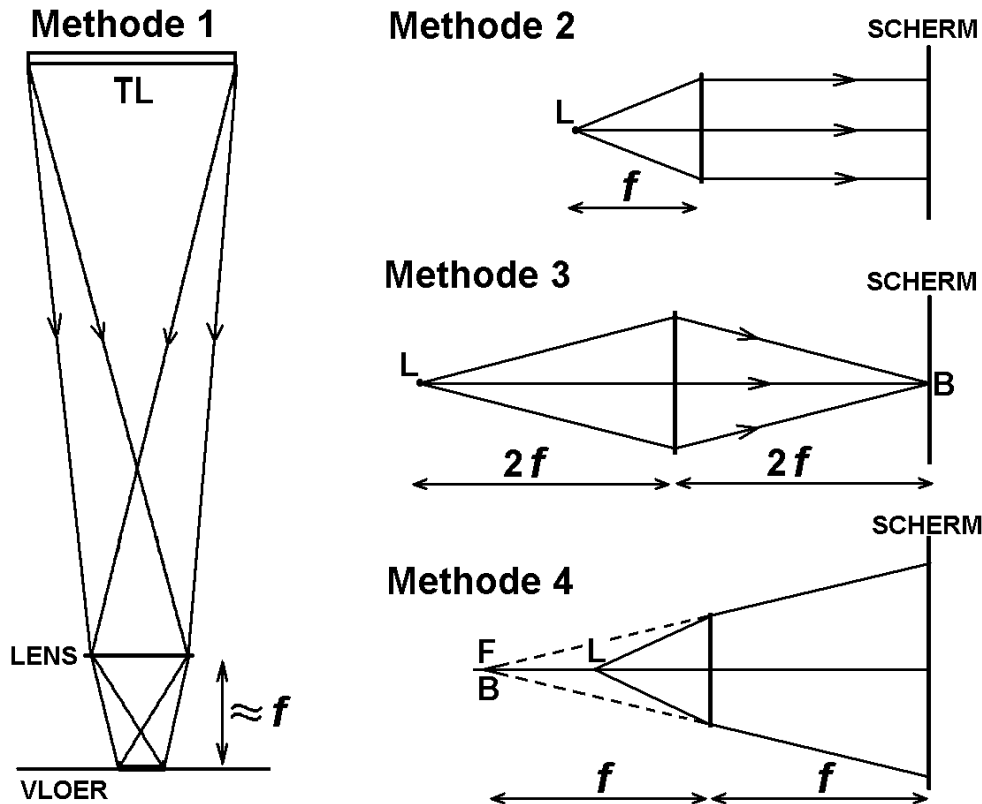


# Practicum: Brandpuntsafstand van een bolle lens

Er zijn meerdere methoden om de brandpuntsafstand ( $f$ ) van een bolle lens te bepalen. In dit practicum worden vier methoden toegepast. Zie de onderstaande figuren en beschrijvingen.



## Methode 1: beeld lamp (aan plafond) af op vloer

Houd de te onderzoeken (bolle) lens recht onder een lamp die aan het plafond hangt. Maak met behulp van de lens een SCHERPE afbeelding van de lamp op de vloer. Ga na dat de afstand tussen de lamp en de lens veel groter is dan de afstand tussen de lens en de vloer. In dat geval is de afstand tussen de lens en de vloer bij benadering gelijk aan de brandpuntsafstand  $f$  van de lens.

$f =$  \_\_\_\_\_ cm (opmeten met een rolmaat)

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



## Methode 2: zet voorwerpspunt in brandvlak van lens

Zet de te onderzoeken lens (in een houder) op tafel. Plaats een klein fietslampje L (ook in een houder) op gelijke hoogte voor de lens. Laat het licht van L op de lens vallen. Laat de gebroken bundel op een scherm vallen. Opmerking: het lampje moet voldoende klein zijn om te kunnen spreken van een voorwerpspunt.

Verander de afstand tussen L en de lens zodanig dat er een evenwijdige bundel uit de lens treedt. In dat geval wordt de lichtvlek op het scherm niet groter of kleiner als het scherm in de richting van de bundel verschoven wordt. De brandpuntsafstand  $f$  is dan gelijk aan de afstand tussen L en de lens.

$f =$  \_\_\_\_\_ cm (opmeten met rolmaat)

Laat het bovenstaande (met opstelling) controleren voordat je verder gaat.



## Methode 3: lens precies in het midden tussen voorwerpspunt en beeldpunt

### Theorie die wordt toegepast

Als de afstand tussen een voorwerpspunt L en een bolle lens twee keer zo groot is als de brandpuntsafstand van de lens, dan is de afstand tussen het beeldpunt B en de lens ook twee keer zo groot als de brandpuntsafstand.

### Uitvoering

Maak de afstand tussen het fietslampje L en de lens zo groot dat er een convergente bundel uit de lens treedt. Plaats het scherm in het beeldpunt B van het voorwerpspunt L. Schuif nu net zolang met L en met het scherm totdat de lens precies in het midden zit tussen L en B. In dat geval is de brandpuntsafstand  $f$  één vierde deel van de afstand tussen L en B.

afstand tussen L en B is: \_\_\_\_\_ cm (opmeten met rolmaat)

$f =$  \_\_\_\_\_ cm



Laat je docent het bovenstaande (met opstelling) controleren voordat je verder gaat.

## Methode 4: voorwerpspunt precies in het midden tussen de lens en zijn brandpunt

### Theorie die wordt toegepast

Als een voorwerpspunt L precies in het midden zit tussen een bolle lens en één van zijn brandpunten F, dan valt het virtuele beeldpunt B samen met dit brandpunt.

### Hoe groot is de afstand van B tot de lens?

Omdat B een VIRTUEEL beeldpunt is, kunnen we de plaats van B alleen indirect vaststellen. Dat gebeurt als volgt. De plaats van het scherm wordt zodanig gekozen dat de diameter van de (ronde) lichtvlek op het scherm twee keer zo groot is als de diameter van de lens. Dan is de afstand tussen het scherm en de lens gelijk aan de afstand tussen B en de lens.

### Uitvoering

diameter van de lens = \_\_\_\_\_ cm (opmeten met rolmaat)

vereiste diameter van de lichtvlek op het scherm = \_\_\_\_\_ cm (= 2 x de lensdiameter)

Maak de afstand tussen het fietslampje L en de lens zo klein dat er een divergente bundel uit de lens treedt.

Schuif nu net zolang met L en met het scherm heen en weer totdat gelijktijdig aan de volgende twee voorwaarden wordt voldaan:

- \* de diameter van de lichtvlek op het scherm is twee keer zo groot als de lensdiameter.
- \* de afstand tussen scherm en lens is twee keer zo groot als de afstand tussen L en lens.

De brandpuntsafstand  $f$  is nu in grootte gelijk aan de afstand tussen het scherm en de lens.  $f =$  \_\_\_\_\_ cm (opmeten met rolmaat)

Laat je docent het bovenstaande (met opstelling) controleren.



Naam: \_\_\_\_\_ Klas: \_\_\_\_\_

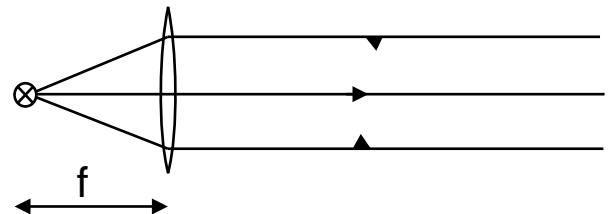
# Practicum lenzenformule

## Benodigdheden

bolle lens, lampje (+ bijbehorende voeding), scherm, rolmaat

## Bepaling van de brandpuntsafstand

Zet het lampje recht voor de lens (dus het lampje op de hoofdas van de lens). Pas de afstand tussen lampje en lens zodanig aan dat de gebroken lichtbundel evenwijdig is. Zie de figuur hiernaast. Meet nu met de rolmaat de brandpuntsafstand  $f$  van de lens. Schrijf deze hieronder op.



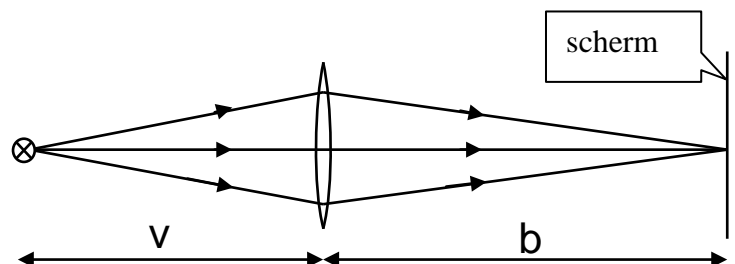
$f =$  \_\_\_\_\_ cm

Laat dit controleren voordat je verder gaat.



## Beeldvorming bij verschillende voorwerpsafstanden

In de rest van dit practicum werken we met de opstelling zoals hiernaast schematisch is afgebeeld. De voorwerpsafstand  $v$  is de afstand tussen het lampje en de lens. De beeldafstand  $b$  is de afstand tussen de lens en het scherm.



In kolom 1 van de onderstaande tabel staan de waarden van  $v$  die genomen worden. Vul de open plekken van kolom 1 in (gebruik hierbij de waarde van  $f$ ). Bepaal bij elke  $v$  de waarde van  $b$  door het scherm zodanig te verschuiven dat er een scherp beeld van het lampje op ontstaat. Schrijf de waarden van  $b$  op in kolom 2 van de tabel.

Laat kolom 1 en 2 controleren voordat je verder gaat.



$v$	$b$	$\frac{1}{v}$	$\frac{1}{b}$	$\frac{1}{v} + \frac{1}{b}$
$1,2 \cdot f =$ ..... cm	..... cm	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$
$1,5 \cdot f =$ ..... cm	..... cm	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$
$2,0 \cdot f =$ ..... cm	..... cm	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$
$3,0 \cdot f =$ ..... cm	..... cm	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$
$6,0 \cdot f =$ ..... cm	..... cm	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$	..... $\frac{1}{\text{cm}}$

## Verwerking van de meetresultaten

Bereken de reciproke (= omgekeerde) waarde van de brandpuntsafstand en schrijf deze hieronder op. Toelichting: omdat  $f$  de eenheid cm (centimeter) heeft, heeft  $1/f$  de eenheid  $1/\text{cm}$ .

$$\frac{1}{f} = \frac{\quad}{\quad} \frac{1}{\text{cm}}$$

Bereken de reciproke waarden van  $v$  en noteer deze in kolom 3 van de tabel.

Bereken de reciproke waarden van  $b$  en noteer deze in kolom 4 van de tabel.

Bereken de waarden van  $\frac{1}{v} + \frac{1}{b}$  en noteer deze in kolom 5 van de tabel.

Laat dit controleren voordat je verder gaat.



## Conclusies

Uit de kolommen 1 en 2 van de bovenstaande tabel volgt dat als de voorwerpsafstand groter wordt, de beeldafstand \_\_\_\_\_ (vul in: groter of kleiner) wordt.

Uit de kolommen 1 en 2 van de bovenstaande tabel volgt ook dat als het lampje en het scherm verwisseld zouden worden, er weer een scherp beeld van het lampje op het scherm zou ontstaan. Leg hieronder uit hoe dat uit de tabel blijkt (of zou moeten blijken).

Kijk alleen naar kolom 5 van de tabel. Wat valt je op over de waarden van  $\frac{1}{v} + \frac{1}{b}$ ?

Wat kun je nog meer over de waarde van  $\frac{1}{v} + \frac{1}{b}$  opmerken?

Laat dit controleren.



# Practicum: kwalitatief onderzoek van beelden die gemaakt zijn met een bolle lens

Elk groepje van twee leerlingen ontvangt een bolle lens (brandpuntsafstand van 5 cm) en een stuk fijn matglas.

## Proef 1

Kijk door de lens naar de overkant van de straat.

- Ga na dat het beeld van de overkant op zijn kop staat.
- Ga na dat je dit zelfde beeld ook kunt afbeelden op matglas.
- Ga na dat dit beeld in het brandvlak van de lens ligt (dus 5 cm voorbij de lens).

## Proef 2

Leg je telefoon met beeldscherm op tafel.

Kijk door de lens naar het beeldscherm (gebruik geen matglas).

- Ga na dat het beeld bij grotere afstanden op zijn kop staat.
- Ga na dat het beeld bij kleinere afstanden rechtop staat.

## Proef 3

- Ga na dat het omslagpunt in proef 2 bij de brandpuntsafstand (5 cm) ligt.

## Proef 4

- Ga na dat een op zijn kop staand beeld wel op matglas af te beelden is.
- Ga na dat een rechtopstaand beeld niet op matglas af te beelden is.

## Proef 5

Kijk door de lens naar het beeldscherm.

Maak de afstand tussen de lens en het beeldscherm eerst iets groter dan de brandpuntsafstand. Maak de afstand tussen de lens en het beeldscherm daarna iets kleiner dan de brandpuntsafstand.

- Ga na dat de lens in beide gevallen een vergroot beeld van het scherm maakt.
- Ga na dat je hoofd in het eerste geval ver van de lens af moet staan (omdat het beeld ook ver van de lens af staat).

Naam: \_\_\_\_\_ Klas: \_\_\_\_\_

# Practicum lineaire vergroting (met behulp van reële beelden)

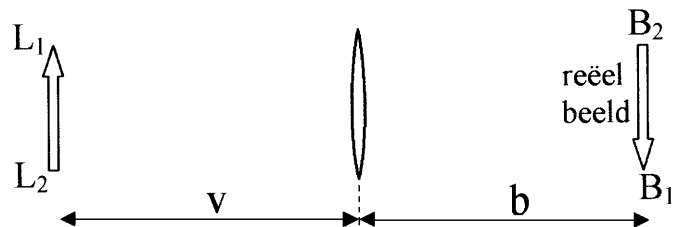
## Benodigheden

bolle lens (gemonteerd op statief), gloeidraad (gemonteerd op statief), scherm, rolmaat. De brandpuntsafstand (symbool  $f$ ) van de lens wordt door de docent gegeven. Deze waarde wordt op de achterkant van dit blad opgeschreven (bovenaan).

## Inleiding

In dit practicum wordt de lengte van een gloeidraad bepaald. Dat wordt gedaan door de gloeidraad voor een bolle lens te plaatsen en de gloeidraad op een scherm af te beelden. Uit de lengte van het beeld van de gloeidraad kan dan de lengte van de gloeidraad zelf berekend worden.

In de figuur hiernaast stelt pijl  $L_1L_2$  de gloeidraad voor en pijl  $B_1B_2$  het beeld van de gloeidraad. De letters  $v$  en  $b$  zijn respectievelijk de voorwerpsafstand en de beeldafstand.



De lengte van de gloeidraad wordt met twee opstellingen bepaald. In de eerste opstelling is de voorwerpsafstand tamelijk groot. In de tweede opstelling is de voorwerpsafstand tamelijk klein. Zie de achterkant van dit blad waarop het practicum verder is uitgewerkt.

Het practicum heeft drie onderdelen.

1)

Het eerste deel is zuiver theoretisch. Voor beide opstellingen wordt berekend hoe groot de beeldafstand  $b$  en de lineaire vergroting  $N$  is.

2)

In het tweede deel wordt de lengte van de gloeidraad bepaald met de eerste opstelling.

3)

In het derde deel wordt de lengte van de gloeidraad bepaald met de tweede opstelling.

## Berekening van beeldafstanden en vergrotingen

De brandpuntsafstand van de lens is:  $f =$  \_\_\_\_\_ cm.

In de onderstaande tabel staat aangegeven hoeveel keer de voorwerpsafstand groter is dan deze brandpuntsafstand. Vul nu de tabel verder in.

	<b>v</b>	<b>v</b> <b>(in cm)</b>	<b>b</b> <b>(in cm)</b>	<b>N</b>
Eerste opstelling	$6,0 \cdot f$			
Tweede opstelling	$1,2 \cdot f$			

Laat dit controleren voordat je verder gaat.

### De eerste opstelling

Bouw de eerste opstelling.

Verschuif het scherm zonedig iets om een scherp beeld van de gloeidraad te krijgen. Meet met een liniaal of rolmaat op hoe groot het beeld van de gloeidraad is.

$B_1B_2 =$  \_\_\_\_\_

Bereken hieruit de lengte van de gloeidraad.

$L_1L_2 =$  \_\_\_\_\_

Laat dit (inclusief opstelling) controleren voordat je verder gaat.

### De tweede opstelling

Bouw nu de tweede opstelling.

Verschuif het lampje zonedig iets om een scherp beeld van de gloeidraad te krijgen. Meet met een liniaal of rolmaat op hoe groot het beeld van de gloeidraad is.

$B_1B_2 =$  \_\_\_\_\_

Bereken hieruit de lengte van de gloeidraad.

$L_1L_2 =$  \_\_\_\_\_

Met welke opstelling kan de lengte van de gloeidraad ( $L_1L_2$ ) nauwkeuriger bepaald worden? Met de eerste of de tweede opstelling? Leg je antwoord uit.

Laat dit (inclusief opstelling) controleren.



Naam: \_\_\_\_\_ Klas: \_\_\_\_\_

# Practicum lineaire vergroting

## Benodigdheden

bolle lens (gemonteerd op statief), gloeidraad (gemonteerd op statief), scherm, rolmaat. De brandpuntsafstand van de lens wordt door de docent gegeven.

## Inleiding

In dit practicum wordt de lengte van een gloeidraad bepaald. Dat wordt gedaan door de gloeidraad voor de lens te plaatsen en de lengte van het bijbehorende beeld op te meten. Uit de lengte van het beeld kan dan de lengte van de gloeidraad berekend worden.

De lengte van de gloeidraad wordt met twee opstellingen bepaald. Zie de figuren hiernaast.

In de eerste opstelling is de voorwerpsafstand groter dan de brandpuntsafstand van de lens en ontstaat er een reëel beeld van de gloeidraad.

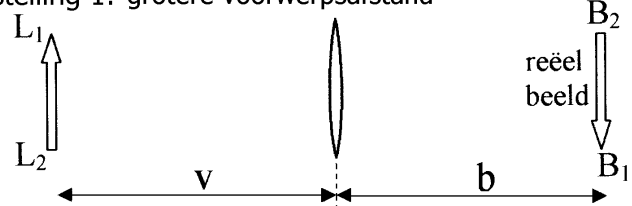
In de tweede opstelling is de voorwerpsafstand kleiner dan de brandpuntsafstand van de lens en ontstaat er een virtueel beeld van de gloeidraad.

Het practicum heeft vier onderdelen.

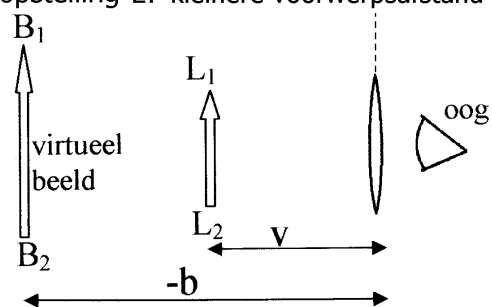
Het eerste deel is zuiver theoretisch. Bij

beide voorwerpsafstanden wordt de beeldafstand en de lineaire vergroting berekend. In het tweede deel wordt de lengte van de gloeidraad bepaald met de eerste opstelling. In het derde en vierde deel wordt de lengte van de gloeidraad bepaald met de tweede opstelling.

opstelling 1: grotere voorwerpsafstand



opstelling 2: kleinere voorwerpsafstand



## Deel 1: berekening van beeldafstanden en vergrotingen

De brandpuntsafstand van de lens is:  $f =$  \_\_\_\_\_ cm.

In de onderstaande tabel staat aangegeven hoeveel keer de voorwerpsafstand groter is dan deze brandpuntsafstand. Vul nu de tabel verder in door middel van berekeningen (nog geen metingen dus).

	$v$	$v$ (in cm)	$b$ (in cm)	$N$
Eerste opstelling	$1,2 \cdot f$			
Tweede opstelling	$0,75 \cdot f$			

Laat dit controleren voordat je verder gaat.



## Deel 2: reëel beeld van de gloeidraad

Bouw de eerste opstelling.

Ga hierbij uit van de voorwerpsafstand en beeldafstand in de tabel. Als alles klopt, moet je nu een scherp beeld van de gloeidraad op het scherm krijgen. Zo niet, verschuif het lampje dan zodanig dat er toch een scherp beeld ontstaat. Meet met een liniaal of rolmaat op hoe groot het beeld van de gloeidraad is.

$$B_1B_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Bereken hieruit de lengte van de gloeidraad.

$$L_1L_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Laat dit (inclusief opstelling) controleren voordat je verder gaat.



## Deel 3: virtueel beeld van de gloeidraad

Bouw de tweede opstelling.

Kijk door de lens in de richting van de gloeidraad. Je ziet dan het virtuele beeld van de gloeidraad.

Zet het scherm op de plaats van het beeld van de gloeidraad. De plaats van het beeld volgt uit de beeldafstand die in de tabel staat.

Laat dit controleren voordat je verder gaat.



## Deel 4: virtueel beeld van de gloeidraad (vervolg)

Kijk met één oog gelijktijdig door en langs de lens. Houd hierbij het andere oog dicht en beweeg je hoofd niet. Maak de afstand tussen je oog en de lens eventueel wat groter.

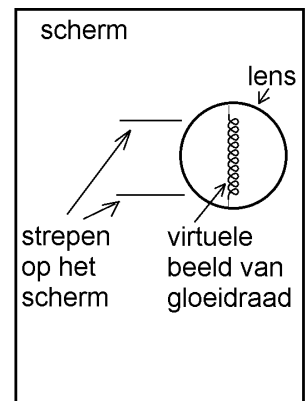
Zet twee merkstreepjes op het scherm ter hoogte van de bovenkant en onderkant van het beeld van de gloeidraad. Zie bijvoorbeeld de figuur hiernaast. Meet met een liniaal of rolmaat de afstand tussen beide merkstreepjes op.

$$B_1B_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Bereken hieruit de lengte van de gloeidraad.

$$L_1L_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Laat dit (inclusief opstelling) controleren.



## Beoordeling

Elk van de vier onderdelen beoordelen als:

g (= goed = 8) bij 0 strafpunten

v (= voldoende = 6) bij 1 strafpunt

o (= onvoldoende = 4) bij 2 of meer strafpunten.

Schrijf in elk vierkantje een g, v of o.

Aan het einde van het practicum kan het eindcijfer bepaald worden. Dit eindcijfer is het gemiddelde van de vier cijfers. In principe kan een leerling dus maximaal een 8 en minimaal een 4 halen. Goede leerlingen kunnen hiervan echter de dupe worden Als een leerling voor het practicum een 8 heeft gehaald en zijn voortschrijdende gemiddelde hoger dan een 8 is, wordt het practicumcijfer naar boven bijgesteld.

### Deel 1

Als  $f = 10$  cm geldt:

	<b>v</b>	<b>v</b> <b>(in cm)</b>	<b>b</b> <b>(in cm)</b>	<b>N</b>
Eerste opstelling	$1,2 \cdot f$	12	60	5
Tweede opstelling	$0,75 \cdot f$	7,5	-30	4

Per foute b: 1 strafpunt.

Per foute N (let op: deze moet altijd positief zijn): 1 strafpunt

Bij consequent doorrekenen van N na foute b: niet nogmaals afstraffen

### Deel 2

Als de beeldafstand in de opstelling ongelijk is aan de beeldafstand in de tabel: 1 strafpunt

Als  $B_1B_2$  fout gemeten is: 1 strafpunt

Als  $L_1L_2$  verkeerd berekend is: 1 strafpunt

### Deel 3

De voorwerpsafstand is niet volgens de tabel ingesteld: 1 strafpunt

De beeldafstand is niet volgens de tabel ingesteld: 1 strafpunt

### Deel 4

De merkstreepjes staan niet op de juiste hoogte: 1 strafpunt

Als  $B_1B_2$  fout gemeten is: 1 strafpunt

Als  $L_1L_2$  verkeerd berekend is: 1 strafpunt