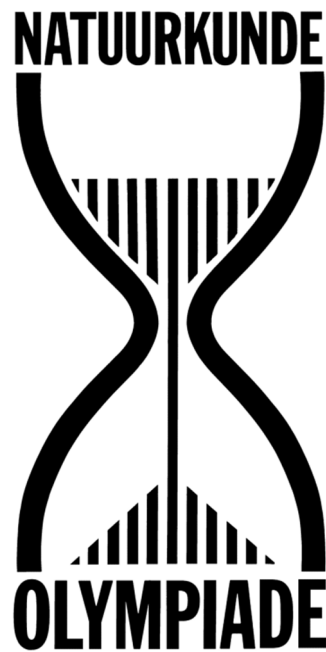


Eindronde Natuurkunde Olympiade 2019



practicumtoets deel: Omvallend melkpak

ASML



NVON

MALMBERG



Hoe stabiel is een melkpak?

Inleiding

Het is maar goed dat er een dop op een melkpak zit. Soms dan stoot je ertegen en valt hij om. Dat gebeurt gek genoeg vooral als hij bijna leeg is of juist heel vol. Met dit experiment gaan we de hoek waarbij een melkpak omvalt als functie van wat er in zit, bepalen.

Theorie:

Het melkpak valt om als het zwaartepunt over het kantelpunt van het melkpak heen gaat. Het gezamenlijke zwaartepunt wordt bepaald door het zwaartepunt van het lege melkpak en het zwaartepunt van de inhoud. Bij een vulling die als een rechthoekig blok in het melkpak zit, is dit zwaartepunt te berekenen. Dat is ook wel te doen als je met water werkt. Een complicatie is dan wel dat het water niet als een rechthoek in het melkpak blijft zitten. Toch is het melkpak gevuld met water het meest representatief voor een echt melkpak.



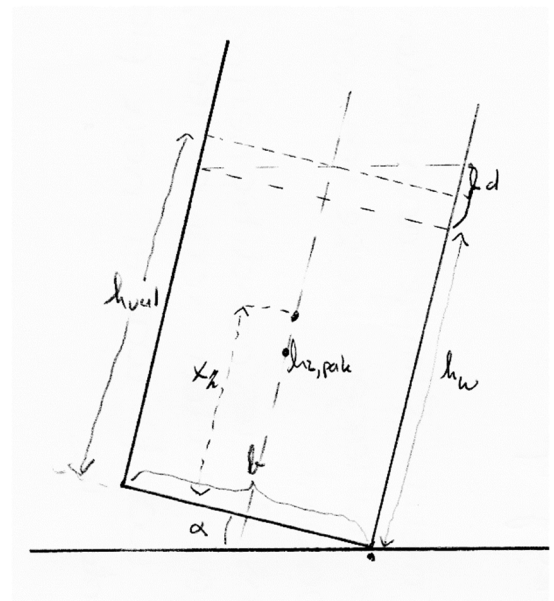
Opstelling:

Je hebt:

- Een melkpak waar de bovenkant van af is gehaald.
- Water
- Zand
- Een geodriehoek op papier of karton, die (gevouwen) rechtop kan staan
- Een papier als ondergrond met een streep erop.
- Een rolmaat
- Een balans of weegschaal
- Maatcilinder 500 mL, maatbeker 1L en evt nog wat glaswerk.

experiment

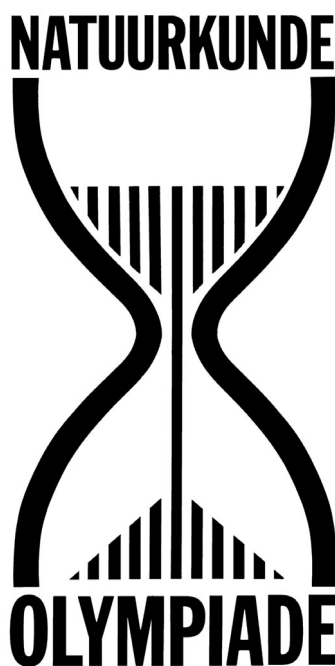
1. Bepaal de hoogte $h_{z,pak}$ van het zwaartepunt boven de bodem van het pak. Geef duidelijk aan wat je gedaan hebt om dit te bepalen.
2. Bepaal de hoek α waarbij het melkpak net omvalt als functie van de hoogte van het zand wat in het melkpak zit. Geef duidelijk aan hoe je een en ander bepaalt.
3. Doe hetzelfde voor de hoek α waarbij het melkpak net omvalt, als functie van de hoogte van het water dat in het melkpak zit. Geef weer duidelijk aan hoe je een en ander bepaalt.
4. Geef een theoretisch model voor het melkpak met zand gevuld en vergelijk dat met je metingen voor zand en water. In hoeverre komen ze overeen? Kun je de verschillen verklaren?



NATUURKUNDE OLYMPIADE

EINDRONDE 2019

PRAKTIKUMTOETS: Fresnel

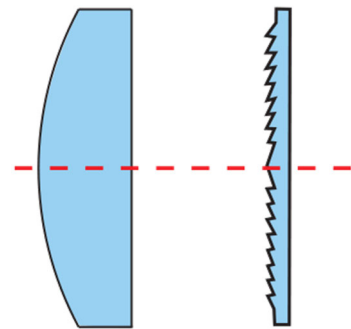
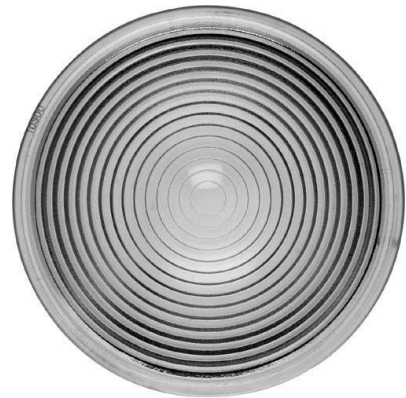


Opmerkingen

1. Schrijf bovenaan elk papier je naam.
2. Nummer elke bladzijde.
3. Schrijf op de eerste pagina het totale aantal bladen dat je inlevert.
4. Deze toets bestaat uit onderdeel A en B. Voor onderdeel A zijn maximaal 9 punten te behalen, voor onderdeel B maximaal 16.
4. Voor foutenbeschouwingen worden alleen in onderdeel A punten gegeven.
5. Onderdeel B1 kan los van onderdeel A en B2 gedaan worden.
5. Er wordt van je verwacht dat je het juiste aantal significante cijfers gebruikt.

Fresnel

Een lichtstraal die scheef invalt op het scheidingsvlak tussen twee media met verschillende brekingsindexen, wordt gebroken. Van deze eigenschap maakt men gebruik voor het construeren van lenzen. Er zijn twee verschillende soorten: positieve lenzen die een evenwijdige lichtbundel convergeren en negatieve lenzen die divergeren. Het soort lens hangt af van de vorm van het oppervlak en het materiaal waarvan de lens gemaakt is. Dit bracht Fresnel op de gedachte om de 'klassieke' lens als het ware in stukjes te knippen, het overbodige materiaal dat niet aan de breking meedoet weg te laten en de overgebleven stukjes weer samen te voegen. Het resultaat is een platte lens met ringvormige 'ribbels' waarvan de helling overeenkomt met de vorm van de oorspronkelijke lens. Zie de twee figuren hiernaast. Dit soort lenzen wordt veel toegepast als de lens een groot oppervlak moet hebben of als men materiaal wil uitsparen. De lenzen bij auto- en fietslampen en ook in een vuurtoren zijn voorbeelden van een Fresnel-lens.

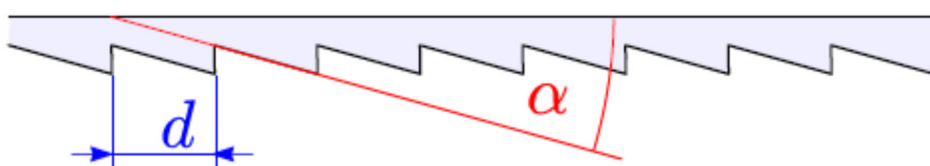


Onderdeel A: Een Fresnel prisma

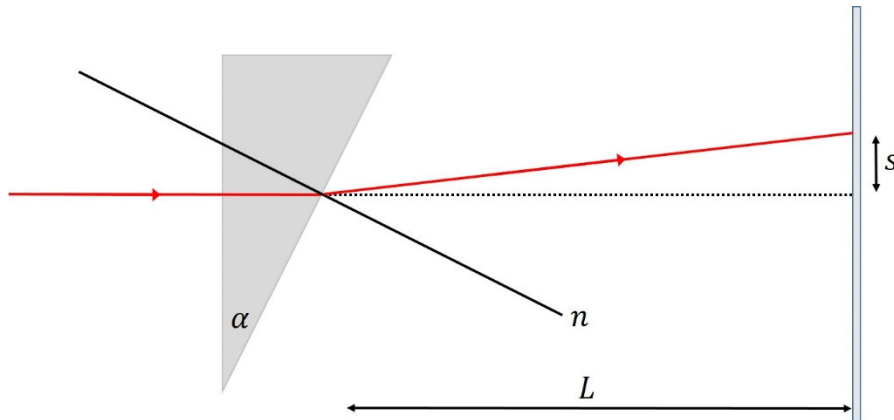
Inleiding

Een Fresnel prisma is een eenvoudige versie van een Fresnel lens. Dit prisma wordt bijvoorbeeld gebruikt bij oogafwijkingen waarbij het object waarnaar gekeken wordt op het netvlies van het rechteroog op een andere plaats wordt afgebeeld dan op dat van het linkeroog. Met een Fresnel prisma is deze zgn. heteroferie te corrigeren.

Het Fresnel prisma heeft twee parameters: de zgn. pitch d , en de prismahoek α . Zie de figuur hieronder.



Als een lichtstraal loodrecht invalt op de platte kant van het prisma zal het enkel aan de andere schuine kant gebroken worden, zie de figuur hieronder. In de figuur is een rode lichtstraal getekend en de normaal n van de schuine kant.



Door het opmeten van s en L kan de prismahoek α bepaald worden. Daarvoor moet de brekingsindex n (niet te verwarren met de normaal n) van het materiaal wel bekend zijn.

Opdracht A

Leid allereerst een uitdrukking voor de prismahoek α als functie van s , L en de brekingsindex n af. Maak hierbij gebruik van de regel dat voor kleine hoeken α geldt: $\sin \alpha = \alpha$. (Ook geldt voor kleine hoeken α : $\tan \alpha = \alpha$ en $\cos \alpha = 1$.) Geef in je uitwerking duidelijk aan hoe je te werk bent gegaan, gebruik daarbij de uitwerkbijlage waar bovenstaande figuur nogmaals is weergegeven. Bepaal vervolgens met behulp van metingen de prismahoek α . Geef duidelijk aan hoe en wat je gemeten hebt.

Materialen

- Laser op statief met een golflengte van 650 nm.
- Fresnel prima, fabrikant geeft op: $n = 1,52$
- Scherm op statief
- Meetlint

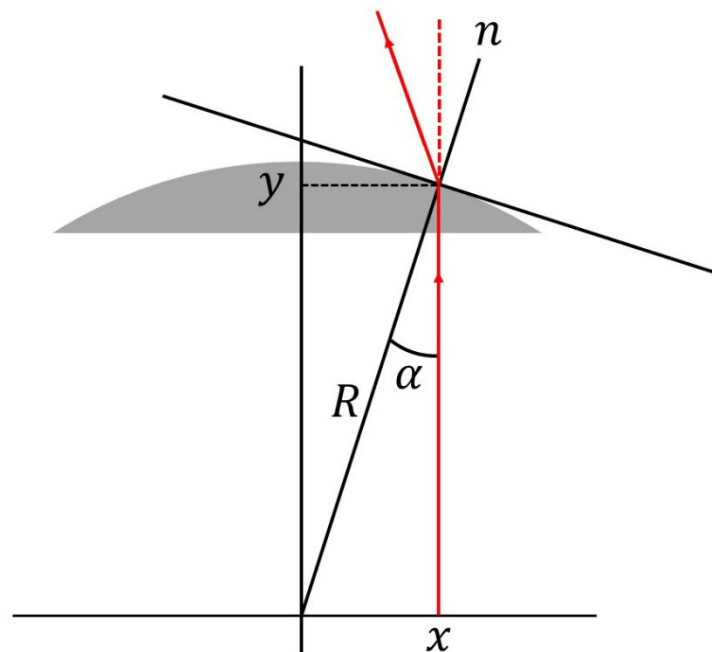
Onderdeel B: Een Fresnel lens

Inleiding

Breking treedt, zoals eerder beschreven, op bij de overgang van medium. Lenswerking wordt dan ook bepaald door de bolling van de lens. Voor een plat-bolle positieve lens, zie ook de figuur, wordt de brandpuntsafstand f gegeven door:

$$f = \frac{R}{(n-1)}$$

Hierin is n de brekingsindex van het materiaal en R de kromtestraal van de bolle kant van de lens.



We beschouwen een situatie waarbij een platbolle lens met de platte kant loodrecht op de y -as is geplaatst en het ene uiteinde van de kromtestraal in de oorsprong staat. Vanuit een positie x valt een lichtstraal evenwijdig aan de y -as loodrecht op de platte kant van de lens. Deze lichtstraal wordt pas bij de het bolle gedeelte van de lens gebroken, zoals in de figuur te zien is.

Omdat de bolle kant van de lens een cirkeldeel is, kan geschreven worden $x^2 + y^2 = R^2$.

Oftewel:

$$y = \sqrt{R^2 - x^2}$$

Voor de helling aan het bolle oppervlak van de lens geldt dus:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{2} \frac{-2x}{\sqrt{R^2 - x^2}} = \frac{-x}{\sqrt{R^2 - x^2}} = \frac{-1}{R} x$$

In de laatste stap hebben we aangenomen dat $x \ll R$.

De helling dy/dx is op dezelfde manier te bepalen als in opdracht A, dus door het opmeten van s en L .

Als een laserstraal op de Fresnel lens wordt geschonden zijn er twee verschijnselen waarneembaar. Ten eerste de hierboven beschreven lenswerking maar ten tweede ook diffractie. Dit komt doordat de ringen fungeren als openingen. Omdat de 'pitch' relatief groot is, is de diffractie niet overal even goed waarneembaar.

Opdracht B1

Bepaal de 'pitch' d van de Fresnel lens. Zoek daartoe een plekje op de lens waarbij het diffractiepatroon goed waarneembaar is. Geef duidelijk aan hoe je te werk gaat en wat voor metingen je hebt gedaan en gebruikt voor je bepaling.

Opdracht B2

Bepaal de brandpuntsafstand van de Fresnel lens. Maak daartoe eerst een voldoende lange meetserie $s(x)$ en bepaal daarna m.b.v. een geschikte grafiek de kromtestraal R .

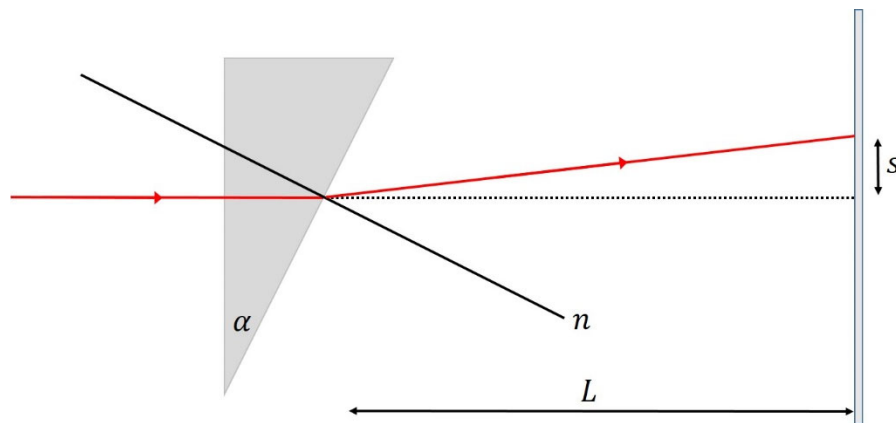
Materialen

- Laser op statief met een golflengte van 650 nm.
- Fresnel lens, fabrikant geeft op: $n = 1,5$
- Scherm op statief
- Meetlinten

FINALE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2019

NAAM:

Onderdeel A: Een Fresnel prisma



Afleiding: