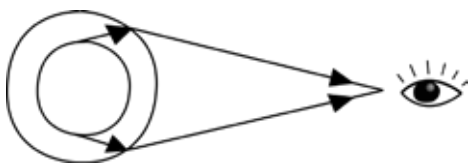


Knikken in het licht

Potjes, drenkeling, nat papier

Op de foto staan twee identieke ronde potjes. Terwijl je bij het met korreltjes gevulde potje goed kunt zien dat het glas heel dik is, lijkt het bij het met vloeistof gevulde potje alsof er geen glas is. Je ziet de kleur van de vloeistof tot aan de uiterste rand.

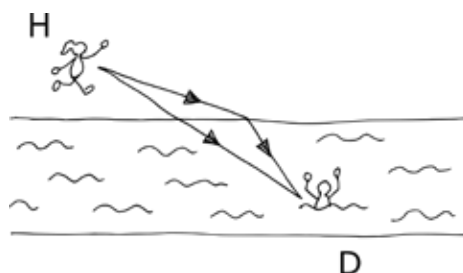
Wat er gebeurt in dat laatste geval, wordt uitgelegd in een filmpje dat op YouTube te vinden is met de zoekterm 'Thick mug illusion'. De vloeistof zit helemaal tegen het glas aan. Je ziet, in de tekening, een bovenaanzicht. Vanuit elk punt gaat het licht dat afkomstig is van de vloeistof in alle richtingen het glas in. Als het licht uit het glas naar buiten komt, zit er een knik in de lichtstralen. Er zijn lichtstralen die na die knik van de uiterste rand van het glas naar de plek lopen waar iemand zijn oog houdt. De hersenen van die persoon interpretern dat als: "het gekleurde licht komt uit die richting, daar zit gekleurde vloeistof".



Breking: route met kortste tijd

Paul G. Hewitt, de bekende Amerikaanse natuurkundedidacticus die aan het woord is in het filmpje, heeft het ook over de oorzaak achter het knikken van de lichtstralen: "the light speeds up" als het uit het materiaal komt. Dat is zo. Licht gaat in een materiaal langzamer dan in lucht, als het van lucht naar materiaal gaat, vertraagt het. Als het weer uit het materiaal komt, krijgt het weer de oorspronkelijke snelheid. Maar waarom leidt een verschil in snelheid tot een knik in de lichtstralen? De manier

waarop een lichtstraal vanuit lucht een doorzichtig materiaal ingaat, is vergelijkbaar met een Heldin die op de kade staat en een Drenkeling probeert te redden die in een diepe gracht ligt.

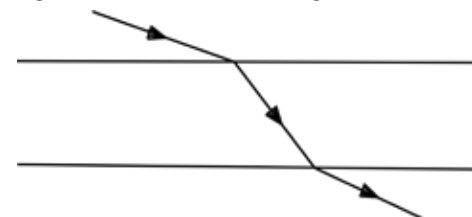


De rechte lijn van H naar D is de kortste route. Maar de Heldin kan sneller rennen dan zwemmen. Intuïtief rent ze een wat langer stuk op de kade, springt verder naar rechts in het water, en zwemt een korter stuk. Dan is ze er eerder. Dit is de route die de minste tijd kost. Als de heldin juist in het water zou liggen bij D en zo snel mogelijk bij H zou moeten zijn, dan zou ze precies hetzelfde pad terug volgen. Lichtstralen volgen ook de route die de minste tijd kost. Dit is de reden achter de knikken in de lichtstralen en dit leidt er dus ook toe dat een klein beetje parfum in een rond flesje met dik glas eruitziet als een grote hoeveelheid parfum.

Als er korreltjes in het potje zitten, gaat het licht eerst een stukje door lucht voordat het bij de binnenkant bij het glas aankomt. Er is dan breking van lucht naar glas en terug naar



lucht. De situatie is zoals hieronder getekend: uiteindelijk is de lichtstraal een beetje verschoven, maar niet veranderd van richting. Het lichtbrekingseffect is minder dramatisch dan bij een enkele knik. Je ziet de gekleurde korrels beter in de richting waar ze echt zijn dan in het geval van een vloeistof, die direct tegen de binnenkant van het glas aanzit.





de ruimtes tussen de cellulosevezels van het papier, die normaal gesproken gevuld zijn met lucht, nu gevuld zijn met olie. In dat geval gaat het licht beter recht door het papier heen dan wanneer het papier droog is.

Minder snelheidsverschil

Licht dat op droog papier valt, komt steeds overgangen tegen van lucht naar cellulose en van cellulose naar lucht, waar het gedeeltelijk reflecteert en gedeeltelijk vanuit het ene materiaal het andere binnengaat. Daarbij veranderen de lichtstralen steeds van richting. Heel vaak, bij heel veel vezeltjes. En de richtingsverandering is steeds groot. Aan de andere kant van het vel papier komt weinig licht terecht.

De snelheid van licht in olie verschilt niet

Raakt de lichtstraal van zijn rechte pad?

Doorschijnend

De smiley op de foto is getekend met een in de zonnebloemolie gedoopte vinger. Het A4'tje wordt van achteren beschenen door de zon. De verklaring van wat je ziet, is dat



zoveel met die die in cellulose. Bij een overgang van olie naar cellulose en andersom, verandert de snelheid van het licht veel minder dan bij een overgang tussen cellulose en lucht. Er vindt dus minder sterke breking en ook minder reflectie plaats binnenin met vet doordrenkt papier, dan in droog papier. Een veel groter deel van het licht vervolgt zijn weg rechtuit. Het licht van de lichtbron achter het papier bereikt het oog.

Als er meer licht rechtdoor gaat, dan keert er minder licht terug naar waar het vandaan kwam. Op de foto zie je dat de vette gedeeltes van het papier er juist donker uitzien als het vel op tafel ligt en er valt gewoon licht van boven op. Op de natte plekken komt minder licht van het papier af. Zo zijn ook nat haar, zand en kleding donker.



De snelheid van licht in water ligt niet zo dicht bij die van die in cellulose als de lichtsnelheid in olie. Papier dat doorweekt is met water laat dus minder licht door dan een krant waarin vette vis is verpakt, maar toch veel meer dan droog papier. Dat is een van de redenen waarom papieren kleding niet erg praktisch zou zijn in de regen. ●

Illustraties: Renée Müskens