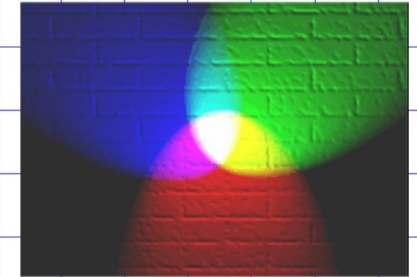


Hoofdstuk 2 Licht



Hoofdstuk 2: Licht

Leerdoelen bij dit hoofdstuk:



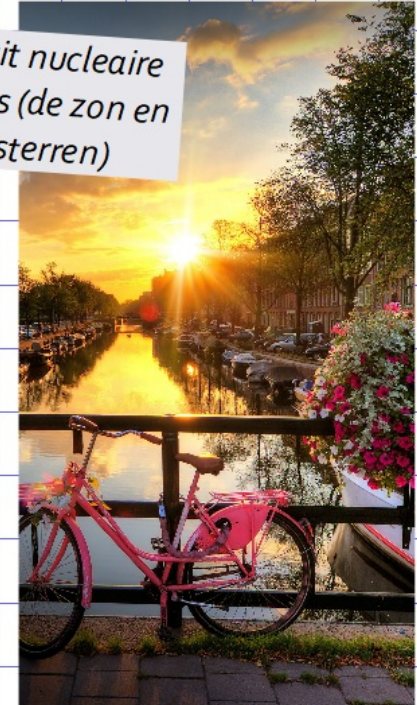
- § 2.1 A. Kunt uitleggen wat deze termen betekenen: lichtbron, lichtstraal, lichtbundel, bundeltypen (convergent, divergent en parallel), elektromagnetisch spectrum, kunstmatige lichtbronnen, natuurlijke lichtbronnen, direct licht, indirect licht, schaduw, kernschaduw en halfschaduw (opgaven uit het boek).
- B. Weet hoe je schaduwgebieden kunt construeren, inclusief halfschaduw en kernschaduw (Oefenblad 1).
- § 2.2 C. Een gespiegelde lichtstraal kunt construeren m.b.v. de normaal (Oefenblad 2).
- D. Een gespiegelde lichtstraal kunt construeren m.b.v. het spiegelbeeld (Oefenblad 2).
- § 2.3 E. Het verloop van weerkaatste lichtstralen en het brandpunt kunt bepalen voor een holle spiegel. (opg. 27, 28 en 30).
- § 2.4 F. Kunt beredeneren welke mengkleur ontstaat bij het mengen van licht (Oefenblad 3).
- § 2.5 G. Kunt beredeneren welke kleur je ziet als je gekleurde filters voor een bron houdt (Oefenblad 3).
- H. Kunnen beredeneren welke kleur voorwerpen en oppervlakken zullen lijken te hebben onder gekleurd licht (Oefenblad 3).

Hoofdstuk 2: Licht

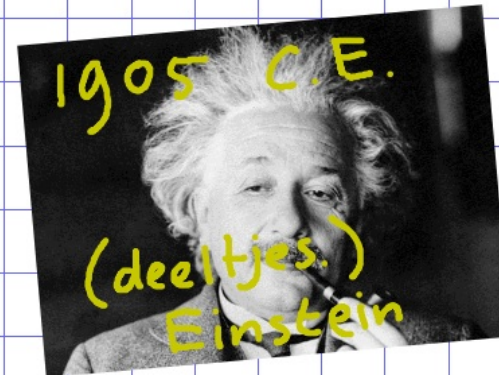
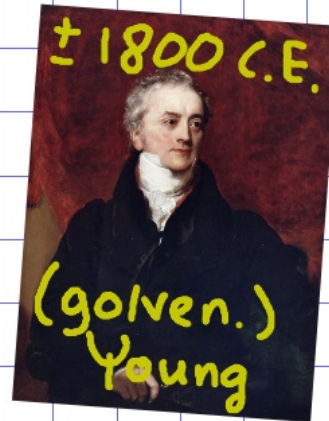
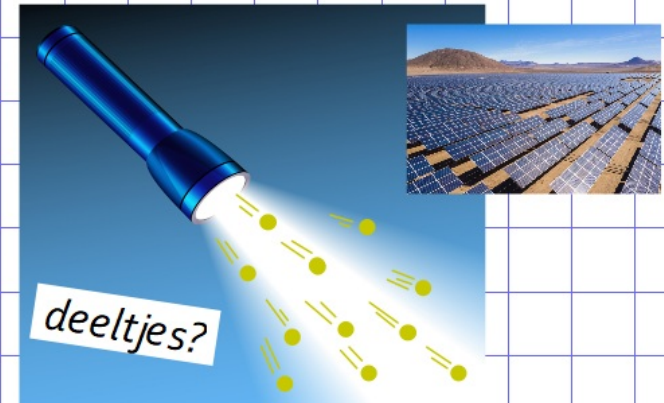
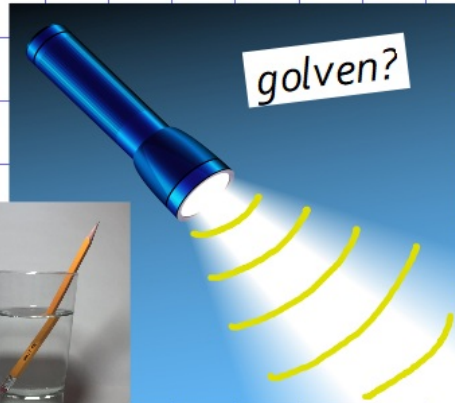
- CONTEXT -

De volgende pagina's gaan over de onderwerpen die in dit hoofdstuk aan bod komen en vragen die je jezelf daarbij kunt stellen. Het is achtergrondinformatie die de stof wat aankleedt (dat noemen we "context"). Dit is niet per se essentieel voor het proefwerk maar wel nuttig om ook even te bestuderen.

"Wat is licht, hoe ontstaat het en hoe beweegt het voort?"



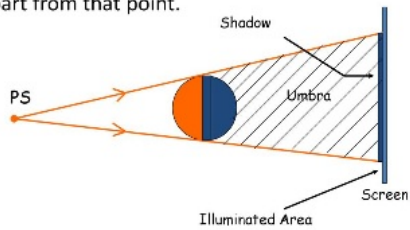
"Wat is licht?"



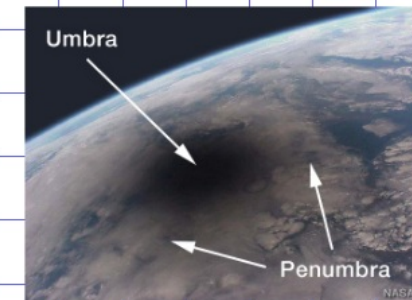
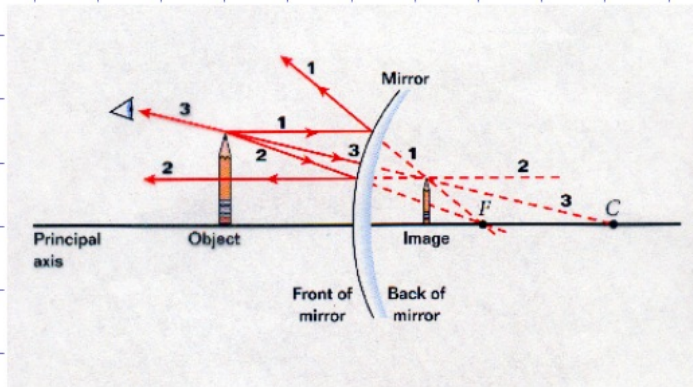
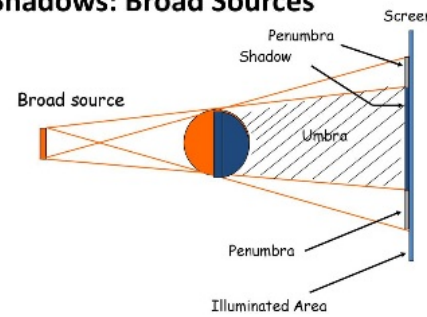
"Voor welke verschijnselen volstaat de straalbenadering van licht?"

1. Shadows: Point Sources

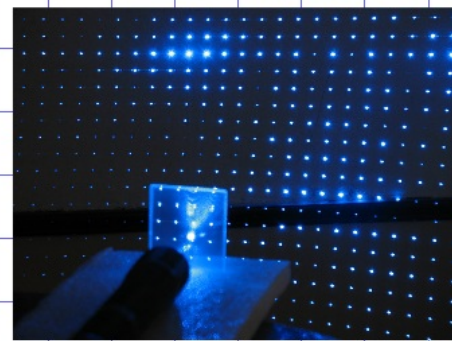
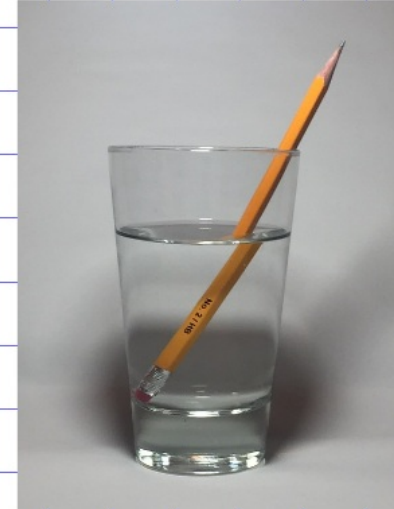
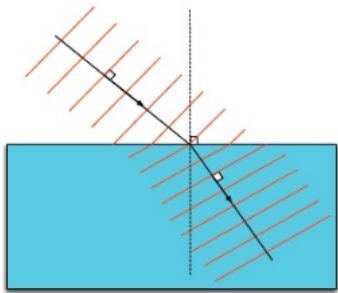
- A **point source** is such a small light source that it can be considered a point. All light rays depart from that point.



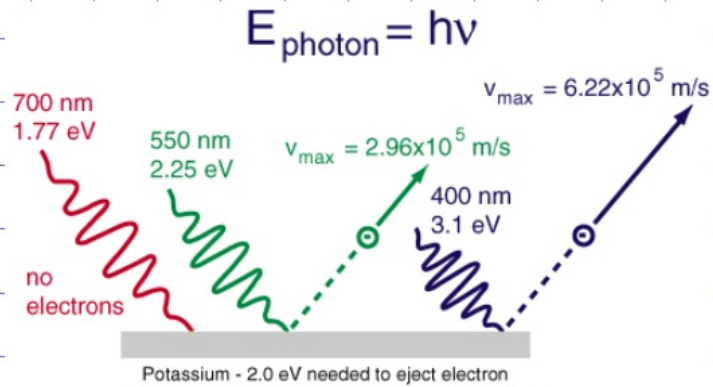
2. Shadows: Broad Sources



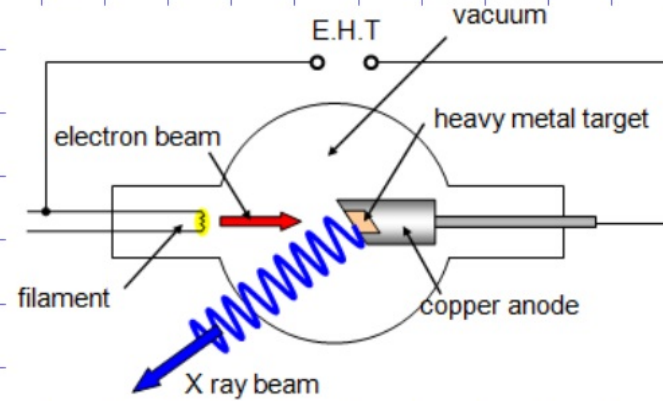
"Voor welke verschijnselen is de golfbenadering van licht nodig?"



"Voor welke verschijnselen is de deeltjesbenadering van licht nodig?"



Photoelectric effect



"Hoe lang is het licht van de zon onderweg naar de aarde?"



afstand aarde-zon:
150.000.000 km

snelheid v_h licht in vacuüm:
300.000 km/s

"Is de lichtsnelheid de maximumsnelheid in het universum?"



SR-71 spionagevliegtuig:
3500 km/u >> 0,00032 %
v/d lichtsnelheid



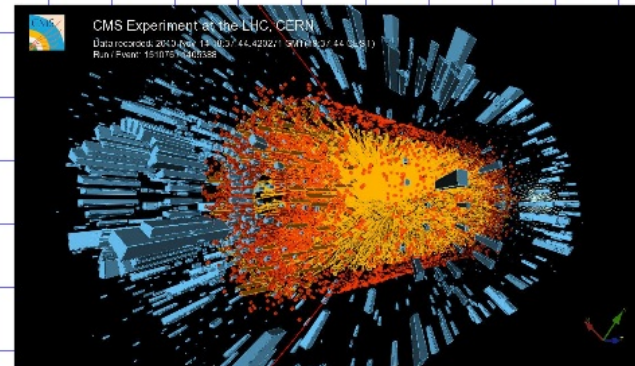
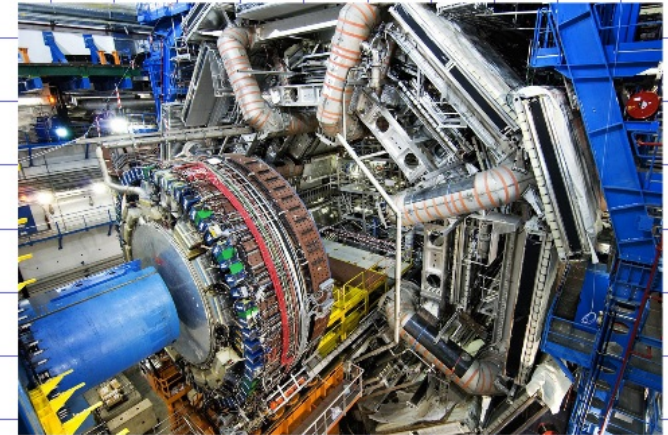
F1-auto:
300 km/u >> 0,000028 %
v/d lichtsnelheid



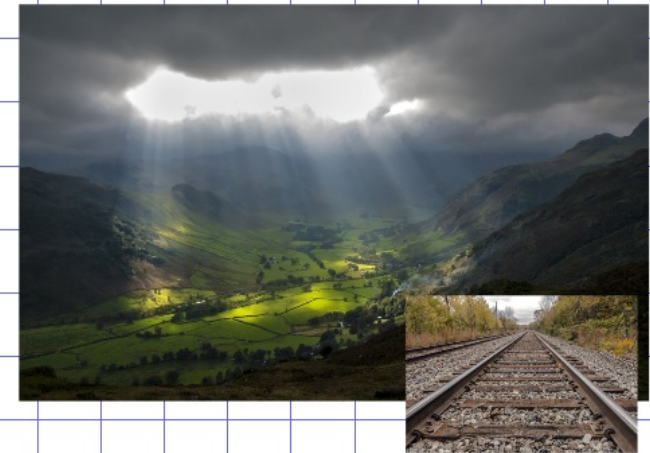
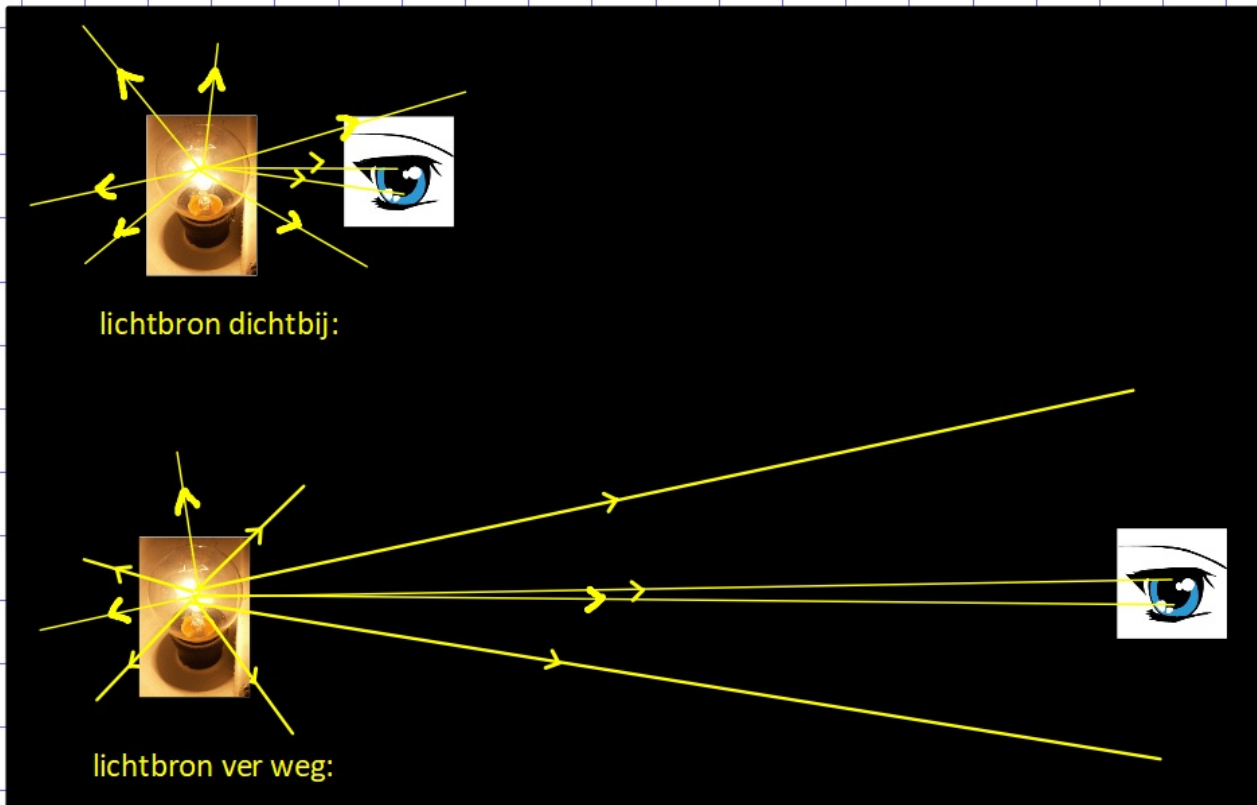
ISS Ruimtestation:
27.800 km/u >> 0,0025 %
v/d lichtsnelheid



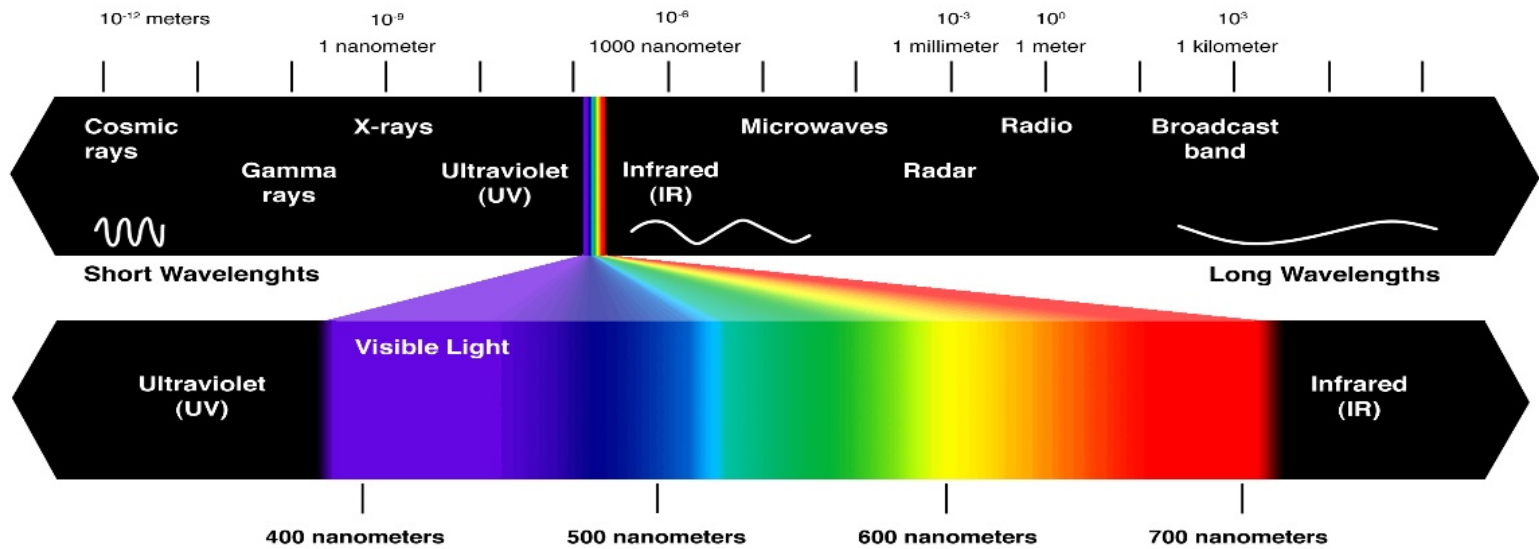
**Atoomkernen in
deeltjesversnellers:**
99,9999 % v/d lichtsnelheid



"Waarom lijkt zonlicht te bestaan uit parallelle bundels?"



"Wat wordt bedoeld met het elektromagnetisch spectrum?"



"Hoe ontstaat blacklight en glow-in-the-dark?"



"Hoe kun je in het donker zien?"



night vision (lichtversterking)

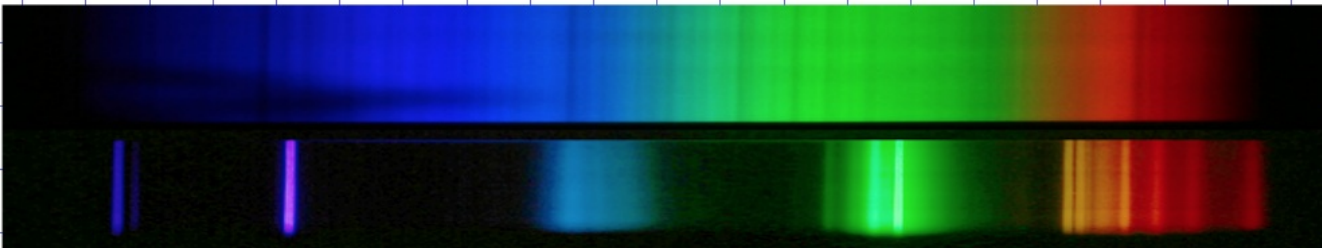


infraroodbeeld



met een zaklamp!

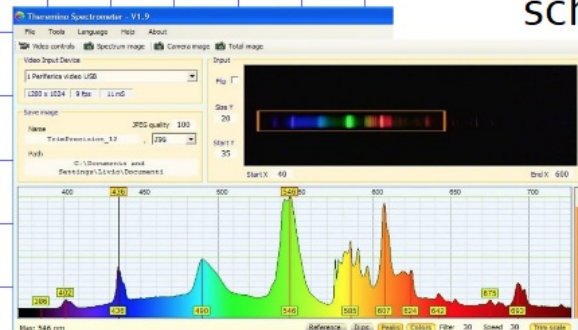
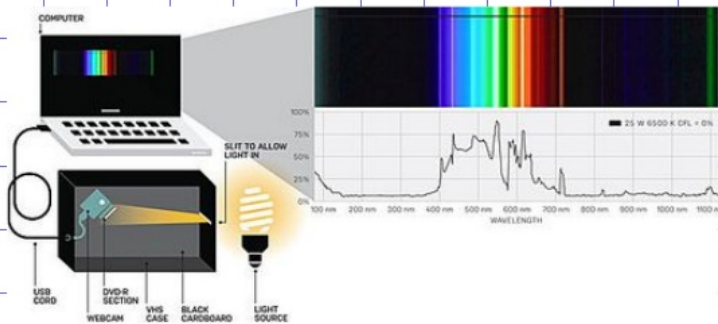
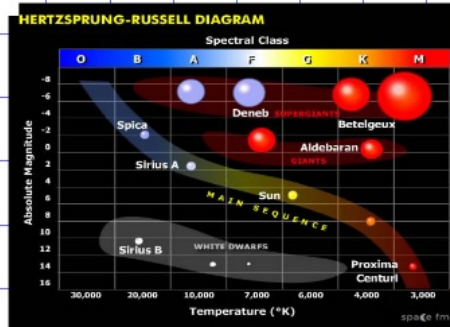
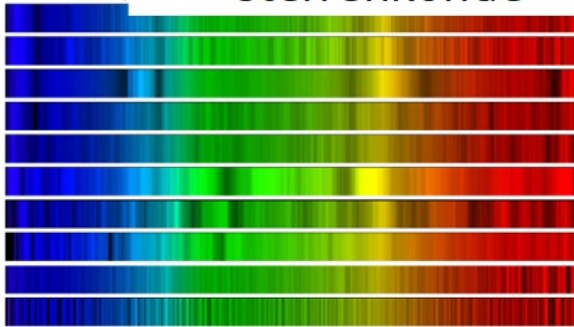
"Hoe kun je wit licht ontmaskeren?"



"Waar wordt spectrometrie toegepast?"

sterrenkunde

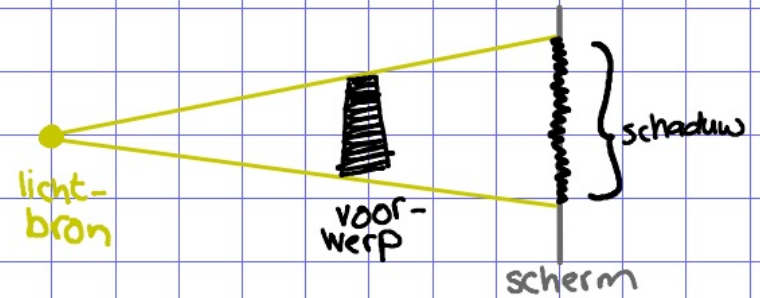
HIP 81377	Type: O9.5V
Spica HIP 65474	Type: B1v
Mizar HIP 65378	Type: A2v
Procyon HIP 37279	Type: F5iv
Muphrid HIP 67927	Type: G0iv
Arcturus HIP 69673	Type: K2II
HIP 30343	Type: M3II
HIP 52009	Type: C
HIP 46882	Type: SdF2
HIP 100287	Type: WC+



scheikunde



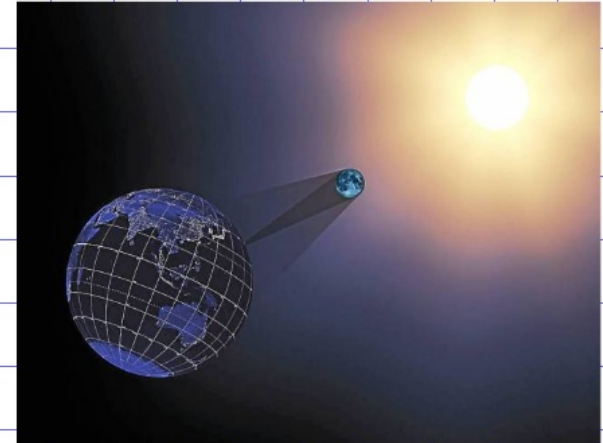
"Hoe ontstaan grote en kleine schaduwen in een schimmenspel?"

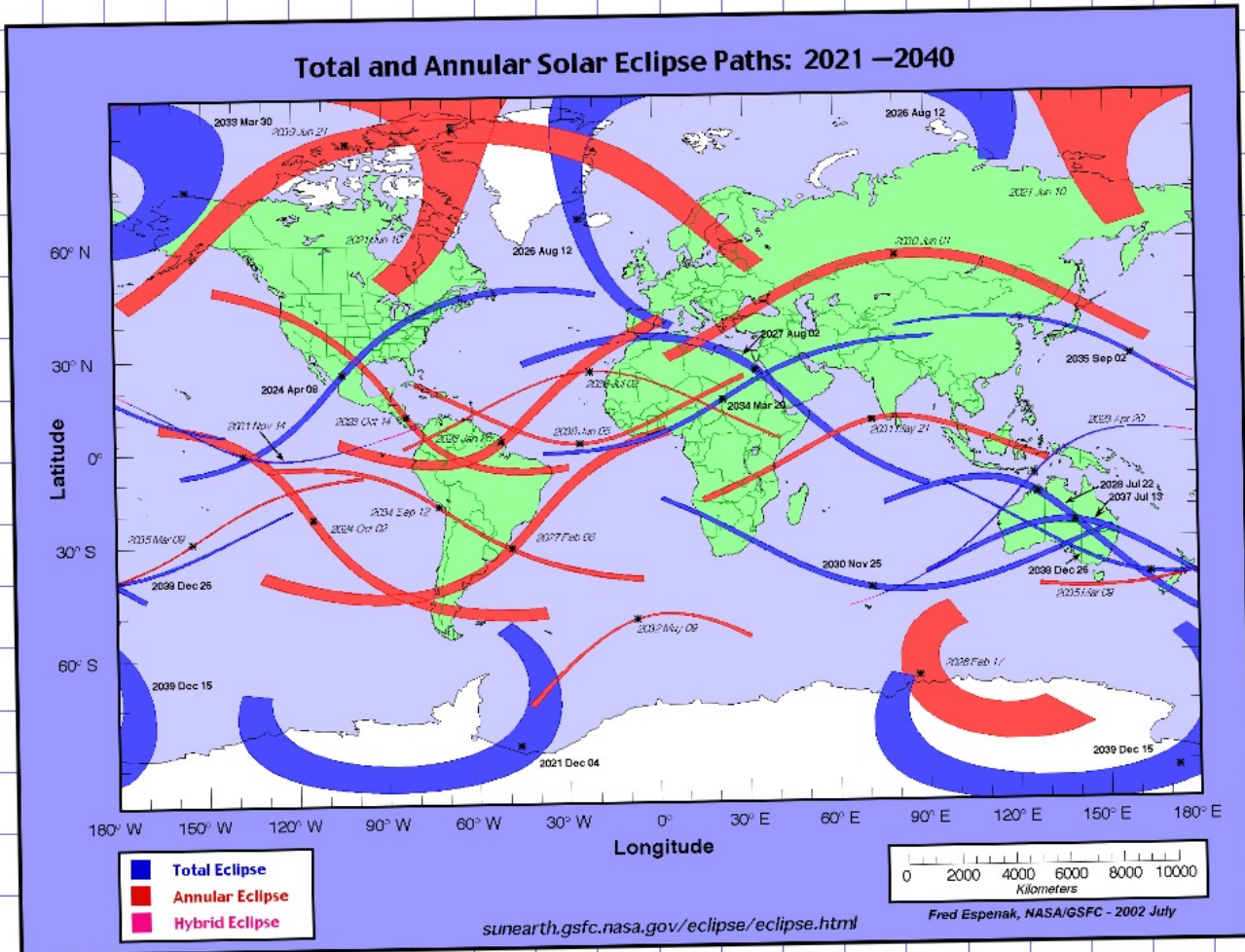


"Hoe ontstaan zonsverduisteringen?"

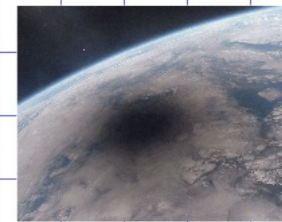


"Hoe ontstaan zonsverduisteringen?"

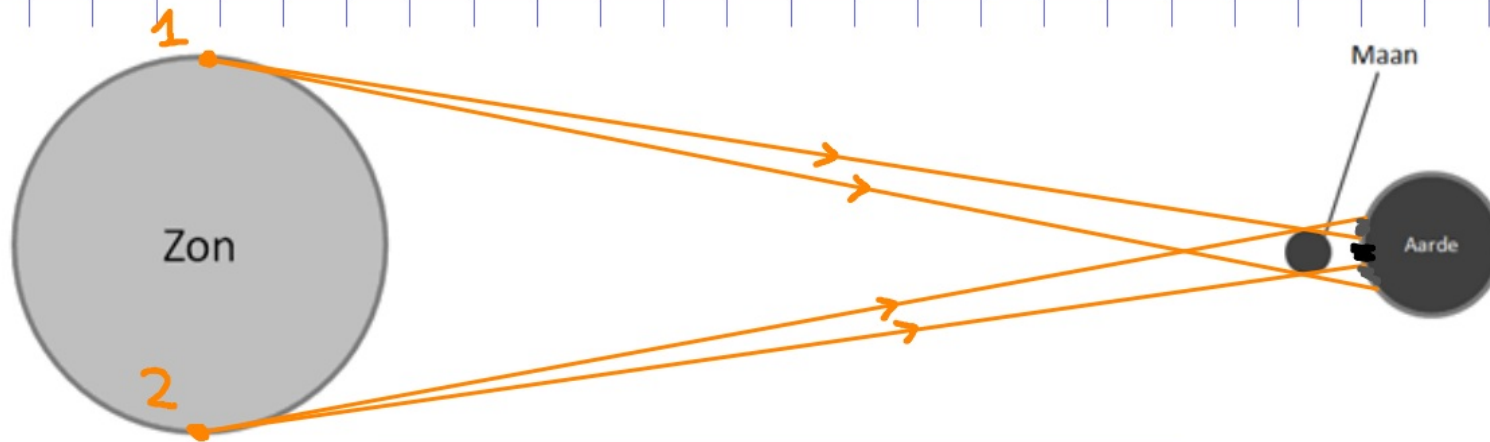




"Waar zullen toekomstige zonsverduisteringen optreden?"

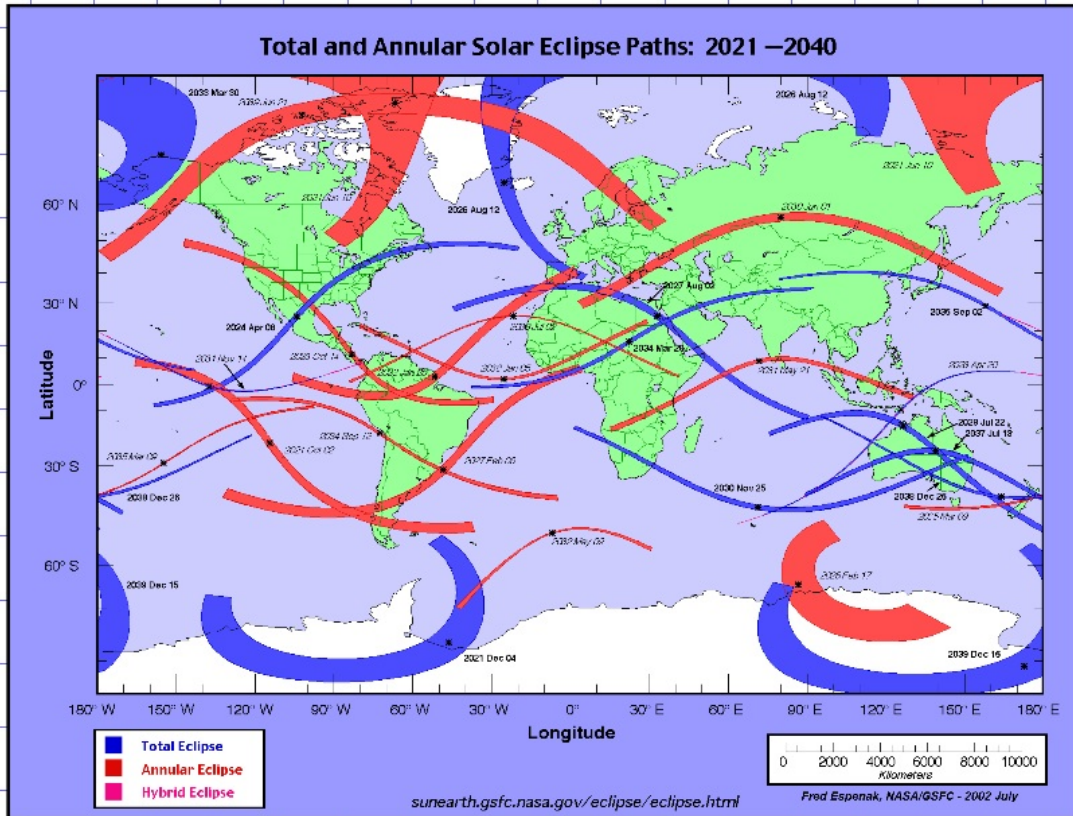


"Hoe ontstaan zonsverduisteringen?"

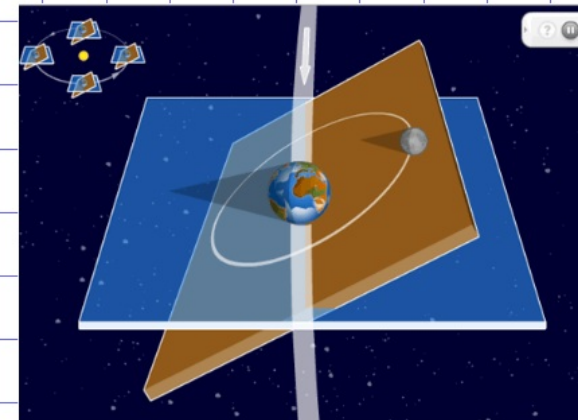
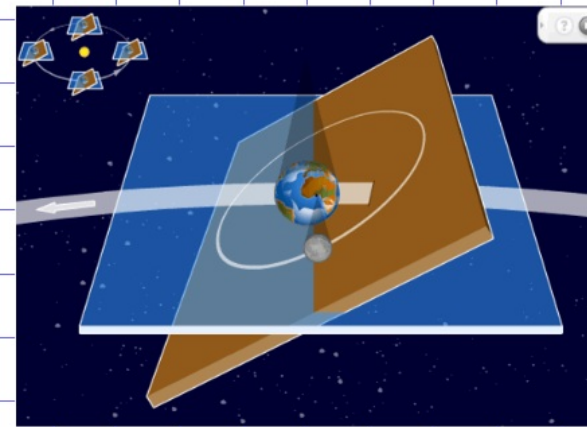


LET OP: een "grote lichtbron" of een langwerpige lichtbron behandel je als twee losse bronnen aan de uiteinden!

"Waarom is er niet elke maand een zonsverduistering?"



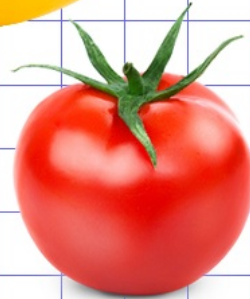
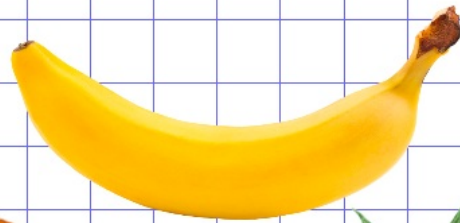
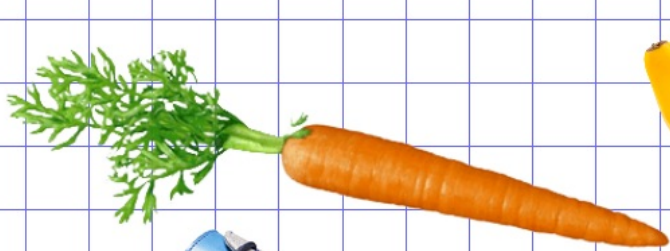
<http://www.edumedia-sciences.com/nl/a226-zonsverduistering>



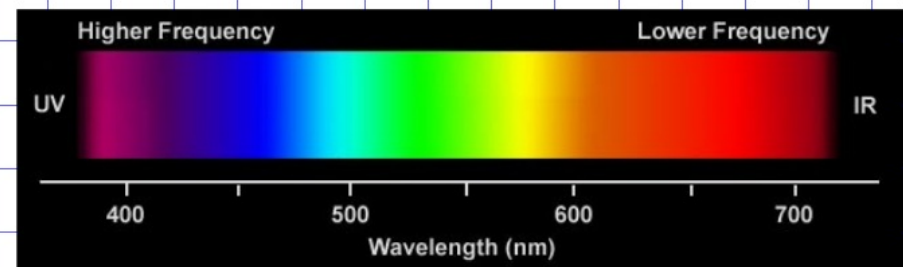
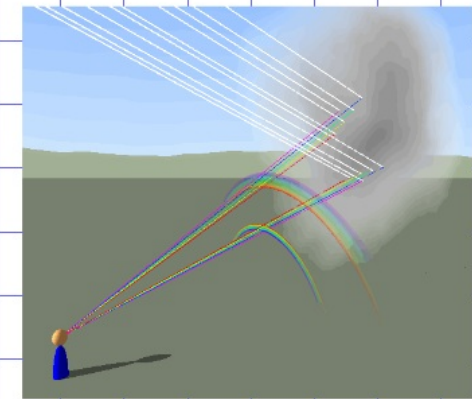
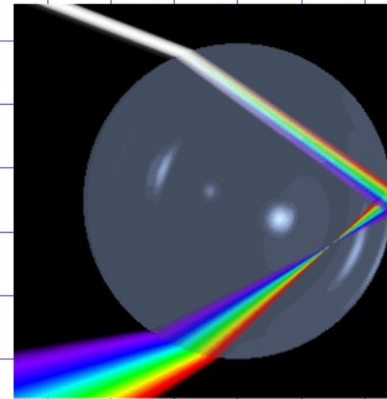
"Waarom lijkt de lucht overdags blauw en 's avonds rood?"



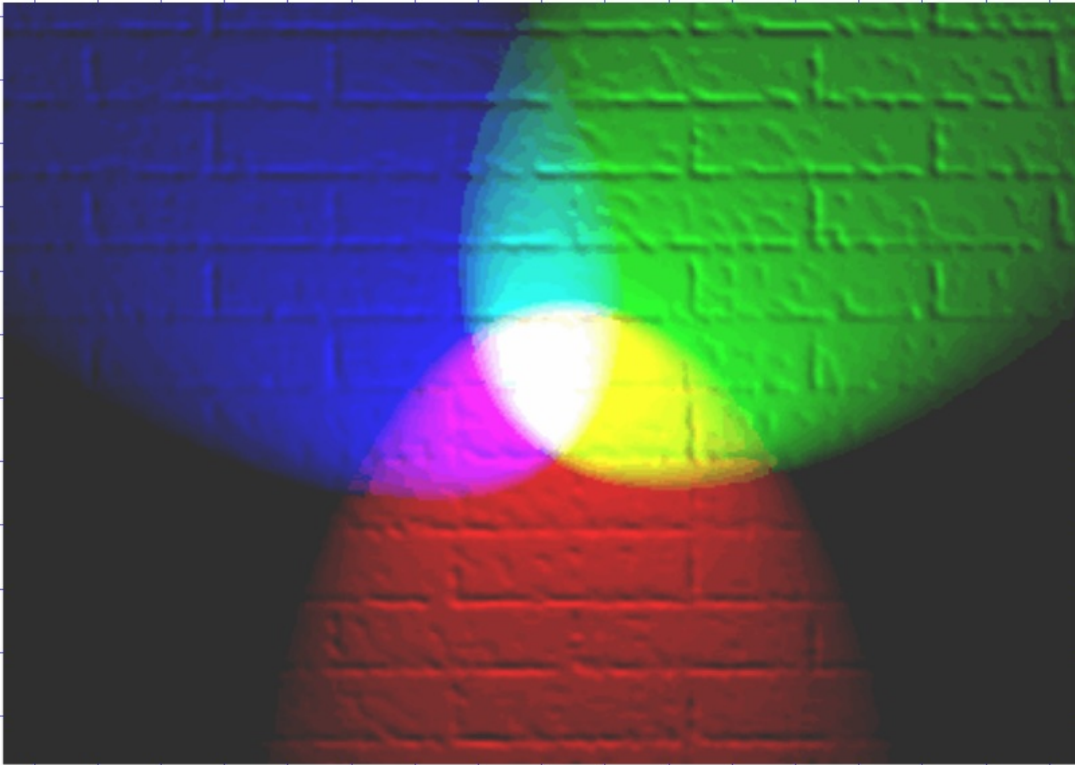
"Waarom hebben dingen de kleur die ze hebben?"



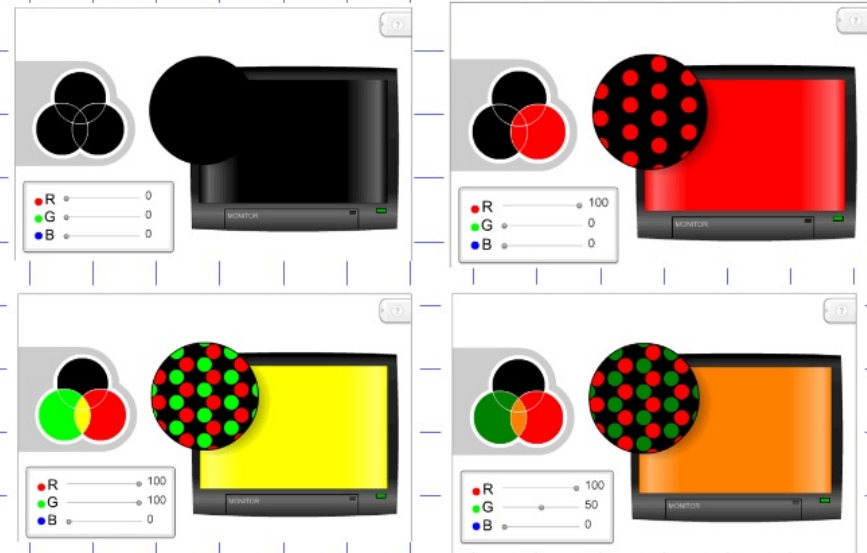
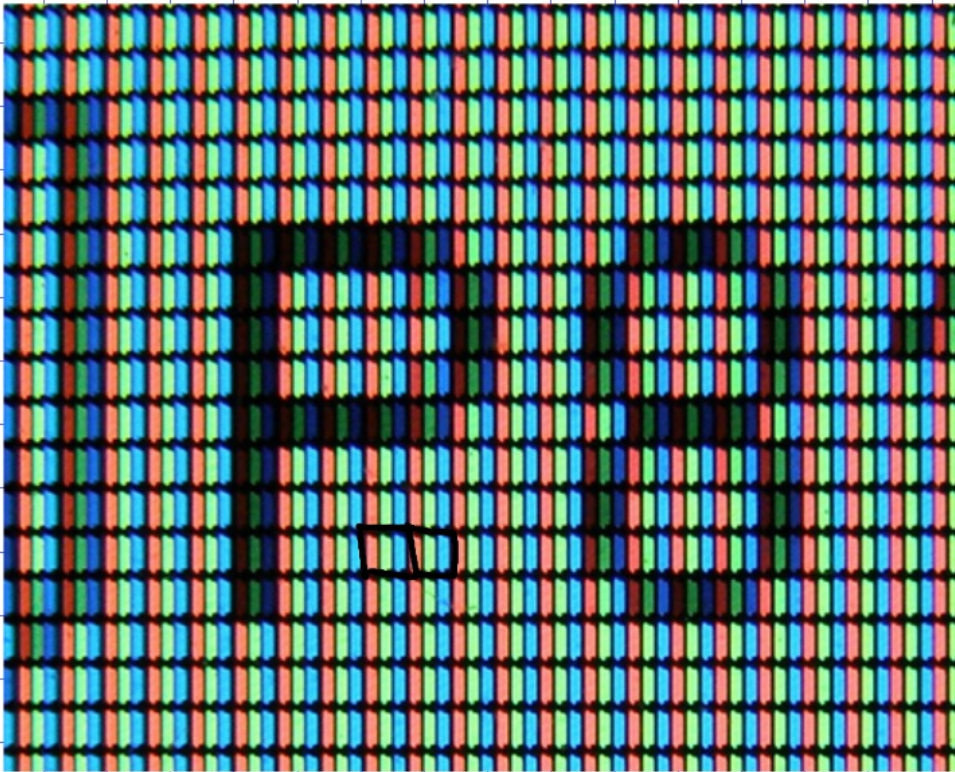
"Hoe ontstaan regenbogen?"



"Hoe werken multi-kleurenlampen?"

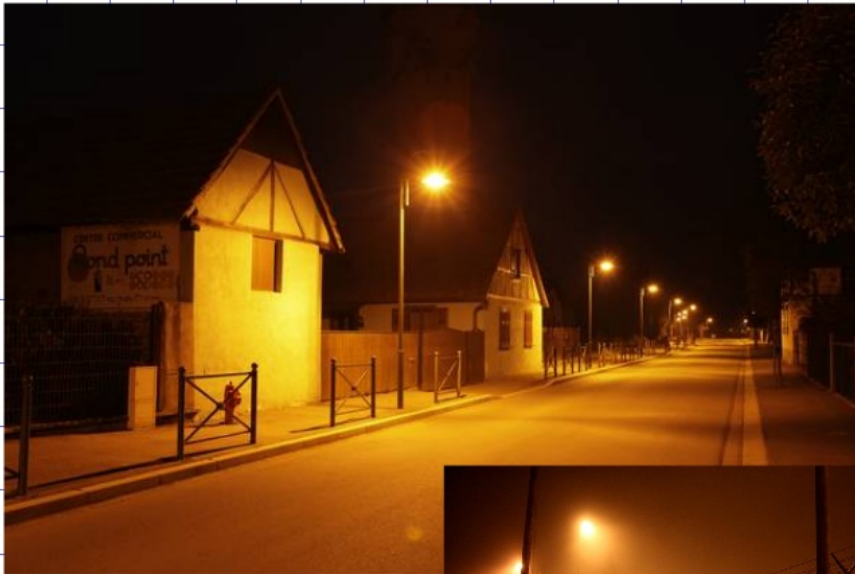


"Hoe werken kleurenschermen?"



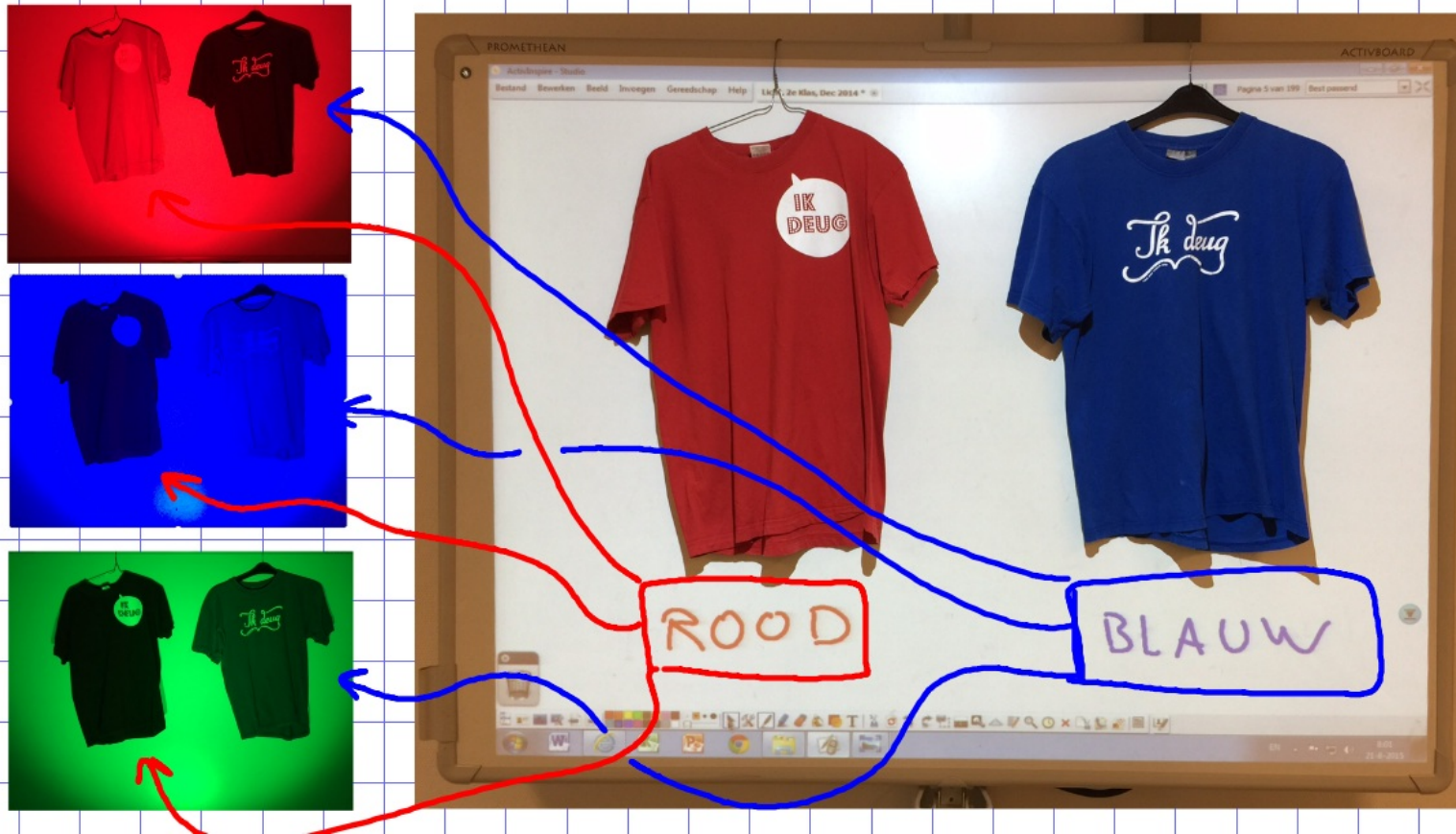
[Animatie Kleurenmonitor \(Online\)](#)

"Waarom lijkt alles geel onder een natriumlamp?"

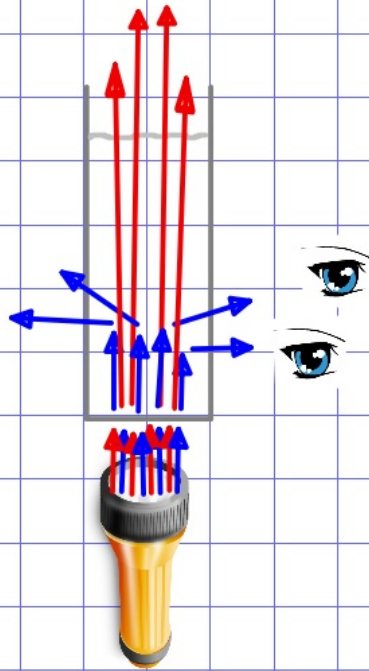


"...en onder een gewone lamp niet?"

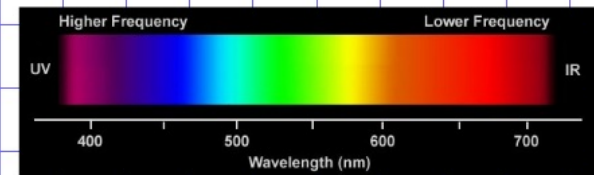
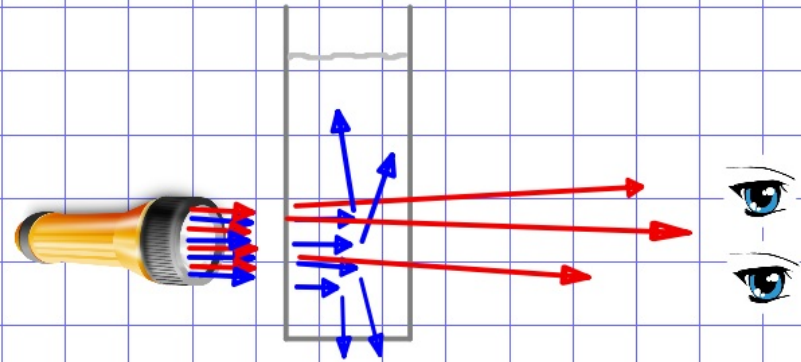
"Waarom lijkt een rood t-shirt zwart onder blauw licht?"



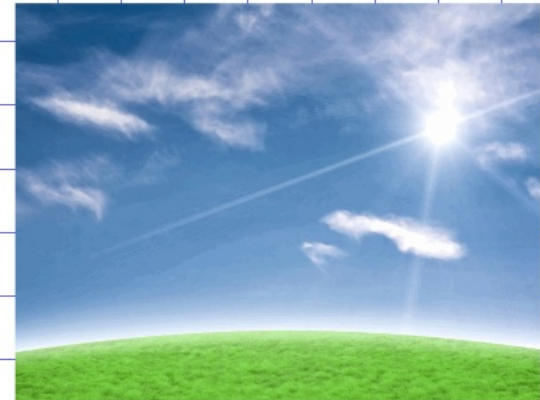
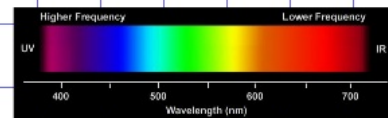
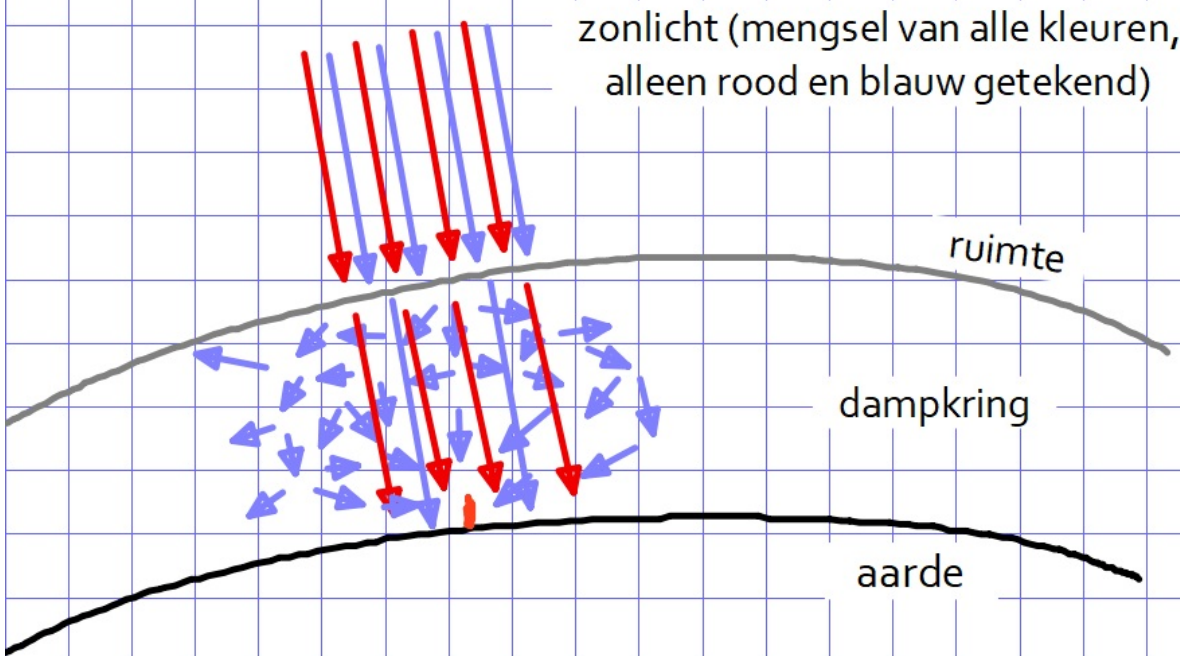
"Waarom lijkt de lucht overdags blauw en 's avonds rood?"



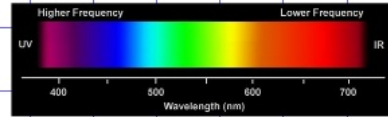
zaklamp: wit licht (mengsel van alle kleuren, alleen rood en blauw getekend)



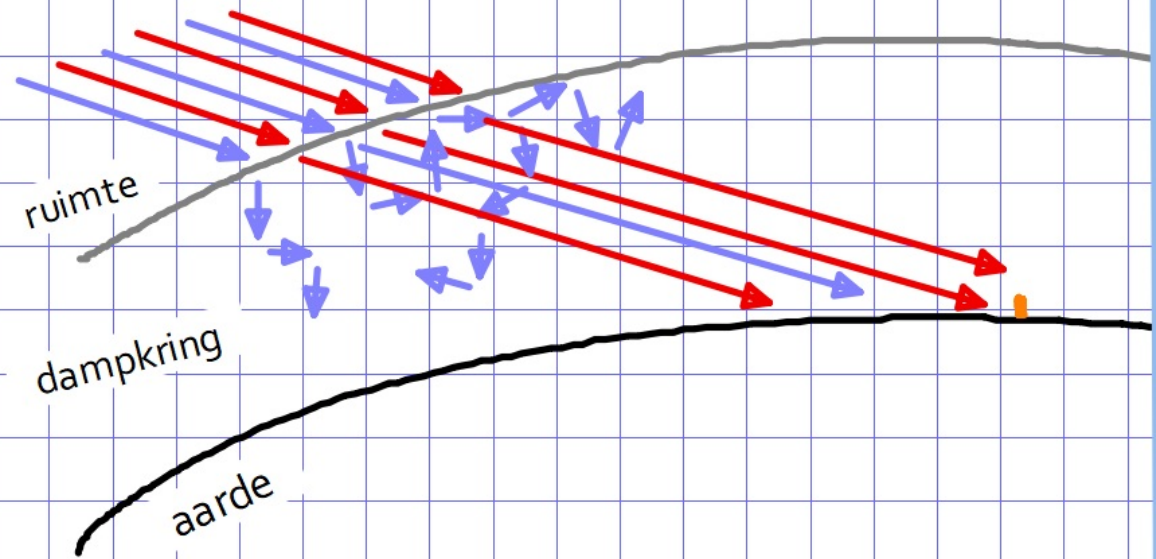
"Waarom is de lucht overdags blauw en 's avonds rood?"



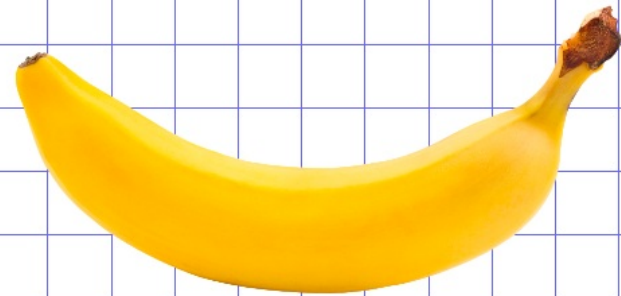
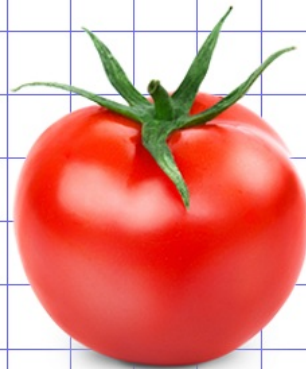
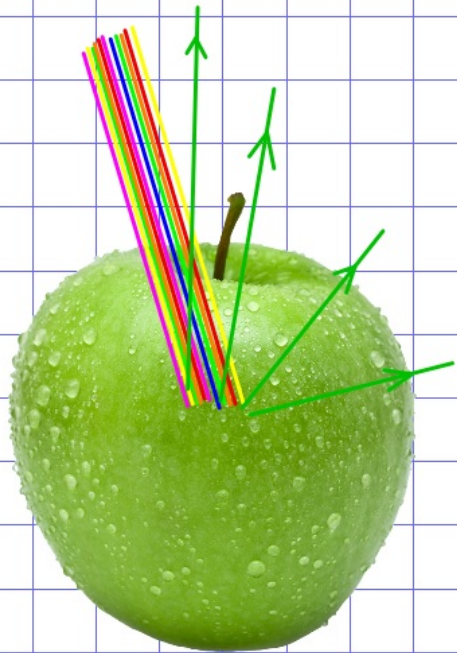
"Waarom is de lucht overdags blauw en 's avonds rood?"



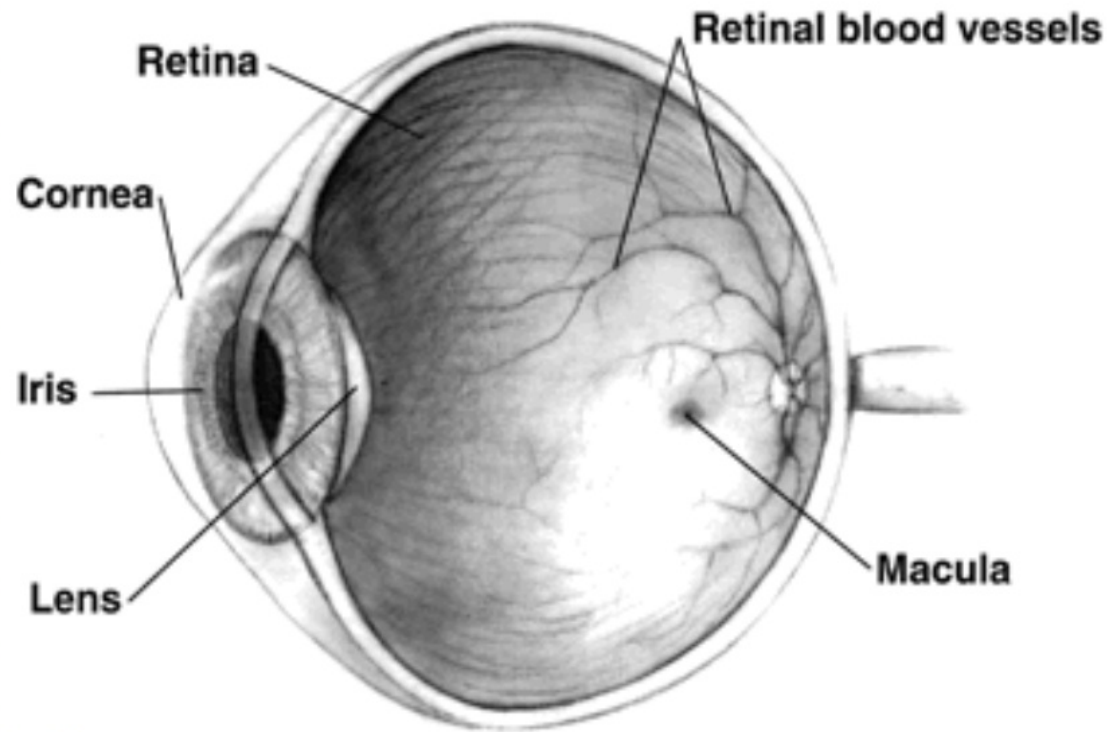
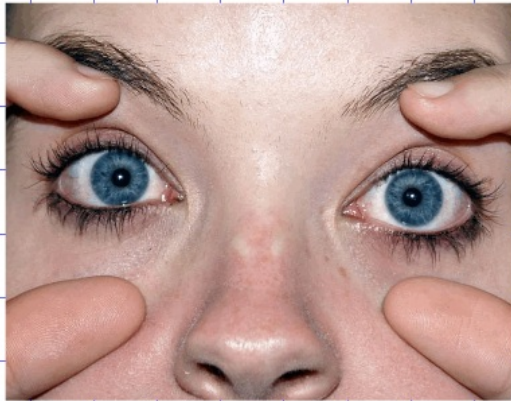
zonlicht (mengsel van alle kleuren, alleen rood en blauw getekend)



"Waarom hebben dingen de kleur die ze hebben?"

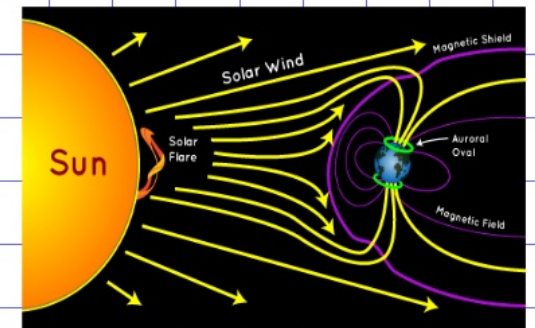


"Waarom lijkt je pupil zwart?"

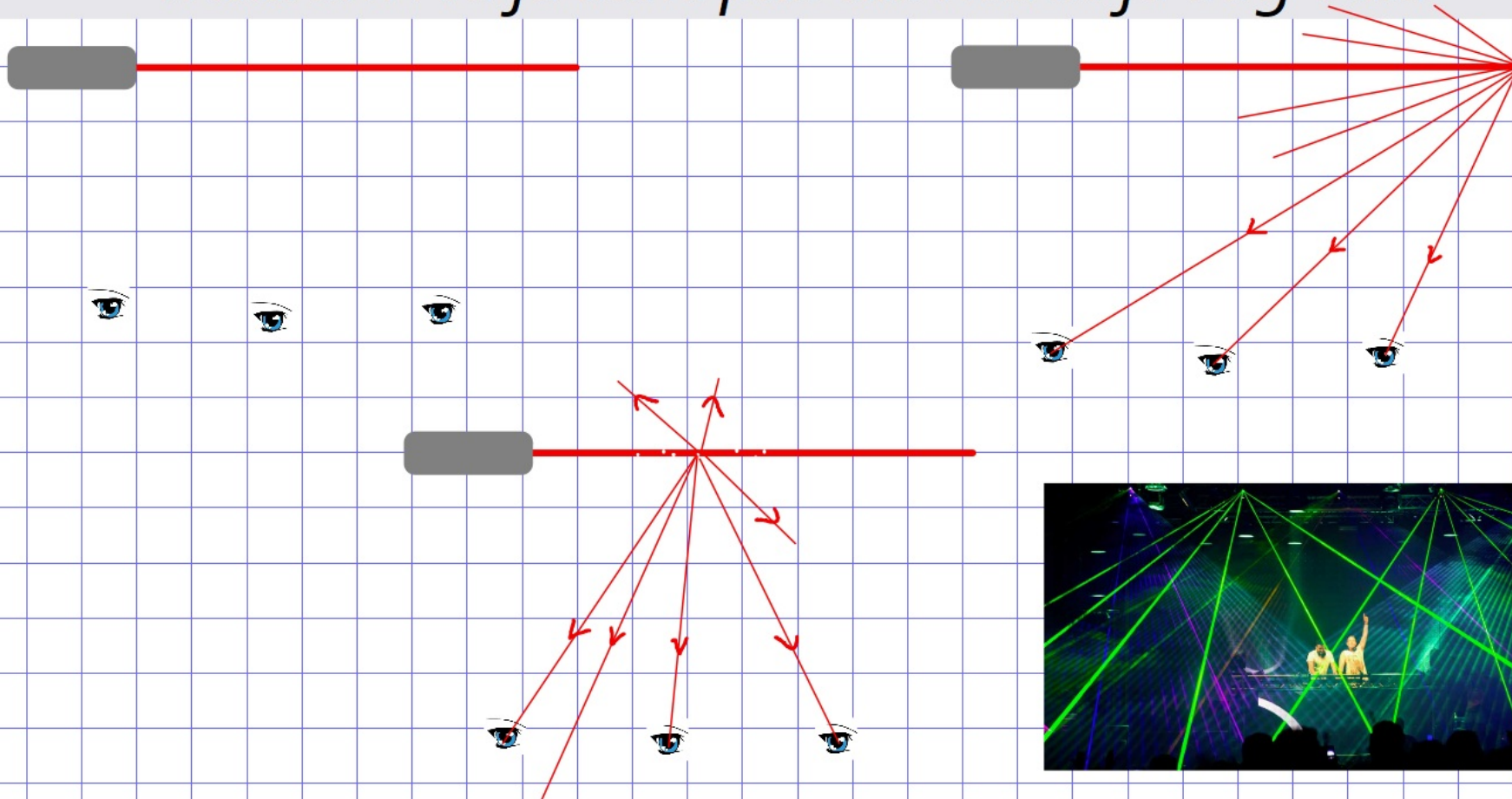


"... behalve op een foto met flits?"

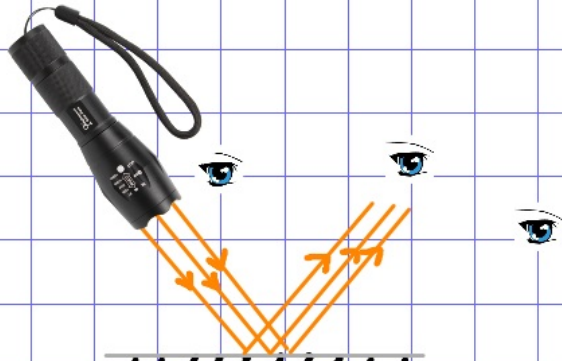
"Hoe ontstaat het noordlicht?"



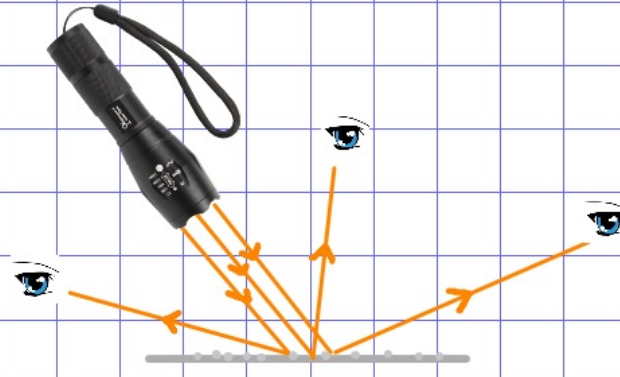
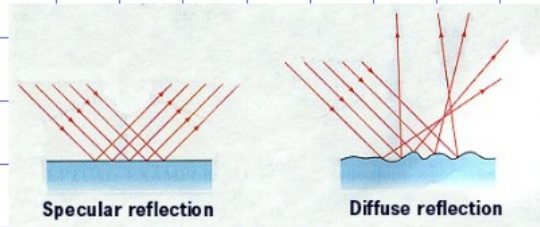
"Waarom zie je licht pas als het in je oog valt?"



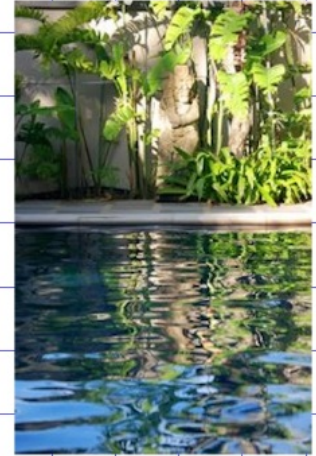
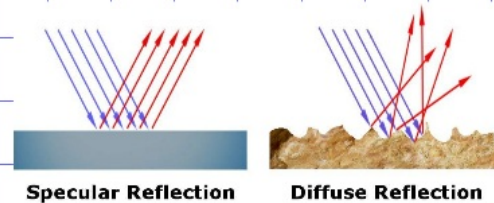
"Wat is het verschil tussen spiegelende en diffuse weerkaatsing?"



spiegelende
weerkaatsing
(bijv. spiegeltje)



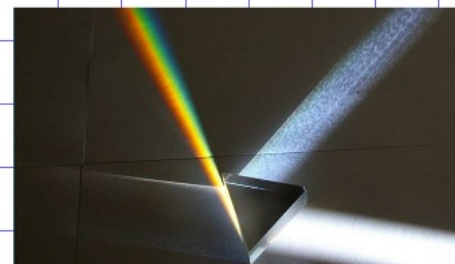
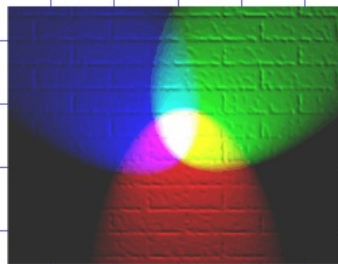
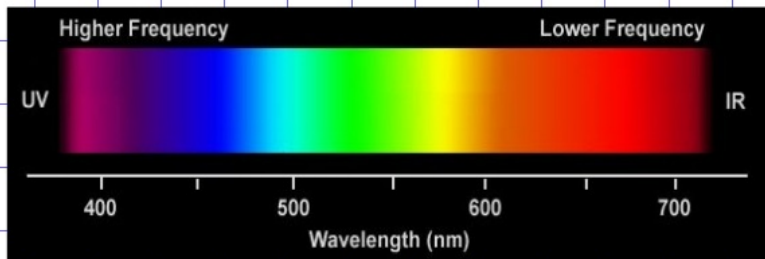
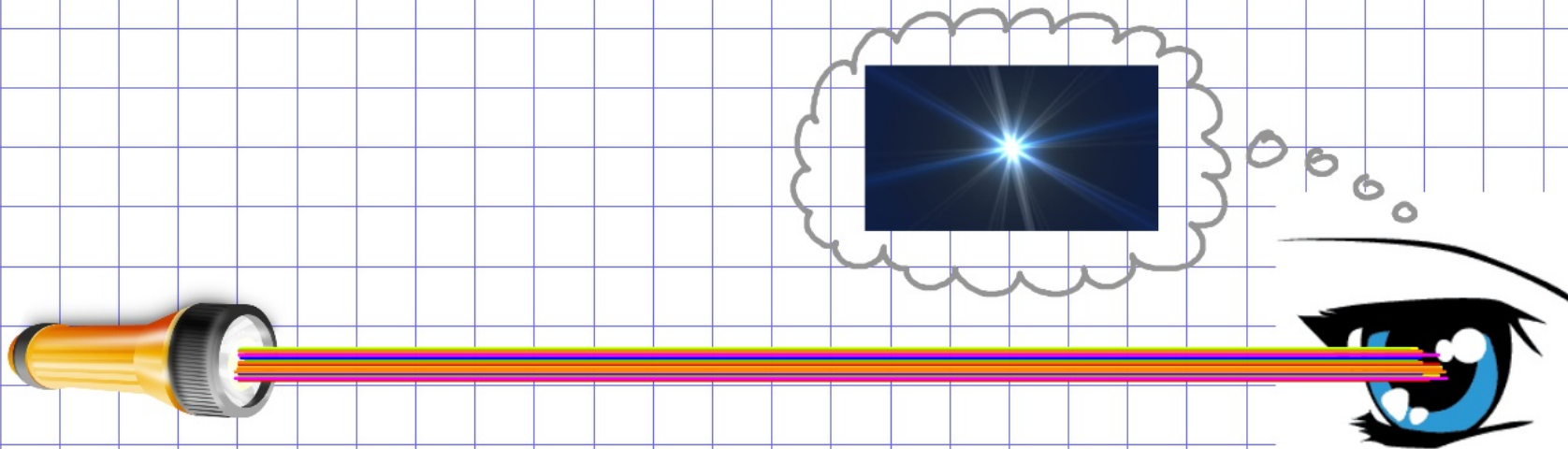
diffuse weerkaatsing
(bijv. papier)



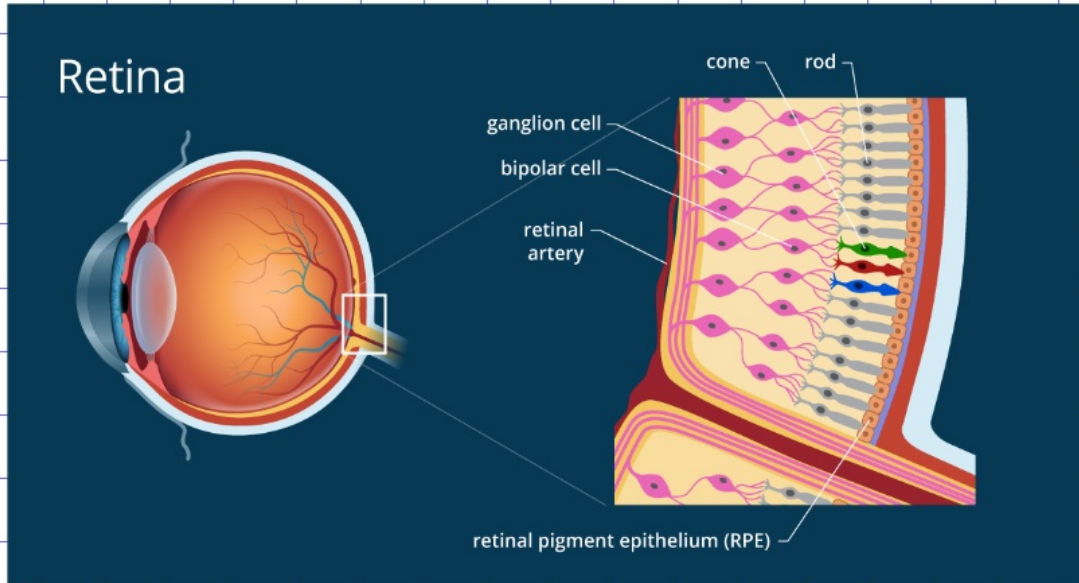
"Hoe kun je kleuren mengen om bruin en grijs te krijgen?"



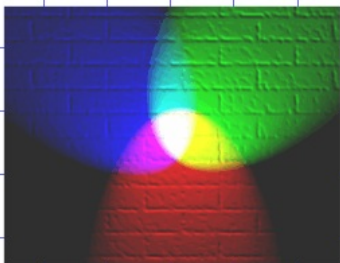
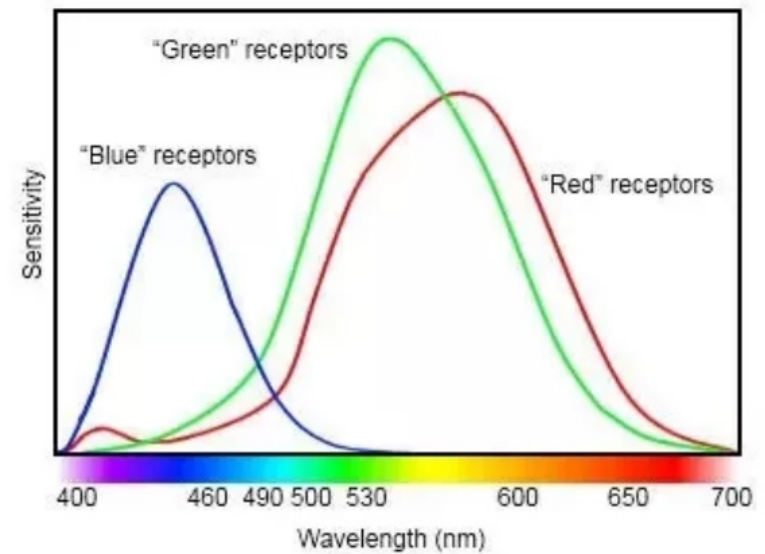
"Is wit licht van de zon of een lamp wel echt wit?"



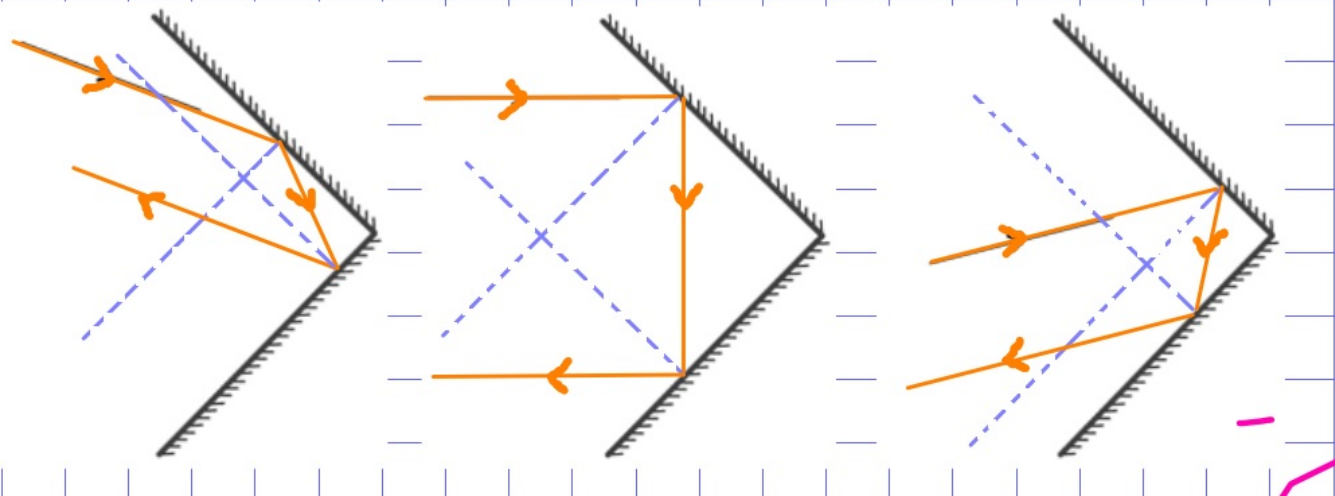
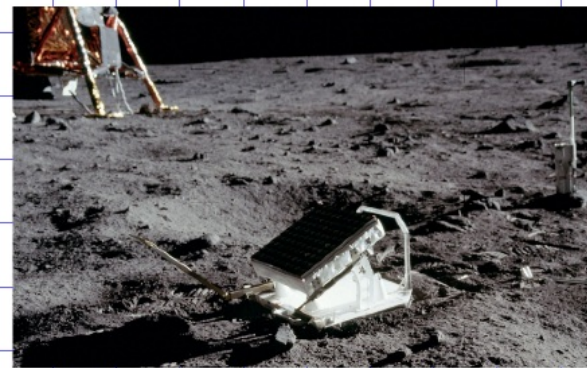
"Waardoor zien we mengkleuren?"



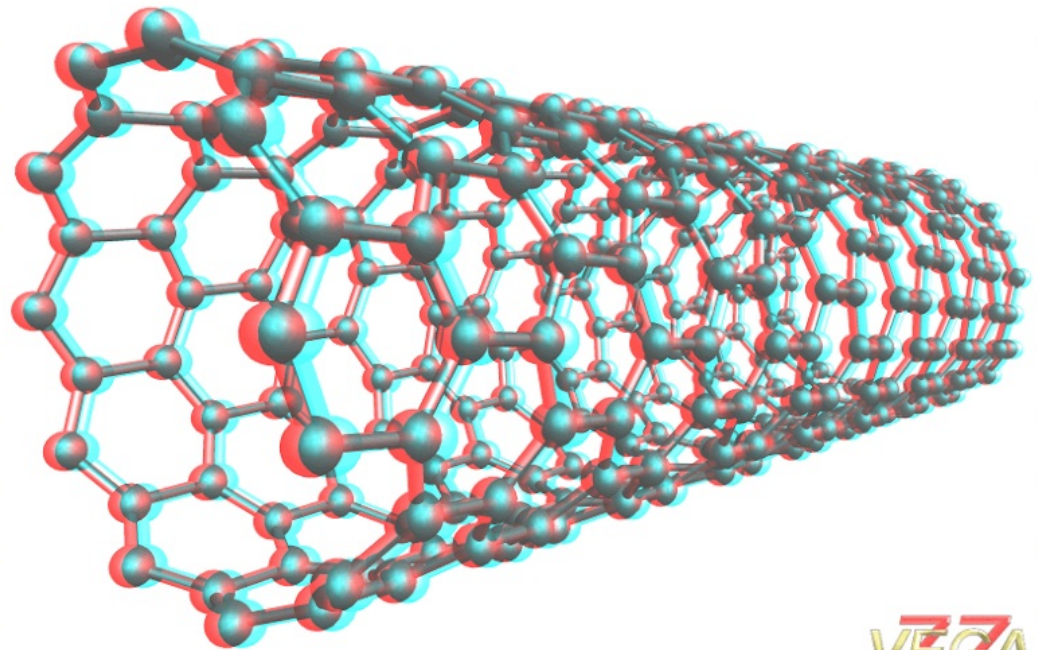
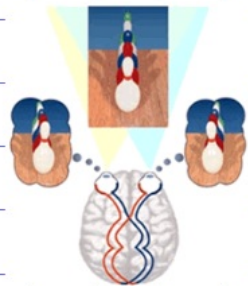
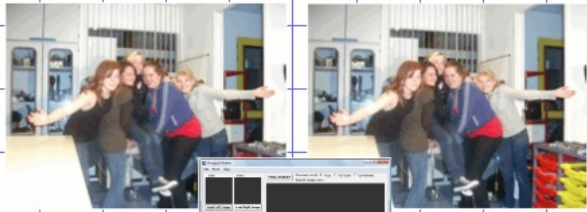
Human color receptor relative sensitivity



"Hoe werken reflectors?"



"Hoe ontstaat een 3D-beleving?"



VEGA

"Hoe ontstaan spiegelbeelden?"



Licht komt **vanaf** de neus van deze muis.

Het licht verandert hier van richting maar onze ogen en hersenen "weten" dat niet...

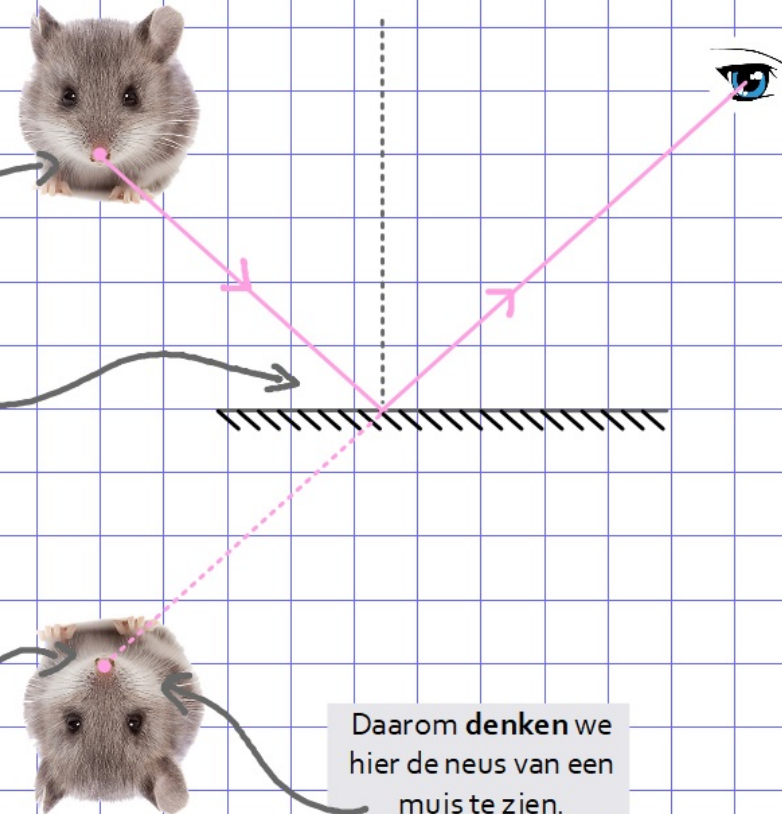
... die denken dat het licht hiervandaan komt!

Daarom **denken** we hier de neus van een muis te zien.



<http://www.youtube.com/watch?v=fWol5pCs5K8&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=zx5ro7kjesQ>



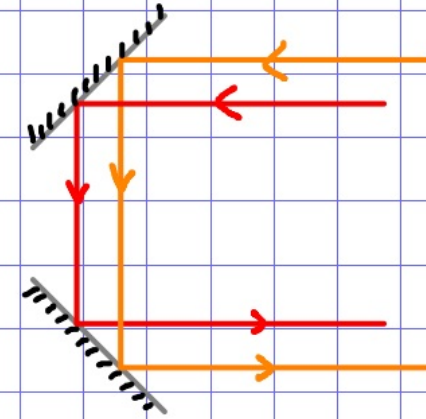
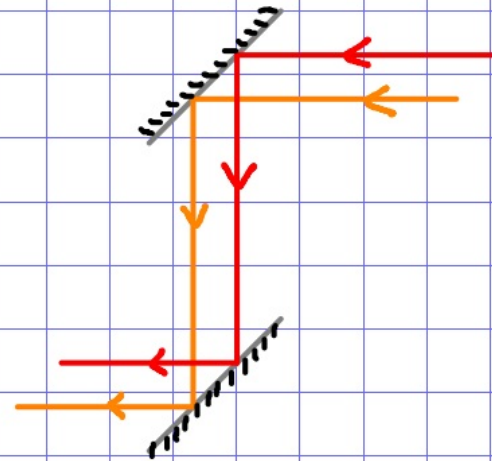
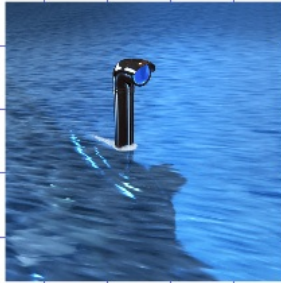
"Hoe ontstaat deze spiegeleffecten?"



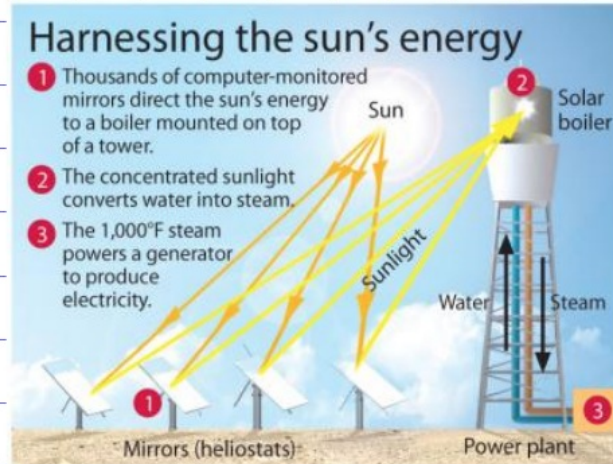
"Hoe vergroot een bolle spiegel je blikveld?"



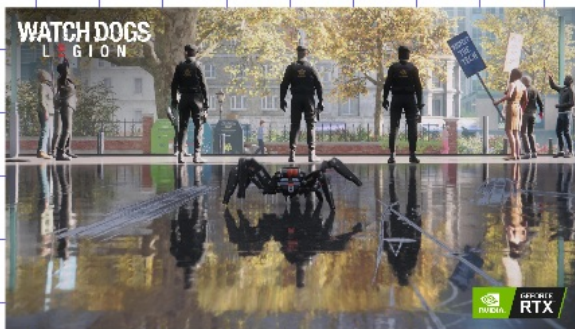
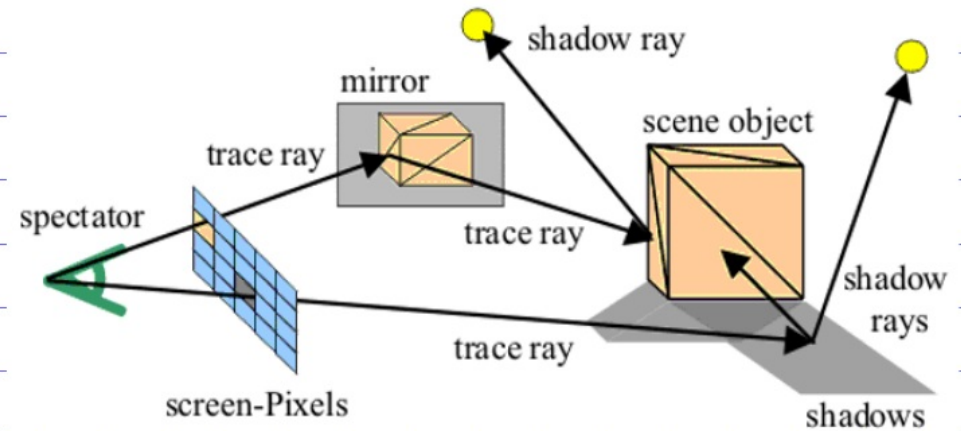
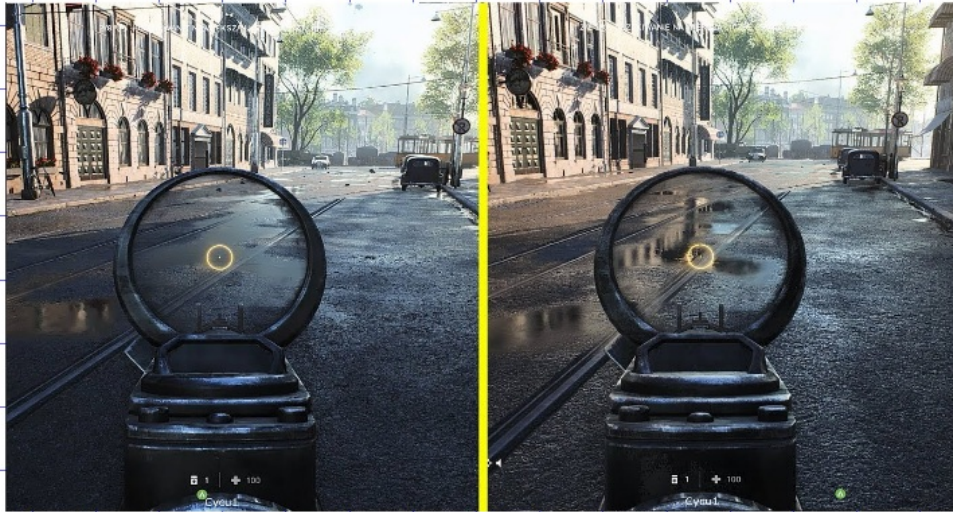
"Hoe werken periscopen?"



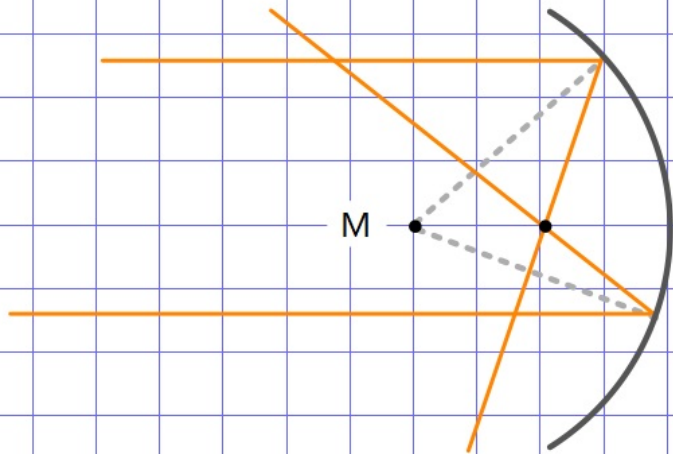
"Welke praktische toepassingen van de spiegelwet zijn er?"



"Hoe gebruiken spelontwikkelaars kennis van spiegeling?"



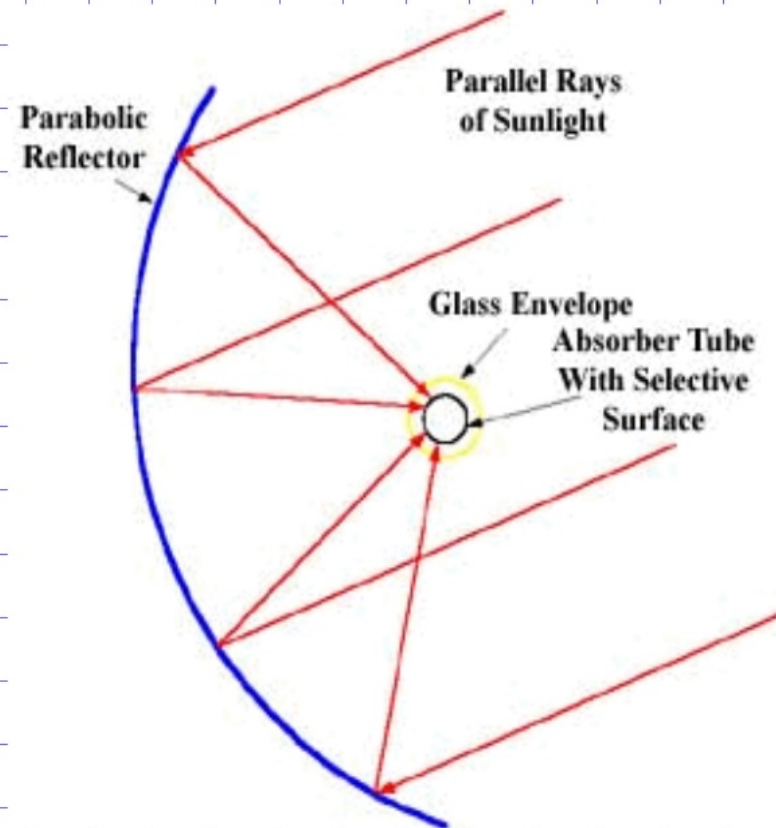
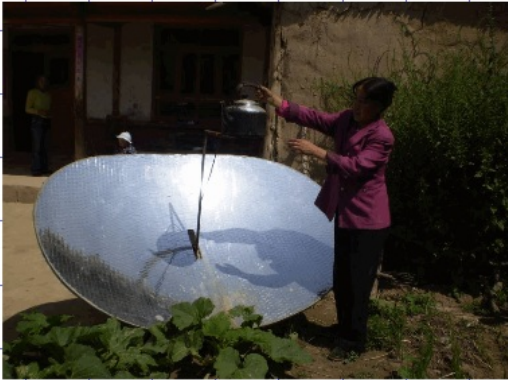
"Waardoor ontstaat een omgekeerd spiegelbeeld in een lepel?"



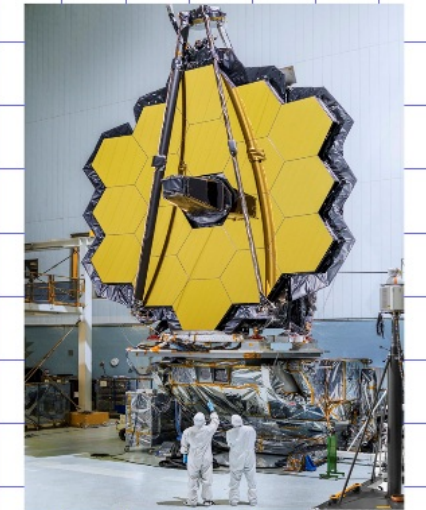
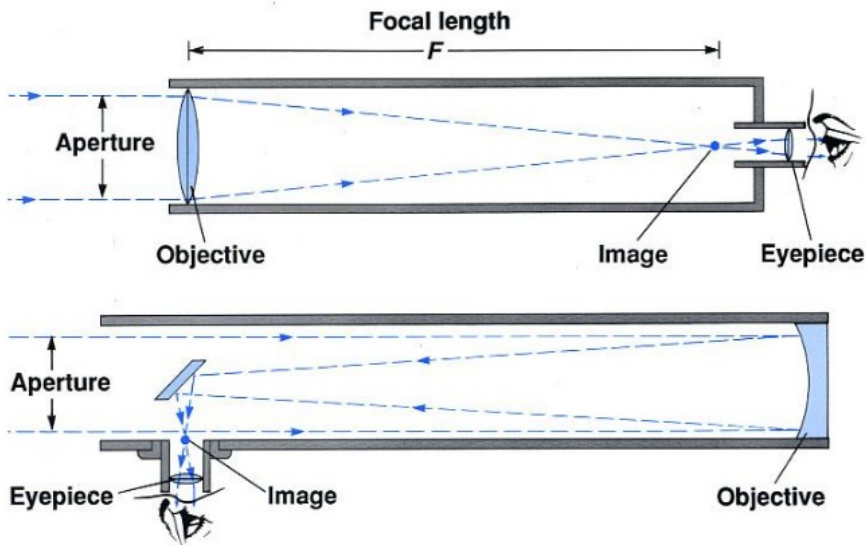
"Waardoor zijn beelden in kromme spiegels vergroot of verkleind?"



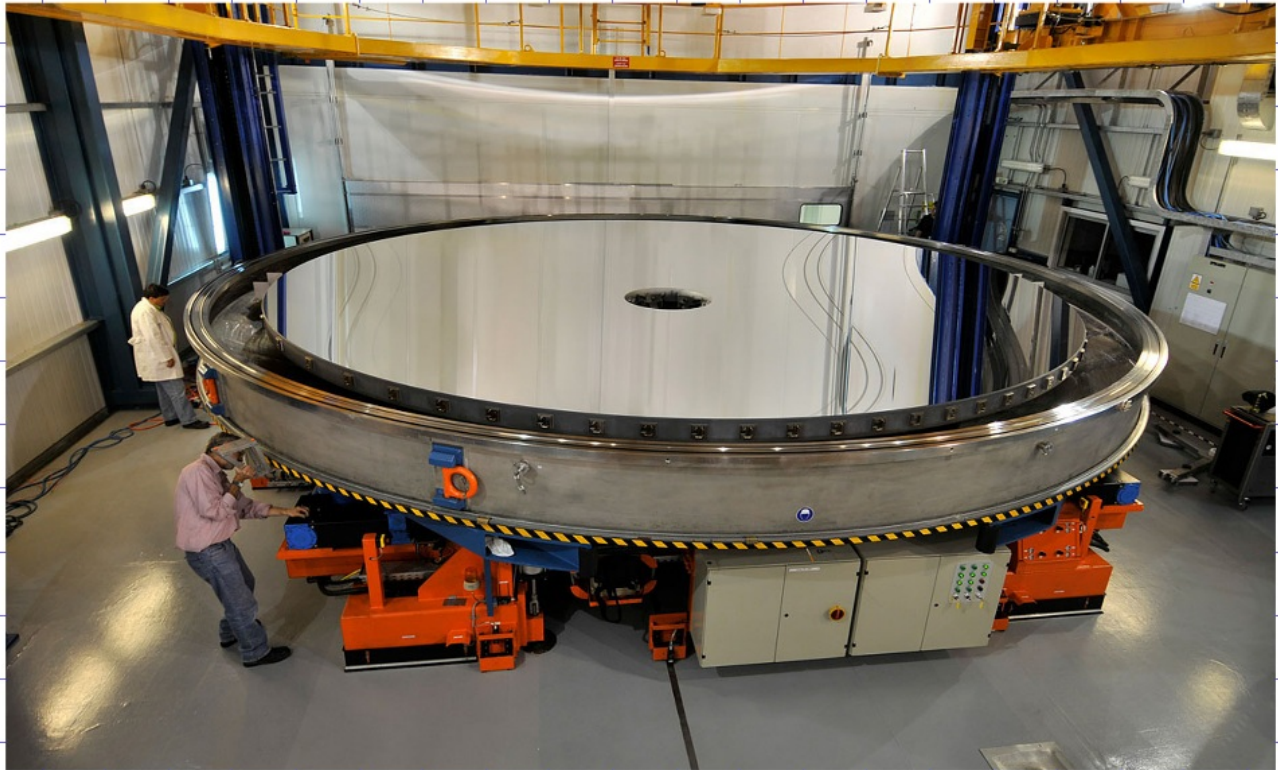
"Hoe kun je koken op zonlicht?"



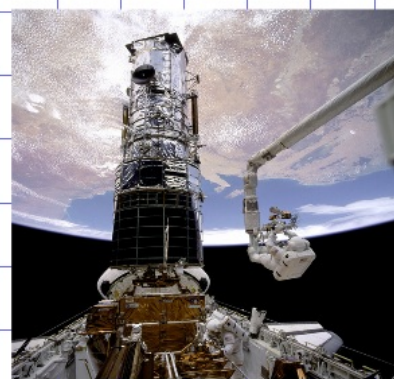
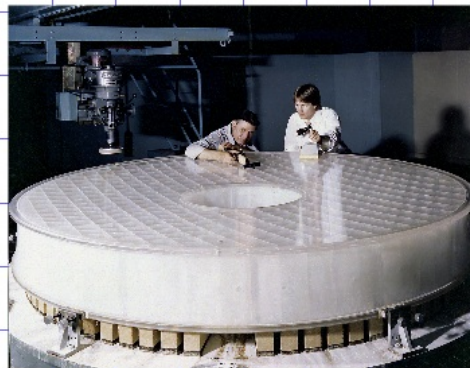
"Hoe vormen lenzen en kromme spiegels een beeld?"



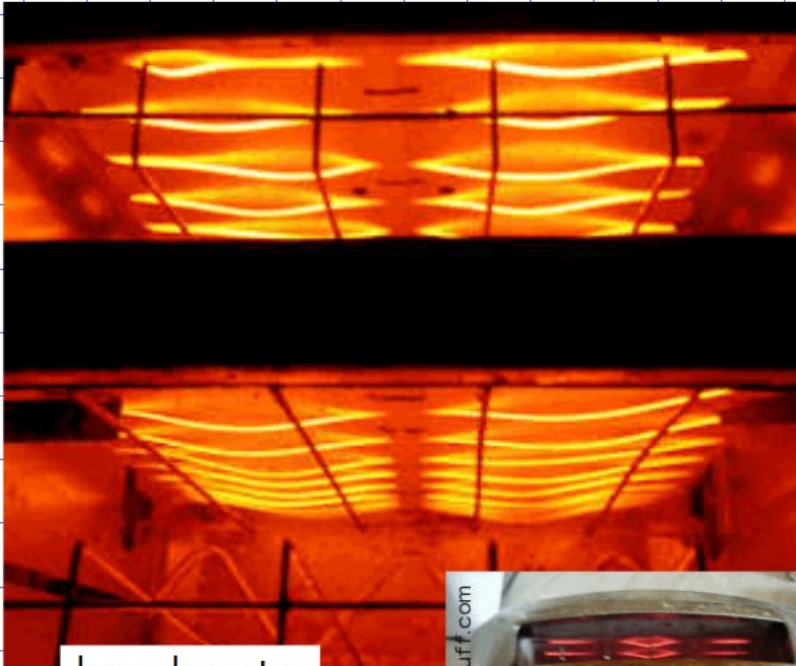
"Hoe vormen lenzen en kromme spiegels een beeld?"



"Hoe vormen lenzen en kromme spiegels een beeld?"



"Waarom voelt sommig licht als warmte?"



broodrooster



gloeilamp

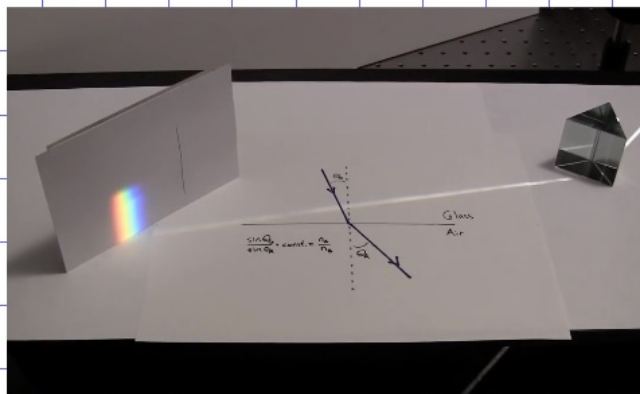
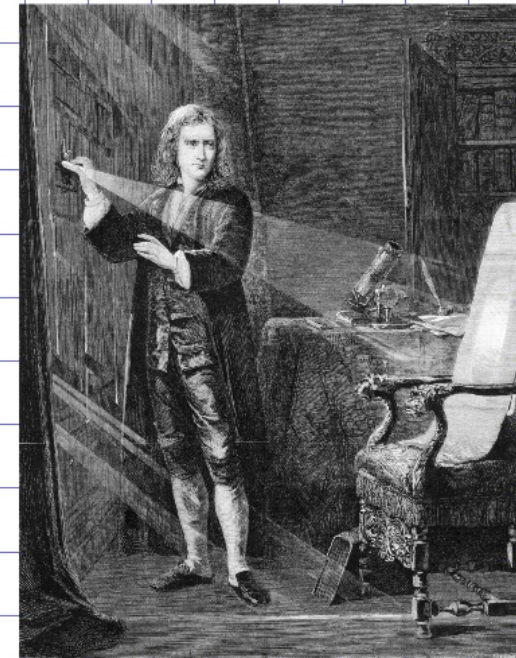
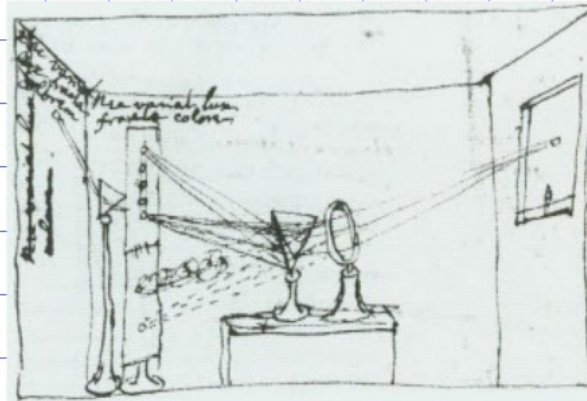


straalkachel

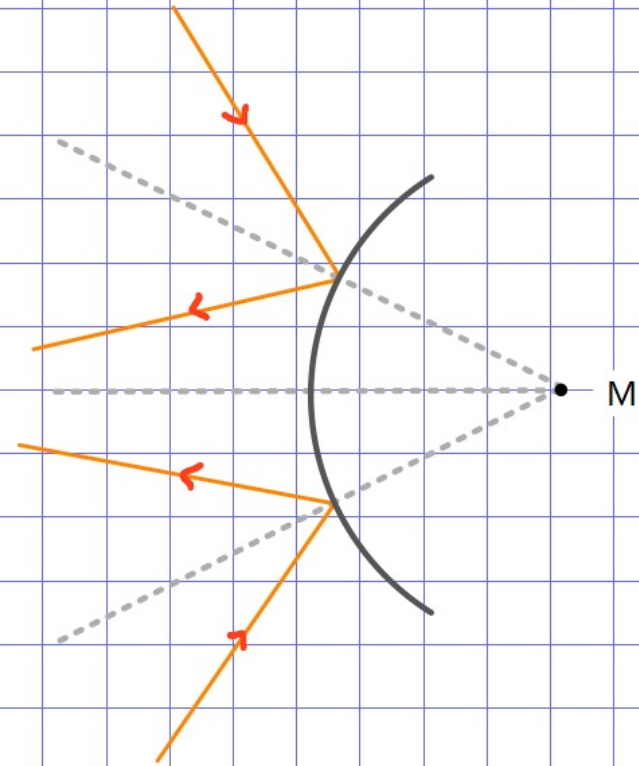


www.explainthatstuff.com

"Hoe werd licht vroeger bestudeerd?"



"Hoe vergroot een bolle spiegel je blikveld?"



Hoofdstuk 2: Licht

- BONUSVRAGEN -

Bonusvragen zijn in de les gebruikt om dieper door te vragen over de lesstof dan bij de opwarmvragen. Voor deze vragen kreeg je bedenktijd en overlegtijd in tweetallen. Ook stonden de volgende dia's op het bord. Zou jij deze vragen nu nog kunnen beantwoorden?

"Welke soorten lichtbundels zijn dit?"

-BONUSVRAAG! -

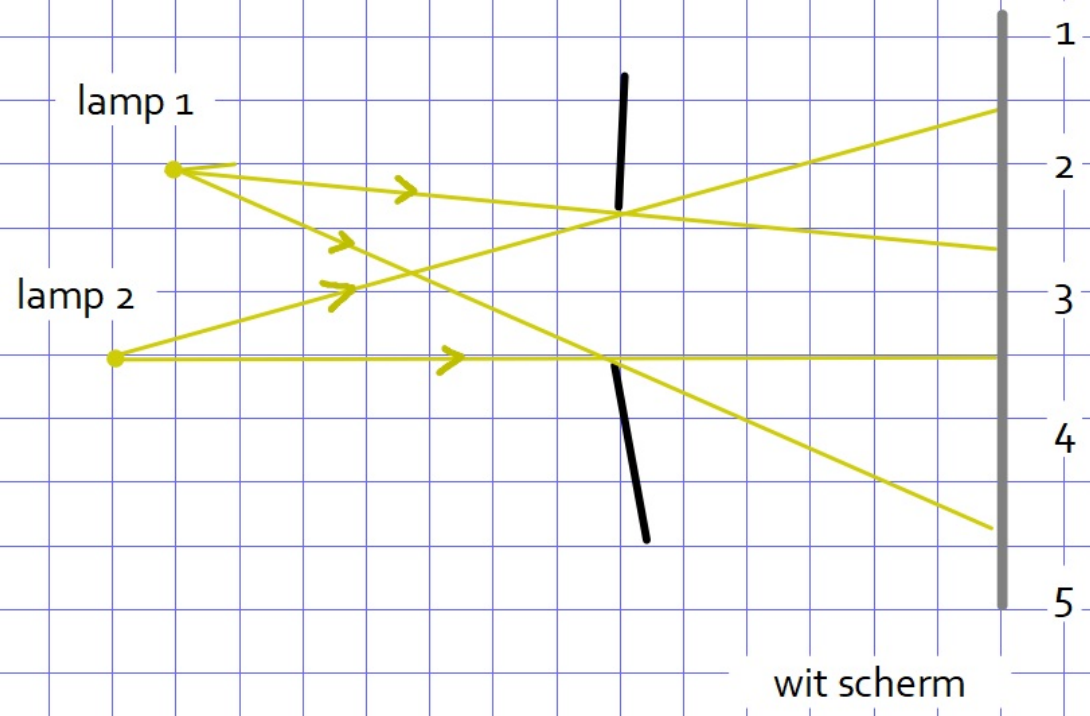
1



"Welke schaduwgebieden ontstaan er bij de nummers?"

- BONUSVRAAG! -

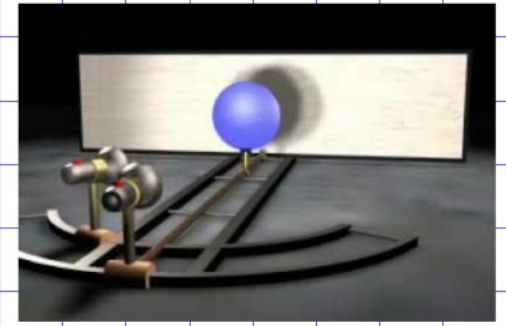
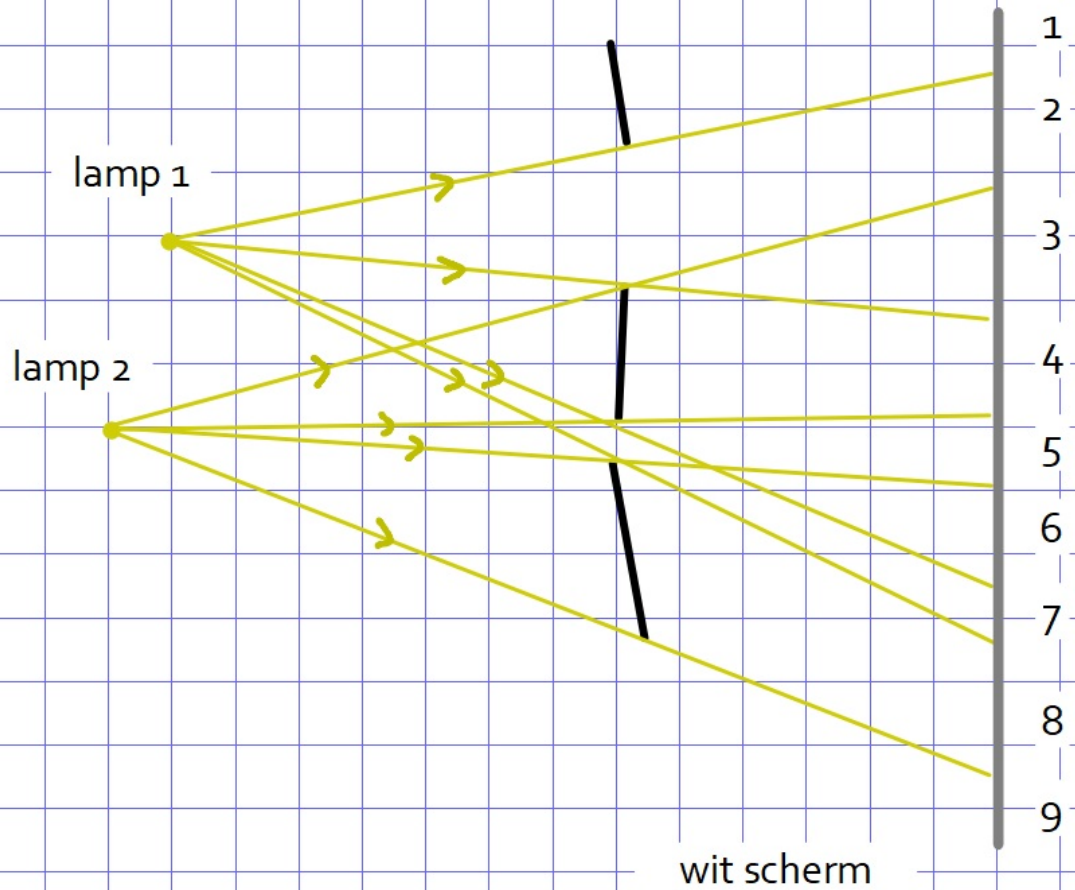
2



"Welke schaduwgebieden ontstaan er bij de nummers?"

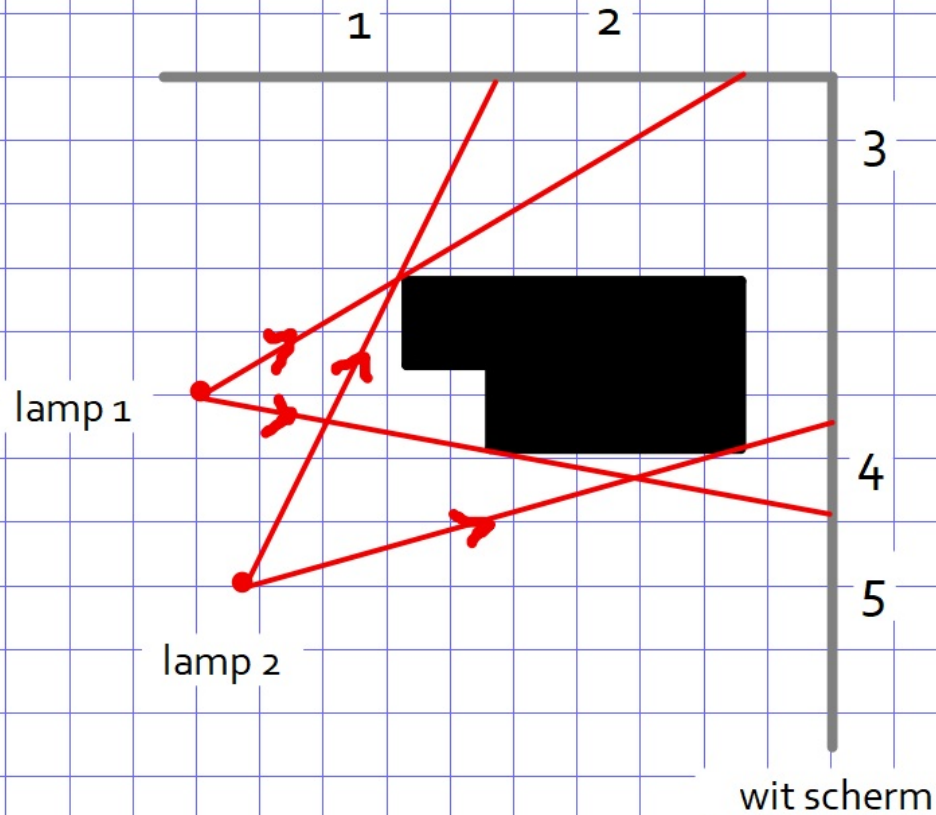
- BONUSVRAAG! -

3

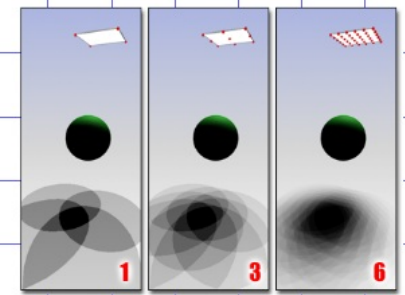


"Welke schaduwgebieden ontstaan er bij de nummers?"

- BONUSVRAAG! -

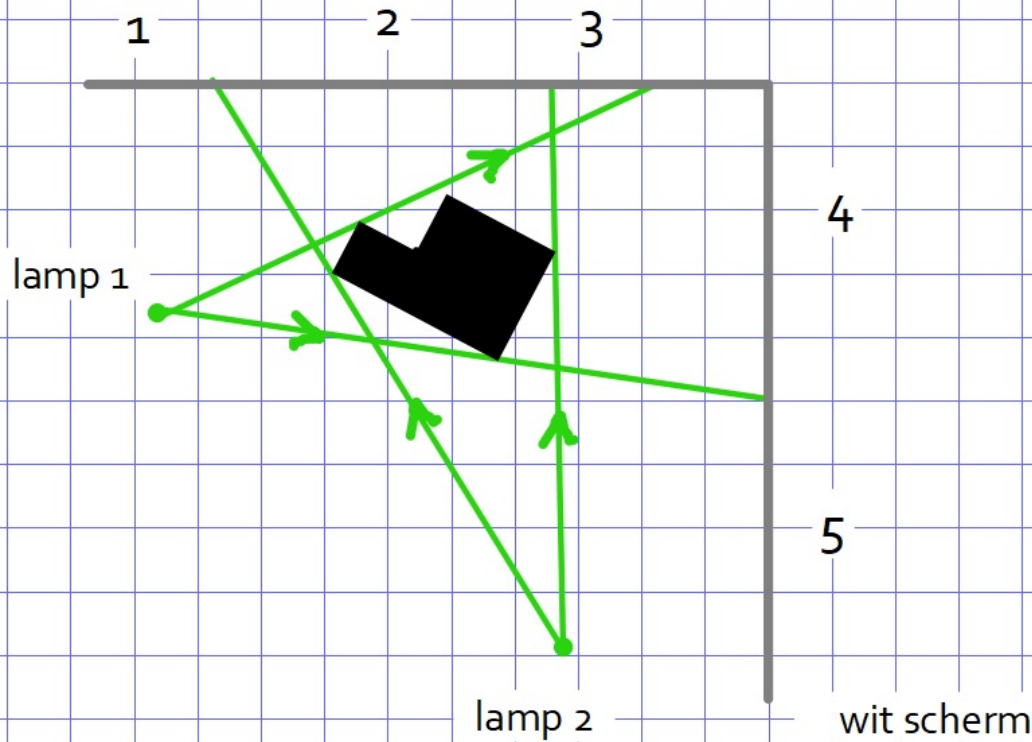


4

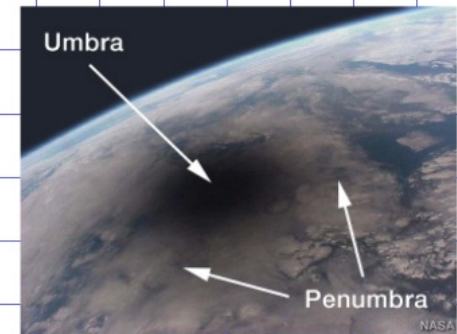


"Welke schaduwgebieden ontstaan er bij de nummers?"

- BONUSVRAAG! -



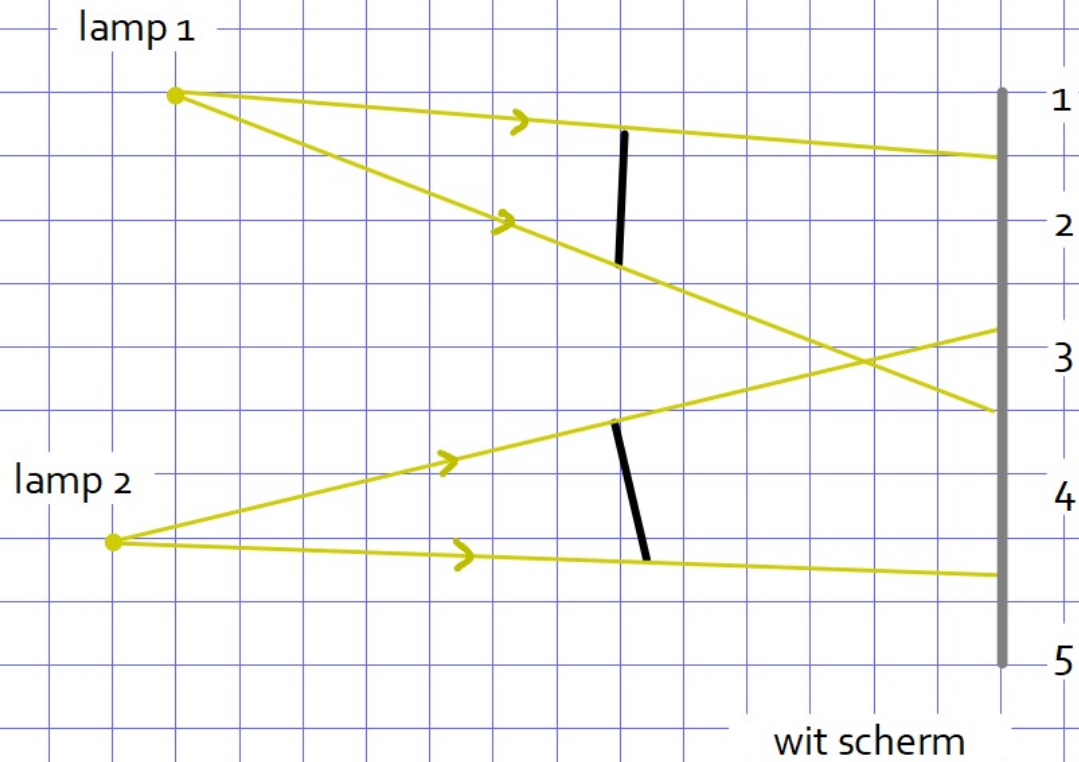
5



"Welke schaduwgebieden ontstaan er bij de nummers?"

-BONUSVRAAG! -

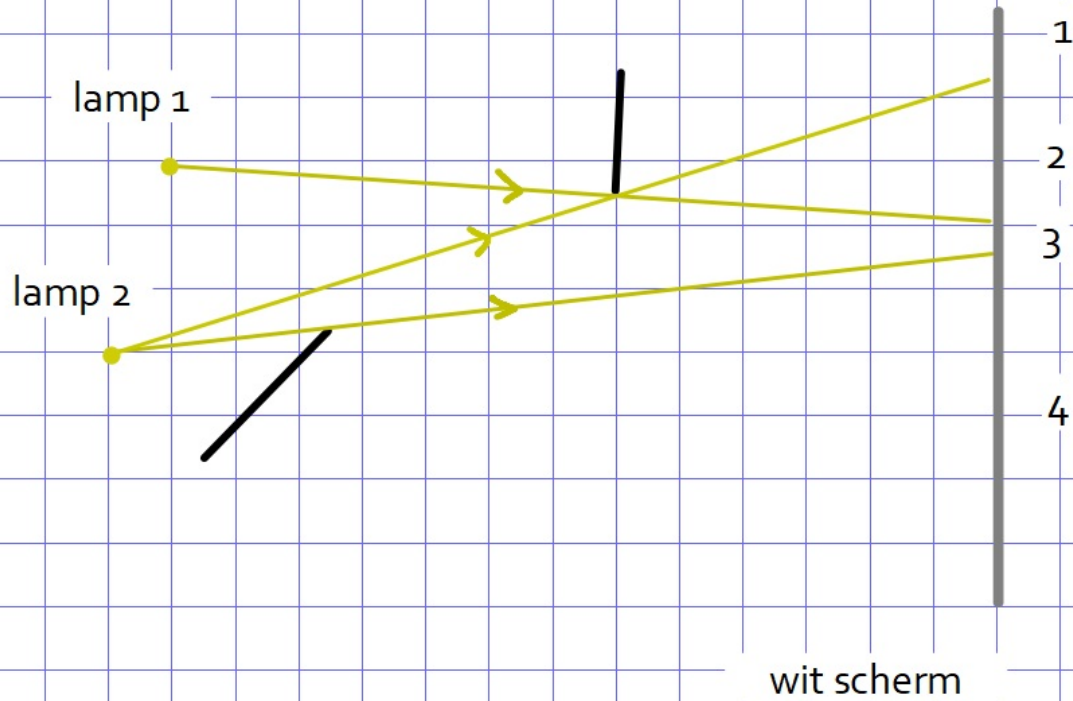
6



"Welke schaduwgebieden ontstaan er bij de nummers?"

- BONUSVRAAG! -

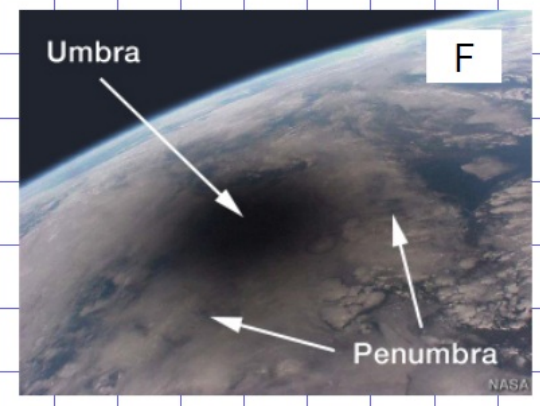
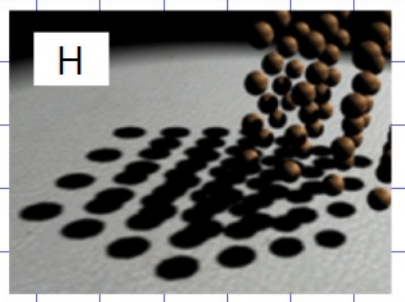
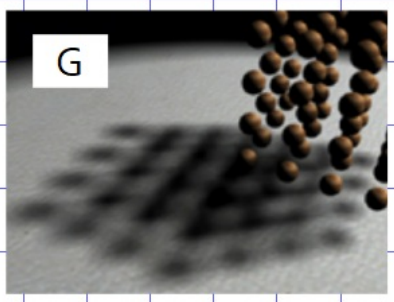
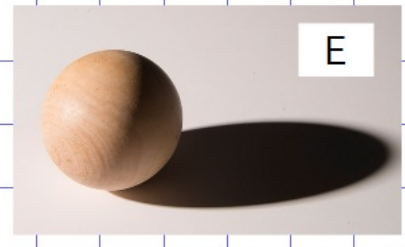
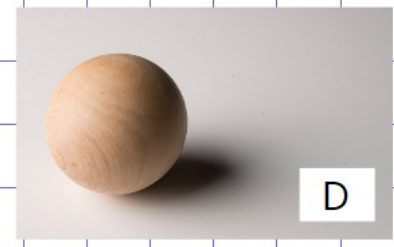
7



"Welke van deze objecten is beschonen met een enkele puntbron en
welke met meerdere bronnen of een grote bron?"

- BONUSVRAAG! -

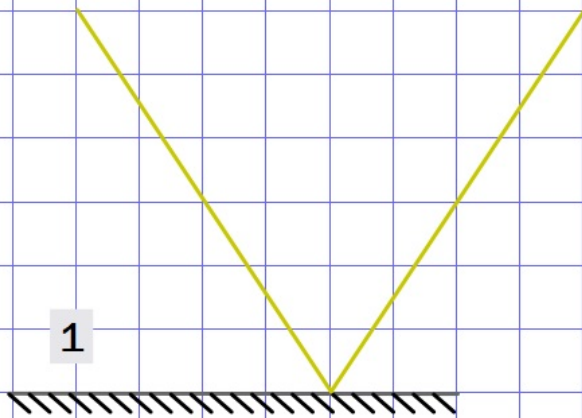
8



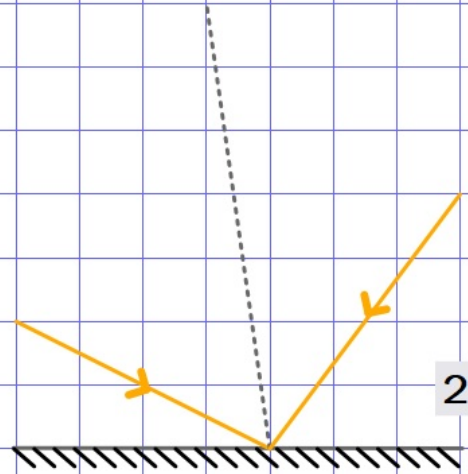
"Wat is er mis met deze weerkaatsingen?"

-BONUSVRAAG! -

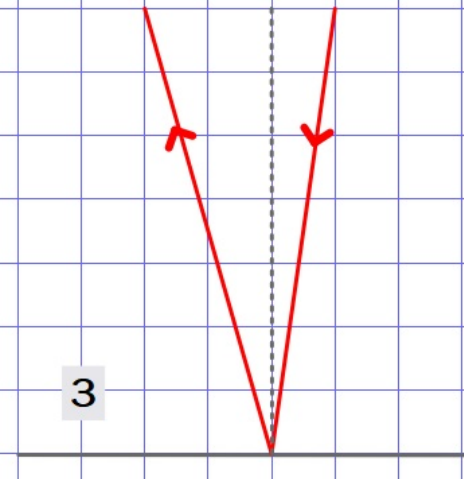
9



- geen normaal getekend
- lichtpijltjes ontbreken



- normaal is niet loodrecht op spiegel
- lichtpijltjes kloppen niet

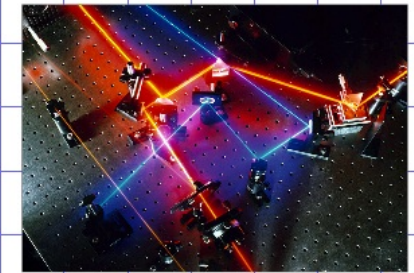
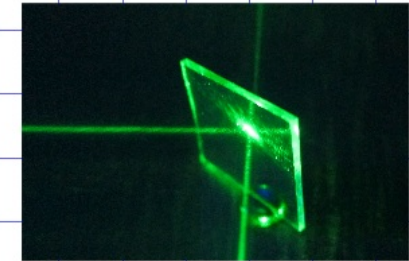
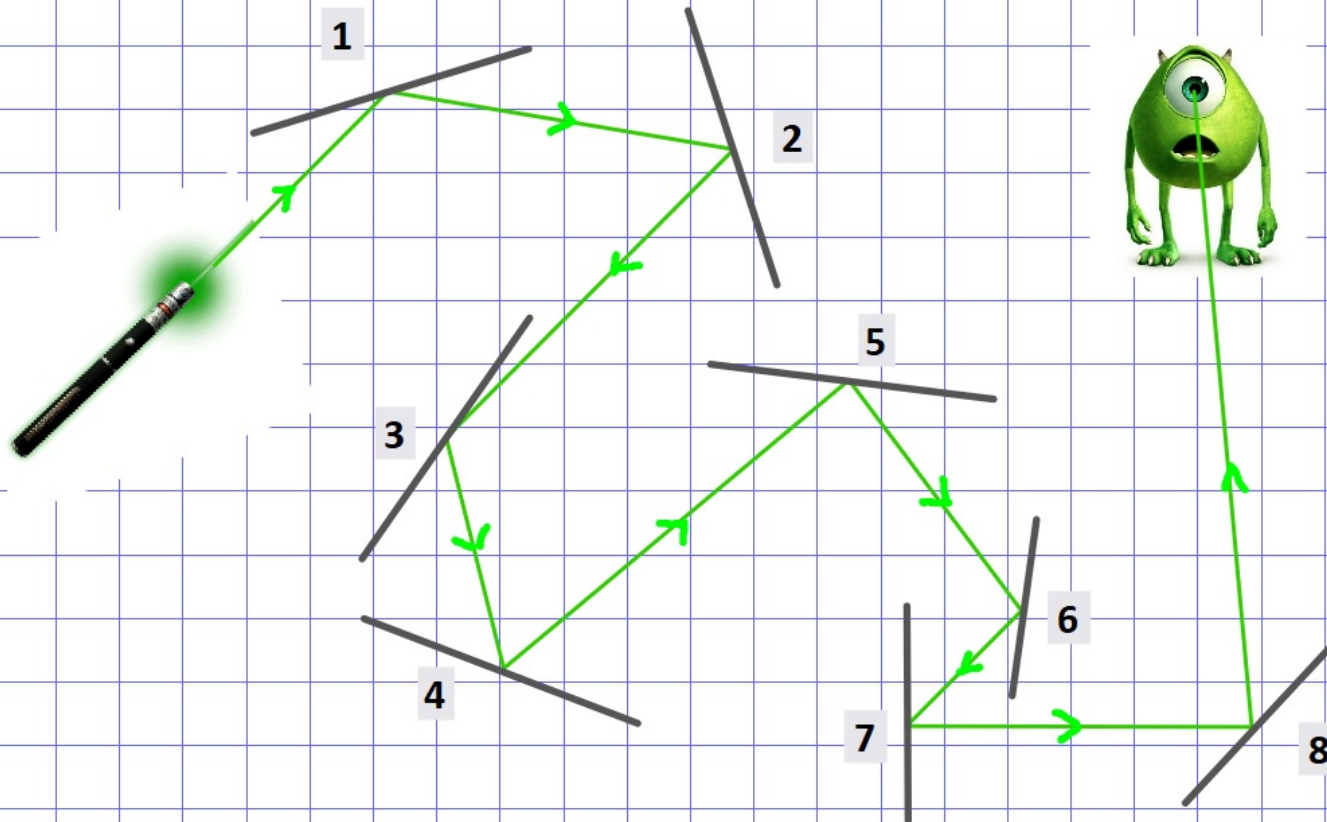


- spiegelstreepjes ontbreken
- $\angle i$ is niet even groot als $\angle r$

"Welke weerkaatsingen zijn fout getekend?"

- BONUSVRAAG! -

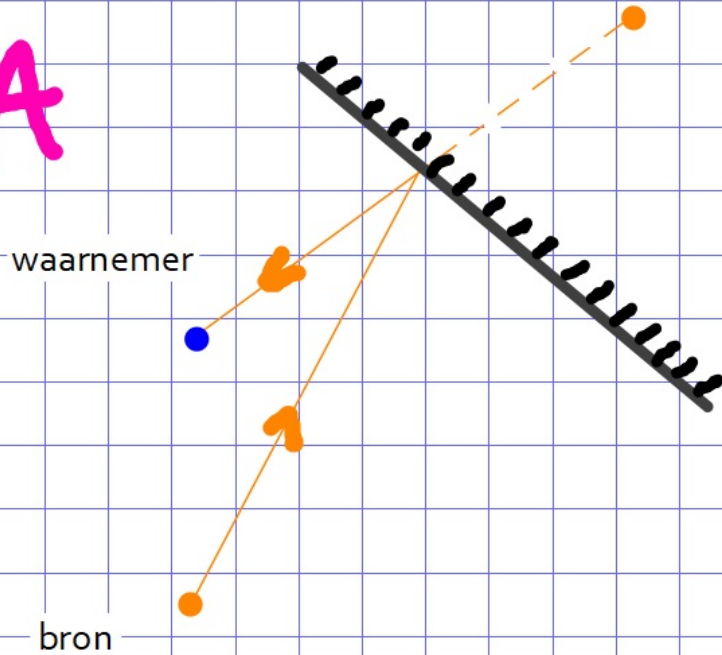
9



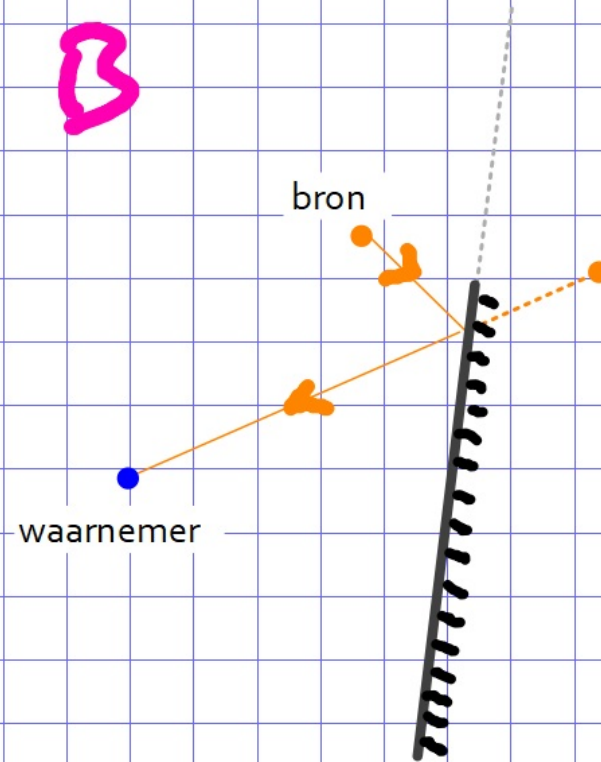
"Welke van deze spiegelingen zijn goed getekend?"

- BONUSVRAAG! -

A



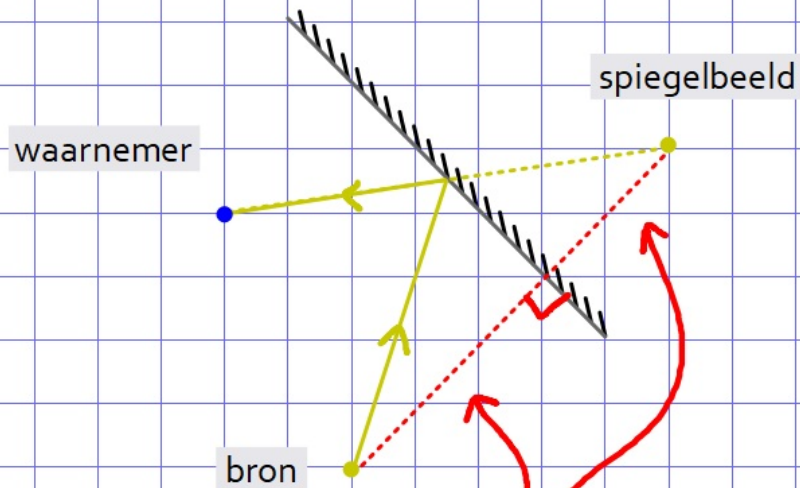
B



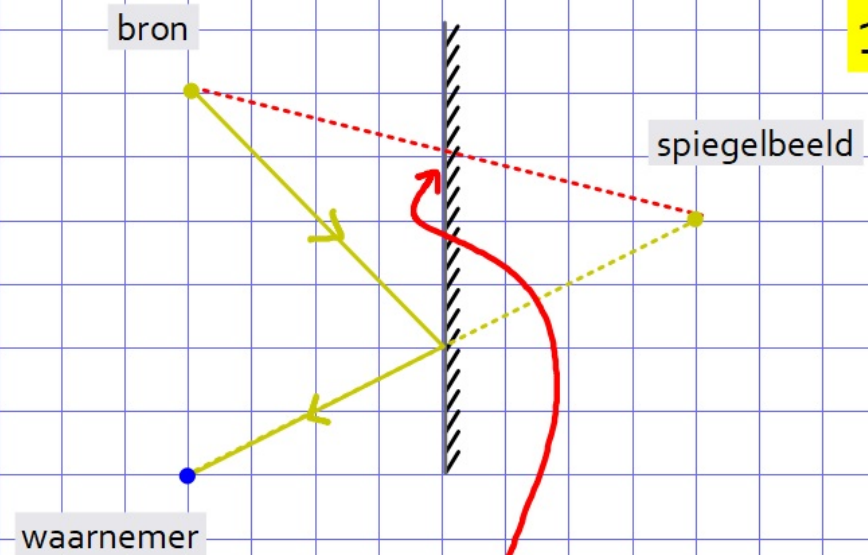
10

"Wat is er fout aan deze spiegelings-constructies?"

- BONUSVRAAG! -



De afstand van de bron tot de spiegel en van het spiegelbeeld tot de spiegel is niet hetzelfde.



Het spiegelbeeld is niet loodrecht achter de spiegel getekend.

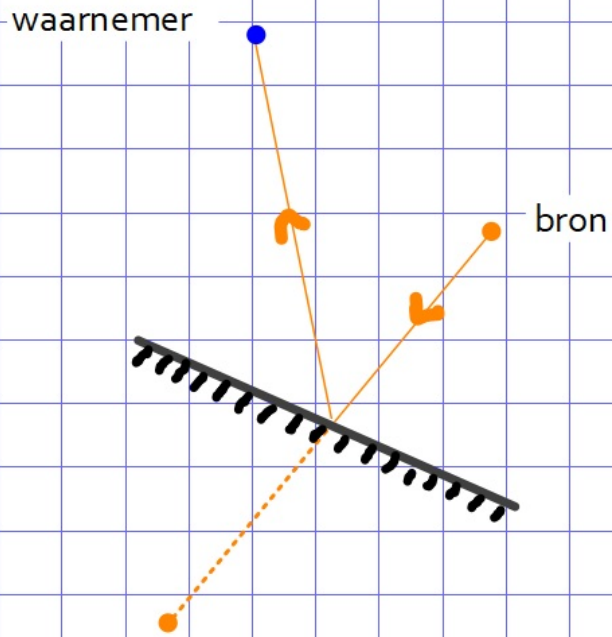
10

"Welke van deze spiegelingen zijn goed getekend?"

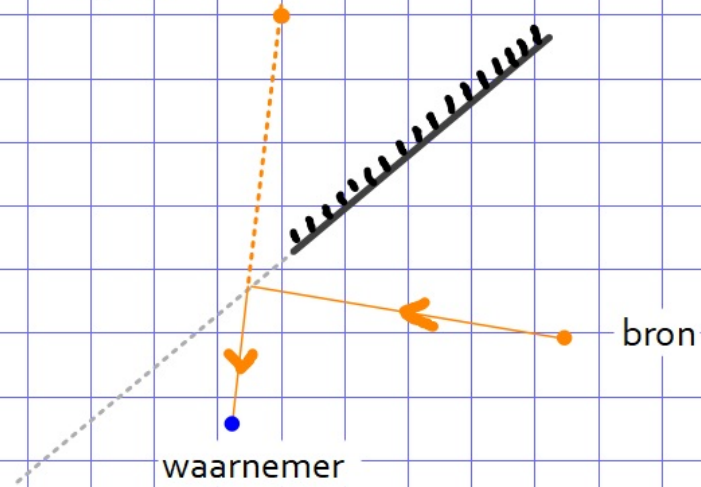
- BONUSVRAAG! -

11

C

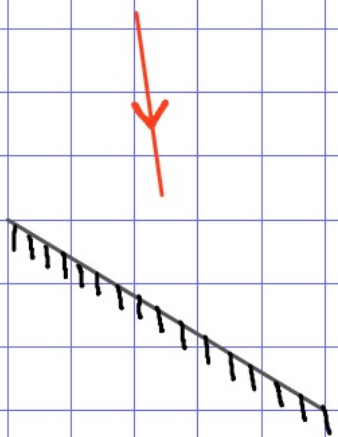


D

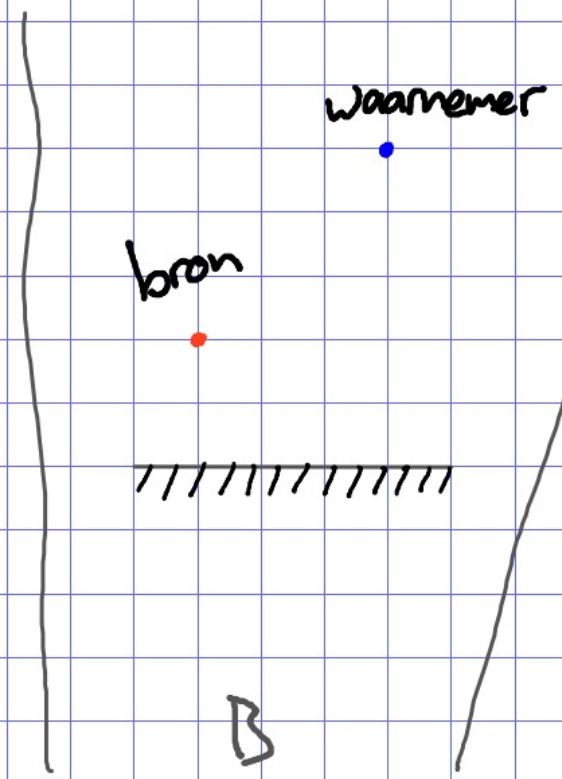


"Welke constructietechniek moet je in deze opgaven toepassen?"

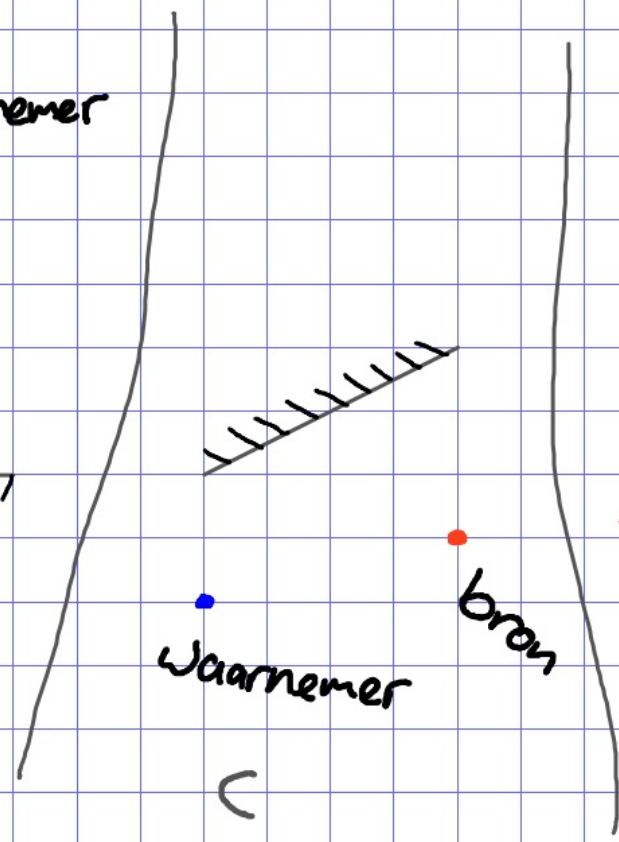
- BONUSVRAAG! -



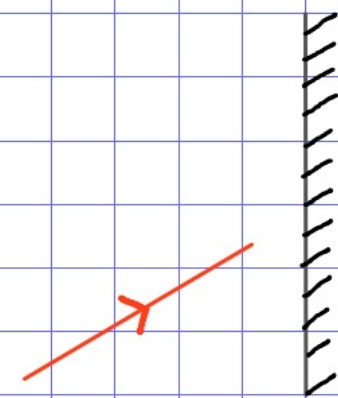
A



B



C



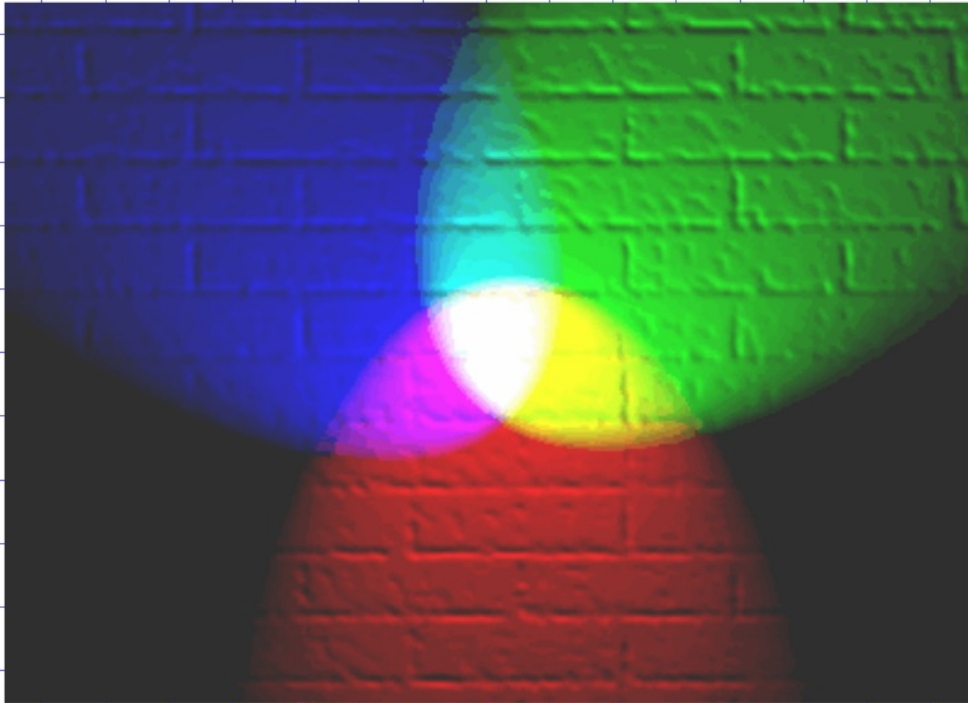
D

12

"Welke combinatie van kleuren licht lijkt voor mensen magenta?"

- BONUSVRAAG! -

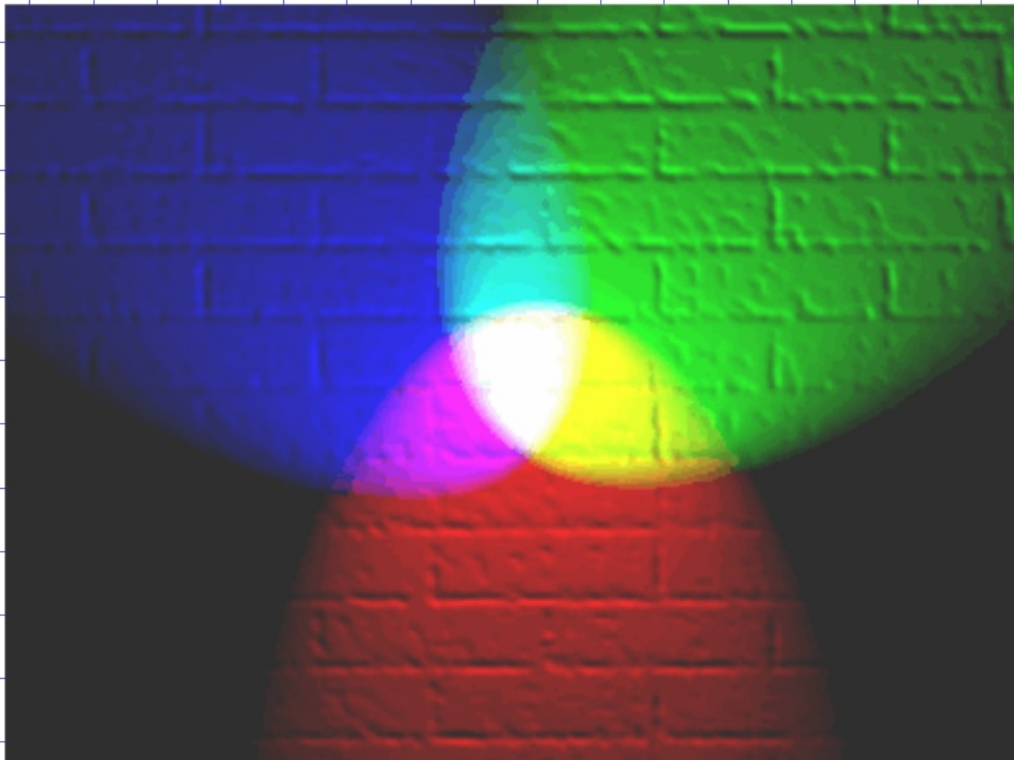
13



"Welke kleur zie je als je blauw en geel licht mengt?"

-BONUSVRAAG! -

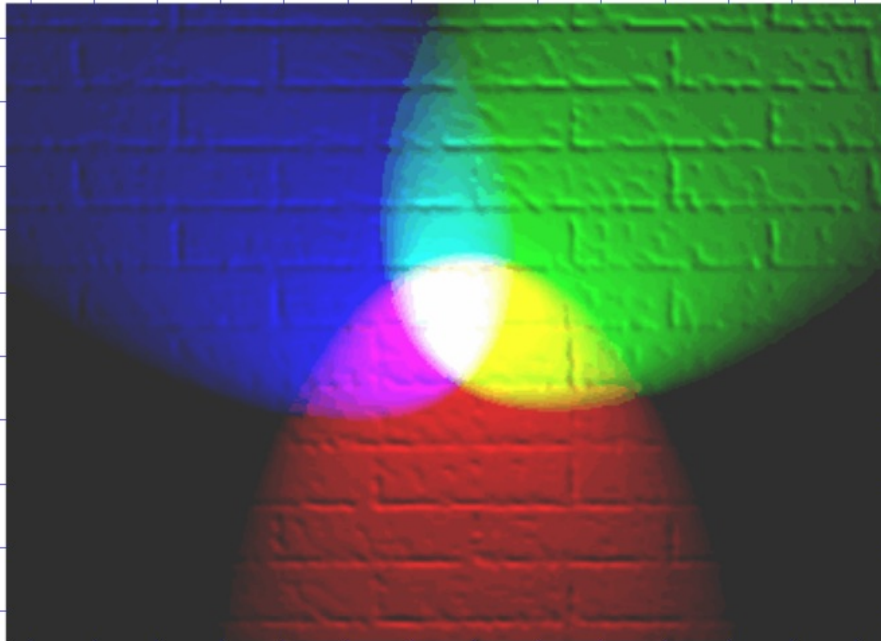
14



"Welke combinaties van twee kleuren
licht lijken voor mensen wit?"

- BONUSVRAAG! -

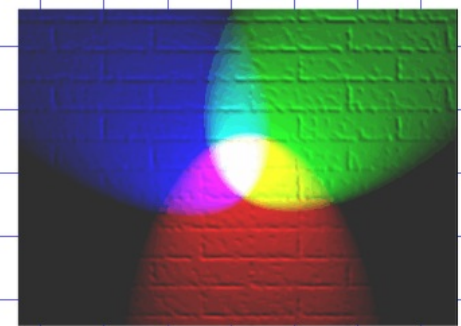
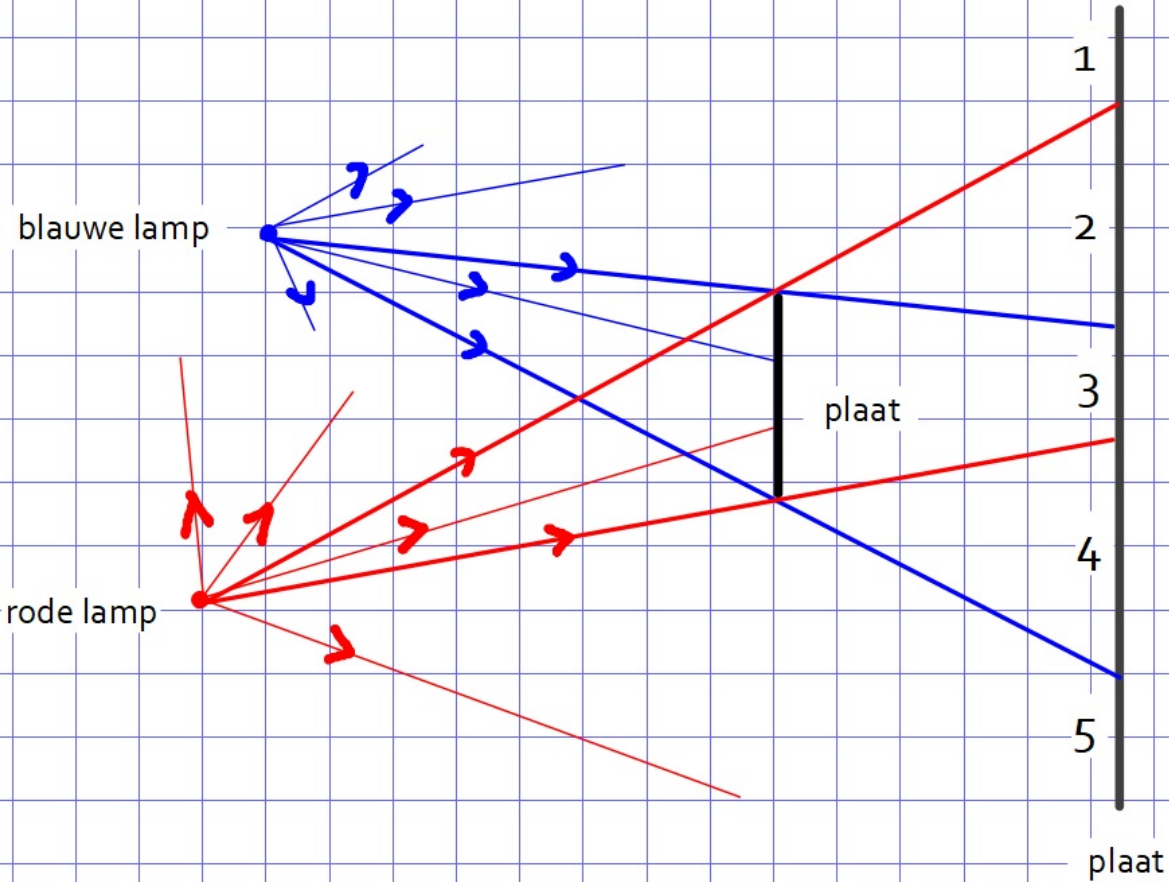
15



"Welke kleur/schaduwgebieden ontstaan er op het scherm?"

- BONUSVRAAG! -

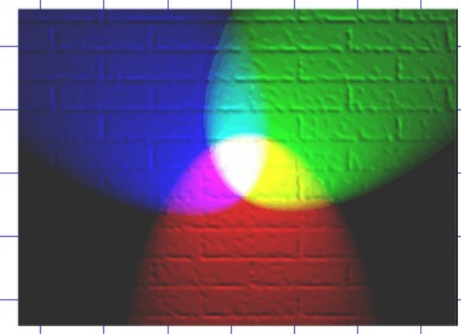
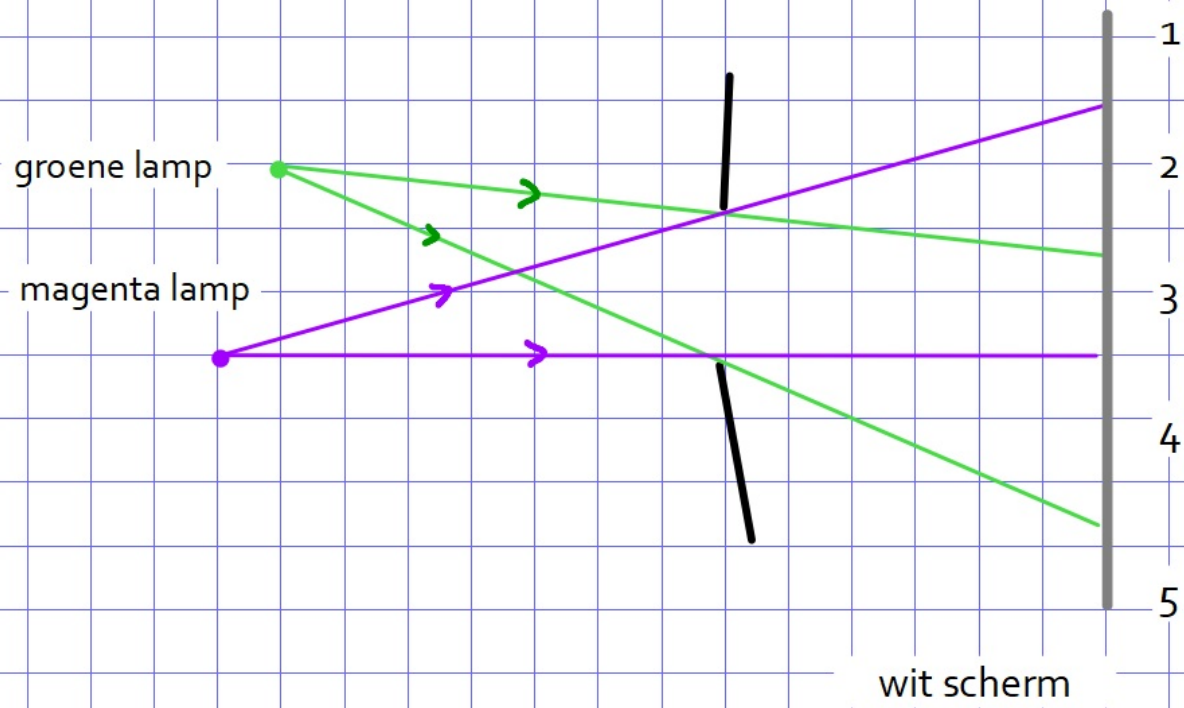
16



"Welke kleur/schaduwgebieden ontstaan er op het scherm?"

- BONUSVRAAG! -

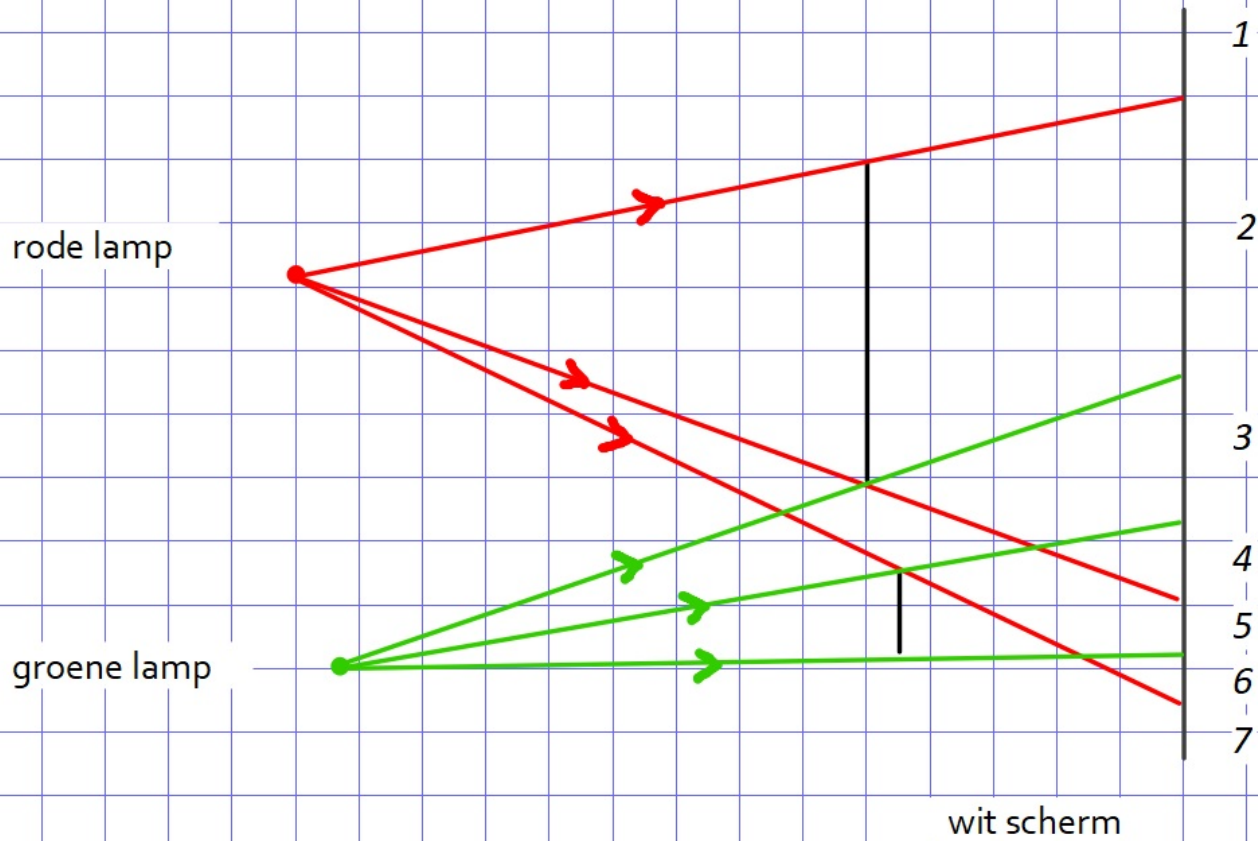
17



"Welke kleur/schaduwgebieden ontstaan er op het scherm?"

- BONUSVRAAG! -

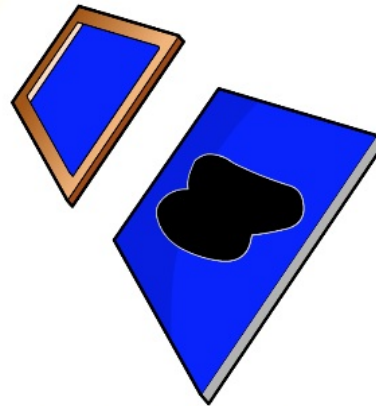
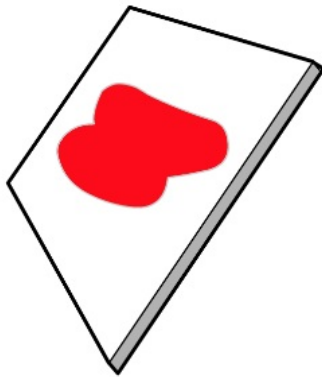
18



"Welke kleur krijgen het doek en de vlek als we een blauw filter voor de witte lamp plaatsen?"

-BONUSVRAAG! -

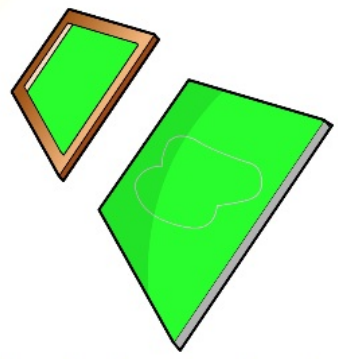
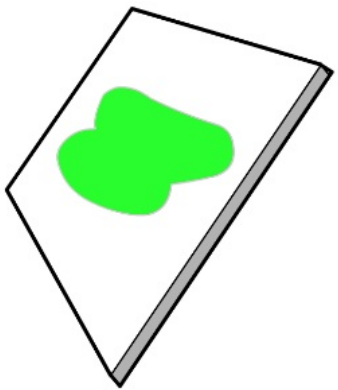
19



"Welke kleur krijgen het doek en de vlak als we een groen filter voor de witte lamp plaatsen?"

-BONUSVRAAG! -

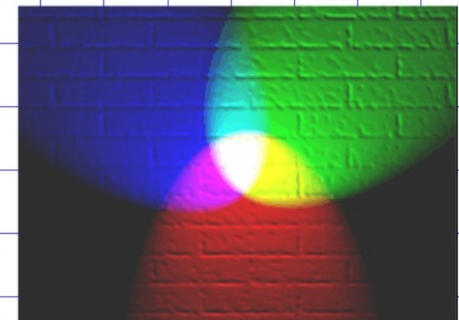
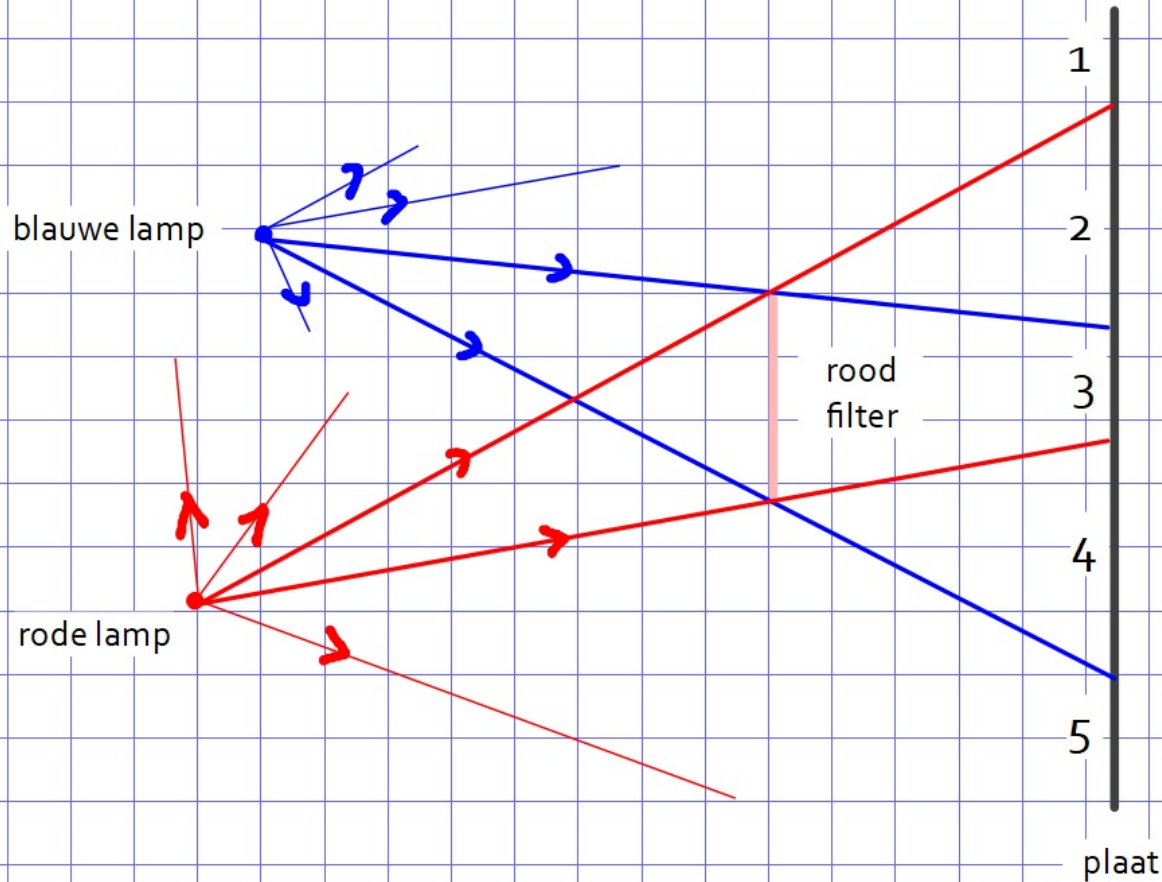
20



"Welke kleur/schaduwgebieden ontstaan er op het scherm?"

- BONUSVRAAG! -

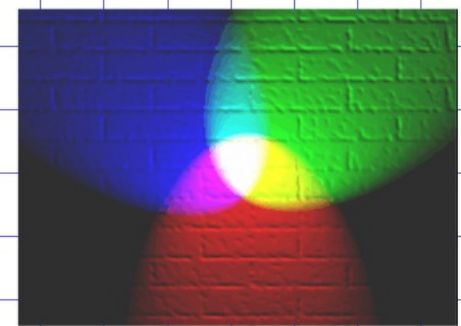
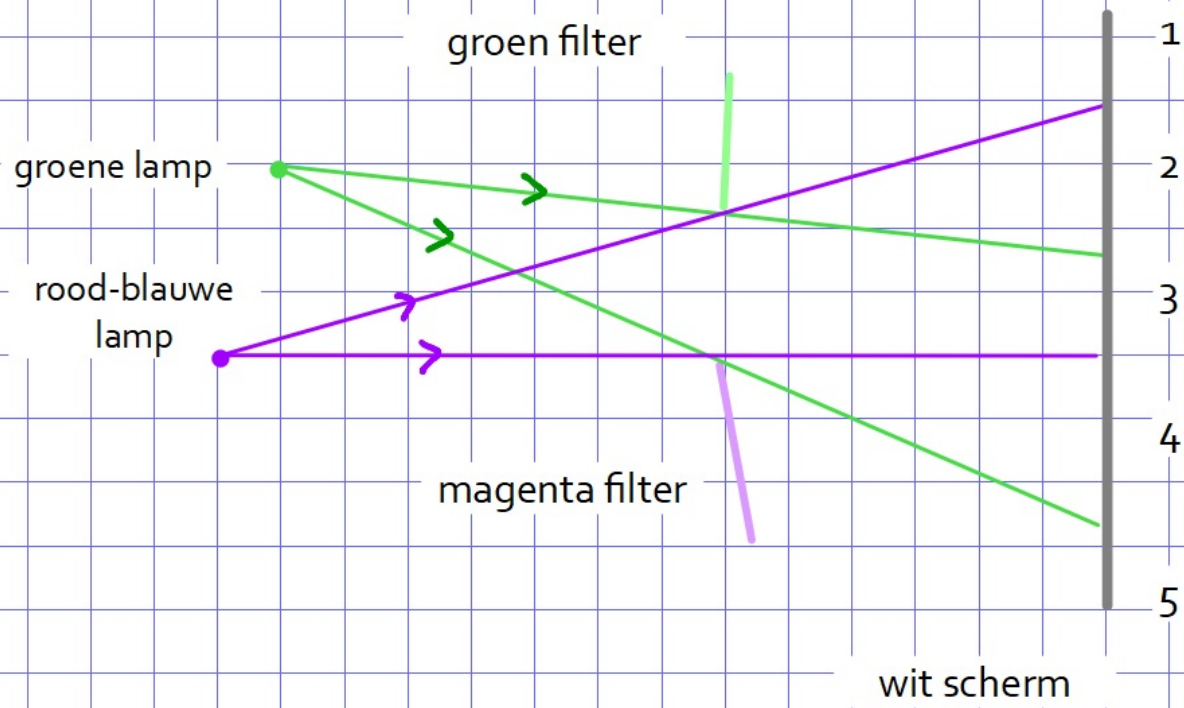
21



"Welke kleur/schaduwgebieden ontstaan er op het scherm?"

- BONUSVRAAG! -

22



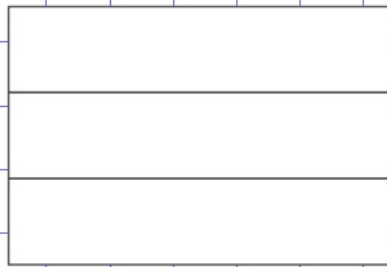
"Welke kleuren krijgt deze vlag als deze wordt
beschenen door een rode lamp?"

- BONUSVRAAG! -

23



onder wit licht



onder rode lamp



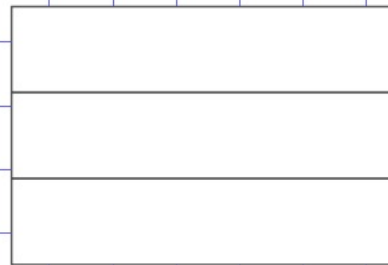
"Welke kleuren krijgt deze vlag als deze wordt
beschenen door een groene lamp?"

- BONUSVRAAG! -

24



onder wit licht



onder groene lamp



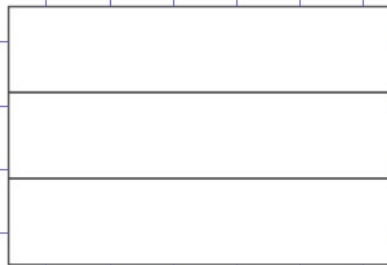
"Welke kleuren krijgt deze vlag als deze wordt
beschenen door een groene lamp?"

- BONUSVRAAG! -

25



onder wit licht



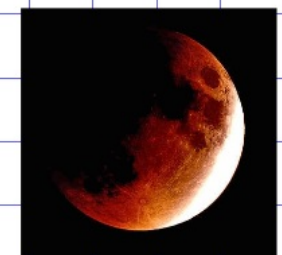
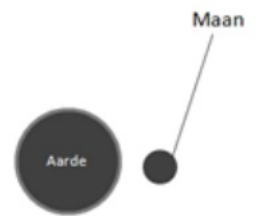
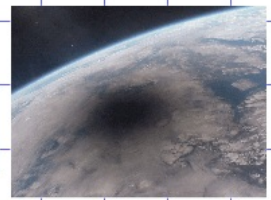
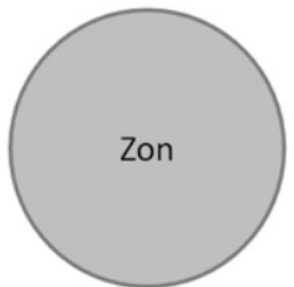
onder rode + blauwe lamp



"Hoe kun je de schaduwgebieden op aarde bij zons- en maansverduisteringen vinden?"

- BONUSVRAAG! -

30



Hoofdstuk 2: Licht

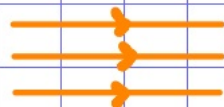
- UITLEG -

Op de volgende pagina's staan de uitleg en aantekeningen die bij de slides gegeven zijn tijdens de les. Alles wat tussen de rode lijnen staat waren aantekeningen en is essentieel. Dit is een kant-en-klare samenvatting van wat je zou moeten weten van dit onderwerp

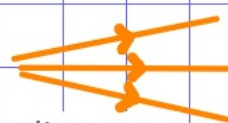
Hoofdstuk 2: Licht

§ 2.1 Licht en zicht

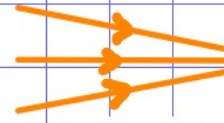
1. Licht ontstaat in **bronnen** (vuur, lamp, zon, hete voorwerpen).
2. Licht beweegt in **rechte stralen** die je pas ziet als ze je oog binnenvallen.
3. Een groep lichtstralen bij elkaar heet een **bundel**. Er zijn drie soorten:



parallel

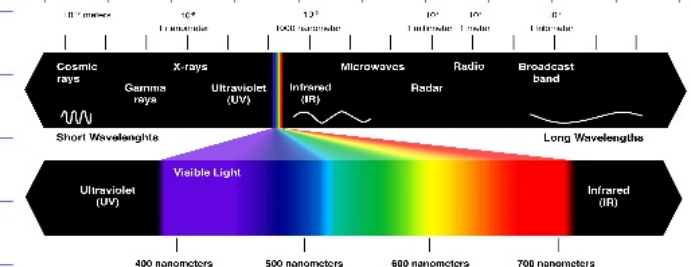
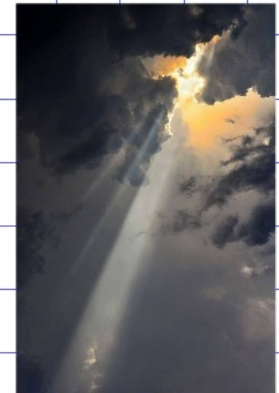
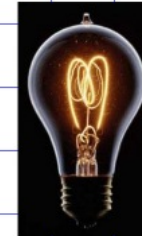


divergent



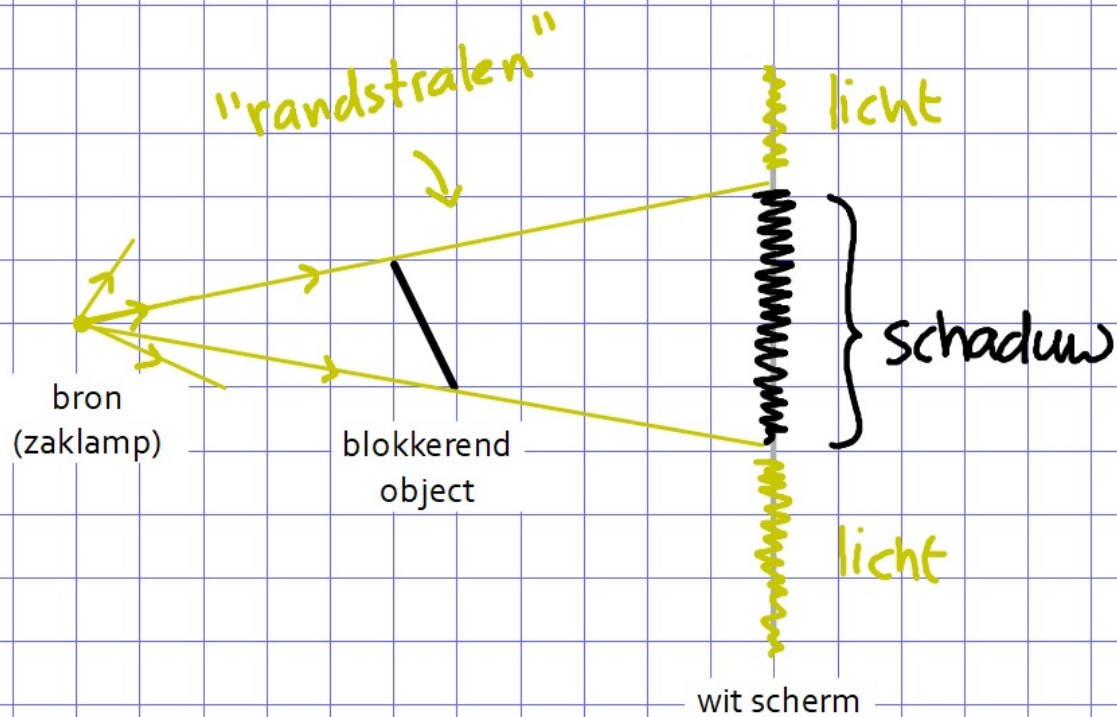
convergent

4. Licht is een zichtbare vorm van **elektromagnetische straling**. Onzichtbare EM-straling is bijv. rontgenstraling, UV- en infraroodstraling en micro- en radiogolven.



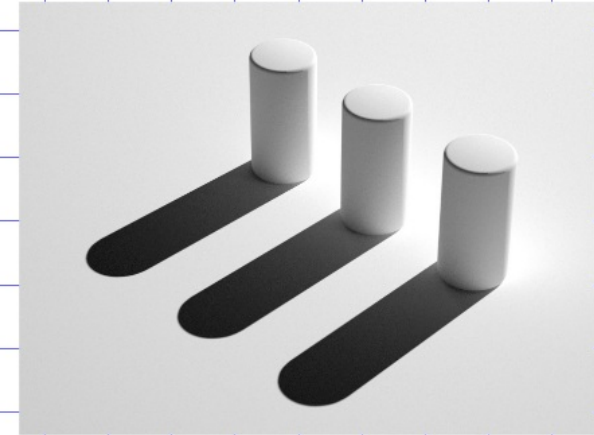
5. Construeren van schaduwgebieden:

A. Schaduw bij een enkele puntvormige (dus kleine) bron (zijaanzicht):

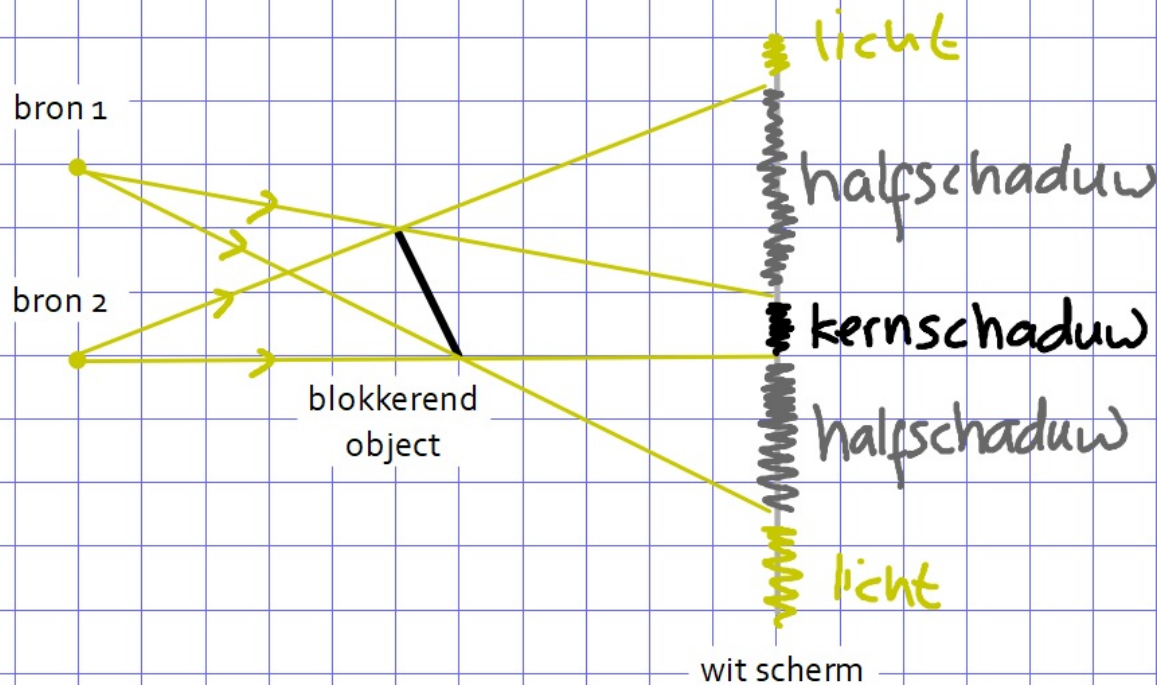


Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

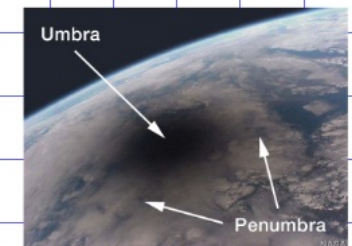
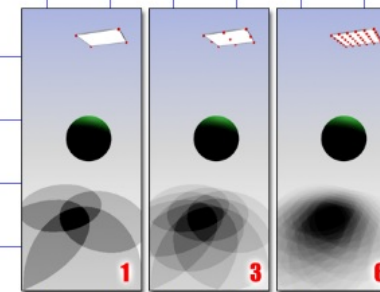
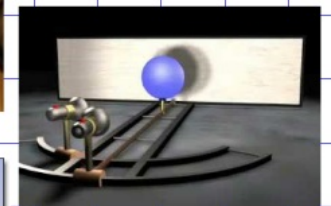


B. Schaduw bij twee lichtbronnen of een grote lichtbron:



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

VWO

Opgaven uit
je boek Overal :

2H: 1, 7, 10, 11, 12

2V: 1, 4, 5, 6, 8

A 1

Beantwoord de volgende vragen.

- a Hoe komt het dat je een voorwerp kunt zien? Tip: gebruik een tekening.
- b Leg uit of de maan een lichtbron is. Gebruik daarbij de begrippen direct en indirect licht.
- c Leg uit hoe een schaduw ontstaat.
- d Leg uit wanneer je lichtstralen kunt zien.

A 2

Leg in je eigen woorden uit wat wordt bedoeld met

- a zichtstralen.
- b de voortplanting van licht.

B 3

Als je je handen tussen een lamp en een blad papier houdt, krijg je een schaduw op het papier.

- a Noem twee manieren om die schaduw groter te maken.
- b Leg met een schets uit waar je je handen en het papier moet houden om een schaduw te krijgen die ongeveer zo groot is als je hand.

B 4

Licht legt in vacuüm 299 792 458 meter af in een seconde. In lucht gaat het bijna even snel.

In de tekst staat dat licht er iets meer dan een seconde over doet om vanaf de maan de aarde te bereiken. Om precies te zijn duurt het 1,28 s.

- a Bereken de afstand tussen de aarde en de maan.

De zon bevindt zich op 150 miljoen kilometer van de aarde.

- b Ga na of de uitspraak die in de tekst staat over het licht dat van de zon naar de aarde komt juist is.

Je ziet de maan, dus er komt licht van de maan in je oog.

- c Leg uit hoelang dat licht onderweg is vanaf de lichtbron.

De dichtstbijzijnde ster buiten de zon is Proxima Centauri. Hij bevindt zich op een afstand van 4,23 lichtjaar. Het lichtjaar is dus geen eenheid van tijd, maar van afstand.

- d Leg uit wat je denkt dat de eenheid 'lichtjaar' betekent.
- e Bereken hoe ver Proxima Centauri zich van de aarde bevindt, uitgedrukt in meters.

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

Opgaven uit
je boek Overal:

2H: 1, 7, 10, 11, 12

2V: 1, 4, 5, 6, 8

VWO

B 5 Anna zit aan tafel te schrijven. Er hangt een lamp boven de tafel.

- a** Teken de lichtbundel die langs de randen van de lampenkap gaat. Geef ook de richting van het licht aan.



B 6 Hieronder zie je twee lichtbronnen A en B, een schaduw vormend voorwerp en een scherm.



- a** Teken met rood de schaduw die A op het scherm veroorzaakt.
d Teken met groen de schaduw die B veroorzaakt.
e Meet de schaduwen van lichtbron A en B beide op.
g Geef op het scherm aan waar de halfschaduw en waar de kernschaduw zich bevinden.

B 5 V

Anna zit aan tafel te schrijven. Er hangt een lamp boven de tafel. Gebruik eventueel het tekenblad in het hulpboek.

- a** Teken de lichtbundel die langs de randen van de lampenkap gaat. Geef ook de richting van het licht aan.
b Leg uit of Anna direct licht in haar ogen krijgt.
c Leg uit of Anna indirect licht in haar ogen krijgt.



B 6

Hieronder zie je twee lichtbronnen A en B, een schaduw vormend voorwerp en een scherm. Gebruik het tekenblad in het hulpboek.

- a** Teken met rood de schaduw die A op het scherm veroorzaakt.
b Leg uit of deze schaduw groter of kleiner is als het scherm verder achter het voorwerp staat.
c Leg uit of de schaduw groter of kleiner is als A verder van het voorwerp staat.
d Teken met groen de schaduw die B veroorzaakt.
e Meet de schaduwen van lichtbron A en B beide op.
f Leg uit waarom de ene groter is dan de andere.
g Geef op het scherm aan waar de halfschaduw en waar de kernschaduw zich bevinden.



Stel dat je je oog op een plek in de halfschaduw houdt, die zich boven de kernschaduw bevindt.

- h** Leg uit welke lichtbron je dan kunt zien: A, B of allebei?

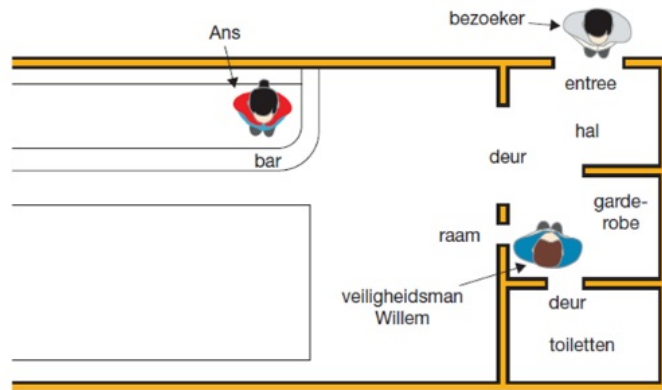
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

VWO

C 8

Ans staat achter de bar in de disco. Haar vriend Willem is van de beveiliging. Hij moet de entree in de gaten houden. In de figuur zie je de plattegrond van de entree van de disco.



- Teken het gezichtsveld van Ans door de deur.
- Teken het gezichtsveld van Ans door het raam.
- Teken het gezichtsveld van Willem door de entree.

B 7

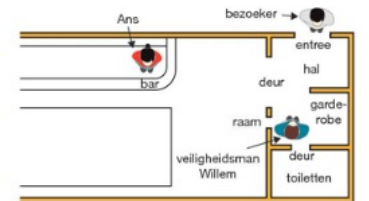
Er zitten zes leerlingen in een lokaal. Leerling 2 heeft een tablet voor zich. Welke leerlingen kunnen op zijn scherm meekijken?



C 8

Ans staat achter de bar in de disco. Haar vriend Willem is van de beveiliging. Hij moet de entree in de gaten houden. In de figuur zie je de plattegrond van de entree van de disco. Gebruik het tekenblad in het hulpboek.

- Teken het gezichtsveld van Ans door de deur.
- Kan Ans de bezoeker zien?
- Teken het gezichtsveld van Ans door het raam.
- Kan Ans Willem zien?
- Teken het gezichtsveld van Willem door de entree.
- Kan Willem de bezoeker zien?
- Leg zonder het tekenen van gezichtsvelden uit of de bezoeker Ans en Willem kan zien.



C 9

Bekijk nog eens de figuur bij opgave B6. Stel dat zich in de punten A en B in plaats van twee puntvormige lichtbronnen de uiteinden van een t-buis bevinden.

- Leg uit dat er niets aan het tekenen van de half- en kernschaduw verandert. Gebruik daarbij het begrip randstralen.

De halfschaduw heeft in deze situatie niet overal dezelfde lichtintensiteit.

- Leg dat uit aan de hand van zichtlijnen uit verschillende punten in de halfschaduw.

Opgaven uit
je boek Overal:
2H: 1, 7, 10, 11, 12
2V: 1, 4, 5, 6, 8

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

VWO

Opgaven uit
je boek Overal:
2H: 1, 7, 10, 11, 12
2V: 1, 4, 5, 6, 8

C 10

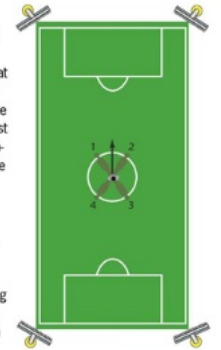
Natuurkundig gezien heeft het oog bij het zien van een voorwerp een passieve rol: er vallen lichtstralen van het voorwerp in je oog.
Bij een actieve rol van het oog zouden er zichtstralen vanuit het oog naar die voorwerpen gaan.
De volgende woorden of uitdrukkingen hebben iets met zien of ogen te maken. Bediscussieer in groepjes of ze meer horen bij een passieve of actieve rol van het oog.

- a zien
- b kijken
- c waarnemen
- d observeren
- e een blik op iets werpen
- f in ogenschouw nemen
- g onder de loep nemen
- h in het oog krijgen
- i beogen
- j een oogje op iemand hebben

C 11

Er is een voetbalwedstrijd in de Kuip in Rotterdam. Vlak voor de wedstrijd gaat de trainer van Feyenoord het veld op. Hij wil zien hoe het veld erbij ligt. Hiernaast zie je een schematisch bovenaanzicht van de situatie met de vier lichtmasten. De trainer loopt in de richting van de pijl.

- a Leg uit welke schaduw daardoor langer worden.
- b Leg uit in welke richting de trainer moet lopen zodat schaduw 3 even lang blijft.



Zie onderstaande figuur. Deze figuur is niet op schaal. De lamp bevindt zich 30 m boven het veld. Het veld is weergegeven op een schaal van 1 : 2500. De trainer staat nog op de middenlijn en heeft een lengte van 1,85 m.

- c Bereken hoe lang zijn schaduw is. Geef in onderstaand zijaanzicht zo veel mogelijk afmetingen aan.

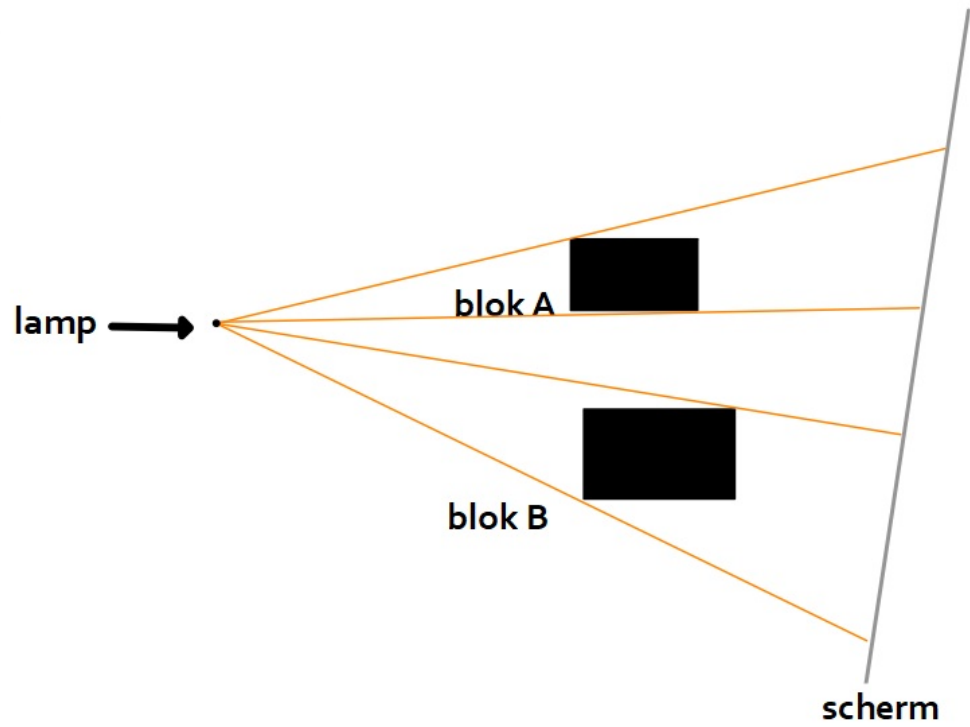


Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

1



Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

2

lamp 1



blok A



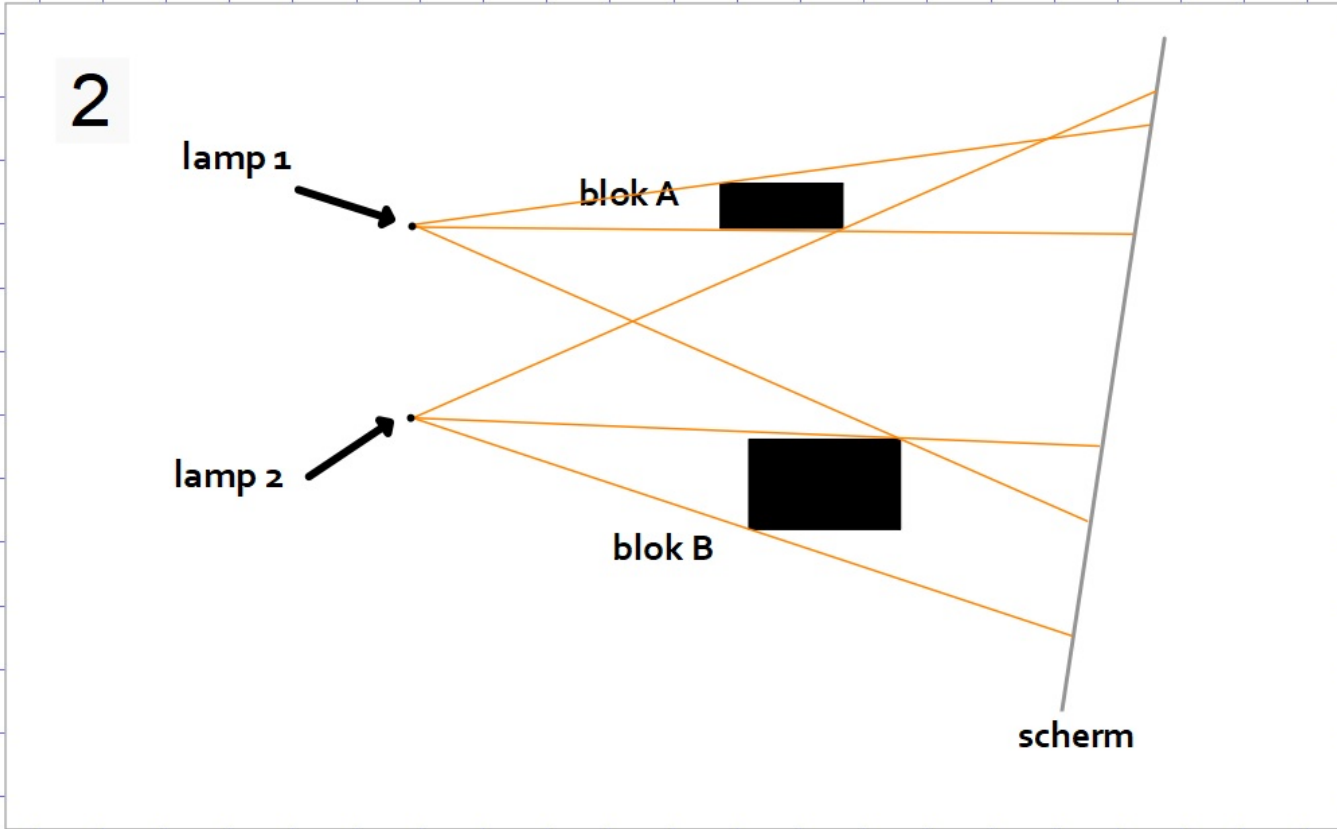
lamp 2



blok B



scherm

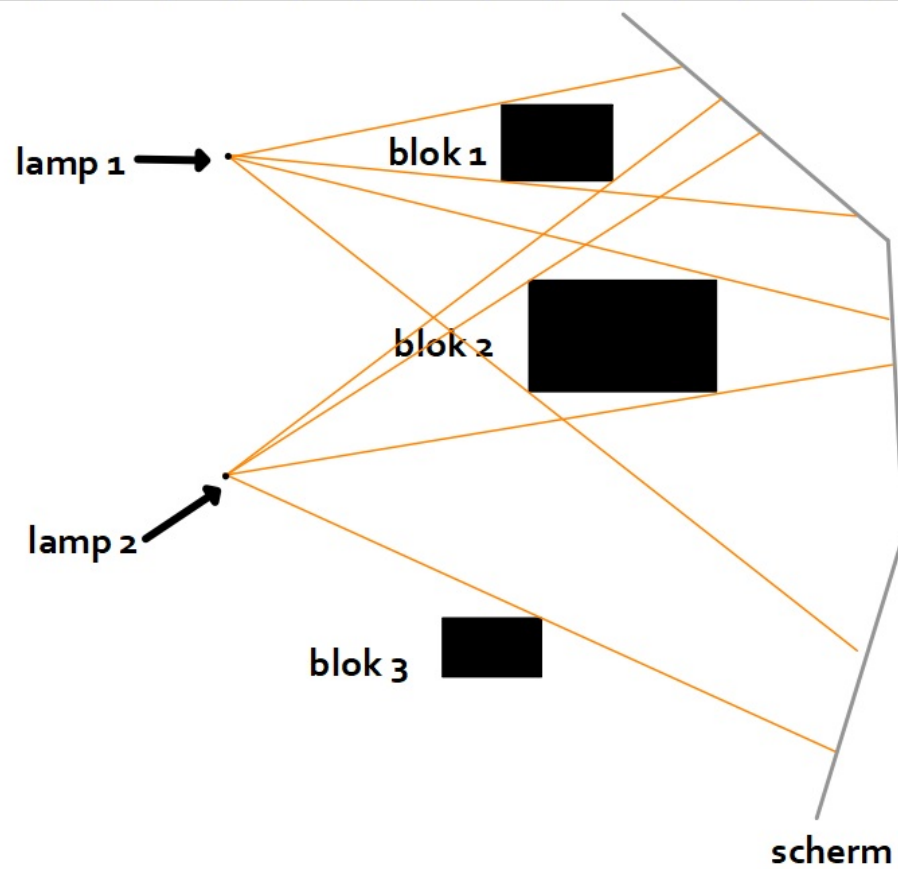


Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

3



Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

4

punt 1 →

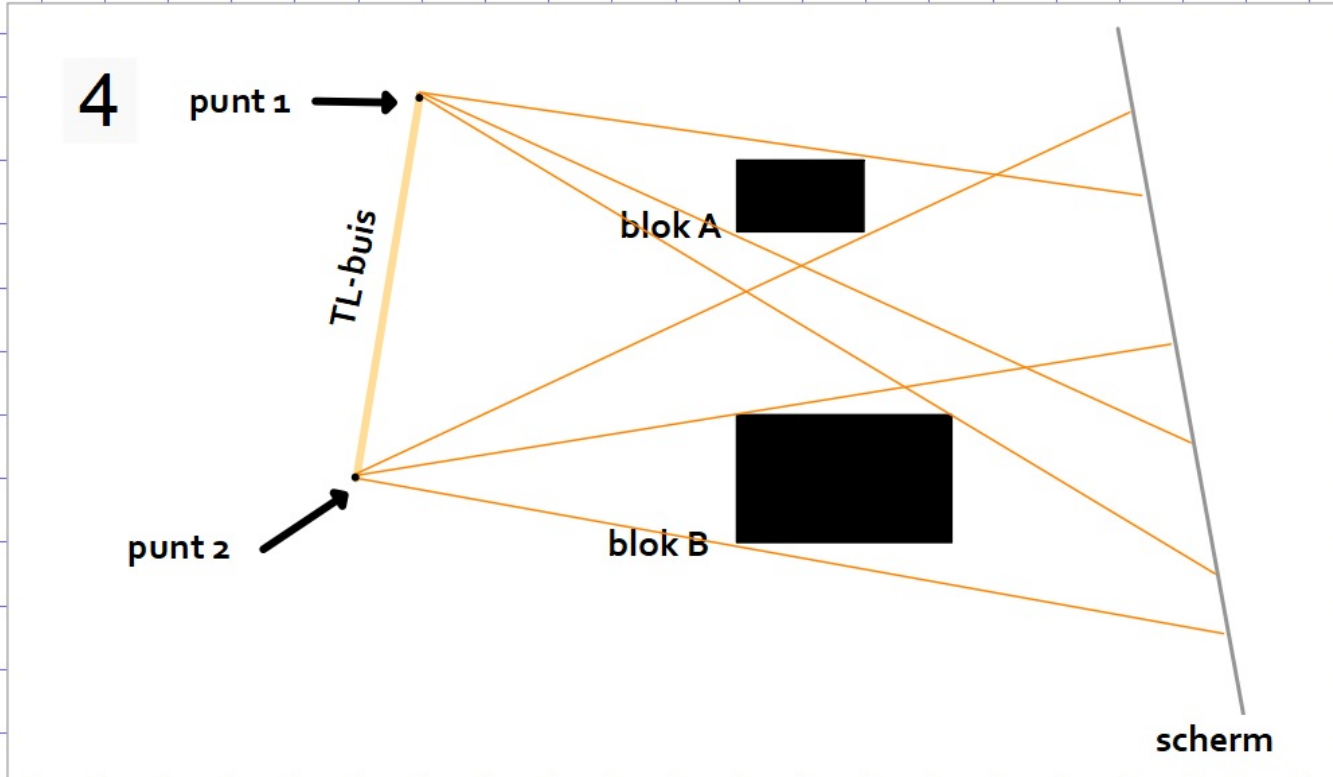
TL-buis

blok A

punt 2 →

blok B

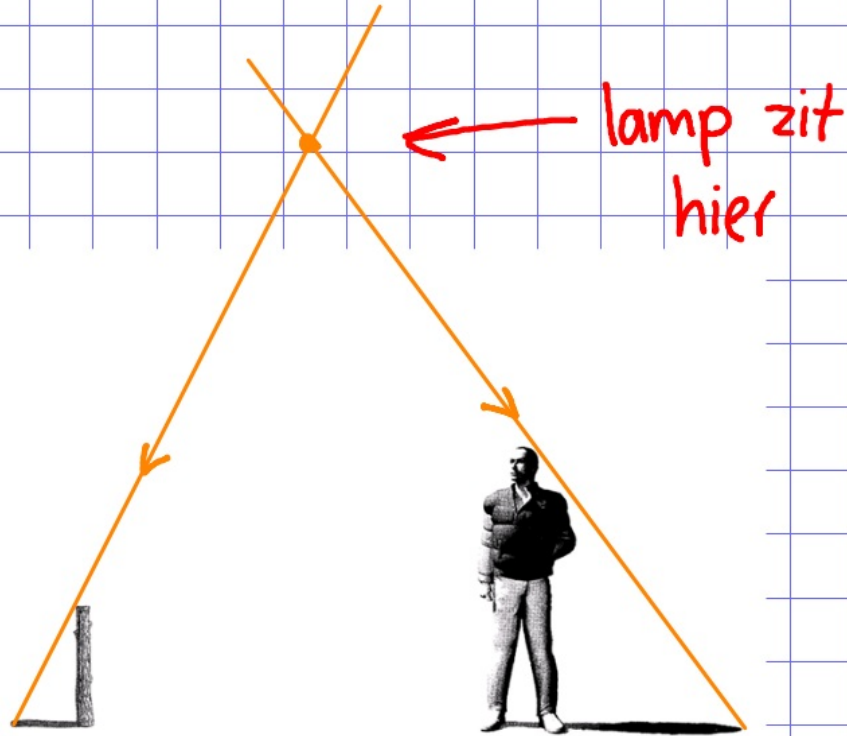
scherm



Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

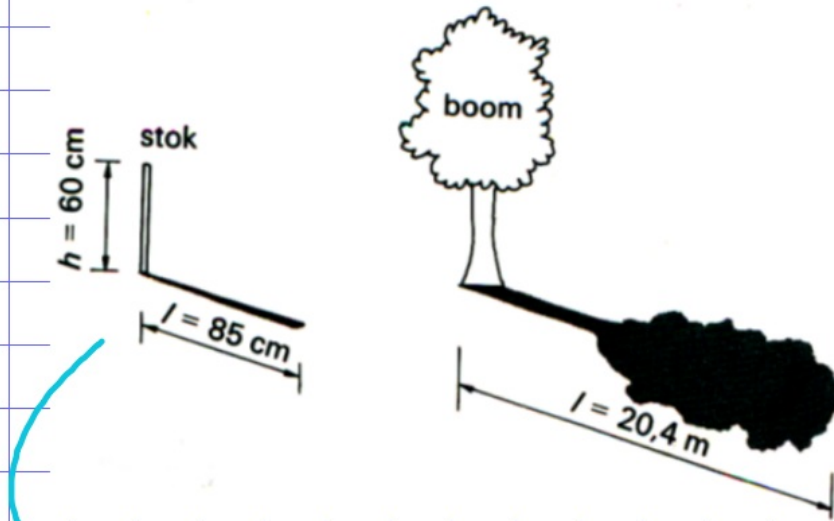
§ 2.1 Licht en zicht



Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht



→ schaduw is

$$\frac{85}{60} = 1,4 \text{ keer zo lang}$$

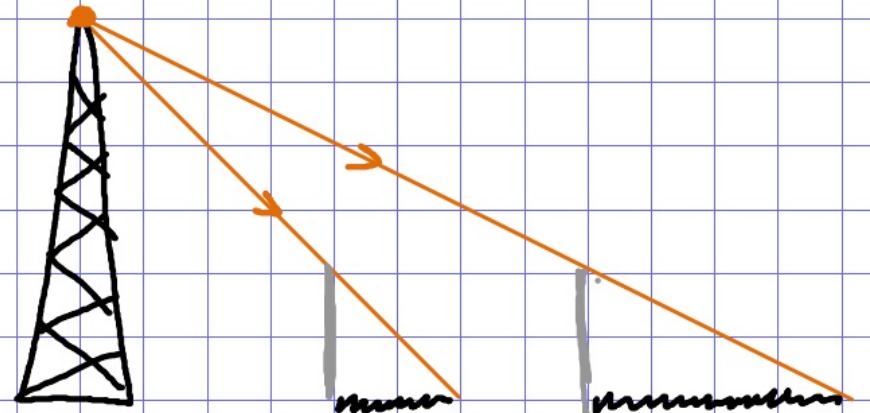
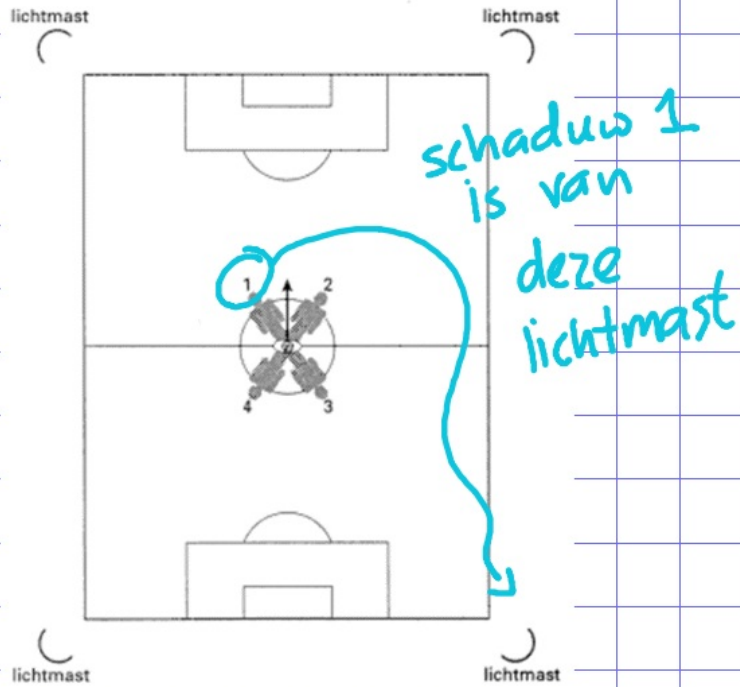
hoogte v. d. boom is

$$\frac{20,4 \text{ m}}{1,4} = 14,6 \text{ m}$$

Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

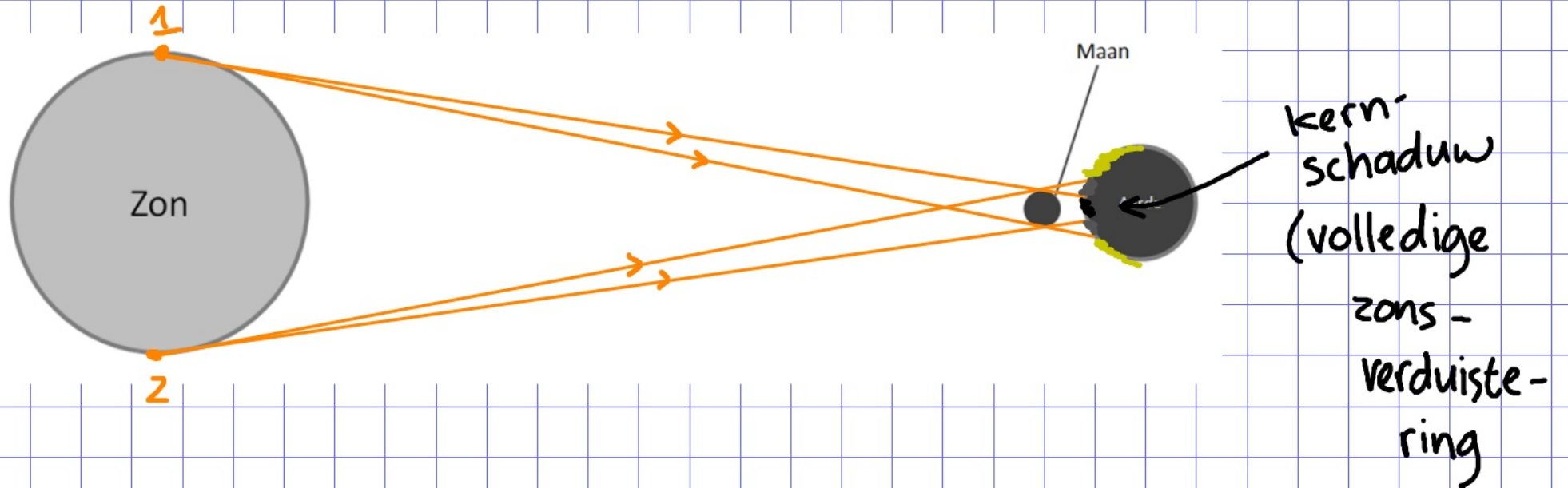


"Verder van de lichtmast zijn de schaduwen langer."

Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

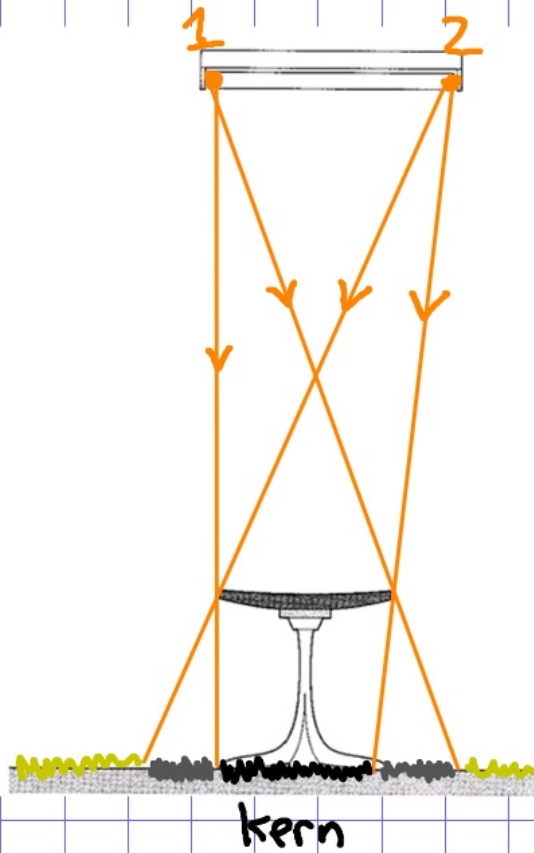
§ 2.1 Licht en zicht



Oefenblad 1 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

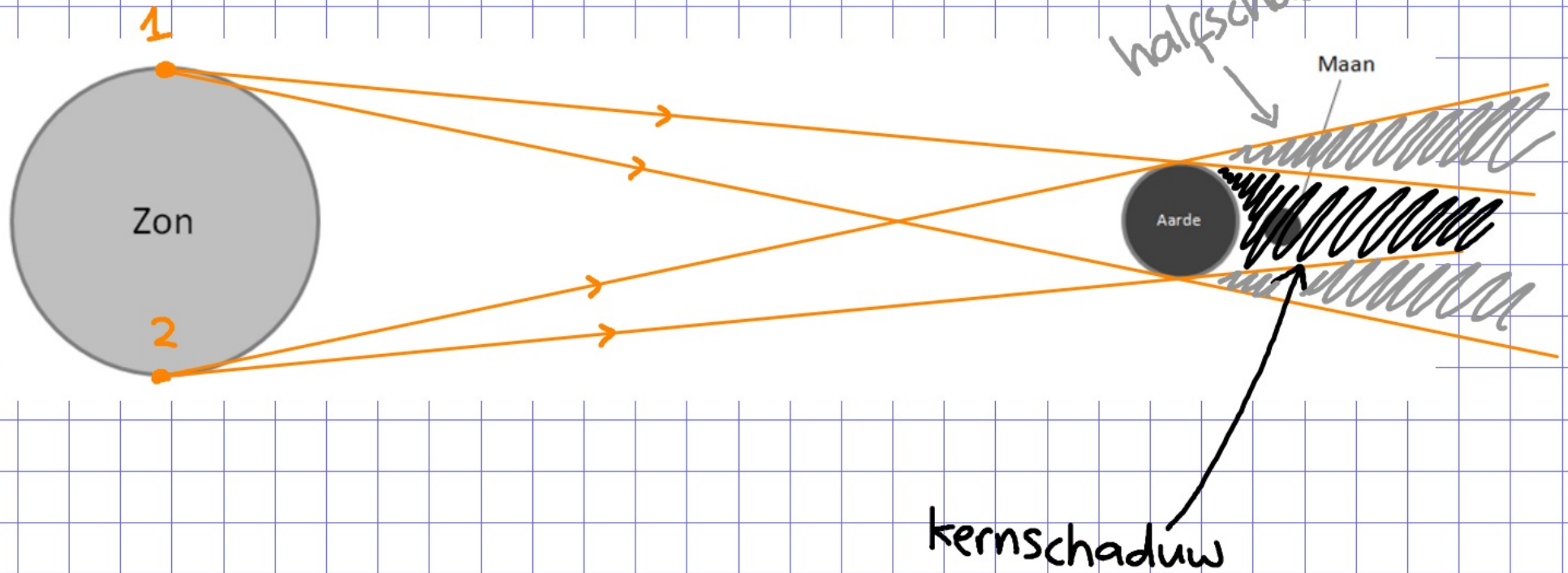
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht



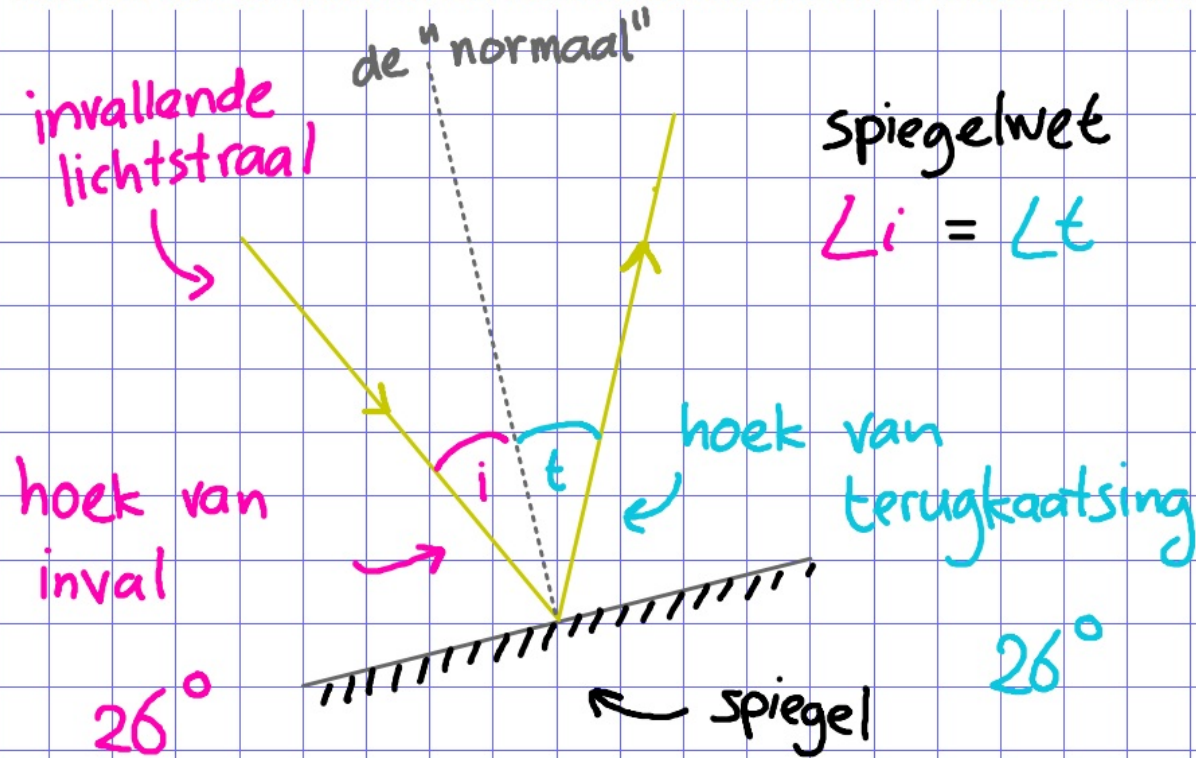
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.1 Licht en zicht

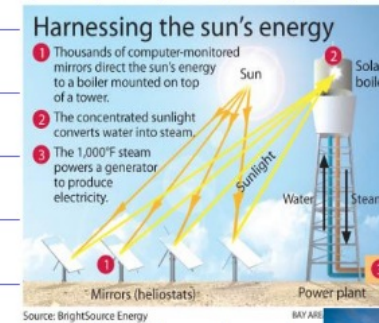
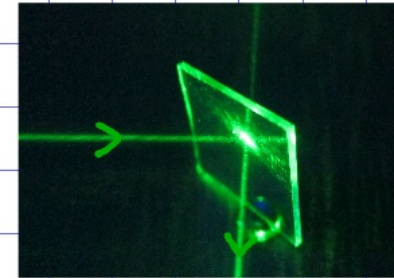


§ 2.2 Vlakke spiegels

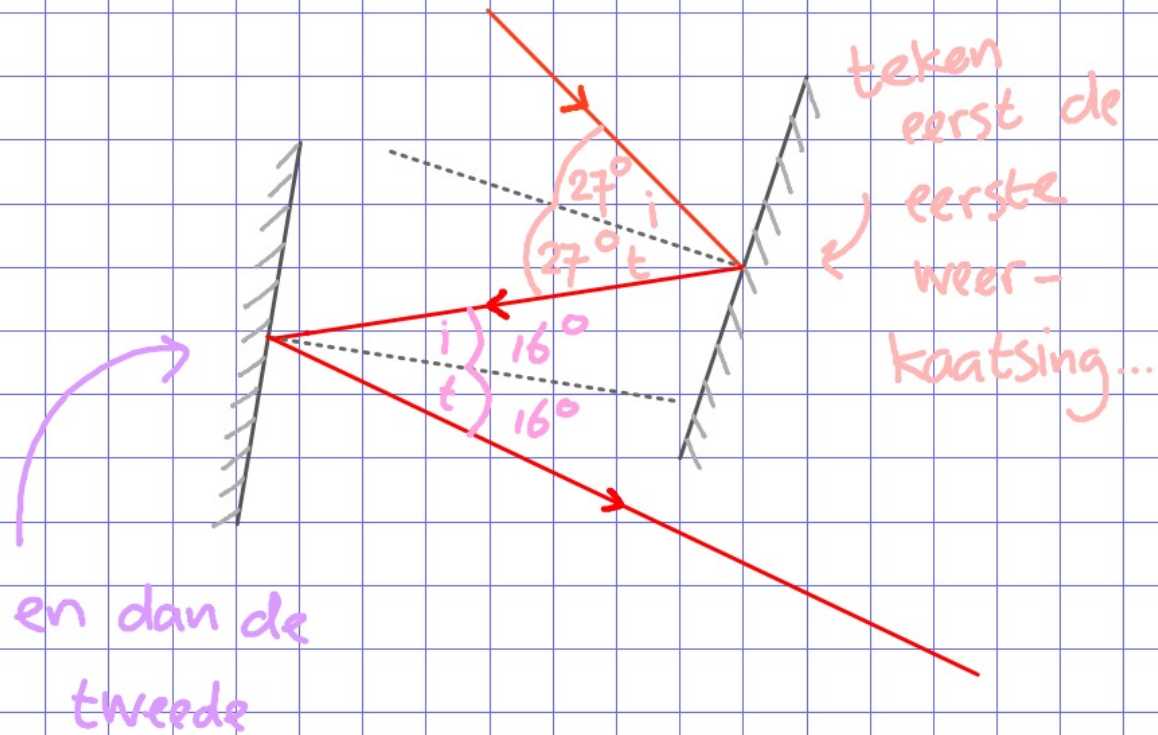
TECHNIEK 1: Construeren van een weerkaatste lichtstraal m.b.v. de normaal



Hoofdstuk 2 Licht



TECHNIEK 1 (vervolg): Construeren van een dubbel weerkaatste lichtstraal m.b.v. de normaal:



Hoofdstuk 2 Licht

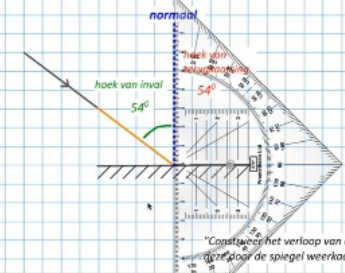
§ 2.2 Vlakke spiegels



- **step 1:** trek de lichtstraal door tot aan het spiegeloppervlak
- **step 2:** teken de normaal vanuit het punt waar de lichtstraal de spiegel raakt en loodrecht op het spiegeloppervlak
- **step 3:** meet de hoek van inval
- **step 4:** zet de hoek van terugkaatsing uit
- **step 5:** teken de teruggekaatste lichtstraal

Spiegeling

Methode 1: spiegelen m.b.v. de normaal



18. Spiegeling mbv normaal

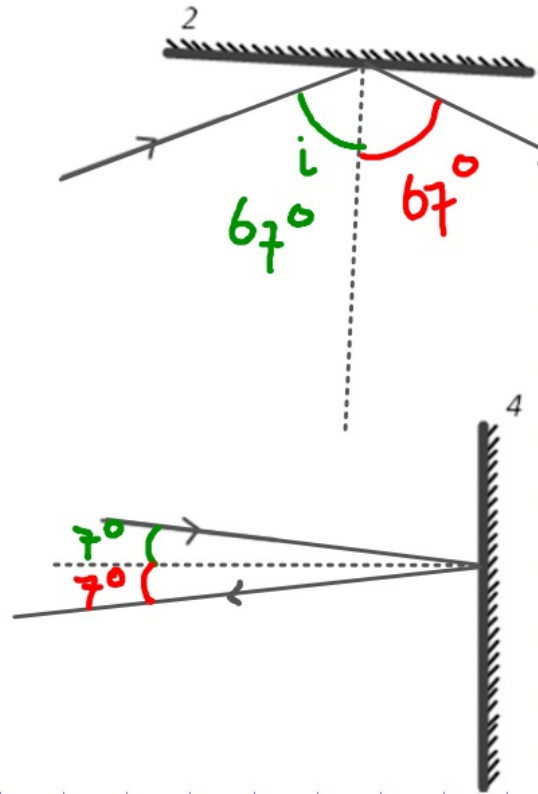
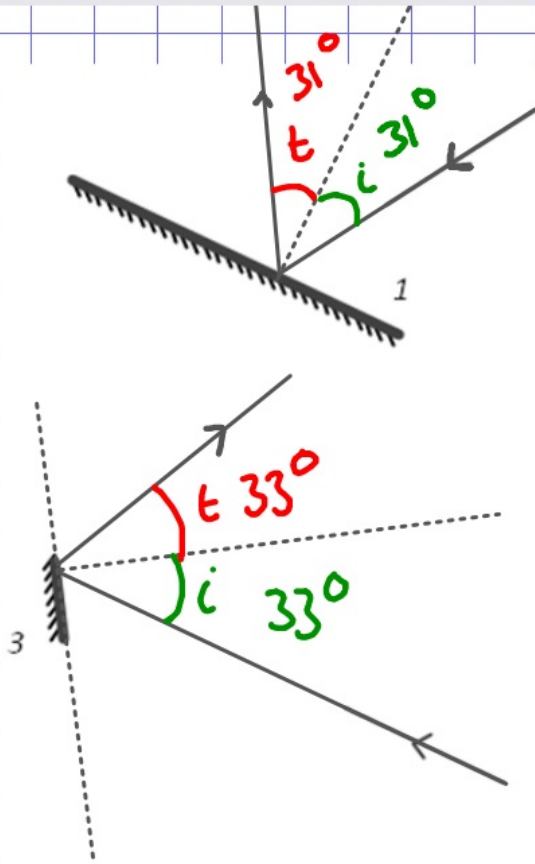
882 views • Sep 28, 2015

31 0 SHARE SAVE ...

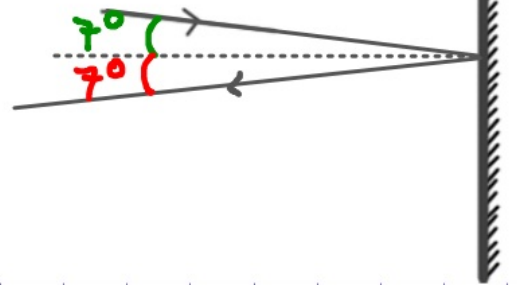
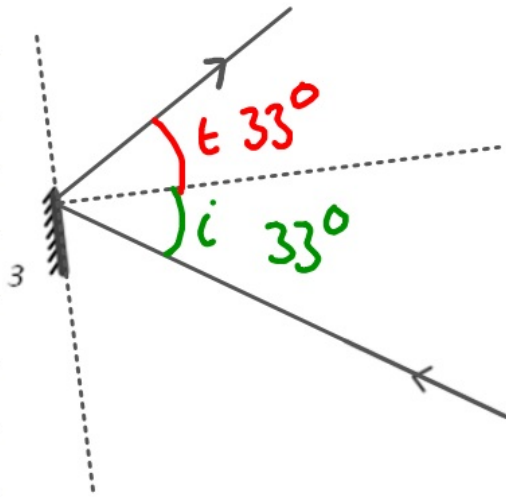
Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels



Extra oefenopgaven
deel 2
opg 1

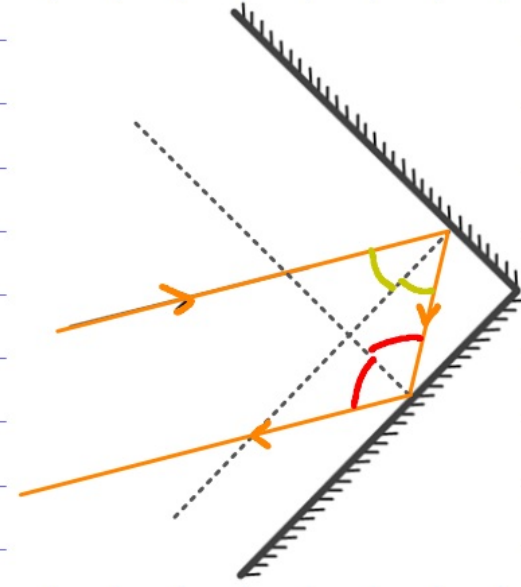
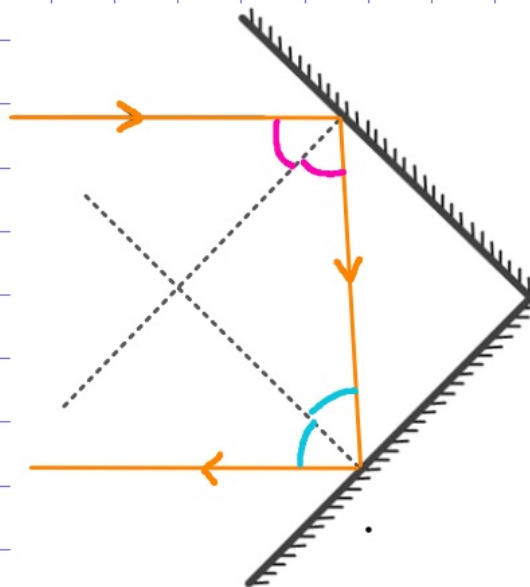
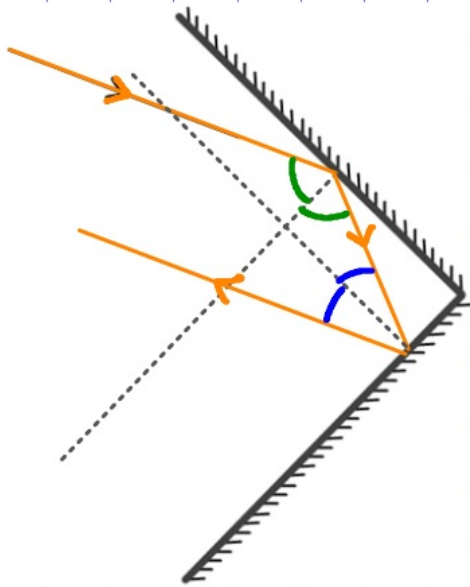


Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

Opgave 2

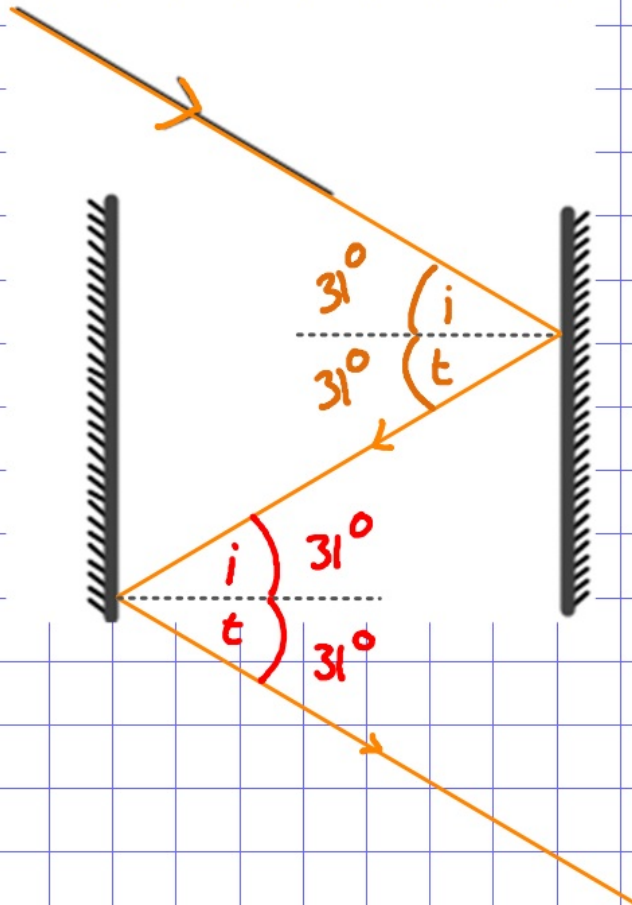


Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

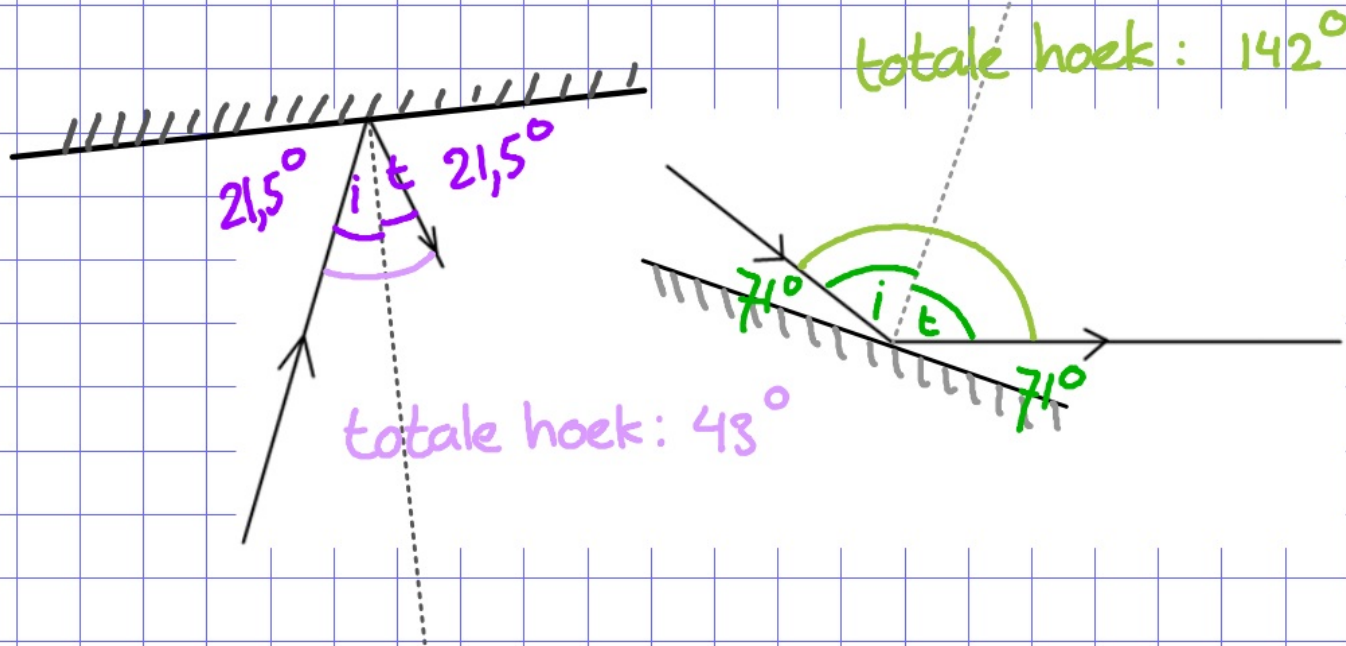
Opgave 3



Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels



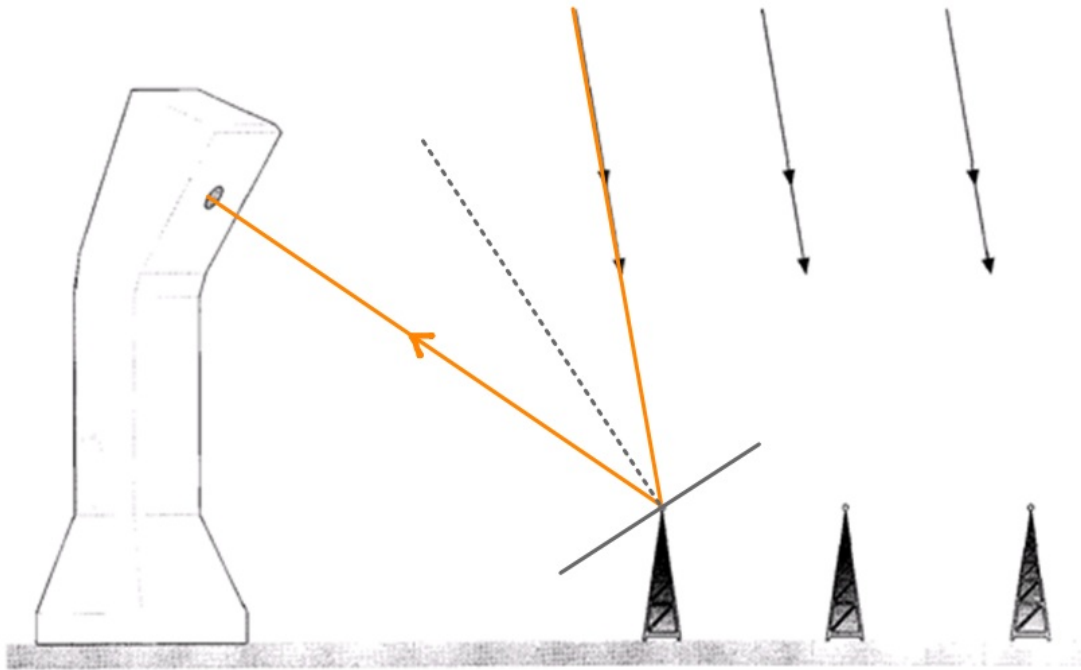
Opgave 4

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

Opgave 5

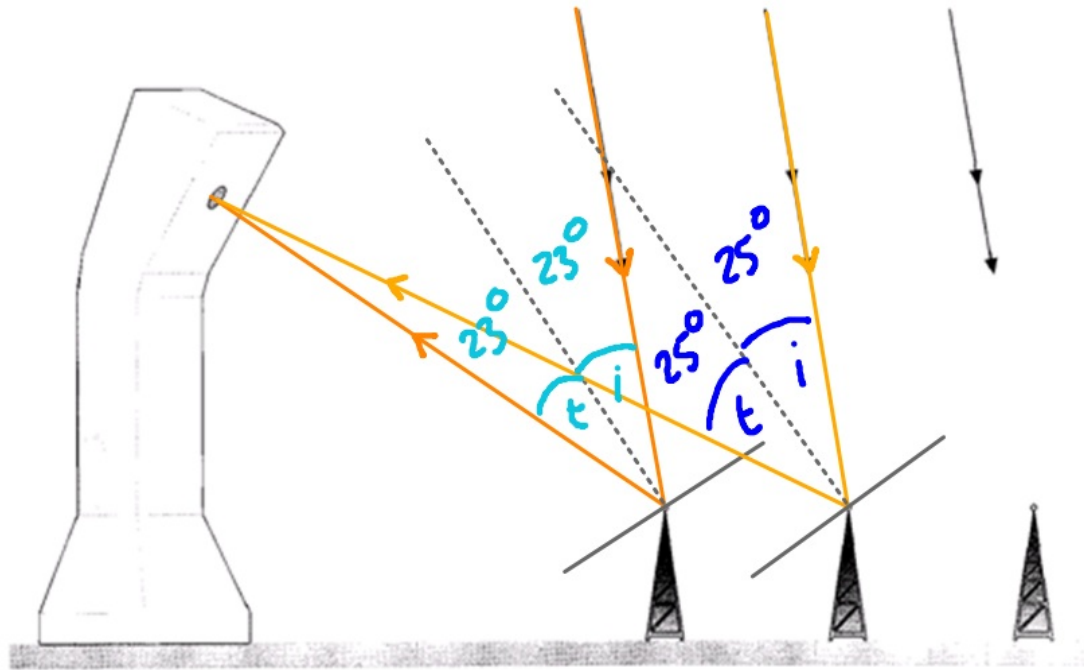


Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

Opgave 5

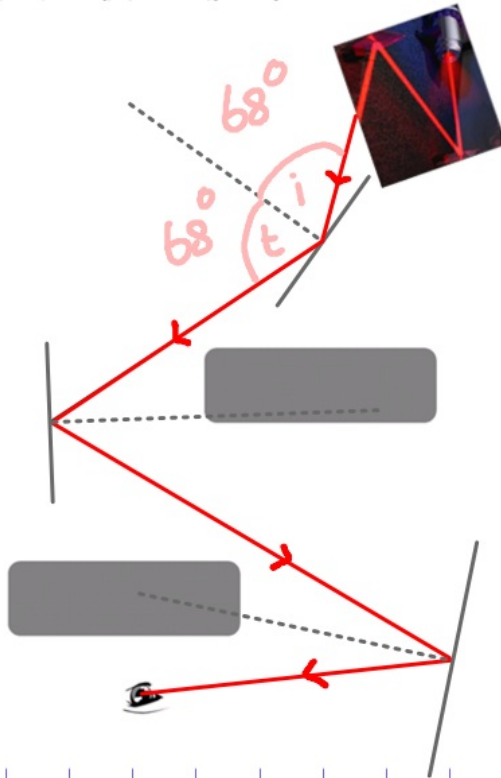


Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

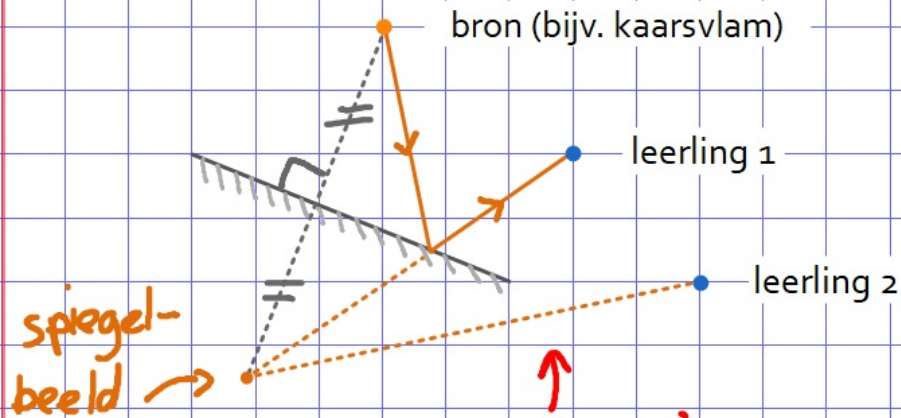
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

6. In onderstaande afbeelding is een lichtstraal te zien die naar het oog geleid moet worden. Plaats spiegels zodat de lichtstraal om de objecten heen kan. Je kunt dit doen door:
- Eerst het complete verloop van de lichtstraal, inclusief knikken, naar het oog te tekenen.
 - Dan per knik (weerkaatsing) de procedure van opgave 4 te volgen.



TECHNIEK 2: Construeren van een weerskaatste lichtstraal m.b.v. het **spiegelbeeld**



↑
geen spiegel, dus geen
weerskaatsing : leerling 2
ziet het spiegelbeeld
niet

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels



Spiegeling

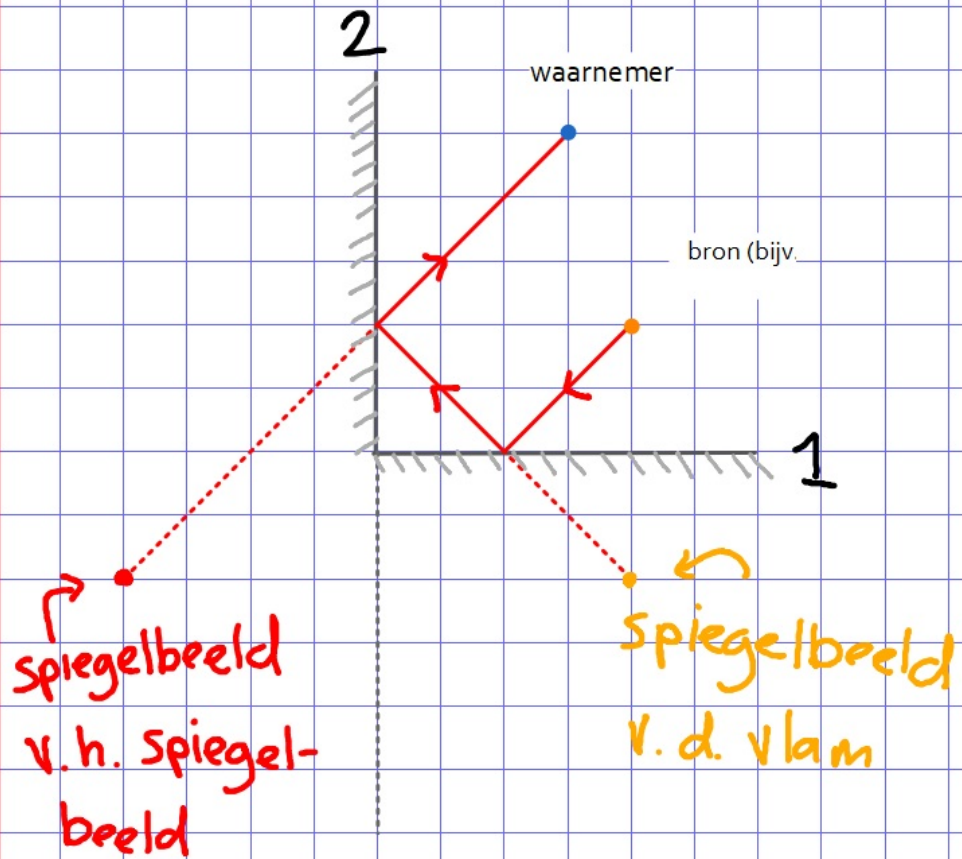
Methode 2: spiegelen m.b.v. het spiegelbeeld

- **stap 1:** teken het spiegelbeeld van de bron
- **stap 2:** teken de lichtstraal die vanuit het spiegelbeeld naar de waarnemer gaat. Stippel het virtuele deel van de lichtstraal dat achter de spiegel zit.
- **stap 3:** teken de lichtstraal die vanuit de bron naar de spiegel gaat. De lichtstraal gaat naar het punt waar het licht uit de spiegel lijkt te komen.

"Construeer het spiegelbeeld van de kaarsvlam en ga na of de waarnemer de vlam via de spiegel kan zien."
"Er gaat een lichtstraal via de spiegel naar de waarnemer. De waarnemer ziet de lichtbron dus via de spiegel."

19. Spiegeling mbv spiegelbeeld
1,127 views • Sep 28, 2015

TECHNIEK 2 (vervolg): Construeren van een dubbel
weerkaatste lichtstraal m.b.v. het spiegelbeeld:



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

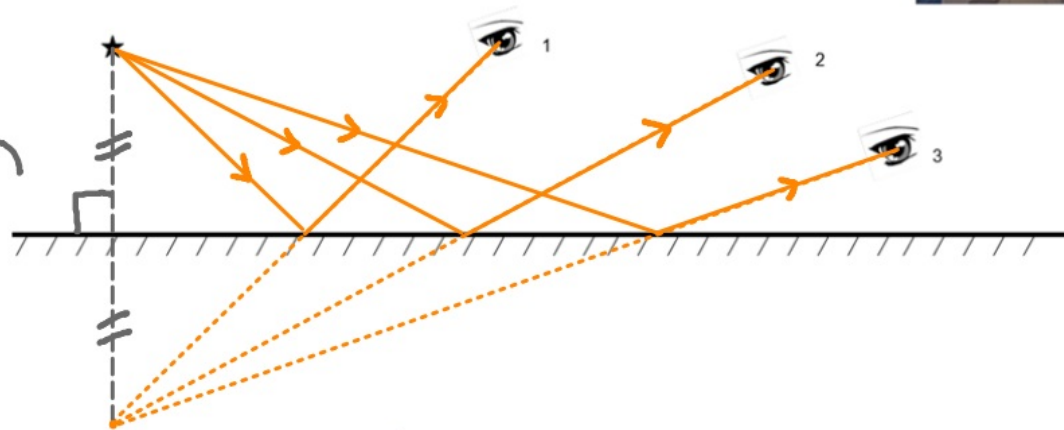


Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

7. Onderstaand is een lange, liggende spiegel te zien met een lichtbron (de ster) en drie waarnemers. Spiegel de lichtbron en construeer de stralen die van de bron via de spiegel bij de waarnemers terechtkomen.



Spiegelbeeld

Let op: LOODRECHT meten om het spiegelbeeld te vinden!

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

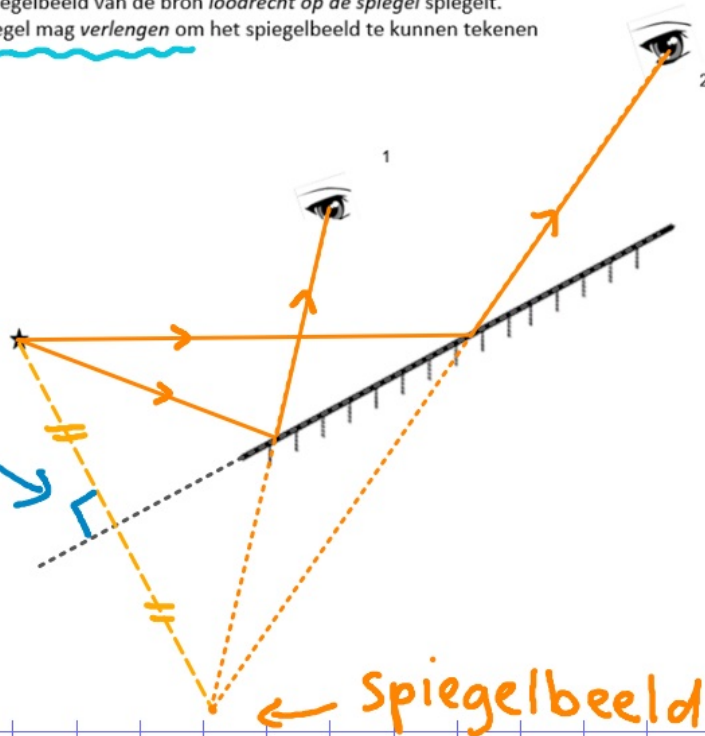
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

8. Onderstaande situatie lijkt op die van vraag 1 maar de spiegel staat onder een andere hoek. Construeer weer de lichtstralen die van de bron bij de waarnemers terechtkomen.

Let er op dat je:

- het spiegelbeeld van de bron *loodrecht op de spiegel* spiegelt.
- de spiegel mag *verlengen* om het spiegelbeeld te kunnen tekenen



Spiegel verlengen om het spiegelbeeld te vinden: OK

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

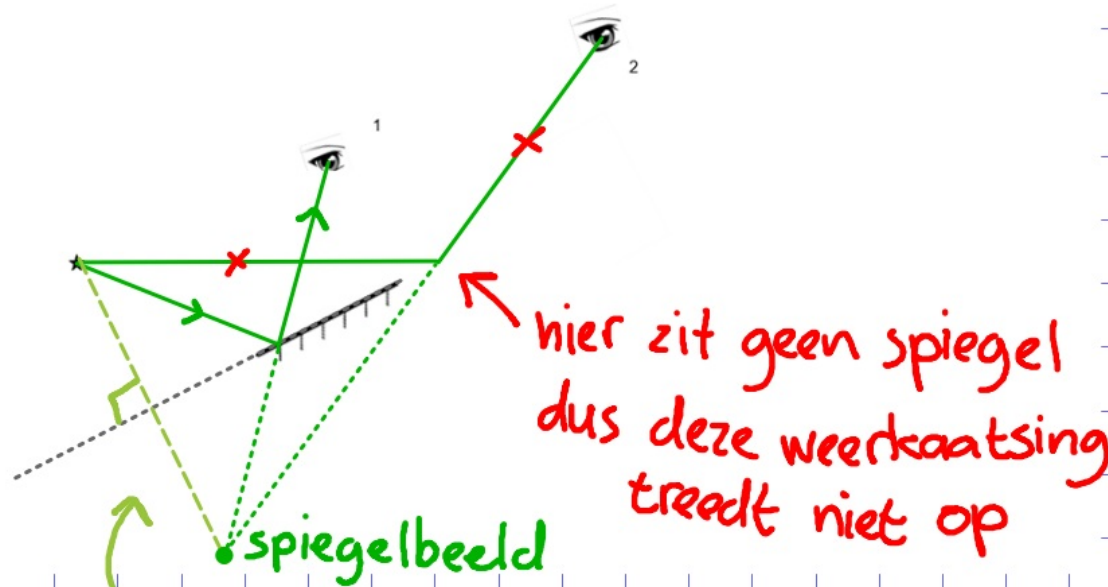
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

9. De spiegel is nu korter. Construeer de lichtstralen die vanaf de bron via de spiegel bij de waarnemers terechtkomen.

Let erop dat:

- je de spiegel mag verlengen om het spiegelbeeld te tekenen
- het verlengde deel van de spiegel niet echt bestaat en de straal daar dus NIET op kan weerkaatsen. Je kunt de spiegel ALLEEN verlengen om het spiegelbeeld te tekenen, NIET om de lichtstraal te tekenen.

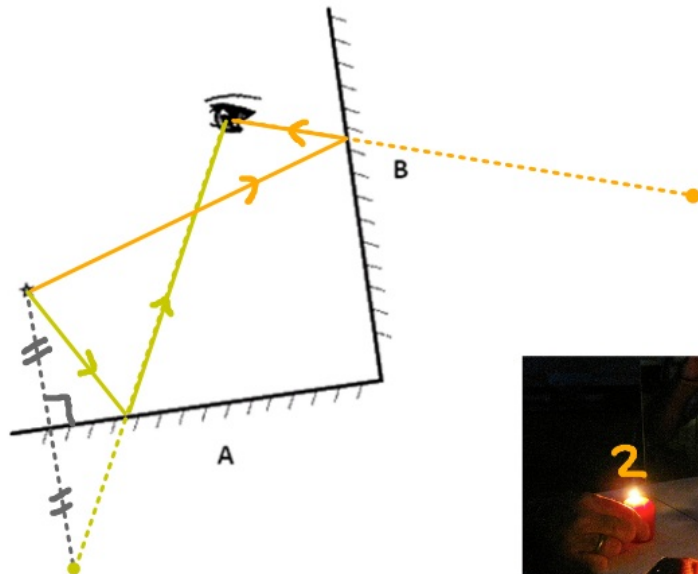


spiegel verlengen om het spiegelbeeld te vinden: OK

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

10. In onderstaande situatie zijn twee spiegels te zien die loodrecht op elkaar staan. Construeer de lichtstraal die via beide spiegels weerkaatst en bij de waarnemer aankomt.

HAVO



spiegelbeeld
v.d. bron
in spiegel 2

Spiegelbeeld v.d. bron
in spiegel 1



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

dus zo:

Nu doen, **havo**: maak het complete uitgedeelde blad met spiegelingsopgaven af. Let op bij opg 10 en 11: havo-leerlingen hoeven geen dubbel weerkaatste lichtstraal te kunnen construeren dus teken in deze opgaven alleen het spiegelbeeld van de enkele weerkaatsing van de bron in elk van de spiegels, maar niet het spiegelbeeld van de dubbele weerkaatsing. Opg. 12, 13 en 14 kun je laten zitten.

Maak ook uit het boek opg. 17 t/m 20, 23, 31 en 38)

Nu doen, **vwo**: maak het complete uitgedeelde blad met spiegelingsopgaven af. Opgave 12 kun je overslaan. Maak ook uit het boek opg. 13, 16, 17, 18, 19, 22, 27, 32 en 36.

Let op: in het SO van volgende week zitten twee opgaven; een over techniek 1 en een over techniek 2. Je kunt voor dit SO oefenen met het blad met oefenopgaven over spiegeling. Een **extra gelegenheid voor vragen** is op vrijdag, het 6e en 7e uur.

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

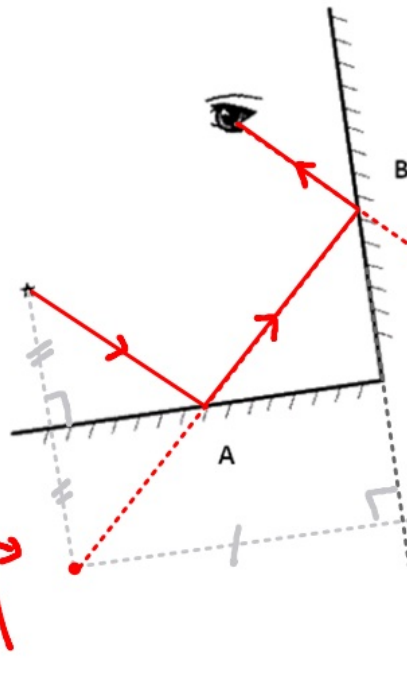
§ 2.2 Vlakke spiegels

10. In onderstaande situatie zijn twee spiegels te zien die loodrecht op elkaar staan. Construeer de lichtstraal die via beide spiegels weerkaatst en bij de waarnemer aankomt.



VWO

Spiegelbeeld
v.d. bron →
in spiegel A



Spiegelbeeld
van het
spiegel-
beeld

Nu doen, **havo**: maak het complete uitgedeelde blad met spiegelingsopgaven af. Let op bij opg 10 en 11: havo-leerlingen hoeven geen dubbel weerkaatste lichtstraal te kunnen construeren dus teken in deze opgaven alleen het spiegelbeeld van de enkele weerkaatsing van de bron in elk van de spiegels, maar niet het spiegelbeeld van de dubbele weerkaatsing. Opg. 12, 13 en 14 kun je laten zitten.

Maak ook uit het boek opg. 17 t/m 20, 23, 31 en 38)

Nu doen, **vwo**: maak het complete uitgedeelde blad met spiegelingsopgaven af. Opgave 12 en 13 kun je overslaan.

Maak ook uit het boek opg. 13, 16, 17, 18, 19, 22, 27, 32 en 36.

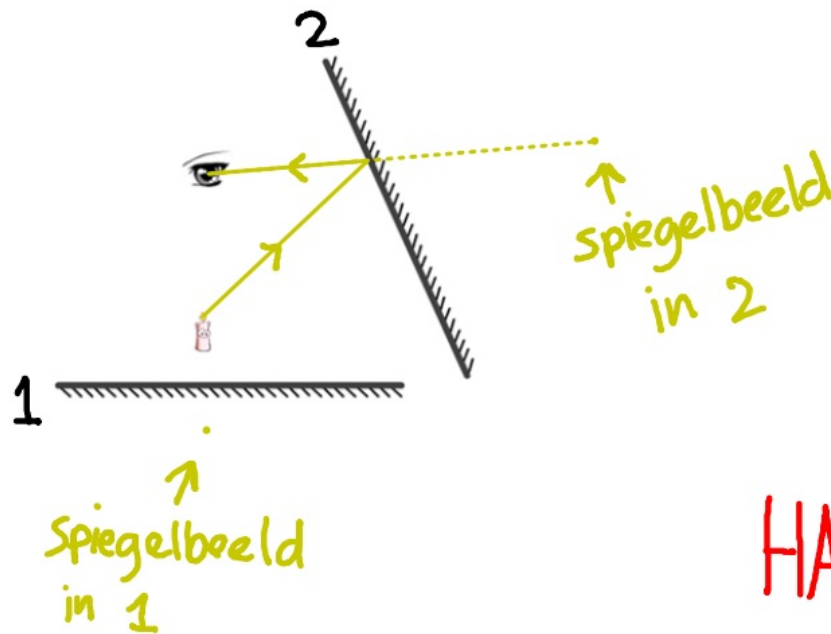
Let op: in het SO van volgende week zitten twee opgaven; een over techniek 1 en een over techniek 2. Je kunt voor dit SO oefenen met het blad met oefenopgaven over spiegeling. Een **extra gelegenheid voor vragen** is op vrijdag, het 6e en 7e uur.

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

11. Bekijk onderstaande situatie. Construeer de lichtstraal die eerst op de onderste en vervolgens op de bovenste, schuine spiegel weerkaatst en tenslotte bij de waarnemer aankomt.



dus zo:

Nu doen, **havo**: maak het complete uitgedeelde blad met spiegelingenopgaven af. Let op bij opg 10 en 11: havo-leerlingen hoeven geen dubbel weerkaatste lichtstraal te kunnen construeren dus teken in deze opgaven alleen het spiegelbeeld van de enkele weerkaatsing van de bron in elk van de spiegels, maar niet het spiegelbeeld van de dubbele weerkaatsing. Opg. 12, 13 en 14 kun je laten zitten.

Maak ook uit het boek opg. 17 t/m 20, 23, 31 en 38)

Nu doen, **vwo**: maak het complete uitgedeelde blad met spiegelingenopgaven af. Opgave 12 en 13 kun je overslaan.

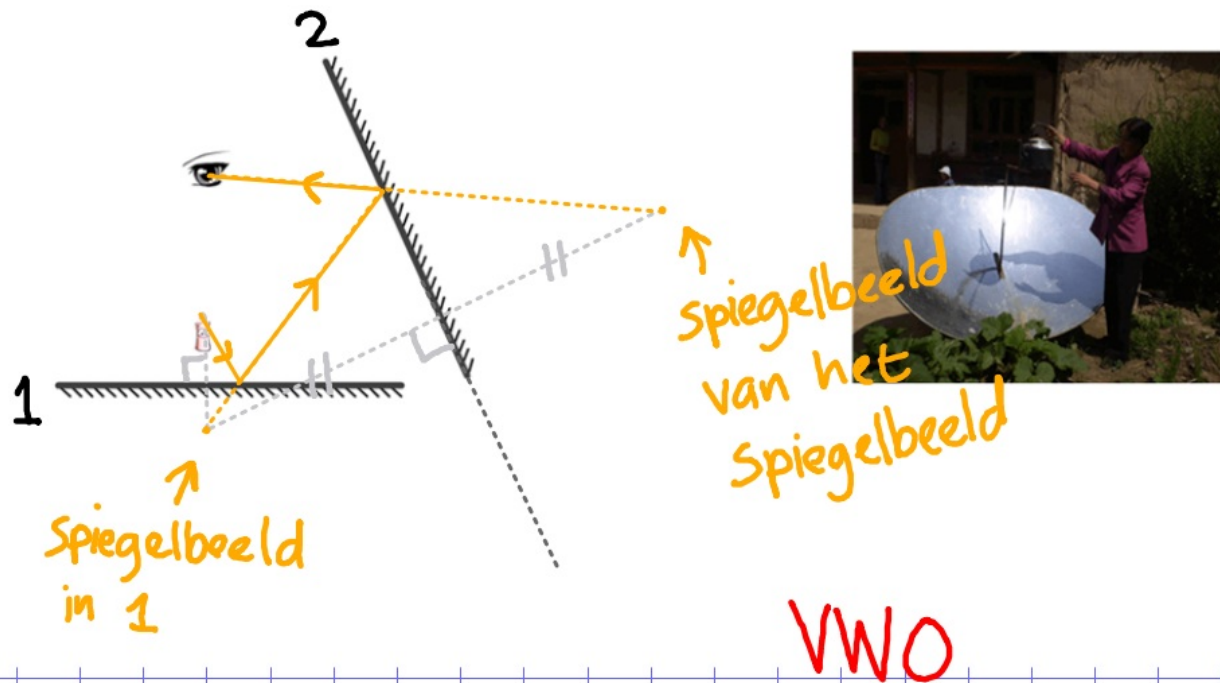
Maak ook uit het boek opg. 13, 16, 17, 18, 19, 22, 27, 32 en 36.

Let op: in het SO van volgende week zitten twee opgaven; een over techniek 1 en een over techniek 2. Je kunt voor dit SO oefenen met het blad met oefenopgaven over spiegeling. Een **extra gelegenheid voor vragen** is op vrijdag, het 6e en 7e uur.

HAVO

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

11. Bekijk onderstaande situatie. Construeer de lichtstraal die eerst op de onderste en vervolgens op de bovenste, schuine spiegel weerkaatst en tenslotte bij de waarnemer aankomt.



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

Nu doen, **havo**: maak het complete uitgedeelde blad met spiegelingsopgaven af. Let op bij opg 10 en 11: havo-leerlingen hoeven geen dubbel weerkaatste lichtstraal te kunnen construeren dus teken in deze opgaven alleen het spiegelbeeld van de enkele weerkaatsing van de bron in elk van de spiegels, maar niet het spiegelbeeld van de dubbele weerkaatsing. Opg. 12, 13 en 14 kun je laten zitten.

Maak ook uit het boek opg. 17 t/m 20, 23, 31 en 38)

Nu doen, **vwo**: maak het complete uitgedeelde blad met spiegelingsopgaven af. Opgave 12 en 13 kun je overslaan.

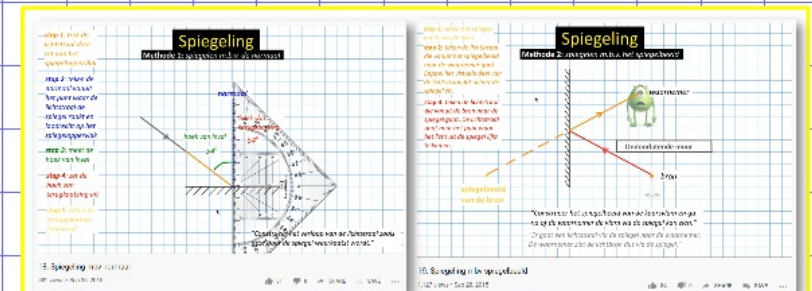
Maak ook uit het boek opg. 13, 16, 17, 18, 19, 22, 27, 32 en 36.

Let op: in het SO van volgende week zitten twee opgaven; een over techniek 1 en een over techniek 2. Je kunt voor dit SO oefenen met het blad met oefenopgaven over spiegeling. Een **extra gelegenheid voor vragen** is op vrijdag, het 6e en 7e uur.

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels



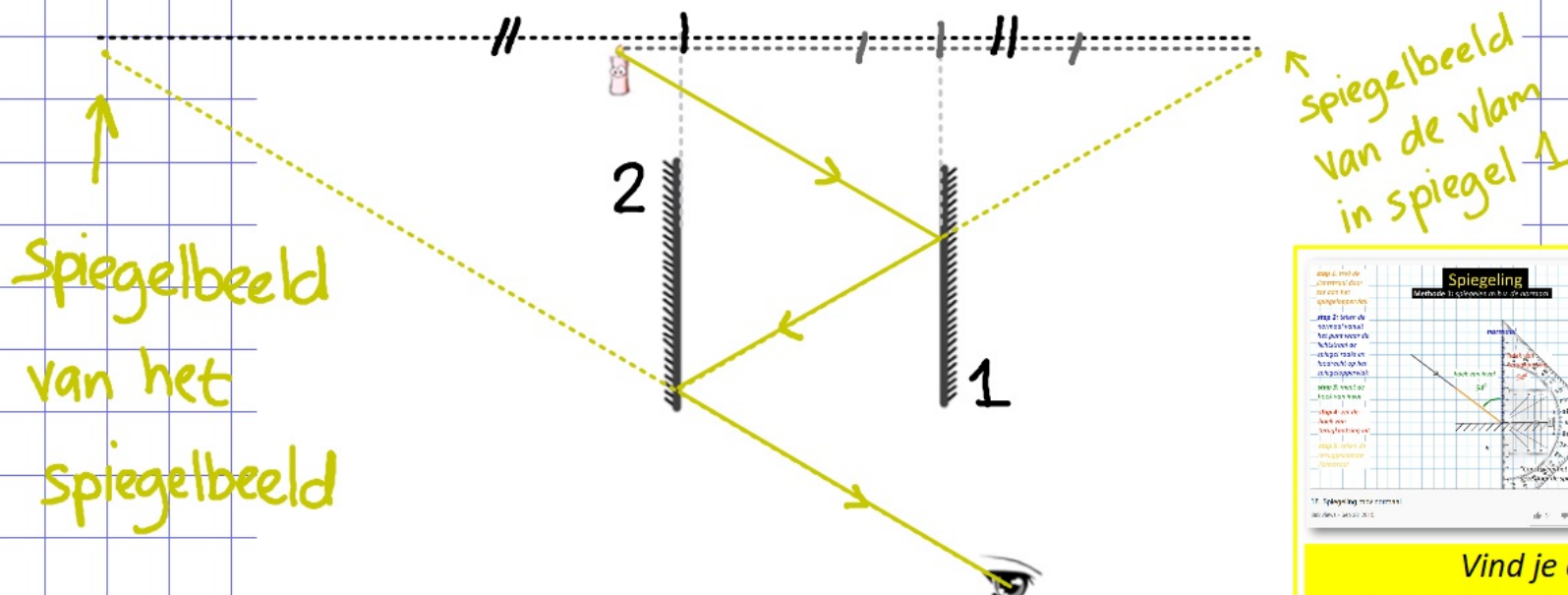
Vind je deze opgaven moeilijk?
GOED ZO! Dat is namelijk ook de bedoeling.
Voor uitleg bij beide spiegelingstechnieken heb ik
uitlegvideo's gemaakt. Je vindt ze via
bastiaanvanhengel.com

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

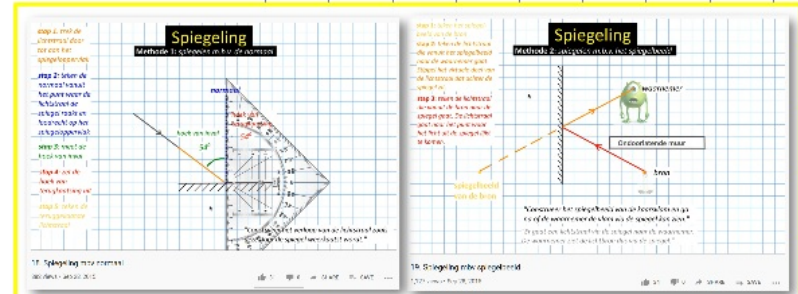
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

13. Twee spiegels staan tegenover elkaar. Er is ook een lichtbron en een waarnemer. Construeer de lichtstraal die van de kaarsvlam komt en eerst de rechterspiegel en vervolgens de linkerspiegel treft alvorens bij het oog aan te komen.



VWO



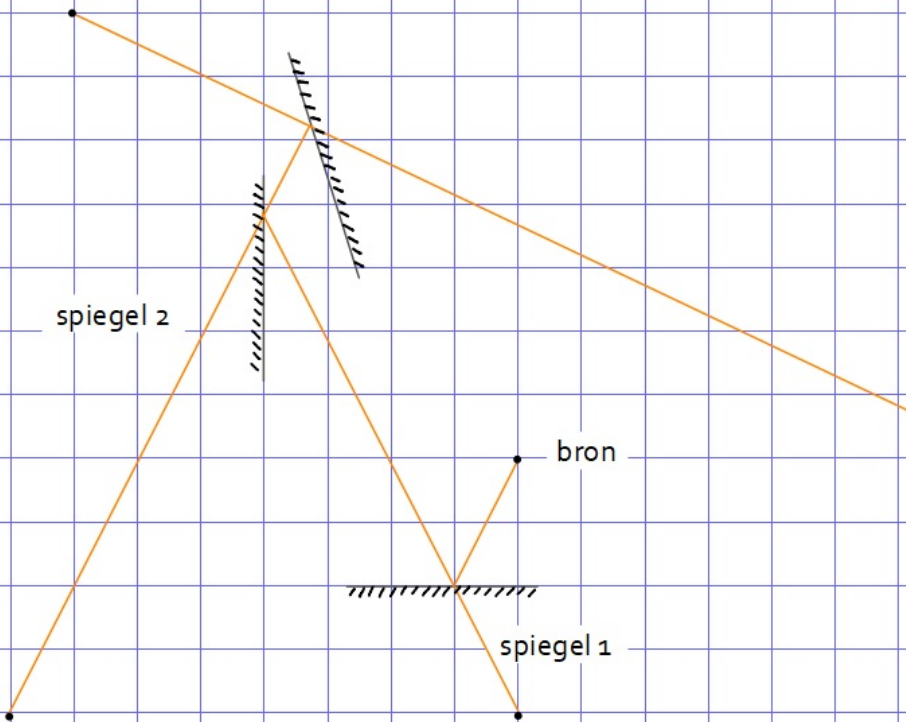
Vind je deze opgaven moeilijk?
GOED ZO! Dat is namelijk ook de bedoeling.
Voor uitleg bij beide spiegelingstechnieken heb ik uitlegvideo's gemaakt. Je vindt ze via bastiaanvanhengel.com

Oefenblad 2 NATUURKUNDE Hfd 2 Licht

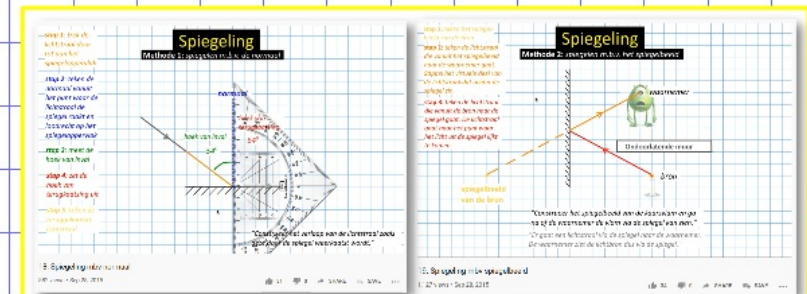
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

ontvanger



LET OP: deze opgave klopt niet. Teken een nieuwe waarnemer op 2 a 3 cm boven het oog.



Vind je deze opgaven moeilijk? GOED ZO! Dat is namelijk ook de bedoeling. Voor uitleg bij beide spiegelingstechnieken heb ik uitlegvideo's gemaakt. Je vindt ze via bastiaanvanhengel.com

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

VWO

A 13

Een spiegelbeeld is denkbeeldig.

- a Noem een ander woord voor denkbeeldig.
- b Leg in je eigen woorden uit waarom een spiegelbeeld denkbeeldig is.

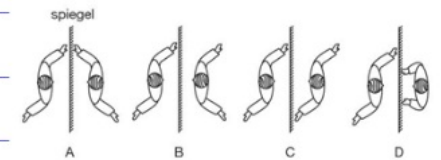
A 14 ✓

Leg met woorden uit wat de volgende wetten betekenen.

- a $b = v$
- b $\angle i = \angle t$

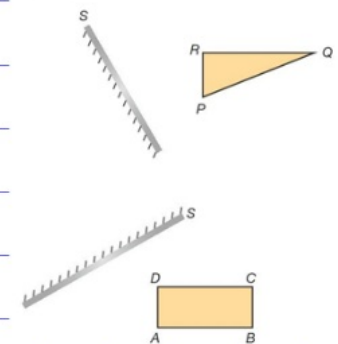
B 15 ✓

Je staat voor een spiegel. Hieronder zie je het bovenaanzicht. In welke figuur is het spiegelbeeld juist weergegeven?



B 16

- a Teken het spiegelbeeld van de twee voorwerpen uit de figuur hieronder. Gebruik het tekenblad in het hulpboek.
- b Stel dat je oog zich in C bevindt. Teken de lichtstraal die vanuit punt D op de spiegel valt en na weerkaatsing door je oog gaat.



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

VWO

B 17

Aniek staat aan de waterrand. Ze ziet hoe de toren in het wateroppervlak weerspiegelt. Gebruik het tekenblad in het hulpboek.

- a Teken het spiegelbeeld van de toren.
- b Teken hoe een lichtstraal vanaf de top van de vlag via het water in de ogen van Aniek terecht komt.



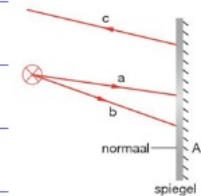
B 18 V

Hieronder zijn twee lichtstralen a en b getekend die op een spiegel vallen. Verder zie je één teruggekaatste lichtstraal c. Gebruik het tekenblad in het hulpboek.

- a Teken hoe de lichtstralen van a en b weerkaatsen.
- b Teken de op de spiegel invallende lichtstraal die hoort bij de teruggekaatste lichtstraal c.

In de figuur is ook een punt A getekend.

- c Teken de lichtstraal vanuit de lamp naar A en ook het verdere verloop na terugkaatsing.
- d Komen de gereflecteerde lichtstralen allemaal uit hetzelfde punt achter de spiegel?
- e Hoe heet dit punt?
- f Geef de plaats van het punt aan door alle weerkaatste lichtstralen denkbeeldig (gestippeld) achter de spiegel door te tekenen.



Hoofdstuk 2 Licht

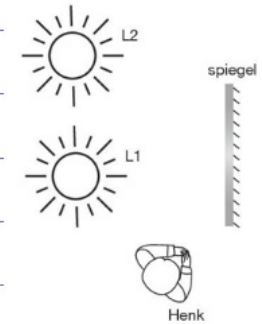
§ 2.2 Vlakke spiegels

VWO

C 19 G

Henk staat voor een spiegel. Naast hem hangen twee lampen die vanuit hun middelpunt in alle richtingen licht uitzenden. Gebruik het tekenblad in het hulpboek.

- Teken aan de hand van de randstralen de bundels licht vanuit beide lampen die na weerkaatsing in de spiegel verdergaan.
- Leg met de tekening bij **a** uit welke lampen Henk in de spiegel kan zien.



C 20 G

Deze opdracht is een vervolg op C19.

- Teken op een nieuw knipblad het spiegelbeeld van Henk.
- Leg uit of dit spiegelbeeld van Henk echt bestaat.
- Leg uit of Henk zijn eigen spiegelbeeld kan zien.
- Geef het gebied vóór de spiegel aan waarvandaan het spiegelbeeld van Henk te zien is.
- Welke lampen 'kunnen het spiegelbeeld zien'? Vergelijk je antwoord met het antwoord op 19b.

Het gebied dat je bij **d** hebt aangegeven, is het gezichtsveld van Henk via de spiegel.

f Leg uit of de randen van dit gebied lichtstralen, zichtlijnen of zichtstralen zijn.

g Vul de volgende zin aan.

Het gezichtsveld via een spiegel kun je vinden door ...

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

VWO

C 21

Je staat in de badkamer voor de spiegel. Links op het plankje staat een glas met daarin jouw tandenborstel en rechts daarvan ligt je kam. De tandpasta ligt voor het glas.

- Zie je in de spiegel de tandenborstel boven of onder het glas uitsteken?
- Zie je in de spiegel de kam links of rechts van het glas?
- Zie je in de spiegel de tandpasta voor of achter het glas?
- Welke uitspraak is juist?
A De spiegel verwisselt boven en onder.
B De spiegel verwisselt links en rechts.
C De spiegel verwisselt voor en achter.

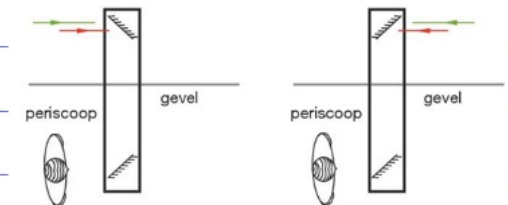
C 22 G

Je zit bij het raam met een periscoop. Je steekt de periscoop uit het raam om langs de gevel te kijken. Doordat er twee spiegels in de periscoop zitten, kan dat. Gebruik het tekenblad in het hulpboek.

- Teken in beide situaties de tweemaal weerkaatste lichtstralen. Gebruik voor elke lichtstraal een andere kleur.

In een van de situaties zie je links en rechts verwisseld.

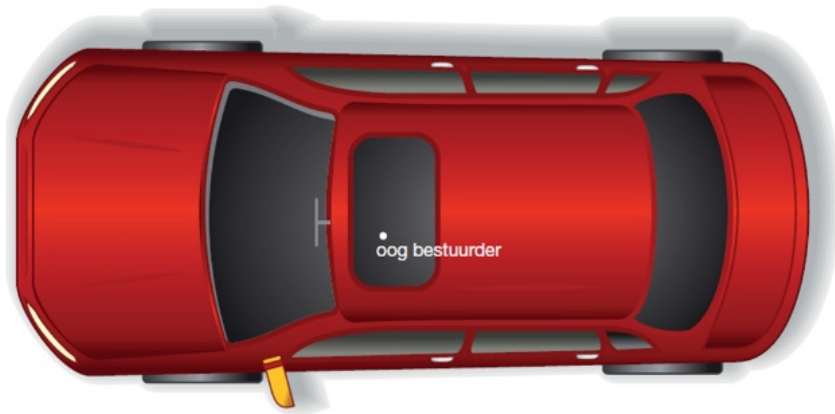
- Leg uit in welke.



+ 23 G

Je zit bij de kapper en kijkt in de spiegel naar het raam. Tot je verbazing zie je in de spiegel het woord 'kapper' op het raam staan, maar niet in spiegelbeeld.

Leg uit hoe dat kan.



C 31 G

In een vuurtoren maakt een grote spiegel van een divergente bundel een evenwijdige bundel.

- a Leg uit of de spiegel hol of bol is.
- b Leg uit waarom een evenwijdige bundel verder op zee te zien is dan een divergente bundel.

In een convergente bundel neemt de lichtintensiteit toe tot in het punt waar de lichtstralen bij elkaar komen.

- c Leg uit waarom een vuurtoren toch geen convergente bundel gebruikt.

C 32

Ben jij weleens niet opgemerkt door een automobilist? Je zat dan misschien wel in de dode hoek. Dat is een plek waar de bestuurder je via de spiegels niet kan zien. Hieronder is een auto getekend. Gebruik het tekenblad in het hulpboek.

- a Geef in de figuur aan welk gebied de bestuurder via de binnenspiegel kan zien.
- b Geef in de figuur ook aan welk gebied de bestuurder via de buitenspiegel kan zien.
- c Arceer het gebied dat je de dode hoek noemt.
- d Leg uit hoe je kunt voorkomen dat er een dode hoek is.

C 33 G

Uit de omkeerbaarheid van lichtstralen kun je de volgende regel afleiden: als jij iemands ogen kunt zien in een spiegel, kan die persoon ook jouw ogen zien.

- a Leg dit met een tekening uit.
- b Leg uit hoe je dit kunt gebruiken om na te gaan of de chauffeur van een vrachtwagen je via zijn spiegel ziet.

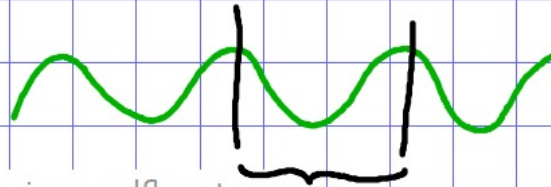
C 34 G

Een wateroppervlak heeft een spiegelende werking. De zon spiegelt in het water, maar je ziet geen bol als spiegeling, maar een langgerekte brede streep.

- a Leg uit waarom je geen bol als beeld van de zon ziet.
- b Leg uit hoe het kan dat de spiegeling soms meer licht lijkt te geven dan de zon aan de hemel zelf.

§ 2.4 en 2.5: Kleuren maken en zien

1. Lichtstralen bestaan uit kleine, regelmatige 'golfjes' met een vaste **golflengte**.



2. Elke kleur licht uit de **regenboog** heeft een eigen golflengte:

- rood: 700 nm

- blauw: 450 nm

(1 nm = 0,00000001 m, spreekt uit: 1 "nanometer")

3. De kleuren op volgorde van golflengte vormen het **kleurenspectrum**.

4. **Combinaties** van kleuren licht geven weer nieuwe kleuren.

primaire kleuren zijn: rood, groen en blauw

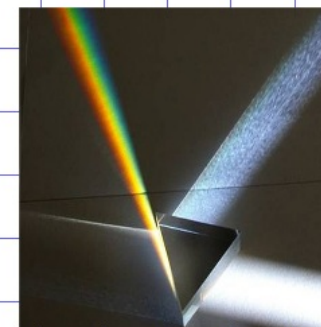
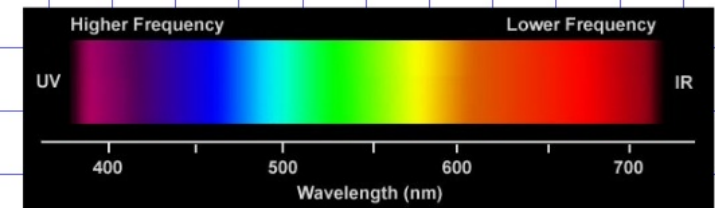
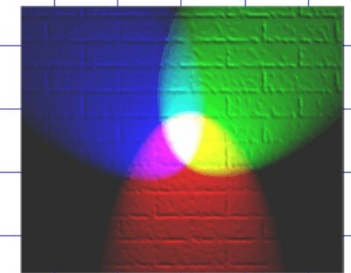
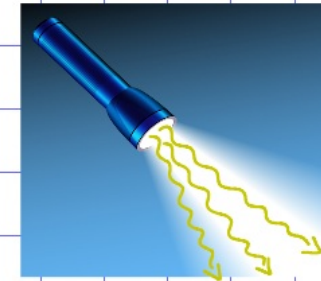
secundaire kleuren zoals geel, cyaan en magenta kun je maken uit twee primaire kleuren

twee kleuren die samen wit lijken heten **complementair**

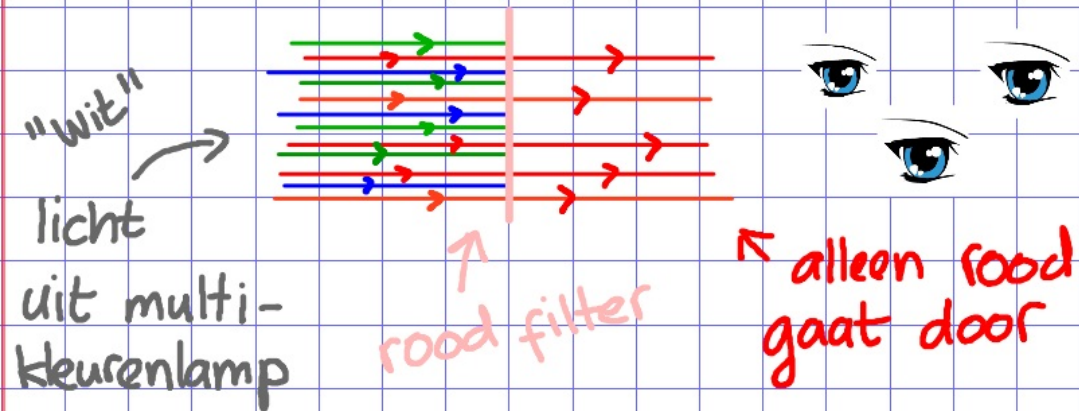
een evenwichtig **mengsel van veel kleuren** lijkt voor mensen ook wit (zonlicht, of gloeilampen)

→ zie het
kleurmeng-
plaatje

Hoofdstuk 2 Licht

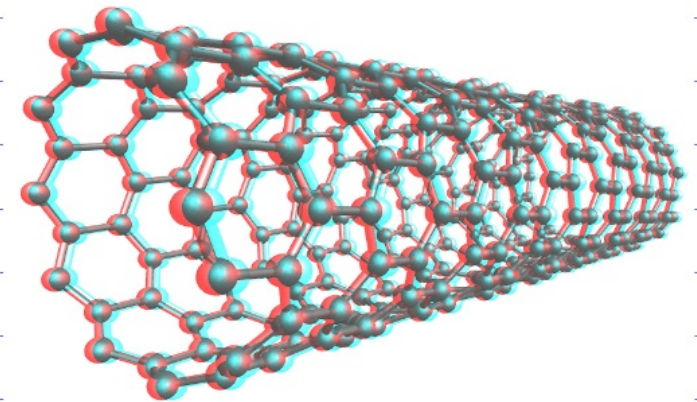


5. Filters laten alleen hun eigen kleur door:

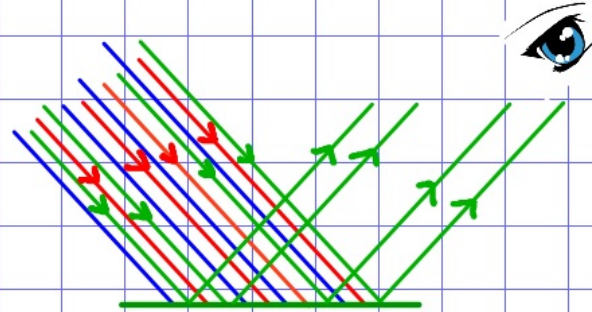


Hoofdstuk 2 Licht

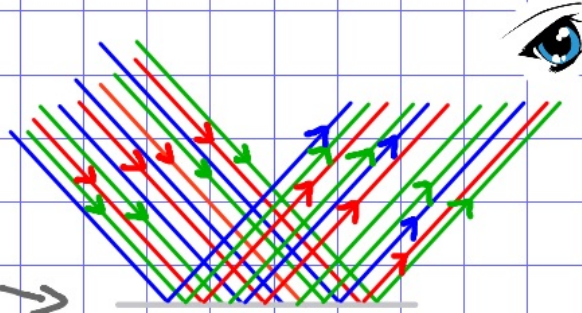
§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



6. **Gekleurde oppervlakken**
weerkatsten alleen licht van
de eigen kleur en absorberen
alle andere kleuren.



Witte oppervlakken
weerkatsten alle kleuren.



Zwarte oppervlakken
absorberen alle kleuren.



Hoofdstuk 2 Licht

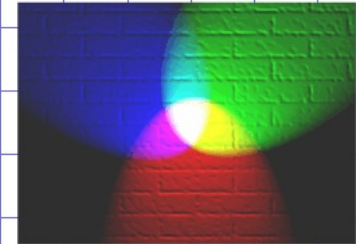
§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



7. Let op dat **licht mengen** en **verf mengen** twee verschillende dingen zijn:

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



RGB
Additive
Color



mixing light

RED GREEN BLUE

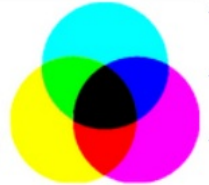


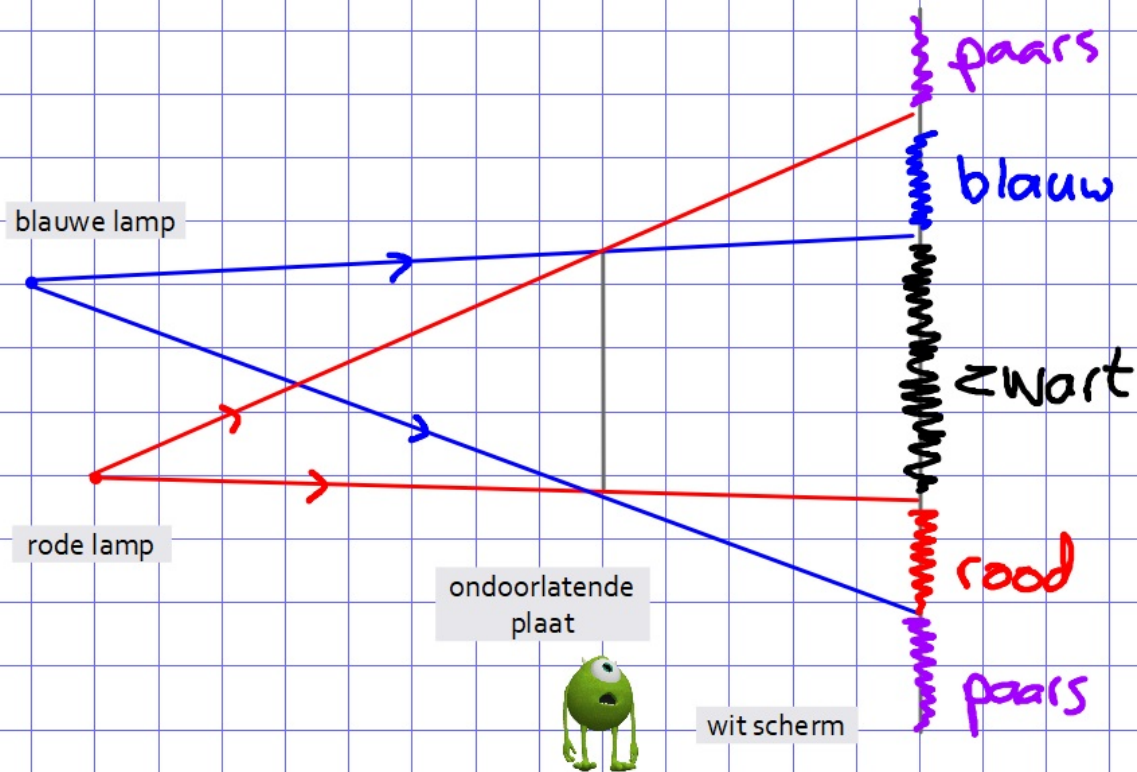
CMYK
Subtractive
Color



mixing ink

CYAN MAGENTA YELLOW

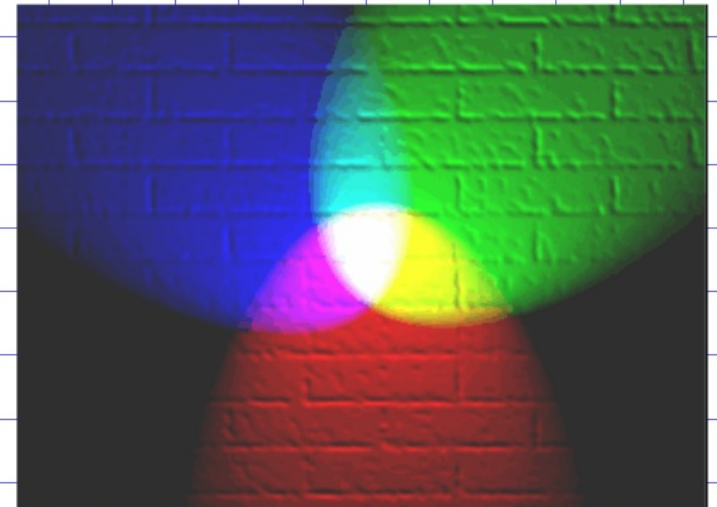




Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

Voorbeeld 1: Benoem de kleurgebieden die ontstaan op het scherm.



witte lamp



groen filter

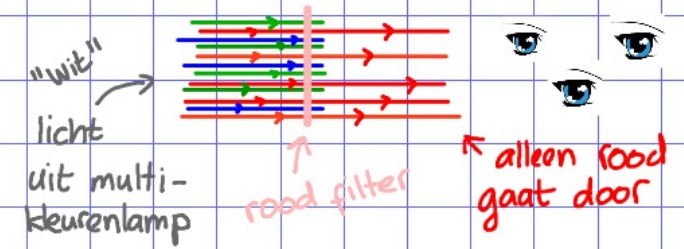


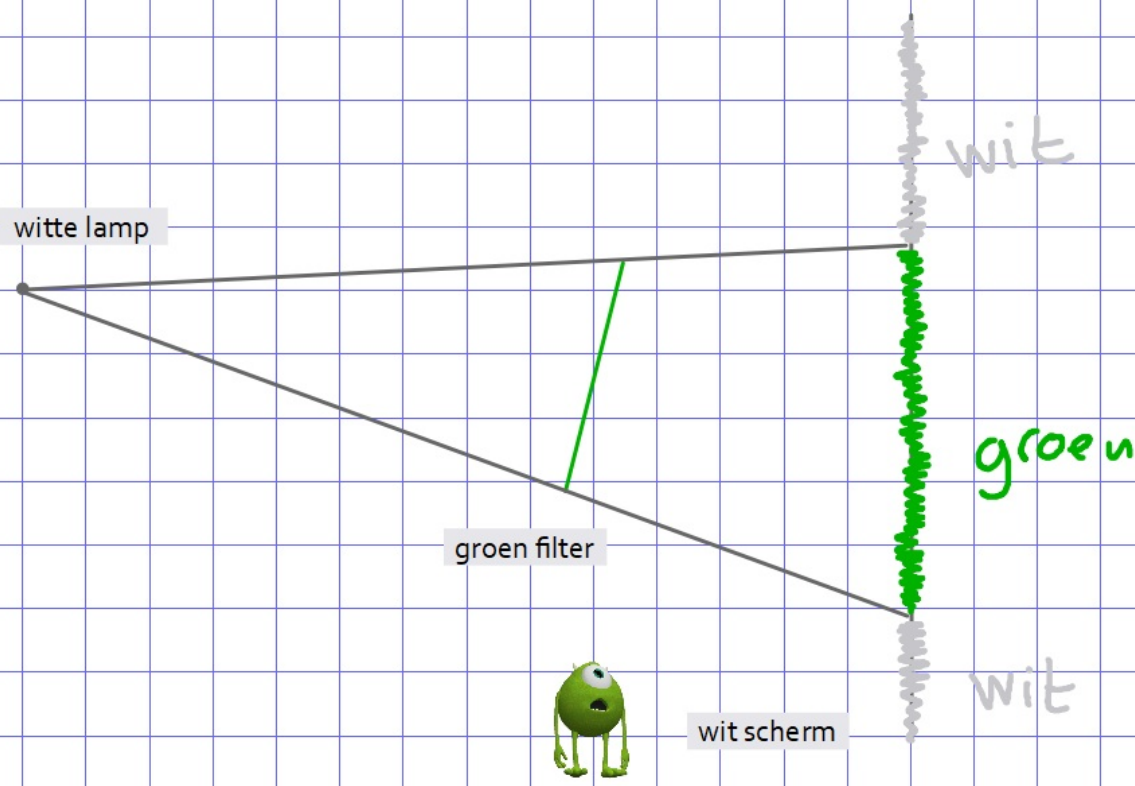
wit scherm

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

Bord oefening 2: Benoem de kleurgebieden die ontstaan op het scherm.

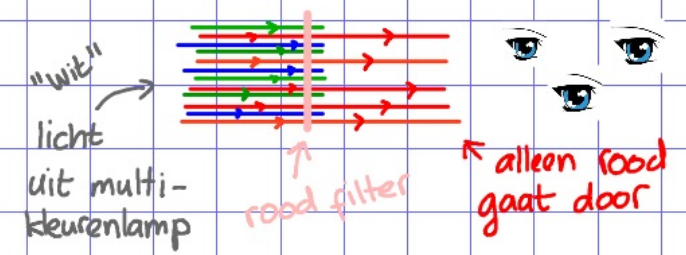




Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

Bord oefening 2: Benoem de kleurgebieden die ontstaan op het scherm.



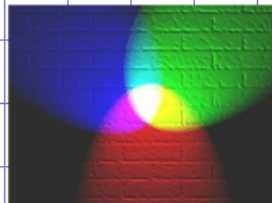
groene lamp

rode lamp

groene poster

rood filter

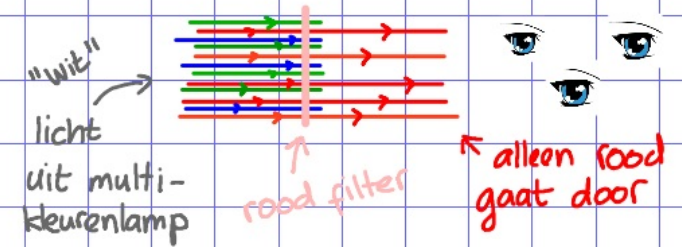
wit scherm

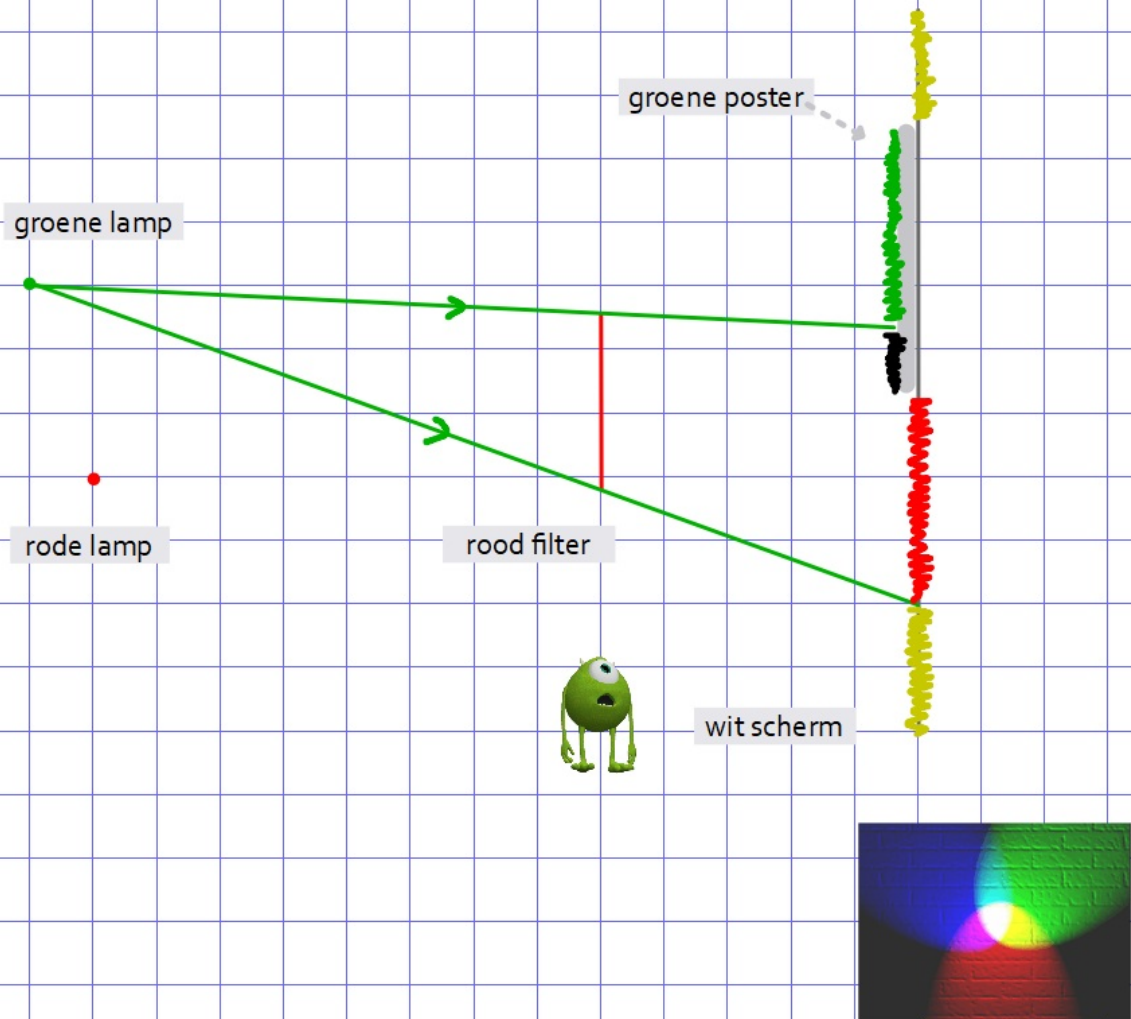


Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

Voorbeeld 3: Benoem de kleurgebieden die ontstaan op het scherm.





Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

Voorbeeld 3: Benoem de kleurgebieden die ontstaan op het scherm.



Extra oefenopgaven, deel 3

1

groene lamp



rode lamp



ondoorlatende
plaat

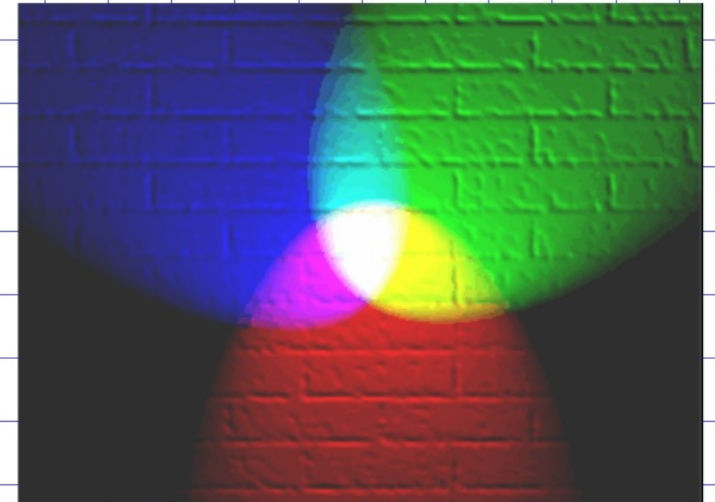


wit scherm



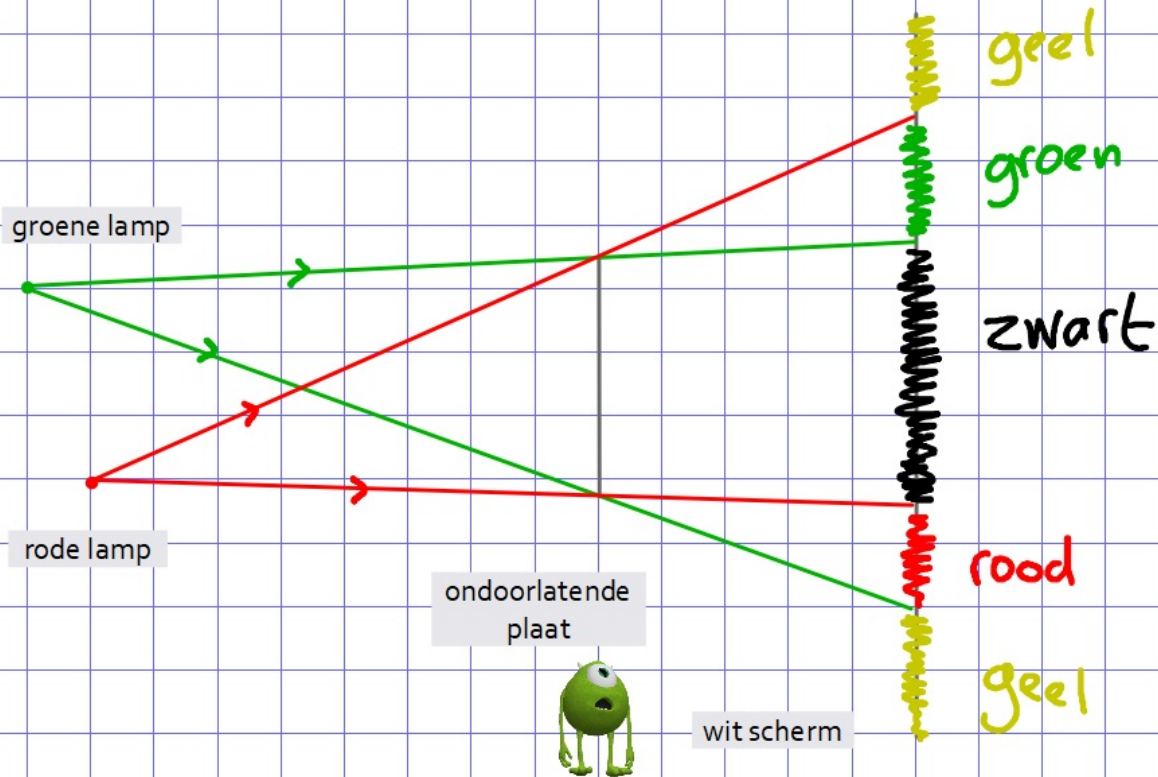
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



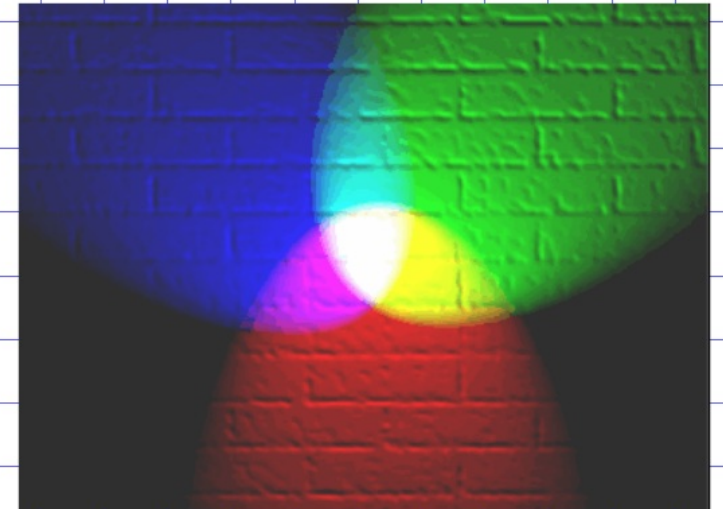
Extra oefenopgaven, deel 3

1



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

2

blauw lamp



rode lamp



ondoorlatende
plaat 1



ondoorlatende
plaat 2

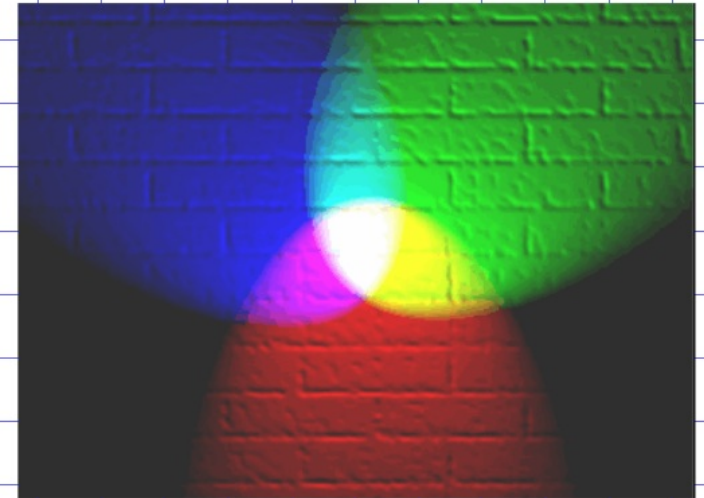


wit scherm



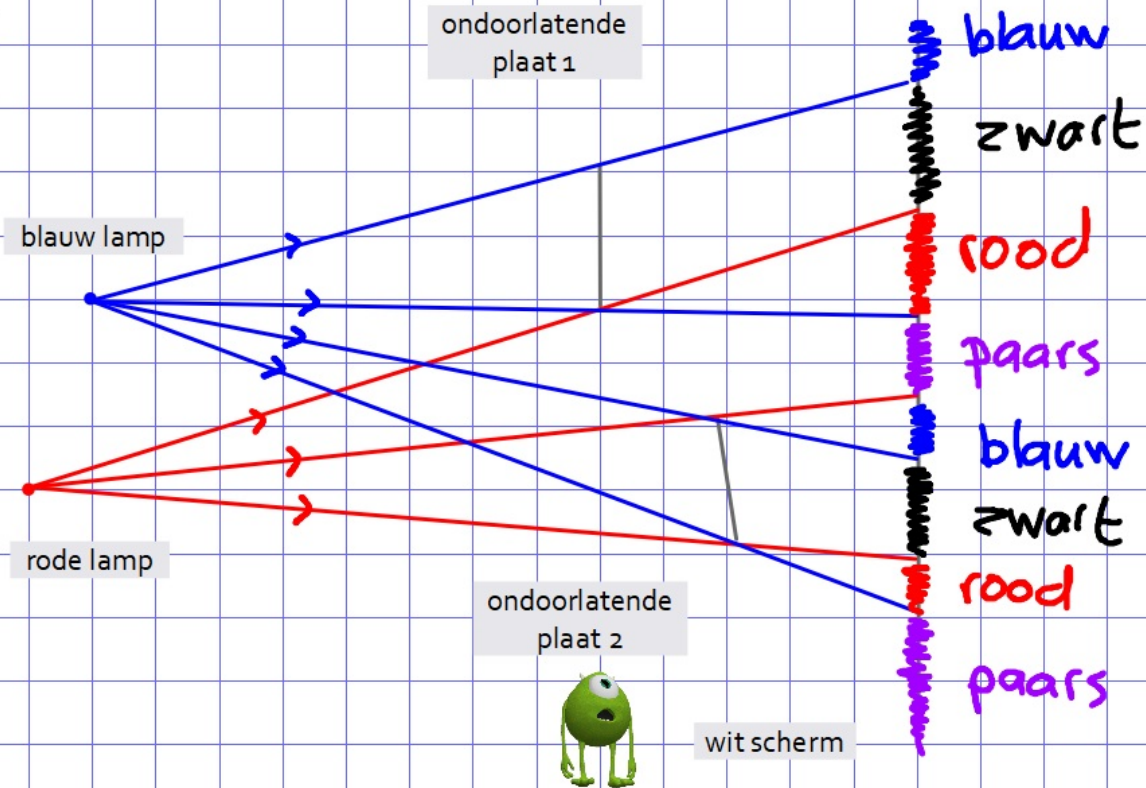
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



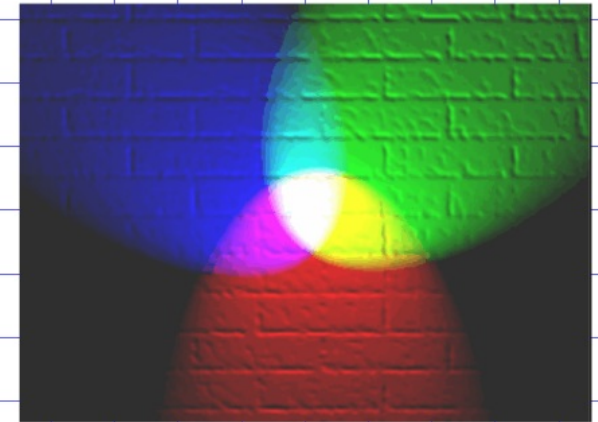
Extra oefenopgaven, deel 3

2



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

3

groene lamp



magenta lamp



ondoorlatende
plaat

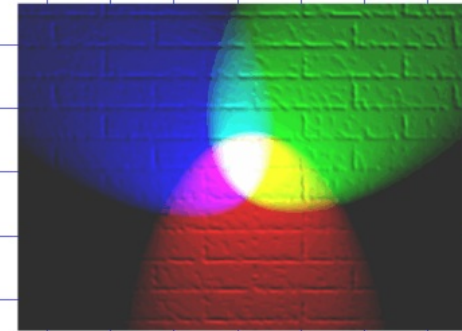


wit scherm



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

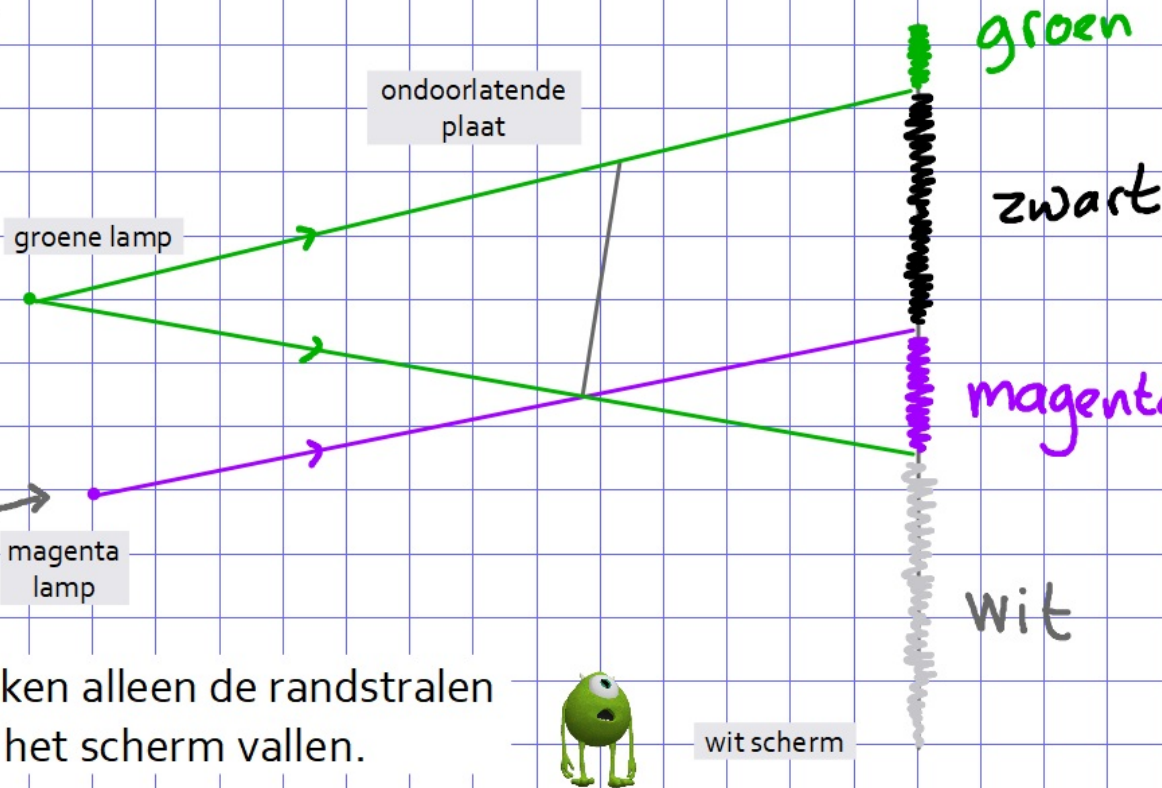


Extra oefenopgaven, deel 3

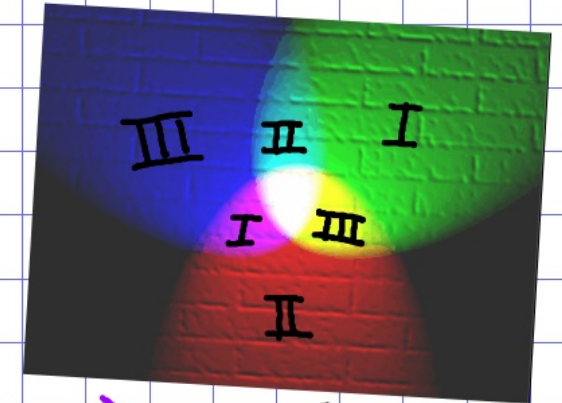
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien

3



Tip: teken alleen de randstralen die op het scherm vallen.



Let op: de gelijk genummerde kleuren in deze afbeelding lijken samen "wit".

Extra oefenopgaven, deel 3

4

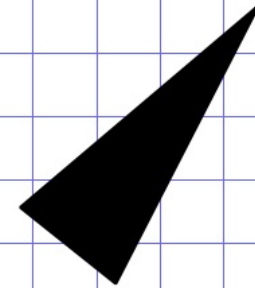
blauwe lamp



groene lamp



rode lamp



ondoorlatend
voorwerp

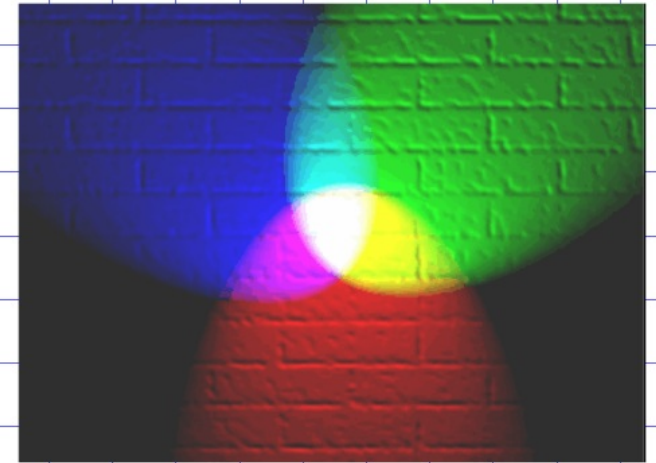


wit scherm



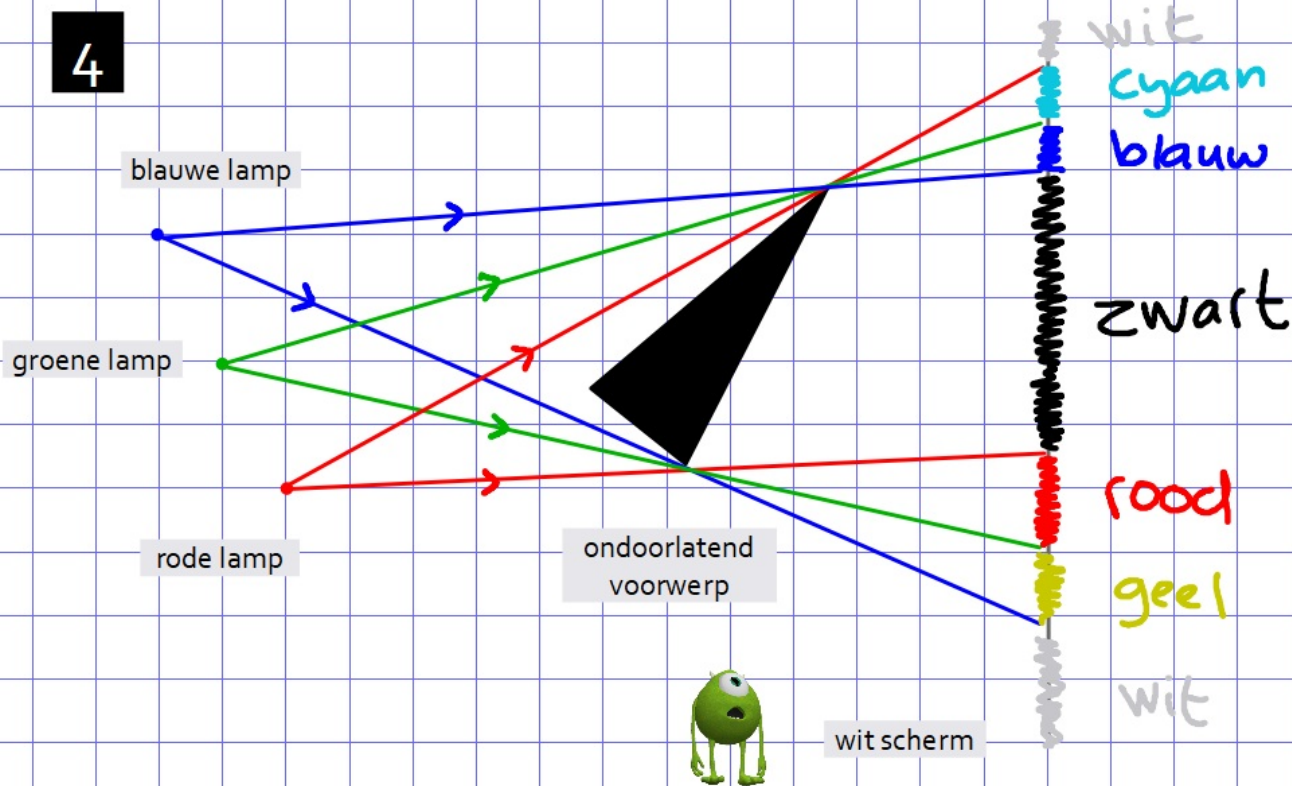
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



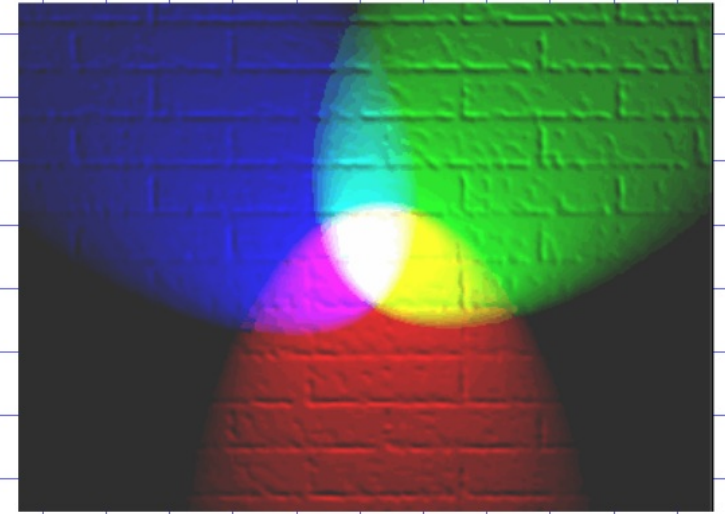
Extra oefenopgaven, deel 3

4



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

5

witte lamp



blauw filter

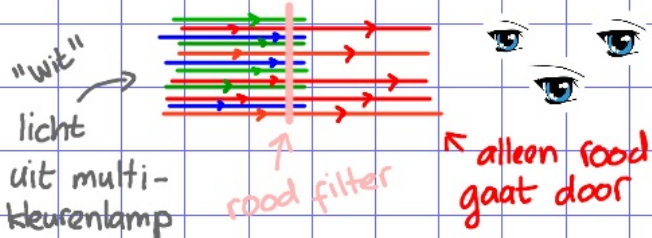


wit scherm



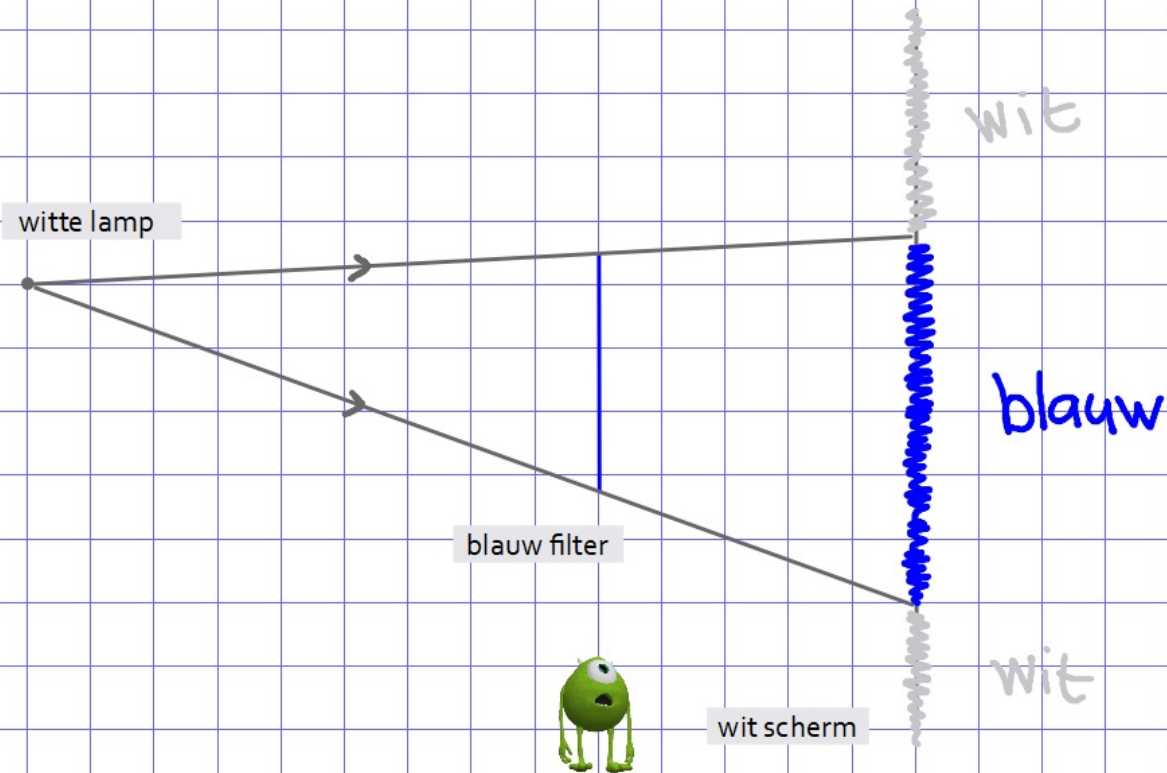
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

5



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

6

groene lamp



rood filter



wit scherm

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

6

groene lamp



rood filter

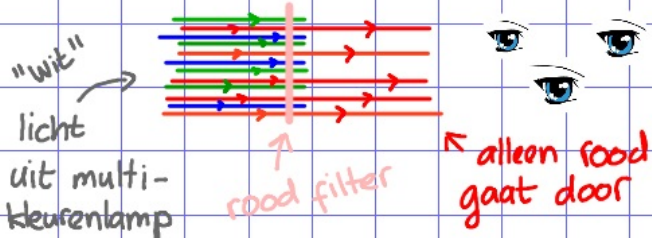


wit scherm



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

7

groene lamp



rood filter



groen scherm

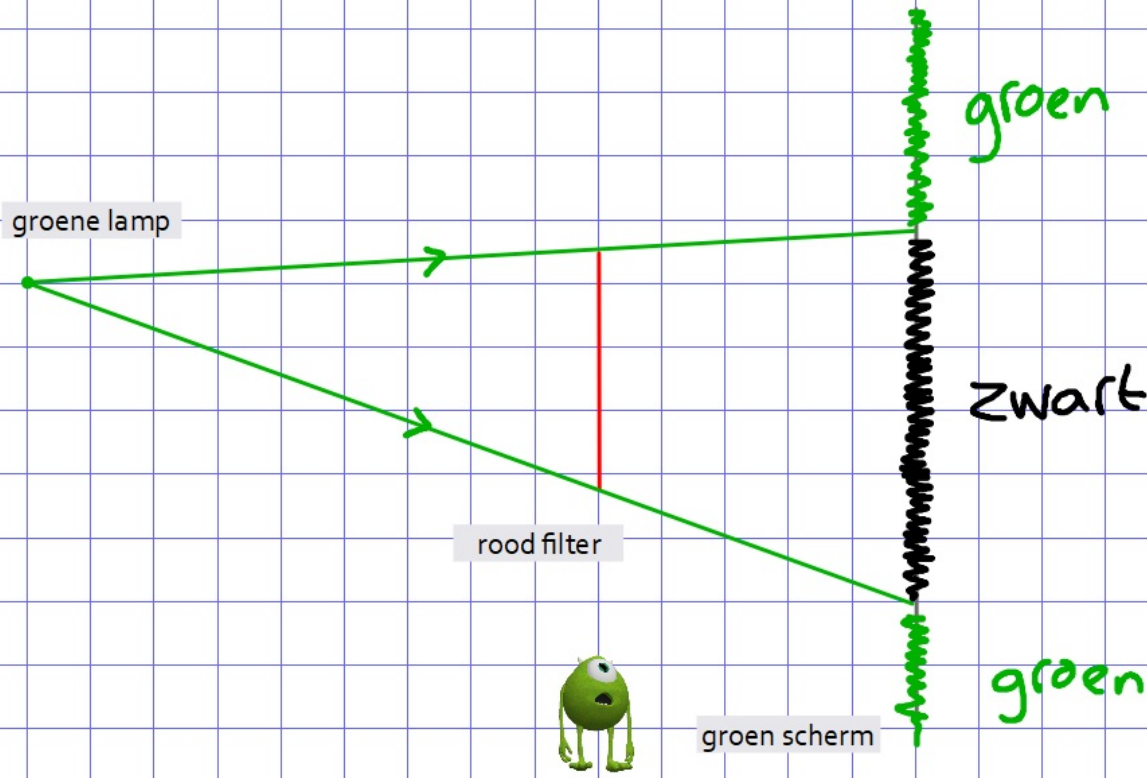
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

7



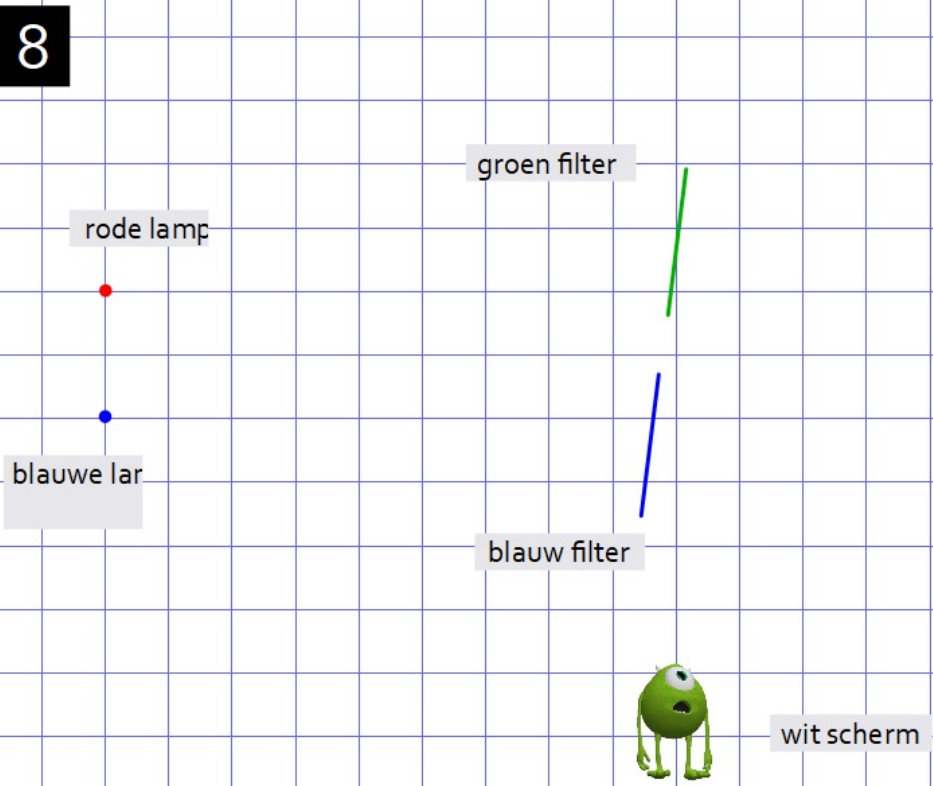
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



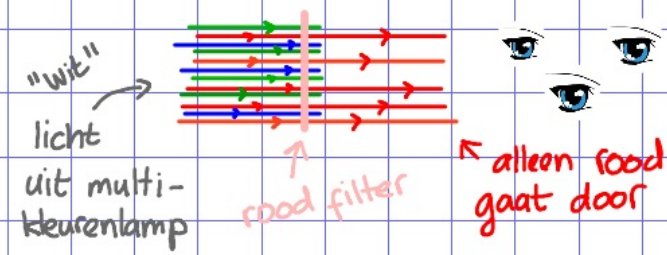
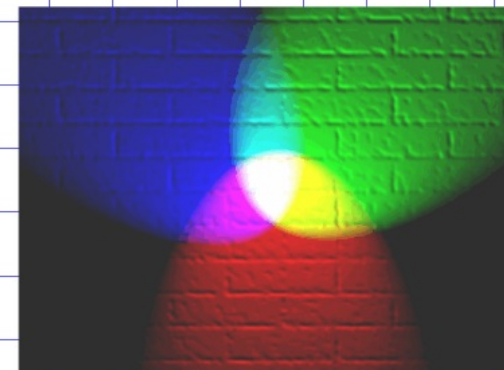
Extra oefenopgaven, deel 3

8



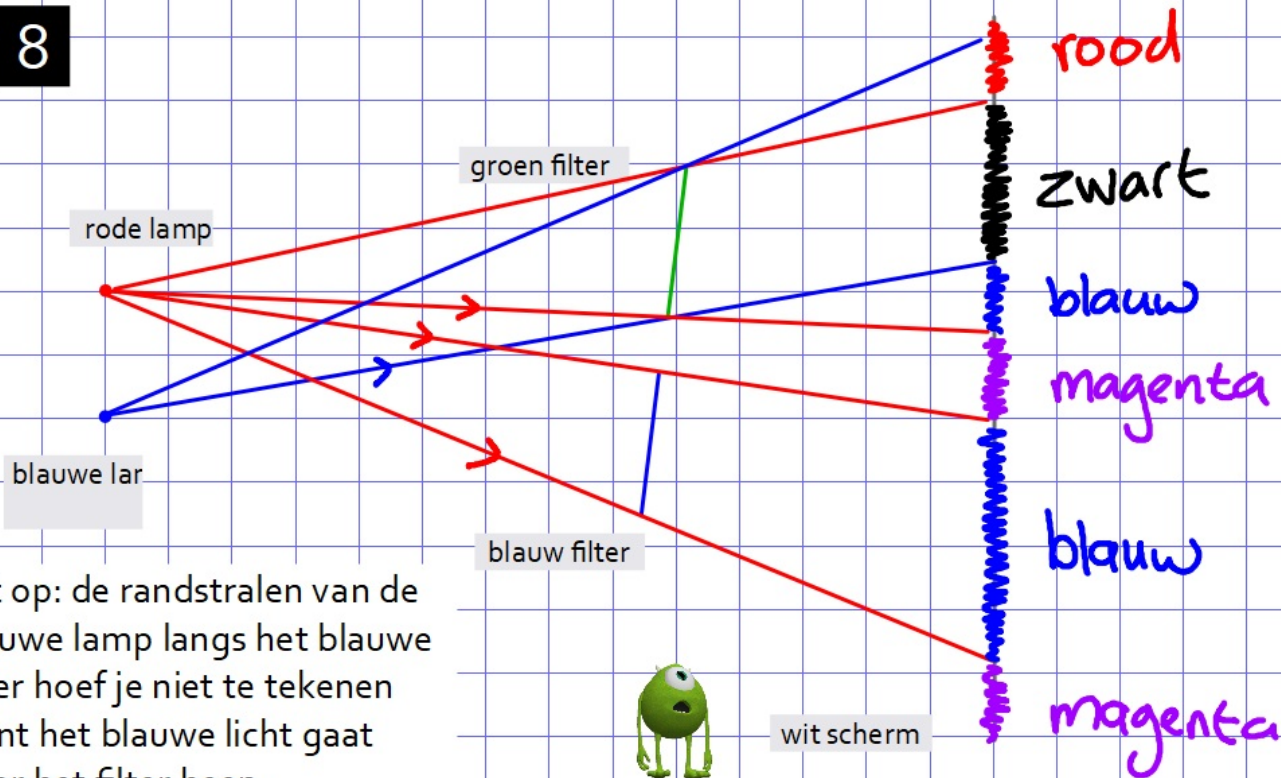
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

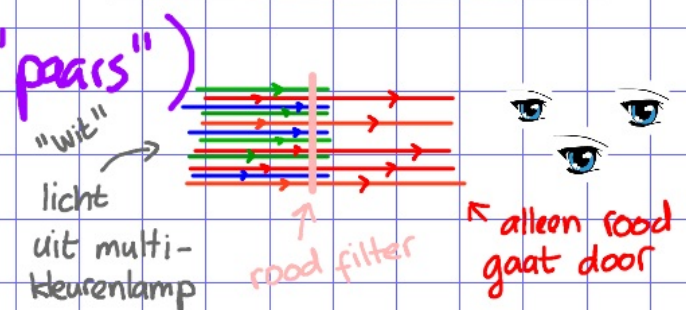
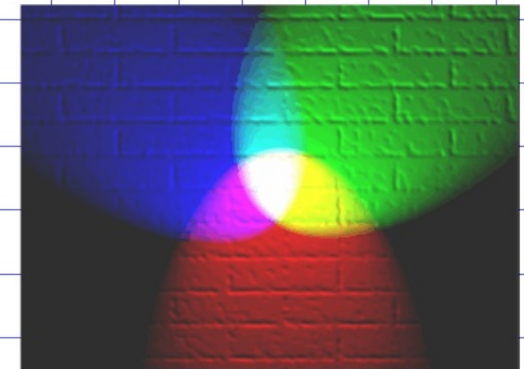
8



Let op: de randstralen van de blauwe lamp langs het blauwe filter hoef je niet te tekenen want het blauwe licht gaat door het filter heen.

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

9

rode lamp



blauwe lar



ondoorlatend,
rood voorwerp



blauw filter

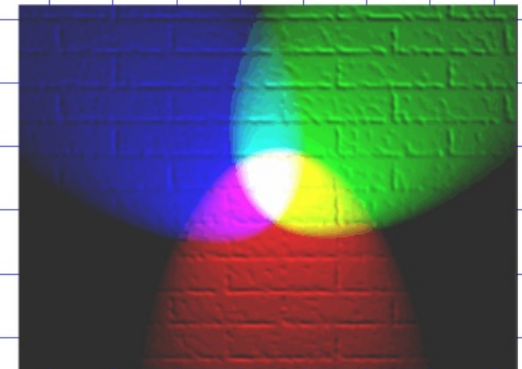


wit scherm



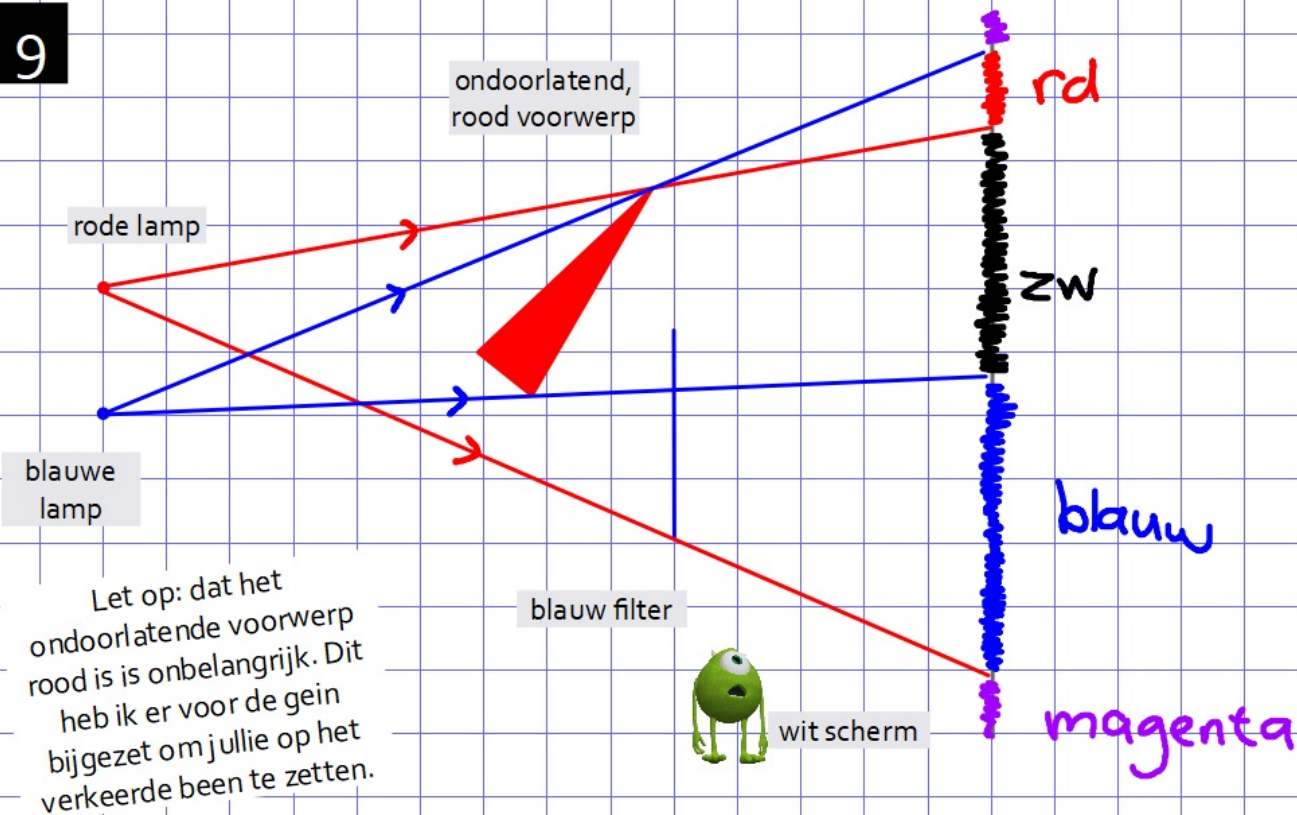
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

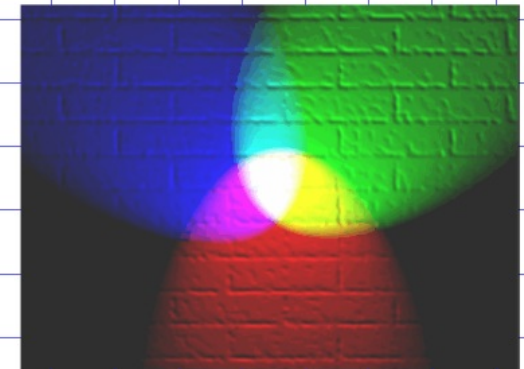
9



Let op: dat het ondoorlatende voorwerp rood is is onbelangrijk. Dit heb ik er voor de gein bijgezet om jullie op het verkeerde been te zetten.

Hoofdstuk 2 Licht

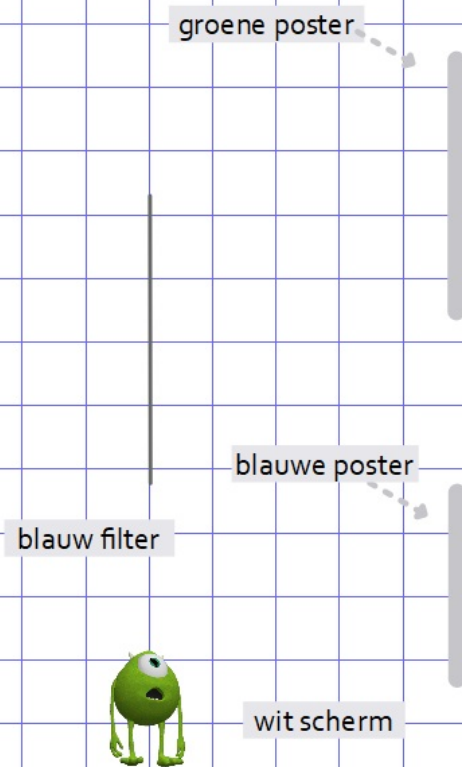
§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

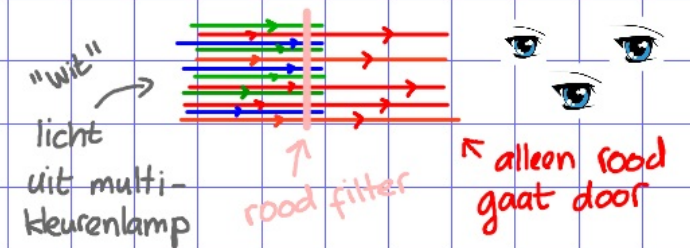
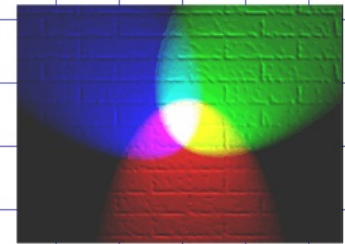
10

groene lamp
blauwe lamp



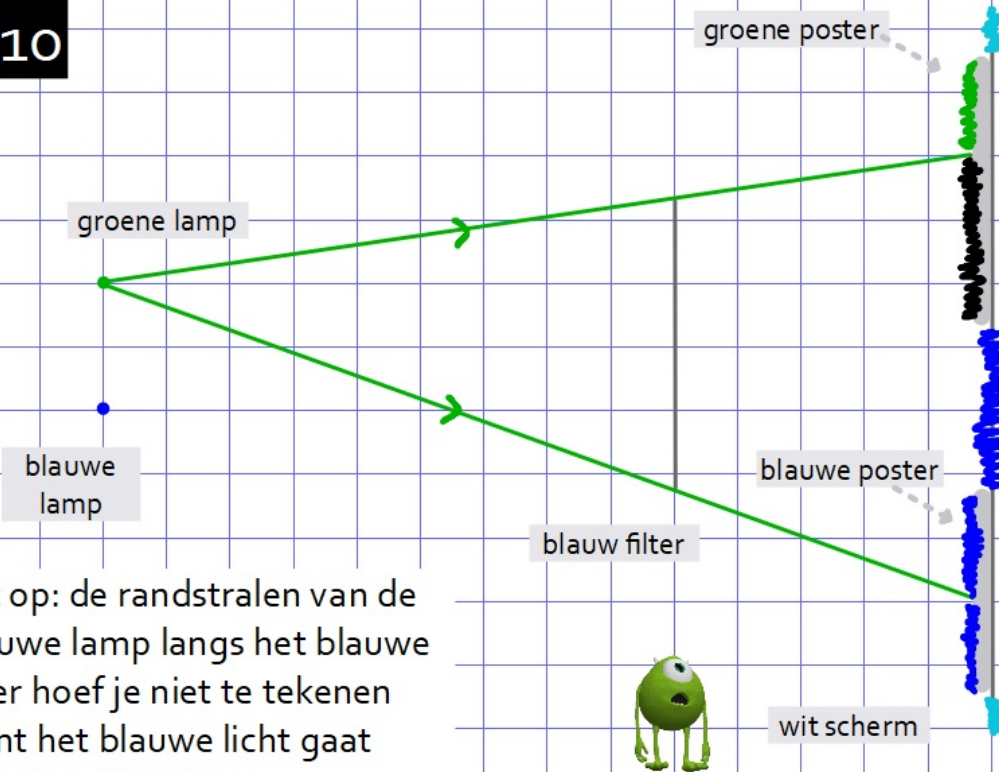
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

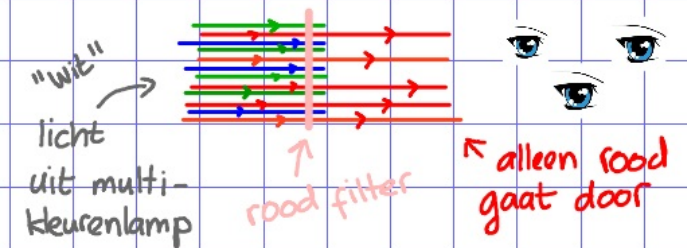
10



Let op: de randstralen van de blauwe lamp langs het blauwe filter hoef je niet te tekenen want het blauwe licht gaat door het filter heen.

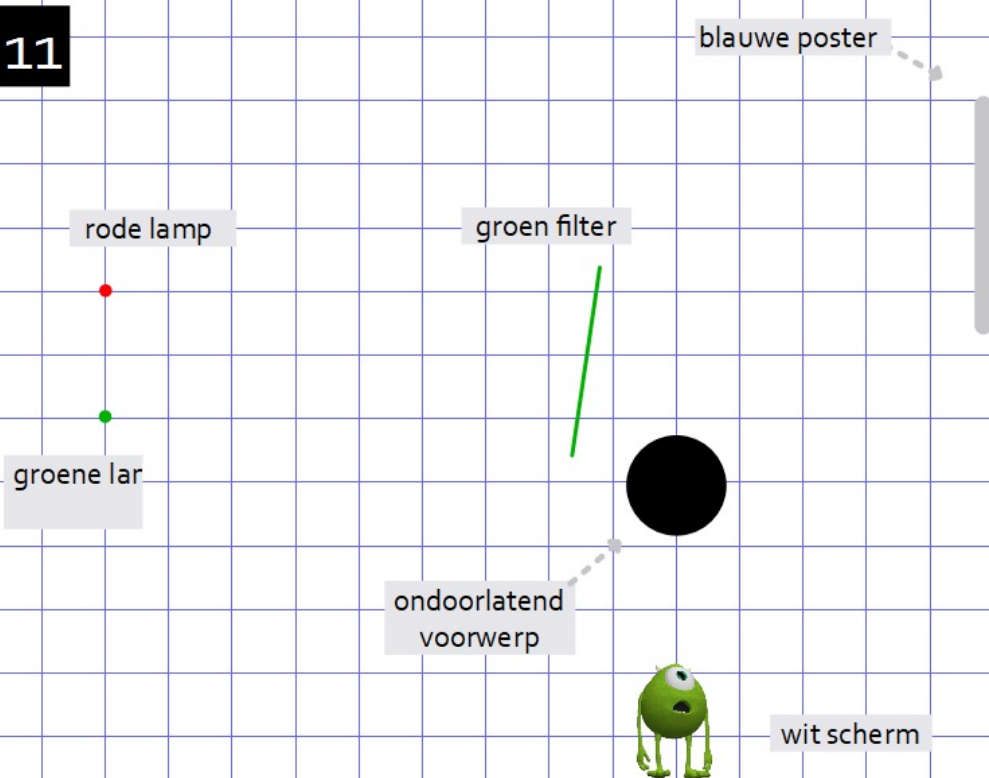
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



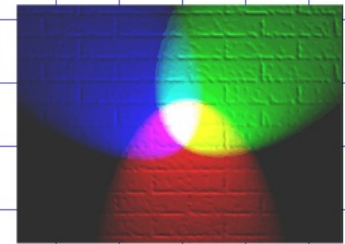
Extra oefenopgaven, deel 3

11



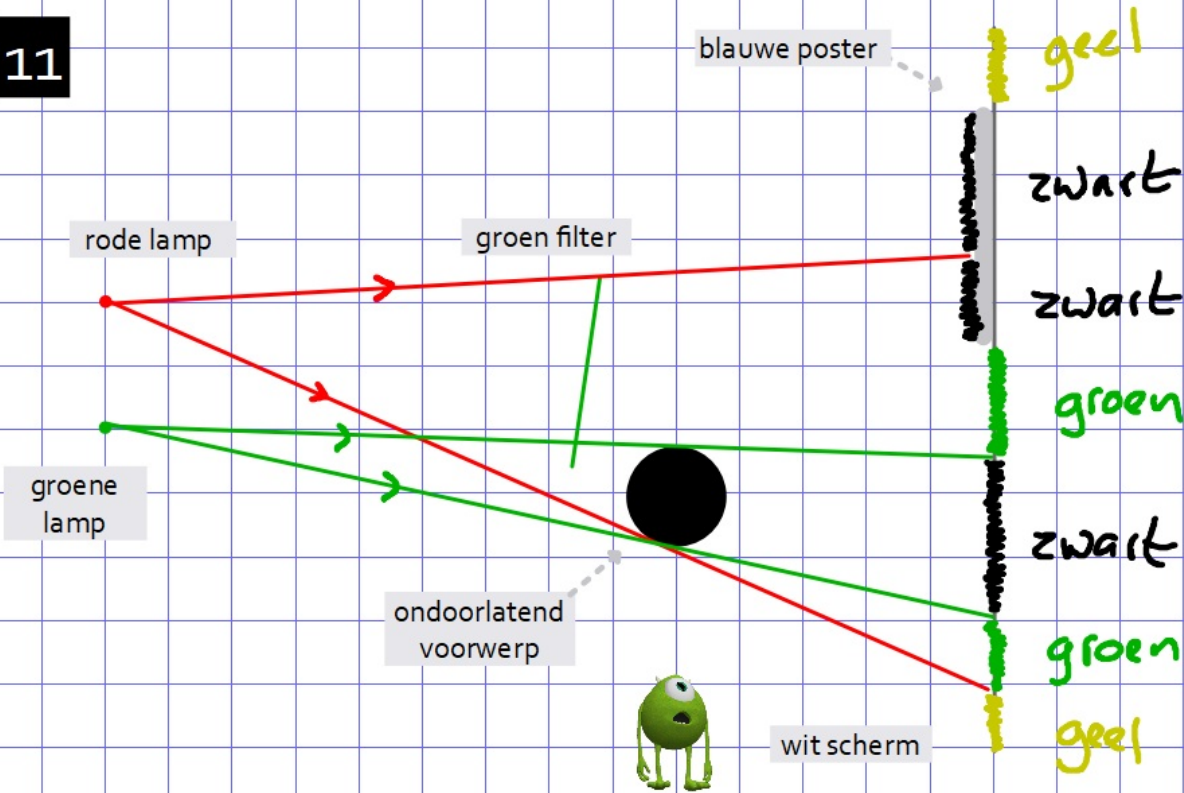
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



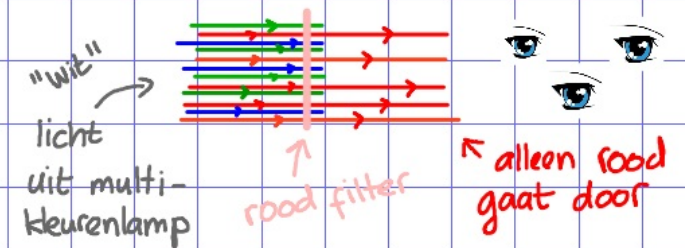
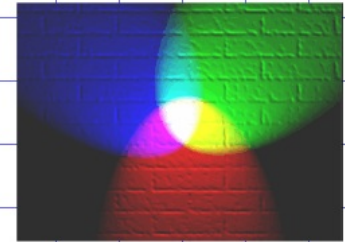
Extra oefenopgaven, deel 3

11



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

12

witte lamp

rood filter

groen filter

blauw filter



wit scherm

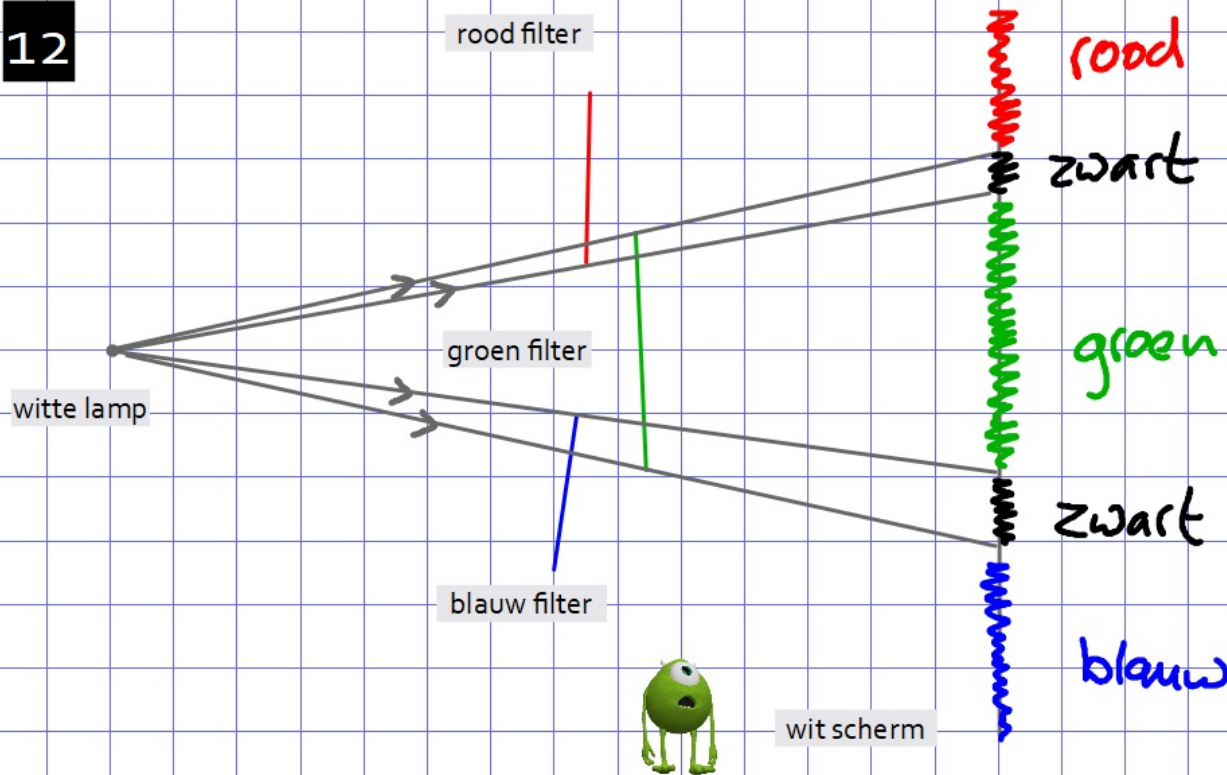
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



Extra oefenopgaven, deel 3

12



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en § 2.5 Kleuren maken en zien



tip: twee filters
achter elkaar
laten niets
door

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

VWO

A 37

Beantwoord de volgende vragen.

- Noem de drie primaire kleuren voor licht.
- Leg uit waarom die kleuren de primaire kleuren heten.

A 38 V

Wat gebeurt er met wit licht als het door een prisma gaat? Beschrijf wat je ziet.

B 39

Beantwoord de volgende vragen.

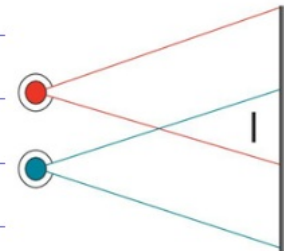
- Wat doet een kleurfilter met het licht dat erop valt?
- Geef aan welke kleur je krijgt als je een blauw filter voor een rode lamp plaatst.

B 40 V

Als je een kleur kiest op je beeldscherm, kun je deze kiezen op basis van voorgestelde kleuren. Je kunt ook precies de kleur die je wilt via het RGB-kleursysteem instellen. Wat betekenen de letters RGB?

C 41

Je schijnt met een blauwe en rode lamp op een wit scherm. Voor een deel overlappen beide lichtbundels elkaar op het scherm.



- Teken met de juiste kleuren wat je op het scherm ziet.

In het deel waar de bundels elkaar overlappen zet je een rond voorwerp.

- Teken de schaduw van de blauwe lamp en vervolgens die van de rode lamp.
- Geef op het scherm aan waar je rood, blauw, magenta en zwart ziet.

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

VWO

C 42

Hieronder zie je nog eens de drie primaire kleuren rood, blauw en groen en welke kleur je krijgt als je twee of drie van deze kleuren licht met elkaar mengt.



Deze manier van kleuren licht mengen heet additief mengen.

- a Zoek op wat additief betekent en leg uit waarom deze manier van kleuren mengen additief heet.
- b Leg uit waarom de kleuren cyaan, magenta en geel helderder zijn dan rood, blauw en groen.

Het gele vlakje in bovenstaande figuur reflecteert rood en groen licht, net zoals een gele verfstof dat doet. Het magenta vlakje en een magenta verfstof reflecteren rood en blauw licht. Als je verfstoffen mengt, absorbeert het mengsel steeds meer kleuren licht.

Je mengt gele en magenta verfstof.

- c Leg uit welke kleur het mengsel zal hebben. Bedenk daarbij welke primaire kleuren door het mengsel worden geabsorbeerd en welke gereflecteerd.

Deze manier van verfstoffen mengen heet subtractief mengen. Substraheren betekent van elkaar aftrekken.

- d Leg uit waarom het mengen van verfstoffen subtractief mengen heet.

Kleurenprinters gebruiken voor het mengen van de kleuren inkt niet de primaire kleuren rood, groen en blauw, maar de secundaire kleuren cyaan, magenta en geel en zwart, de zogenoemde CMYK-sleutel. Zie de figuur hieronder.

- e Leg uit waar de afkorting CMYK voor staat.



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

VWO

C 43 G

In de schilderkunst is er een stroming die pointillisme heet. De schilder mengt dan niet zozeer zijn verf, maar zet verfstippen van basiskleuren naast elkaar op het witte doek.



- a Leg uit of de kleur die je op het schilderij van een pointillist op een afstandje ziet ontstaat door lichtkleuren of door verkleuren te mengen.
- b Leg uit waar de pointillist net als de gewone schilder de zwarte verf voor nodig heeft.
- c Leg uit of de pointillist genoeg heeft aan de vier tubes met de basiskleuren R, G, B, en Z om elke kleur te maken.

Een collega-schilder van de pointillist mengt zijn verf.

- d Leg uit welke vier tubes verf deze collega minimaal moet hebben om dezelfde voorstelling op een schilderij te maken.

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

VWO

+ 44 G

Een kameleon kan de kleur van zijn huid veranderen en aanpassen aan de omgeving. Zo is hij voor zijn vijanden goed gecamoufleerd. Ook kan hij hiermee met soortgenoten communiceren. In zijn doorzichtige huid zitten pigmentcellen met ofwel gele, rode, of blauwe pigmentstoffen en ook cellen met ofwel witte of donkere pigmenten. De kameleon kan deze cellen snel in grootte veranderen. De gereflecteerde kleuren mengen zoals licht mengt. Zijn belangrijkste vijanden zijn vogels en slangen. De meeste vogels hebben net als reptielen vier soorten kegeltjes in de ogen. Ook eentje die gevoelig is voor uv-licht. De receptoren voor rood, geel en blauw zijn ook gevoelig voor uv-licht. De uv-receptor alleen voor uv-licht.

- a** Neem de tabel over en vul deze volledig in. Vul in '+' als er wel respons is en een '-' als er geen respons is.
b Geef ook de respons op wit licht (= R + G + B + uv).
c Leg uit of een vogel of reptiel een verschil tussen uv en wit licht ziet. En met (R + G + B)-licht?

Je oog bevat geen uv-receptor, en bovendien een uv-blokkerend filter.

- d** Leg uit of je uv-licht en (R + G + B + uv)-licht kunt zien.
e Zie je onderscheid tussen dit witte licht en (R + G + B)-licht?
f Leg uit of een kameleon voldoende kleurpigmenten in de huid heeft om voor ons alle zichtbare kleuren te maken. En voor vogels en reptielen?
g Welke functie zou het witte pigment moeten hebben om de camouflagetheorie te steunen?
h Wat is de functie van het donkere pigment bij de kleurvorming?

receptor → lichtkleur ↓	R	G	B	uv
R				
G				
B				
uv				

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

VWO

A 45

Op een groen grasveld valt wit licht.

- a Geef aan welke kleuren licht het grasveld absorbeert.
- b Geef aan welke kleuren het grasveld reflecteert.

B 46

Leg uit waarom je pupil zwart is.

B 47

Hoe ziet de Nederlandse vlag eruit in rood licht?

B 48

Een groen schrift heeft een wit etiket met je naam in oranje letters erop. Het schrift ligt onder een oranje lamp.

- a Leg uit of je naam te lezen is in dit licht.
- b Hoe ziet het schrift eruit bij deze lamp?
- c Welke kleuren zie je als je de oranje lamp vervangt door een groene lamp?

B 49

In een supermarkt worden de artikelen bij de kassa gescand door een laser. Een computer vertaalt de terugkaatsing van het licht vanaf de streepjescode in de prijs van het artikel.

Welk deel van de streepjescode zorgt voor de reflectie?

- A de zwarte streepjes
- B de witte spaties
- C zowel de zwarte streepjes als de witte spaties
- D geen van beide; dat gebeurt automatisch

C 50

Je hebt twee kamers met even grote ramen. Door elk raam komt even veel licht. Kamer 1 heeft vanbinnen witte wanden en kamer 2 zwarte wanden.

- a Leg uit in welke kamer je het gemakkelijkst een boek kunt lezen als je de bladzijden op het raam richt: de kamer met witte wanden, de kamer met zwarte wanden of maakt dat niets uit?
- b Dezelfde vraag als a maar nu als je de bladzijden op de muur tegenover het raam richt.

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

VWO

C 51

Bij snelwegen zie je vaak oranjekeurige gasontladingslampen. Deze geven een heel smal spectrum van oranje-geel licht. Beredeneer of de politie mag vertrouwen op een verklaring van een getuige die 's nachts onder die lampen een groene en een blauwe auto heeft gezien.

C 52

Je staat op het podium in een theater en je hebt een mooi geel pak aan. De toneelspot die op jou gericht is, zendt blauw licht uit.

- Beredeneer welke kleur jouw pak in het licht van deze lamp heeft.
- Leg uit waarom je goed moet uitkijken met de kleurfilters die je gebruikt bij de verlichting van een podium.

C 53

Scheepsbruggen worden 's nachts met zwak rood licht verlicht. Door het zwakke licht blijft je pupil groot.

- Beredeneer of de stuurman de kleuren van verschillende symbolen op de scheepskaarten goed kan onderscheiden.
- Leg uit welke kleur pen de stuurman vooral niet moet gebruiken voor aantekeningen op de kaarten.

+ 54 G

Water absorbeert bijna geen zichtbaar licht. Daarom is het kleurloos. Toch absorbeert het de kleur rood net iets meer dan groen licht, en blauw en uv het minst. Geef aan hoe je de kleur van het daglicht ziet veranderen als je afdaalt in de diepzee.

+ 55 G

Kijk nog eens naar de foto aan het begin van deze paragraaf.

- Probeer de kleur te achterhalen van de bladeren van de bomen, de stammen van de bomen, de shirts van de mensen en het licht van de video.
- Leg uit waarom je de antwoorden van **a** niet met zekerheid kunt geven.

Hoofdstuk 2: Licht

- ACTIVITEITEN -

Op de volgende bladzijden staat informatie over activiteiten die in de les gedaan zijn. Ook weer nuttig om nog eens naar te kijken en over na te denken.

Practicum bij §2.1: Schaduwvorming

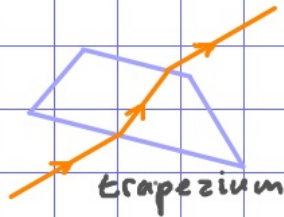
Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

Practicum bij §2.2: Lichtstralen natekenen

Opdracht 1: stralengang door optische elementen.

A: enkele straal door trapezium

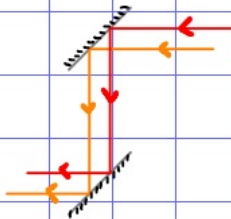


B: bundel van drie stralen door een halve cirkel



Opdracht 2: stralengang door een periscoop

Orientatie 1:
spiegels parallel,
beeld rechtop,
zicht vooruit:



Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.2 Vlakke spiegels

Opdracht 1: maak drie tekeningen (met potlood + geo) in je schrift van onderstaande opstelling. Kies er uit elke categorie een.

- A. Een **enkele** lichtstraal valt **schuin in** op: de rechte spiegel, het trapezium of de halve cirkel.
- B. Een **bundel van 3 of 5 stralen** valt **schuin in** op: de rechte spiegel of het trapezium
- C. Een **bundel van 3 of 5 stralen** valt **recht in** op: de kromme spiegel (bolle of holle kant) of de lens (een bolle of een holle)

WAARSCHUWING:

Draai de spanning niet verder op dan 6 Volt!

Opdracht 2: kijk door een periscoop en probeer te verklaren wat je ziet. Draai de bovenste helft vervolgens een kwart slag en kijk/verklaar opnieuw.

Practicum bij §2.4 en §2.5: gekleurde lampen

lichtbron

welke kleuren?

volledig spectrum?

blauwe gloeilamp

regenboog extra bl.

groene laser

groen

gewone gloeilamp

regenboog

multikleurenlamp magenta

rood + blauw

halogeenlamp (buirolamp)

regenboog

multikleurenlamp rood

rood

UV-lamp

paars

TL-buis/spaarlamp

regenboog

natriumlamp

geel

zwarte zaklamp

regenboog

kaarsvlam

regenboog

warmtelamp

rood

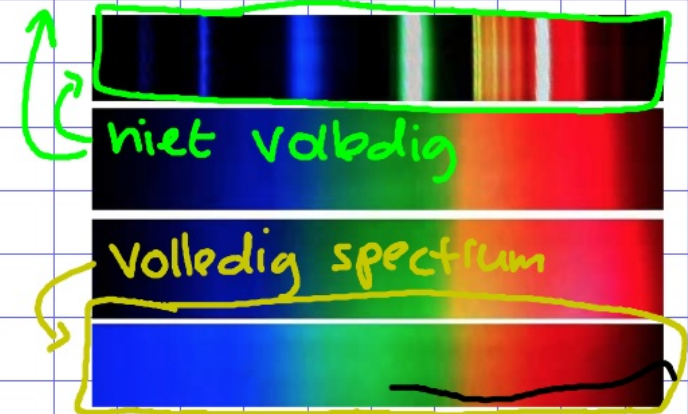
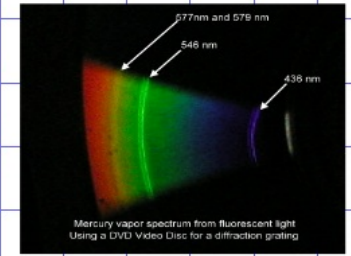
gele gloeilamp

rood + geel + groen

Hoofdstuk 2 Licht

§ 2.4 en §2.5 Kleuren maken en zien

Doen: Houd een DVD of een spectroscop dit bij een lichtbron en probeer te zien welke kleuren er in het licht van de lichtbron zitten



Hoofdstuk 2: Licht

- Uitwerkingen -

Brute oefenopgaven

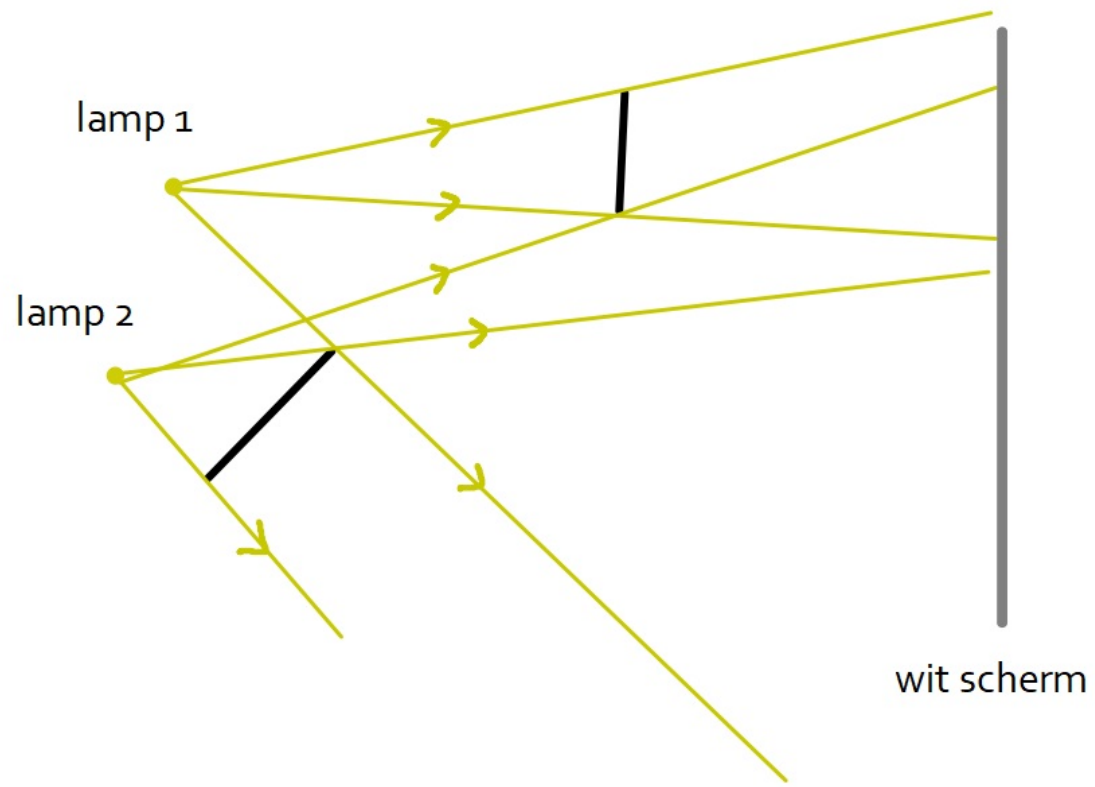
lamp 1

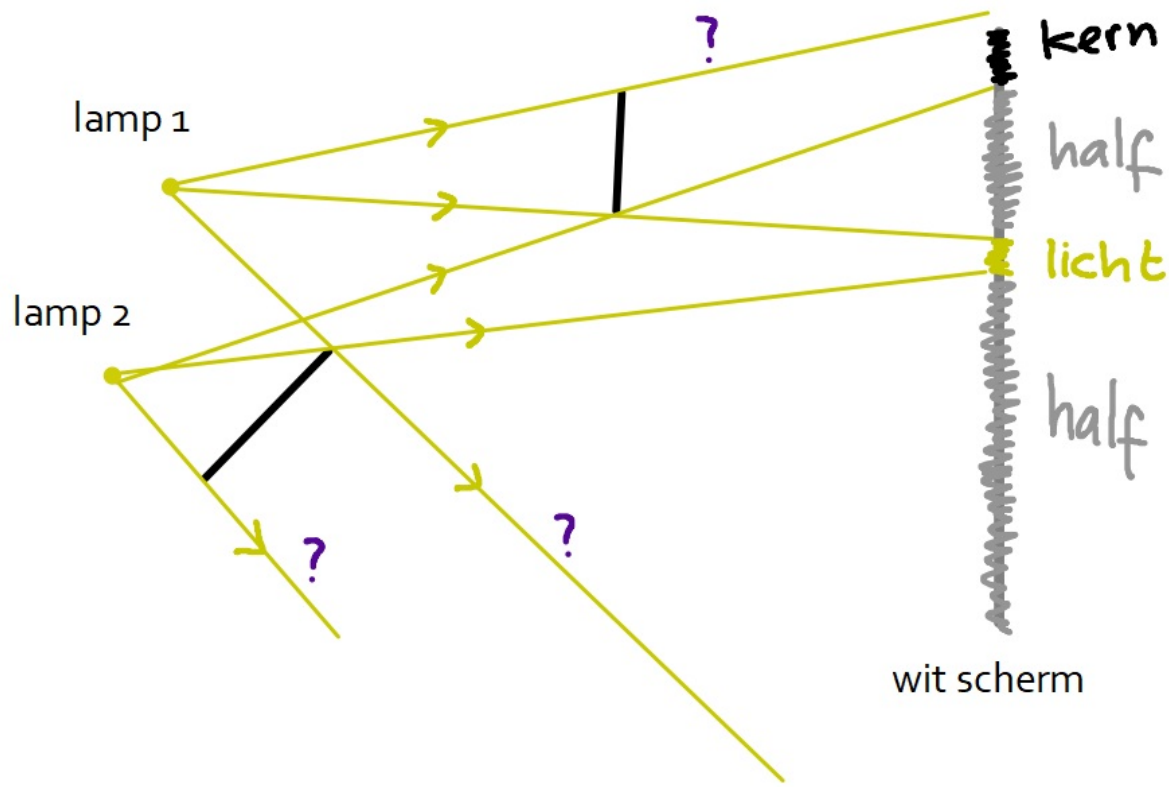


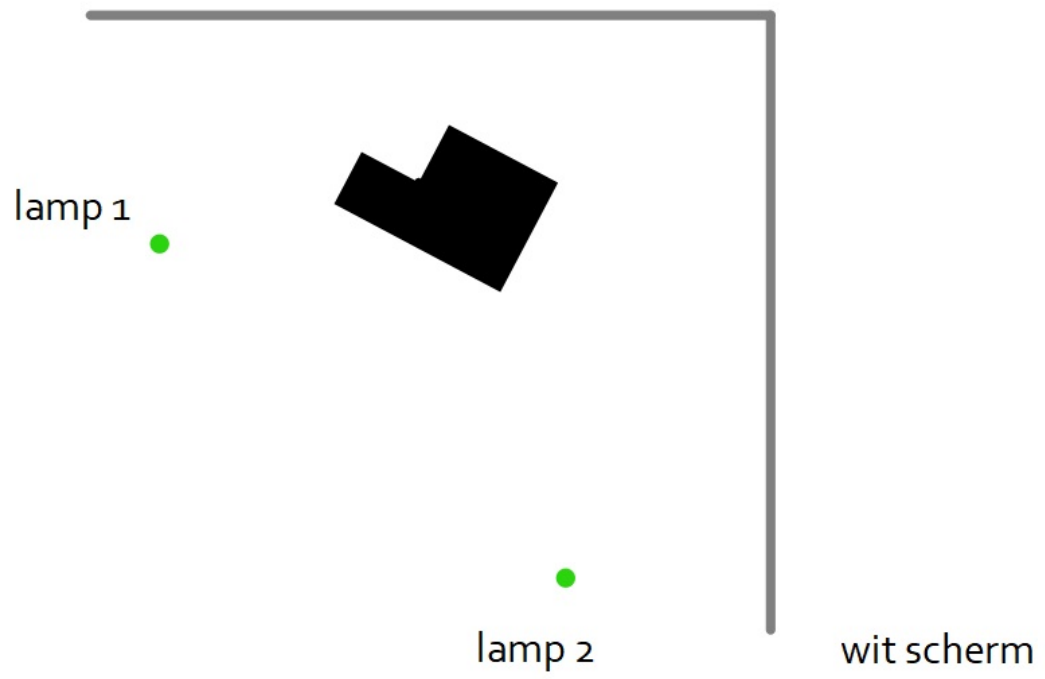
lamp 2

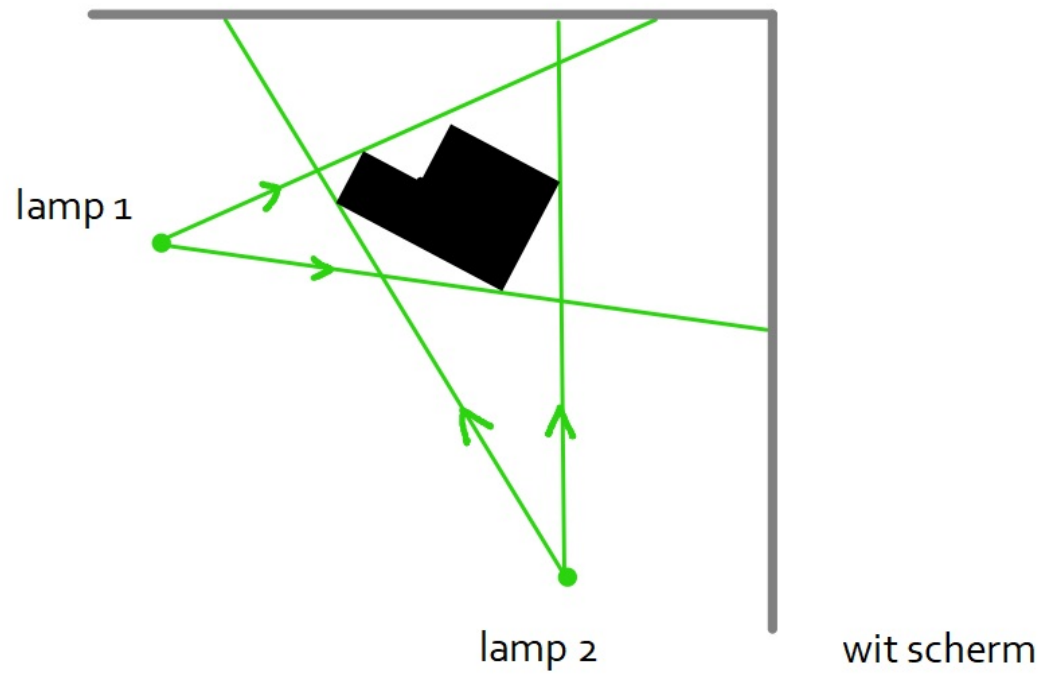


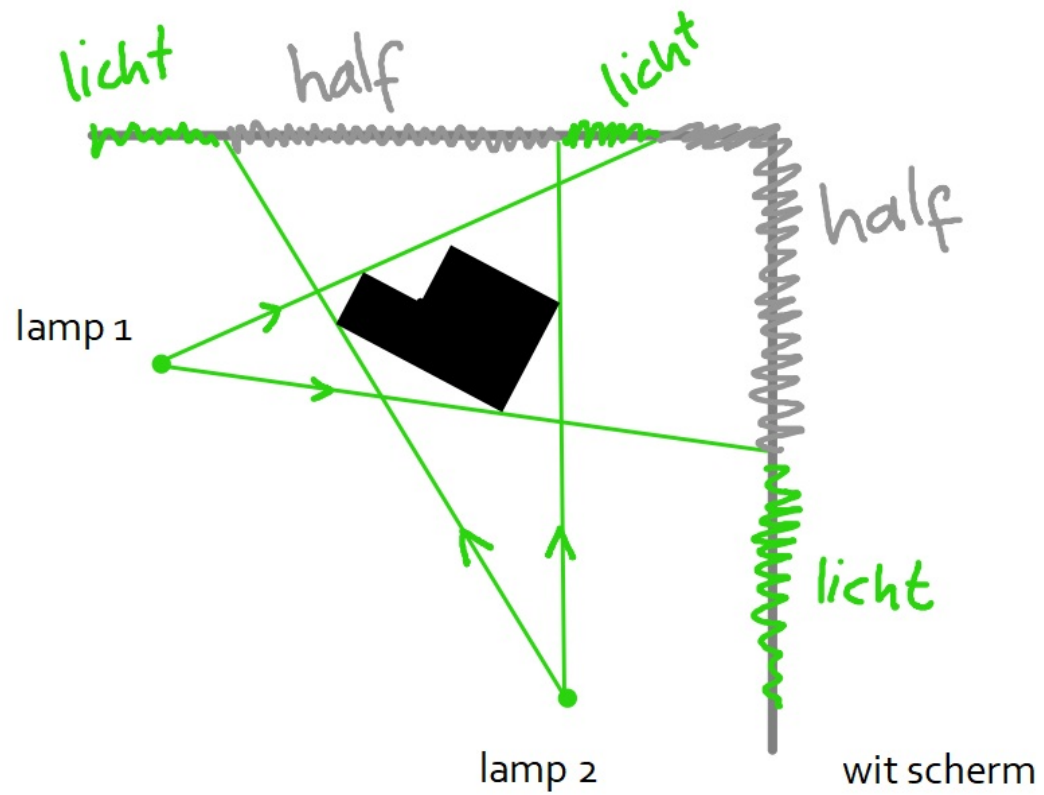
wit scherm

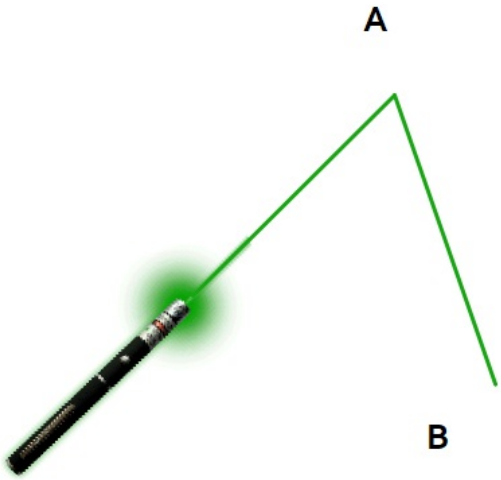


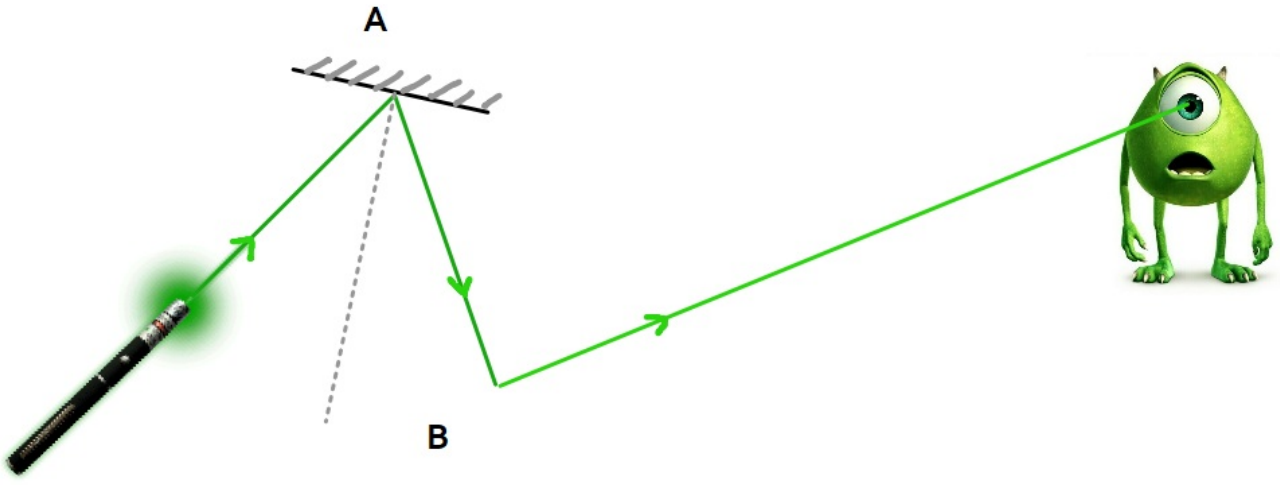


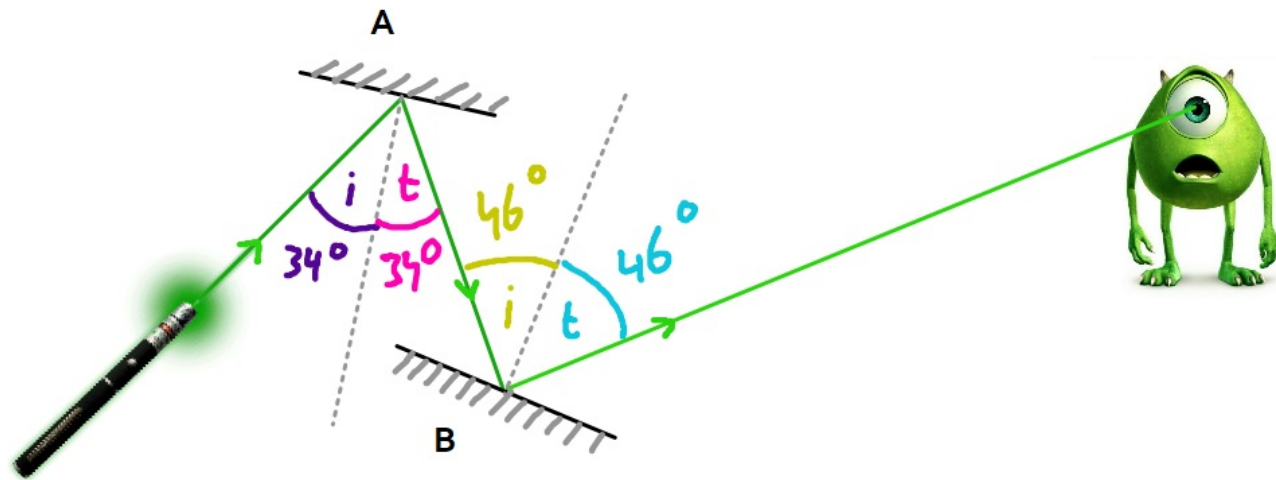










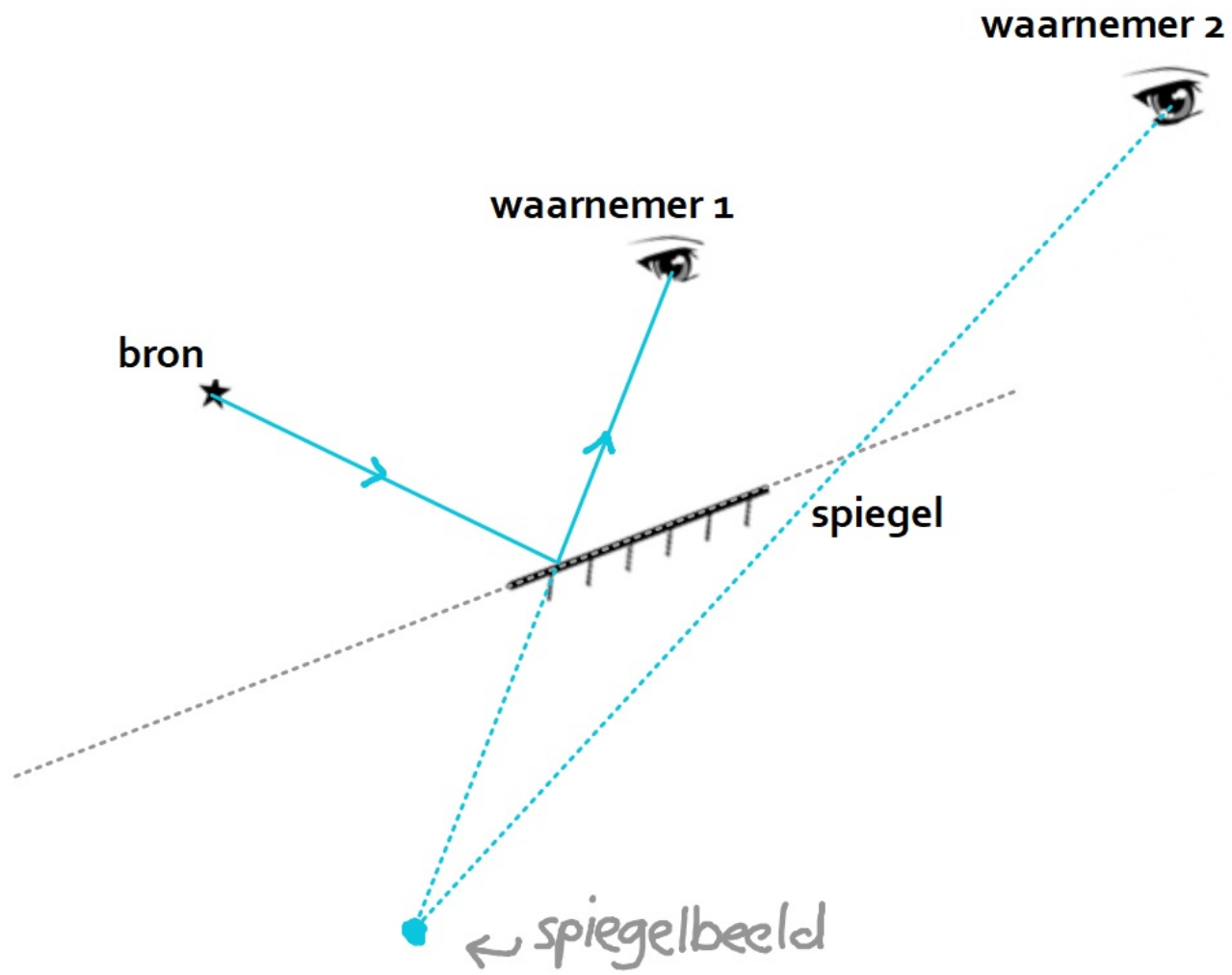


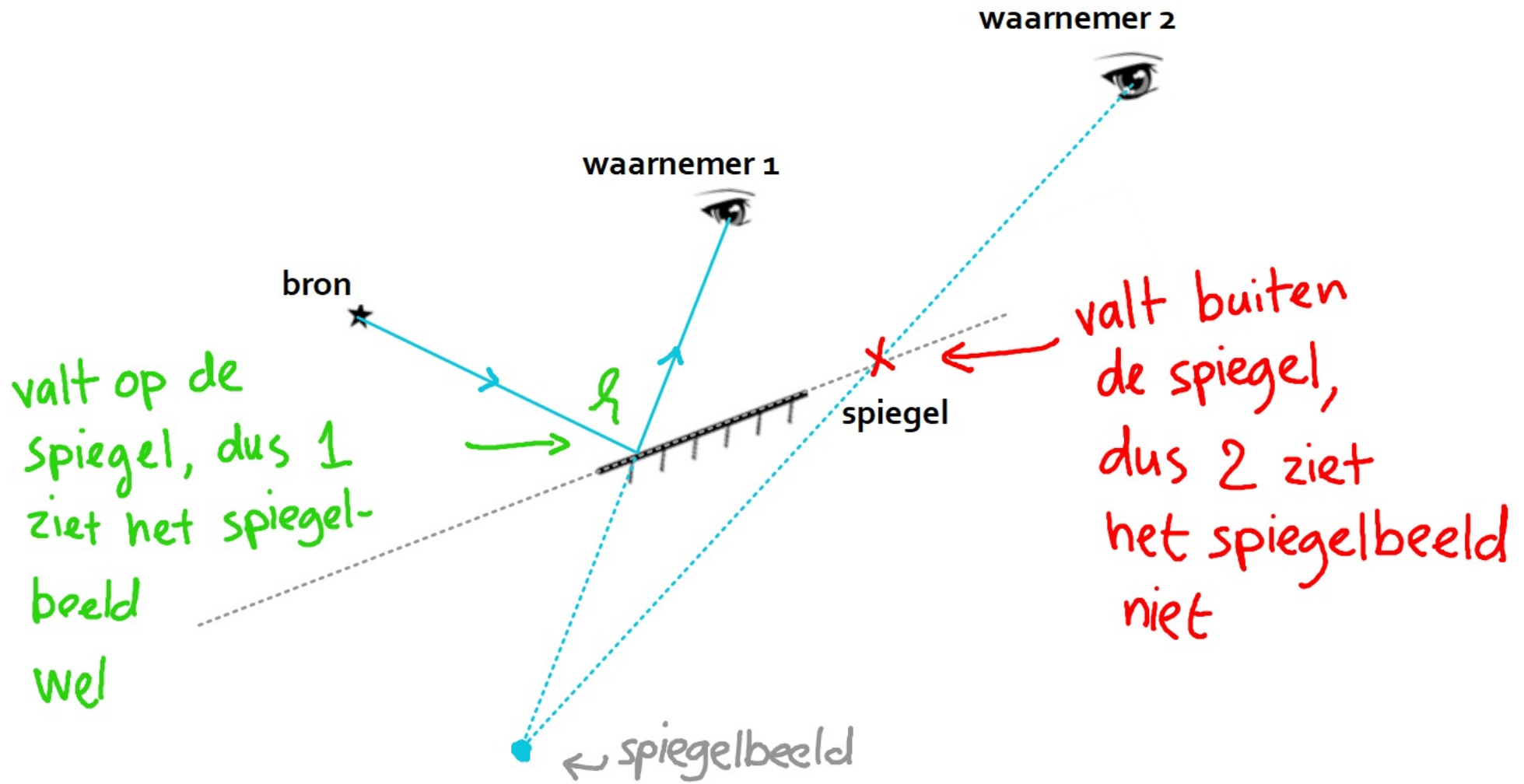
bron ★

waarnemer 1


waarnemer 2


 spiegel





Opgave 3

groene
lamp



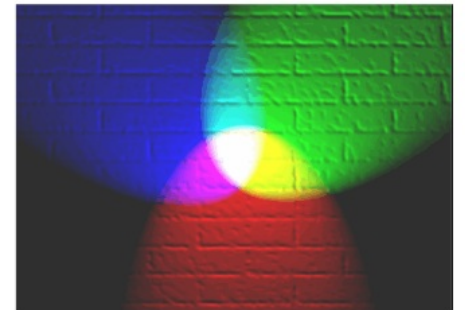
rode
lamp



plaat

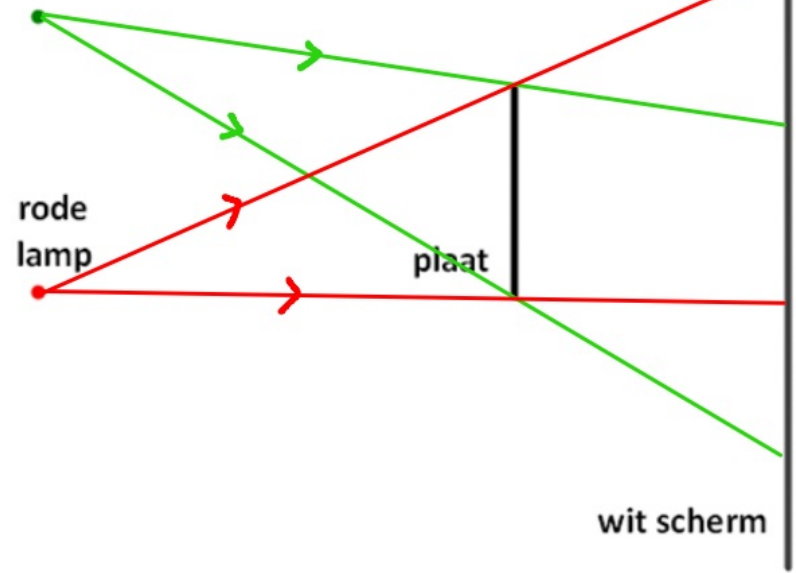


wit scherm



Opgave 3

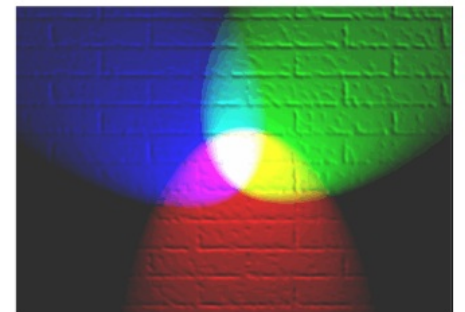
groene
lamp



rode
lamp

plaat

wit scherm



Opgave 3

groene
lamp

rode
lamp

plaat

wit scherm

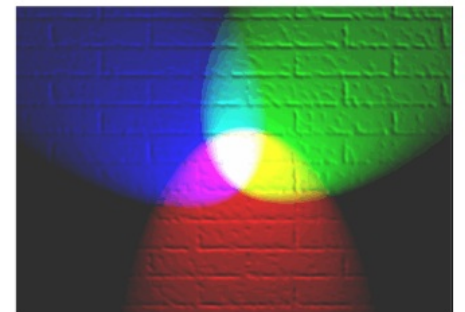
geel

groen

zwart, donker,
kernschaduw

rood

geel



Opgave 4

groene
lamp



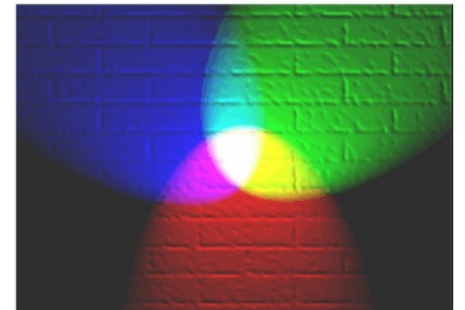
blauwe
lamp



plaat

plaat

wit scherm



Opgave 4

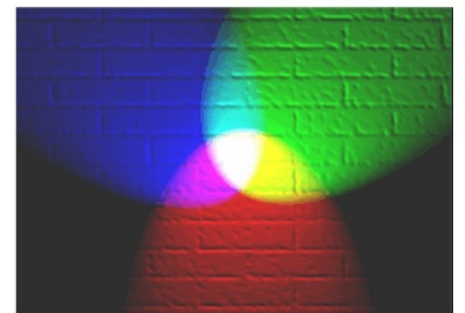
groene
lamp

blauwe
lamp

plaat

plaat

wit scherm



Opgave 4

groene lamp

blauwe lamp

plaat

plaat

wit scherm

groen

← schaduw

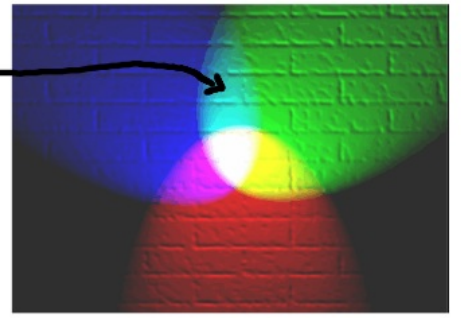
} blauw

← "cyaan"

} groen

- blauw

cyaan



Opgave 5

groene
lamp



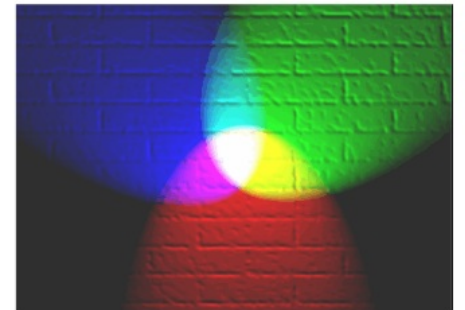
magenta
lamp



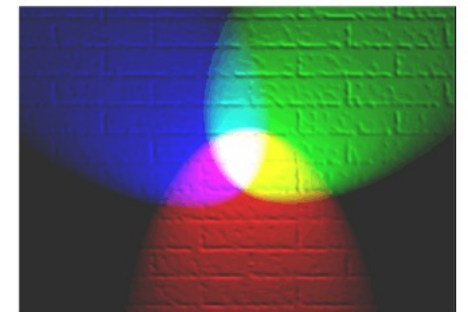
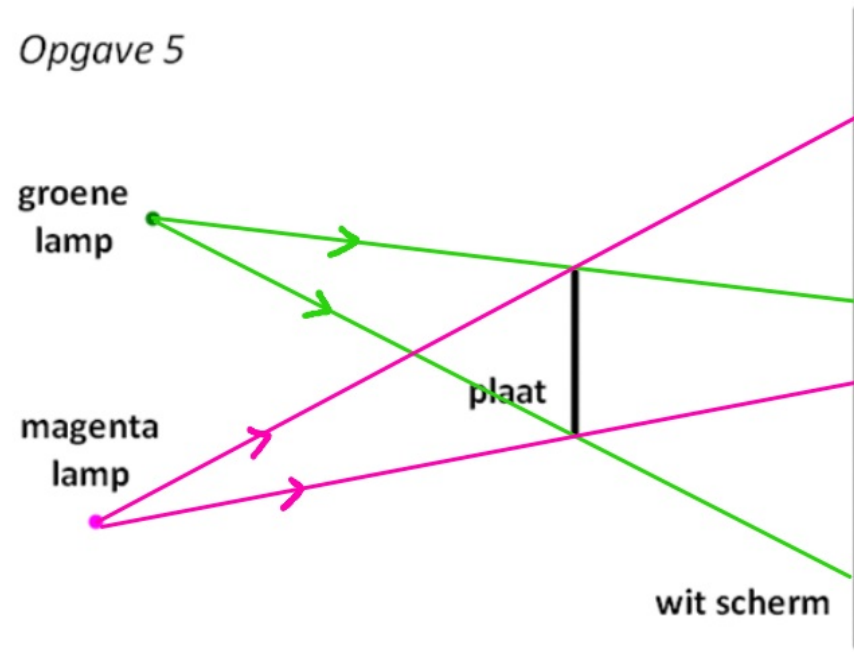
plaat



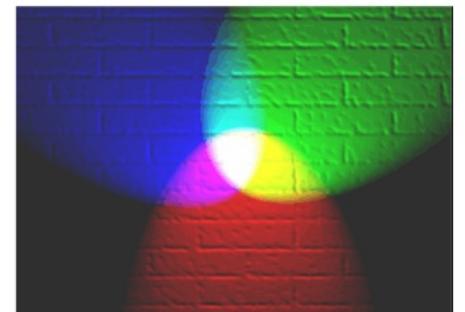
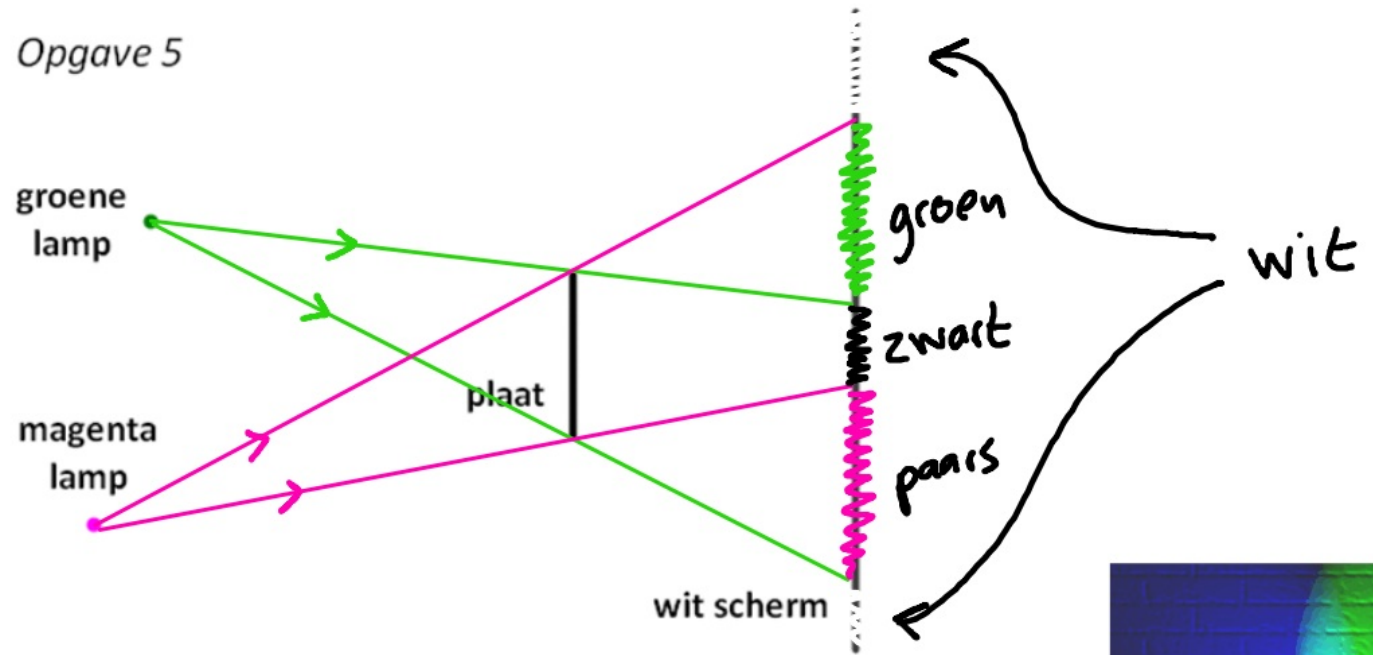
wit scherm



Opgave 5



Opgave 5



Opgave 7

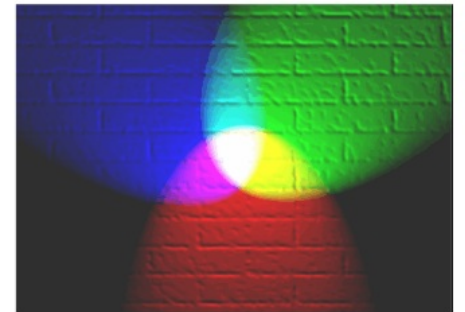
groene
lamp

rode
lamp

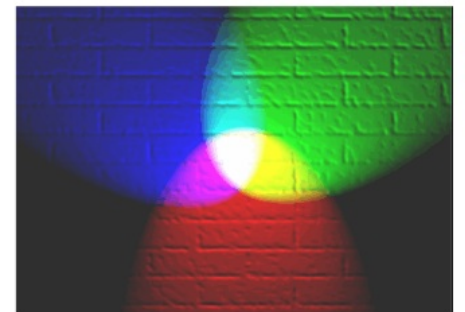
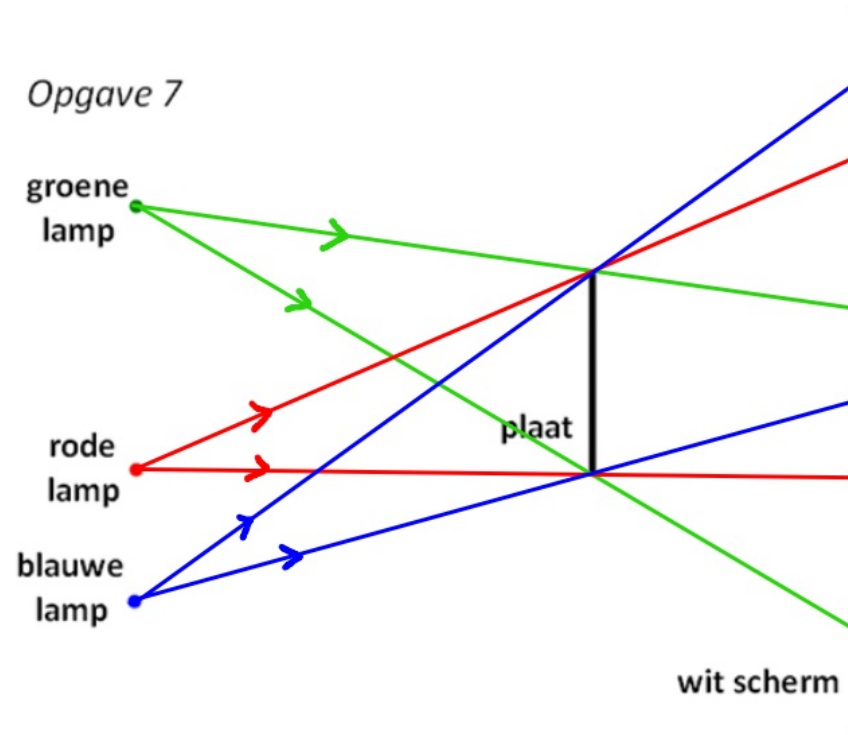
blauwe
lamp

plaat

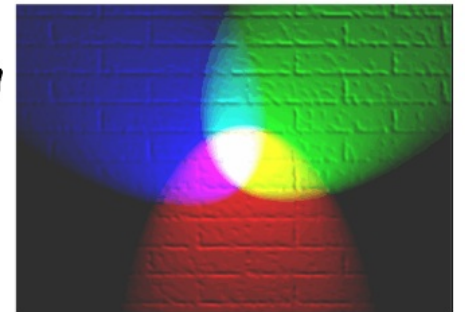
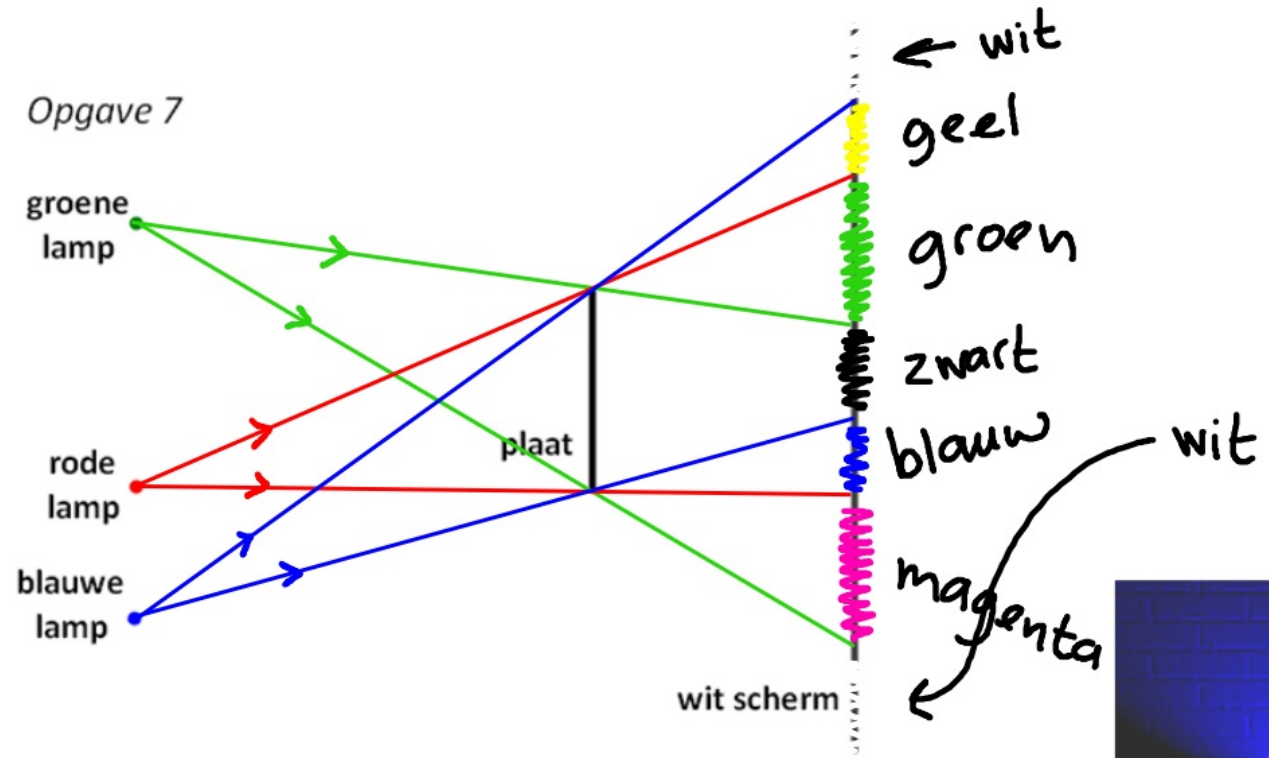
wit scherm



Opgave 7



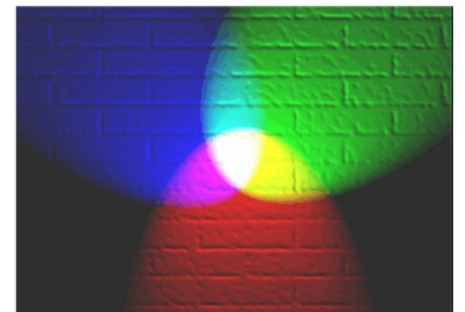
Opgave 7

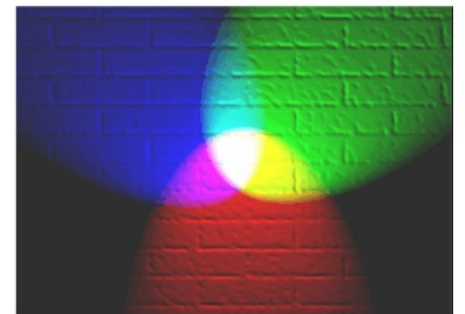
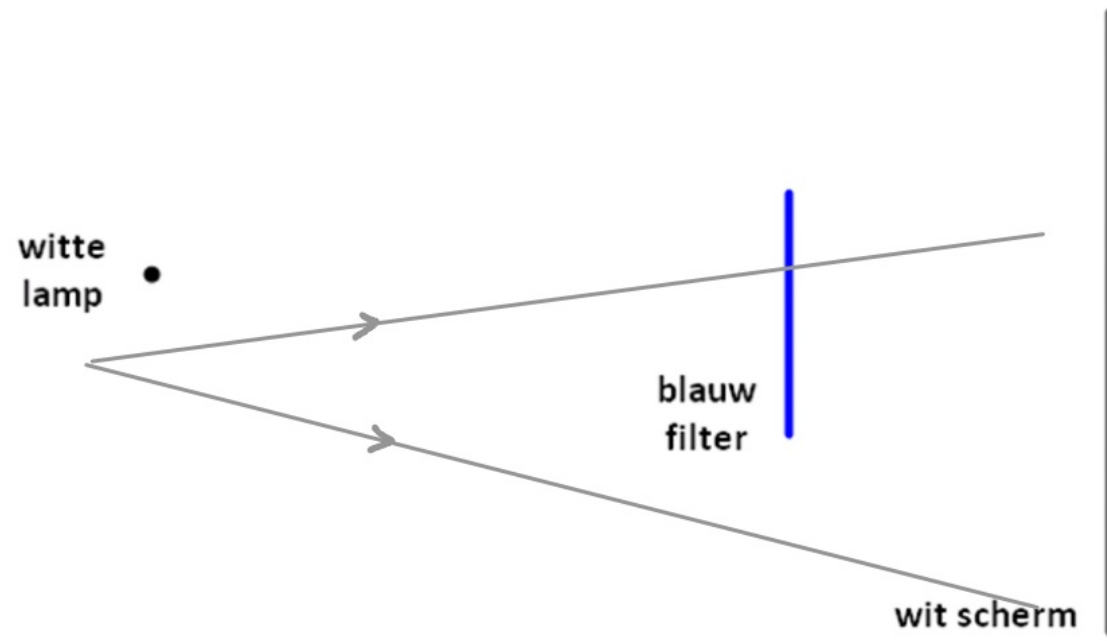


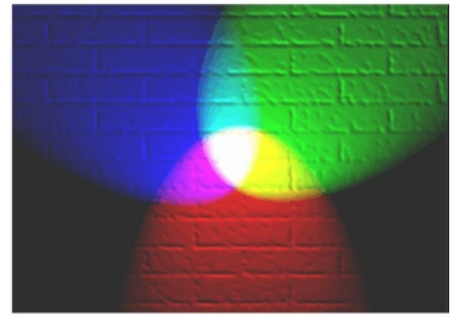
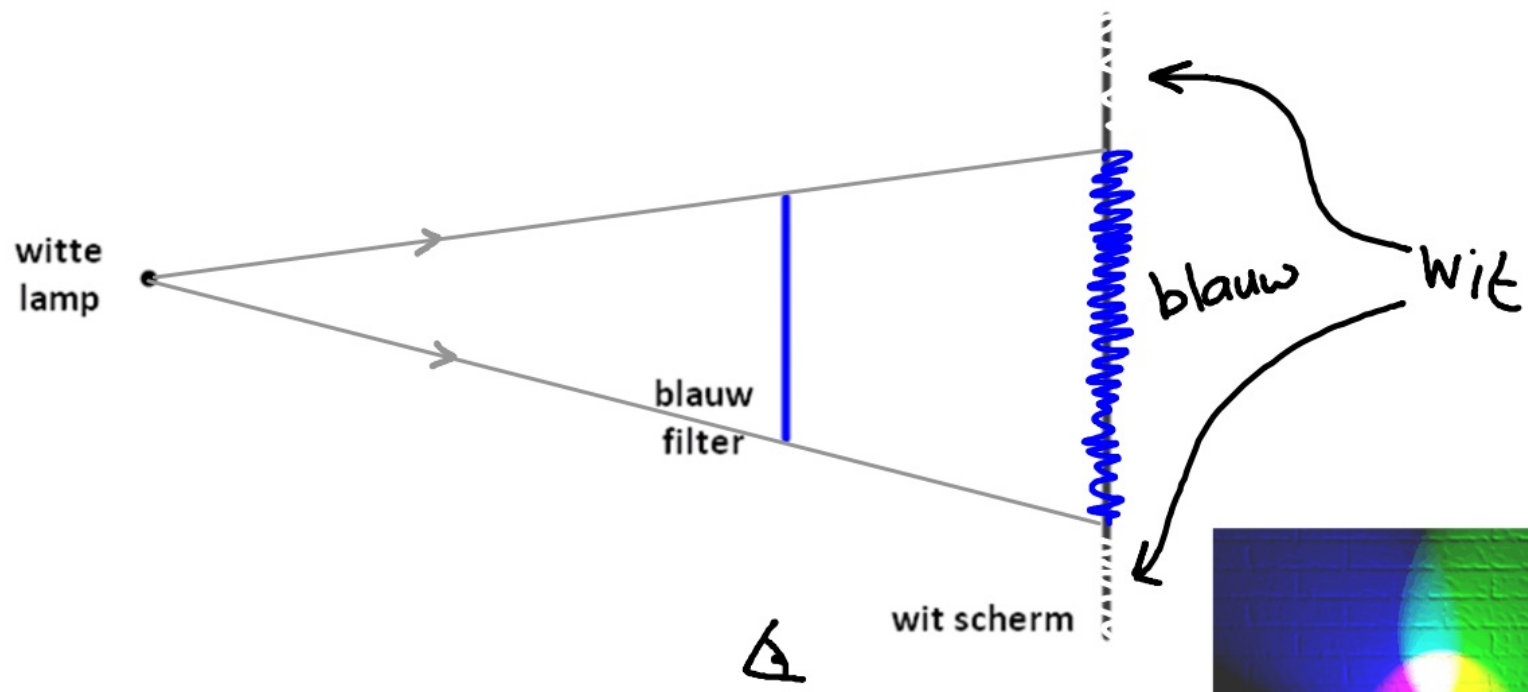
witte
lamp •

blauw
filter

wit scherm







rode
lamp



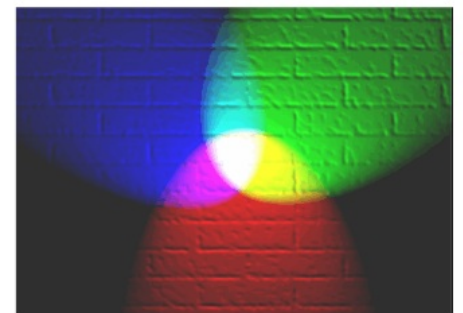
blauwe
lamp

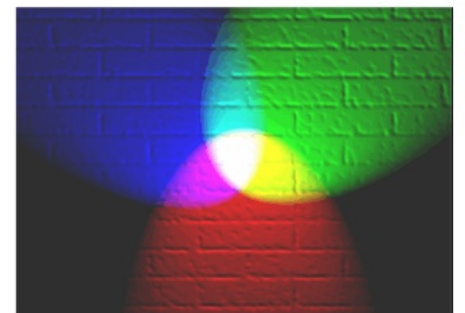
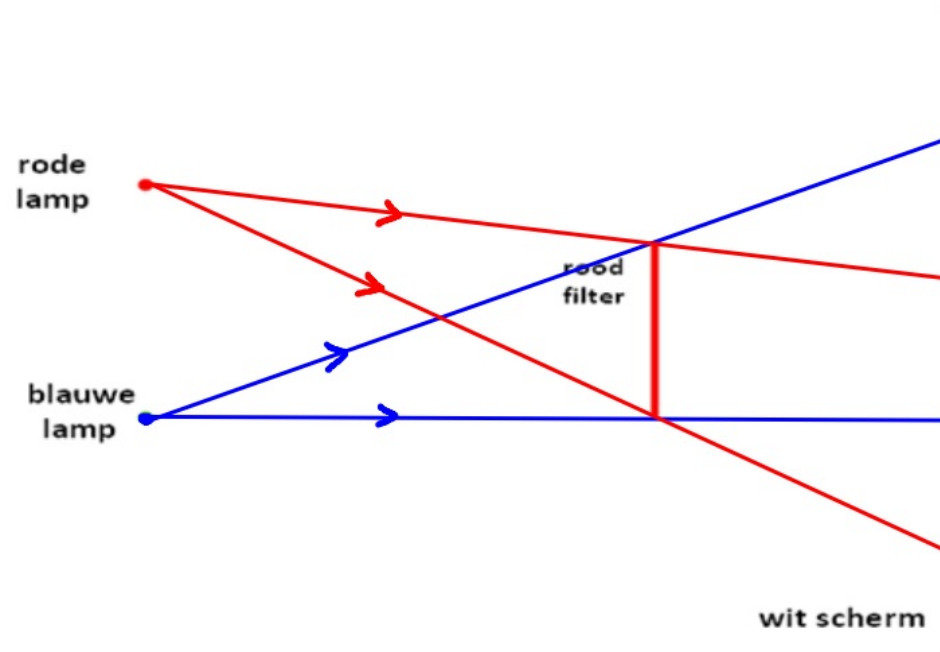


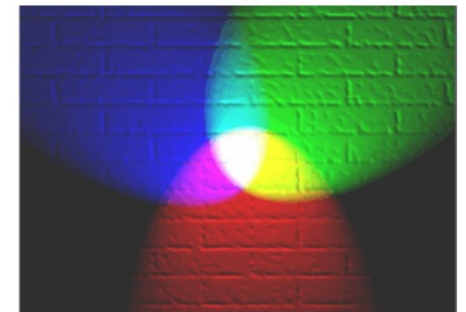
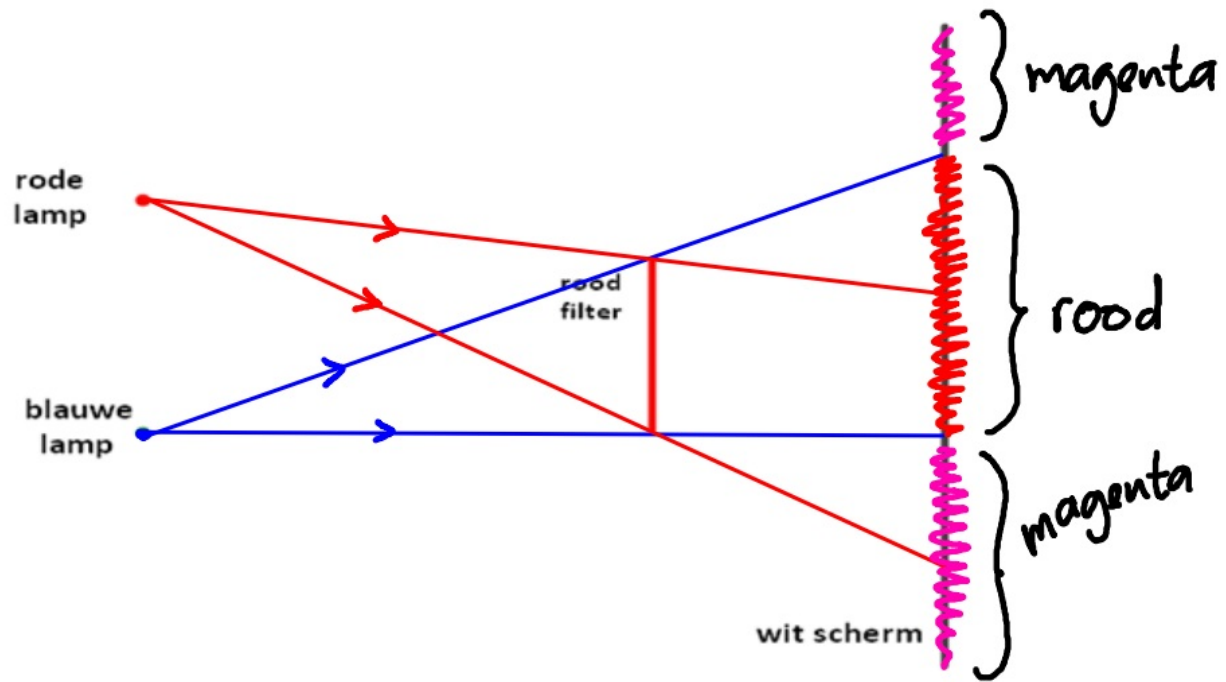
rood
filter



wit scherm



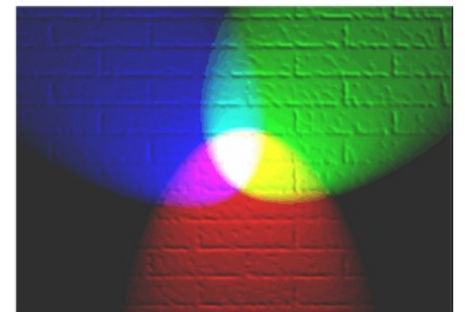


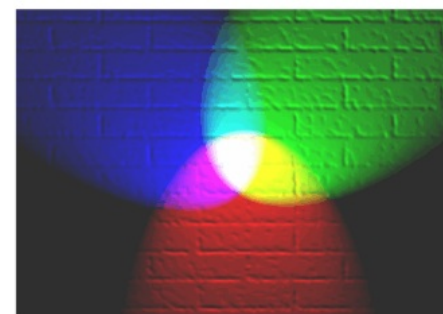
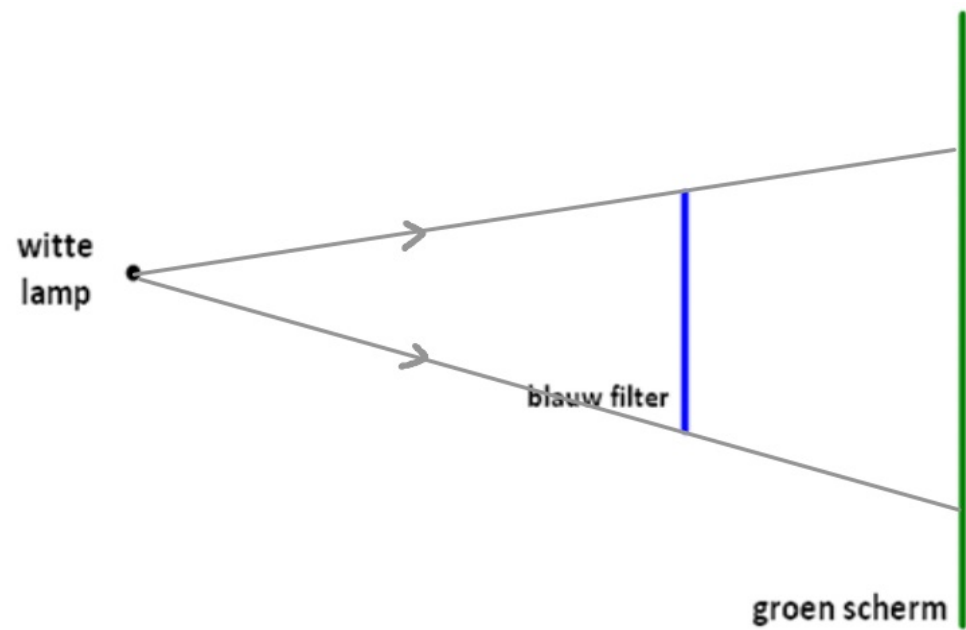


witte
lamp •

blauw filter

groen scherm

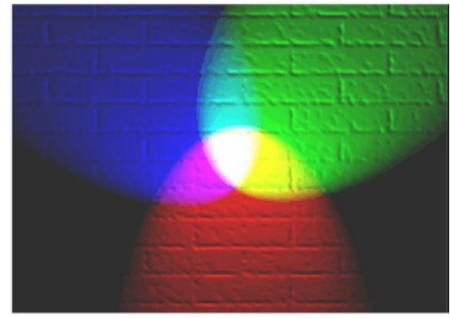






het scherm weer -
kaatst alleen groen,
maar dat had het
filter er al uitgehaald

alleen het groen uit het
witte licht wordt weerkaatst



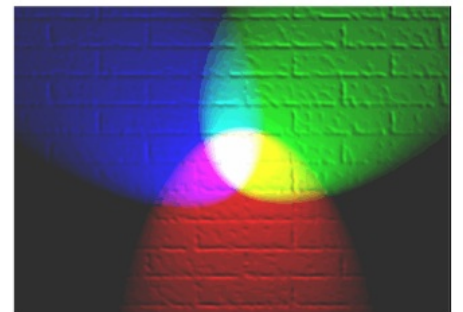
rode
lamp

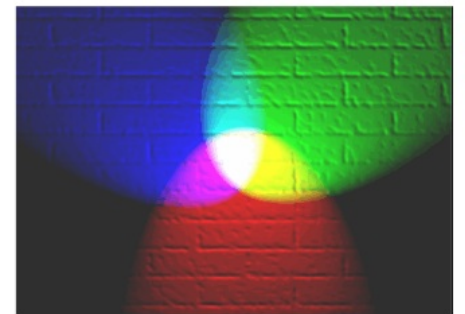
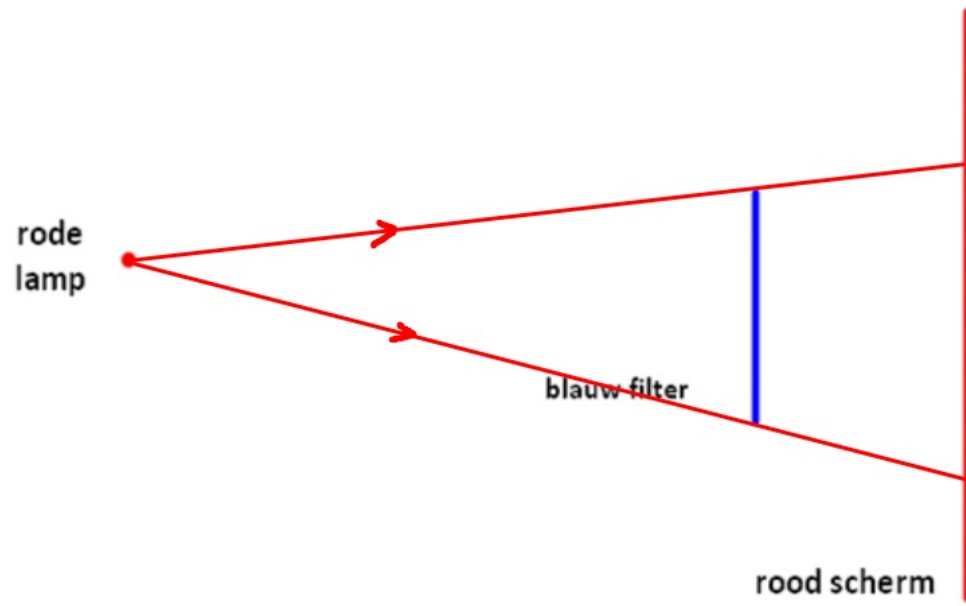


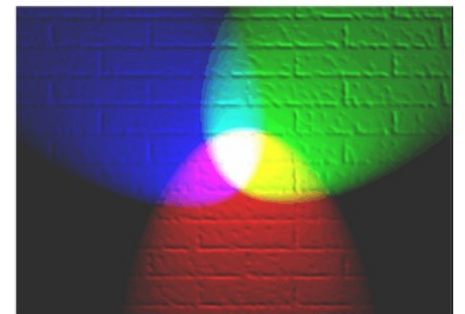
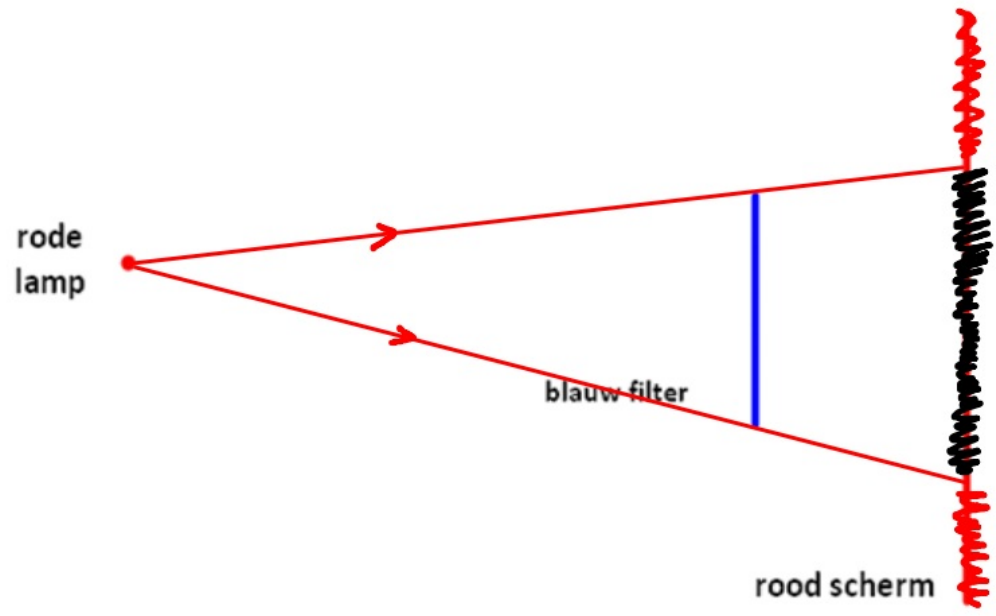
blauw filter



rood scherm







Hoofdstuk 2: Licht

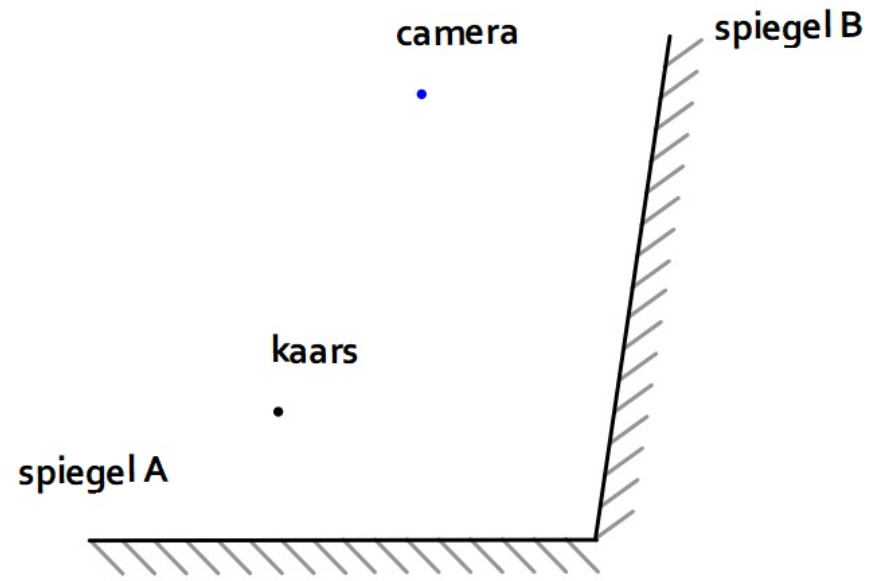
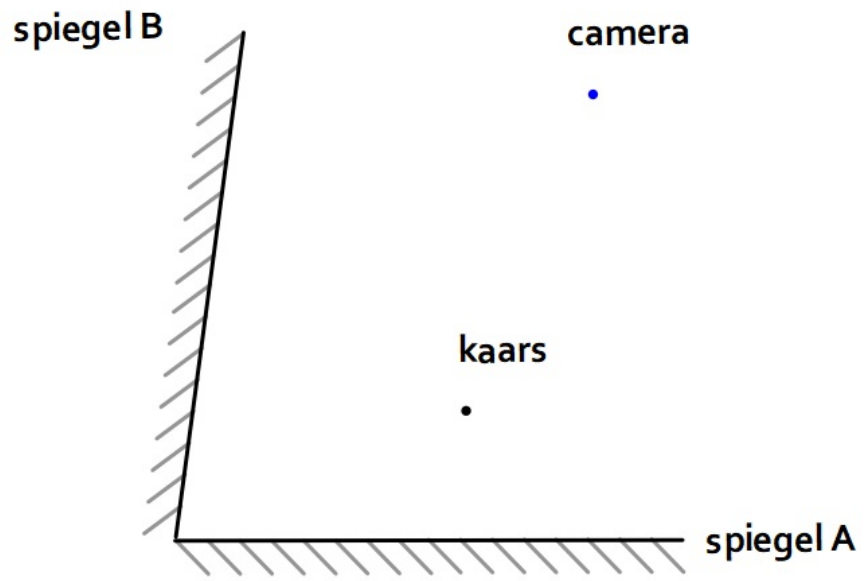
- Opgaven -

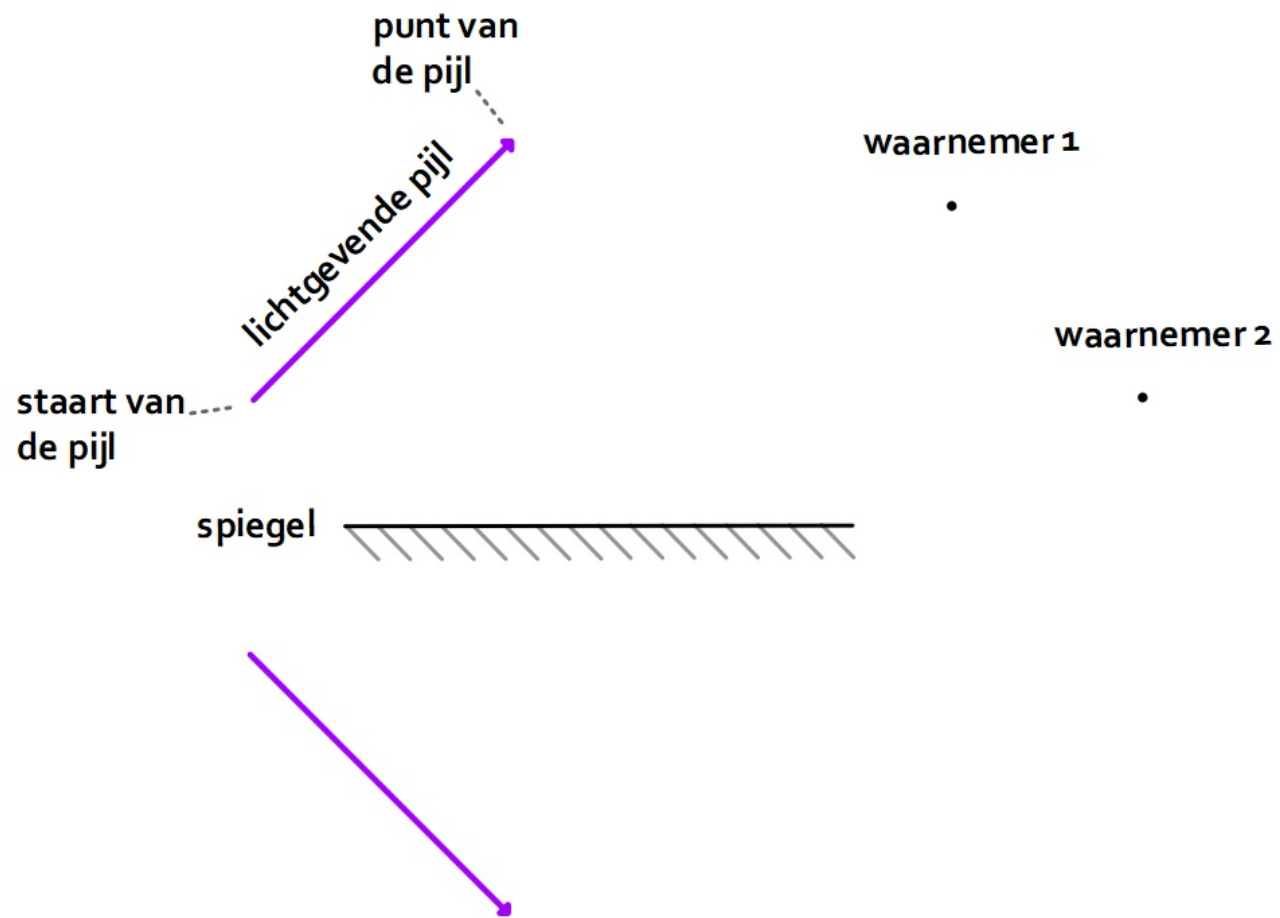
Voor het SO van 2020-2021

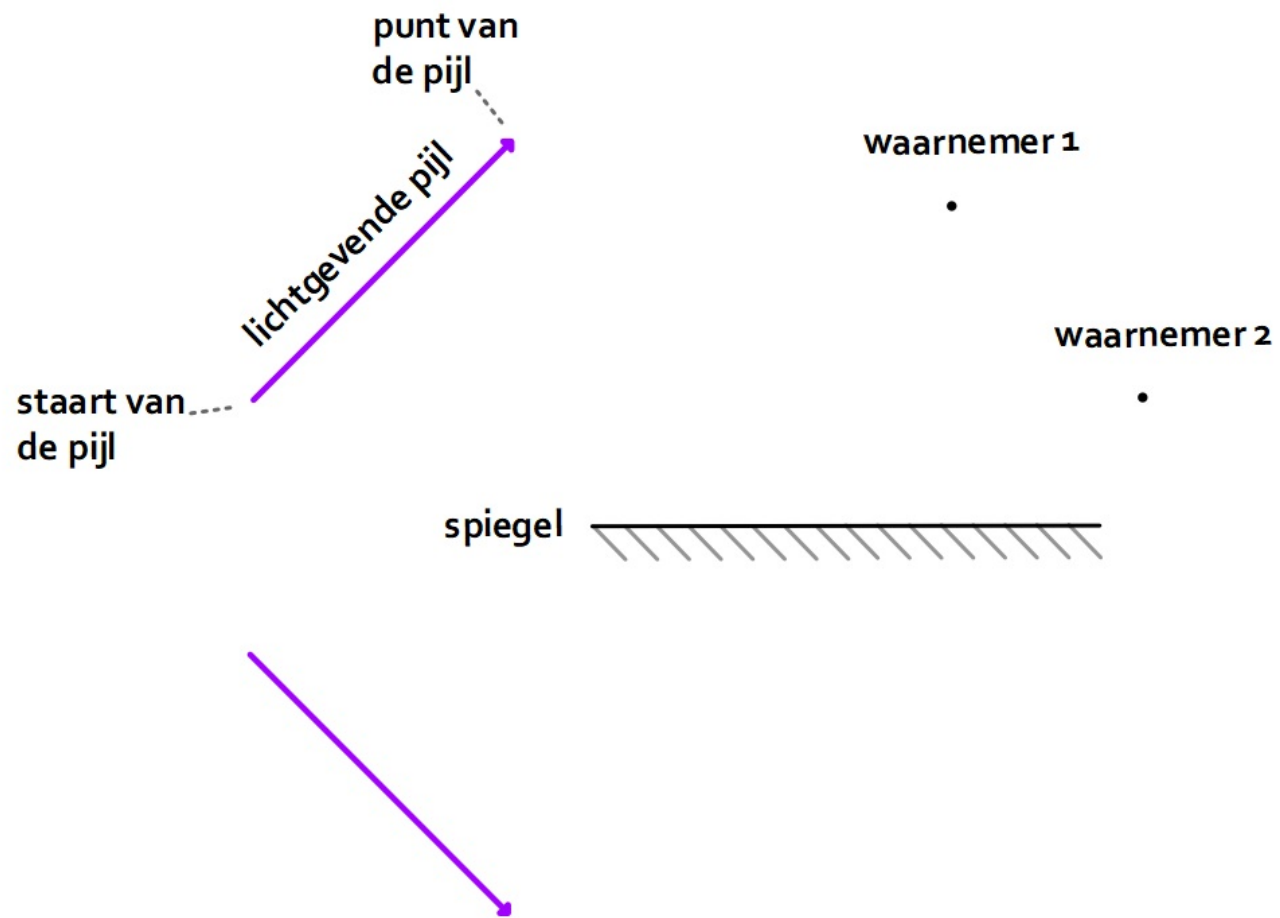
Hoofdstuk 2: Licht

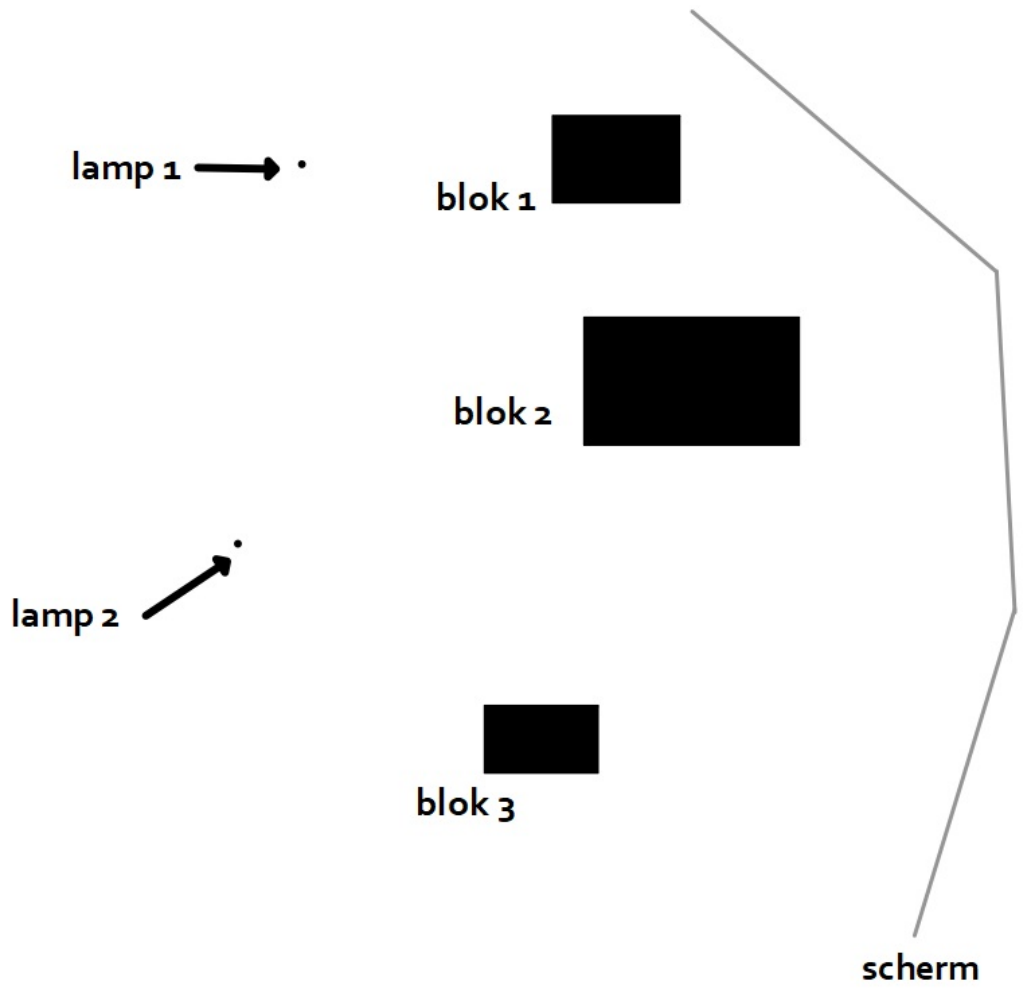
- Opgaven -

Voor het SO van 2020-2021









lamp 1 → •

lamp 2 ↗ •

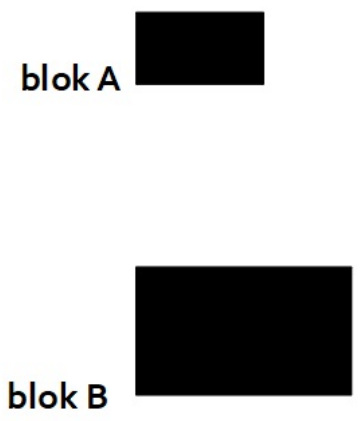
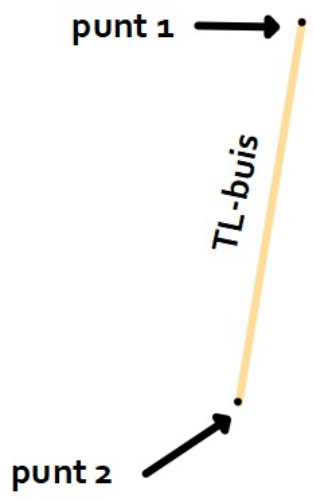
blok 1 

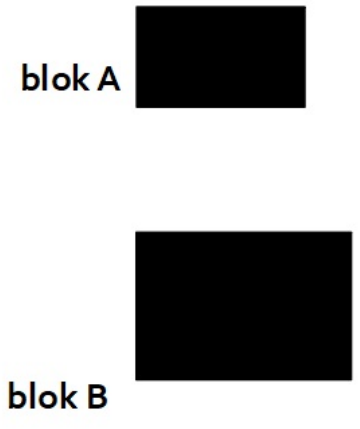
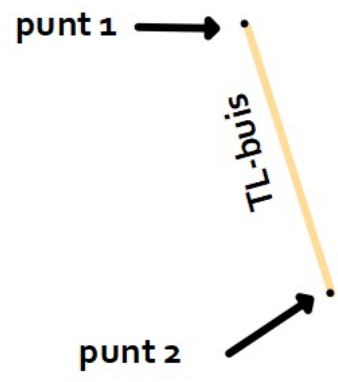
blok 2 

blok 3 

scherm







afstandsbediening



A



B

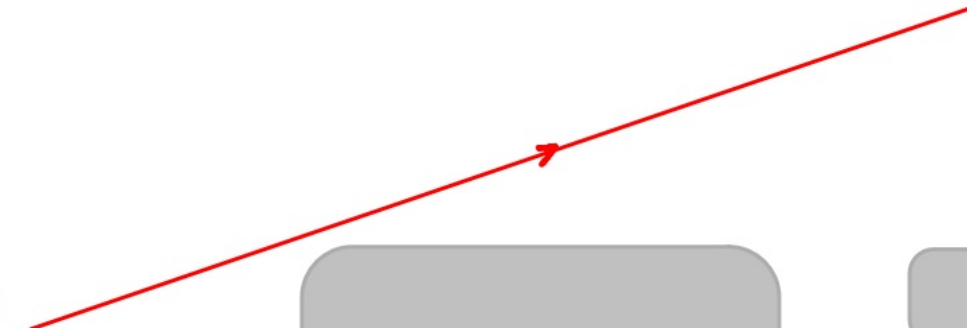
C



afstandsbediening



A

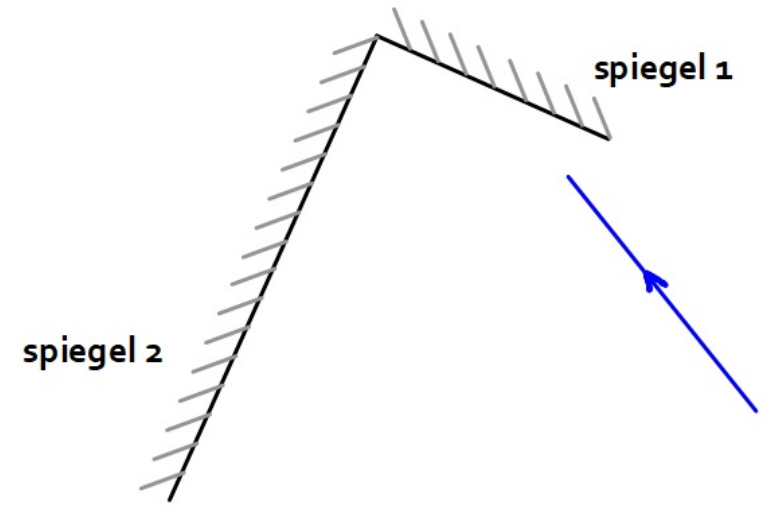
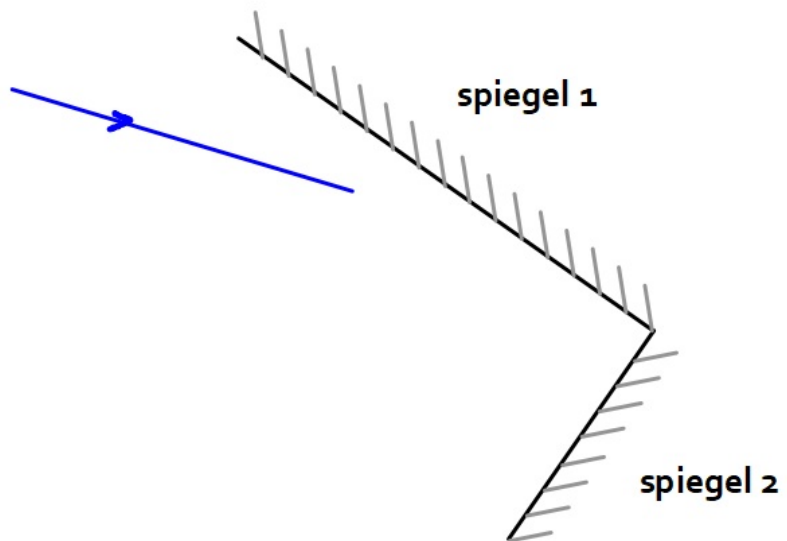


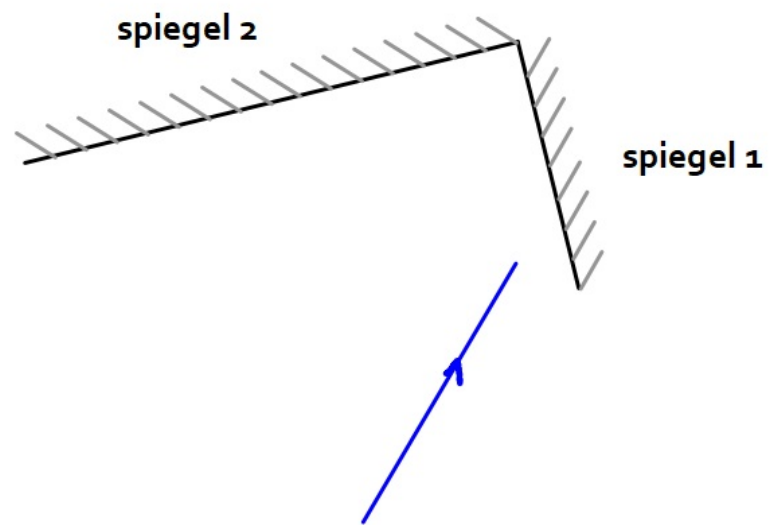
B



C







kaarsvlam 2

kaarsvlam 1

waarnemer



kaarsvlam



waarnemer A

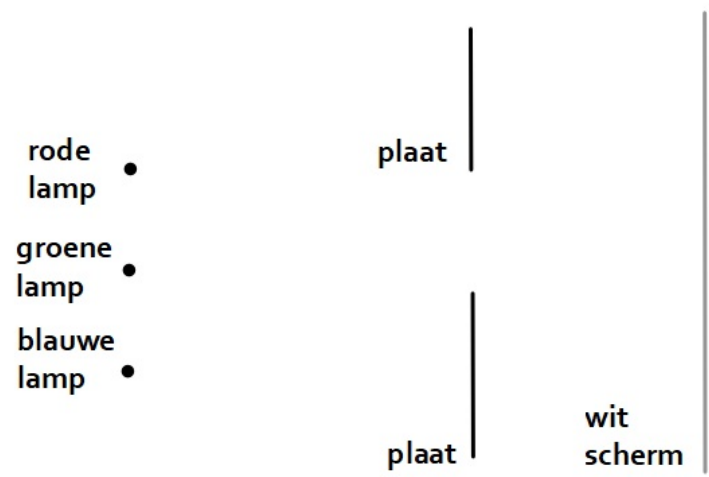
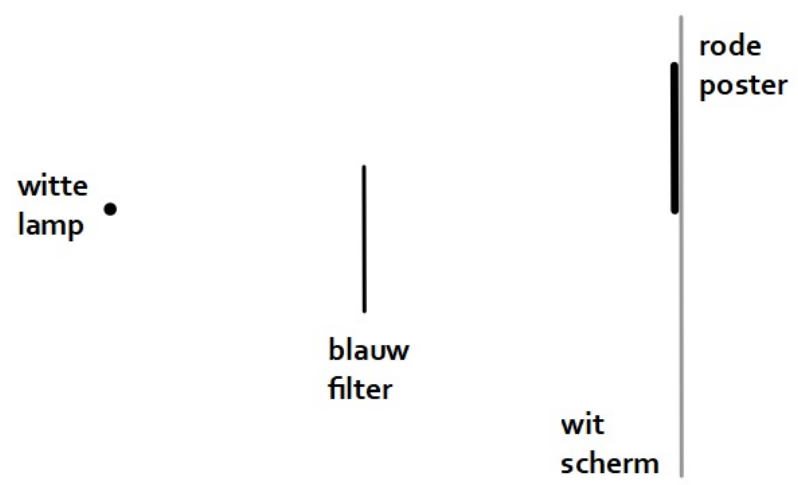
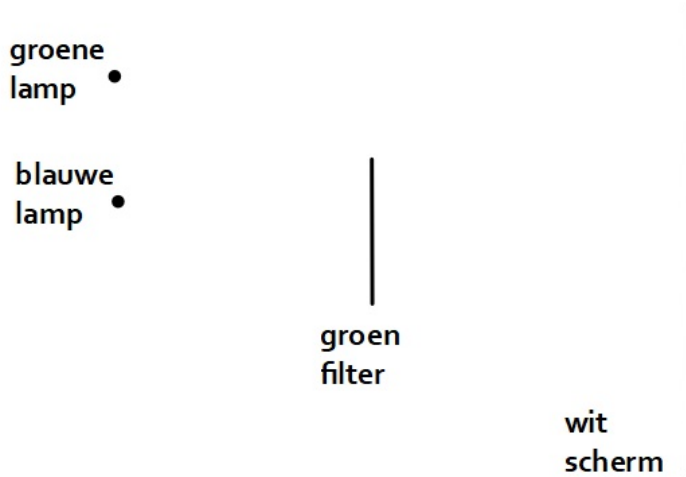
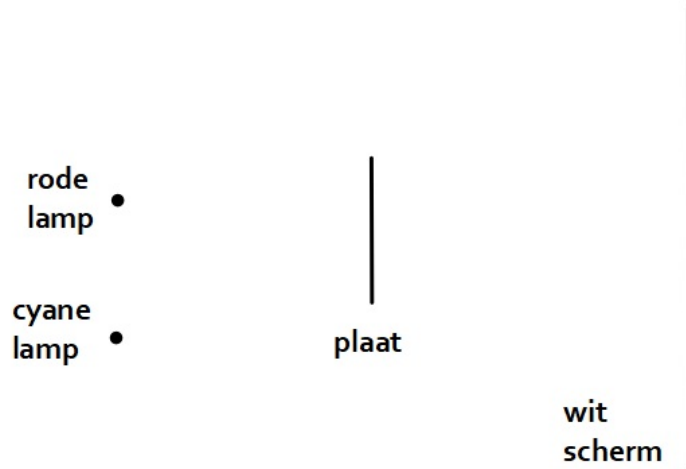


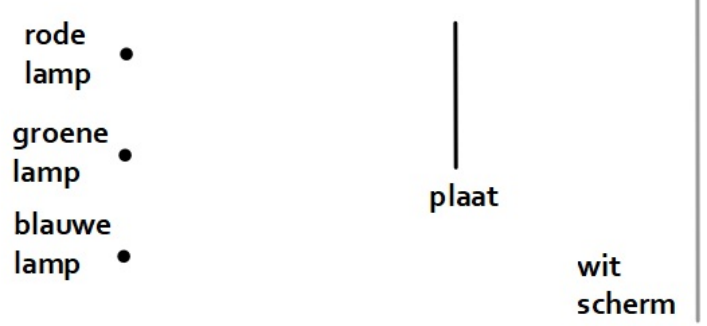
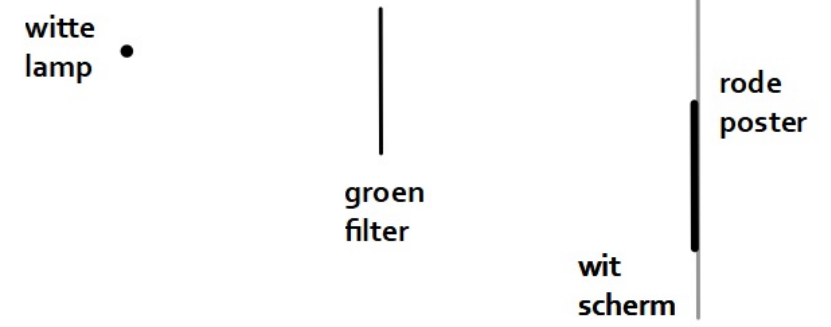
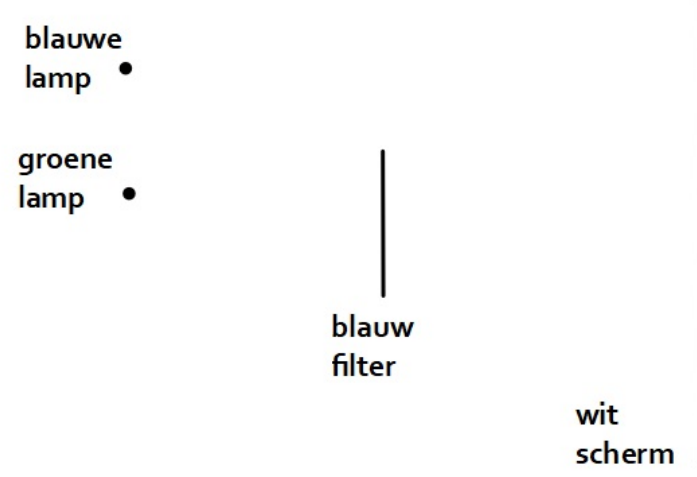
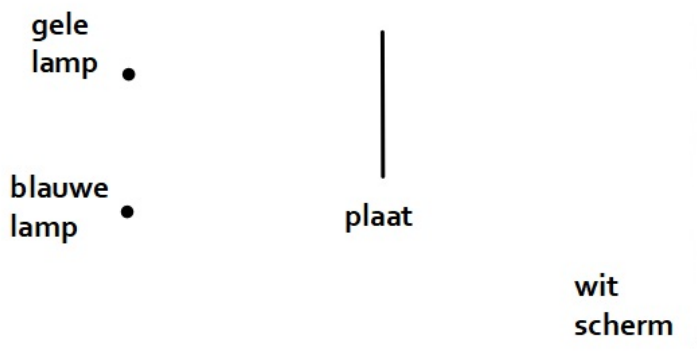
waarnemer B



spiegel



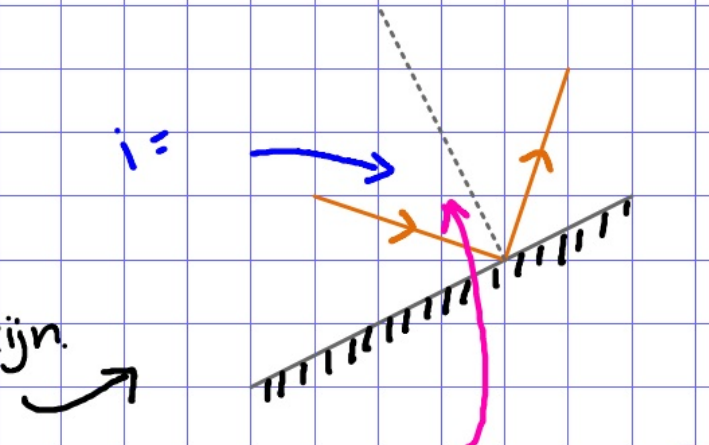




Hoofdstuk 2 Licht

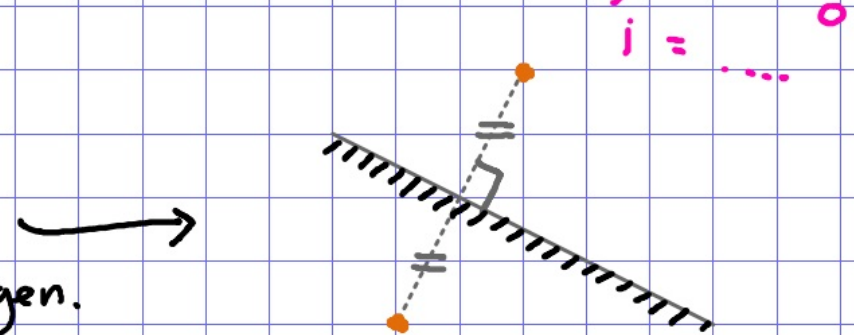
SO §2.2 Opgave 1:

- geef één hoek van inval aan met een pijl en één hoek van terugkaatsing. Schrijf bij deze hoeken hoe groot ze zijn.



Opgave 2:

- teken alle hulplijnen, dus ook de hulplijn tussen de bron en het spiegelbeeld, inclusief de markeringen.



Hoofdstuk 2 Licht

Proefwerk

- bij opg 5 hoef je geen hulplijnen te tekenen
- denk om lichtpijltjes
- denk om hulplijnen
- niet te hard op je potlood drukken
- geef hoeken aan met i en t
- schrijf de graden er bij

geen
vragen

tot
13⁴⁷ u

