

**SCHADUWEN EN DUBBELE SCHADUWEN**

door Drs G.P. Können en R. Heine

---

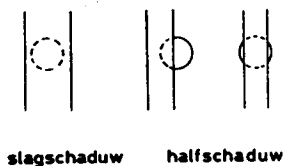
## SCHADUWEN EN DUBBELE SCHADUWEN

door Drs G.P. Können en R. Heine

a. Wie de schaduw van een ballpoint, door een lamp geworpen, op de muur laat vallen, zal bemerken, dat deze schaduw niet altijd hetzelfde beeld vertoont. Is de afstand van de ballpoint tot de muur klein, dan is het midden van de schaduw diep zwart, terwijl de rand van de schaduw niet scherp begrensd is: hoe verder men van de zwarte kern afkomt, des te lichter is de schaduw.

Bewegen wij nu de ballpoint naar de lamp toe, dan wordt het zwarte gedeelte van de schaduw steeds kleiner en het grijze gedeelte steeds groter. Op een gegeven ogenblik verdwijnt de zwarte schaduw en blijft er alleen een wazige grijze vlek over, die des te groter wordt naarmate de ballpoint dichter bij de lamp komt.

Het zwarte gedeelte van de schaduw noemen wij de **slagschaduw**.



Figuur 1 Als de ballpoint een slagschaduw op de muur werpt, dan bedekt de ballpoint, vanaf de muur gezien, de lamp geheel. Vanaf een halfschaduw gezien bedekt de ballpoint de lamp gedeeltelijk.

Hier bedekt de ballpoint, vanaf de muur gezien de lamp volledig, zodat geen licht de muur kan bereiken. De grijze schaduw heet de **halfschaduw**: hier wordt de lamp gedeeltelijk door de ballpoint onderschept. Nu begrijpen we ook, waarom de slagschaduw verdwijnt, als wij de ballpoint naar de lamp toe bewegen: vanaf de muur gezien wordt de ballpoint zo klein, dat hij de lamp niet meer kan bedekken. In fig. 1 zien wij hoe men vanaf de muur de lamp ziet als men zich in de halfschaduw of de slagschaduw bevindt.

Buiten ziet men deze verschijnselen ook mooi, als men de door de zon geworpen schaduwen bekijkt. De onderkant van een telegraafpaal werpt een slagschaduw, de bovenkant slechts een halfschaduw. De draden werpen, doordat ze zo klein zijn, alleen maar een vage halfschaduw. Bij een gedeeltelijke zonsverduistering zit men in de halfschaduw van de maan: als men de aarde vanuit de ruimte zou bekijken, zou men zien dat hij hier minder sterk verlicht is dan in streken waar de verduistering niet zichtbaar is. Hebben wij het geluk, een totale zonsverduistering mee te maken, dan bevinden wij ons in de slagschaduw van de maan: deze bedekt de zon volledig. Bij de ringvormige verduisteringen bevindt de maan zich wel volledig voor de zon, maar is hij niet groot genoeg hem volledig te bedekken, zodat wij ook hier in de halfschaduw van de maan zitten. (zie figuur 2)



Figuur 2 Bij een gedeeltelijke en een ringvormige zonsverduistering wordt een halfschaduw op de waarnemingsplaats geworpen: de maan bedekt de zon gedeeltelijk. Bij een totale zonsverduistering zitten wij in de slagschaduw: de maan bedekt de zon geheel.

b. Wij nemen nu nogmaals de lamp en laten door twee ballpoints schaduwen werpen. Wij doen dit zo, dat zij beide halfschaduwen werpen en de zwarte slagschaduwen verdwenen zijn.

Wij houden de ballpoints niet te dicht bij elkaar, waardoor de ene schaduw waziger zal zijn dan de andere. Nu laten we deze schaduwen elkaar snijden en bekijken het X figuur dat op de muur ontstaat. (figuur 3 en 4)

Wij bemerken, dat deze X niet regelmatig is. Vlak bij het kruispunt is de schaduw zwart als een slagschaduw en in het kruispunt is de schaduw juist weer licht! Wij draaien nu de binnenste ballpoint zo, dat hij parallel loopt met de buitenste en de schaduw van deze ballpoint blijkt nu **dubbel** te zijn, (figuur 5). Het lichte deel in het midden van de schaduw blijkt vrij scherp begrensd te zijn.



Figuur 3/4 Gekruiste ballpoints werpen een grillig schaduwbeeld op de muur.

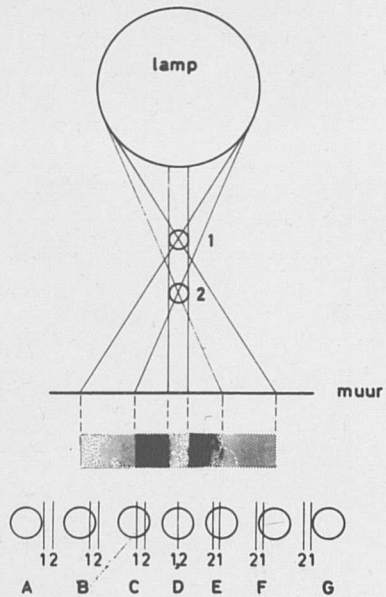
De verklaring van dit verschijnsel is als volgt: (zie figuur 6)

Denken wij ons in gebied A en G, dan zien wij de ballpoints naast de lamp en ontvangen wij dus het volle licht hiervan.

In B en F is vanuit de muur gezien één ballpoint voor de lamp, de ander is er nog naast. Het licht wordt dus gedeeltelijk onderschept. In C en E zijn beide ballpoints voor de lamp: hier wordt het licht dus nog sterker onderschept en zal een donkere schaduw te zien zijn. Maar gezien vanuit D bedekt de ballpoint 2 juist dat gedeelte van de lamp dat reeds door ballpoint 1 wordt bedekt, zodat dit gedeelte van de muur meer licht



Figuur 5 Als twee halfschaduwën elkaar precies overlappen, ontstaat in het midden hiervan een lichte streep: de schaduw lijkt dubbel.



Figuur 6 Het ontstaan van dubbele schaduwen. Boven ziet men een van de lichtwegen: in gebied C en E is de schaduw het donkerst. Daaronder het helderheidsverloop van de schaduw op de muur. Hieronder is afgebeeld, hoe men vanaf de verschillende plaatsen op de muur de lamp en de ballpoints te zien krijgt.

ontvangt dan gebied C en E! De schaduw is hier dus lichter dan in het naburige gebied en de schaduw van de ballpoint schijnt hierdoor dubbel.

Tracht deze verschijnselen waar te nemen bij boomtakken en te fotograferen.

Zoek een verklaring voor het optreden van de donkere gedeelten in het X figuur (zie figuur 3). Treden deze altijd op?

Ook bij een ringvormige zonsverduistering, als dus de aarde al door de halfschaduw van de maan getroffen is en deze dus als eerste ballpoint fungeert, treden vreemde dubbele schaduwvormen van takken op. Boots dit na door een lamp gedeeltelijk met een stuk karton te bedekken en verklaar de vorm van de schaduwen van ronde en rechte voorwerpen. Probeer het helderheidsverloop van schaduwen en dubbele schaduwen op te meten en te verklaren.

#### **Literatuur:**

M. Minnaert; De Natuurkunde van het vrije veld I. Thieme 1968.