

Docenthandleiding Practicum Lenzenformule

Modeltoepassings versie van de lenzenformule

Voor onderbouw en bovenbouw vmbo/havo/vwo

Tijd 1 lesuur van 45 - 50 minuten, eventueel de klassikale introductie in de les ervoor doen met als huiswerkopdracht een opzet bedenken voor verificatie van de lenzenformule (zie opdracht leerlingen).

Beschrijving

De lenzenformule heeft een wiskundige vorm die niet zo snel door leerlingen ontdekt zal worden. Het is handig om de normale Modeldidactiek volgorde om te keren. Geef de formule en vraag de leerlingen om die door metingen te verifiëren. Dat lijkt triviaal voor ons docenten, maar dat is het niet voor leerlingen. Als ze al kennismemaakt hebben met voorwerpsafstand (v) en beeldafstand (b), dan is het nog de vraag of ze die zomaar in een opstelling aan kunnen wijzen. En wat is dat experimenteel verifiëren, wat moet je dan doen? En hoe kun je de brandpuntsafstand f onafhankelijk van v en b meten, en waarom moet dat? En wanneer is een beeld scherp genoeg om b te meten?

Leerdoelen

- Werkplan maken voor verificatie van de lenzenformule met o.a. opstelling, wat ingesteld en wat er gemeten moet worden en hoe, wat er met de metingen moet gebeuren.
- Uitvoeren en verwerken van de metingen en conclusie formuleren.
- Ervaren wat v , b , en f betekenen in een opstelling, wat een scherp beeld is, en dat het beeld verkregen kan worden met verschillende combinaties van v en b .

Voorkennis

- De begrippen lens, voorwerp, beeld, voorwerpsafstand, beeldafstand, en brandpuntsafstand.
- Ervaring met metingen in andere practica.

Benodigdheden

- Indien beschikbaar: gebruik van een optische rails met lamp, lens, en scherm.
- Alternatief: Een convexe lens of loep, linaal of rolmaat, wit papier, lampje met duidelijke gloeidraad om af te beelden, of een strook afzonderlijke led lampjes, of een ander geschikt lichtgevend voorwerp.

Klassikale introductie van het practicum

- Laat met een lens zien wat een voorwerp en wat een beeld is, projecteer de buitenomgeving bij het raam op een A4, projecteer een tl balk van het plafond op een leerling tafel. Tenslotte, maak een beeld op de muur van een lampfilament en laat zien dat je de lens moet verschuiven om een afbeelding op een muur dichterbij of verder weg te krijgen, dit gaat het handigst met een optische rail. Laat het verschil zien tussen een scherp en een onscherp beeld. Wat is het voorwerp? Wat is het beeld? Waar is voorwerpsafstand v , waar is beeldafstand b ?
- De docent varieert de positie van het voorwerp (de lamp) en wijst erop dat de afstand tussen lens en beeld aangepast moet worden om het beeld weer scherp te krijgen. Bij elke v hoort een passende b . Wat is de relatie tussen de twee?
- Een slide met onderstaande instructies.

Opdracht voor leerlingen (op slide zetten)

Tussen voorwerpsafstand (v), beeldafstand (b), en brandpuntsafstand (f) blijkt de volgende relatie te bestaan: $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b}$. Bedenk een opstelling waarin je deze formule experimenteel kunt verifiëren. Geef kort aan welke spullen beschikbaar zijn.

- Teken de opstelling linksboven op het whiteboard, geef voorwerp en beeld aan.
- Geef aan hoe je v en b kunt meten.
- Ga je iets variëren of instellen, wat? Wat ga je meten? Wat is je afhankelijke en wat je onafhankelijke variabele?
- Ontwerp een tabel voor je metingen en berekeningen, rechtsboven op het whiteboard.
- Hoe kun je f bepalen? De docent wijst f aan in een stralendiagram van evenwijdige lijnen die na passeren van de lens convergeren naar 1 punt, maar laat leerlingen zelf uitzoeken hoe ze f kunnen meten bij een willekeurige convexe lens. Geef een schets van je methode linksonder op het whiteboard.
- Wat doe je met je metingen om vast te stellen dat de formule klopt?

Uitvoering

De eerste 10 minuten is een aanrommelfase. Leerlingen moeten antwoorden zoeken op bovenstaande vragen, ze hebben moeite met het vertalen naar een opstelling waarin voorwerp en beeld en v en b herkenbaar zijn. De docent loopt rond en ziet welke problemen zich voordoen.

Na zo'n minuut of 10 inventariseert de docent snel enkele opzetten van leerlingen en geeft additionele instructies om ervoor te zorgen dat leerlingen in elk geval acceptabele metingen verzamelen.

Op een gegeven moment is het handig om een tabel format aan te geven om vergelijking van metingen en whiteboards later in de les gemakkelijker te maken. Zie het voorbeeld van een tabel aan het eind van deze handleiding.

Een tip halverwege voor leerlingen kan zijn dat ze 2 dingen moeten doen: 1) laten zien dat $1/v + 1/b = \text{constant}$ en 2) dat die constante $1/f$ is.

Hoe bepaal je f van een lens? Wat is de definitie van f ? Die evenwijdige stralen die dan in een brandpunt samenkomen? Neem een oneindig ver voorwerp, bijvoorbeeld het landschap buiten het klaslokaal en projecteer het op een A4. De afstand tussen lens en A4 scherm is dan de brandpuntsafstand. Laat leerlingen dit zelf bedenken, dat zal wat moeite kosten.

Wat is een scherp beeld? Daar hebben sommige groepjes mogelijk wat hulp bij nodig.

Organisatie (optioneel)

- Leerlingen werken in groepjes van drie, eventueel met een taakindeling.

Inhoud kringgesprek

- Opzet van het experiment, waarin v en b duidelijk worden aangegeven.
- Opzet van een handige tabel.
- Hoe beslis je of een beeld scherp is? Hoe kun je dat betrouwbaar doen?
- Hoe meet je f ? Zijn er meerdere manieren? Welke is het meest betrouwbaar?
- Wat hebben we gevonden?
- Het komt nooit precies uit, bij wat voor afwijkingen vinden we $1/v + 1/b$ nog "gelijk aan" $1/f$?
- Zou je de metingen eigenlijk ook met verschillende lenzen moeten doen? Waarom wel/niet?

Inhoud logboek (optioneel)

- Noteer hier welke aantekeningen er in het logboek van de leerlingen moeten komen

Tips voor een vervolg

Hoe kunnen we de sterkte van de lens bepalen? Hoe doen we dit zo nauwkeurig mogelijk? Met één meting of nemen we een gemiddelde?

Laat leerlingen toch een (b,v)-grafiek maken (dan zijn meer meetpunten wel handig; eventueel als huiswerk?). Wat betekent de getekende lijn? Zijn meetpunten (ver) buiten die lijn ook mogelijk? Hoe kunnen we de vergroting uit de grafiek halen? Hoe bepalen we de vergroting als het beeld en het voorwerp 70 cm uit elkaar liggen (dus als $b+v=70\text{cm}$)? Wat vertelt het snijpunt van de lijn $b+v=70$ en de experimenteel verkregen grafiek ons?

Voorbeeld resultaten (optioneel)

Hier kan een overzicht komen van de verwachte grafieken, tabellen met voorbeelddata etc.

Voorbeeld van een tabel

f	V (gekozen)	B (gemeten)	1/v	1/b	1/v + 1/b	1/f