of making mistakes (Sousa & Tomlinson, 2011). Doordat het lesmateriaal beter aansluit op het niveau van leerlingen zullen zij minder fouten maken, daardoor minder bang zijn om fouten te maken en dus meer leren.

Plan van eisen

Om de interventie een kans van slagen te doen geven is het aanbieden van verschillende opdrachten onvoldoende. Het aanbieden van verschillende opdrachten heeft namelijk invloed op het klassenmanagement dat de docent moet voeren. Om te voorkomen dat het klassenmanagement het differentiëren in de weg gaat zitten moet de docent rekening houden met de volgende punten:

- Leerlingen moeten het belang van een gedifferentieerde klas inzien.
- Er moeten routines en gewoontes zijn in de klas. Leerlingen moeten te allen tijde weten wat er van hen verwacht wordt.
- Leerlingen moeten altijd door kunnen werken, ze moeten niet afhankelijk zijn van de docent.
- Leerlingen moeten goed kunnen luisteren en ze moeten vragen stellen op het moment dat ze uitleg krijgen.
- De leerdoelen moeten duidelijk zijn voor alle leerlingen.

Het lesmateriaal moet voor alle leerlingen aansluiten op hun zone van naaste ontwikkeling. De docent zal dus in kaart moeten brengen wat het niveau is van de leerlingen om geschikte opdrachten aan te dragen. *'The assignment of students to particular tiers is informed by ongoing assessment information and other observations of students readiness, although at some points, teachers find it advantageous to allow students to select their tiers themselves, based on their understanding of their own learning needs.'* (Sousa & Tomlinson, 2011). Het startniveau van leerlingen bepaal ik aan de hand van een diagnostische toets en de input vanuit de leerling.

Het lesmateriaal moet aan de volgende eisen voldoen:

- Alle verschillende versies focussen op dezelfde kennis/ begrip en vaardigheden. (Sousa & Tomlinson, 2011)
- Alle versies moeten even interessant zijn (Sousa & Tomlinson, 2011)
- Het niveau van de opdracht licht iets boven het niveau dat leerlingen makkelijk of comfortabel vinden. (Sylwester, 2003; Vygotsky, 1986).

Conclusie

Een manier om ervoor te zorgen dat leerlingen uitgedaagd worden en zich daarbij veilig genoeg voelen om de uitdaging aan te gaan is het aanbieden van lesmateriaal op verschillende niveaus zodat het lesmateriaal aansluit bij de zone van naaste ontwikkeling van de leerlingen. Om dit te bewerkstelligen is er een goed leerklimaat dat gericht is op differentiatie nodig. Verder is het belangrijk dat alle leerlingen dezelfde leerdoelen behalen maar dit via verschillende routes doen.

Methode

Onderzoeksstrategie

Het uitgevoerde onderzoek is een actieonderzoek. Een onderzoek waar een alternatieve handelingswijze wordt ontwikkeld en uitgetoetst: dit geldt als een interventie op een bepaalde situatie die aan het einde geëvalueerd wordt (Lange, Schuman, & Montessori, 2011). Deze strategie is bij uitstek geschikt voor professionals die de eigen beroepspraktijk willen onderzoeken met het doel deze te verbeteren of te vernieuwen (Schuman, 2009; Lange, Schuman & Montessori, 2011).

Onderzoeksgroep

Het onderzoek is uitgevoerd in een havo 3 klas. Ik heb hiervoor gekozen omdat ik in deze jaarlaag het niveau tussen leerlingen het grootst vind.

Het onderzoek is uitgevoerd in klas H3B. De klas bestaat uit 28 leerlingen met 13 meisjes en 15 jongens. Deze leerlingen hebben drie lessen van 50 minuten per week natuurkunde.

Variabelen

In dit onderzoek stond de vraag centraal, op welke manier ik het leerrendement van zowel zwakke, sterke als middelmatige leerlingen kon vergroten. Uit de literatuur bleek dat het leerrendement van leerlingen toeneemt wanneer de lesstof beter aansluit op het huidige niveau van leerlingen (Byrnes, 1996; Sousa et Tomlinson, 2011; De school aan zet, 2014). Wanneer de lesstof goed aansluit op het huidige niveau van een leerling is de lesstof net iets te moeilijk voor leerlingen om zelfstandig te maken. De lesstof leidt echter niet tot frustraties en wanneer de lesstof natuurlijk wordt voor de leerling moet het niveau omhoog gaan (Sousa et Tomlinson, 2011). Om te meten of de lesstof goed aansloot bij het niveau van leerlingen waren de volgende variabelen gemeten:

- Een leerling heeft hulp nodig om de opdracht te voltooien. Hulp kan in verschillende vormen beschikbaar zijn; docent, klasgenoten, ouders, boek, internet, enz.
- De opdrachten liggen binnen het bereik van de leerling, de opdracht is haalbaar en leidt niet tot frustraties.
- Alle delen van de opdracht zijn zinvol voor de leerling. Wanneer een leerling het trucje doorheeft kan hij een stapje verder gaan zodat hij uitgedaagd blijft.

Naast deze variabelen is er gemeten of leerlingen het gevoel hebben dat ze meer leren.

Dataverzamelmethode

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van twee verschillende dataverzamelmethode, een enquête en een interview. Met zowel de enquête als het interview zijn alle drie de variabelen met betrekking tot de aansluiting van de lesstof gemeten. Het gebruik maken van twee verschillende dataverzamelmethode had als belangrijkste doel het vergroten van de betrouwbaarheid. Daarnaast werden er met beide onderzoeksinstrumenten verschillende accenten gelegd. Het grote voordeel van een enquête is dat je respons krijgt van alle leerlingen waardoor de validiteit van het onderzoek toeneemt (Lange et al., 2011). Het doel van de enquête was bepalen in welke mate de lesstof aansluit bij het niveau van de leerlingen. Aan de hand van de enquête kan niet geconcludeerd worden of de interventie invloed heeft op de aansluiting van de lesstof op het niveau van leerlingen. Het grote voordeel van een interview is dat het mogelijk is om de diepte in te gaan en zo meer te weten te komen over het te onderzoeken verschijnsel. In het interview wordt daarom gevraagd naar het verband tussen de interventie en de aansluiting van het lesmateriaal op het niveau de leerlingen en naar het verband tussen de interventie en het leerrendement.

De enquête

Ontwerp

Volgens Sousa & Tomlinson (2011) bestaat het leerproces uit drie verschillende stappen. In eerste instantie heeft de leerling hulp/ondersteuning nodig van een persoon die meer kennis over het desbetreffende onderwerp heeft. Vervolgens kan de leerling het leren zelf sturen, de leerling zoekt zelf uit hoe hij de opdracht tot een goed einde moet brengen. De laatste stap is dat de kennis en vaardigheden routine worden, de leerling kan de opdrachten maken zonder hard na te hoeven denken. Deze laatste stap is noodzakelijk voor het ervaren van succes, een leerling moet echter niet te lang in deze fase blijven. In praktijk komt het echter vaak voor dat leerlingen niet eens toe komen aan de eerste stap. De lesstof is dan te moeilijk, zelfs met hulp van een persoon die meer kennis over het desbetreffende onderwerp heeft komt de leerling er niet uit. De lesstof wordt door de leerling als frustrerend ervaren en er is geen sprake van leren.

Met behulp van de enquête, zie bijlage 3, wordt onderzocht hoe vaak leerlingen in een bepaalde fase van het leerproces zitten. Leerlingen geven elk van de vier fases een score: nooit, soms, vaak of altijd. Er is bewust gekozen voor een vier-punt-schaal. Door meer keuzes toe te voegen gaat de interpretatie van leerlingen over de hoeveelheid een grotere rol spelen waardoor de verschillen die je meet misschien geen echte verschillen meer zijn. Een drie-punt-schaal heeft als nadeel dat leerlingen sneller geneigd zijn om voor het middelste antwoord te kiezen, bij een vier-punt-schaal worden ze gedwongen een keuze te maken.

Werkwijze

De enquête werd de les voorafgaand aan de eerste interventie, de eerste les na afloop van de eerste interventie en de eerste les na afloop van de tweede interventie afgenomen. De vragenlijst werd in de les afgenomen zodat de respons vergrootte. Daarnaast mochten de leerlingen niet communiceren tijdens het invullen, zodat ze niet beïnvloed werden door klasgenoten.

Dataverwerking

Bij de verwerking werd gekeken naar de combinatie van de antwoorden. Een antwoord op zichzelf zegt niks. Wanneer je echter naar het totale plaatje kijkt kan je iets zeggen over hoe goed de lesstof aansluit bij het huidige niveau van de leerling. Leerlingen werden ingedeeld in drie groepen, een groep leerlingen waarvoor de lesstof te makkelijk was, een groep leerlingen waarvoor de lesstof te moeilijk was en een groep leerlingen waarvoor de lesstof goed aansloot op hun niveau. Er is voor drie groepen gekozen omdat er tussen de resultaten van deze groepen duidelijke verschillen zitten waardoor ze makkelijk te groeperen zijn. Leerlingen die tegenstrijdige antwoorden gaven werden verwijderd uit het onderzoek. Het eindresultaat is een cirkeldiagram waarin zichtbaar is voor welk deel van de leerlingen de lesstof te moeilijk was, voor welk deel van de leerlingen de lesstof te makkelijk was en voor welk deel van de leerlingen de lesstof goed aansloot.

Validiteit

De enquête is valide wanneer deze wordt gebruikt als middel om te bepalen of het lesmateriaal goed aansluit bij het niveau van leerlingen. De resultaten van de enquête zeggen niks over het verband tussen de interventie en de resultaten. Er kunnen veel meer oorzaken zijn waardoor de resultaten van de enquête veranderen per meting.

De validiteit van de enquête is vergroot door:

- het helder formuleren van de vragen.
- de volgorde waarin de vragen gesteld worden maakt de vragen extra duidelijk.
- de vier-punt-schaal worden leerlingen gedwongen een keuze te maken en meet je echte verschillen tussen leerlingen.
- het combineren van antwoorden kunnen leerlingen die maar wat invullen eruit gefilterd worden.
- het verdelen van leerlingen in drie groepen. Waardoor de verschillen tussen de groepen groot zijn wat tot gevolg heeft dat je echte resultaten meet.

Het interview

Ontwerp

Het interview had als doel om te meten of de interventie ervoor zorgde dat de lesstof beter aansloot bij het niveau van de leerlingen. Om te voorkomen dat de interviewer invloed uitoefende op de resultaten begon het interview met vragen over de mate waarin de lesstof aansloot bij het niveau van de leerling. De leerling voelde hier geen druk om gewenste antwoorden te geven. Er wordt immers gevraagd naar zijn/haar kunnen. Vervolgens werd er voorzichtig in richting de interventie gevraagd om erachter te komen of deze van invloed is geweest op de aansluiting van de lesstof op het niveau van de leerling. Het interview eindigde met de vraag of de leerling het gevoel had dat hij/zij door de interventie meer geleerd heeft. De interviewleidraad is te vinden in bijlage 4.

Werkwijze

Voorafgaand aan het interview werden op willekeurige wijze vier leerlingen geselecteerd. Aan deze leerlingen werd gevraagd of zij mee wilden werken aan het interview. Wanneer een leerling niet mee wilde werken werd een andere leerling op willekeurige wijze geselecteerd. De leerlingen heb ik verteld

dat ik onderzoek doe naar de mate waarin de lesstof aansluit op hun niveau en dat ik daar graag met ze over wilde praten om de lesstof steeds beter te maken.

Het interview vond plaats op een rustige plek waar het interview niet gestoord kon worden. Verder werd het interview gehouden op een moment waarop ik en de geïnterviewde voldoende tijd hadden. Op het moment van het interview heb ik de leerling open ontvangen, ik heb hem op zijn gemak gesteld door even kort een praatje te maken en hem wat drinken in te schenken. Vervolgens heb ik de opnameapparatuur gestart en heb ik een gesprek met behulp van het interviewleidraad gevoerd.

Dataverwerking

De interviews zijn opgenomen en worden verwerkt door ze terug te luisteren. Het terug luisteren, levert per interview twee resultaten op welke per leerlingen worden weergegeven bij de resultaten van dit onderzoek:

- Heeft de interventie een positieve, negatieve of geen invloed op de aansluiting van het lesmateriaal op het niveau van de leerling.
- Heeft de leerling het gevoel dat hij meer geleerd heeft door de interventie.

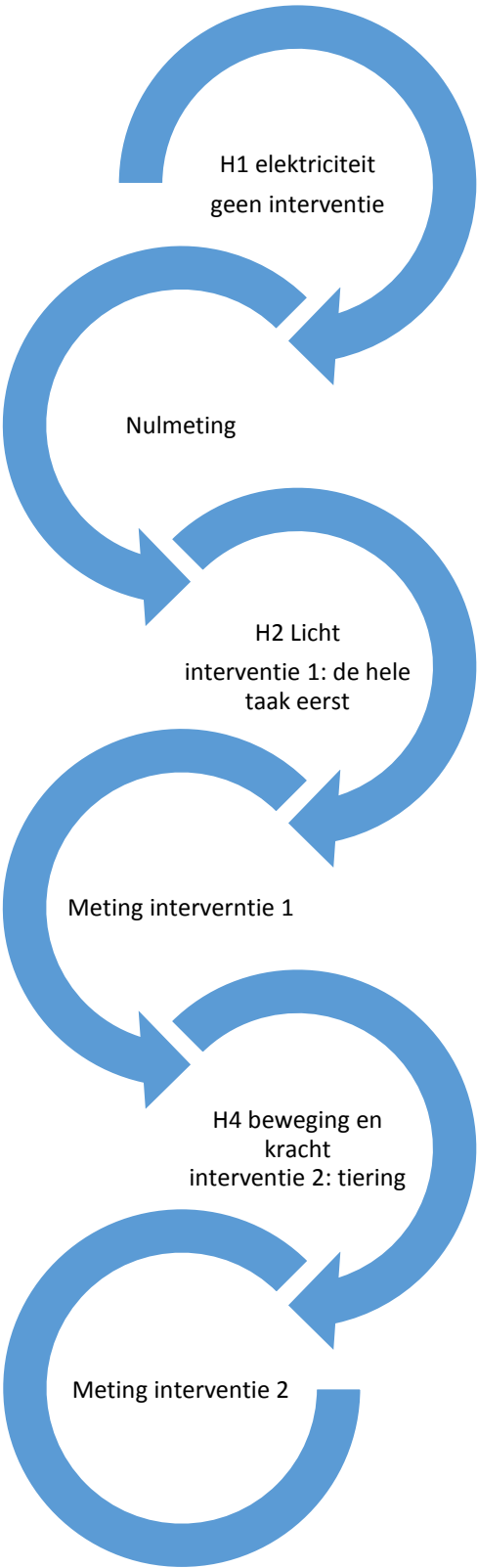
Validiteit

Een interview is een valide onderzoeksinstrument. De interviewer kan immers vragen stellen om onduidelijkheden op te helderen. Verder wordt het interview opgenomen waardoor de interviewer met een neutrale blik het interview nog eens terug kan kijken en tijdens het interview zijn aandacht volledig bij het interviewen te leggen.

Betrouwbaarheid

Doordat er gebruik is gemaakt van twee dataverzamelmethodes is er sprake van triangulatie waardoor de betrouwbaarheid van dit onderzoek toeneemt. Met behulp van de enquête werd van alle leerlingen gemeten in welke mate de lesstof aansloot bij het niveau van de leerlingen. Doordat de enquête op drie momenten af werd genomen werd gemeten of er gedurende de interventies een verandering plaatsvond. Hiermee is de interne validiteit echter niet gewaarborgd. De verandering in resultaten van de enquête kunnen verschillende oorzaken hebben. Alleen wanneer de resultaten van het interview laten zien dat de interventie een invloed heeft op de resultaten is de interne validiteit gewaarborgd. De externe validiteit is erg laag. De resultaten zeggen alleen iets over deze specifieke interventies. Zelfs wanneer ik de interventie volgend schooljaar opnieuw doe kan het zijn dat de resultaten anders zijn, het is immers een andere klas, mijn enthousiasme is misschien afgenomen omdat het niet meer nieuw is voor mij en zo zijn er nog vele andere variabelen te bedenken waardoor de interventie in een nieuwe situatie een ander resultaat kan hebben.

Onderzoeksopzet

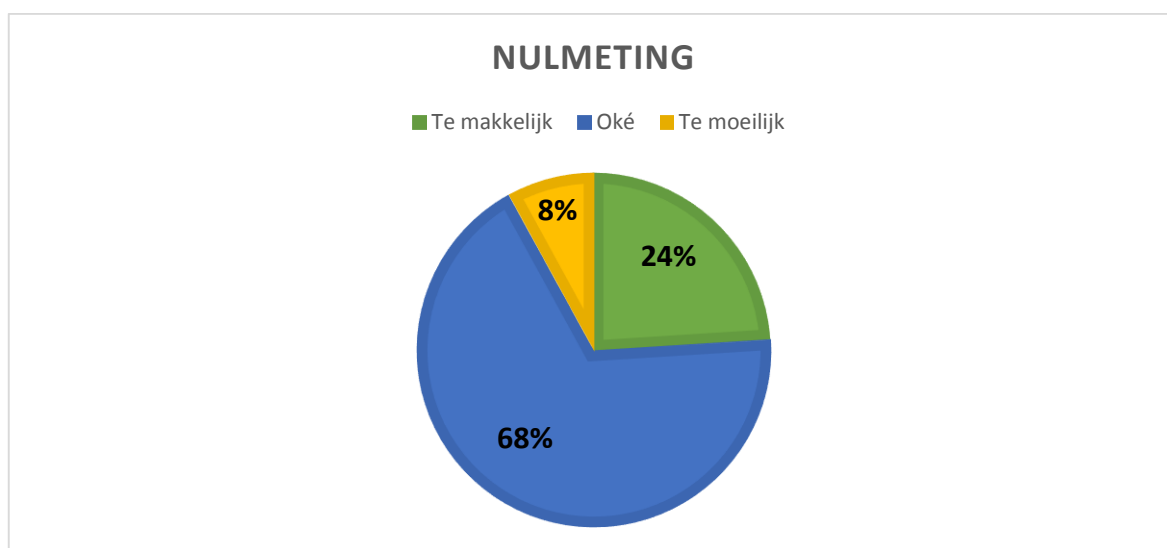


Resultaten

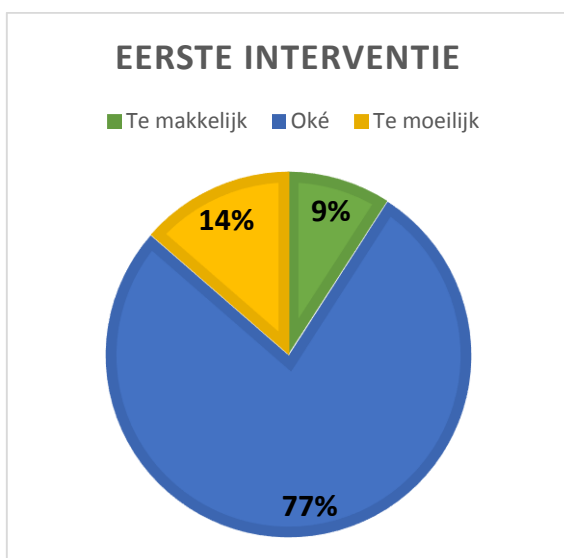
In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek weergegeven. De ruwe data wordt weergegeven in de in dit hoofdstuk genoemde bijlagen. In het eerste deel van dit hoofdstuk worden de resultaten van de enquête weergegeven. In het tweede hoofdstuk de resultaten van de interviews.

Enquête

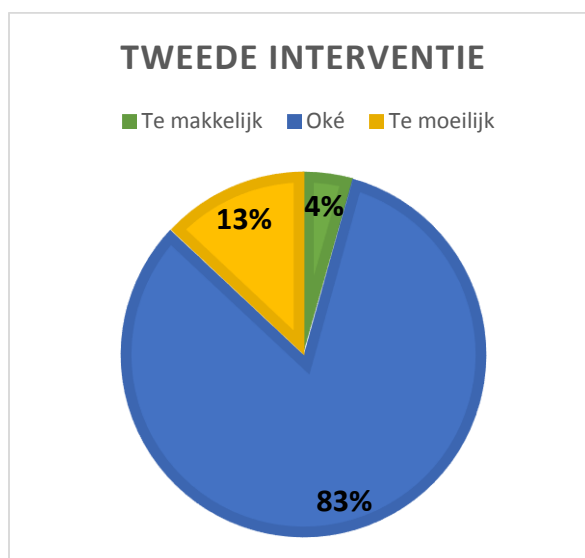
In de grafiek 1, 2 en 3 worden de resultaten van de enquête in een cirkeldiagram weergegeven. In de cirkeldiagrammen wordt aangegeven voor hoeveel procent van de leerlingen de lesstof tijdens het behandelde hoofdstuk (nulmeting H1 elektriciteit, eerste interventie H2 licht en tweede interventie H4 beweging en kracht) goed aansloot bij het niveau van de leerling, voor hoeveel procent van de leerlingen de lesstof te moeilijk was en voor hoeveel procent van de leerlingen de lesstof te makkelijk was. In bijlage 5 is de ruwe data van de enquête te vinden.



Grafiek 1: resultaten enquête nulmeting



Grafiek 2: resultaten enquête eerste interventie



Grafiek 3: resultaten enquête tweede interventie

Interview

In bijlage 6 is de ruwe data van het interview te vinden. In bijlage 6.1 is het interview naar aanleiding van interventie 1 uitgewerkt en in bijlage 6.2 het interview naar aanleiding van interventie 2.

Interventie 1

Het interview is afgenomen bij vier leerlingen die qua niveau verschillen voor het vak natuurkunde. Uit het interview komt naar voren dat alle vier de leerlingen het onderwerp licht waarbij de interventie is ingezet makkelijker vonden dan het hoofdstuk elektriciteit en het hoofdstuk beweging waar de leerlingen op het moment van het interview net mee gestart zijn. Desondanks maakten de leerlingen niet de koppeling met de interventie. Leerlingen gaven aan dat ze dit onderwerp makkelijker vonden omdat het gewoon logisch is, omdat de opdrachten veel makkelijker waren en omdat er minder gerekend hoeft te worden.

Wanneer er specifiek naar de interventie gevraagd werd viel het op dat de twee leerlingen die natuurkunde als een (redelijk) makkelijk vak ervaren en die ook hoger scores voor toetsen, aangaven dat ze minder geleerd hebben door de interventie. Zij gaven beide aan dat ze uitleg misten. Daarnaast gaf één van beide leerlingen aan dat hij het onduidelijk vond wat er van hem verwacht werd. De leerlingen die aangaven dat ze natuurkunde een (redelijk) moeilijk vak vinden geven beide aan dat ze het idee hebben meer geleerd hebben door de interventie. Daarbij onderscheiden de leerlingen zich wel in de manier waarop ze meer geleerd hebben. Eén leerling gaf aan dat hij vooral andere leervaardigheden geleerd heeft, doordat hij op een andere manier en harder moest werken. De andere leerling denkt ook inhoudelijk meer geleerd te hebben. Zij geeft aan dat dit komt doordat er meer oefening was, doordat er opbouw zat in de opdrachten waardoor je op je eigen niveau van makkelijk naar moeilijk kan gaan en doordat ze kon kiezen met welke opdracht ze wilde beginnen was ze zelfverzekerder.

Interventie 2

Het interview is afgenomen bij vier leerlingen die qua niveau verschillen voor het vak natuurkunde. Uit het interview kwam naar voren dat drie van de vier leerlingen het hoofdstuk over kracht en beweging waarbij de tweede interventie was ingezet als een moeilijk hoofdstuk ervaarde. Zij maakten zelf niet de koppeling met de manier waarop de lesstof is aangeboden. Zij geven aan dat ze in dit hoofdstuk veel gebruik moesten maken van formules en de lesstof van de verschillende paragrafen met elkaar moesten combineren wat het een lastig hoofdstuk maakte. De leerling die natuurkunde als een makkelijk vak ervaart had niet meer moeite met het hoofdstuk over kracht en beweging.

Twee van de vier leerlingen geven aan dat de interventie ervoor zorgde dat de lesstof minder goed aansloot bij hun niveau. Zij hadden beide meer behoefte aan klassikale uitleg en opdrachten, het makkelijke opdrachtenblad was voor hen alsnog vrij moeilijk. De derde leerling die ook aangaf natuurkunde een moeilijk vak te vinden gaf aan dat de lesstof wel beter aansloot bij haar niveau, ze liep veel minder vaak vast bij het maken van de opgaven. Ze had echter wel het gevoel dat ze uiteindelijk te weinig leerde waardoor de toets te moeilijk was. Dit kan volgens haar voorkomen worden door de laatste opgaven in het 'makkelijke' opgavenbladen moeilijker te maken. Alle drie deze leerlingen zijn het erover eens dat ze uiteindelijk wel meer zouden kunnen leren van deze manier van werken maar dan moet er eerst meer klassikale uitleg zijn waarbij klassikaal makkelijke opgaven gemaakt worden. De vierde leerling vindt natuurkunde een makkelijk vak en voor hem was deze manier van werken prettig hij heeft zowel het gevoel dat de lesstof beter aansloot bij zijn niveau als het gevoel dat hij meer geleerd heeft.

Conclusie en Discussie

Antwoord op de onderzoeksvraag

Leerlingen laten starten vanuit een hele taak, interventie 1, leidt ertoe dat het percentage leerlingen waarvoor de lesstof te makkelijk is aanzienlijk omlaag gaat van 24% naar 9%, het percentage leerlingen waarvoor de lesstof te moeilijk is gaat echter iets omhoog van 8% naar 14%. Het lijkt er dus op dat leerlingen meer uitgedaagd worden maar dat deze uitdaging voor sommige leerlingen te groot is. Het interview ondersteunt de resultaten van de enquête. Eén van de punten die uit het interview naar voren komt is dat de leerlingen het onderwerp, dat werd behandeld tijdens het uitvoeren van interventie 1, als makkelijk onderwerp ervaren, makkelijker dan het onderwerp van de nulmeting. Dit geeft aan dat de interventie ervoor zorgt dat de leerlingen meer worden uitgedaagd, het onderwerp is volgens leerlingen immers makkelijker maar toch is het percentage leerlingen waarvoor de lesstof te makkelijk is lager. Dat voor sommige leerlingen de uitdaging te groot is komt indirect ook in het interview naar voren, leerlingen geven aan meer behoefte te hebben aan uitleg, structuur en duidelijkheid.

Door leerlingen opdrachten op verschillende niveaus aan te bieden, interventie 2, neemt het percentage leerlingen waarvoor de lesstof te makkelijk is aanzienlijk af het gaat van 24% in de nulmeting naar 4%, het percentage leerlingen waarvoor de lesstof te moeilijk is gaat echter iets omhoog van 8% in de nulmeting naar 13%. Het percentage leerlingen waarvoor de lesstof te moeilijk is, is één procent omlaag gegaan ten opzichte van interventie 1. Eén procent is niet veel maar daarbij in gedachte nemende dat de leerlingen in het interview het onderwerp waarbij interventie 2 werd uitgevoerd als moeilijk onderwerp bestempelden en het onderwerp van interventie 1 als makkelijk onderwerp, is die ene procent toch van belang voor de conclusie van dit onderzoek. Uit het interview komt verder naar voren dat leerlingen denken dat ze door interventie 2 uitgedaagd worden om meer te leren, daarbij maken ze de kanttekening dat ze voorafgaand aan het maken van de opgaven meer klassikale uitleg willen.

Al met al kan er uit het onderzoek geconcludeerd worden dat beide interventies ervoor zorgen dat leerlingen meer uitgedaagd worden. Beide interventies zijn er niet in geslaagd om ervoor te zorgen dat alle leerlingen zich comfortabel genoeg voelen om de uitdaging aan te gaan. Wanneer de interventies met elkaar vergeleken worden is interventie 2 geschikter om leerlingen uit te dagen en ervoor te zorgen dat alle leerlingen de uitdaging aankunnen.

Verschillen en overeenkomsten met de literatuur

De basis van beide interventies is het aanbieden van lesstof op verschillende niveaus. Volgens de literatuur zouden leerlingen hierdoor meer moeten leren omdat het lesmateriaal beter aansluit bij het niveau van de leerlingen en doordat het zelfvertrouwen van leerlingen toeneemt. Een toename in zelfvertrouwen wordt door één van de leerlingen in het interview na aanleiding van interventie 1 genoemd als positief effect van de interventie. De basis van het aanbieden van lesstof op verschillende niveaus lijkt bij beide interventies goed te werken, leerlingen worden immers meer uitgedaagd. Voor sommige leerlingen is de uitdaging echter te groot. Bij interventie 1 kan een mogelijke verklaring hiervoor schuilen in de leerstrategieën. Interventie 1 is volgens de literatuur zowel geschikt voor geheelstrategen als voor deelstrategen. Er zijn echter leerlingen die hebben aangegeven niet goed weten hoe ze aan de slag moeten. Het kan zijn dat de manier van werken voor deelstrategen toch niet

zo geschikt is. Een tweede mogelijke verklaring, die ook voor interventie 2 van toepassing is heeft te maken met het niveau van de opdrachten die ik voor de leerlingen gemaakt heb. Het kan zijn dat dit niveau voor sommige leerlingen nog boven de zone van naaste ontwikkeling ligt waardoor deze leerlingen de lesstof dus alsnog als te moeilijk ervaren.

Betrouwbaarheid en validiteit

Voor interventie 1 wordt het resultaat van de enquête ondersteund door het resultaat van het interview. Er kan daarom geconcludeerd worden dat interventie 1 verantwoordelijk is voor de toename in de mate waarin leerlingen worden uitgedaagd. Het is echter lastig te bepalen welk aspect van interventie 1 ervoor zorgt dat leerlingen meer worden uitgedaagd. Zorgt de manier van werken ervoor dat leerlingen meer worden uitgedaagd of zijn de opdrachten die ik voor interventie 1 heb samengesteld gewoon moeilijker? Er valt dus niet te concluderen of de manier van werken, de eigenlijke interventie, verantwoordelijk is voor het resultaat.

Bij interventie 2 lijkt het erop dat de daadwerkelijke interventie, aanbieden van lesmateriaal op verschillende niveaus, verantwoordelijk is voor de sterke toename in het aantal leerlingen waarbij de opdrachten goed aansluiten qua niveau. De reden daarvoor is dat leerlingen het hoofdstuk als een moeilijk hoofdstuk ervaren maar desondanks is het lesmateriaal voor minder leerlingen te moeilijk. Daarnaast geven alle leerlingen in het interview aan dat ze denken meer te leren en meer uitgedaagd te worden door de interventie. Toch kan er niet uitgesloten worden dat het de interventie is die zorgt voor de betere aansluiting.

Bij beide interventies kan een vermindering in de hoeveelheid klassikale uitleg bij hebben gedragen aan de hoeveelheid leerlingen waarvoor de lesstof te makkelijk is.

De resultaten gelden alleen onder de omstandigheden waaronder de interventie is uitgevoerd. Bij een ander hoofdstuk, een andere docent, een andere klas, een ander moment in het jaar, ander lesmateriaal enzovoort kan het zijn dat de interventie niet hetzelfde effect heeft. De redenen dat het onderzoek geen externe validiteit heeft zijn dat het onderzoek maar bij één klas af is genomen, dat er in de enquête geen link wordt gelegd met de interventie waardoor je niet weet of de interventie invloed heeft op de resultaten van de enquête, doordat leerlingen in het interview niet uit zichzelf een koppeling met de interventie maakten en doordat de interventies bij verschillende hoofdstukken zijn ingezet.

Aanbevelingen

Omdat ik beide interventies als zinvol heb ervaren en de betrouwbaarheid en validiteit van de resultaten erg laag zijn lijkt het mij de moeite waard om de interventies verder te onderzoeken. Daarbij doe ik de volgende aanbevelingen voor het vervolgonderzoek:

- Er kunnen betere conclusies getrokken worden wanneer de enquête meet of de interventie invloed heeft op de aansluiting van het lesmateriaal op het niveau van leerlingen.
- Er kunnen betere uitspraken gedaan worden over de interventies wanneer deze bij verschillende hoofdstukken uitgevoerd en gemeten worden.
- Om te zeggen of interventie 1 een positieve invloed heeft op geheelstrategen en een negatieve invloed heeft op deelstrategen moet er in de resultaten onderscheid gemaakt kunnen worden tussen geheelstrategen en deelstrategen.
- Bij het inzetten van de interventies moet de docent niets veranderen aan de hoeveelheid klassikale uitleg.

- Het lesmateriaal bepaald voor een groot deel hoe succesvol de interventie is, om dit effect te verkleinen kunnen er metingen gedaan worden bij verschillende opdrachten.

Om deze aanbevelingen haalbaar te maken moet de docent tijd hebben om andere versies van het lesmateriaal en de meetinstrumenten te maken. Daarnaast is feedback van collega's op het lesmateriaal en de meetinstrumenten belangrijk. Daarbij is het vooral voor de meetinstrumenten en het aanpassen van de onderzoeksopzet belangrijk dat er binnen de school docenten zijn die veel ervaring hebben met het doen van onderzoek in de beroepspraktijk. Deze docenten kunnen dan ingezet worden om docenten die hulp nodig hebben te begeleiden.

Bibliografie

- Blok, H. (2004). Adaptief onderwijs: Betekenis en effectiviteit. *Pedagogische studiën*, No. 81, 5-27.
- Byrnes, J. (1996). *Cognitive development and learning in instructional contexts*. Boston: Allyn & Bacon.
- ECENT. (2013, oktober 17). *DBKna*. Opgehaald van ecent:
<http://www.ecent.nl/artikel/2727/DBKna/view.do#N65554>
- Differentiëren om te excelleren, PowerPoint Junior College Utrecht, 2013
<http://www.slideshare.net/jcu/differentierenomteexcelleren>
- Hooyman, K. (2012) Meisjes, jongens en natuurkunde. *Nederlands tijdschrift voor natuurkunde* december 2012.
- Lange, R. d., Schuman, H., & Montessori, N. M. (2011). *Praktijkgericht onderzoek voor reflectieve professionals*. Antwerpen - Apeldoorn: Garant.
- Licht, P. (1984). Een vorm van differentiatie bij natuurkunde. *Tijdschrift Didactiek Natuurwetenschappen*, 33-46. Opgehaald van <http://www.cdbeta.uu.nl/tdb/fulltext/198401-licht.pdf>
- Licht, P. (1982). Differentiatie binnen klasverband voor natuurkunde; een onderzoek in de leerjaren 3 havo-vwo en 2 mavo-havo-vwo, Dissertatie. Amsterdam: V.U.
- School aan Zet (2014) *Een praktisch basismodel voor het verhogen de prestatie en motivatie van alle leerlingen; omgaan met verschillen*. Kwaliteitskaart.
[http://www.schoolaanzet.nl/thematische-inhoud/instrument/?backPid=13857&tx_sazcontent_article\[article\]=522&tx_sazcontent_article\[action\]=show&tx_sazcontent_article\[controller\]=Article&cHash=035ac83b23](http://www.schoolaanzet.nl/thematische-inhoud/instrument/?backPid=13857&tx_sazcontent_article[article]=522&tx_sazcontent_article[action]=show&tx_sazcontent_article[controller]=Article&cHash=035ac83b23)
- Sharan, Y. &. (1992). *Expanding cooperative learning through group investigation*. . New York: Teachers College Press.
- Smits, E., (2010) *Gedifferentieerde instructie*.
- Sousa, D. A., & Tomlinson, C. A. (2011). *Differentiation and the brain*. Bloomington: Solution Tree Press.
- Subban, P. (2006). Differentiated instruction: A research basis. *International Education Journal*, 935-947.
- TERWEL, J. (2002). Curriculumdifferentiatie en leren denken: een onderwijspedagogisch perspectief. *Pedagogische Studiën*, 192-211.
- Vanmaele, L. (2004). Hoofdelijk, mutueel, gedifferentieerd onderwijs. *IMPULS*, 15-36.
- Visser-Meijman, T. K. (2007). Invoering van het GIP-model op ZMLK-school De Ark. *Tijdschrift voor orthopedagogiek*, 24-34.

Bijlagen

Bijlage 1: Interventie 1 – de hele taak eerst

Bijlage 1.1 – uitgebreide omschrijving van de interventie

Hoe wordt er gewerkt?

Stap 1: Klassikale instructie

Elke opdracht start met een klassikale instructie. Dit is een belangrijk moment. De docent moet de gehele taak en deeltaken goed uitleggen. Hoe moeten leerlingen aan het werk gaan. Welke ondersteuning kunnen ze van de docent verwachten. Hoeveel lessen hebben ze de tijd om aan deze paragraaf te werken. Wat is de deadline om de diagnostische toets en hoofdopdracht af te laten tekenen.

Stap 2: Zelfstandig werken aan de hoofdopdracht (de gehele taak)

Leerlingen gaan zelfstandig aan het werk. Docent loopt rond voor vragen, de docent beantwoordt alleen korte vragen als een leerling behoefte heeft aan uitleg over het onderwerp verwijst de docent naar één van de deeltaken. Docent heeft in dit gedeelte de belangrijke taak om iedereen aan het werk te houden.

- **Practicum:** Niet in elk lokaal is practicum mogelijk. Bij paragraaf 2.1 wisselen met collega zodat leerlingen wel practicum kunnen doen, dat is daar immers gehele taak. Bij andere paragrafen kunnen steeds maximaal twee groepjes practicum doen, mochten er meer groepjes zijn elkaar afwisselen eerst met andere deeltaken aan de slag gaan.
- **Meester gezet:** Als leerlingen alle deeltaken hebben behandeld maar nog niet weten hoe ze de gehele taak op moeten lossen komen ze naar de docent voor een meester gezet, hier kunnen ook leerlingen voor ingezet worden.
- **Aftekenen gehele taak:** Wanneer leerlingen denken dat ze de gehele taak hebben afgerond laten ze deze door de docent controleren en aftekenen.

Stap 3: Diagnostische toets

Na de gehele taak maakt elke leerling een diagnostische toets, kijkt deze zelf na en maakt afhankelijk van de resultaten nog bepaalde opdrachten uit het boek.

Stap 4: Helemaal klaar

Leerlingen die helemaal klaar zijn kunnen aan een ander vak werken, de kijk lezen, met het onderdeel verdieping uit het boek aan de slag of de docent ondersteunen met de meester gezet.

Hoe zorg ik ervoor dat leerlingen aan het werk gaan

Zorgen voor een vast patroon, dit patroon de eerste les met leerlingen communiceren.

1. **Alleen bij aanvang nieuwe hoofdopdracht**

Leerlingen krijgen vijf minuten de tijd om de hoofdopdracht en deeltaken door te nemen.

2. **Inventariseren wie practicum wil doen**

Namen op het bord van leerlingen die practicum willen doen op het bord. De leerlingen die bovenaan staan gaan bij een opstelling zitten. Wanneer deze leerlingen klaar zijn met de metingen wisselen ze van plek met het groepje bovenaan de rij op het bord staat. Tijdens de inventarisatie krijgen leerlingen direct belangrijk informatie over het practicum

3. **De eerste vijf minuten**

Ik beantwoord geen vragen, spreek leerlingen aan die niet uit zichzelf aan het werk gaan. Leerlingen mogen klasgenoten om hulp vragen en anders moeten ze wachten.

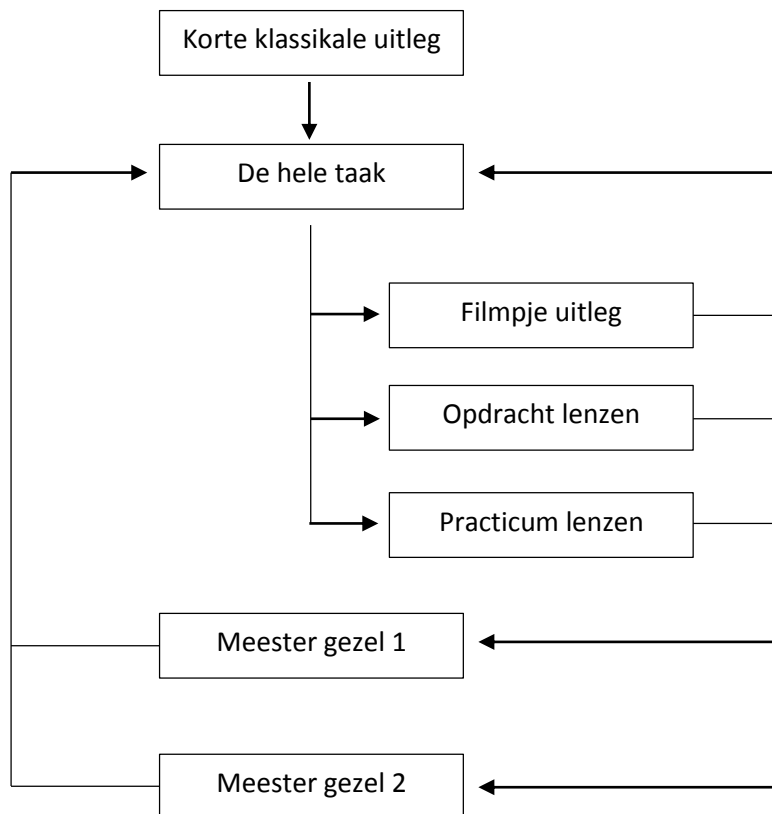
4. **Rondje door het lokaal**

Na de vijf minuten loop ik een vast rondje door het lokaal zo weet iedereen dat hij/zij aan de beurt komt. Het eerst zijn de leerlingen die practicum doen aan de beurt, controle of alles goed verloopt. **Bij veel vragen blijf ik rondjes lopen. Wanneer er slecht gewerkt wordt beantwoord ik wederom geen vragen.**

Bijlage 1.2.1 – beschrijving opdracht paragraaf 2.1

2.1 Hoe werkt een lens? (3 lessen)

Structuur van de opdracht



Klassikale instructie

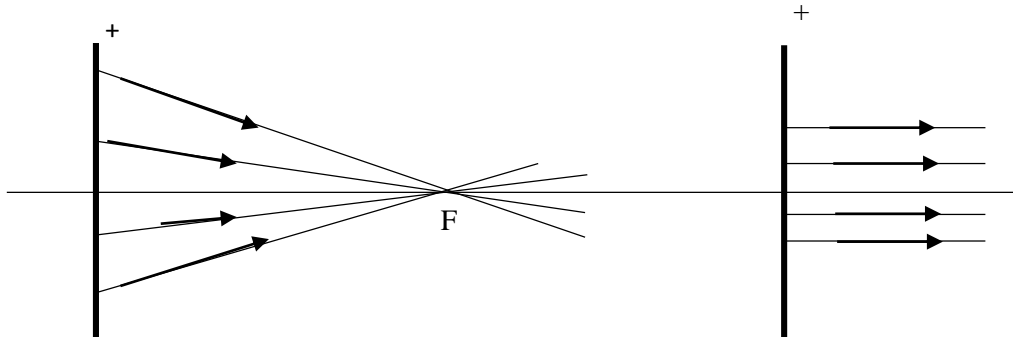
Er is geen voorkennis nodig, leerlingen kunnen de benodigde informatie vinden in deeltaken. Omdat dit de eerste paragraaf is moet de opdracht goed geïntroduceerd worden. Wat wordt er van leerlingen verwacht, wat voor hulp kunnen ze verwachten, wat is de hoofdopdracht en hoe kunnen de deeltaken daarbij helpen. Uitleg hoe omgaan met het lichtkastje.

De hele taak

Leerlingen krijgen per tweetal een setje met lenzen (minimaal twee verschillende positieve en een negatieve lens). Het doel is om een evenwijdige lichtbundel op een lens te laten vallen en uit de tweede lens een evenwijdige bundel te laten komen met de lichtstralen dichter bij elkaar. Van de gebruikte lenzen moeten leerlingen de brandpuntafstand en de lenssterkte bepalen. Stel je voor dat je één van beide lenzen zou vervangen door een lens van 7 dpt welke lens zou je vervangen door deze lens. Op welke afstand moet deze lens van de andere lens staan?

Meester gezel 1

In de afbeelding hieronder zijn twee positieve lenzen afgebeeld. De sterkte van de lenzen zijn 20 dpt en 25 dpt. Op welke afstand moet ik de rechter lens van de linker lens zetten om uit de rechter lens een evenwijdige lichtbundel te krijgen? Welke lens is links afgebeeld?



Meester gezel 2

Je hebt een lens met een brandpuntafstand van 5 cm en een lens met een sterkte van 10 dpt. Hoe moet je de lenzen ten opzichte van elkaar plaatsen zodat er zowel een evenwijdige lichtbundel de lenzen ingaat als dat er een evenwijdige lichtbundel uitkomt. Teken de opstelling waarin je het volgende aangeeft:

- De positie van de gebruikte lenzen.
- De lichtstralen die door de lenzen gaan.
- Geef aan waar de lichtstralen evenwijdig, convergent en divergent zijn.
- De brandpuntsafstand van beide lenzen.
- De lenssterkte van beide lenzen.

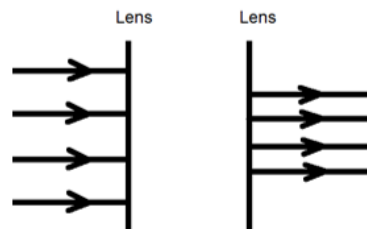
Bijlage 1.2.2 – hoofdopdracht paragraaf 2.1

Opdracht 2.1 ‘Hoe werkt een lens’

Hoofdopdracht

Deel 1:

In de onderstaande afbeelding zie je een evenwijdige lichtbundel op een lens vallen. Wat er tussen de lenzen met de lichtstraal gebeurt is weggelaten. Na de tweede lens is er weer een evenwijdige lichtbundel. Het verschil met de lichtstralen voor de eerste lens is dat de afstand tussen de lichtstralen kleiner is.



Het doel van deze opdracht is dat jullie met behulp van een setje lenzen dat je van je docent krijgt de bovenstaande situatie creëert. Wanneer dat gelukt is maak je een tekening van de opstelling waarin het volgende wordt aangegeven:

- De omtrek en positie van de gebruikte lenzen.
- De lichtstralen die door de lenzen gaan.
- Geef aan waar de lichtstralen evenwijdig, convergent en divergent zijn.
- De brandpuntsafstand van beide lenzen.
- De lenssterkte van beide lenzen.

Deel 2:

Stel je voor dat je één van beide lenzen zou vervangen door een lens van +7 dpt. Welke lens zou je dan vervangen door deze lens? Op welke afstand moet deze lens van de andere lens staan?

Teken een opstelling waarin je hetzelfde aangeeft als bij deel 1. De vorm van de lens van 7 dpt mag je schatten.

Deeltaken

De hoofdopdracht is een lastige opdracht, wanneer het niet lukt om deze in één keer op te lossen kan je aan de slag met één van de volgende deeltaken.

- **Filmpje met uitleg**

In het onderstaande filmpje wordt uitleg gegeven over de werking van negatieve en positieve lenzen. De begrippen brandpunt, convergent en divergent komen ter sprake.

<https://www.youtube.com/watch?v=T5PKP4zVpww>

- **Practicum lenzen**

Een practicum waarin je leert hoe positieve en negatieve lenzen de lichtstralen buigen. De begrippen brandpunt, convergent en divergent moet je toepassen.

- **Opdracht lenzen**

De opdracht bestaat uit theorie en opgaven over hoe negatieve en positieve lenzen lichtstralen buigen het brandpunt en de lenssterkte.

Wanneer je na het doen van de bovenstaande deeltaken nog niet weet hoe je de hoofdopdracht op kan lossen kan je aan je docent vragen om samen met haar een soortgelijke opdracht te doen.

Bijlage 1.2.3 – deeltaak: opdracht lenzen

Opdracht lenzen

Bolle en holle lenzen

Een bolle lens, positieve lens, is in het midden het dikst en aan de randen het dunst. Een holle lens, negatieve lens is juist aan de randen het dikst en in het midden het dunst. Zie de figuren hiernaast.

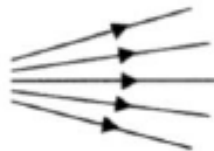


Schematische weergave van lenzen

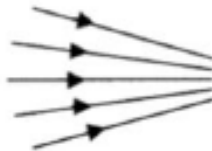
Lenzen worden in figuren vaak weergegeven als dikke rechte lijnen. Om aan te geven dat het om een bolle of een holle lens gaat wordt een plusteken (+) of minteken (-) boven de lijn gezet. Zie de figuren hiernaast. Behalve de rechte streep wordt meestal de "hoofdas" van de lens getekend. De hoofdas van een lens is de denkbeeldige lijn die loodrecht op de lens staat en precies door het midden van de lens gaat.



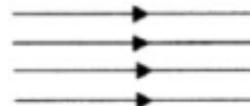
Lichtbundels



divergente bundel



convergente bundel



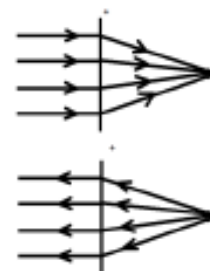
evenwijdige bundel

Een bolle lens heeft altijd een convergerende werking. Dat betekent dat de lens het divergeren van de lichtbundel verzwakt en/of het convergeren van de lichtbundel versterkt.

Een holle lens heeft altijd een divergerende werking. Dat betekent dat de lens het divergeren van de lichtbundel versterkt en/of het convergeren van de lichtbundel verzwakt.

Lichtbundels zijn omkeerbaar

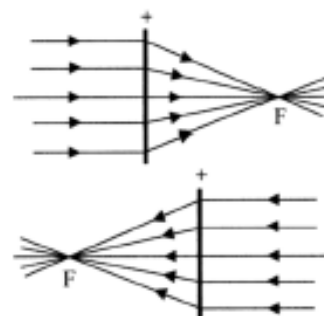
Lichtstralen zijn omkeerbaar. Dat wil zeggen dat je de richting van de lichtstralen kan omkeren zonder dat de weg waarlangs het licht loopt verandert. In de afbeelding hiernaast wordt dit weergegeven.



Brandpunten van een bolle lens

Als er een evenwijdige lichtbundel op een Bolle lens valt gaan de gebroken lichtstralen naar één punt op de hoofdas. Zie hiernaast (bovenste figuur). Dit punt noemen we het brandpunt van de lens. Het Latijnse woord voor brandpunt is focus. Daarom wordt het brandpunt met de hoofdletter F aangeduid.

In de onderste figuur valt een evenwijdige lichtbundel aan de rechter kant op de lens (in plaats van de linker kant). We vinden dan een brandpunt aan de linker kant van de lens. Een bolle lens heeft dus twee brandpunten. Beide brandpunten liggen even ver van de lens.



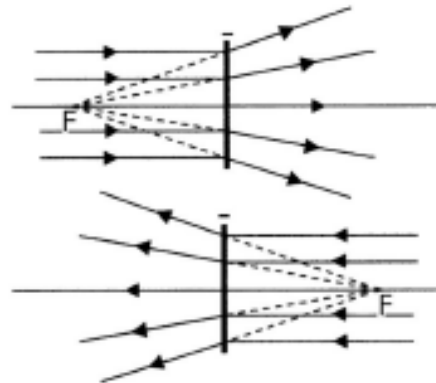
Brandpunten bij een holle lens

Als er een evenwijdige lichtbundel op een Holle lens valt lijken de gebroken lichtstralen uit één punt op de hoofdas te komen. Zie hiernaast (bovenste figuur).

Dit punt is het brandpunt F van de holle lens.

Een holle lens heeft net als een bolle lens twee brandpunten, zie figuur hiernaast. Beide brandpunten liggen even ver van de lens.

De brandpunten van een holle lens noemen we virtueel (= denkbeeldig = slechts schijnbaar bestaand) omdat de gebroken lichtstralen daar niet bij elkaar komen (ze lijken er alleen vandaan te komen).



Brandpuntsafstand

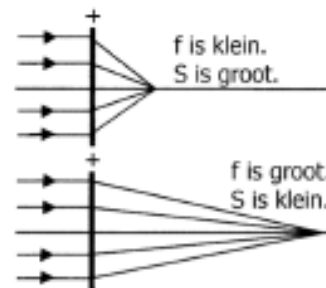
De afstand tussen de lens en de brandpunten heet de brandpuntsafstand. De brandpuntsafstand wordt met de kleine letter f aangeduid.

Lenssterkte

Vaak gebruikt men de grootte "lenssterkte" of kortweg "sterkte" om aan te geven hoe sterk een lens is. Het symbool hiervoor is S. De sterkte kan uit de brandpuntsafstand berekend worden met de volgende formule.

$$S(\text{dpt}) = \frac{1}{f(\text{m})}$$

Deze formule is logisch want een lens met een kleine brandpuntsafstand is sterk en een lens met een grote brandpuntsafstand is zwak. Zie ook de figuren hiernaast.

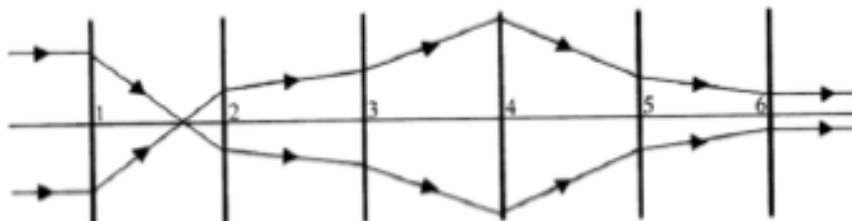


Het begrip lenssterkte is zowel bruikbaar voor bolle lenzen als voor holle lenzen. Bij bolle lenzen zijn f en S groter dan nul en bij holle lenzen zijn f en S kleiner dan nul. Bij het gebruik van de formule moet f in meter (en niet in bijvoorbeeld centimeter) worden uitgedrukt. De lenssterkte heeft als eenheid "dioptrie". Afgekort: dpt.

Opgaven

1. Positieve en negatieve lenzen

In de onderstaande figuur wordt een lichtbundel achtereenvolgens door zes lenzen gebroken. Schrijf boven elke lens een + of een -.



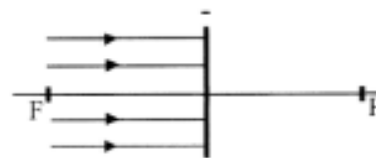
2. **Convergent, divergent en evenwijdig**

Noteer onder de bovenstaande figuur of de lichtstralen convergent, divergent of evenwijdig zijn.



3. **Brandpunt**

- In de afbeelding hiernaast vallen evenwijdige lichtstralen op een positieve lens. Teken het verdere verloop van de lichtstralen.
- In de afbeelding hiernaast vallen evenwijdige lichtstralen op een negatieve lens. Teken het verdere verloop van de lichtstralen.

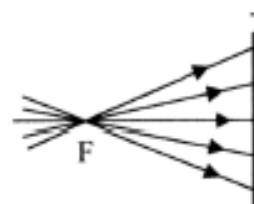


4. **Lenssterkte**

- Een lens heeft een brandpuntsafstand van +2 m. Bereken de sterkte van de lens.
- Een lens heeft een brandpuntsafstand van -30 cm. Bereken de sterkte van de lens.
- Een lens heeft een sterkte van +4 dpt. Bereken de brandpuntsafstand van de lens in cm.

5. **Brandpunt**

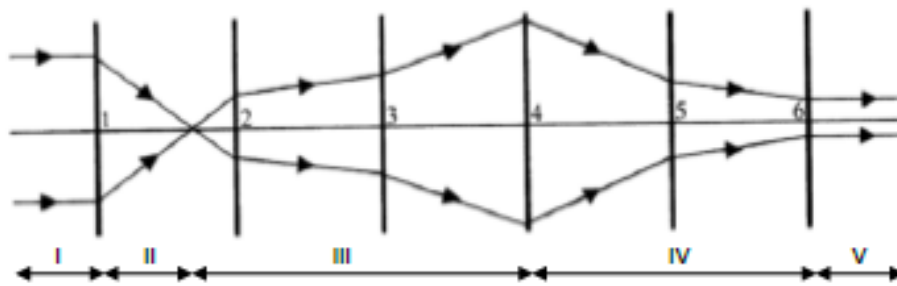
In de afbeelding hiernaast gaan lichtstralen vanuit het brandpunt naar de lens. Teken de lichtstralen na de lens.



Antwoorden

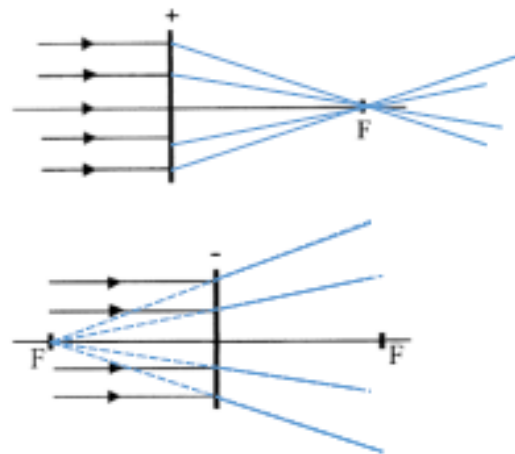
- Lens 1 heeft een convergerende werking want een evenwijdige bundel wordt omgezet in een bundel die convergeert. De lens moet dus bol (+) zijn.
Lens 2 heeft een convergerende werking want een bundel die divergeert wordt omgezet in een bundel die zwakker divergeert. De lens moet dus bol (+) zijn.
Lens 3 heeft een divergerende werking want een bundel die divergeert wordt omgezet in een bundel die sterker divergeert. De lens moet dus hol (-) zijn.
Lens 4 heeft een convergerende werking want een bundel die divergeert wordt omgezet in een bundel die convergeert. De lens moet dus bol (+) zijn.
Lens 5 heeft een divergerende werking want een bundel die convergeert wordt omgezet in een bundel die zwakker convergeert. De lens moet dus hol (-) zijn.
Lens 6 heeft een divergerende werking want een bundel die convergeert wordt omgezet in een evenwijdige bundel. De lens moet dus hol (-) zijn.

2.



- I evenwijdig
- II convergent
- III divergent
- IV convergent
- V evenwijdig

3.



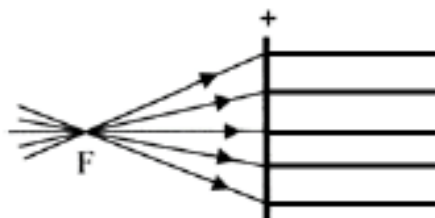
4.

a. $S = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ dpt}$

b. $S = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ dpt}$

c. $S = \frac{1}{f} \quad 4 = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$

5.



Bijlage 1.2.4 – deeltaak: practicum lenzen



Lenzen	klas 3
	naam _____
	naam _____
Licht	

pag: 1
proef 3.00
aantal pag: 2

Doel: De werking van verschillende soorten lenzen ontdekken

Apparatuur : Lichtkastje met vier evenwijdige lichtstralen, verschillende soorten lenzen

Inleiding: Maak een evenwijdige lichtbundel door voorzichtig met de lamp in het lichtkastje te schuiven. De voorkant van het lichtkastje is de kant waar zich een draai/schuifknop bovenop vindt. De achterkant is de kant waar de spiegels zijn. Zorg voor lichtdiscipline, dat wil zeggen dat je met jouw lamp/lichtbundel anderen niet hindert. Dit doe je door zoveel mogelijk licht aan de achterkant tegen te houden via de 3 spleten schuif. Aan de voorkant stop je de schuif met 4 spleten.

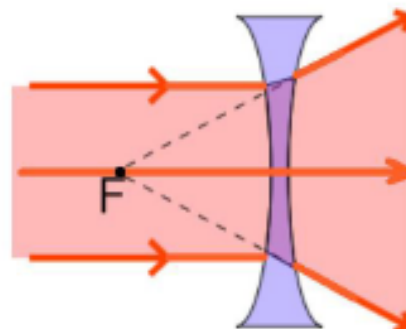
Metingen:

Voer de volgende stappen uit met één van de bolle lenzen.

1. Neem met je potlood de omtrek van de lens over op het werkblad.
2. Laat de evenwijdige bundel van links naar rechts op de lens schijnen.
3. Zet een aantal kleine streepjes op de plaats waar de lichtstralen lopen. Verbind vervolgens de streepjes met elkaar, door een rechte lijn te trekken met een geodriehoek.
4. Laat de evenwijdige lichtbundel van rechts naar links op lens schijnen.
5. Zet een aantal kleine streepjes op de plaats waar de lichtstralen lopen. Verbind vervolgens de streepjes met elkaar, door een rechte lijn te trekken met een geodriehoek.
6. Geef de plaats van beide brandpunten van de lens aan met de letter F.
7. Noteer in de tweede kolom of de lens positief (+) of negatief is (-).
8. Noteer in de derde kolom de brandpuntsafstand van de lens.
9. Noteer in de vierde kolom of de lens een convergerende of divergerende werking heeft.

Herhaal de bovenstaande stappen m.u.v. stap 4 t/m 6 voor de overige lenzen. Hieronder staat een afbeelding die je kan helpen bij het bepalen van de brandpuntsafstand van een negatieve lens.

10. Leg de positieve lenzen op volgorde van sterkte. Waaraan had je dit van te voren kunnen voorspellen?

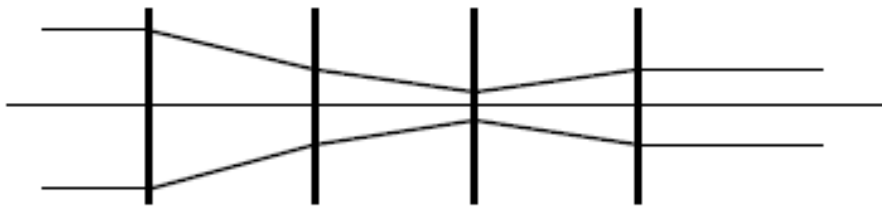


Lenzen	klas 3 naam _____ naam _____
Licht	

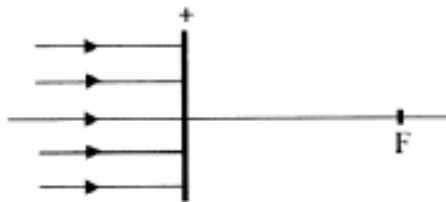
11. Plaats vier lenzen achter elkaar. Teken hieronder de omtrek van de vier lenzen.
12. Laat de evenwijdige bundel op de lens vallen. Zet een aantal kleine streepjes op de plaats waar de lichtstralen lopen. Verbind vervolgens de streepjes met elkaar, door een rechte lijn te trekken met een geodriehoek.
13. Noteer boven de positieve lenzen een + en boven de negatieve lenzen een –
14. Noteer onder de lichtstralen welke vorm de lichtbundel heeft: evenwijdig, convergent of divergent.
15. Kijk het practicum na met behulp van een antwoordblad.

Diagnostische toets §2.1

1. In de onderstaande figuur wordt een lichtbundel achtereenvolgens door zes lenzen gebroken.
 - a. Schrijf boven elke positieve lens een + en boven elke negatieve lens een -
 - b. Noteer onder de lichtbundels of ze divergent, convergent of evenwijdig zijn.

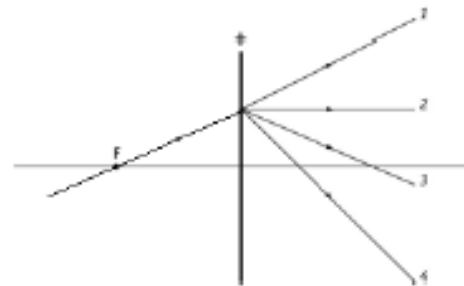


2. In de figuur hieronder vallen evenwijdige lichtstralen op een bolle lens. Teken het verdere verloop van de lichtstralen.



3. In figuur 2 is een lichtstraal getekend die gebroken wordt door een lens. Welke uitgaande straal is juist?

- a. Lichtstraal 1
- b. Lichtstraal 2
- c. Lichtstraal 3
- d. Lichtstraal 4



▲ figuur 2

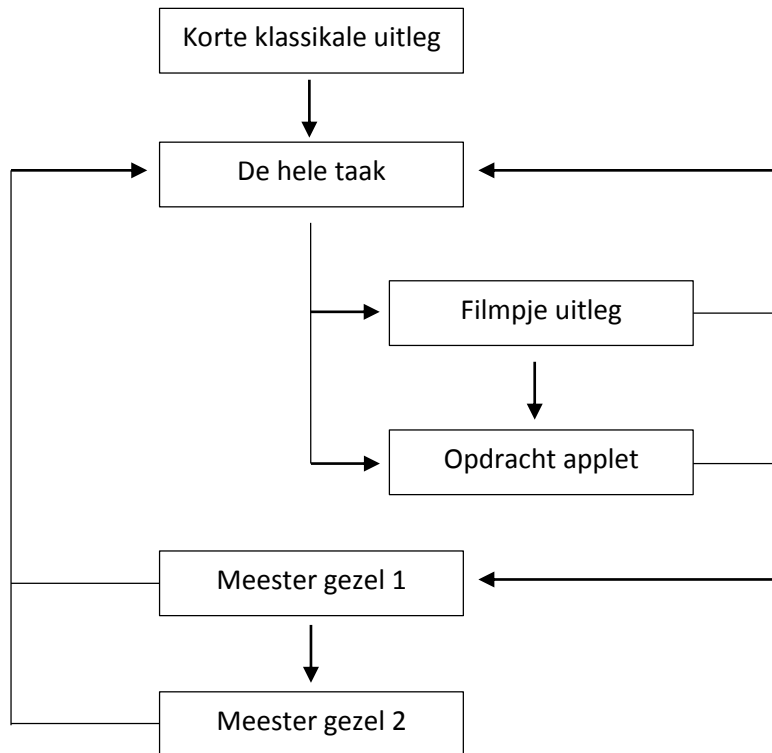
4. Lenssterkte

- a. Bereken de lenssterkte van een lens met een brandpuntafstand van 10 cm.
- b. Een lens heeft een sterkte van 5 dtp. Bereken de brandpuntafstand in mm.

Bijlage 1.3.1 – beschrijving opdracht paragraaf 2.2

2.2 Afbeelden met licht (3 lessen)

Structuur van de opdracht

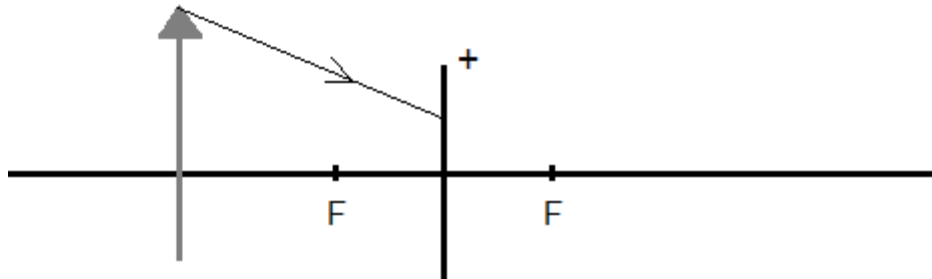


Korte klassikale uitleg

Met een positieve lens kan je een scherp beeld maken; alle lichtstraling vanuit één punt van het van een voorwerp komen achter de lens in één punt samen, het beeldpunt. De afstand van de lens tot het beeld is de beeldafstand. Waar een scherp beeld gevormd wordt is afhankelijk van de voorwerpsafstand en de brandpuntafstand. DEMO laten zien dat er bij een bepaalde voorwerpsafstand maar één beeldafstand is waar een scherp beeld wordt gevormd. Een bolle lens buigt licht dat uit één punt voor de lens komt (punt van het voorwerp) naar één punt achter de lens, het beeldpunt. Des te dichter het voorwerp zich bij de lens zich bevindt des te groter is de afstand achter de lens waar het beeldpunt zich bevindt. Wanneer het voorwerp in of voor het brandpunt van een positieve lens staat wordt er geen beeld gevormd. Uitleggen wat er van de leerlingen verwacht wordt tijdens de opdracht.

De hele taak

Teken het beeld van de pijl dat achter de lens gevormd wordt. Bepaal vervolgens hoe de getekende lichtstraal verder gaat.



Filmpje uitleg

Uitleg over de constructiestralen:

<https://www.youtube.com/watch?v=mwN8A2RDcM0>

Wanneer alle computerlokalen bezet zijn kunnen leerlingen het filmpje via hun telefoon bekijken. Mocht dat ook niet lukken moet de docent er op voorbereid zijn om de uitleg klassikaal te geven terwijl een deel van de klas zelfstandig aan het werk is.

Opdracht applet

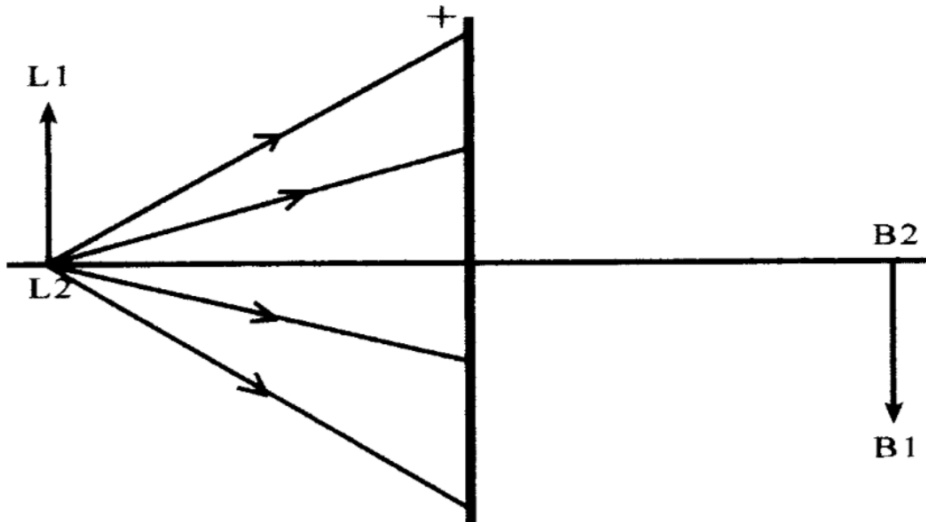
Een opdracht waarin leerlingen oefenen met het tekenen van de constructiestralen. Er is zowel een digitale (applet) variant als een variant op papier beschikbaar, dit voor het geval het niet mogelijk is een computerlokaal te reserveren.

Meester gezelschap

De docent doet aan de hand van een vergelijkbare hele taak voor hoe een bepaald type taak moet worden aangepakt en leerlingen gaan dit vervolgens zelf proberen. Hier kunnen ook leerlingen die al klaar zijn voor ingezet worden.

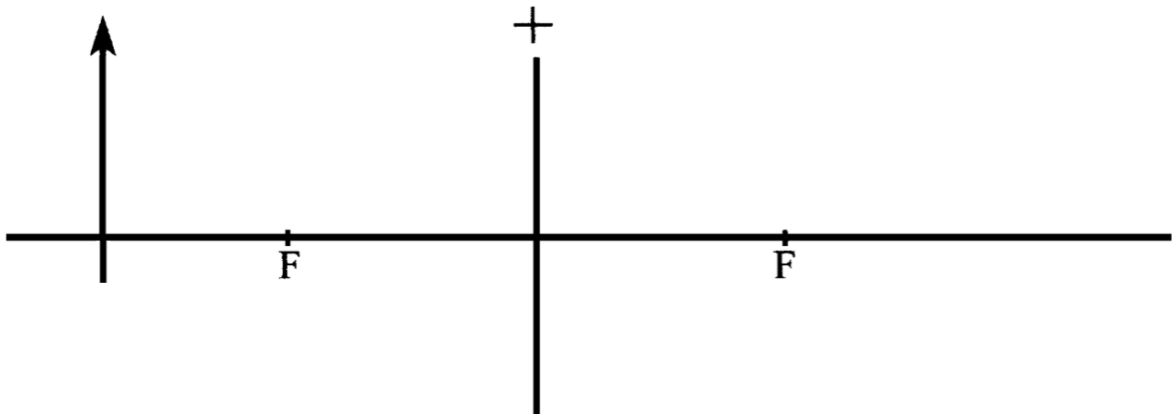
Meester gezel 1

Hoe gaan de getekende lichtstralen verder?



Meester gezel 2

Construeer het beeld van de pijl.



Diagnostische toets, opgaven uit het boek maken

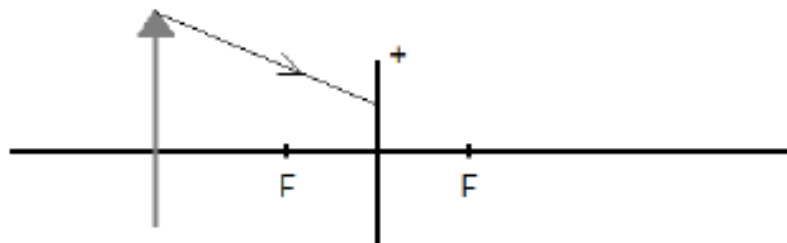
Wanneer leerlingen klaar zijn met de hele taak maken zij een diagnostische toets. Op basis van deze toets wordt bepaald welke opgaves uit het boek de leerling nog moet maken omdat hij/zij bepaalde vaardigheden nog niet beheerst. Wanneer een leerling helemaal klaar is mag hij/zij aan een ander vak werken, de kijk (tijdschrift) lezen of klasgenoten helpen als meester gezel.

Opdracht 2.2 'Afbeelden met licht'

Hoofdopdracht

Teken het beeld van de pijl dat achter de lens gevormd wordt. Bepaal vervolgens hoe de getekende lichtstraal verder gaat.

Omdat je waarschijnlijk meerdere pogingen nodig hebt om de opdracht het beeld goed te construeren is de afbeelding op de achterkant van dit werkblad nog drie maal afgebeeld.



Deeltaken

De hoofdopdracht is een lastige opdracht, wanneer het niet lukt om deze in één keer op te lossen kan je aan de slag met één van de volgende deeltaken.

- **Filmpje met uitleg**
Bekijk via de onderstaande link een filmpje waarin uitleg wordt gegeven over het construeren van beelden.
<https://www.youtube.com/watch?v=mwNBA2BDcM0>
- **Werkblad beeldvorming bij positieve lenzen**
Door het maken van de opgaven in dit werkblad leer je hoe met behulp van constructiestralen het beeld van een voorwerp kan construeren.

Wanneer je na het doen van de bovenstaande deeltaken nog niet weet hoe je de hoofdopdracht op kan lossen kan je aan je docent vragen om samen met hem/haar een soortgelijke opdracht te doen.

Bijlage 1.3.3 – deeltaak: werkblad beeldvorming bij positieve lenzen

Werkblad; beeldvorming bij positieve lenzen

Je bent vast wel eens naar de film geweest en dan heb je misschien ook wel eens achterom gekeken, om te kijken waar het beeld op het scherm vandaan komt. Als je kijkt zie je een grote filmprojector, deze filmprojector zend lichtstralen uit die op het doek vallen waardoor jij de film kan kijken.

Je hebt er waarschijnlijk niet bij stil gestaan dat wanneer je de projector naar voren of naar achter zou schuiven er een onscherp beeld ontstaat. De filmprojector moet dus op een bepaalde afstand van het scherm staan.

Dat de filmprojector op een bepaalde afstand van het scherm moet staan komt doordat een filmprojector gebruik maakt van een lens om het beeld te vergroten. Een voorwerp moet op een bepaalde afstand van de lens staan om een scherp beeld te krijgen. In dit werkblad ga leren hoe je met behulp van constructiestralen kan bepalen hoever een voorwerp van de lens vandaan moet staan om een scherp beeld op een bepaalde plaats te krijgen.



Bediening applet:

1. Start de computer en ga naar http://virtueelpracticumlokaal.nl/Lens_nl/lens_nl.html
2. Links boven aan de pagina staat een knopje 'start'. Klik op deze knop.
3. Er verschijnt een pop-up in je scherm.
4. Maximaliseer het beeld van de pop-up, door rechts boven, naast het kruisje op het vierkantje te klikken.
5. Wat je nu in beeld hebt is de applet die we gaan gebruiken om te onderzoeken hoe je met behulp van constructiestralen kan bepalen waar het brandpunt, het beeldpunt en het voorwerpspunt zich bevinden.

Verkenning applet:

1. Wat voor lens wordt er gebruikt in de applet? Wat is de functie van deze lens?

2. Wat geeft de zwarte pijl in de applet weer?

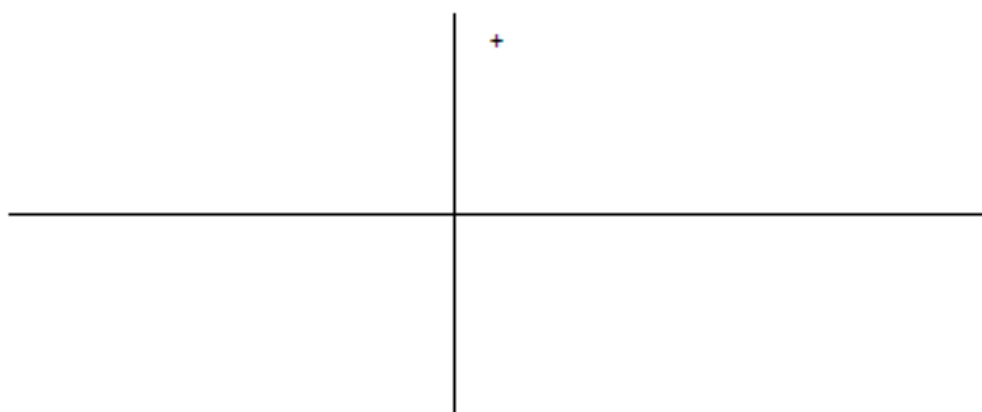
3. Wat geeft de blauwe pijl in de applet weer?

4. Beschrijf waar in de applet het brandpunt (F) zich bevindt?

Opdrachten:

Zorg er bij de onderstaande opdrachten voor dat de **voorwerpsafstand nooit kleiner is dan de brandpuntsafstand**. Wanneer je dit wel doet ontstaat er een virtueel beeld. Om een virtueel beeld te construeren gelden er andere constructieregels als bij een reëel beeld. Met behulp van de onderstaande opgaven zal je leren hoe je een reëel beeld kan construeren.

1. In de applet zie je het voorwerp, het beeld, het brandpunt en allerlei lijnen die verbonden zijn met het voorwerp, het beeld en het brandpunt. Deze lijnen zijn de constructielijnen. Stel de voorwerpafstand in op ongeveer 30 en de brandpuntsafstand op ongeveer +10. Teken hieronder de tekening die in je applet verschijnt. Geef duidelijk aan wat er in je tekening te zien is.

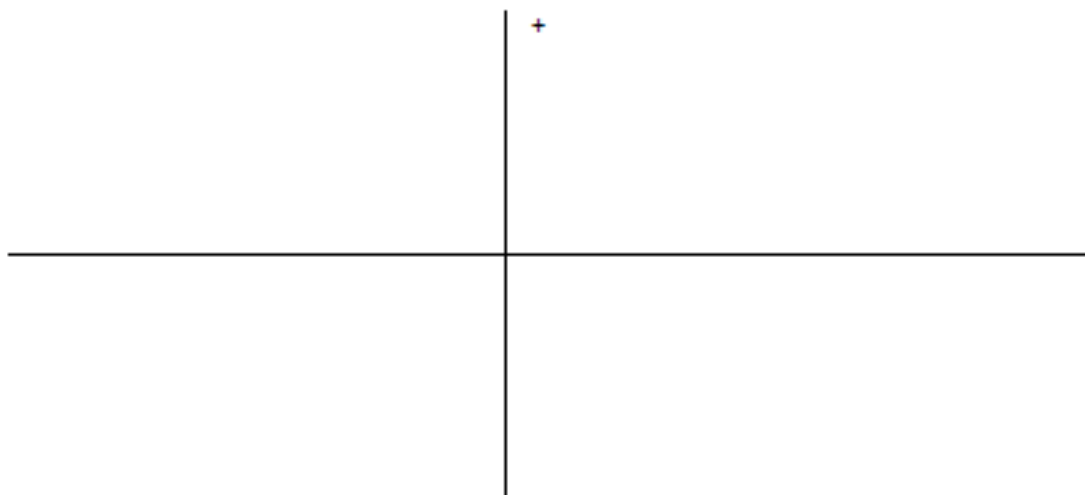


2. Schuif de voorwerpsafstand langzaam naar de brandpuntsafstand. Wat zie je gebeuren.

3. Word er nog een beeld gevormd wanneer de voorwerpsafstand bijna even groot is als de brandpuntsafstand?

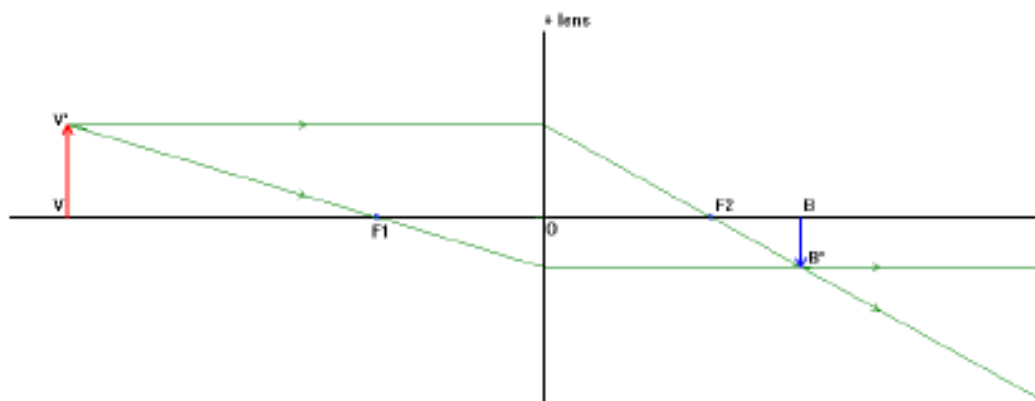
4. Word er nog een beeld gevormd wanneer de voorwerpsafstand even groot is als de brandpuntsafstand?

5. Verschuif willekeurig de voorwerpsafstand en brandpuntsafstand. Zorg er wel voor dat de voorwerpsafstand groter is dan de brandpuntsafstand en zodat het beeldpunt in beeld is. Teken hieronder wat de applet weer geeft. Geef duidelijk aan wat er in de applet te zien is.

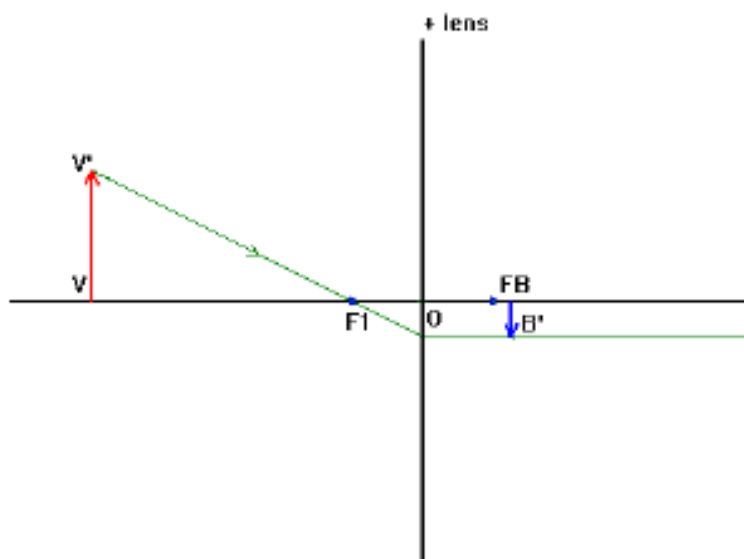


6. Vergelijk de constructielijnen uit de tekening bij opgave 5 met de constructiestralen uit de tekening bij opgave 1. Wat valt je op aan de constructielijnen?

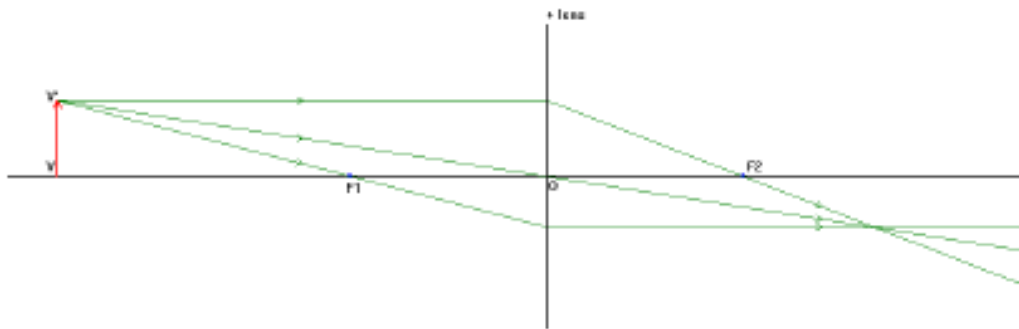
7. Teken de missende constructiestraal in de onderstaande tekening.



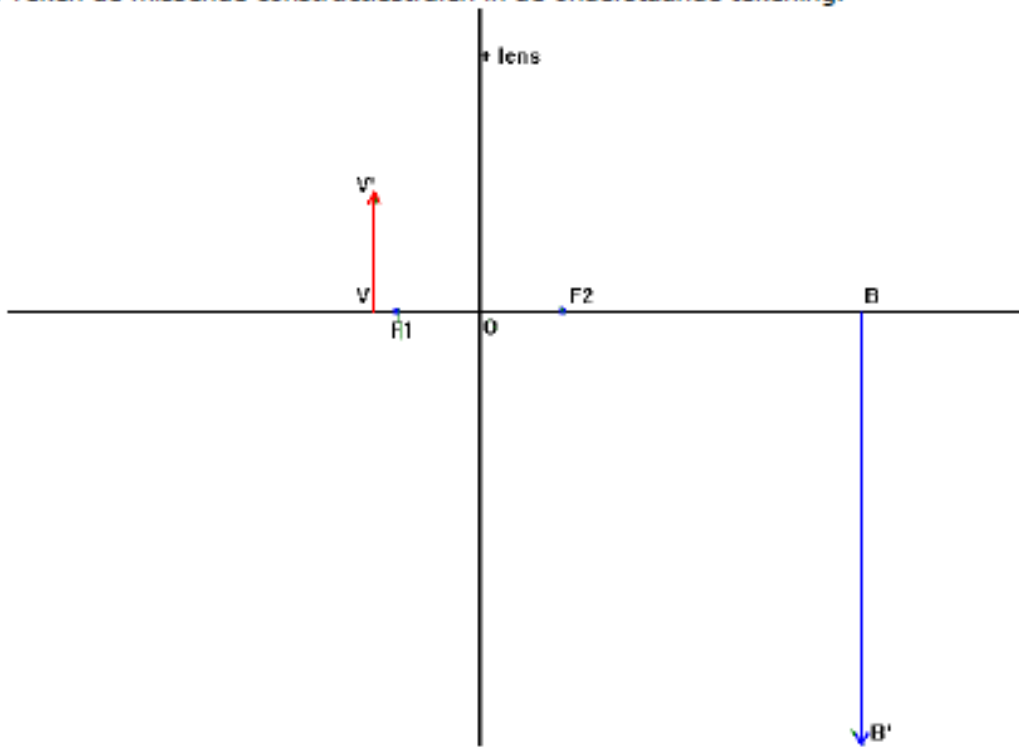
8. Teken de missende constructiestralen in de onderstaande tekening.



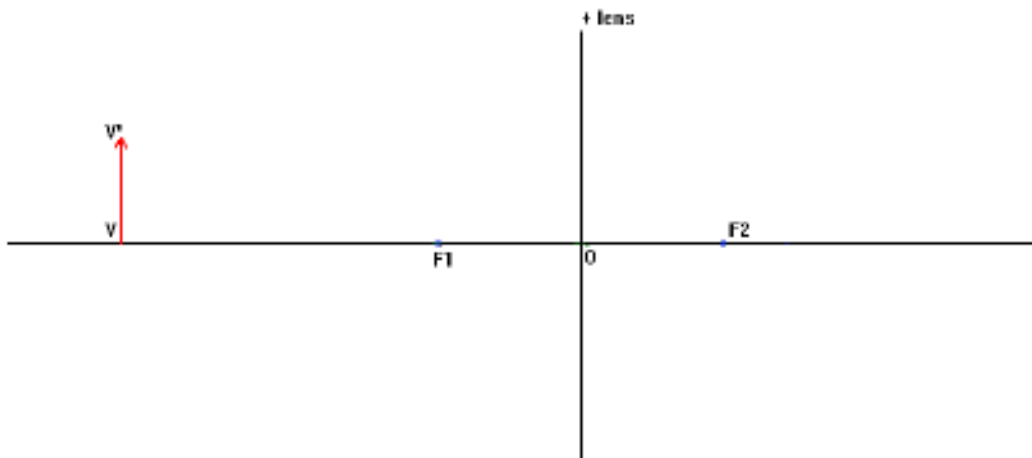
9. Geef in de onderstaande tekening aan waar het beeldpunt (B') zich bevindt. Doe dit door een blauwe pijl naar het beeldpunt (B') te tekenen.



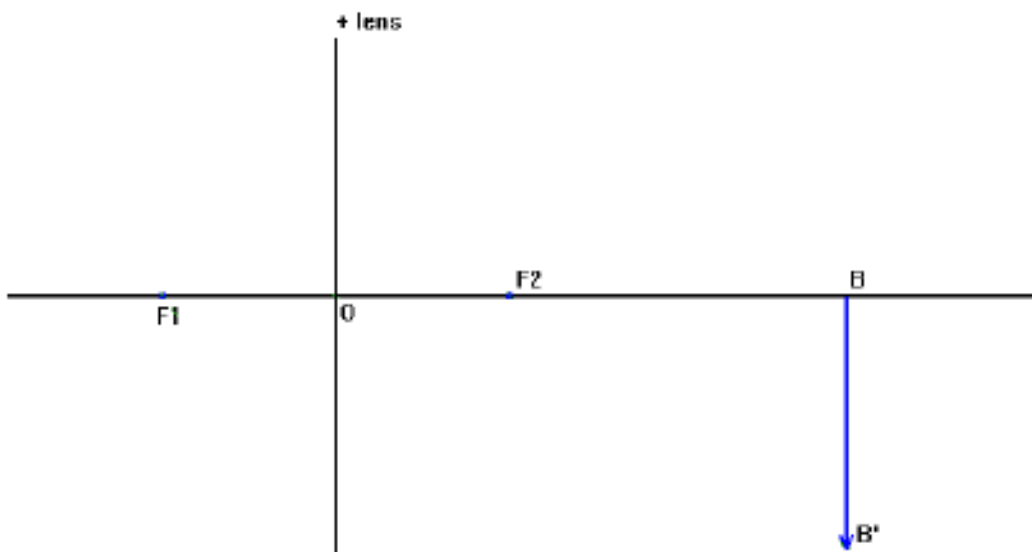
10. Teken de missende constructiestralen in de onderstaande tekening.



11. Geef in de onderstaande tekening aan waar het beeldpunt (B') zich bevindt. Doe dit door een blauwe pijl naar het beeldpunt (B') te tekenen.



12. Geef in de onderstaande tekening aan waar het voorwerp punt (V') zich bevindt. Doe dit door een rode pijl naar het voorwerp punt (V') te tekenen



13. Geef in de onderstaande tekening weer waar het brandpunt zich bevindt. Doe dit door F1 en F2 langs de horizontale as te noteren.



14. Wanneer je het beeldpunt, voorwerpspunt of brandpunt van een positieve lens wilt bepalen maak je gebruik van constructie stralen. Beschrijf hoe je de drie constructiestralen opstelt.

Uitdaging - wel of geen beeldvorming

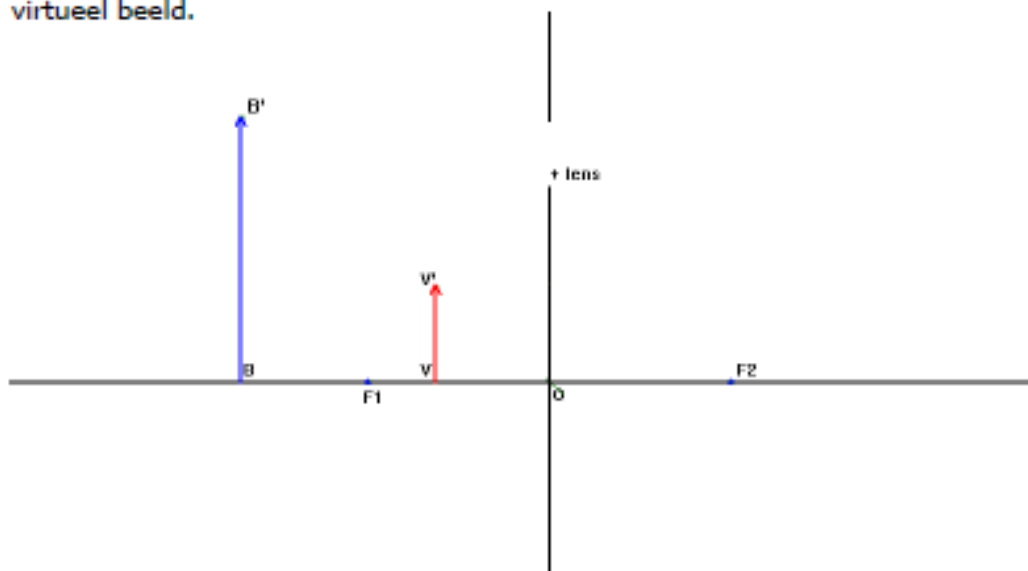
Wanneer je gebruikt maakt van een lens, kan je de brandpuntsafstand niet veranderen. Maar de voorwerpsafstand kan wel variëren. Met behulp van de onderstaande opgaven gaan we kijken wat er gebeurt wanneer de voorwerpsafstand verandert.

1. Wat gebeurt er met het beeld wanneer de voorwerpsafstand kleiner wordt?

2. Wat gebeurt er met de beeldafstand wanneer de voorwerpsafstand groter wordt?

3. Streep door wat fout is:
Wanneer de voorwerpsafstand meer als twee keer zo groot is als de brandpuntafstand dan is het beeld groter/ kleiner/ even groot als het voorwerp. Men noemt dit een omgekeerd reëel beeld dat groter/kleiner/ even groot is dan het voorwerp.
4. Streep door wat fout is:
Wanneer de voorwerpsafstand kleiner is als twee keer de brandpuntafstand dan is het beeld groter/kleiner dan het voorwerp. Men noemt dit een omgekeerd reëel beeld dat groter/kleiner is dan het voorwerp.
5. Streep door wat fout is:
Wanneer de voorwerpsafstand gelijk is aan twee keer de brandpuntafstand dan is het beeld groter/kleiner/ even groot als het voorwerp. Men noemt dit een reëel beeld dat groter/kleiner/ even groot is als het voorwerp.
6. Maak de voorwerpsafstand nu kleiner dan de brandpuntafstand. Wat zie je gebeuren?

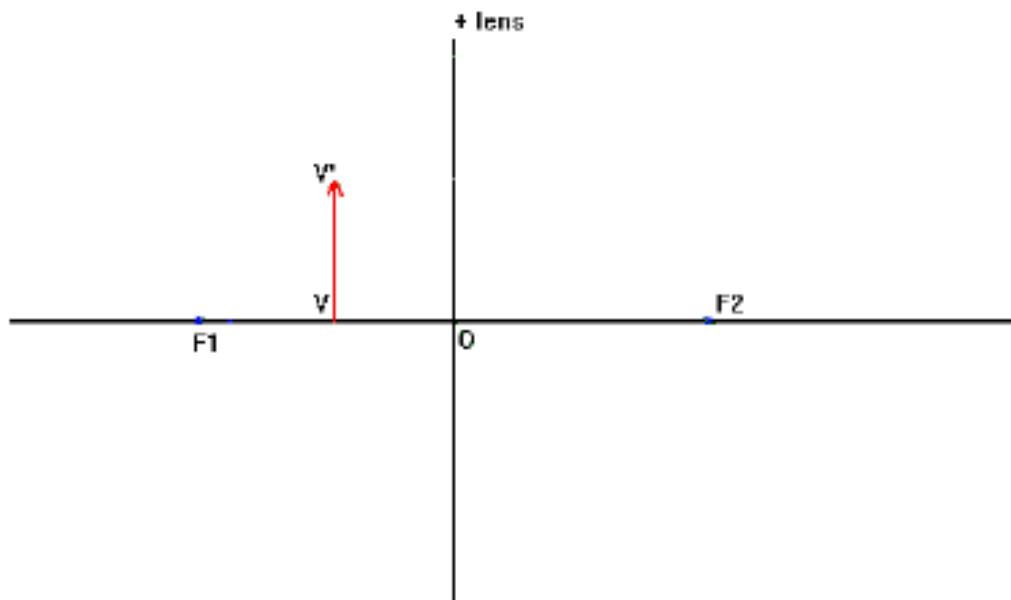
7. Wanneer de voorwerpsafstand kleiner is dan de brandpuntafstand ontstaat er een rechtopstaand, vergroot virtueel beeld. Er ontstaat een beeld aan de kant van de lens waar ook het voorwerp zich bevindt. Dit gebeurt bij een o.a. bij een loep.
Teken hieronder de constructiestralen die er getekend worden bij een virtueel beeld.



8. Wat zijn de overeenkomsten tussen de constructiestralen bij een reëel beeld en een virtueel beeld.

9. Wat zijn de verschillen tussen de constructiestralen bij een reëel beeld en een virtueel beeld?

10. Bepaal in de onderstaande tekening waar het beeld zich bevindt.



11. Wanneer je het beeldpunt, voorwerpspunt of brandpunt van een positieve lens wilt bepalen maak je gebruik van constructie stralen. Beschrijf hoe je de drie constructiestralen opstelt wanneer er een virtueel beeld ontstaat.

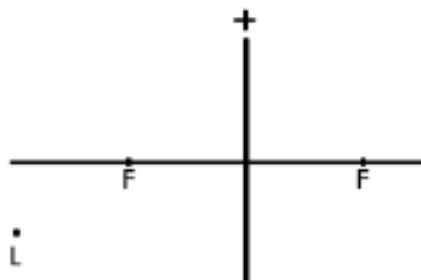
Diagnostische toets §2.2

1. Met behulp van een lens wordt een scherp beeld van een voorwerp op een scherm afgebeeld. Leg uit wat er met het beeld gebeurt wanneer het scherm naar de lens toe wordt verplaatst.

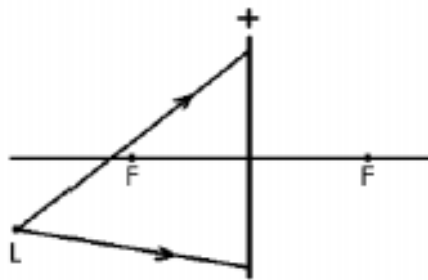
2. In de onderstaande afbeelding zie je een bijzondere lichtstraal die van de punt van het potlood naar het beeld loopt. Geef in de tekening aan waar de lens zich bevindt.
Tip: om de positie van de lens te bepalen moet je een tweede constructiestraal tekenen.



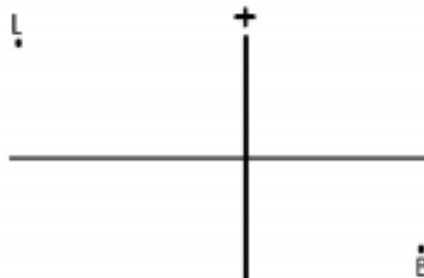
3. In het onderstaande figuur is de plaats van een LED lampje (L) gegeven. Construeer de plaats van het beeldpunt B van het LED lampje door gebruik te maken van constructiestralen.



4. Voer de vorige opgave nogmaals uit.
Teken daarna hoe de getekende lichtstralen door de lens worden gebroken.



5. In het onderstaande figuur is een puntbron L en het bijbehorende beeldpunt B getekend. Construeer het brandpunt van de lens.



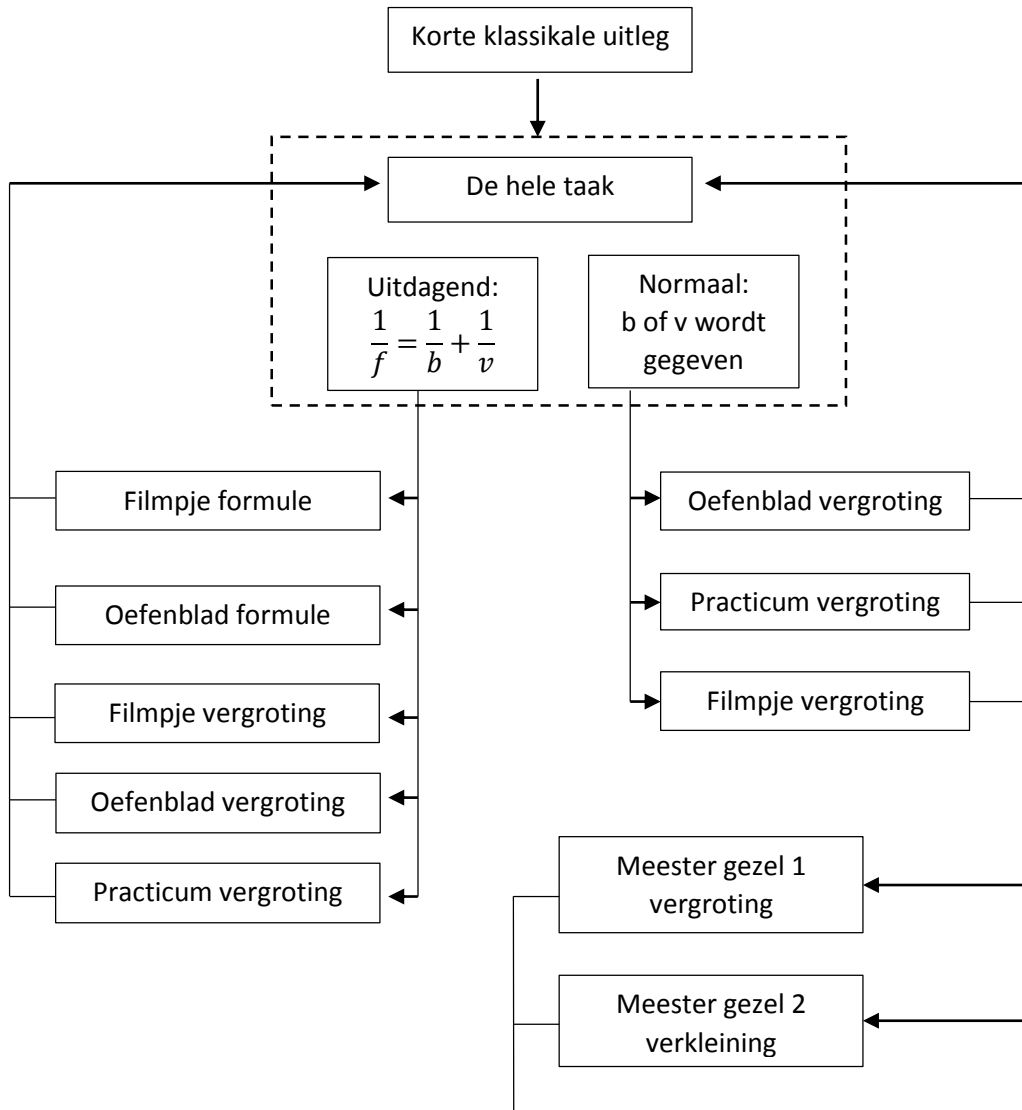
Klaar?! Vraag aan je docent een nakijkblad. Op het nakijkblad kan je zien welke opgaven uit het boek je nog moet maken. Noteer deze opgaven hieronder:

Opgave: _____

Bijlage 1.4.1 – beschrijving opdracht paragraaf 2.3

2.3 Grote en kleine beelden (4 lessen)

Structuur van de opdracht



Korte klassikale uitleg

Achter de lens wordt altijd op een bepaalde plek achter de lens een scherp beeld gevormd. De beeldafstand is afhankelijk van de voorwerpsafstand. Ook de grote van het beeld is afhankelijk van de voorwerpsafstand om een scherp beeld te krijgen. Uitleg over de opdracht, wat wordt er van leerlingen verwacht.

De hele taak

Leerlingen krijgen de opdracht om een miniatuur bioscoop te bouwen. De dia moet op 2 verschillende groottes (zowel vergroting als verkleining) geprojecteerd worden. Leerlingen maken eerst een ontwerp voor een bepaalde grote en mogen deze vervolgens bouwen. Leerlingen moeten in hun ontwerp de berekening laten zien. Wanneer de eerste afmeting gebouwd is laten ze deze aftekenen door de docent.

Leerlingen krijgen van school een dia en een lens. Ze moeten zelf karton of iets dergelijks meenemen om de miniatuur bioscoop echt te bouwen.

Meestergezel vergroting

De vergroting bepalen aan de hand van de afbeelding, hoogte beeld / hoogte voorwerp. Vervolgens een beeldafstand opmeten en de voorwerpsafstand berekenen.



Meestergezel verkleining

De vergroting bepalen aan de hand van de afbeelding, hoogte beeld / hoogte voorwerp. Vervolgens een voorwerpsafstand opmeten en de beeldafstand berekenen.



Bijlage 1.4.2 – hoofdopdracht paragraaf 2.3

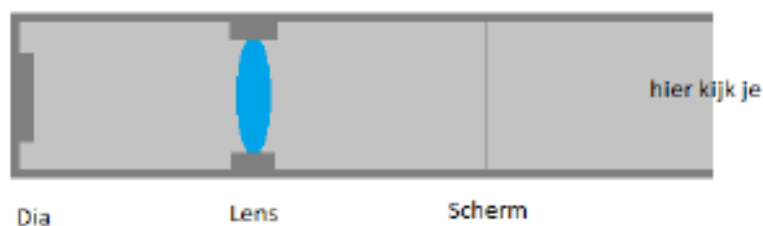
Opdracht 2.3 ‘grote en kleine beelden’

Hoofdopdracht – miniatuur bioscoop bouwen

Het doel

De directeur van de bioscoop (je docent) heeft jou en je collega gevraagd een ontwerp te maken voor een nieuwe zaal in zijn bioscoop. In deze zaal moeten de films op twee formaten getoond worden:

- Formaat 1: De vergroting is 1,58 x (het beeld is 1,58 keer zo groot als het voorwerp, de dia). De voorwerpsafstand is 8,0 cm.
- Formaat 2: De vergroting is 0,538 x. De beeldafstand is 12,65 cm.



Stap 1: Ontwerp maken

Om de directeur te laten zien dat jullie de beste architecten zijn maken jullie eerst een ontwerp van de zaal. Het ontwerp moet aan de volgende eisen voldoen:

- Het ontwerp is een schematische tekening, dus met potlood, van de zaal.
- In het ontwerp zijn de posities van de dia (het voorwerp), de lens en het beeld goed zichtbaar. De lens en het scherm bevinden zich bij de twee formaten waarop de film getoond wordt op verschillende afstanden van de dia. Laat in je tekening duidelijk zien wat de posities van de lens en het scherm zijn bij beide formaten.
- In het ontwerp worden de beeldafstand en voorwerpsafstand voor beide vergrotingen duidelijk aangegeven.
- Berekeningen: bij je ontwerp laat je zien hoe je de beeldafstand en voorwerpsafstand voor beide vergrotingen hebt berekend. Denk daarbij aan het noteren van de formule.

Stap 2: ontwerp goedkeuren

Laat je ontwerp goedkeuren door de directeur.

Stap 3: Maquette maken

Maak een maquette van de zaal om te laten zien hoe het beeld eruit komt te zien. Voor het maken van de maquette krijg je van school een lens en een dia. De overige materialen moet je zelf meenemen. De maquette moet aan de volgende eisen voldoen:

- Op het scherm wordt een scherp beeld met de juiste vergroting afgebeeld.
- De lens en de dia moeten op elk moment in en uit de maquette geschoven kunnen worden, je mag deze dus niet vastplakken.

Stap 4: inleveren

Lever het ontwerp en de maquette in bij je docent.

Deeltaken

De hoofdpdracht is een lastige opdracht, wanneer het niet lukt om deze in één keer op te lossen kan je aan de slag met de volgende deeltaken.

- **Filmpje met uitleg over de vergroting**
Bekijk via de onderstaande link een filmpje waarin uitleg wordt gegeven over de vergroting van het beeld. <https://www.youtube.com/watch?v=RDPGiMQLgFw>
- **Werkblad vergroting**
Door het werkblad leer je wat de invloed van de beeldafstand en de voorwerpsafstand is op de vergroting van het beeld. Daarnaast leer je hoe je de vergroting kan berekenen.

Wanneer je na het doen van de bovenstaande deeltaken nog niet weet hoe je de hoofdpdracht op kan lossen kan je aan je docent vragen om samen met hem/haar een soortgelijke opdracht te doen.

Opdracht 2.3 ‘grote en kleine beelden’

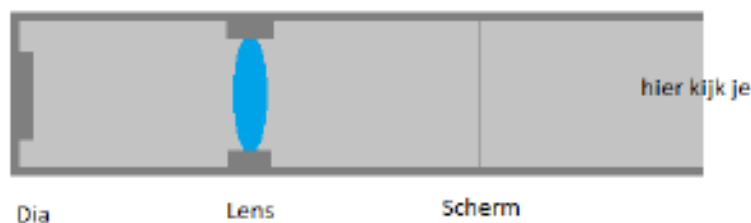
Hoofdopdracht – miniatuur bioscoop bouwen

Het doel

De directeur van de bioscoop (je docent) heeft jou en je collega gevraagd een ontwerp te maken voor een nieuwe zaal in zijn bioscoop. In deze zaal moeten de films op twee formaten getoond worden:

Formaat 1: De vergroting is 1,2 x (het beeld is 1,2 keer zo groot als het voorwerp, de dia).

Formaat 2: De vergroting is 0,5 x.



Stap 1: Ontwerp maken

Om de directeur te laten zien dat jullie de beste architecten zijn maken jullie eerst een ontwerp van de zaal. Het ontwerp moet aan de volgende eisen voldoen:

- Het ontwerp is een schematische tekening, dus met potlood, van de zaal.
- In het ontwerp zijn de posities van de dia (het voorwerp), de lens en het beeld goed zichtbaar. De lens en het scherm bevinden zich bij de twee formaten waarop de film getoond wordt op verschillende afstanden van de dia. Laat in je tekening duidelijk zien wat de posities van de lens en het scherm zijn bij beide formaten.
- In het ontwerp worden de beeldafstand en voorwerpsafstand voor beide vergrotingen duidelijk aangegeven.
- Berekningen: bij je ontwerp laat je zien hoe je de beeldafstand en voorwerpsafstand voor beide vergrotingen hebt berekend. Denk daarbij aan het noteren van de formule.

Stap 2: ontwerp goedkeuren

Laat je ontwerp goedkeuren door de directeur.

Stap 3: Maquette maken

Maak een maquette van de zaal om te laten zien hoe het beeld eruit komt te zien. Voor het maken van de maquette krijg je van school een lens en een dia. De overige materialen moet je zelf meenemen. De maquette moet aan de volgende eisen voldoen:

- Op het scherm wordt een scherp beeld met de juiste vergroting afgebeeld.
- De lens en de dia moeten op elk moment in en uit de maquette geschoven kunnen worden, je mag deze dus niet vastplakken.

Stap 4: inleveren

Lever het ontwerp en de maquette in bij je docent.

Deeltaken

De hoofdopdracht is een lastige opdracht, om deze opdracht tot een goed einde te brengen moet je de lenzenformule ($\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v}$) gebruiken. Je kan de onderstaande deeltaken doen om te leren hoe je deze formule kan gebruiken om uiteindelijk de hoofdopdracht mee op te lossen:

- **Filmpje met uitleg over de lenzenformule.**
Bekijk via de onderstaande link een filmpje waarin uitleg wordt gegeven over de lenzenformule. <https://www.youtube.com/watch?v=GacnSQnasaw>
- **Oefenblad lenzenformule**
Oefenblad waarin je leert op welke manier je de lenzenformule toe kan passen.

Misschien weet je nu wel hoe de lenzenformule werkt maar weet je nog niet hoe je de hoofdopdracht op moet lossen. Dat komt dan waarschijnlijk omdat je nog onvoldoende weet over de vergroting. Je kan de onderstaande deeltaken maken om meer te leren over de vergroting.

- **Filmpje met uitleg over de vergroting**
Bekijk via de onderstaande link een filmpje waarin uitleg wordt gegeven over de vergroting van het beeld. <https://www.youtube.com/watch?v=RDPGiMQLgFw>
- **Werkblad vergroting**
Door het werkblad leer je wat de invloed van de beeldafstand en de voorwerpsafstand is op de vergroting van het beeld. Daarnaast leer je hoe je de vergroting kan berekenen.

Wanneer je na het doen van de bovenstaande deeltaken nog niet weet hoe je de hoofdopdracht op kan lossen kan je aan je docent de normale versie van deze opdracht vragen.

Bijlage 1.4.4 – deeltaak: practicum vergroting



Vergroting	klas 3 naam _____ naam _____
Licht	

pag. 1
proef 3.02
aantal pag: 1

Doel: Het verband tussen de voorwerpsafstand, beeldafstand en de vergroting ontdekken.

Apparatuur : Lichtbron op optische rails, meetlat, geodriehoek, dia en een projectiescherm

Metingen:

Op de optische rails staan een lampje, een dia en een projectiescherm. Zet de dia ergens op de rails neer. Beweeg daarna met het scherm heen en weer, totdat je een scherp beeld krijgt.

Vul in de tabel hiernaast het volgende in:

- Hoe lang is het plaatje op de dia
- Hoe lang is het plaatje op het scherm
- Hoe ver staat de dia van de lens
- Hoe ver staat het scherm van de lens

	Lengte dia	Lengte beeld op scherm	Afstand dia-lens	Afstand lens-scherm
Meting 1				
Meting 2				
Meting 3				
Meting 4				

Verplaats de dia en beweeg het scherm op nieuw heen en weer, totdat je een scherp beeld krijgt. Herhaal dit nog twee keer.

Verwerking:

Bereken voor alle vier de metingen de vergroting van het plaatje door de lengte van het plaatje op het scherm te delen door de lengte van de dia ($N = \text{lengte beeld} / \text{lengte dia}$). Noteer de vergroting in de tabel hiernaast.

	Lengte beeld / lengte dia	Beeldafstand / voorwerpsafstand
Meting 1		
Meting 2		
Meting 3		
Meting 4		

Daarna maak je voor elke meting een berekening waarin je het volgende doet: Deel de beeldafstand door de voorwerpsafstand.

Vergelijk de getallen die je hieruit krijgt. Geven ze hetzelfde getal? Op welke twee manieren kan je de vergroting berekenen?

Oefenblad vergroting

Theorie

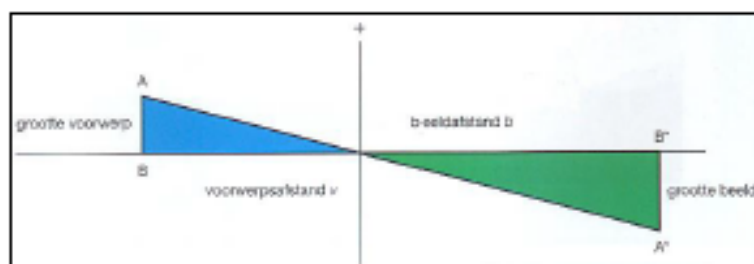
Als jouw docent iets staat uit te leggen met het bord gebruikt hij of zij een beamer. De beamer vergroot het beeld zodat het past op het bord. De lens die gekozen is, zorgt ervoor het beeld precies past. Een ander voorbeeld is een bezoekje aan de bioscoop. Je kijkt naar een groot scherm. Hier is weer een andere lens gekozen om het voorwerp uit te vergroten.

De **vergroting (N)** waarover gesproken wordt, is een nieuw begrip. De vergroting geeft aan hoeveel keer zo groot het beeld is als het voorwerp. Vergroting is in zekere zin een bijzondere grootte. Hij heeft namelijk geen eenheid. Een vergroting van 2 betekent dat het beeld 2x zo groot is als het voorwerp.

De formule voor de vergroting luidt:
$$N = \frac{\text{grootte van het beeld}}{\text{grootte van het voorwerp}}$$

Er zijn verschillende situaties mogelijk: een vergroting, een verkleining, maar ook een beeld dat precies even groot is als het voorwerp. Bij een beeld dat groter is dan het voorwerp, is de vergroting groter dan 1. Bij een gelijke grootte van beeld en voorwerp is de vergroting precies 1 en bij een kleiner beeld dan voorwerp hoort een vergroting van minder dan 1. Een vergroting van 0,5 is dus een verkleining van 2x; het beeld is 2x zo klein als het voorwerp.

Behalve het berekenen van de vergroting met de groottes van beeld en voorwerp, is het ook mogelijk om te rekenen met de beeldafstand en voorwerpsafstand. Dit lijkt in eerste opzicht vreemd, maar met een klein beetje wiskunde kun je in figuur 1 zien dat de groene en blauwe driehoek gelijkvormig zijn. Dan geldt dus dat de verhoudingen gelijk zijn.



Figuur 1: De verschillende verhoudingen.

De nieuwe formule wordt dan:
$$N = \frac{\text{beeldafstand}}{\text{voorwerpsafstand}}$$
 of in symbolen
$$N = \frac{b}{v}$$

Opgaven

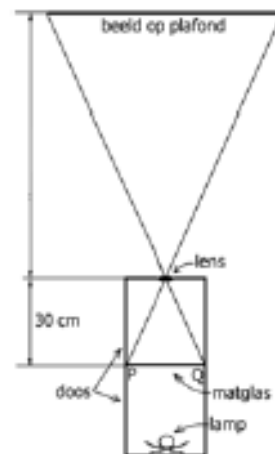
1. Vul de lege vakken in de tabel in.

b (m)	v (m)	N
0,5	0,5	1,0
0,1		5
	0,2	6,5
0,05		0,3
7	0,07	
	1,75	0,01
0,35		1,75

2. Zoë laat met een beamer foto's zien. De dia is 2 cm hoog. Het beeld is 2,3 meter hoog.
- Bereken de vergroting.
 - Bereken de voorwerpsafstand als de beeldafstand 2,5 meter is.
3. Je staat op 20 meter afstand van een 13 meter hoge boom. De beeldafstand van je fotocamera is 0,5 cm. Bereken de hoogte van het beeld.
4. De beamer van het bord vergroot 90x. Het beeldje in de beamer voor de lens is een rechthoekje van 2,0 cm bij 3,0 cm. Bereken de beeldafstand als de voorwerpsafstand 2 meter is.

5. In de afbeelding hiernaast is een langwerpige doos getekend die aan de binnenkant volledig zwart geverfd is. Onderin de doos bevindt zich een lamp en op een halve hoogte een plaat van matglas. Bovenin de doos is een gat gemaakt waarin een bolle lens gemonteerd is. Op het matglas is met zwarte viltstift een tekening gemaakt. Het beeld van de tekening wordt op het plafond scherp afgebeeld. In de afbeelding zijn enkele maten gegeven.

- Bepaal de vergroting. Gebruik hiervoor een geodriehoek of liniaal.
- Bepaal de beeldafstand.



De lenzenformule

Theorie

Bij een gegeven lens hoort bij elk voorwerpspunt een beeldpunt. In de vorige paragraaf hebben we de plaats van het beeldpunt met behulp van de constructiestralen geconstrueerd. De beeldafstand b kan echter ook berekend worden als de brandpuntsafstand f en de voorwerpsafstand v gegeven zijn. Dit gebeurt met de door onze landgenoot Christiaan Huygens (1629 – 1695) afgeleide lenzenformule die het verband tussen f , v en b geeft.

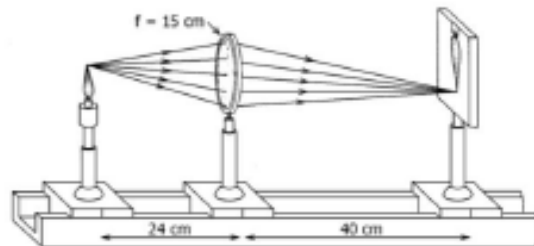
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v}$$

Opmerkingen

1. De eenheden van v , b en f moeten gelijk zijn. Dus bijvoorbeeld alle drie in cm.
2. In de lenzenformule komen v en b op precies dezelfde manier voor. De formule verandert dus niet als v en b worden verwisseld. Dit klopt met het feit dat lichtstralen omkeerbaar zijn.

Rekenvoorbeeld 1

Een vlam bevindt zich 24 cm voor een bolle lens. Deze lens heeft een brandpuntsafstand van 15 cm. Voorbij de lens is de vlam scherp geprojecteerd op een scherm. Zie de figuur hiernaast. Hierin zijn alleen de lichtstralen getekend die horen bij het bovenste voorwerpspunt.



Hieronder is aangegeven hoe de beeldafstand berekend kan worden.

gegeven: $v = + 24 \text{ cm}$

$f = + 15 \text{ cm}$

gevraagd: b

$$\text{oplossing: } \frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v} \quad \frac{1}{15} = \frac{1}{b} + \frac{1}{24} \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{15} - \frac{1}{24} = 0,025 \quad b = \frac{1}{0,025} = 40 \text{ cm}$$

Opgaven lenzenwet

1. Op een afstand van 3,0 dm staat een voorwerp. Het beeld moet op 800 mm afstand van de lens op een scherm vallen. Bereken welke brandpuntsafstand de lens moet hebben die je gaat kiezen. Bereken daarna ook de lenssterkte van je gekozen lens.
2. Een lens heeft een brandpuntsafstand van 1,0 dm. Een beeld wordt gevormd op een scherm dat op 50 cm afstand staat. Bereken waar het voorwerp staat.
3. Een voorwerp dat 2,0 cm groot is, is voor een lens geplaatst met een brandpuntsafstand van 2,5 cm. Het voorwerp staat 50 mm van de lens af. Bereken de beeldafstand.

Voorbeeld: lenzenwet combineren met vergroting

Voorbeeld 1:

Erik heeft een lens met een brandpuntsafstand van 10 cm. Hij gebruikt deze lens om een dia op de muur af te beelden. Hoe groot is de voorwerpsafstand als de vergroting van het beeld 3 is.

Het beeld is drie keer zo groot als het voorwerp dus de beeldafstand is ook drie keer zo groot als de voorwerpsafstand: $b = 3v$.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v} \qquad \frac{1}{f} = \frac{1}{3v} + \frac{1}{v} = \frac{1}{3v} + \frac{3}{3v} = \frac{4}{3v}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{4}{3v} \qquad \frac{1}{10} = \frac{4}{3v} \qquad \frac{1v}{10} = \frac{4}{3} \qquad v = \frac{4}{3} \cdot 10 = 13,3 \text{ cm}$$

Voorbeeld 2:

Dyan heeft een lens met een brandpuntsafstand van 6 cm. Hij gebruikt deze lens om een dia op de muur af te beelden. Hoe groot is de beeldafstand als de vergroting van het beeld 4 is.

Het beeld is vier keer zo groot als het voorwerp dus de beeldafstand is ook vier keer zo groot als de voorwerpsafstand: $b = 4v$ of $v = 0,25b$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v} \qquad \frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{0,25b} = \frac{1}{b} + \frac{4}{b} = \frac{5}{b}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5}{b} \qquad \frac{1}{6} = \frac{5}{b} \qquad \frac{b}{6} = 5 \qquad b = 6 \cdot 5 = 30 \text{ cm}$$

Diagnostische toets §2.3

1. De beamer is niet goed afgesteld waardoor het beeld op het bord te groot is. Leg uit in welke richting de lens verplaatst moet worden om het beeld te verkleinen. Naar het bord (beeld) toe of van het bord (beeld) af?

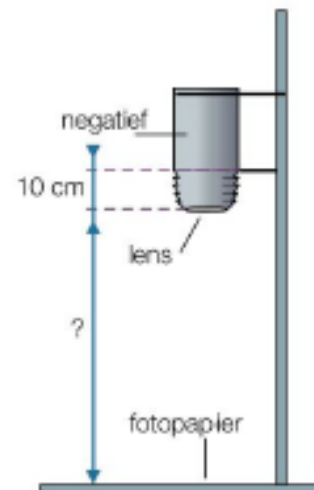
2. Vergrotingsfactor

- a. Een dia wordt met behulp van een projector op de muur geprojecteerd. De dia is 2 bij 2 cm. Het beeld is 1,5 bij 1,5 meter. Bereken de vergroting.

- b. Lara wordt gefotografeerd. In werkelijkheid is Lara 1,60 m op de foto is ze 12 cm. Bereken de vergroting.

3. In een donkere kamer moet een afdruk van een fotonegatief worden gemaakt. Dit wordt schematisch weergegeven in de afbeelding hiernaast, de afbeelding is niet op schaal. Het negatief is 3 cm lang en 4 cm breed. De foto moet 15 x 20 cm worden. In het vergrotingsapparaat is de afstand van het negatief tot de lens precies 10 cm.

Bereken de beeldafstand.



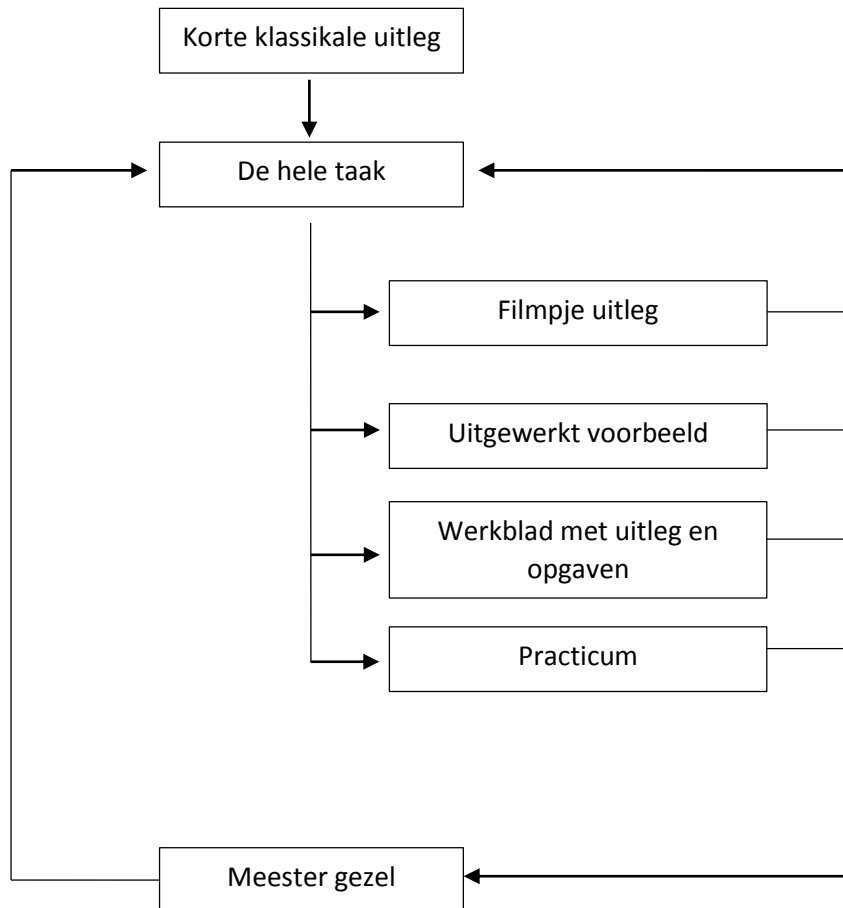
Klaar?! Vraag aan je docent een nakijkblad. Op het nakijkblad kan je zien welke opgaven uit het boek je nog moet maken. Noteer deze opgaven hieronder:

Opgave: _____

Bijlage 1.5.1 – beschrijving opdracht paragraaf 2.5

2.5 Lichtbreking (3 lessen)

Structuur van de opdracht



Korte klassikale opstart

Leerlingen verwonderen. Demoproef: muntstuk in een kopje + filmpje fles:

<https://www.youtube.com/watch?v=pyZQVIpeoIU>

Wanneer treedt buiging van de normaal af op en wanneer buiging naar de normaal toe. Vervolgens uitleg geven over de opdracht, wat wordt er van leerlingen verwacht.

Hoofdopdracht

Leg aan de hand van lichtbreking uit waarom een bolle lens een convergerende werking heeft en een holle lens een divergerende werking. Onderbouw je uitleg met een afbeelding.

Meester gezel

Els kijkt door een glazen lens naar een vlieg. Waar bevindt de vlieg zich wanneer Els de vlieg ziet op de plaats waar de vlieg in te tekening is getekend.

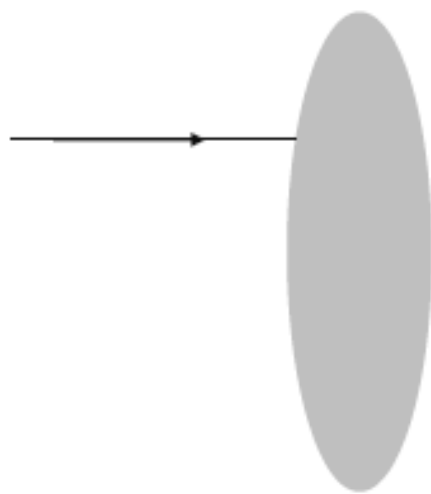


Opdracht 2.5 'Breking van licht'

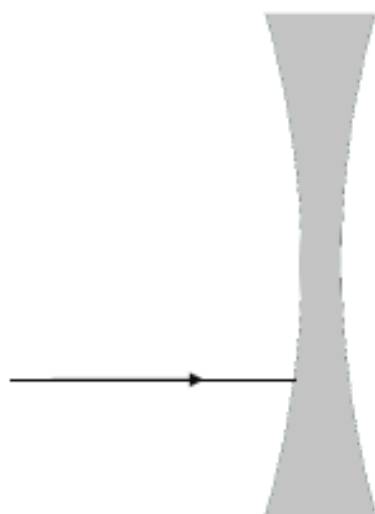
Hoofdopdracht - bolle en holle lenzen

Waarom heeft een bolle lens een convergerende werking en een holle lens een divergerende werking?

1. Hieronder is een glazen bolle lens afgebeeld. Teken hoe de lichtstraal die op de lens valt verder gaat. Maak gebruik van figuur 120 in je boek.



2. Hieronder is een holle lens van flintglas afgebeeld. Teken hoe de lichtstraal die op de lens valt verder gaat. Maak gebruik van figuur 120 in je boek.



3. Leg uit waarom een bolle lens een convergerende werking heeft en een holle lens een divergerende werking. Onderbouw je uitleg met een afbeelding.

Deeltaken

De hoofdopdracht is een lastige opdracht, wanneer het niet lukt om deze in één keer op te lossen kan je aan de slag met één of meer van de onderstaande deeltaken.

- **Filmpje 1 uitleg lichtbreking**
In dit filmpje worden voorbeelden van lichtbreking gegeven, waarom treed lichtbreking op en hoe zorgt lichtbreking ervoor dat een bolle lens een convergerende werking heeft: <https://www.youtube.com/watch?v=ObouJQFWpZY>
- **Filmpje 2 uitleg lichtbreking**
In dit filmpje worden de vragen beantwoord: Wat is de hoek van inval? Wat is de hoek van breking? Wat is breking naar de normaal en wanneer treed het op? <https://www.youtube.com/watch?v=bzdvyuuFe0p8>
- **Uitgewerkt voorbeeld**
Een voorbeeld waarin stap voor stap het vervolg van een lichtstraal op een bol grensvlak wordt bepaald. Hoe meet je de hoek van inval en de hoek van breking? Hoe bepaal je de hoek van breking?
- **Werkblad lichtbreking**
Een werkblad met uitleg en oefenopgaven over lichtbreking.
- **Practicum lichtbreking**
In dit practicum zie je hoe een lichtstraal door een halfronde lens wordt gebroken. Je leert om de hoek van inval, de hoek van breking op te meten en gebruik te maken van de grafiek in figuur 120.

Wanneer je na het doen van de bovenstaande deeltaken nog niet weet hoe je de hoofdopdracht op kan lossen kan je aan je docent vragen om samen met hem/haar een soortgelijke opdracht te doen.

Bijlage 1.5.3 – deeltaak: practicum lichtbreking



Lichtbreking	klas 3
	naam _____
	naam _____

pag: 1
proef 3.03
aantal pag: 2

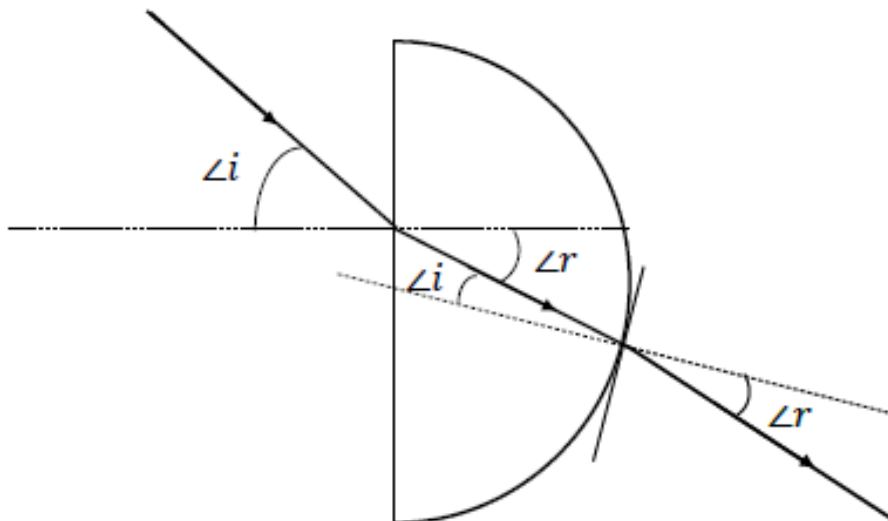
Doel: Ontdekken wat er gebeurt met een lichtstraal wanneer deze onder een bepaalde hoek op een halfronde perspex lens valt.

Apparatuur : Lichtkastje waar 1 lichtstraal uitkomt, halfronde perspex lens, geodriehoek of gradenboog.

Metingen:

1. Teken op de achterzijde van dit blad de omtrek van de halfronde perspex lens. Doe dit door de rechte zijde van de lens tegen de verticale lijn aan te leggen. Leg de bovenkant van de lens tegen de bovenkant van de verticale lijn.

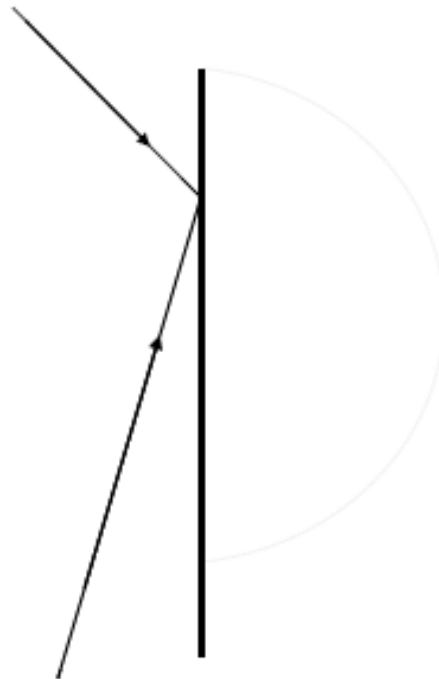
In de afbeelding hieronder is halfronde lens afgebeeld. Op de lens valt een lichtstraal (links). De stippelijntje loodrecht op het grensvlak (overgang van de ene naar een andere stof) is de normaal. De hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal is de hoek van inval (hoek i). Hoek tussen de lichtstraal na breking en de normaal is de hoek van breking (hoek r). Je ziet in de afbeelding dat de lichtstraal op elk grensvlak breekt, in de afbeelding is dat twee keer. Wanneer de lichtstraal van lucht naar perspex gaat en wanneer de lichtstraal weer van perspex naar lucht gaat.



2. In de afbeelding op de achterzijde van deze pagina vallen twee lichtstralen op de rechte zijde van de lens. Laat een lichtstraal vanuit het lichtkastje over één van de getekende lichtstralen op de lens vallen en teken het verder verloop van de lichtstraal. Doe dit vervolgens ook bij de tweede getekende lichtstraal.

Lichtbreking	klas 3
	naam _____
	naam _____

Teken hier de omtrek van de halfronde lens en het verdere verloop van de lichtstralen. Als voorbeeld is in heel licht grijs een omtrek van een halfronde lens getekend.



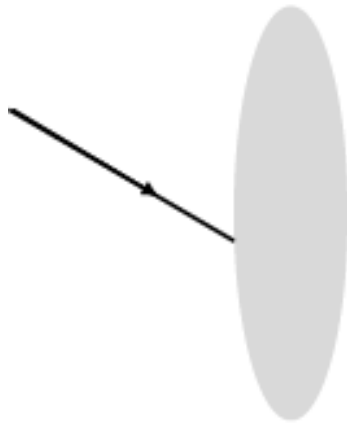
3. In de bovenstaande tekeningen heb je twee lichtstralen aan de bolle kant van de lens getekend. Laat een lichtstraal vanuit het lichtkastje over één van deze getekende lichtstralen op de bolle kant van de lens vallen. Laat de lichtstraal vervolgens over de andere getekende lichtstraal op de bolle kant van de lens vallen. Wat valt je op? Geef een verklaring voor wat je ziet.

Verwerking

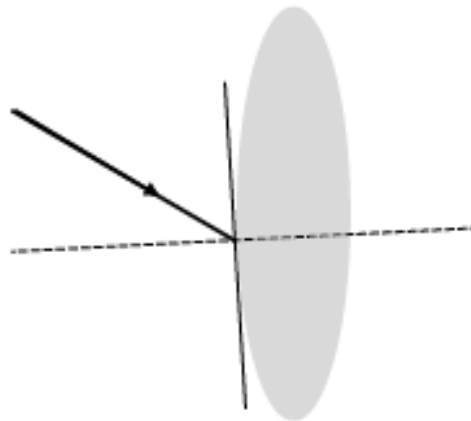
- Geef in de tekening de grote van de hoeken van inval en hoeken van breking aan.
- Perspex breekt licht bijna hetzelfde als glas, de afwijking tussen glas en perspex is maximaal 1° . Controleer met behulp van de grafiek in figuur 120 in je boek of je de hoek van inval en de hoek van breking goed hebt opgemeten.

Voorbeeldopgave lichtbreking

Hoe gaat de lichtstraal verder?

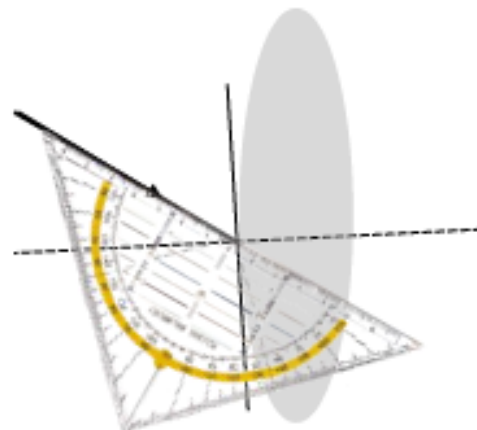


Stap 1: de normaal tekenen



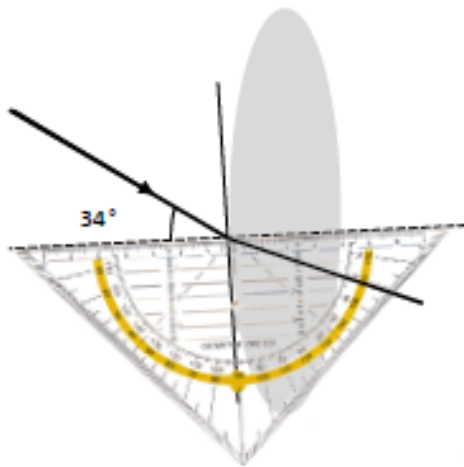
De normaal is een lijn loodrecht op het oppervlak waarop de lichtstraal invalt, deze teken je als stippellijn. Omdat het oppervlak bol is kan je eerst een hulplijn evenwijdig aan het oppervlak tekenen.

Stap 2: de hoek van inval meten



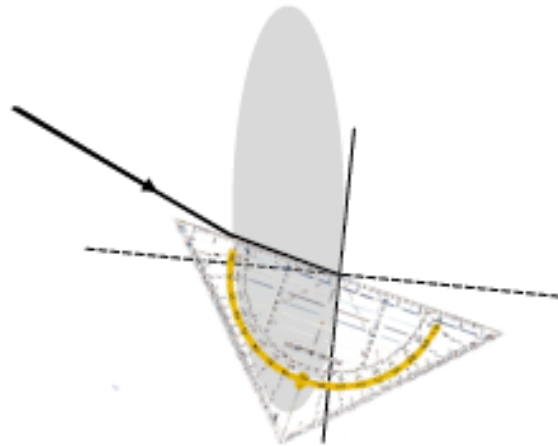
De hoek van inval is 34°

Stap 3: de hoek van breking bepalen



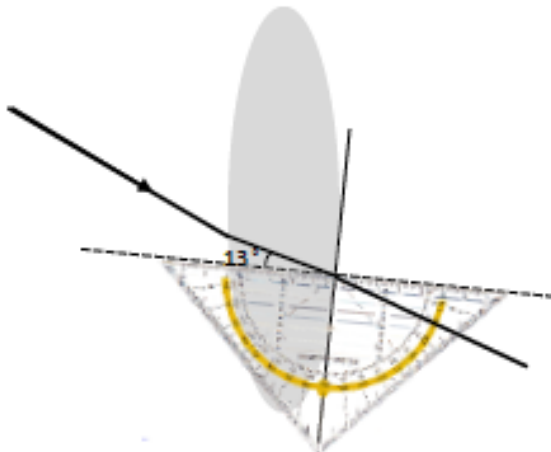
In figuur 120 in je boek kan je aflezen wat de hoek van breking is. Bij een hoek van 34 graden in lucht hoort een hoek van 21 graden in glas.

Stap 4: de hoek van inval bepalen



Wanneer de lichtstraal van glas naar lucht gaat breekt de lichtstraal. De hoek van inval is 13°.

Stap 5: de hoek van breking bepalen



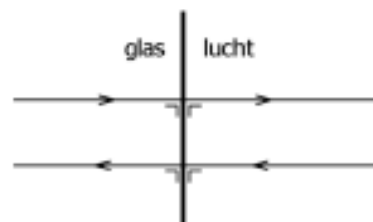
Werkblad lichtbreking

Lichtbreking

Als een lichtstraal het grensvlak tussen lucht en water passeert, zal de lichtstraal in het algemeen van richting veranderen. Zie de figuur hiernaast. Dit geldt niet alleen als licht van lucht naar water gaat maar ook omgekeerd van water naar lucht. Dit verschijnsel heet lichtbreking.



Op deze manier maakt lichtbreking aan het wateroppervlak het moeilijk om een vis met een speer te vangen. Boven het wateroppervlak lijkt een vis namelijk hoger te zwemmen dan hij in werkelijkheid doet. Ervaren jagers houden daar rekening mee.



Loodrechte inval

Wanneer een lichtstraal loodrecht op het grensvlak valt gaat deze lichtstraal altijd rechtdoor, er treed dan dus geen breking op.

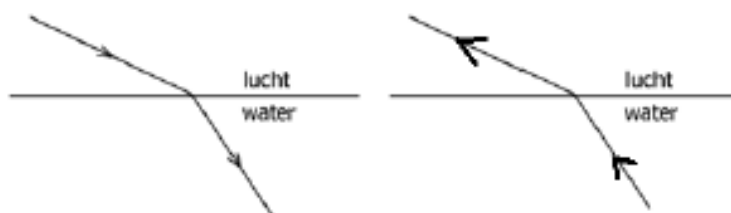
Normaal, hoek van inval en hoek van breking

Onder de normaal verstaan we de denkbeeldige lijn die loodrecht op het grensvlak staat. De normaal wordt getekend als een stippelijijn zoals in het linker figuur hiernaast. De hoek van inval (symbool i) is de hoek tussen de invallende lichtstraal en de normaal. De hoek van breking (symbool r) is de hoek tussen de doorgaande straal en de normaal. De letter r is afkomstig van het woord refractie wat breking betekent. Zie het rechter figuur hiernaast.



Lichtstralen zijn omkeerbaar

Een eigenschap van licht is dat de lichtstralen omkeerbaar zijn. Dat wil zeggen dat wanneer een lichtstraal de andere kant op zou gaan het dezelfde weg neemt, zie onderstaande afbeelding.



Opgaven

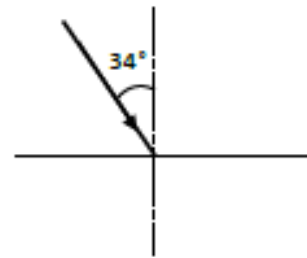
Kijk een opgave steeds direct na het maken van de opgave na!

1. Aflezen grafiek figuur 120

In de afbeelding hiernaast zie je een lichtstraal die onder een hoek van 34 graden op een grensvlak van twee verschillende stoffen valt.

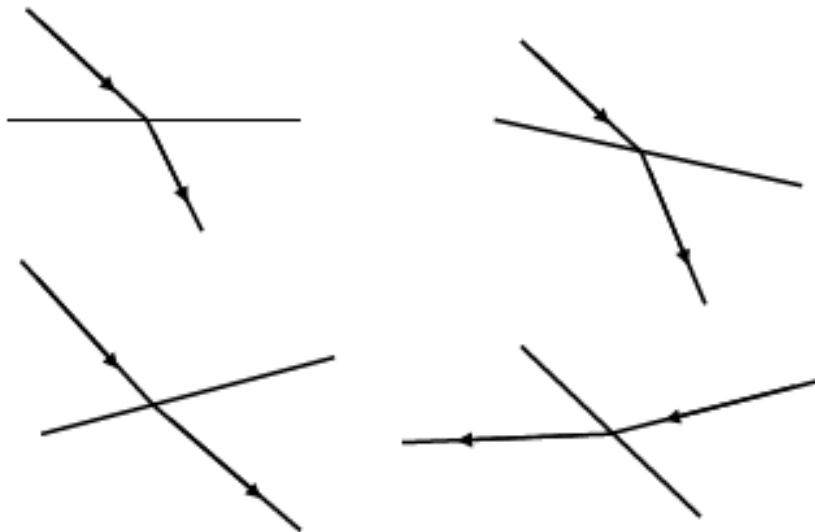
Hoe groot is de hoek van breking als de lichtstraal...

- van lucht naar glas gaat?
- van lucht naar water gaat?
- van glas naar lucht gaat?
- van water naar lucht gaat?



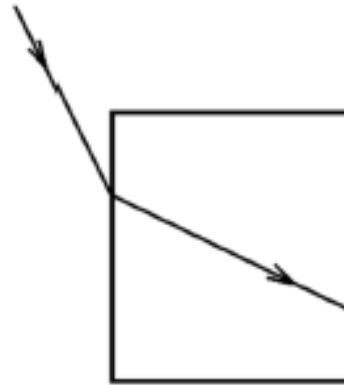
2. In de volgende figuren breekt een lichtstraal bij het grensvlak tussen lucht en een doorzichtige stof (glas of water).

- Teken in elk figuur de normaal. Bepaal daarna met een geodriehoek de hoek van inval en de hoek van breking (in elk figuur).
- Noteer boven en onder het grensvlak welke stof zich daar bevindt, lucht, glas of water (in elk figuur). Maak gebruik van de grafiek in figuur 120 op pagina 132 van je tekstboek.

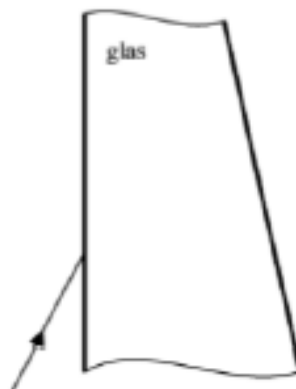


3. Een lichtstraal loopt door een dikke plaat van een doorzichtige stof. Zie de figuur hiernaast. In de figuur is de lichtstraal die uit de plaat komt niet getekend. De twee grensvlakken waar breking plaatsvindt zijn evenwijdig.

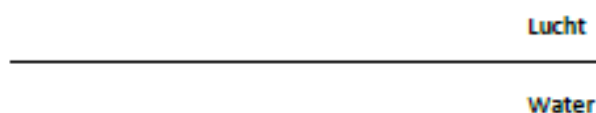
- Bepaal met een geodriehoek de hoek van inval en de hoek van breking bij het linker grensvlak. Teken daarvoor eerst de normaal.
- Hoe groot zijn de hoek van inval en de hoek van breking in het rechter grensvlak?
Tip lichtstralen zijn omkeerbaar!
- Teken de lichtstraal die uit de plaat komt.



4. In de figuur hiernaast valt een lichtstraal op een dikke glasplaat. De hoek van inval bedraagt 60° . Bepaal en teken het verder verloop van de lichtstraal.



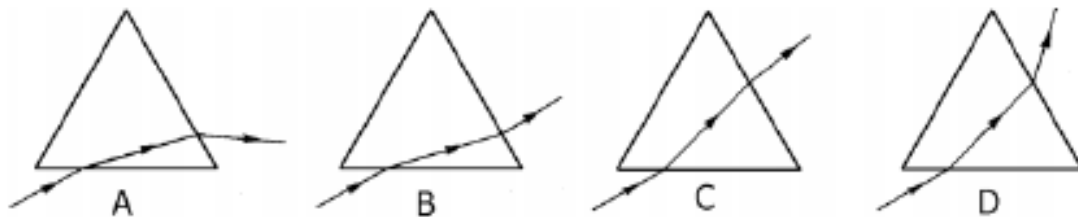
5. Een lichtstraal valt vanuit de lucht het water. De hoek van inval is 50° . Teken in het figuur hieronder de invallende en gebroken lichtstraal.



Diagnostische toets §2.5

1. In welke van de onderstaande figuren is de loop van de lichtstraal vanuit lucht door een perspex prisma het best getekend?

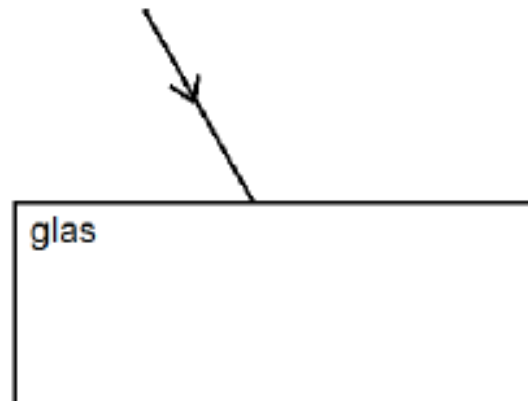
Tip: teken eerst de normalen op de oppervlakken.



2. Een lichtstraal valt op een recht stuk doorzichtig plastic. Hoe gaat de lichtstraal verder als het weer uit het plastic komt?



3. In de figuur hiernaast valt een lichtstraal op een glazen blokje. Teken hoe de lichtstraal verder gaat. Gebruik daarbij figuur 120 in je boek.



Klaar?! Vraag aan je docent een nakijkblad. Op het nakijkblad kan je zien welke opgaven uit het boek je nog moet maken. Noteer deze opgaven hieronder:

Opgave: _____

Bijlage 2.1.1 – voorkennistoets paragraaf 4.1

Naam: _____

Klas: _____

Voorkennistoets § 4.1 'snelheid'

1. Eenheden omrekenen

- | | |
|---------------------|------------------------|
| a. 15 m = km | d. 15 min = h |
| b. 50 ms = s | e. 5 km/h = m/s |
| c. 3000 s = h | f. 60 m/s = km/h |

2. Rekenen met de formule $v = s/t$

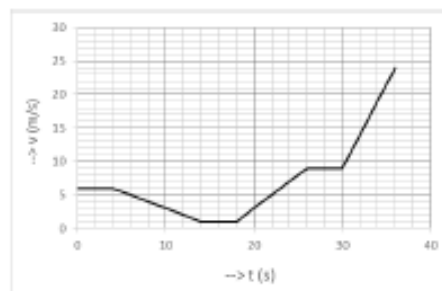
- a. Een schaatser rijdt de 500 m in 40 s. Bereken haar gemiddelde snelheid in m/s.

- b. Een fietser heeft 72 km gefietst met een gemiddelde snelheid van 32 km/h. Bereken hoeveel uur de fietser gefietst heeft.

- c. Een hardlooper heeft 47,6 seconden gerend met een gemiddelde snelheid van 30 km/h. Bereken de afstand die de hardlooper heeft afgelegd.

3. v,t- diagram

In een afbeelding hiernaast zie je een v,t- diagram waarin de beweging van een auto is weergegeven.



- a. Op welke tijdstippen is de snelheid van de auto constant?

- b. Op welke tijdstippen neemt de snelheid van de auto af?

- c. De snelheid van de auto neemt twee keer toe. Leg uit op welke tijdstippen de snelheid van de auto het sterkst toeneemt?

Bijlage 2.1.2 – advies voor leerlingen

_____ ik raad je aan om de aangekruiste opdrachten te maken.
Mocht je zelf liever moeilijkere of juist makkelijkere opgaven maken dan ben je vrij om die keuze te maken. Van elk onderdeel moet je in ieder geval één van de aan te kruizen hokjes maken.

ONDERDEEL 1: OEFENEN MET HET OMREKENEN VAN EENHEDEN

- Opgavenblad eenheden omrekenen maken.
- Opgavenblad eenheden omrekenen overslaan.

ONDERDEEL 2: V,T-DIAGRAM

- Maak opgave 1, 2, 3, 4 en 12 uit je boek (pagina 198).
- Opgavenblad v,t-diagram uitdagende versie.

ONDERDEEL 3: REKENEN MET SNELHEID

- Opgavenblad rekenen met snelheid (net iets makkelijker dan de opgaven in het boek).
- Maak opgave 5, 7 t/m 11, 13, 14 en 15 uit je boek (pagina 200).
- Opgavenblad rekenen met snelheid uitdagende versie.

Opgavenblad eenheden omrekenen

Voorvoegsels

Vaak maakt men een eenheid groter of kleiner door er een voorvoegsel voor te plaatsen. Zo is kilometer (afgekort km) hetzelfde als duizend meter. En is millimeter (afgekort mm) gelijk aan een duizendste meter. De belangrijkste voorvoegsels staan in de tabel hiernaast weergegeven.

Naam voorvoegsel	symbool	Betekenis in woorden	Betekenis in cijfers
mega	M	miljoen	1.000.000
kilo	k	duizend	1000
deci	d	tiende	$\frac{1}{10}$
centi	c	honderdste	$\frac{1}{100}$
milli	m	duizendste	$\frac{1}{1000}$

Opgave 1 – rekenen met voorvoegsel

- | | |
|--------------------|----------------------|
| a. 50 m = km | f. 0,20 m = mm |
| b. 50 m = dm | g. 2 ms = s |
| c. 50 m = cm | h. 20 dm = m |
| d. 50 m = mm | i. 2 km = m |
| e. 37 cm = m | |

Tijd

De tijd wordt uitgedrukt in drie verschillende eenheden: seconde, minuut en uur.

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$$

Opgave 2 – tijd

- | | |
|---------------------|----------------------|
| a. 30 min = h | e. 280 s = min |
| b. 15 min = h | f. 5 min = s |
| c. 10 min = h | g. 0,8 min = s |
| d. 40 s = min | h. 700 s = h |

Snelheid: omrekenen van m/s naar km/h

Voor snelheid wordt zowel de eenheid m/s als km/h gebruikt. Om deze eenheden om te kunnen rekenen moet je weten dat:

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$$

Bij een snelheid van 3 m/s redeneer je als volgt: als je in 1 seconde 3 meter aflegt, leg je (met dezelfde snelheid) in 1 uur 3600 x zoveel meters af. Dat is dus $3600 \times 3 = 10800 \text{ m}$ oftewel 10,8 km. Met andere woorden: als je in 1 seconde 3 meter aflegt, dan leg je in 1 uur 10,8 km af. Een snelheid van 3 m/s komt dus overeen met 10,8 km/h.

Opgave 3 – snelheid

- a. 5 m/s = m/min
- b. 5 m/s = m/h
- c. 5 m/s = km/h
- d. 36 km/h = m/h
- e. 36 km/h = m/s
- f. 10 km/h = m/s
- g. 11 m/s = km/h
- h. 20 m/s = km/h

Antwoorden

Opgave 1 – rekenen met voorvoegsel

- a. 50 m = 0,05 km
- b. 50 m = 500 dm
- c. 50 m = 5000 cm
- d. 50 m = 50.000 mm
- e. 37 cm = 0,37 m
- f. 0,20 m = 200 mm
- g. 2 ms = 0,002 s
- h. 20 dm = 2 m
- i. 2 km = 2000 m

Opgave 2 – tijd

- a. 30 min = 0,5 h
- b. 15 min = 0,25 h
- c. 10 min = 0,167 h
- d. 40 s = 0,67 min
- e. 280 s = 4,67 min
- f. 5 min = 300 s
- g. 0,8 min = 48 s
- h. 700 s = 0,19 h

Opgave 3 – snelheid

- i. 5 m/s = 300 m/min
- j. 5 m/s = 18.000 m/h
- k. 5 m/s = 18 km/h
- l. 36 km/h = 36.000 m/h
- m. 36 km/h = 10 m/s
- n. 10 km/h = 2,8 m/s
- o. 11 m/s = 39,6 km/h
- p. 20 m/s = 72 km/h

Bijlage 2.1.4 – Opgavenblad rekenen met snelheid ‘makkelijk’

Opgavenblad rekenen met snelheid

Net iets makkelijker dan de opgaven in het boek.

Lees het onderdeel beheersen op pagina 199 en 200 van je boek.

1. Maak opgave 5, 6 en 7 (pagina 200) uit je boek.
2. Je fietst met een snelheid van ongeveer 5 m/s naar school. Je woont op een afstand van 5,5 km van je school.
 - a. Bereken de afstand naar school in kilometers om naar de afstand in meters.
 - b. Bereken hoe lang je bij een constante snelheid van 5 m/s over die rit doet. Geef antwoord in minuten en seconden.
 - c. Reken de snelheid om naar km/h.
 - d. Leg uit waardoor je gemiddelde snelheid lager is dan je topsnelheid.
3. Wout wandelt met een gemiddelde snelheid van 6 km/h.
 - a. Bereken de afstand die Wout in een half uur aflegt.
 - b. Bereken de afstand die Wout in 10 minuten aflegt.
 - c. Bereken de afstand die Wout in 12 minuten aflegt.
 - d. Bereken de afstand die wout in 1200 s aflegt.
4. Bij een flitspaal wordt de snelheid gemeten over een afstand van 6,0 m. Hoe lang een voertuig erover doet om die afstand af te leggen wordt de passeertijd genoemd.
 - a. Bereken de passeertijd van een auto die met een snelheid van 24 m/s langs de flitspaal rijdt.

De flitspaal neemt een foto wanneer de snelheid van het passerende voertuig hoger is dan 130 km/h.

 - b. Bereken vanaf welke passeertijd de flitspaal een foto maakt. Geef je antwoord in seconden.
5. De treinreis van Maastricht naar Groningen duurt 4 uur en 15 minuten. De gemiddelde snelheid is dan 74 km/h.
 - a. Bereken de afstand van Maastricht naar Groningen.

Met de auto ben je 1 uur en 5 minuten sneller. Ga ervanuit dat de afstand voor de auto en de trein dezelfde zijn.

- b. Bereken de gemiddelde snelheid van de auto.

6. Op 25 september 2011 won Patrick Makau de marathon van Berlijn in 2 h 03 m 38 s. Daarmee verbeterde hij het fameuze wereldrecord van Haile Gebrselassie, die er drie jaar eerder in Berlijn 21 seconden langer over deed. De marathon gaat over een afstand van 42,195 km.

- a. Bereken de tijd van Patrick Makau in seconden.
- b. Bereken de gemiddelde snelheid van Patrick Makau tijdens deze race in m/s.

De gemiddelde snelheid van Haile Gebrselassie tijdens zijn race bedroeg 20,42 km/h. Neem aan dat de snelheid tijdens de race constant was.

- c. Bereken hoeveel seconden Patrick Makau sneller was dan Haile Gebrselassie drie jaar eerder.
- d. Bereken de afstand die Haile Gebrselassie nog moest afleggen op het tijdstip dat Patrick Makau over de Finish kwam.

7. Maak opgave 15 (pagina 201) uit je boek.

Bijlage 2.1.5 – Opgavenblad rekenen met snelheid ‘moeilijk’

Opgavenblad rekenen met snelheid

Uitdagende versie

Lees het onderdeel begrijpen op pagina 199 en 200 van je boek.

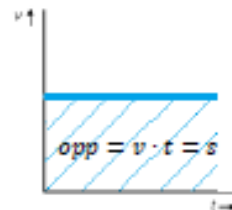
1. Bereken:
 - a. de snelheid, als gegeven is dat de afstand 150 km is en de tijd 4 uur.
 - b. de afstand, als gegeven is dat de tijd 3600 s en de snelheid 20 m/s.
 - c. de afstand, als gegeven is dat de tijd 150 s is en de snelheid 30 km/h.
 - d. de tijd die een wielrenner nodig heeft om een afstand van 190 km af te leggen met een gemiddelde snelheid van 35 km/h.
2. Bereken hoelang licht erover doet om vanaf de zon de aarde te bereiken. De afstand van de zon tot de aarde is 149.600.000 km. De snelheid van licht is 300.000.000 m/s.
3. Een bewegend voorwerp legt in 7,5 s een afstand af van 22,5 m. Na 15 seconde heeft het voorwerp een afstand van 43 m afgelegd.
 - a. Leg uit of dit voorwerp met een constante snelheid beweegt.
 - b. Welke afstand had het voorwerp bij de tweede tijdsmeting af moeten leggen zodat de snelheid van het voorwerp wel constant was.
4. Een deelnemer aan de halve triatlon legt 1,9 km zwemmen af in 0,80 uur, 90 km fietsen in 2,5 uur en 21 km hardlopen in 1,7 uur.
 - a. Bereken de gemiddelde snelheid tijdens het zwemmen.
 - b. Bereken de gemiddelde snelheid tijdens het fietsen.
 - c. Bereken de gemiddelde snelheid tijdens het hardlopen.
 - d. Bereken de gemiddelde snelheid voor de hele triatlon.
5. Je rijdt van Utrecht naar Venlo. Je rijdt het eerste uur met een gemiddelde snelheid van 80 km/h, daarna een half uur met 100 km/h en vervolgens een kwartier met 50 km/h.
Wat is je gemiddelde snelheid van Utrecht naar Venlo?
6. Maak opgave 13 en 14 uit je boek (pagina 201)

Opgavenblad v,t-diagram

Uitdagende versie

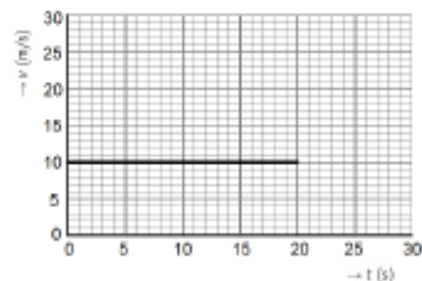
De oppervlakte onder het v,t-diagram

De oppervlakte onder het v,t-diagram is gelijk aan de afstand dat het voorwerp heeft afgelegd.



1. Bekijk in afbeelding 1 het v,t-diagram van een bewegend voorwerp.

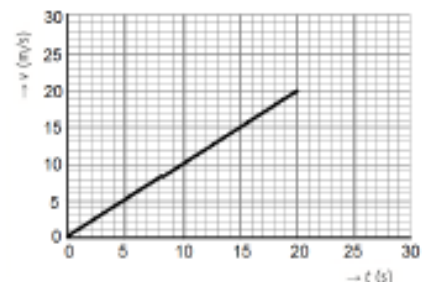
Welke afstand heeft het voorwerp in 20 seconden afgelegd?



Δ afbeelding 1

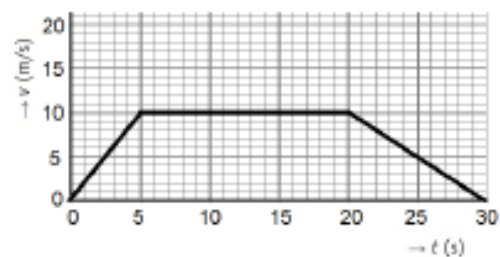
2. Bekijk in afbeelding 2 het v,t-diagram van een bewegend voorwerp.

- Bepaal met behulp van het oppervlakte onder de grafiek de afstand die de auto in 20 seconden heeft afgelegd.
- Bereken de gemiddelde snelheid van de auto.
- Bereken met de gemiddelde snelheid de afstand die de auto heeft afgelegd. Komt deze afstand overeen met je antwoord bij a?



Δ afbeelding 2

3. Bekijk in afbeelding 3 het v,t-diagram van een bewegend voorwerp.
- Welke afstand heeft het voorwerp in 30 seconden afgelegd?



Δ afbeelding 3

4. Schets bij de volgende fietstochtjes een snelheid-tijd-diagram.

- Pim fietst een route in de vorm van een vierkant. Elk stuk is even lang en op elk stuk spant hij zich even veel in. Op het eerste deel komt de wind van opzij, op het tweede deel van voren, op het derde deel van opzij en op het vierde deel van achteren.
- Lara komt met een snelheid op een heuvel afgereden. Onderaan de heuvel stopt ze met trappen waardoor ze halverwege de heuvel tot stilstand komt en afstapt. Bij het omhoog rijden neemt haar snelheid steeds langzamer af.

Antwoorden

1. 200 m

2.

a. $oppervlak \text{ onder de grafiek} = \frac{20 \cdot 20}{2} = 200 \text{ m}$

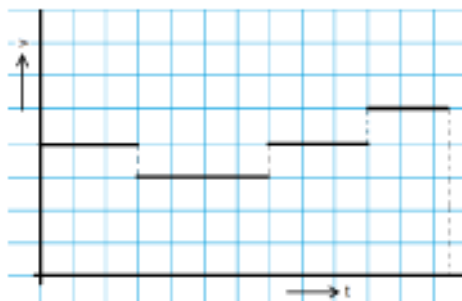
b. $v_{gem} = \frac{s}{t} = \frac{200}{20} = 10 \text{ m/s}$

c. $v_{gem} = \frac{s}{t} \quad 10 = \frac{s}{20} \quad s = 10 \cdot 20 = 200 \text{ m}$ komt overeen.

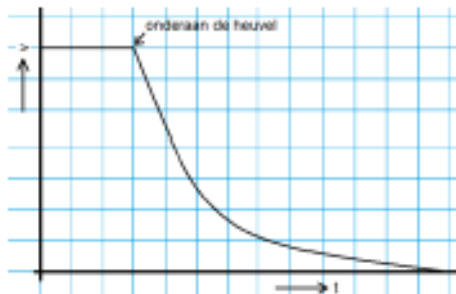
3. $s = oppervlak \text{ onder de grafiek} = \frac{10 \cdot 5}{2} + 15 \cdot 10 + \frac{10 \cdot 10}{2} = 225 \text{ m}$

4.

- Let op! Het oppervlakte moet onder alle vier de delen even groot zijn.



b.



Bijlage 2.2.1 – voorkennistoets paragraaf 4.2

Naam: _____

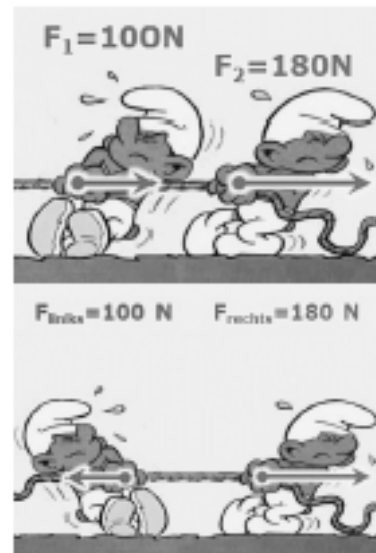
Klas: _____

Voorkennistoets § 4.2 'versnelling'

1. Nettokracht berekenen

Als op een voorwerp meerdere krachten werken, kunnen de krachten samengevoegd worden tot één kracht, de nettokracht. De nettokracht geeft dus aan hoe groot de krachten die op een voorwerp werken samen zijn

In de afbeeldingen hiernaast zijn twee smurfen aan het touwtrekken.



a. Hoe groot is de nettokracht in de bovenste afbeelding?

b. Hoe groot is de nettokracht in afbeelding 1b?

2. Versnellen en de netto-kracht

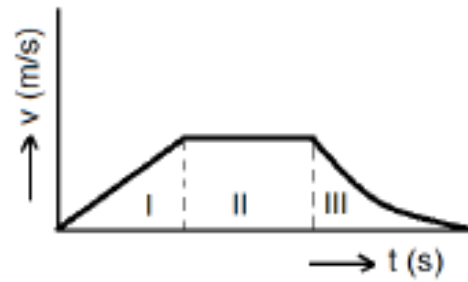
In de onderstaande afbeeldingen zie je steeds een fietser waar één of meerdere krachten op werken. Geef in elke situatie aan of er sprake is van een versnelling, vertraging of een constante snelheid door het juiste hokje aan te kruisen.

Situatie	vertraging	Constante snelheid	versnelling

3. In de afbeelding hiernaast is een v,t -diagram van een beweging weergegeven. De beweging bestaat uit drie gedeeltes: I, II en III.

- a. In welk gebied is de nettokracht tegen de beweegerichting?

- b. In welk(e) gebied(en) verandert de nettokracht niet van grootte.



Antwoorden

Kijk de opgaven van de voorkennistoets met een gekleurde pen, stif of potlood na. Zorg ervoor dat het goed zichtbaar is welke fouten je hebt gemaakt. Lever na het nakijken dit blad in bij je docent.

1.

- a. 280 N
b. 80 N

2.

Situatie	vertraging	Constante snelheid	versnelling
1			X
2	X		
3		X	

3.

- a. Gebied III
b. Gebied I en II

Klaar met nakijken?! Lever dan dit blad in bij je docent!

Bijlage 2.2.2 – advies voor leerlingen paragraaf 4.2

_____ ik raad je aan om de aangekruiste opdrachten te maken.
Mocht je zelf liever moeilijkere of juist makkelijkere opgaven maken dan ben je vrij om die keuze te maken. Van elk onderdeel moet je in ieder geval één van de aan te kruizen hokjes maken.

ONDERDEEL 1: NETTOKRACHT BEREKENEN

- Opgavenblad nettokracht berekenen maken.
- Opgavenblad nettokracht berekenen overslaan.

ONDERDEEL 2: NETTOKRACHT EN VERSNELLING

- Opgavenblad nettokracht en de versnelling (iets makkelijker dan het boek).
- Maak opgave 20, 21, 22, 23, 24 en 26 uit je boek (pagina 208).
- Opgavenblad nettokracht en de versnelling uitdagende versie.

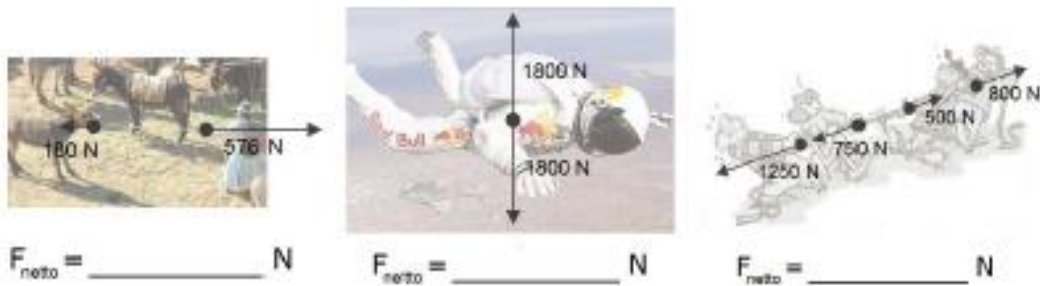
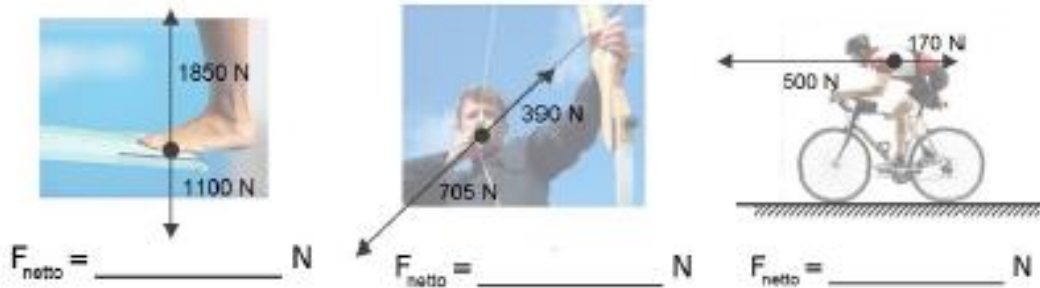
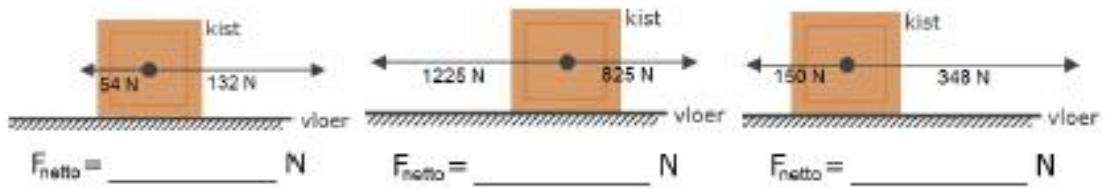
ONDERDEEL 3: KRACHT, VERSNELLING, MASSA EN HET V,T-DIAGRAM

- Opgavenblad kracht, versnelling, massa en het v,t-diagram (net iets makkelijker dan de opgaven in het boek).
- Maak opgave 27, 28, 29, 30, 31, 32 en 33 uit je boek (pagina 210).
- Opgavenblad kracht, versnelling, massa en het v,t-diagram uitdagende versie.

Bijlage 2.2.3 – opgavenblad nettokracht berekenen

Opgavenblad nettokracht berekenen

Bereken voor elke afbeelding de nettokracht die op het afgebeelde voorwerp werkt.

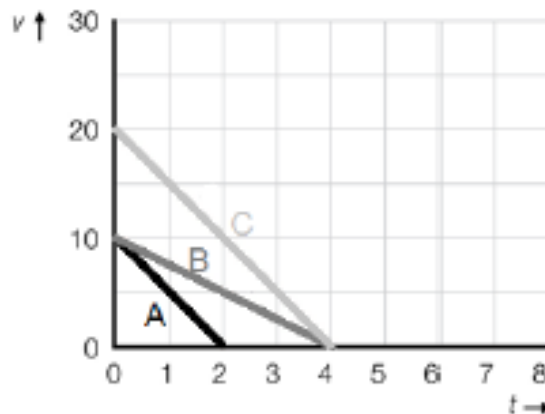


Opgavenblad kracht, versnelling, massa en het v,t-diagram.

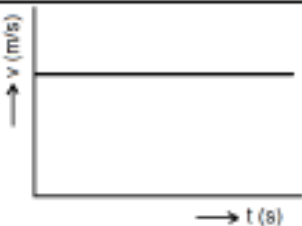

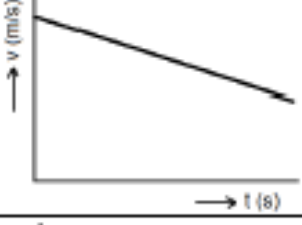
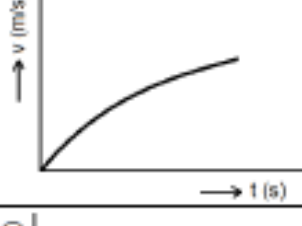
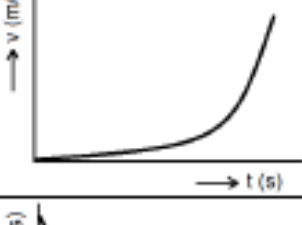
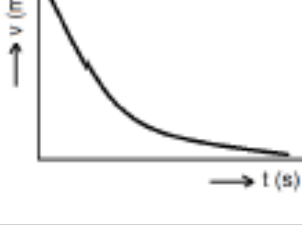
Net iets makkelijker dan de opgaven in het boek.

Lees het onderdeel beheersen op pagina 210 van je boek.’

1. Maak opgave 27 uit je boek (pagina 210).
2. Bekijk het overzicht op de volgende pagina.
 - a. Vul voor elke grafiek in wat voor soort beweging er wordt weergegeven. Je kan kiezen uit:
versnelling – constante versnelling – vertraging – constante vertraging – constante snelheid.
 - b. Vul voor elke grafiek in wat je kan zeggen over richting van de nettokracht. Je kan kiezen uit:
De nettokracht is nul, in de beweegr richting of tegen de beweegr richting.
 - c. Vul voor elke grafiek in of de nettokracht groter wordt, kleiner wordt of constant is.
3. Een auto moet in drie situaties remmen. In de onderstaande grafiek wordt het v,t-diagram van het remmen in de drie situaties, A, B en C weergegeven. Leg uit in welke situatie de bestuurder op een glad wegdek moest remmen.



4. Maak opgave 30, 31, 32 en 33 uit je boek (pagina 211).

Grafiek	Beweging	Nettokracht	
		richting	Groter, kleiner of constant
 <p>A velocity-time graph with velocity v (m/s) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. The graph shows a horizontal line, indicating constant velocity.</p>			
 <p>A velocity-time graph with velocity v (m/s) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. The graph shows a straight line starting from the origin and increasing linearly, indicating constant positive acceleration.</p>			
 <p>A velocity-time graph with velocity v (m/s) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. The graph shows a straight line starting from a positive velocity on the vertical axis and decreasing linearly, indicating constant negative acceleration.</p>			
 <p>A velocity-time graph with velocity v (m/s) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. The graph shows a curve starting from the origin and increasing with a decreasing slope, indicating decreasing positive acceleration.</p>			
 <p>A velocity-time graph with velocity v (m/s) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. The graph shows a curve starting from the origin and increasing with an increasing slope, indicating increasing positive acceleration.</p>			
 <p>A velocity-time graph with velocity v (m/s) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. The graph shows a curve starting from a positive velocity on the vertical axis and decreasing towards zero with a decreasing slope, indicating decreasing positive acceleration.</p>			

Opgavenblad kracht, versnelling, massa en het v,t-diagram.

Uitdagende versie

Lees het onderdeel beheersen op pagina 210 van je boek.

1. Maak opgave 27, 30, 31 en 33 uit je boek (pagina 210).
2.
 - a. Een auto trekt eenparig versneld op met een versnelling van $3,0 \text{ m/s}^2$. Teken het v,t-diagram van de auto van $t = 0,0$ tot $t = 5,0 \text{ s}$.
 - b. Schets het v,t-diagram van de volgende situatie:
Danai rijdt met een constante snelheid richting een stoplicht. Als het stoplicht op oranje springt versnelt Danai eenparig totdat zij het stoplicht is gepasseerd. Na het stoplicht vertraagd Danai waarbij de vertraging steeds kleiner wordt totdat zij weer dezelfde snelheid heeft als zij voor het op oranje springen van het stoplicht had.
3.
 - a. Een tennisbal wordt omhoog gegooid. Schets het v,t-diagram van de tennisbal nadat deze wordt losgelaten totdat deze het hoogste punt bereikt.
 - b. Vervolgens valt de tennisbal naar beneden. Schets het v,t-diagram van de tennisbal die naar beneden valt.
 - c. Leg uit of de versnelling tijdens het vallen groter, kleiner of even groot is als de vertraging tijdens de beweging omhoog.
 - d. Wanneer je de tennisbal vanaf grootte hoogte naar beneden laat vallen krijgt deze op een gegeven moment een constante snelheid. Leg uit waardoor een zwaardere bal een grotere maximale snelheid kan behalen.

Opgavenblad nettokracht en de versnelling

Net iets makkelijker dan de opgaven in het boek.

Lees het onderdeel begrijpen op pagina 206, 207 en 208 van je boek.

1. Ga naar <http://www.learninggames.nl/page/2523/krachtenspel.html> en klik in het midden van de pagina op "speel de game >> (swf)"
2. Maak opgave 20 en 21 (pagina 208) uit je boek.
3. Annemiek fietst met een constante snelheid van school naar huis. Tijdens het fietsen werken er verschillende krachten op haar fiets. In afbeelding 1 zijn de krachten die op haar fiets werken weergegeven.
 - a. Noteer in afbeelding 1 boven alle vier de krachten wat voor soort kracht het is. Wanneer Annemiek stopt met trappen neemt haar snelheid af.
 - b. Teken in afbeelding 2 de krachten die werken op Annemiek haar fiets wanneer ze stopt met trappen. Wanneer Annemiek harder gaat trappen neemt haar snelheid toe.
 - c. Teken in afbeelding 3 de krachten die werken op Annemiek haar fiets wanneer ze harder gaat trappen.



Afb 1: constante snelheid







Afb 2: vertragen



Afb 3: versnelling

- d. Streep door wat fout is.
Door harder te trappen neemt de voorwaartse kracht toe / af. Daardoor werkt er op de fiets een nettokracht in / tegen de beweegrichting van de fiets. De nettokracht in / tegen de beweegrichting zorgt ervoor dat de fietser vertraagd / versnelt. Doordat de snelheid toeneemt, neemt ook de luchtwrijving toe waardoor de nettokracht steeds groter / kleiner wordt. Op een gegeven moment bereik je een snelheid waarbij de tegenwerkende krachten even groot zijn als de spierkracht de nettokracht is dan in de beweegrichting van de fiets / nul / tegen de beweegrichting van de fiets. Je versnelt dan / fietst dan met een constante snelheid / vertraagd dan.

4. Bekijk de tabel hieronder.
- Vul in de kolom nettokracht bij elke situatie in of de nettokracht in de beweegrichting, tegen de beweegrichting of nul is.
 - Vul in de kolom beweging bij elke situatie in of de beweging versneld, een constante snelheid of vertraagd is.

Situatie	Nettokracht	Beweging
		
		
		
		

- Kijk de bovenstaande opgaves na.
- Maak opgave 24 en 26 uit je boek (pagina 209).

Opgavenblad nettokracht en de versnelling

Uitdagende versie

Lees het onderdeel begrijpen op pagina 206, 207 en 208 van je boek.’

1. Maak opgave 20 en 24 uit je boek (pagina 208).
2. Annemiek fietst met een constante snelheid van school naar huis. Door te trappen levert zij een voortstuwende kracht.
 - a. Leg uit of de voortstuwende kracht dan iets groter, iets kleiner of even groot moet zijn als de tegenwerkende wrijvingskrachten.Vervolgens fietst Annemiek een helling op waardoor haar snelheid afneemt.
 - b. Leg uit of de nettokracht die op de fietst werkt in de beweegrichting of tegen de beweegrichting van de fiets werkt.
3. Diëlle en Henk doen een potje touwtrekken. Diëlle trekt naar links met een kracht van 192 N. Het touw blijft in rust.
 - a. Wat weet je over de grootte en de richting van de kracht van Henk? Licht je antwoord toe.Frenck komt Diëlle helpen met een kracht van 237 N. Even later beweegt het touw met een constante snelheid naar links.
 - b. Leg uit hoe groot de kracht van Henk nu is.
4. Als je gaat parachutespringen, begin je met een versnelling. Na korte tijd val je met een constante snelheid naar de aarde. Je massa met parachute bedraagt 75 kg.
 - a. Welke krachten werken er op jouw samen met je ongeopende parachute?
 - b. Bepaal de grootte van die krachten op het moment dat je snelheid constant is.Als de parachute opengaat rem je af.
 - c. Leg uit hoe het komt dat je afremt. Gebruik daarbij de termen zwaartekracht en luchtwrijving.Na korte tijd krijg je weer een constante snelheid.
 - d. Wanneer zal bij constante snelheid de luchtweerstand het grootst zijn; bij de val met geopende parachute of bij de val met ongeopende parachute? Licht je antwoord toe.

Bijlage 2.3.1 – voorkennistoets paragraaf 4.3

Naam: _____

Klas: _____

Voorkennistoets § 4.3

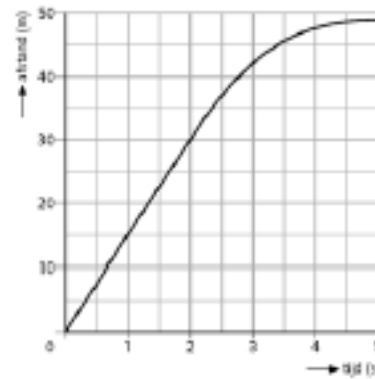
1. In de afbeelding hiernaast zie je een afstand – tijd diagram van een bewegend voertuig.

- a. Wat voor beweging voert het voertuig uit tussen nul en twee seconden?

A. Versnelt
B. Vertraagd
C. Constante snelheid

- b. Wat voor beweging voert het voertuig uit tussen twee en vijf seconden?

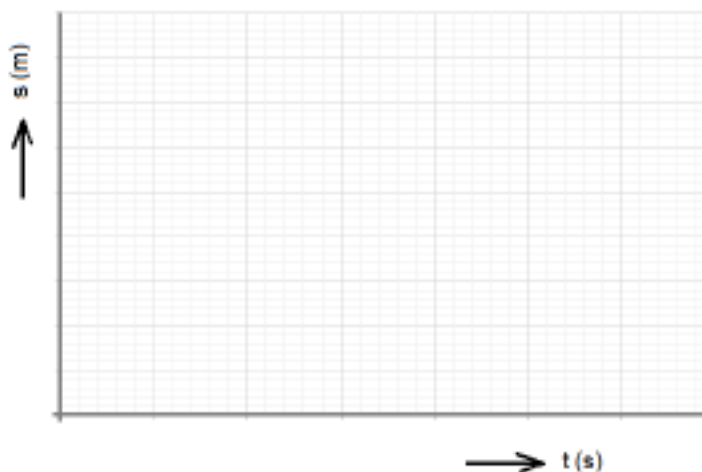
A. Versnelt
B. Vertraagd
C. Constante snelheid



- c. Bereken de gemiddelde snelheid van het voertuig tussen nul en vijf seconde.

2. Een fietser fietst met een constante snelheid van 4 m/s. Na drie seconde moet de fietser afremmen voor een rood stoplicht, de fietser remt af met een vertraging van 2 m/s^2 . Vervolgens staat de fietser 3 seconden stil om vervolgens met een versnelling van 2 m/s^2 weer te gaan fietsen tot de fietser een constante snelheid van 4 m/s bereikt.

Teken het s,t-diagram van de hierboven beschreven beweging van de fietser.



Antwoorden

Kijk de opgaven van de voorkennistoets met een gekleurde pen, stift of potlood na. Zorg ervoor dat het goed zichtbaar is welke fouten je hebt gemaakt. Lever na het nakijken dit blad in bij je docent.

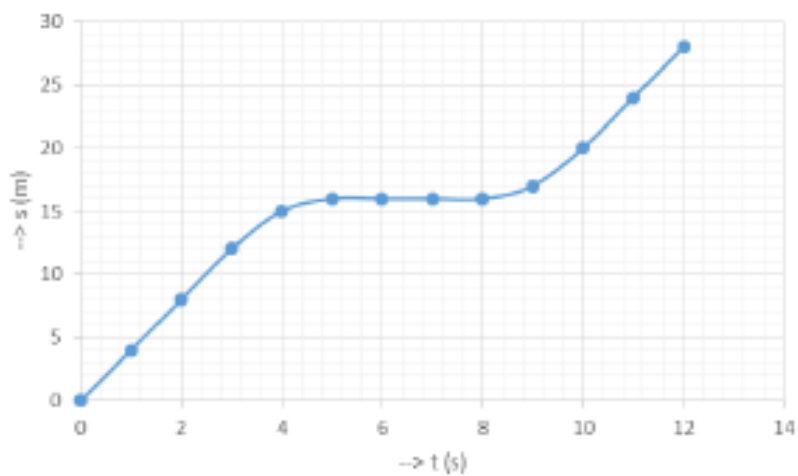
1.

a. C. constante snelheid

b. B. vertraagd

c. $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{49}{5} = 9,8 \text{ m/s}$

2.



Klaar met nakijken?! Lever dan dit blad in bij je docent!

Bijlage 2.3.2 – advies voor leerlingen paragraaf 4.3

_____ ik raad je aan om de aangekruiste opdrachten te maken.
Mocht je zelf liever moeilijkere of juist makkelijkere opgaven maken dan ben je vrij om die keuze te maken. Van elk onderdeel moet je in ieder geval één van de aan te kruizen hokjes maken.

ONDERDEEL 1: S,T-DIAGRAM

- Opgavenblad s,t-diagram (iets makkelijker dan het boek).
- Maak opgave 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47 en 48 uit je boek (pagina 208).
- Opgavenblad s,t-diagram uitdagende versie.

Bijlage 2.3.3 – opgavenblad s,t-diagram ‘makkelijk’

Opgavenblad s,t-diagram

Net iets makkelijker dan de opgaven in het boek.

Lees het onderdeel begrijpen op pagina 218 en 219 van je boek.

1. Maak opgave 36 uit je boek (pagina 220).

2. **Constante snelheid**

Hafida loopt met een constante snelheid van 2 m/s over het schoolplein.

- Na hoeveel seconde heeft Hafida een afstand van 20 meter afgelegd?
- Teken in figuur 1a onderaan deze pagina het s,t-diagram van de beweging van Hafida.

3. **Versnelling**

Een auto trekt op wanneer het stoplicht op groen springt. In de tabel hiernaast worden posities van de auto op bepaalde tijdstippen weergegeven.

- Leg uit hoe je aan de gegevens in de tabel kan zien dat het een versnelde beweging is.
- Teken in figuur 1b onderaan deze pagina het s,t-diagram van de optrekkende auto.
- Leg uit hoe je aan een s,t-diagram kan zien dat de beweging versneld is.

t (s)	s (m)
0	0
2	1
4	3
6	6
8	10
10	15

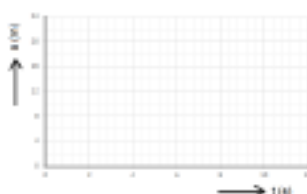
4. **Vertraging**

Een fietser remt af wanneer zij het stoplicht op oranje ziet springen. In de tabel hiernaast worden posities van de fietser op bepaalde tijdstippen weergegeven.

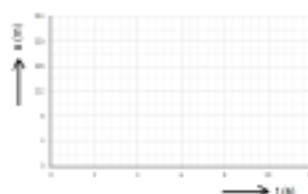
- Leg uit hoe je aan de gegevens in de tabel kan zien dat het een vertraagde beweging is.
- Teken in figuur 1c onderaan deze pagina het s,t-diagram van de remmende fietser.
- Leg uit hoe je aan een s,t-diagram kan zien dat de beweging vertraagd is.

t (s)	s (m)
0	0
2	5
4	9
6	12
8	14
10	15

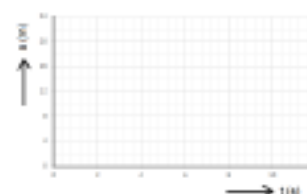
Afbeelding 1: overzicht s,t-diagram



a. constante snelheid



b. versnelling



c. vertraging

5. Maak opgave 37, 38, 39 en 40 uit je boek (pagina 220).

Lees het onderdeel beheersen op pagina 222 van je boek.

6. Maak opgave 43, 44, 45, 46 en 48 uit je boek (pagina 222).

Antwoorden opgavenblad s,t-diagram.

1. -

2.

a. $t = \frac{s}{v} = \frac{20}{2} = 10$

Na 10 seconde heeft ze een afstand van 20 meter afgelegd.

b. Zie afbeelding 2a onderaan deze pagina.

3.

a. Het verschil in afstand met het voorgaande tijdstip wordt steeds groter. De auto legt dus een steeds grotere afstand in een seconde tijd af.

b. Zie afbeelding 2b onderaan deze pagina.

c. De helling van de grafiek wordt steeds groter / de grafiek wordt steeds steiler.

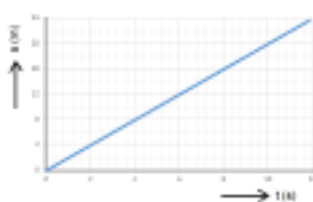
4.

a. Het verschil in afstand met het voorgaande tijdstip wordt steeds kleiner. De fietser legt dus een steeds kleinere afstand in een seconde tijd af.

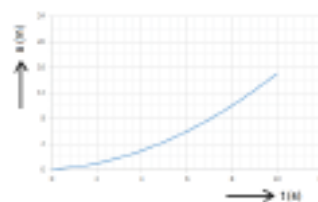
b. Zie afbeelding 2c onderaan deze pagina.

c. De helling van de grafiek wordt steeds kleiner / de grafiek wordt steeds minder steil.

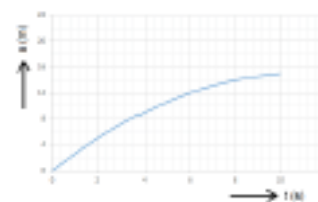
Afbeelding 2: overzicht s,t-diagram



a. constante snelheid



b. versnelling



c. vertraging

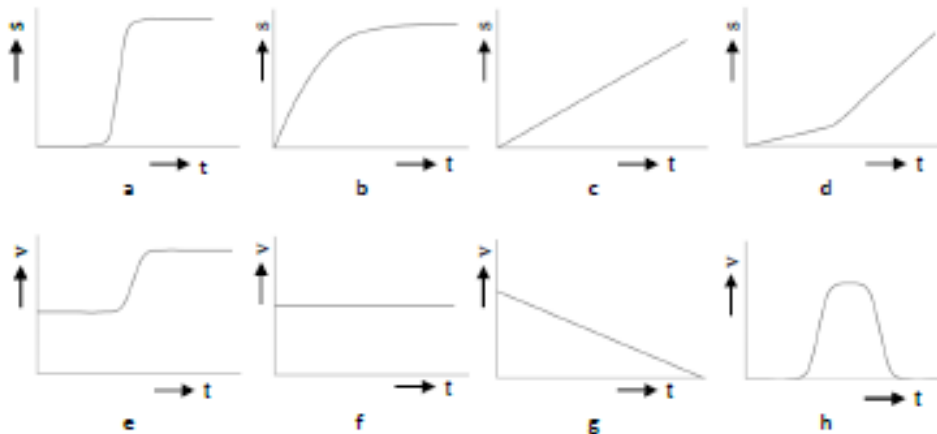
Bijlage 2.3.4 – opgavenblad s,t-diagram ‘moeilijk’

Opgavenblad s,t-diagram

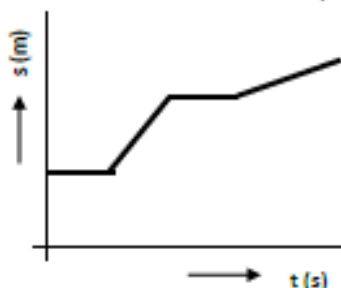
Uitdagende versie

Lees de theorie van paragraaf 4.3 in je boek op pagina 218, 219 en 222.

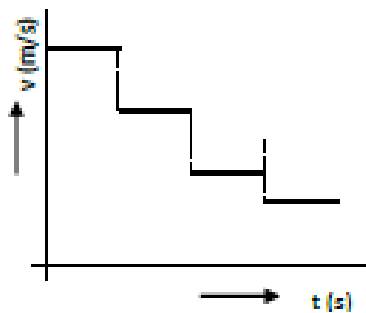
1. Maak opgave 36, 38, 43 en 44 uit je boek (pagina 220 en 222).
2. Teken het s,t-diagram van een
 - a. eenparige beweging (constante snelheid)
 - b. versnelde beweging
 - c. vertraagde beweging
3. In de onderstaande figuur zie je vier s,t-diagrammen en vier v,t-diagrammen. Leg telkens uit welke twee diagrammen horen bij elk van de volgende situaties.
 - a. Een fietser remt voor het stoplicht
 - b. Een auto rijdt iets verder de file in, en staat daarna weer stil.
 - c. Een marathonloper rent met een constante snelheid.
 - d. Een wielrenner rijdt een heuvel op en af.



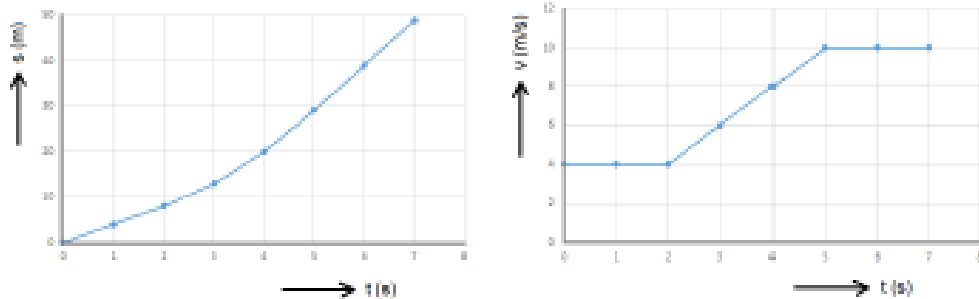
4. Schets van het onderstaande s,t-diagram het bijbehorende v,t-diagram.



5. Schets van het onderstaande v,t -diagram het bijbehorende s,t -diagram



6. Een paard versnelt en gaat daardoor van draf in galop. Van de beweging is een s,t -diagram en een v,t -diagram gemaakt. Zie onderstaande figuren.



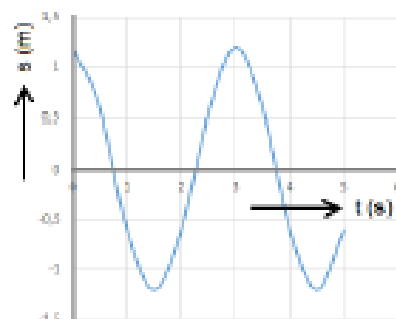
- Hoe zie je aan het s,t -diagram dat de snelheid constant is tussen $t = 0$ s en $t = 2$ s?
- En aan het v,t -diagram?

De snelheid neemt toe tussen $t = 2$ s en $t = 5$ s.

- Hoe zie je dit aan het s,t -diagram?
- En aan het v,t -diagram?
- Bepaal met behulp van het s,t -diagram de afstand die het paard nodig heeft om van draf over te gaan in galop.
- Bepaal met behulp van het v,t -diagram de afstand die het paard nodig heeft om van draf over te gaan in galop.

7. Een kleuter zit om een schommel. In het figuur hiernaast staat het s,t -diagram.

- Bepaal de gemiddelde snelheid tussen de uiterste standen.
- Bepaal de maximale snelheid van de schommel.



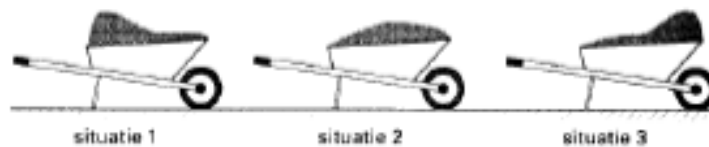
Bijlage 2.4.1 – voorkennistoets paragraaf 4.5

Naam: _____

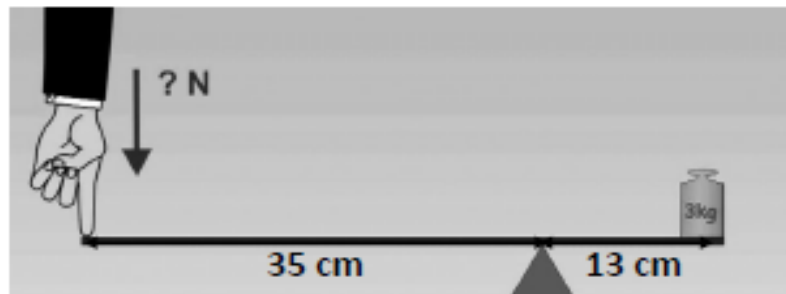
Klas: _____

Voorkennistoets § 4.3

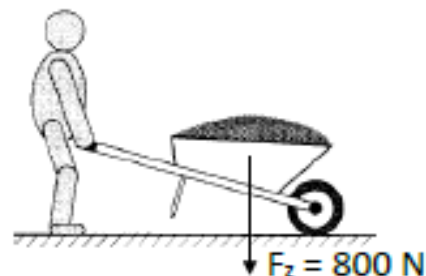
1. Hieronder zijn drie beladen kruitwagens afgebeeld. In elke situatie is de lading in de kruitwagens gelijk maar is de lading op verschillende manieren in de kruitwagens geplaatst. In welke situatie heb je het minste kracht nodig om de kruitwagen op te tillen?



2. In de afbeelding hieronder staat een gewicht met een massa van 3 kg op een wipwap. Aan de andere kant van de wipwap houdt Ronnie met één vinger het gewicht omhoog. Hoe groot is de kracht die Ronnie met zijn vinger moet leveren om het gewicht omhoog te houden zoals wordt afgebeeld in de onderstaande afbeelding?



3. In de afbeelding hieronder wordt een kruitwagen met een gewicht van 800 N opgetild. Bereken de minimale kracht die nodig is om de kruitwagen op te tillen.



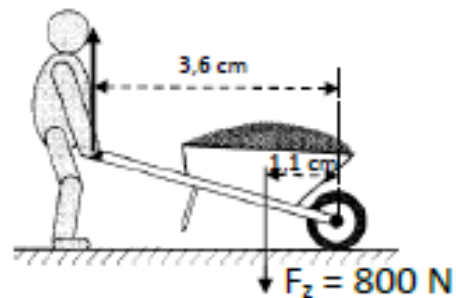
Antwoorden

Kijk de opgaven van de voorkennistoets met een gekleurde pen, stift of potlood na. Zorg ervoor dat het goed zichtbaar is welke fouten je hebt gemaakt. Lever na het nakijken dit blad in bij je docent.

1. In situatie 3

$$\begin{aligned}2. F_1 \cdot r_1 &= F_2 \cdot r_2 \\ F_1 \cdot 35 &= (3 \cdot 9,8) \cdot 13 \\ F_1 \cdot 35 &= 382,2 \\ F_1 &= \frac{382,2}{35} = 10,92 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3. F_1 \cdot r_1 &= F_2 \cdot r_2 \\ F_1 \cdot 3,6 &= 800 \cdot 1,1 \\ F_1 \cdot 3,6 &= 880 \\ F_1 &= \frac{880}{3,6} = 244 \text{ N}\end{aligned}$$



Klaar met nakijken?! Lever dan dit blad in bij je docent!

Bijlage 2.4.2 – advies voor leerlingen paragraaf 4.5

_____ ik raad je aan om de aangekruiste opdrachten te maken.
Mocht je zelf liever moeilijkere of juist makkelijkere opgaven maken dan ben je vrij om die keuze te maken. Van elk onderdeel moet je in ieder geval één van de aan te kruizen hokjes maken.

ONDERDEEL 1: HEFBOMEN

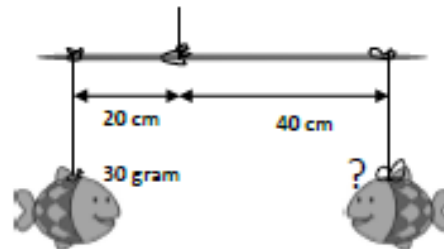
- Opgavenblad hefbomen (iets makkelijker dan het boek).
- Maak opgave 84, 85, 86, 87, 89 en 90 (pagina 223).
- Opgavenblad hefbomen uitdagende versie.

Bijlage 2.4.3 – opgavenblad hefboomen ‘makkelijk’

Opgavenblad hefboomen

Net iets makkelijker dan de opgaven in het boek.

Lees het onderdeel beheersen op pagina 245 en 246 van je boek.

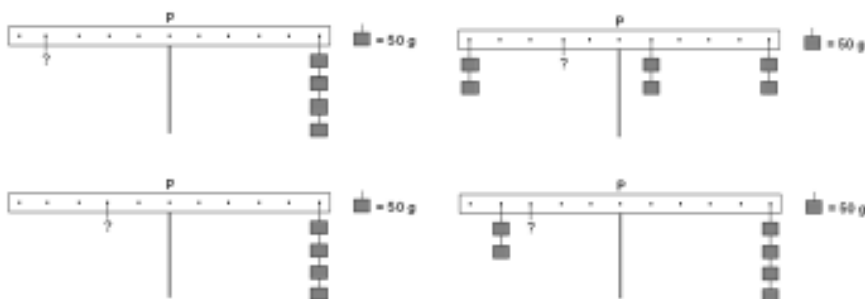


- In de afbeelding hiernaast is een mobiel in evenwicht getekend. Bereken de massa van het rechtervisje. Je mag de massa van de stokjes verwaarlozen.
- In de speeltuin zitten Lincy en Donna op de wip. Lincy weegt 36 kg en zit 3,1 m van het draaipunt.
 - Bereken waar Donna met haar 42 kg moet gaan zitten om de wip in evenwicht te brengen.

Vince zit met Barry op de wipwap. Wanneer Vince op 2,4 m van het draaipunt zit en Barry op 2,8 m is de wip in evenwicht.

 - Bereken hoeveel kg Vince weegt, als de massa van Barry 38 kg is.

- Koen experimenteert met een hefboom met draaipunt P. Hij gebruikt daarbij een doos met gewichtjes van 50 g. In de vier situaties hieronder is er duidelijk nog geen evenwicht. Bereken in elke situatie hoeveel gewichtjes Koen bij het vraagteken moet ophangen om de hefboom wel in evenwicht te krijgen.



- Hiernaast wordt een spijker met een klauwhamer uit een plank getrokken. De spierkracht op de hamer is 50 N. Het draaipunt van de hamer ligt bij D. Bereken de kracht die de spijker op de hamer uitoefent.
- Maak opgave 90 uit je boek (pagina 247).



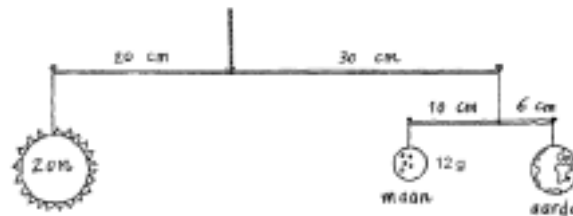
Bijlage 2.4.4 – opgavenblad hefboomen ‘moeilijk’

Opgavenblad hefboomen

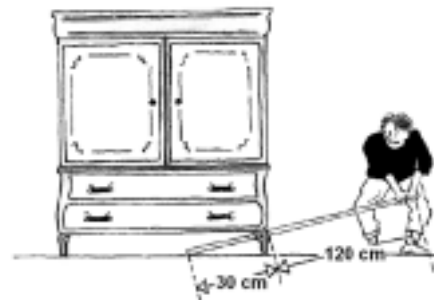
Uitdagende versie

Lees het onderdeel beheersen op pagina 245 en 246 van je boek.

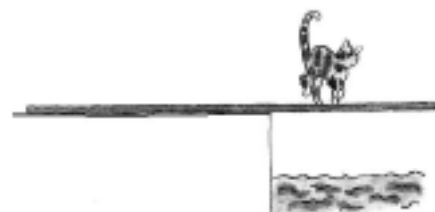
1. Maak opgave 90 uit je boek (pagina 247)
2. De mobile hieronder is in evenwicht. De massa van de stokjes en de draden is te verwaarlozen. De massa van de maan is 12 g.
 - a. Bereken de massa van de aarde.
 - b. Bereken de massa van de zon.



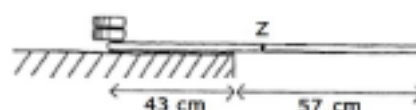
3. Hiernaast probeert Dennis een kast op te tillen. Als hij er een stok onder steekt, heeft hij een kracht van 160 N nodig om hem aan een kant op te tillen.
 - a. Bereken de kracht die de kast dan op de stok uitoefent.
 - b. Hoeveel kg weegt de kast?



4. Een plank van 3,0 m lengte en 2,0 kg ligt op de kade. Een poes (massa 800 g) loopt over de plank naar rechts. De plank steekt 1,2 m buiten de kade uit.
 - a. Waar ligt het zwaartepunt van de plank?
 - b. Bereken hoe ver de poes over de plank naar rechts kan lopen voordat de plank zal kantelen.



5. Hieronder kunnen twee euro's van ieder 6 g kunnen juist verhinderen, dat een liniaal kantelt. Bereken de massa van de liniaal.



Bijlage 3: Enquête

Hoe vaak komt het voor dat ...

	nooit	soms	vaak	altijd
je niet nauwelijks na hoeft te denken bij het maken van de natuurkunde opdrachten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
je zelfstandig de opdrachten voor natuurkunde kan maken, eventueel met hulp van de informatie in je boek of in andere informatiebronnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
je bij het maken van natuurkunde opdrachten wat hulp nodig hebt van een docent, klasgenoot, ouder, broer, zus enzovoort.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
je opdrachten die je voor natuurkunde moet maken helemaal niet begrijpt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Deel 1: aansluiting lesstof bij het niveau

1. Moeilijk/makkelijk vak

Wat vind je van het vak natuurkunde? Vind je natuurkunde een moeilijk vak? Wat vindt je moeilijk/makkelijk aan natuurkunde?

2. Frustratie

Komt het wel eens voor dat je absoluut niet weet wat je moet doen, dat je niets van de desbetreffende lesstof begrijpt en dat je zelfs met uitleg niet weet wat je moet doen? Zo ja, komt dat vaak voor? Kan je voorbeelden noemen van onderwerpen waarbij je dit ervoer?

3. Drie stappen in het leerproces.

Beschrijving van de stappen van het leerproces. Welke van deze stappen herken jij het meest als je aan natuurkunde aan het werk bent? Als je een verdeling moet maken hoeveel procent van de tijd zit je dan in stap 1, hoeveel in 2, hoeveel in 3.

Deel 2: interventie en de aansluiting van de lesstof bij het niveau

4. Onderwerpen

Welke (deel)onderwerpen die we dit jaar behandeld hebben vond je moeilijker dan andere (deel)onderwerpen? Waarom vond je deze moeilijker denk je?

Welke (deel)onderwerpen die we dit jaar behandeld hebben vond je makkelijker dan andere (deel)onderwerpen? Waarom vond je deze makkelijker denk je?

5. Interventie

Beschrijven interventie. Heeft dit ervoor gezorgd dat de lesstof beter aansloot bij jouw niveau?

Deel 3: interventie leerrendement

6. Interventie

De afgelopen periode hebben we op een andere manier (manier beschrijven) aan natuurkunde gewerkt. Denk jij dat je hierdoor meer of minder geleerd hebt. Kan je uitleggen waarom.

Bijlage 5: ruwe data enquête

Bijlage 5.1 – Resultaten enquête nulmeting

1 = nooit 2 = soms 3 = vaak 4 = altijd

	Hoe vaak komt het voor dat je niet of nauwelijks na hoeft te denken bij het maken van de natuurkunde opdrachten?	Hoe vaak komt het voor dat je zelfstandig de opdrachten voor natuurkunde kan maken, eventueel met hulp van de informatie in je boek of andere geschreven informatiebronnen?	Hoe vaak komt het voor dat je bij het maken van natuurkunde opdrachten wat hulp nodig hebt van een docent, klasgenoot, ouder, broer, zus enzovoort?	Hoe vaak komt het voor dat je opdrachten die je voor natuurkunde moet maken helemaal niet begrijpt?	Oordeel niveau
I	3	3	2	1	Te makkelijk
II	2	2	2	2	*
III	3	3	2	2	Te makkelijk
IV	2	3	2	2	Oké
V	1	3	3	2	Oké
VI	1	3	3	2	Oké
VII	2	3	2	2	Oké
VIII	1	2	3	3	Te moeilijk
IX	2	3	3	2	Oké
X	2	3	2	2	Oké
XI	3	4	2	0	Te makkelijk
XII	2	3	2	2	Oké
XII	2	3	4	3	Te moeilijk
XIV	2	3	2	1	Oké
XV	1	3	2	2	Oké
XVI	3	4	2	0	Te makkelijk
XVII	2	3	2	0	Oké
XVIII	2	4	1	2	Oké
XIX	2	3	2	2	Oké
XX	3	3	2	2	Te makkelijk
XXI	1	4	3	2	Oké
XXII	1	3	2	2	Oké
XXIII	3	3	2	1	Te makkelijk
XXIV	2	3	2	2	Oké
XXV	2	4	2	2	Oké
XXV1	2	3	2	2	Oké
gem	2,00	3,12	2,23	1,73	

* resultaat is niet meegenomen in de verdere analyse.

Bijlage 5.2 – Resultaten enquête eerste interventie

1 = nooit 2 = soms 3 = vaak 4 = altijd

	Hoe vaak komt het voor dat je niet of nauwelijks na hoeft te denken bij het maken van de natuurkunde opdrachten?	Hoe vaak komt het voor dat je zelfstandig de opdrachten voor natuurkunde kan maken, eventueel met hulp van de informatie in je boek of andere geschreven informatiebronnen?	Hoe vaak komt het voor dat je bij het maken van natuurkunde opdrachten wat hulp nodig hebt van een docent, klasgenoot, ouder, broer, zus enzovoort?	Hoe vaak komt het voor dat je opdrachten die je voor natuurkunde moet maken helemaal niet begrijpt?	Oordeel niveau
I	2	2	2	3	Te moeilijk
II	1	2	3	2	Oké
III	1	3	3	2	Oké
IV	3	4	2	1	Te makkelijk
V	2	3	2	1	Oké
VI	2	3	2	2	Oké
VII	2	2	2	1	Oké
VIII	2	3	2	1	Oké
IX	1	3	4	3	Te moeilijk
X	2	3	2	2	Oké
XI	2	3	2	2	Oké
XII	2	3	2	1	Oké
XIII	2	3	2	2	Oké
XIV	2	2	3	2	Oké
XV	2	3	2	1	Oké
XVI	2	2	3	3	Te moeilijk
XVII	3	3	2	2	Te makkelijk
XVIII	1	3	3	2	Oké
XIX	2	3	3	1	Oké
XX	1	2	3	2	Oké
XXI	2	2	3	2	Oké
XXII	2	3	3	2	Oké
GEM	1,86	2,73	2,50	1,82	

Bijlage 5.3 – Resultaten enquête tweede interventie

1 = nooit 2 = soms 3 = vaak 4 = altijd

	Hoe vaak komt het voor dat je niet of nauwelijks na hoeft te denken bij het maken van de natuurkunde opdrachten?	Hoe vaak komt het voor dat je zelfstandig de opdrachten voor natuurkunde kan maken, eventueel met hulp van de informatie in je boek of andere geschreven informatiebronnen?	Hoe vaak komt het voor dat je bij het maken van natuurkunde opdrachten wat hulp nodig hebt van een docent, klasgenoot, ouder, broer, zus enzovoort?	Hoe vaak komt het voor dat je opdrachten die je voor natuurkunde moet maken helemaal niet begrijpt?	Oordeel niveau
I	2	2	2	2	*
II	2	4	2	1	Oké
III	2	3	2	1	Oké
IV	2	2	3	2	Oké
V	1	2	2	1	Oké
VI	1	2	3	3	Te moeilijk
VII	1	2	3	3	Te moeilijk
VIII	4	1	3	4	*
IX	2	3	2	2	Oké
X	2	3	2	2	Oké
XI	2	3	2	1	Oké
XII	2	3	2	2	Oké
XIII	1	3	2	2	Oké
XIV	2	2	2	3	Te moeilijk
XV	2	1	3	2	Oké
XVI	2	3	2	1	Oké
XVII	2	3	2	2	Oké
XVIII	2	2	2	2	Oké
XIX	2	3	2	2	Oké
XX	2	3	2	2	Oké
XXI	2	4	4	2	Oké
XXII	2	3	2	2	Oké
XXIII	2	3	4	2	Oké
XXIV	2	3	2	2	Oké
XXV	3	3	2	1	Te makkelijk
Gem	1,96	2,64	2,36	1,96	

* resultaat is niet meegenomen in de verdere analyse.

Bijlage 6.1 – Resultaten interview eerste interventie

Deel 1: aansluiting lesstof bij het niveau

Moeilijk/makkelijk vak

Wat vind je van het vak natuurkunde? Vind je natuurkunde een moeilijk vak? Wat vindt je moeilijk/makkelijk aan natuurkunde?

- Leerling A: Vindt natuurkunde een makkelijk vak. Geeft aan dat ze weinig hoeft te doen om het te begrijpen en een goed cijfer te halen.
- Leerling B: Vond het vorige hoofdstuk makkelijk maar het hoofdstuk waar we deze week mee gestart zij vindt ze een stuk moeilijker. Geef aan dat dat komt omdat er meer rekenwerk in het huidige hoofdstuk zit.
- Leerling C: Vindt het een interessant vak. Vindt het niet moeilijk maar zeker ook niet makkelijk.
- Leerling D: Vindt het vak over het algemeen redelijk makkelijk af en toe zitten er lastige opdrachten tussen.

Frustratie

Komt het wel eens voor dat je absoluut niet weet wat je moet doen, dat je niets van de desbetreffende lesstof begrijpt en dat je zelfs met uitleg niet weet wat je moet doen? Zo ja, komt dat vaak voor? Kan je voorbeelden noemen van onderwerpen waarbij je dit ervoer?

- Leerling A: Nee.
- Leerling B: Leerling stelt regelmatig vragen aan haar buurvrouw of aan de docent. Wanneer zij dit niet zou kunnen zou ze wel gefrustreerd raken van de stof.
- Leerling C: Heel soms wanneer ik thuis opdrachten aan het maken ben. Ik probeer het dan vaak op te zoeken via google maar kom er dan toch niet uit.
- Leerling D: Ervaart nooit frustratie, doet soms wel lang over een vraag.

Drie stappen in het leerproces.

Beschrijving van de stappen van het leerproces. Welke van deze stappen herken jij het meest als je aan natuurkunde aan het werk bent? Als je een verdeling moet maken hoeveel procent van de tijd zit je dan in stap 1, hoeveel in 2, hoeveel in 3.

- Leerling A: Na de klassikale uitleg kan de leerling met behulp van het boek de opgaven maken. Heel af en toe stelt de leerling aan klasgenoten of de docent.
- Leerling B: Werkt ongeveer de helft van de tijd zelfstandig met behulp van het boek en de helft van de tijd heeft ze hulp nodig van een klasgenoot of de docent.

Leerling C: Meestal kom ik er zelf uit met het boek of met hulp van mijn buurman maar het komt ook wel eens voor dat ik bijna niet na hoeft te denken over een vraag of dat ik gefrustreerd raak.

Leerling D: De helft van de tijd komt hij er zelf uit en de helft van de tijd vraagt hij hulp aan een klasgenoot of de docent.

Deel 2: interventie en de aansluiting van de lesstof bij het niveau

Onderwerpen

Welke (deel)onderwerpen die we dit jaar behandeld hebben vond je moeilijker dan andere (deel)onderwerpen? Waarom vond je deze moeilijker denk je?

Leerling A: Weet geen onderwerp dat ze extra moeilijk vond.

Leerling B: Het onderwerp snelheid. Omdat daar veel moet worden omgerekend.

Leerling C: Vond de elektrische schakelingen erg moeilijk. Kan niet uitleggen waarop dat komt, gewoon een moeilijk onderwerp geeft hij aan.

Leerling D: Het s,t-diagram. Omdat ik het gevoel heb dat ik hier steeds wat anders mee moet doen waardoor het verwarrend is.

Welke (deel)onderwerpen die we dit jaar behandeld hebben vond je makkelijker dan andere (deel)onderwerpen? Waarom vond je deze makkelijker denk je?

Leerling A: Het onderwerp licht, het tekenen van constructiestralen. Leerling geeft aan dat het er simpel uitziet en dat ze het logisch vindt.

Leerling B: Het onderwerp licht. Omdat de theorie hierover logisch klinkt waardoor de leerling het meteen begrijpt en zelf toe kan passen.

Leerling C: Het onthouden van formules en het onderdeel over lichtbreking. Kan niet uitleggen waarom die onderwerpen makkelijker zijn.

Leerling D: Een deel van het onderwerp elektriciteit vond ik makkelijk en het hele hoofdstuk licht vond ik makkelijker dan de andere lesstof. Ik denk dat het komt omdat ik daar minder met formules hoeft te rekenen en er veel met afbeeldingen gewerkt wordt.

Interventie

Beschrijven interventie. Heeft dit ervoor gezorgd dat de lesstof beter aansloot bij jouw niveau?

Leerling A: Denkt van niet omdat ze eerst een goede uitleg miste en het gevoel had dat ze te veel in het diepe gegooid werd.

Leerling B: Dat zou kunnen. Leerling onderbouwt dit met dat er veel opbouw zit in de lesstof. Je kan op je eigen niveau van makkelijk naar moeilijk gaan en er is veel oefening.

- Leerling C: Geeft eerst aan dat hij geen verschil merkt in aansluiting van de lesstof. Geeft vervolgens aan dat deze manier van werken wel meer tijd en moeite kost.
- Leerling D: Denkt van niet omdat de leerling aangeeft dat hij heel duidelijk wil weten wat hij moet doen en deze manier van werken was onduidelijk.

Deel 3: interventie leerrendement

Interventie

De afgelopen periode hebben we op een andere manier (manier beschrijven) aan natuurkunde gewerkt. Denk jij dat je hierdoor meer of minder geleerd hebt. Kan je uitleggen waarom.

- Leerling A: Leerling denkt van niet. Omdat ze naar haar idee meer leert van een goede uitleg.
- Leerling B: Leerling denkt dat ze er wel wat meer van heeft geleerd. Vooral omdat er heel veel oefening was. Daarnaast noemt ze dat ze het fijn vond om te kunnen kiezen met welke opdracht ze begon waardoor ze met meer zelfvertrouwen aan het werk ging.
- Leerling C: Ik denk dat ik andere leervaardigheden heb geleerd doordat ik op een andere manier en harder moest werken. Weet niet of hij meer over het onderwerp licht meer geleerd heeft door op deze manier te werken.
- Leerling D: Heeft minder geleerd. Dankzij huiswerk begeleiding kwam het toch nog goed. Geeft aan dat hij daar de uitleg kon krijgen die hij miste in de les.

Bijlage 6.2 – Resultaten interview tweede interventie

Deel 1: aansluiting lesstof bij het niveau

Moeilijk/makkelijk vak

Wat vind je van het vak natuurkunde? Vind je natuurkunde een moeilijk vak? Wat vindt je moeilijk/makkelijk aan natuurkunde?

- Leerling E: Het is niet zijn favoriete vak. Hij geeft aan dat hij beter is in de talen en dit vak is dus soms wel lastig.
- Leerling F: Natuurkunde kan heel moeilijk zijn maar het wordt makkelijk door goede uitleg en veel oefening. Ik ben beter in talen dan exacte vakken.
- Leerling G: Ik vindt natuurkunde best wel moeilijk maar na de uitleg gaat het maken van de opdrachten altijd wel oké.
- Leerling H: Vindt natuurkunde een makkelijk vak.

Frustratie

Komt het wel eens voor dat je absoluut niet weet wat je moet doen, dat je niets van de desbetreffende lesstof begrijpt en dat je zelfs met uitleg niet weet wat je moet doen? Zo ja, komt dat vaak voor? Kan je voorbeelden noemen van onderwerpen waarbij je dit ervoer?

- Leerling E: Is nooit gefrustreerd.
- Leerling F: Is nooit gefrustreerd.
- Leerling G: Soms wel eens gefrustreerd maar dat komt dan meestal omdat ik bij de uitleg niet goed heb opgelet.
- Leerling H: Is nooit gefrustreerd.

Drie stappen in het leerproces.

Beschrijving van de stappen van het leerproces. Welke van deze stappen herken jij het meest als je aan natuurkunde aan het werk bent? Als je een verdeling moet maken hoeveel procent van de tijd zit je dan in stap 1, hoeveel in 2, hoeveel in 3.

- Leerling E: Start met hulp en daarna lukt het om zelf aan de slag te gaan. Heeft ook bijles waarin hij deze hulp krijgt.
- Leerling F: Kan vaak zelfstandig werken met behulp van het boek en na uitleg van de docent. Maar moet af en toe een vraag stellen aan een klasgenoot of de docent.
- Leerling G: Moet bij de eerste opdrachten van een nieuw onderdeel vaak vragen stellen aan klasgenoten en docent. Latere opdrachten kan ze vaak zelf maken.
- Leerling H: De eerste opgaven van een paragraaf moet ik soms wat informatie uit het boek maken bij de latere opgaven hoef ik vaak bijna niet meer na te denken.

Deel 2: interventie en de aansluiting van de lesstof bij het niveau

Onderwerpen

Welke (deel)onderwerpen die we dit jaar behandeld hebben vond je moeilijker dan andere (deel)onderwerpen? Waarom vond je deze moeilijker denk je?

- Leerling E: Het hoofdstuk over beweging. Het eerste deel vond ik makkelijk maar in het tweede deel werd het ineens heel moeilijk omdat daar alles bij elkaar kwam, het was erg veel.
- Leerling F: Het hoofdstuk over snelheid. Het was heel veel stof, de theorie van paragraaf 1 had je ook nog nodig in de laatste paragraaf waardoor je aan heel veel dingen moest denken.
- Leerling G: Het hoofdstuk over beweging. Het was heel veel, veel verschillende formules en termen.
- Leerling H: Het onderwerp licht was makkelijker dan de andere onderwerpen.

Welke (deel)onderwerpen die we dit jaar behandeld hebben vond je makkelijker dan andere (deel)onderwerpen? Waarom vond je deze makkelijker denk je?

- Leerling E: Het hoofdstuk over licht. Het onderwerp was gewoon makkelijker.
- Leerling F: Het eerste onderwerp, elektriciteit. In dat hoofdstuk zaten meer formules, dat is voor mij als een puzzel en dat vindt ik makkelijker.
- Leerling G: Het onderwerp licht. Kan niet goed uitleggen waarom geeft aan ik begreep het gewoon meteen, het was gewoon een makkelijker onderwerp.
- Leerling H: Het onderwerp licht. Daarbij moest je heel veel opgaven maken die veel op elkaar leken.

Interventie

Beschrijven interventie. Heeft dit ervoor gezorgd dat de lesstof beter aansloot bij jouw niveau?

- Leerling E: Denkt dat deze manier van werken niet bij dit hoofdstuk past. Omdat hij bij dit hoofdstuk meer behoefte had aan klassikaal opgaven maken en dat is makkelijker wanneer iedereen dezelfde opdrachten maakt.
- Leerling F: Zorgde er juist voor dat ik het moeilijker vond omdat je minder uitleg kreeg en een blad met sommen die ik alsnog moeilijk vond.
- Leerling G: Ze liep minder vaak vast bij het maken van de opdrachten en had minder hulp nodig. Maar ze had het gevoel dat ze niet op het niveau van de toets uitkwam.
- Leerling H: De opgaven in het boek zijn vaak te makkelijk voor hem en de opgaven van de uitdagende versie waren nog steeds vrij makkelijker maar deze sloten wel beter bij zijn niveau aan dan de opdrachten uit het boek.

Deel 3: interventie leerrendement

Interventie

De afgelopen periode hebben we op een andere manier (manier beschrijven) aan natuurkunde gewerkt. Denk jij dat je hierdoor meer of minder geleerd hebt. Kan je uitleggen waarom.

- Leerling E: Denkt dat hij wel meer zou kunnen leren van de verschillende bladen maar wil dan wel eerste meer klassikale uitleg en opdrachten.
- Leerling F: Denkt niet dat ze door deze manier meer leert doordat ze meer leert door opgaven samen op het bord te maken. Met zo'n blad moet je zelf maar kijken en kan je niet al je klasgenoten om hulp vragen omdat zij een ander blad maken.
- Leerling G: Heeft steeds de makkelijke opdrachten bladen gemaakt en had het gevoel dat het niveau van de toets veel hoger lag. Wanneer er nog wat meer moeilijkere oefenopgaven in zouden zitten denkt ze meer te leren van een blad dat op een wat lager niveau begint.
- Leerling H: Denkt dat hij meer geleerd heeft omdat de opdrachten die hij gemaakt heeft van een hoger niveau waren. Hij vond het tijdens de les motiverend om te horen dat sommige opdrachten uit het 4 havo boek afkomstig waren.