Cornelsen Experimenta

# Optica 2.0

## Setul elevului

**Propagarea luminii și formarea umbrelor**

**Reflecția în oglindă**

**Razele luminii pe o oglindă curbată**

**Refracția și reflexia totală**

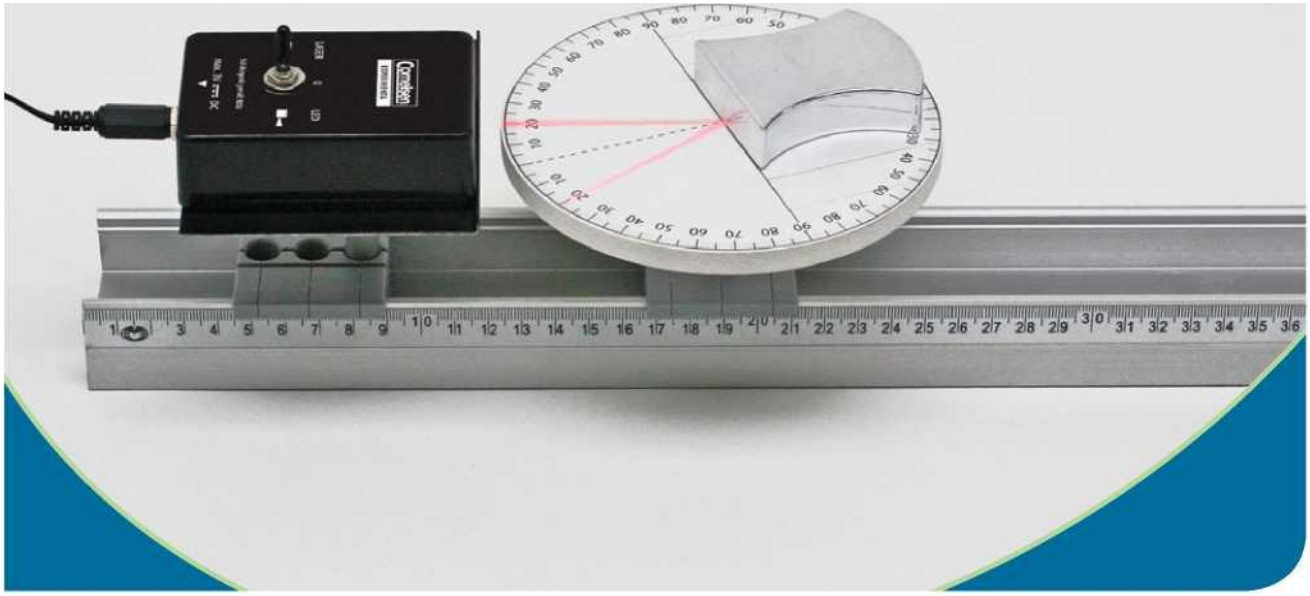
**Distanța focală a unei lentile convergente**

**Fasciculele de lumina pe lentilele concave și convexe**

**Ecuația lentilei**

**Dispersia luminii albe**

**Instrumente optice**



Cornelsen

**© 2019 Cornelsen Experimenta, Berlin – Toate drepturile rezervate**

**Acest material și părțile lui sunt protejate de drepturi de autor.**
**Orice utilizare decât în circumstanțele prevăzute de lege necesită acordul prealabil scris al Cornelsen Experimenta. Observație cu privite la secțiunile 60a, 60b Legea germană cu privire la drepturile de autor – Nici lucrarea, nici părțile sale nu pot fi reproduse, copiate sau scanate, diseminate sau plasate într-o rețea, sau puse la dispoziția publicului sau reproduse în alt mod, în școli sau în mediile educaționale și didactice (secțiunea 60b alin 3. UrhG) fără un astfel de consimțământ. Acest lucru se aplică și intranetelor școlare.**

**Copiile master pot fi reproduse în cantitatea necesară pentru utilizarea proprie a predării**

**Nu ne asumăm nicio răspundere pentru pierderile cauzate de utilizarea neaprobată a materialelor.**

# Setul elevului Optica 2.0

**Numărul 47530**

## Cuprins


Plan de depozitare / rezumatul pieselor ..... 4, 5
Instrucțiuni pentru configurarea experimentelor ..6
Instrucțiuni pentru lampa studentului .....7

**1 Optica razelor**

Descrierea experimentelor, fișe de lucru și subiecte..... 8

1.1 Lumină și umbră .....8
1.2 Legea reflexiei.....11
1.3 Oglinzi curbate..... 13
1.4 Legea refracției a lui Snell ..... 15
1.5 Principiul lui Fermat.....18
1.6 Refracția și refracția totală în apă. .....21
1.7 Exerciții: Refracția ..... 24
1.8 Traseul luminii prin lentile .....26
1.9 Lungimea focală a unei lentile convergente 28
1.10 *Lentile 2D..... 28*
1.11 *Lens on optical bench..... 28*
1.12 Formarea unei imagini de către o lentil convergentă. ..... 32
1.13 Ecuația lentilei..... 34
1.14 Instrumente optice.....37
1.15 *a Telescoape terestre..... 37*
1.16 *b Telescoape astronomice ..... 38*
1.17 *c Proiectoare..... 38*
1.18 *d Microscoape optice..... 39*
1.19 Lumină și culoare..... 42

For all *Wave optics* experiments

**2 Optica undelor**

Descrierea experimentelor, fișe de lucru și subiecte .....44

2.1 Interferența cauzată de un grilaj ..... 44
2.2 Polarizarea ..... 47
2.3 Efectele polarizării ..... 50
2.4 *a Polarizarea datorată reflexiei (unghiul lui Brewster)..... 50*
2.5 *b Birefrigența datorată tensiunii. ..... 50*
2.6 *c Polarizareea cromatică (ecrane LCD) .. 53*
2.7 LED-uri și lasere - coerență, polarizare și monocromaticitate..... 54

Worksheet for measurements ..... 56


## Declarație de conformitate

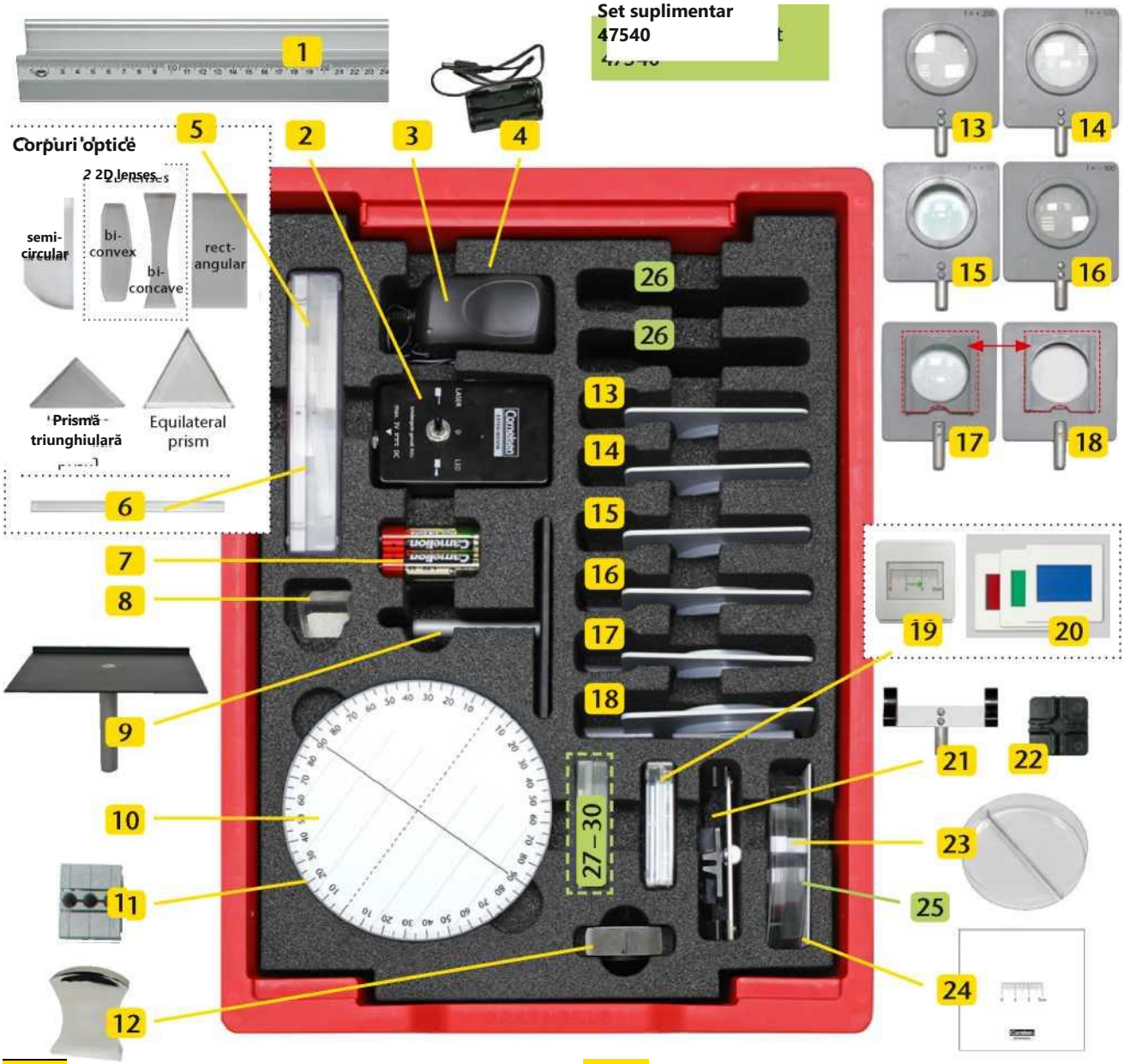
Această declarație confirm că produsul „Setul elevului, Optica 2.0 (nr. 47530), este în conformitate cu stipulațiile standardelor europene EN 50 081-1 (EMC).

Cornelsen Experimenta - Berlin, 22.05.2017



Nicolas Domann
Director General

# Plan de depozitare/ rezumatul pieselor *Optica 2.0* (47530) Setul studentului *Optica 2.0*

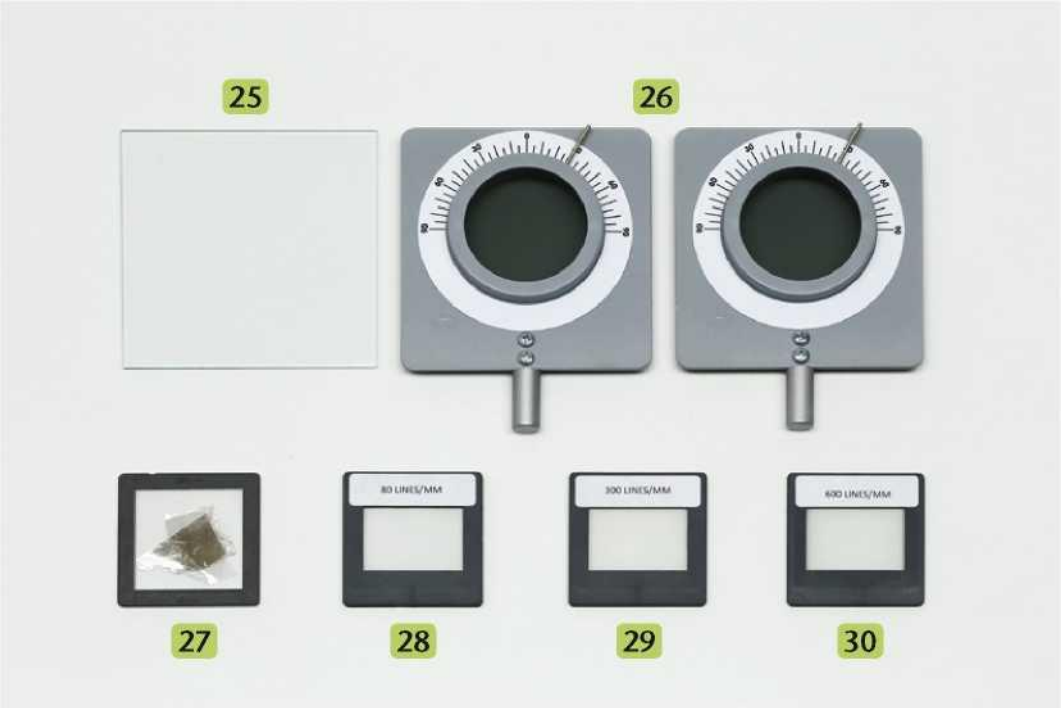



| Fig. no. | . | Cant. Item. Descriere | Număr. |
|---|---|---|---|
| — | 1 | Instrucțiuni pentru set | 475306 |
| — | 1 | Plan de stocare al setului | 4753036 |
| 1 | 1 | Șină profilată, aluminiu, 500 mm | 40810 |
| 2 | 1 | Lampa studentului- sursă LED/laser | 47535 |
| 3 | 1 | Alimentare plug-in | 68534 |
| 4 | 1 | Suport de baterie | 475351 |
| 5 | 1 | Set de 6 corpuri optice | 47510 |
| 6 | 1 | Tijă de plexiglas | 47511 |
| 7 | | Baterii AA, 1.5 V, alcaline, set of 4 | 51904 |
| 8 | 1 | Prismă, echilateral, 3 x60° | 47241 |
| 9 | 1 | Platformă pentru lampă | 47536 |
| 10 | 1 | Platformă măsurătoare | 47512 |
| 11 | 5 | Glisoare cu clemă | 40820 |
| 12 | 1 | Oglindă universală | 47094 |

| Fig. no. | Cant. Item. Descriere | Număr. |
|---|---|---|
| 13 | 1 Lentilă, biconvexă, *f* = +200 mm | 47136 |
| 14 | 1 Lentilă, biconvexă, *f* = +100 mm | 47135 |
| 15 | 1 Lentilă, biconvexă, *f* = +50 mm | 47134 |
| 16 | 1 Lentilă, biconcavă, *f* = -100 mm | 47138 |
| 17 | 1 Lentila condensatorului | 475151 |
| 18 | 1 Deschideri și suport pentru diapozitive | 47517 |
| 19 | 1 Scală glisantă | 47410 |
| 20 | 1 Filtru de culori- culori primare- roșu, verde, albastru | 47045 |
| 21 | 1 Suport pentru ecran și oglindă | 47256 |
| 22 | 1 Stativ, negru | 13707 |
| 23 | 1 Placă Petri cu creastă centrală | 17715 |
| 24 | 1 Ecran, alb, cu scală | 13733 |

**Necesar adițional:**
Corpuri opace (ascuțitoare, radieră etc.) riglă (30 cm), apă

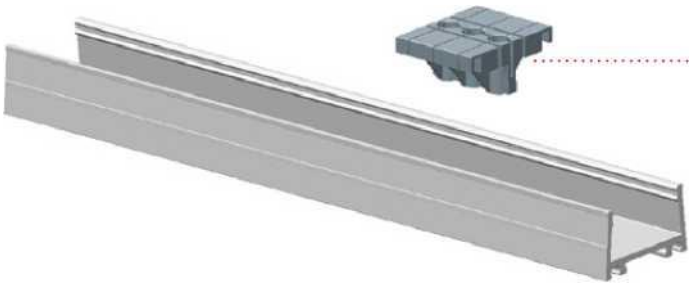

© Cornelsen Experimenta



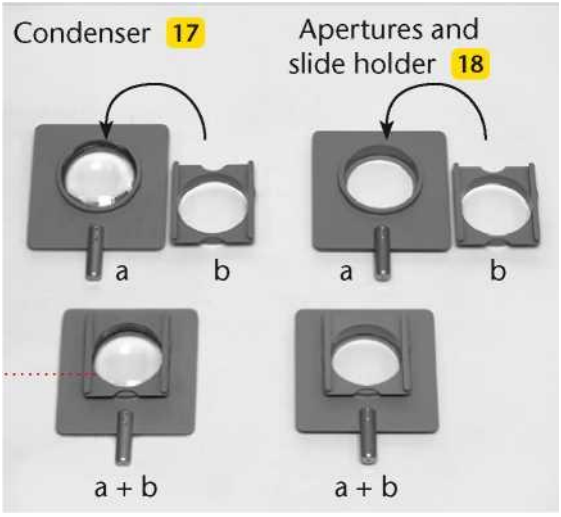

| Fig. no. | Cantitate, obiect, descriere | Număr. |
|---|---|---|
| 25 | 1 Ecran, sticlă | 47065 |
| 26 | 1 Pereche de filtre de polarizare cu scară | 47282 |
| 27 | 1 Felie de ,,mică'' în cadru glisant | 47407 |
| 28 | 1 grating, 80 lines / mm | 47285 |
| 29 | 1 grating, 300 lines / mm | 47282 |
| 30 | 1 grating, 600 lines / mm | 47283 |

**Clemele glisante pot fi poziționate oriunde pe șină. Rolul lor este de a acomoda și fixa tijele. Cei trei găuri ale clemei reprezintă fiecare un alt mod de a fixa tija. Orice support ați allege, asigurați-vă că tija este bine fixate în clemă.**

**.**



**Deschiderile și suportul de culisare 18 și condensatorul 17 cu deschiderile și suportul de glisare sunt compuse din două părți (a și b).**
**Suportul (b) este furnizat o singură dată în fiecare cutie și poate fi schimbat între părțile 17 și 18, după cum este necesar.**





© Cornelsen Experimenta

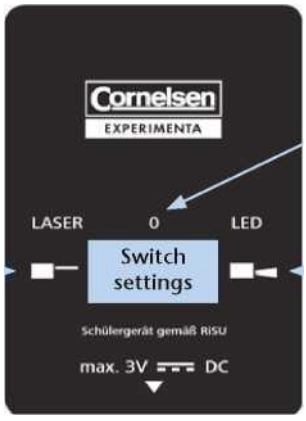
## Note privind pericolele utilizării sursei de lumină

**Sursa de lumina emite fie lumina LED alba, fie un laser roșu. Este posibil să selectați ce tip de fascicul luminos doriți ca aparatul să emită. Ambele tipuri de lumina sunt certificate în cea mai mica clasă de protecție pentru tipul lor, fiind astfel în conformitate cu grupul de risc RG0 conform DIN EN 62471 și clasa de protecție laser-1 conform DIN EN 60825.**

- **Operarea sursei de lumina de către elev nu necesită supravegherea unui profesor.**
- **Zonele în care se desfășoară experimentele nu trebuie să fie etichetate cu semne de avertizare ce atenționează folosirea laserelor.**
- **Utilizarea componentelor optice auxiliare (precum lupe, lentile convergente etc.) este permisă.**

**Cornelsen recomandă informarea elevilor cu privire la riscurile pe care utilizarea eronată a laserelor o poate avea asupra ochilor acestora. Elevilor le este interzis să se uite direct în sursa de lumina, indiferent dacă aceasta emite lumina LED sau fasciculul laser, chiar dacă acest lucru este permis de către legislația europeană în vigoare, atunci când distanța este mai mare de 50mm.**

*** Acest certificat poate fi solicitat la info@comelsen-expenmenta.de**




**Laser**

**Oprit**

**LED**

**Alimentarea de la sursă sau cu ajutorul bateriilor**

## Instrucțiuni de folosire

Sursele de lumina necesită o alimentare DC de 3 V. Acestea pot fi alimentate fie de baterii, fie direct de la sursa de alimentare furnizată. Comutatoarele vă permit să schimbați între emiterea de lumina LED și emiterea laserului.

Aparatul emite laserul la capacitate maximă doar la temperaturi sub 40 °C. Atunci când comutați sursa de lumina din modul LED în modul laser, este necesar să fiți atenți și să planificați timp de 5 minute de răcire pentru ca ledul să ajungă la temperatura camerei.

Lămpile în sine și totodată bateriile sunt magnetice, astfel încât lampa poate fi așezată pe o tablă metalică.

## 1.1 Lumină și umbră

**Puteți utiliza laserul și lumina LED împreună cu foaia de lucru ce însoțește lampa pentru a investiga formarea umbrelor cu ajutorul modelelor de raze de lumină.**

***Foaia de lucru- lumina și umbră***



### Echipament

**Sursa de lumină ..... 2**
**Necesar adițional: Riglă (30 cm)**
**Obiecte cu ajutorul cărora să formați umbre (radieră, , ascuțitoare etc.)**

### Procedură experimentală

**La începutul acestui experiment introductiv, elevilor ar trebui să le fie ținută o prelegere referitoare la siguranță. Deși ambele surse de lumina sunt certificate conform criteriilor de siguranță și pot fi folosite de elevi, privirea directă la o rază laser sau chiar la un LED trebuie evitată. Un panou informativ cu un avertisment adecvat este tipărit pe foaia de lucru și este potrivit pentru utilizarea în instrucțiuni.**
**Când treceți din modul LED în modul laser, trebuie remarcat faptul că laserul își dezvoltă luminozitatea complete doar la temperaturi sub 40° C.**
**Procedura experimentală începe cu poziționarea unui corp opac pe foaie.**

### Concluzii

**Acest experiment se concentrează pe descoperirea faptului că lumina se propagă în linii drepte și astfel formează umbre. În timp ce LED-ul reprezintă o aproximare foarte bună a unei surse de lumina punctuale, fasciculul de lumina îngust de la un laser poate fi tratat ca o rază de lumina. Comutarea dintre cele două surse de lumina oferă deci cerințele optime pentru derivarea experimentală a modelului de raze optice.**
**Observarea umbrelor ne face să înțelegem că umbrele proiectate devin mai mari atunci când corpul care le produce se apropie de sursa de lumină.**
**Deoarece LED-ul nu este de fapt un singur punct, ci acoperă o anumită zonă, umbrele devin mai puțin definite pe măsură ce distanța de la sursa de lumina scade.**

**Dacă opacitatea este determinată ca fiind o proprietate a corpurilor, este recomandat să repetați experimentul și cu obiecte transparente sau semi-transparente. De asemenea, elevii pot forma grupe pentru a observa formarea umbrelor atunci când un corp este luminat de mai multe surse de lumina.**


© Cornelsen Experimenta

Ph
Optics

# Lumină și umbră

Nume

Date

***„Unde este multă lumină, umbra este mai neagră"*. Acest citat îi aparține poetului german J. W. Goethe, care de asemenea a condus pe cont propriu cercetări științifice despre proprietățile luminii. Deși acest citat se referă la un context diferit, mai mult artistic decât academic, principiu fizic din spatele acestuia este interesant în sine.**

**Sursele de lumina din set produce două tipuri de lumina, pe care le puteți folosi pentru a cerceta formarea umbrelor.**



**Definiție:**



**Acest semn este un avertisment împotriva luminii puternice laser. O astfel de lumina poate provoca leziuni ale țesutului biologic, în special a ochilor.**

**Lampa dumneavoastră nu este periculoasă nici în modul laser, nici în modul LED, motiv pentru care acest semn nu apare pe lampă sau pe vreunul dintre echipamentele experimentale însoțitoare.**

**Cu toate acestea, ar trebui să evitați în continuare să priviți în laser sau în fasciculul LED, sau să iluminați ochii altor elevi.**

**<u>Tipurile de lumina propagate de sursă (Led/laser)</u>**

***Operarea laserului***

**Lampa dumneavoastră emite un fascicul laser roșu, compus din lumina roșie ,,strâns legată''**



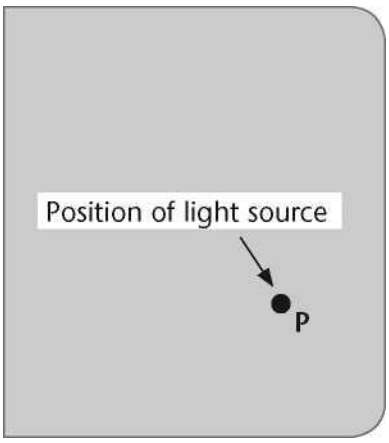
***Operarea luminii LED***

**Lampa dumneavoastră emite un con de lumina alba, la fel ca o lanternă.**



**Procedură:**

- **Așezați orice obiect din penarul dumneavoastă pe suprafața indicată, pentru ca acesta să producă o umbră.**
- **Obiectul urmează să fie iluminat din punctul P. Urmăriți marginile obiectului și desenați/ trasați linii în zona în care considerați dumneavoastră că va fi produsă umbra.**
- **Verificați contururile umbrei preconizate de dumneavoastră utilizând fasciculul laser.**
- **Poziționați lampa ca în desen. Comutați lampa pe modul LED și verificați dacă umbra rezultată este asemănătoare cu cea preconizată de dumneavoastră.**
- **Repetați experimentul utilizând alte obiecte din penarul dumneavoastră.**



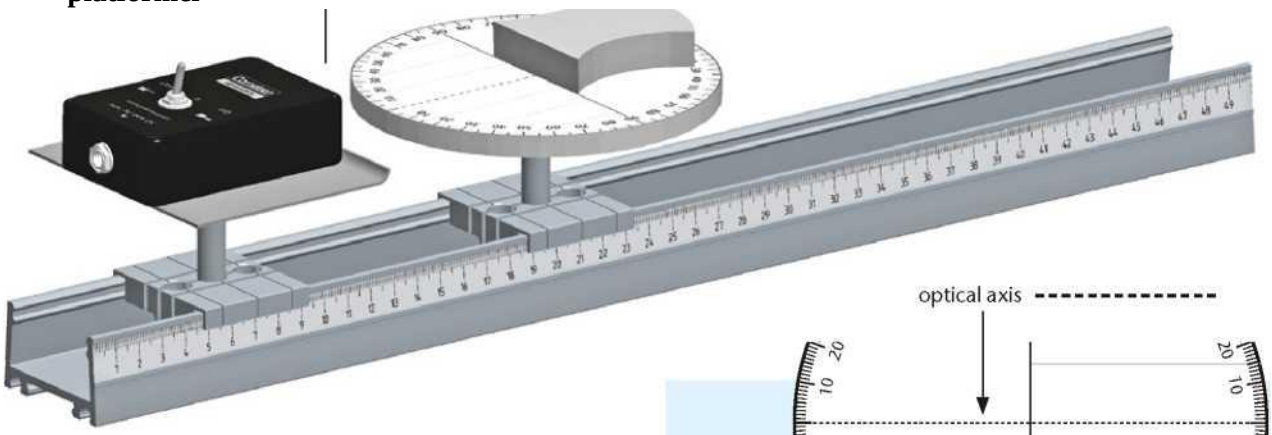

**Concluzii:**

1. **Descrieți cum ați putea determina poziția unei surse de lumina în funcție de umbra pe care aceasta o produce.**
2. **Explicați cum dimensiunea unei umbre depinde de distanța dintre obiect și sursa de lumina ce produce umbra.**

## 1.2 Legea reflexiei – Configurarea experimentului

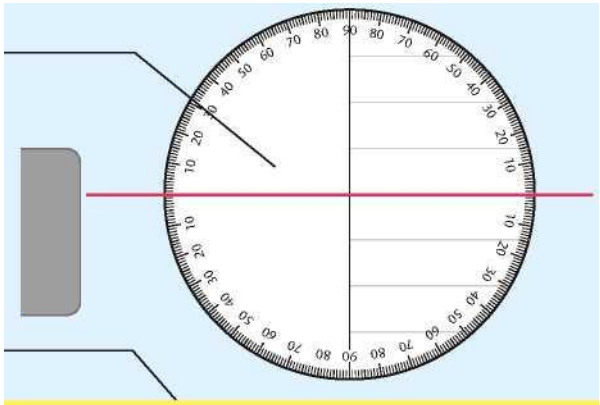
| Echipament necesar | |
|---|---|
| Șină profilată | 1 |
| Lampa studentului | 2 |
| Platforma pentru lampă | 9 |
| Platforma măsurătoare | 10 |
| Glisoare cu clemă (2 x) | 11 |
| Prismă | 12 |

**Setați lampa la marginea platformei**



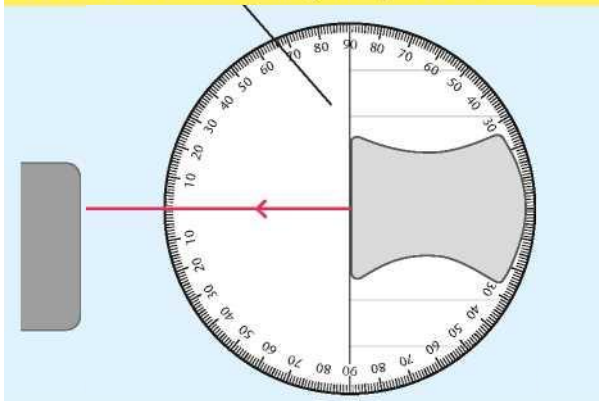


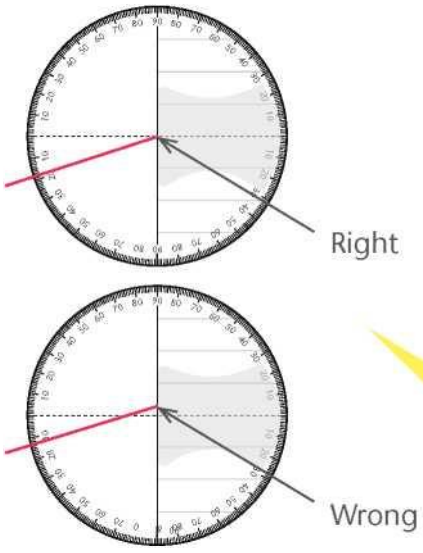

**Alegeți o distanță adecvată între platforma de măsurare și lampă, astfel încât întregul ax optic să fie iluminat.**



**Prisma este aliniată cu partea sa plană de-a lungul diametrului, astfel încât aceasta să fie perpendicular pe linia punctată, de-a lungul axei optice (ca în imagini)**

The laser beam should be perpendicular to the mirror's surface and be reflected along the optical axis.






**Aveți grijă când măsurați**

**Laserul trebuie să lovească cu precizie centrul prismei.**


© Cornelsen Experimenta

Ph

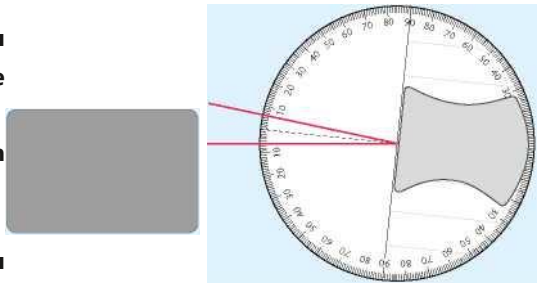
## 1.2 Legea reflexiei

**Legea refelxiei trebuie să fie determinate și investigată folosind laserul**

***Legea reflexiei – fișa de lucru***

### Procedură experimentală

**Experimentul implică apoi rotirea platformei de măsurare pentru a modifica unghiul de incidență $a$. Pentru fiecare nou unghi de incidență, unghiul de reflexie $a'$ trebuie măsurat.**
**Ar trebui ă puteți verifica dacă prisma este situate correct prin calcularea primei pereche de rezultate.**



**Alternativ, acest experiment poate fi efectuat pe fișa de lucru (vezi pagina 56).**

**Normala ----------**

### Concluzii

**Măsurătorile indică legea reflexiei**

$$a = a'.$$

**Legea reflexiei este valabilă pentru fiecare parte a prismei. Acest lucru poate fi demonstrate folosind suprafața curbată a prismei. Normala pentru legea reflexiei ar trebui să coincide cu normala suprafeței prismei unde laserul o atinge.**

**Dacă prisma este așezată pe o hârtie pătrată, cu partea dreaptă spre sursa de lumina, legea oglindirii poate fi demonstrată. *"O imagine în oglindă se formează la fel de departe în spatele suprafeței oglinzii pe măsură ce obiectul reflectat este în fața ei."* De asemenea, puteți observa simetria dintre obiectul original și imaginea sa în oglindă.**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***a*** | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| ***a'*** | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |


© Cornelsen Experimenta

# Legea reflexiei

Date

**Putem folosi oglinzi pentru a vedea lucruri care nu se află în raza noastră vizuală sau care sunt ascunse de alte obiecte. Pentru a alege dimensiunea și poziția potrivită a oglinzii, trebuie să știm cum se reflectă un fascicul de lumina incident.**

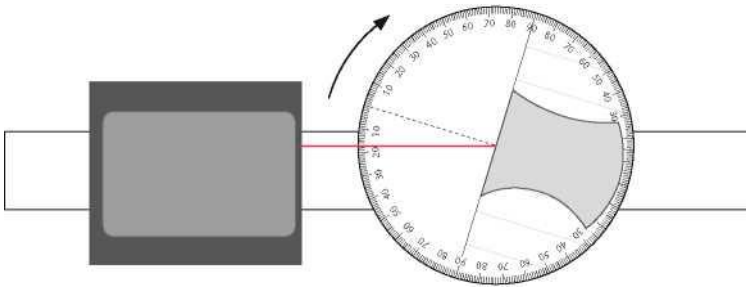


## Reflexia într-o oglindă plană

**Procedură/ măsurători:**

Â **Notați ce relație credeți că va avea loc între unghiul de incidență și unghiul de reflexie.**

Â **Configurați experimentul ca în diagramă.**



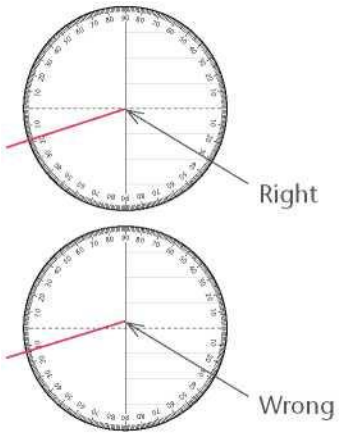
Â **Desenați raza reflectată pe diagrama de mai sus, etichetați unghiul de incidență *a*, unghiul de reflecție *a* ' și normalul.**

Â **Rotiți platforma de măsurare și măsurați unghiurile de reflexie corespunzătoare unghiurilor de incidență, de la 0° la 80°. Introduceți rezultatele în tabelul de mai jos..**

| **Unghiul de incidență *a*** | **0** | **10** | **20** | **...** | **70** | **80** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unghiul de reflexie *a*'** | | | | | | |

**Aveți grijă când măsurați!**

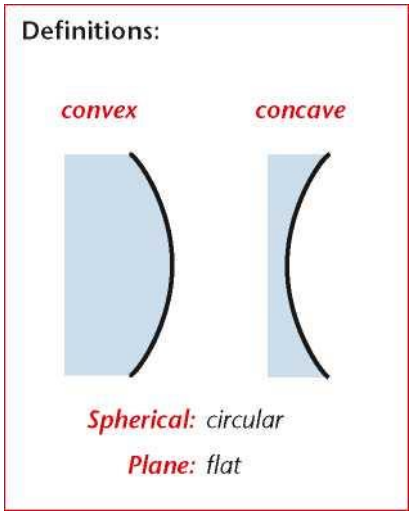
**Laserul trebuie să lovească cu precizie începutul normalei.**




**Concluzii:**

**1. Verificați dacă așteptările dumneavoastră au fost confirmate.**

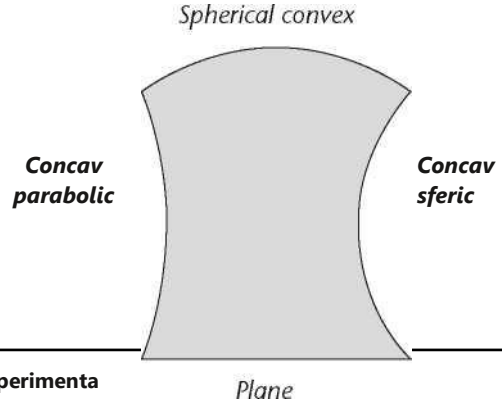
**2. Exprimați rezultatele într-o propoziție proprie și ca o formula matematică.**




## Reflecția oglinzilor curbate

**Exercițiu:**

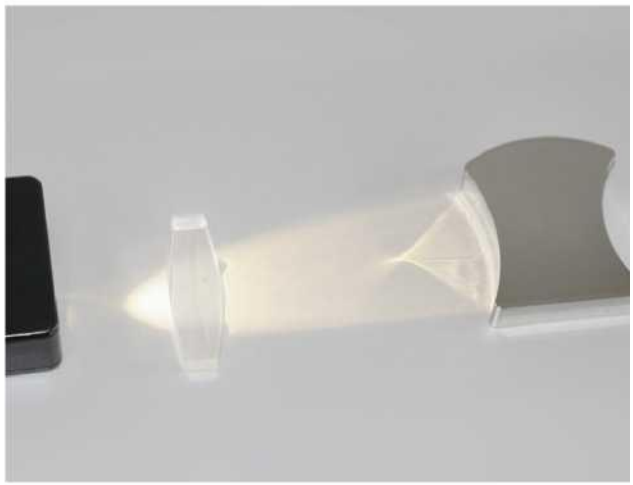
Â **Verificați dacă legea reflexiei se aplică și pentru oglinzile de următoarele forme:**



## 1.3 Curved mirrors

The light in a parallel beam is reflected by convex spherical, concave spherical and concave parabolic surfaces in a series of worksheet optics experiments.

*Curved mirrors* worksheet

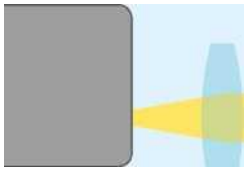


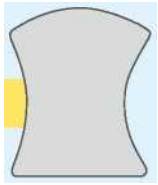
### Equipment

LED / laser student lamp ..... 2

**Lentile biconvexe 2D (in *Setul „optical bodies''*) ..... 5**

**Oglindă universală ..... 12**





**Condenser lens**

### Procedură experimentală

**Folosiți oglinzile pentru a genera un fascicul de lumina paralel. Apoi, ar trebui să verificați dacă cele trei tipuri de oglinzi fac ca lumina să covergă sau să diverge asupra reflexiei.**

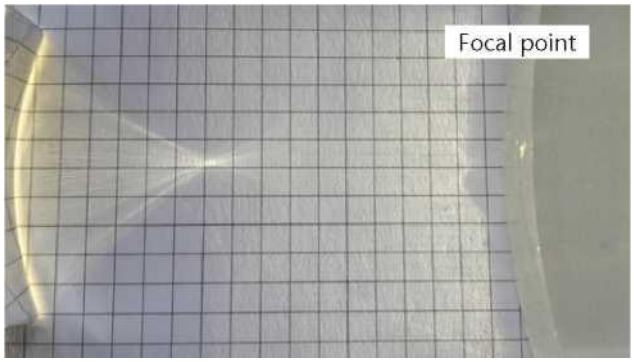
### Concluzii

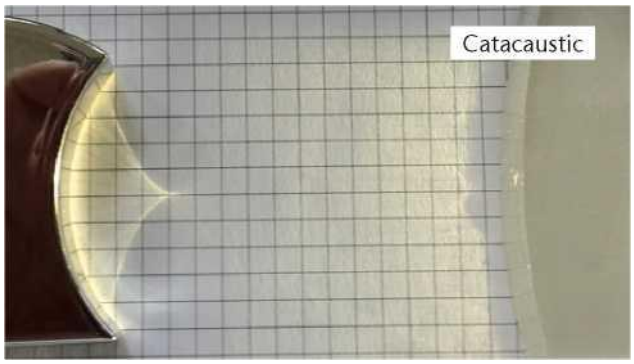
**Cele două oglinzi concave concentrează lumina în moduri diferite.**

**Pe când oglinda parabolică focusează lumina spre un punct de focus clar, oglinda sferică, concavă reflectă lumina de-a lungul unui așa-numit caustic, fără niciun punct vizibil de luminozitate maximă.**

**Formele reflecțiilor diferă, de asemenea, semnificativ. În timp ce marginile exterioare ale reflecției de la o oglindă parabolică sunt linii drepte, marginile catacausticului de la oglinda sferică sunt curbate.**

**Dacă lumina paralelă trebuie concentrate de o oglindă într-un anumit punct, atunci o oglindă parabolică este cea mai potrivită pentru acest lu**





© Cornelsen Experimenta

| Oglinzile curbate | Nume<br><br>Dată |
|---|---|

**Oglinzile curbate sunt adesea folosite pentru a face ca fasciculele de lumina paralele să converge sau să diverge. Avantajul lor față de lentile este acela că nu diminuează lumina.**

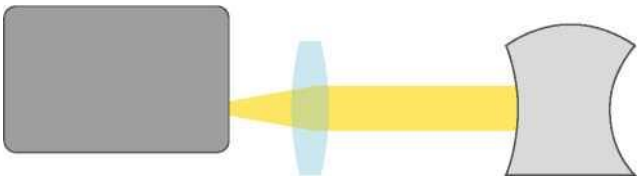


***Oglinzile curbate ajută la menținerea siguranței în trafic***

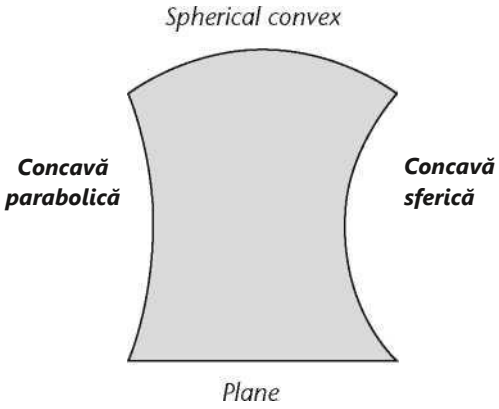
**Reflecția, utilizând oglinzile curbate**

**Procedură/ măsurători:**

Â **Generați un fascicul paralel, ca în diagramă.**

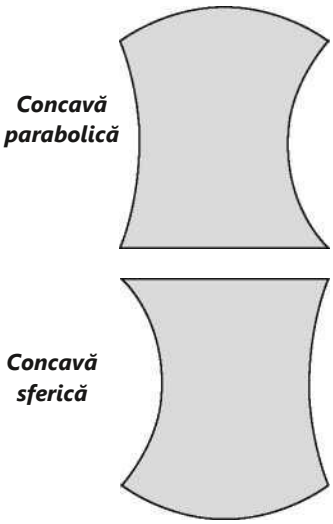


***Forma oglinzii:***




Â **Intuiți dacă cele trei suprafețe ale oglinzii vor face ca un fascicul de lumina paralel să converge sau să diverge.**

Â **Schițați observațiile dumneavoastră atât pentru oglinda concave sferică cât și pentru cea concave parabolică.**




**Concluzii:**

**1. Descrieți diferența dintre cele două observații.**

**2. Discutați care dintre cele două oglinzi este mai bună pentru concentrarea luminii.**


© Cornelsen Experimenta

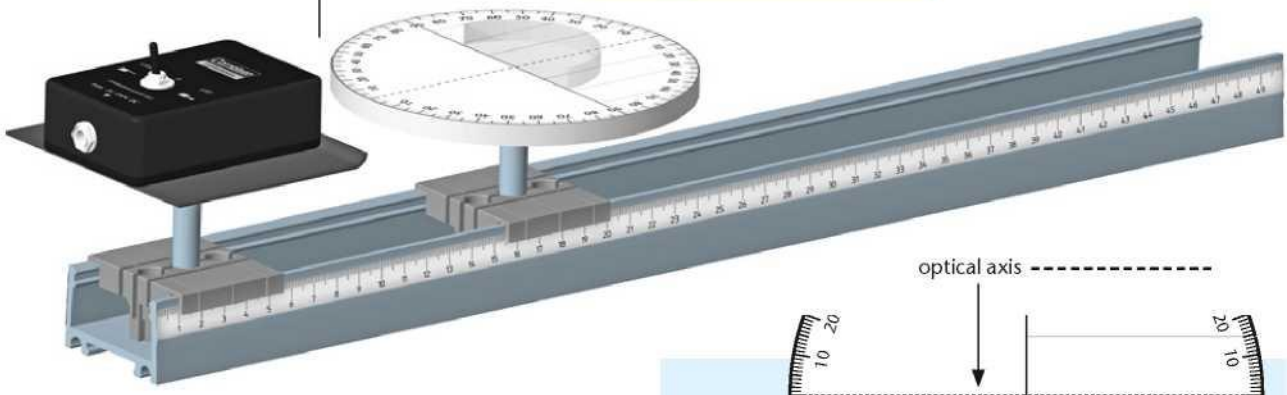
## 1.4 Refracția luminii, legea lui Snell – Configurarea experimentului

| | |
|---|---|
| Șină profilată | 1 |
| Lampă cu LED/laser | 2 |
| Lentilă din sticlă (in *Optical bodies set*) | 5 |
| Platformă pentru lampă | 9 |
| Platformă măsurătoare | 10 |
| Glisoare cu clemă (2 x) | 11 |

1 of the platform

**Poziționați lampa pe marginea platformei**

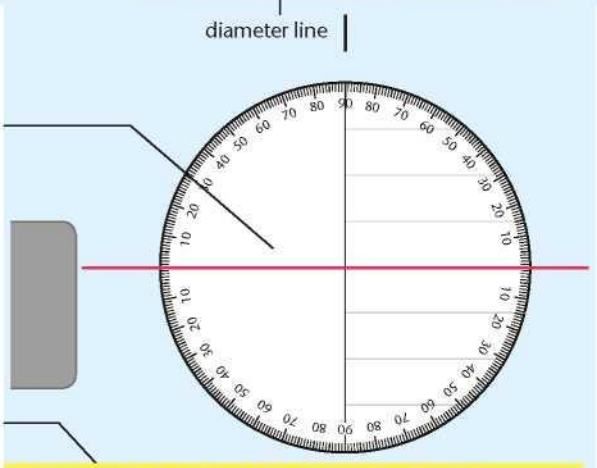
**Partea aspră a corpului trebuie să fie orientată în jos.**



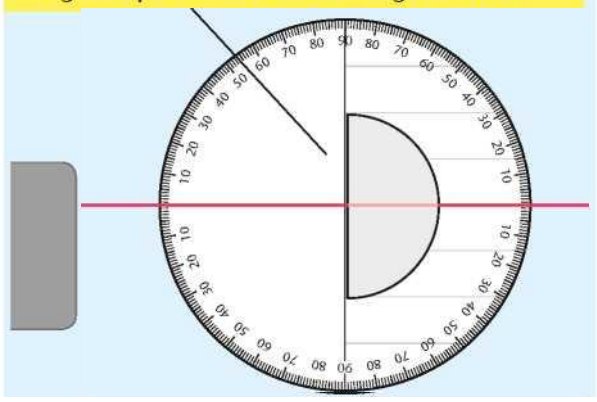


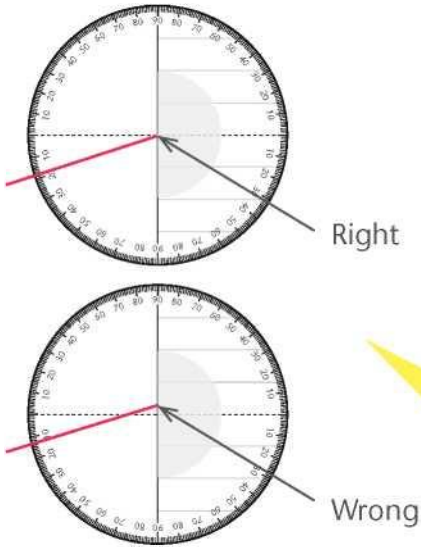

**Alegeți o distanță adecvată între platforma de măsurare și lampă, astfel încât întregul ax optic să fie iluminat.**

**Aliniați corpul semi-circular din sticlă cu partea sa dreaptă de-a lungul liniei diametrale, astfel încât suprafața plată este perpendicular liniei punctate ce marchează axa optică (Ca în imagine).**



If lamp and glass body are properly aligned, the laser will shine through the glass body wholly along the optical axis without being refracted.





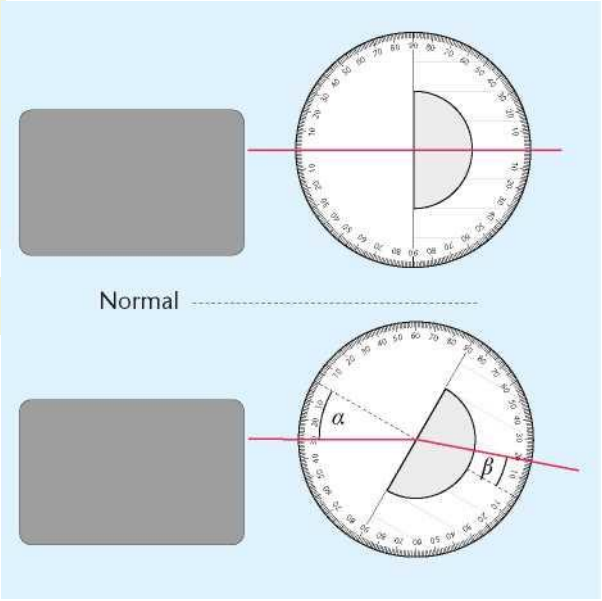

**Aveți grijă când măsurați**

**Laserul trebuie să lovească precis exact punctul din care pleacă normala.**

Ph

## I .4 Refracția luminii- legea lui Snell

**În următorul experiment veți efectua o investigația a ceea ce se întâmplă atunci când lumina se deplasează din aer în sticlă. Prin urmare, ar trebui să descoperiți legea refracției a lui Snell și să determinați experimental indicele de refracție pentru lumina care se deplasează din aer în sticlă.**




***Legea refracției a lui Snell- fișă de lucru***

### Procedură experimentală

**Experimentul presupune rotirea platformei de măsurare pentru a varia unghiul de incidență $a$ și apoi măsurarea unghiului de refracție $p$.**
**Alternativ, acest experiment poate fi realizat pe foaia de lucru de măsurare. (vezi pagina 56).**

### Concluzii

**Media coeficienților din măsurători are ca rezultat indicele de refracție**

$$n = _na_ - 1.55.$$

**Aceasta reprezintă o aproximare coerentă a raportului dintre viteza luminii în diferite medii.**

$$\frac{c_{Aer}\ 299711\ _m/s}{c_{Sticlă}\ 190000\ km/s} \quad \textbf{1-7}$$

**Legea refracției a lui Snell poate fi dedusa și din rezultate.**

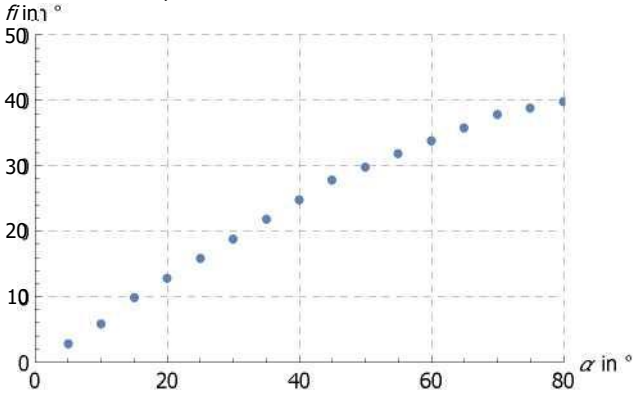
$$\frac{\sin(a)}{\sin(P)} \frac{c_1}{{}^{\circ}2 n_{1\text{-}2}}$$

**Aici aveți o comparație între apă (1 g / cm³), diamant (3.53 g / cm3), sticlă (2.5 g / cm3) și ulei de gătit (0.9 g / cm3 ce arată că nu există o astfel de relație..**

$$_\ _J_\ y\ \frac{\sin__<sk__}{n_{Air\text{-}glass}\ K\ \text{“}1\ \sin(P_{k}\ _}$$

| *a* | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *p* | 3 | 6 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 39 | 40 |
| sin (*a*) / sin (*fi*) | 1.67 | 1.66 | 1.49 | 1.52 | 1.53 | 1.54 | 1.53 | 1.52 | 1.51 | 1.53 | 1.55 | 1.55 | 1.54 | 1.53 | 1.53 | 1.53 |

Refracția luminii



# Legea refracției a lui Snell

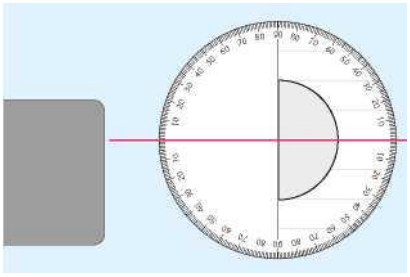
Dată

**Când o riglă este ținută sub apă, aceasta pare să se îndoaie la suprafața apei. Motivul pentru această iluzie optică este refracția luminii, pe care acest experiment o va investiga.**

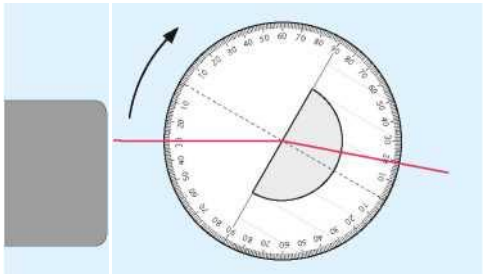


**Procedură / măsurători:**

Â **Configurați experimentul, ca în imagine**



**Corpul de sticlă trebuie așezat pe platformă astfel încât laserul să atingă sticla de-a lungul axei optice.**
**Partea aspră trebuie să fie orientate în jos.**

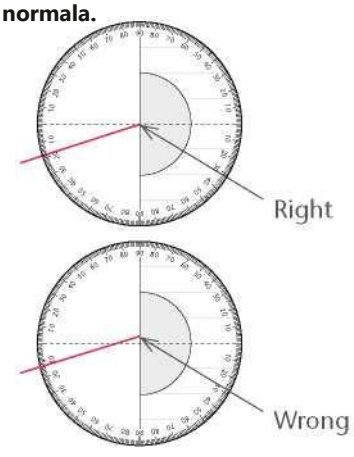


Â **În ilustrația din dreapta, etichetați unghiul de incidență $a$, unghiul de refracție $f$ și normala.**

Â **Rotiți platforma de măsurare și măsurați unghiul de refracție pentru șase unghiuri de incidență diferite. Introduceți rezultatele în tabelul de mai jos.**

**Aveți grijă când măsurați**

**Laserul trebuie să atingă exact punctul din care pornește normala.**




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unghiul de incidență *a*** | | | | | | |
| **Unghiul de refracție *p*** | | | | | | |
| **sin( *a*) / sin(*P*)** | | | | | | |

**Concluzii:**

**1. Pentru fiecare pereche de măsurători, calculați coeficientul sin ($a$) / sin ($f$) și introduceți rezultatele în al treilea rând al tabelului.**

**2. Calculați media coeficienților.**

**3. Investigați legătura dintre acest coeficient și raportul dintre viteze luminii în aer și sticlă.**

***4.* Legea refracției a lui Snell leagă sinusurile incidentului și unghiurilor refractate de viteza luminii în mediile respective. Obțineți o formula pentru această lege din rezultatele dvs. din exercițiul 3.**

**Tabelul vitezei luminii în diferite medii (*c*)**

| Mediul | *c* în km/s |
|---|---|
| Aer | 299711 |
| Apă | 225000 |
| Diamant | 125000 |
| Sticlă | 190000 |
| Ulei de gătit | 203000 |
| Vid | 299792 |

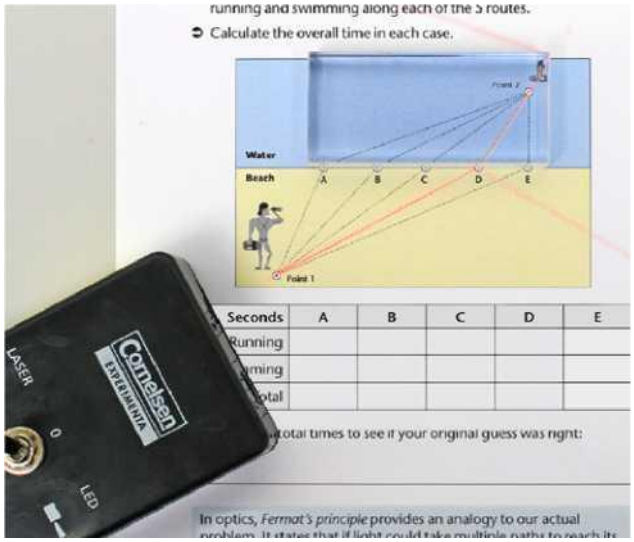

© Cornelsen Experimenta

Ph

## II 5 Principiul lui Fermat

**Acum veți învăța despre principiul lui Fermat, ca urmare a experimentului următor.**

***Principiul lui Fermat – fișa de lucru***




### Echipament

**Sursă de lumina cu LED/laser .... 2**
**Bloc rectangular (în setul ,,Optical bodies'')...5**

### Procedură experimentală

**Principiul lui Fermat afirmă că trecerea unei raze de lumina prin medii cu densități diferite, aceasta va urma traiectoria pe care va putea să o parcurgă în timpul cel mai scurt. Pe fișa de lucru, acest principiu este exemplificat printr-un desen cu un salvamar care trebuie să salveze pe cineva de la înec cât mai repede posibil. Prima data, trebuie să identificați care dintre cele cinci rute posibile, de la plajă până în apă, este cea mai rapidă. Acest aspect va fi măsurat printr-o ,,riglă de timp".**

**Pentru a găsi timpul necesar pentru a alerga sau a înota diferitele trasee, așezați ,,rigla de timp" alături de acestea.**
**Când faceți acest experiment, trebuie să vă asigurați că fișa de lucru stă întinsă pe masă.**

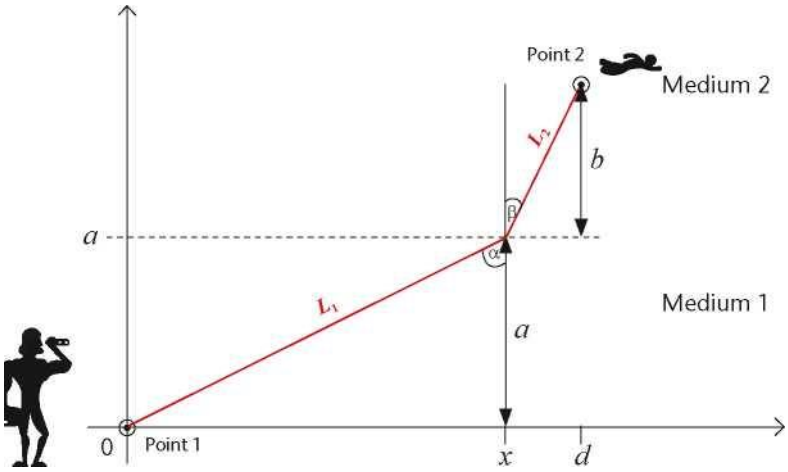
### Concluzii

**Dacă adunați timpii totali pentru fiecare traseu, traseul D se dovedește a fi cel mai rapid. Dacă puneți blocul dreptunghiular peste zona de apă, puteți observa cu ajutorul laserului că lumina urmează același traseu ca și salvamarul.**

**Există totuși alte fascicule de lumina în experiment, care apar prin efecte nedorite la granița dintre medii.**
**Este necesar să atragem atenția asupra fasciculului refractat. Recunoașterea acestui fascicul poate fi utilizată ca o introducere pentru bazarea refracției luminii pe principiul lui Fermat.**

© Cornelsen Experimenta

### Principiul lui Fermat ca o lecție de matematică




$T(x)$ = **„Timpul total în funcție de punctul de intrare în apă.** $x$**"**

$$T(x) = t_1(x) + t_2(x)$$

**Dacă** $c_1$ **și** $c_2$ **reprezintă vitezele luminii în mediile respective**

$$\frac{III}{c_1} \qquad \frac{(x)\ L_2(x)}{c_2} \text{ ^ } T(x) = \text{—:—} + \text{—:—}$$

**Utilizați teorema lui Pitagora pentru a calcula cele două distanțe.**

$$\frac{\mathbf{V}x^2+a\blacksquare}{c_i} \qquad \frac{\mathbf{V}(d-x)^2+b^2}{c_2}$$

**Principiul lui Fermat caută timpul minim al funcției** $x$

$$\frac{dT(x)}{dx} = 0$$

**Folosim regula derivării**

$$\text{^} \quad \frac{2x}{2\,c_1\mathbf{V}x^2+a^2} \quad , \quad \frac{2(d-x)(-1)}{2\,c_2\mathbf{V}(d-x)^2+b^2} = 0$$

**Acest lucru poate fi simplificat**

$$\text{^—}\frac{x}{c_1\mathbf{V}x^2+a^2} - \frac{(d-x)}{c_2\mathbf{V}(d-x)^2+b^2} = 0$$

**Dacă** $x = L_1 \sin(a) = \mathbf{V}x^2+a^2$ **sin** $(a)$ **și** $(d-x) = L_2 \sin(fi) = \mathbf{V}(d-x)^2+b^2 \sin(fi)$

$$\text{^ } \frac{\mathbf{V}x^2+a^2\sin(a)}{c_1\mathbf{V}x^2+a^2} \qquad \frac{\mathbf{V}(d-x)^2+b^2\sin(fi)}{c_2\mathbf{V}(d-x)^2+b^2} = 0$$

**Prin simplificare și rearanjamente, veți ajunge la legea refracției a lui Snell.**

$$\frac{\sin(a)}{} \qquad \frac{\sin(fi)}{}$$

Ph
Optics

Name

# Principiul lui Fermat

Date

**Un salvamar vede o persoană ce se îneacă și dorește să ajungă la aceasta cât mai repede. Deoarece este mai rapid să alergi decât să înoți, este necesar să găsească cea mai bună combinație de celor două, pentru a ajunge la cea mai rapidă rută.**

**Ce traseu ați sugera?**

**Istorie- Contribuția lui Fermat în matematică**




**Fermat a fost un mathematician francez, care a adus multe contribuții acestei parți a științei. Corespondența acestuia cu Blaise Pascal poate fi considerată începutul teoriei probabilității. Este cunoscut pentru ,,ultima teoremă a lui Fermat", care spune că ecuația**

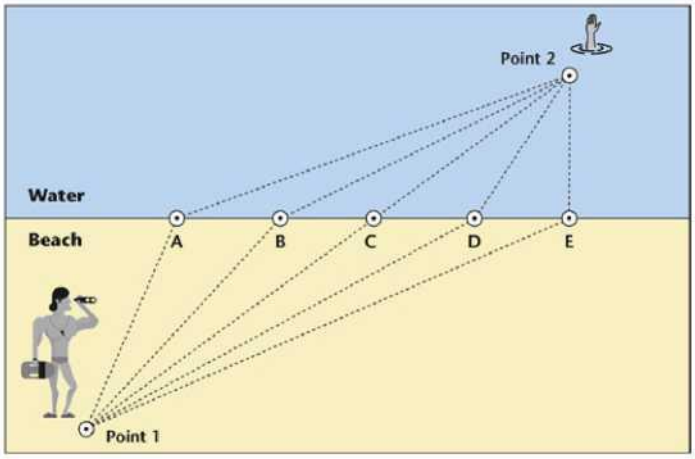
$$a^n + b^n = c^n$$

**Nu are soluție pentru numerele naturale a, b și c dacă n > 2.**

**X-**

Â **Decupați rigla printată mai jos și folosiți-o pentru a măsura timpul necesar alergării și înotului în următoarele cinci scenarii.**

Â **Calculați timpul total în fiecare scenariu**



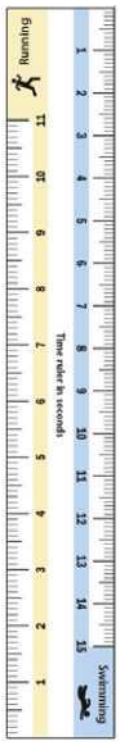

| Secunde | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| Alergat | | | | | |
| Înot | | | | | |
| Total | | | | | |

Â **Verificați timpii totali, pentru a vedea dacă preconizarea dvs. de la început a fost corectă.**

**În optică, principiul lui Fermat este o analogie a problemei prezentate. Principiul afirmă că la trecerea unei raze de lumina prin medii cu densități diferite, aceasta va urma traiectoria pe care va putea să o parcurgă în timpul cel mai scurt.**

**Concluzii:**

1. **Demonstrați în mod experimental că raza de lumina va merge pe același traseu ca și înotătorul din exemplu. Așezați blocul rectangular pe pagină, pe granița dintre cele două medii, și observați traseul pe care îl urmează raza de lumina.**
2. **Explicați observațiile din exercițiul 1, folosind principiul lui Fermat.**
3. **Într-un mediu cu o densitate mai mica, lumina se mișcă mai repede decât într-un mediu cu o densitate mai mare. Observați exemplul cu aerul și Plexiglas-ul (care are densitatea similar cu sticla) și discutați care dintre aceste medii are densitatea mai mica.**





© perimenta

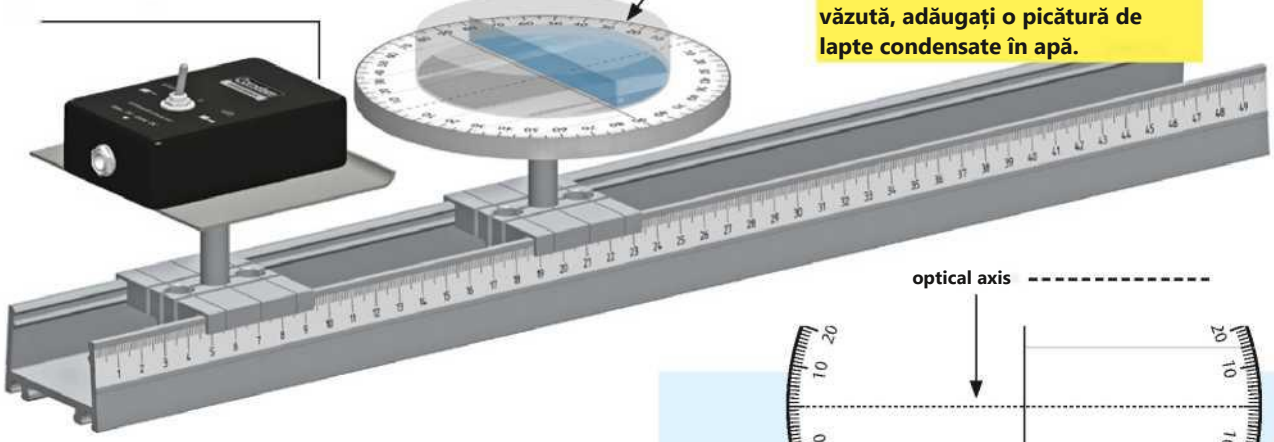
© Cornelsen Experimenta

## 1.6 Refracția și reflexia totală în apă – Configurarea experimentului

**Echipament**

**Șină profilată ..... 1**
**Lampă cu LED/laser ..... 2**
**Platformă pentru lampă ..... 9**
**Platformă măsurătoare ..... 10**
**Glisoare cu clemă .....(2 x) .....11**
**Vas petri**
**cu creastă centrală ..... 23**
***material adițional necesar:* Apă**

**Setați lampa pe marginea platformei**

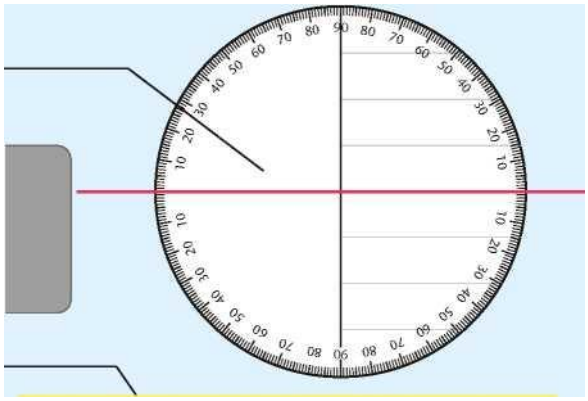



**Dacă raza de lumina refractată în apă devine prea slabă pentru a fi văzută, adăugați o picătură de lapte condensate în apă.**




**Alegeți o distanță adecvată între platforma de măsurare și lampă, astfel încât întregul ax optic să fie iluminat.**

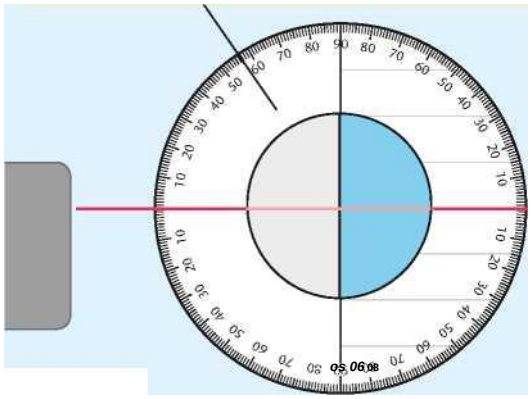
**diameter line |**

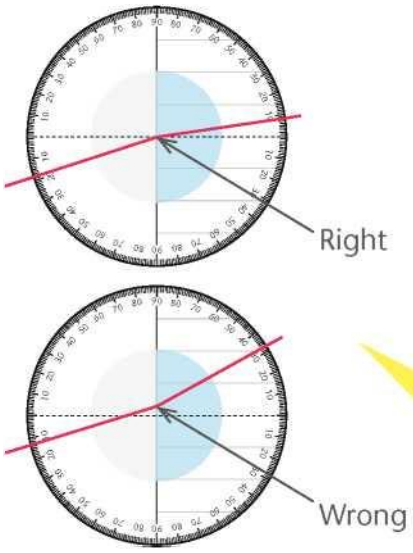


**e** **Aliniați mijlocul vasului petri cu linia diametrului, ca în imagine.**

---

**Asigurați-vă că fasciculul laser nu este refractat de vasul Petri și își continuă drumul până la capăt pe axa optică.**






**Aveți grijă când măsurați**

**Laserul trebuie să lovească cu precizie punctul de unde pleacă normala.**

## 1.6 Refracția și reflecția totală în apă.

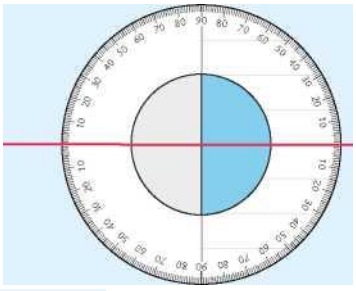
**Veți investiga tranziția din aer în apă și veți determina indexul refracției apei și unghiul critic pentru reflexia totală.**

***Refracția luminii în apă- fișă de lucru***

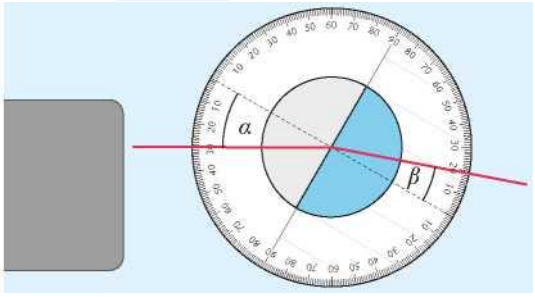
### Procedură experimentală

**Rotiți platforma de măsurare pentru a varia unghiul de incidență *a* și măsurați unghiul de refracție corespunzător *p*. Dacă raza de lumina refractată în apă devine prea slabă pentru a fi văzută, adăugați o picătură de lapte condensat în apă.**

**În mod alternativ, acest experiment poate fi efectuat pe fișa de lucru de la pagina 56.**



**Normala**




### Concluzii

**Valoarea medie a indicelui de refracție obținut din măsurători este:**

$$n \text{ Abater} = \frac{\quad}{\quad} =$$

sin (*a*) *n* = _____

**Această valoare este puțin mai mare decât valoare citată în tabele pentru apa pură (1.33), dar este totuși plauzibilă.**

**Compararea liniei din grafic cum punctele de măsurare introduse demonstrează clar relația neliniară dintre unghiul de incidență și unghiul de refracție. Determinarea din grafic a unghiului critic pentru reflexia internă totală dintre aer și apă oferă răspunsul:**

$$P_{crit} \sim 46^{o}.$$

**Pentru a obține unghiul critic, înlocuiți indicele de refracție pe care l-ați măsurat, de ex. N= 1,36 și unghiul de incidență 90° în legea refracției a lui Snell:**

**Rezultatul următor**

$$1.36 = \frac{\sin(90)}{\sin(P_{crit})}.$$

**Prin simplificare sin (90°) = 1) și rearanjare**

$$P = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.36}\right)$$
$$P_{crit} = \sin\left(1.36\right)$$

**Unghiul critic este obținut.**

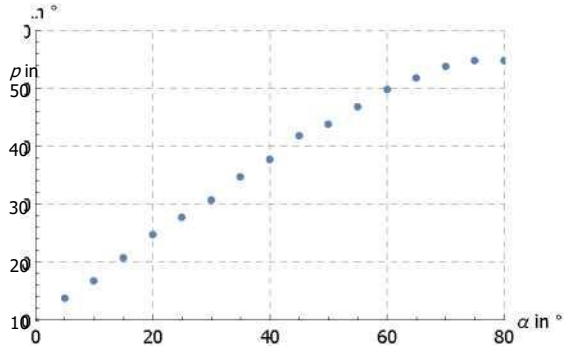
$$P_{crit} = 47^{o}$$

**Această valoare este în acord cu cea obținută din grafic și poate fi verificată într-un experiment ulterior.**

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***a*** | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| ***P*** | 4 | 7 | 11 | 15 | 18 | 21 | 25 | 28 | 32 | 34 | 37 | 40 | 42 | 44 | 45 | 45 |

**sin (*a*) / sin (*p*)** 1.25 1.42 1.36 1.32 1.37 1.40 1.36 1.37 1.33 1.37 1.36 1.35 1.35 1.35 1.37 1.39

### Refracția luminii: din apă în aer

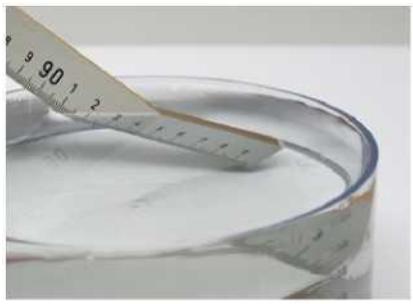





© Cornelsen Experimenta

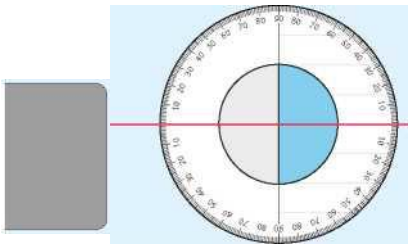
| Ph 1 Optica \| | Refracția luminii în apă | Nume |
|---|---|---|
| | | Dată |

**Când o riglă este ținută în apă, pare să se îndoaie la suprafața apei. Motivul pentru acest fenomen este refracția luminii, pe care acest experiment o va investiga.**

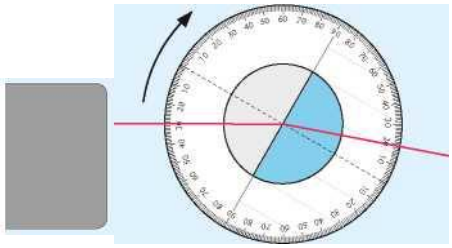


**Procedură/ măsurători:**

Â **Configurați experimentul ca în diagramă. Umpleți partea dreaptă a vasului Petri cu apă.**



**Vasul Petri trebuie să fie poziționată pe platforma de măsurare în așa fel încât fasciculul laser să o lovească și să continue de-a lungul axei optice.**



Â **În diagrama din dreapta, notați unghiul de incidență $a$, unghiul de refracție $p$ și normala.**

**Rotiți platforma de măsurare și măsurați unghiurile de refracție corespunzătoare unghiurilor de incidență de la 0° la 80°. Introduceți rezultatele în tabelul de măsurători de mai jos.**

**Aveți grijă când măsurați**

**Laserul trebuie să lovească cu precizie punctul de unde începe normala.**

| Unghiul de incidență *a* | 0 | 5 | 15 | ... | 75 | 85 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unghiul de refracție *p* | | | | | | |
| $n_{\text{Water-Air}} = \sin(a) / \sin(p)$ | | | | | | |

ao so

OS 08 Corect

80 SO

**Concluzii:**

1. **Pentru fiecare pereche de măsurători, calculați indicele de refracție pentru lumina care trece din apă în aer.**
2. **Calculați valoarea medie a indicelui de refracție și comparați cu valoarea citată în tabel.**

OS 08 Greșit

3. **Desenați un grafic al unghiului de incidență și al unghiului de refracție.**
4. **Interpretați graficul luând în considerare intervalul de valori al unghiului de refracție.**
5. **Citiți despre unghiul critic din manualul dumneavoastră.**
6. **Determinați unghiul critic în mod experimental folosind configurarea experimentului și indicați rezultatele pe graficul dvs.**
7. **Calculați unghiul critic cu ajutorul indicelui de refracție și a legii refracției a lui Snell.**

**Tabelul indicelor de refracție**

| Mediu | *n* |
|---|---|
| Aer | 1.000292 |
| Apă | 1.33 |
| Diamant | 2.42 |
| Sticlă | 1.46 ... 1.65 |
| Ulei de gătit | 1.47 |
| Vid | Exact 1 |

**Pentru a repeta** **Legea refracției a lui Snell:** $n = \frac{\sin(a)}{_n_j_}$

## 1.7 Exerciții: Refracția luminii

**Refracția luminii în diferite corpuri va fi construită într-un experiment pe fișa de lucru și apoi verificată folosind lumina laser de la lampă.**

***Refracția luminii- exerciții – fișă de lucru***




### Echipament

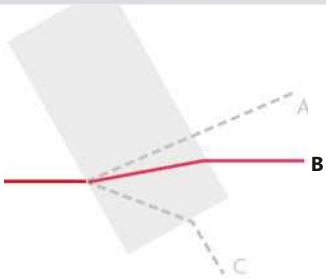
**Lampă cu lumina LED/ laser ..... 2**
**Set „Optical bodies'' ..... 5**

### Procedură experimentală

**În fiecare dintre aceste exerciții, veți finaliza mai întâi calea razei de lumina ilustrate. Apoi, corpul optic respective va fi așezat pe hârtie cu marginea aspră în poziția stipulate și soluția va fi verificată cu ajutorul laserului.**

### Soluții

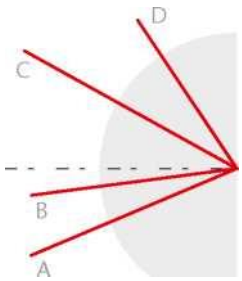
***Exercițiul 1***




***Exercițiul 2***

***Exercițiul 3***
**Presupunând un indice de refracție de 1.55, unghiul de refracție** $p$ **este dat de**

$P$ = **sin** $1$**(sin (**$a$**) • 1.55).**




| Raza | Unghiul de incidență *a* | Unghiul de refracție *P* |
|---|---|---|
| A | 25° | 41° |
| B | 10° | 16° |
| C | 30° | 51° |
| D | 55° | — |



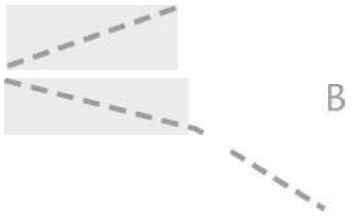
© Cornelsen Experimenta

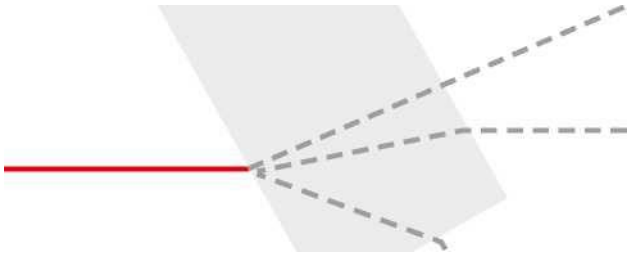
| Ph Optica | Exerciții- Refracția luminii | Nume |
|---|---|---|
| | | Dată |

**Obiectele umbrite în gri reprezintă obiecte din sticlă. Rezolvați următoarele probleme și verificați rezultatele folosind laserul și corpul corespunzător.**

**Partea aspră trebuie să fie orientată în jos. La verificare, evitați să lăsați o parte a razei laser să strălucească peste corp.**

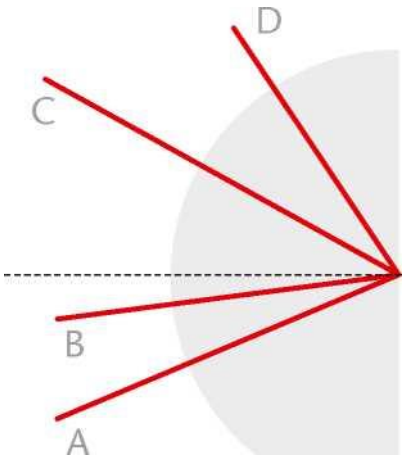
1. **Desenați calea corectă a luminii.**



2. **Construiți calea ulterioară a razei.**

3. **Măsoară unghiurile de incidență ale celor patru raze. Determinați unghiul de refracție și folosiți rezultatul pentru a construi calea ulterioară a razei.**

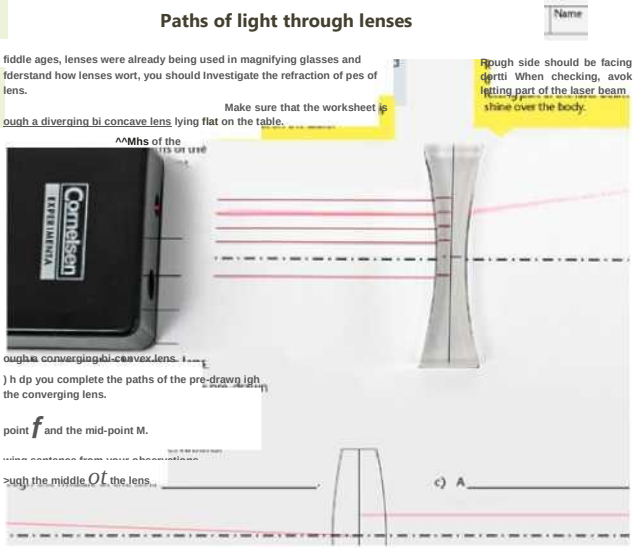



| Raze | Unghiul de incidență | Unghiul de refracție |
|---|---|---|
| A | | |
| B | | |
| C | | |
| D | | |

## 1.8 Traseul luminii prin lentile.

**Traseele pe care le parcurge lumina prin lentilele convexe și concave vor fi investigate printr-un experiment de optică pe fișa de lucru.**

***Calea luminii prin lentile. – fișă de lucru***


Paths of light through lenses

Name

fiddle ages, lenses were already being used in magnifying glasses and fderstand how lenses wort, you should Investigate the refraction of pes of lens.

Make sure that the worksheet is

ough a diverging bi concave lens lying flat on the table.

^^Mhs of the

Rough side should be facing dirtti When checking, avok letting part of the laser beam shine over the body.

Cornelsen EXPERIMENTA

ough a converging bi-convex lens.

) h dp you complete the paths of the pre-drawn igh the converging lens.

point *f* and the mid-point M.

ough the middle Of the lens.

c) A

### Echipament

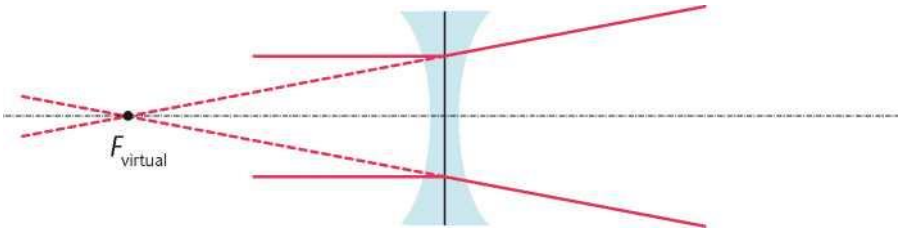
**Lampă cu lumină LED/ laser ..... 2**
**Lentile biconcave 2D**
**Lentile biconvexe 2D**
**(în setul ,,Optical body'') *5***

### Procedură experimentală

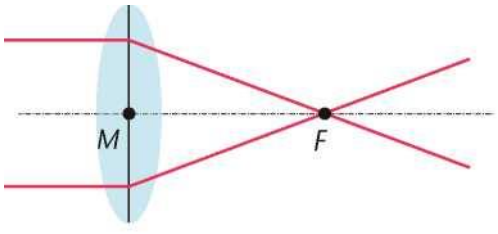
**Aveți grijă ca în timpul experimentului să vă asigurați că lentilele sunt situate inițial în pozițiile stipulate. Ulterior, traseele luminii desenate în roșu pe fișa de lucru sunt urmărite de laser și extinse până la capetele lor.**

### Concluzii

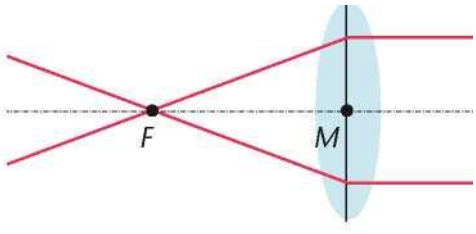
**În partea experimentului ce implică lentile concave, puteți observa că fasciculele paralele sunt divergente dincolo de obiectiv. Fasciculele sunt în realitate refractate în așa fel încât acestea par să provină dintr-un punct focal virtual.**




**O lentilă convexă, pe de cealaltă parte, cauzează fasciculelor paralele să converge spre un punct focal ce se află pe axa optică. Având în vedere că traseele sunt reversibile, razele de lumina care ies din acest punct focal sunt refractate de lentilă în așa fel încât razele să devină paralele. Dacă lentila este suficient de subțire, razele care trec prin centru nu sunt deloc refractate.**




$M \triangleq$ "Mid-point"




$F \triangleq$ "Focal point"



© Cornelsen Experimenta

© Cornelsen Experimenta

| Ph Optica | **Traseul luminii prin lentile** | Nume | Dată |
|---|---|---|---|

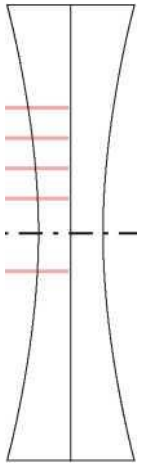
**Încă din Evul Mediu, lentilele erau deja utilizate pentru lupe și ochelari. Pentru a înțelege cum funcționează lentilele, ar trebui să investigați refracția luminii de către două tipuri de lentile.**
**Asigurați-vă că foaia de lucru stă dreaptă pe masa.**

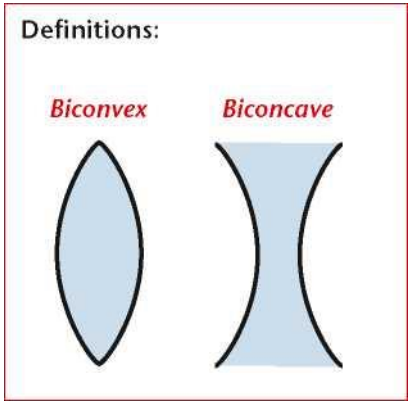
**Partea aspră trebuie să fie orientate în jos. La verificare, evitați să lăsați o parte a razei laser să strălucească peste corp.**



**Traseul luminii printr-o lentilă concave divergentă.**

- **Folosiți laserul pentru a vă ajuta să completați traseele razelor luminoase pre-desenate prin lentila divergentă.**
- **Rezumați observațiile.**





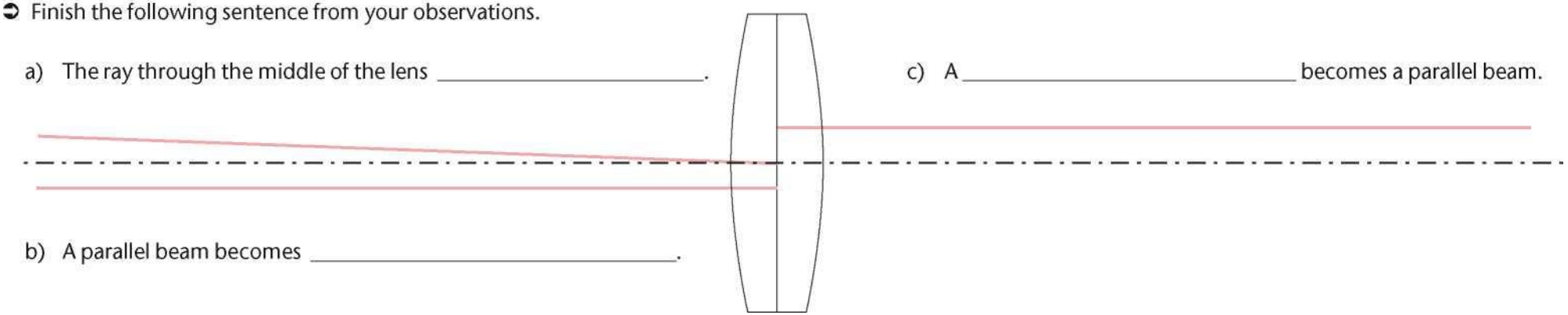

**Traseul luminii printr-o lentilă convergentă biconvexă.**

- **Folosiți laserul pentru a vă ajuta să completați traseele razelor luminoase pre-desenate prin lentila divergentă.**
- Label the focal point *F* and the mid-point *M*.
- Finish the following sentence from your observations.

a) The ray through the middle of the lens _____.

b) A parallel beam becomes _____.

c) A _____ becomes a parallel beam.



## 1.9 Punctul focal al unei lentile convergente.

### 1.9a Lentile 2D

### 1.9b Lentile pe bancă optică

**Acest experiment este compus din două părți. Prima este de a determina punctul focal a unei lentile convergente 2D, în experimentul de pe fișa de lucru. Apoi, distanța focală a lentilei va fi măsurată pe banca optică.**

***Punctul focal al unei lentile convergente – fișă de lucru***

### *1.9a Lentile 2D*

#### Echipament

**Lampă cu lumina LED/laser ..... 2**
**Lentile biconvexe 2D**
**(în setul „Optical bodies'') *5***

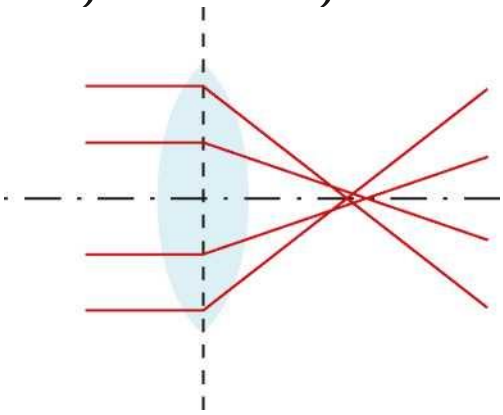
#### Procedură experimentală

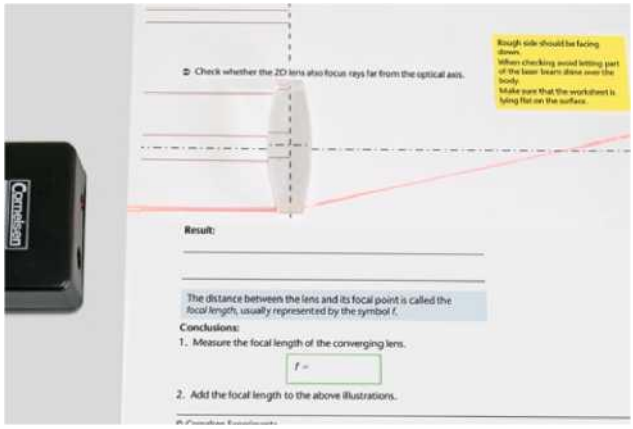
**Aveți grijă ca în timpul experimentului, lentilele să fie situate perpendicular pe axele optice (ca în imagine). Ulterior, traseele parcurse de lumina, desenate în roșu pe fișa de lucru, vor fi urmărite de laser și extinse până la capetele lor.**

#### Concluzii

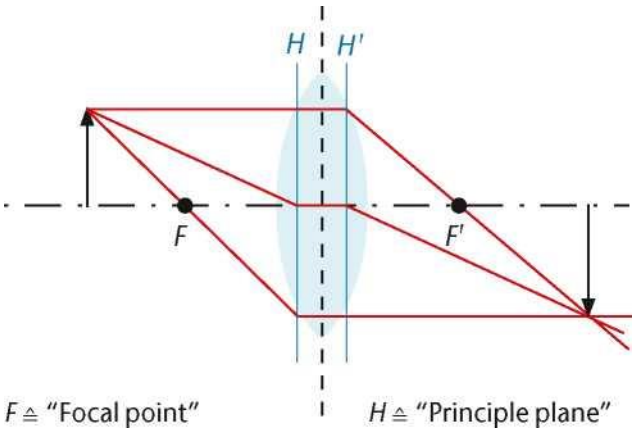
**Cu o rază de curbură *r* = 10 cm , o lentilă biconvexă din plexiglas(*n* = 1.49) ar avea o distanță focală determinate după cum urmează:**

$$f = \frac{r}{(n_{lens} - n_{air})} = \frac{10\ cm}{(1.49 - 1.00)} = \frac{152}{2} = 15\ cm$$






**Deoarece lentila 2D este groasă, distanța focală trebuie măsurată din planul principal al lentilei *H'*. Datorită aberației sferice, razele aflate la distanță mare de centru sunt refractate astfel încât să se intersecteze cu axa optică dinaintea punctului focal.**




### *1.9b Lentile pe bancă optică*

#### Concluzii

**Pentru lentilele fabricate de mașinării, discrepanța relativă în curbură este de aproximativ 1%, cee ace înseamnă că va exista o discrepanță de aproximativ 2% în distanța focală. Forma și traseul incidentului au o influență mult mai mare asupra măsurării. De regulă, nu este destul de paralel și lovește de obicei lentila la un unghi ușor (astigramatism).**

| $f$ lentilei în mm | $f$ măsurată în mm | A $f$ în mm | 5 $f$ | Pragul de toleranță |
|---|---|---|---|---|
| 50 | 56 | 6 | 12 % | 43 . 58 mm |
| 100 | 99 | 1 | 1 % | 85 . 115 mm |
| 200 | 220 | 20 | 10 % | 170 . 230 mm |
| Condensator | 52 | 2 | 4 % | 43 . 58 mm |



© Cornelsen Experimenta

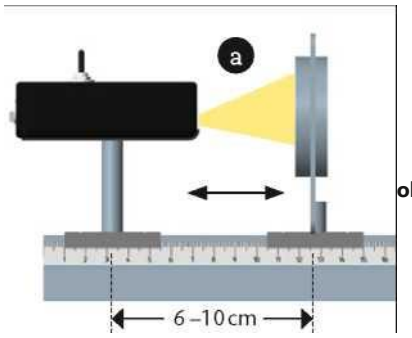
## 1.9 Punctul focal al unei lentile convergente – Configurarea experimentului

### 1.9b Lentile pe banca optică

**Echipament**

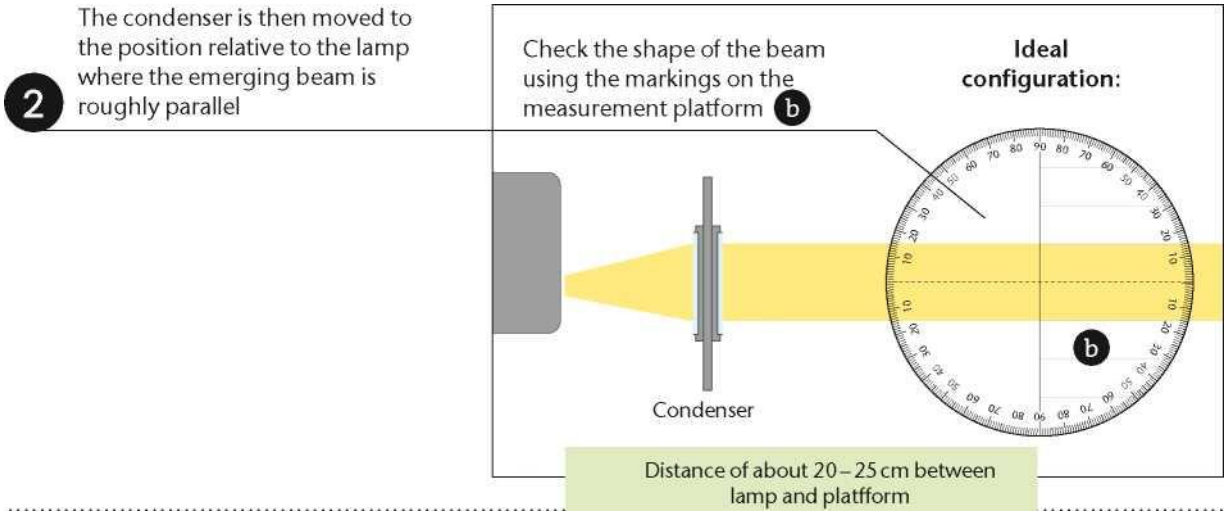
**Șină de profil** ..... 1
**Lampă cu lumină LED/ laser** ..... 2
**Platformă pentru lampă** ..... 9
**Platformă măsurătoare** ..... 10
**Glisoare cu clemă**..... (4 x) 11
**Lentilă** $f$ = +200 mm .....13
**Lentilă,** $f$ = +100 mm .....14
**Lentilă,** $f$ = +50 mm.....15
**Condensator**.....17
**Suport pentru ecran și oglindă**.... 21
**Ecran**.....24

**Generați un fascicul de lumina paralel:**

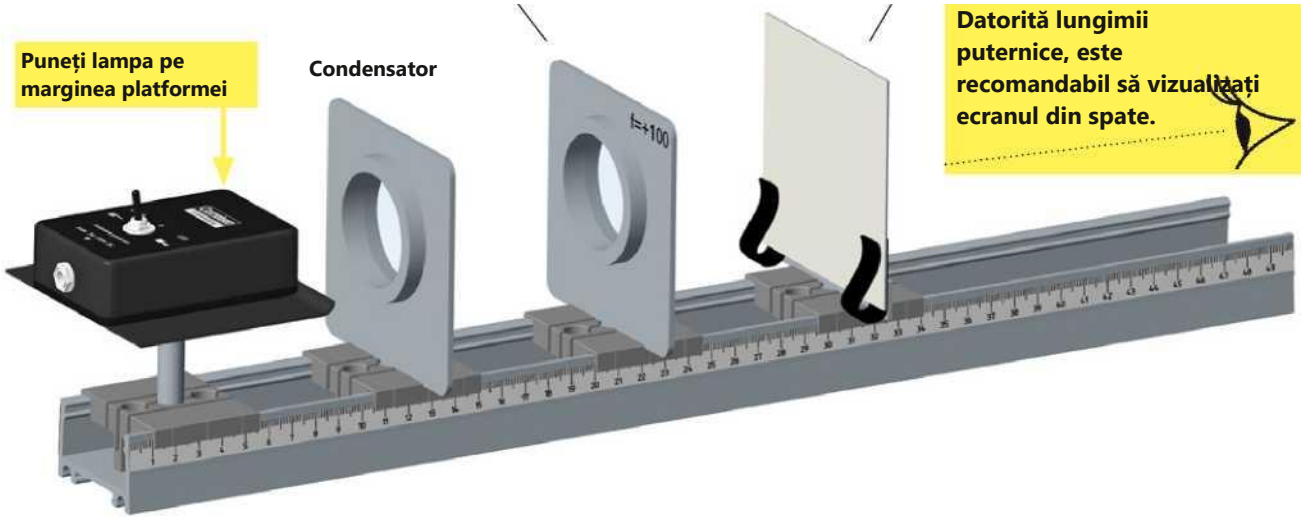



**Lampa LED trebuie poziționată pe platforma lămpii în așa fel încât obiectivul condensatorului să fie complet.**

**approx.**




**Ecranul trebuie poziționat în așa fel încât LED-ul să fie bine focalizată, ca în imagine.**



| Ph I<br>Optica \| | Lungimea focală a unei lentile convergente | Nume<br><br>Dată |
|---|---|---|

**Ar trebui să investigați următoarea: „O lentilă convergentă focalizează razele incidente paralele către un punct specific, numit punct focal”.**

**Definiții:**

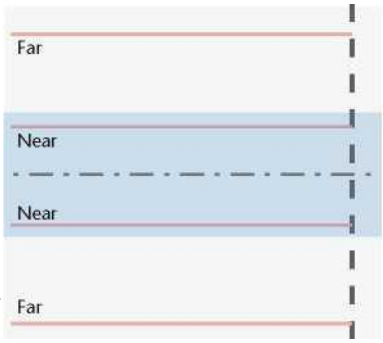
**Aproape înseamnă aproape de axa optică**

**Departe înseamnă departe de axa optică.**

**Procedură:**

Â **Puneți lentilele 2D jos, cu centrul pe linia punctată și cu partea aspră orientate în jos. Dacă lentila este poziționată cu precizie, un fascicul laser de-a lungul axei optice nu va fi refractat.**
**Când lentila este aliniată corect, puteți începe experimentul.**

Â **Verificați experimental dacă lentila 2D are un punct focal.**




Â **Verificați dacă obiectivul 2D focalizează și razele departe de axa optică.**

**Partea aspră trebuie să fie orientate în jos.**
**La verificare, evitați să lăsați o parte a razei laser să strălucească peste corp.**
**Asigurați-vă că fișa de lucru este întinsă pe suprafață.**

**Rezultate**

**Distanța dintre lentile și punctul ei focal se numește distanță focală, reprezentată de obicei prin simbolul *f*.**

## Cerințe:

### 1. măsurați distanța focală a lentilei convergente.

***f* =**

### 2. Adăugați distanța focală la ilustrațiile de mai sus.


© Cornelsen Experimenta

# Punctul focal al unei lentile convergente

(pagina 2)

Nume

Dată

**Introducere**

**Acum, trebuie să găsiți punctul focal al unei lentilă convergente. Conform definiției:**

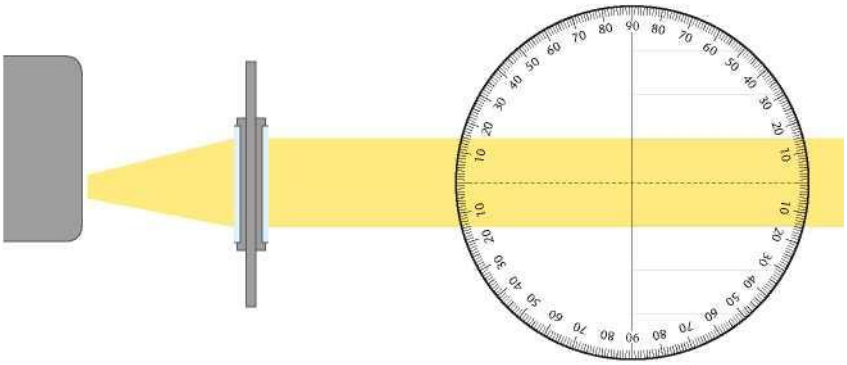
***"O lentilă convergentă focalizează razele incidente paralele către un punct specific numit punct focal."***

**Aveți nevoie de o rază de lumina paralelă, care poate fi produsă cu ajutorul lentilei condensatorului.**

**Procedură**

Â **Poziționați lampa LED și condensatorul în așa fel încât lentila condensatorului să fie complet iluminată de conul de lumina al lămpii.**

Â **Prin mișcarea și rotirea condensatorului puteți genera un fascicul paralel. Verificați configurația utilizând marcajele de pe platforma de măsurare. Configurația ideală este prezentată în ilustrația de mai jos.**



Â **Acum puteți utiliza lumina paralelă pentru a găsi punctul focal al obiectivului convergent cu ajutorul ecranului. Deoarece lumina LED-ului este foarte puternică, ar trebui să vizualizați punctul focal de pe ecranul din spate.**

**Definiție:**

**Condensatorul este utilizat pentru a genera fascicule paralele de radiații. Pentru lumina vizibilă, cel mai simplu tip de condensator este pur și simplu o lentilă convergentă. Folosiți lentila numărul 17 ca și condensator.**



**Exemplu:**

**Lungimea declarată $f_{150}$ = 150 mm**

**Lungimea măsurată $f_{meas}$= 158 mm**

**Eroare absolută A $f_{150}$**

**A$f_{150}$ = | *f*.— $f_{150}$ |**

**A $f_{150}$ = |158 mm - 150 mm|**

**Exersează:**

1. **Determinați distanța focală a acestor lentile.**

| Lens | Distanța focală măsurată | Eroare absolută | Eroare relativă |
|---|---|---|---|
| ***f*** **= +50 mm** | $f_{50}$ = | A $f_{50}$ = | 5 $f_{50}$ = |
| ***f*** **= +100 mm** | $f_{100}$ = | A $f_{100}$ = | 5 $f_{100}$ = |
| ***f*** **= +200 mm** | $f_{200}$ = | A $f_{200}$ · | 5 $f_{200}$ = |

**Relative error 5 $f_{150}$**

$$5_{f_{150}} \quad A f_{150}{}'_{150}$$

$$5f_{150} \quad \frac{__8_m__m_}{150\ mm}$$

$$5_{f_{150}} = 0{,}05 = 5\ \%$$

2. **Calculați valorile de eroare absolute și relative din măsurătorile dvs. și introduceți rezultatele în tabel.**
3. **Determinați distanța focală a condensatorului.**
4. **Evaluează acuratețea distanțelor focale indicate pentru lentile.**
5. **Discutați posibilele motive pentru discrepanțe în distanța focală.**

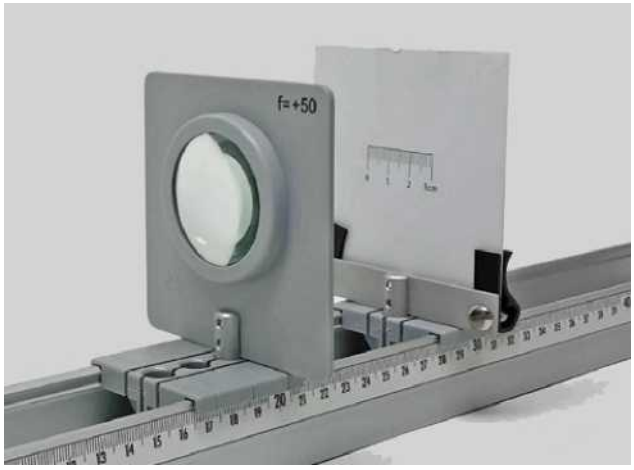
**Sfatul pentru măsurătorile de la 3**

**Utilizați lentila cu *f* = +50 mm ca și condensator și reconfigurați setarea.**

© Cornelsen Experimenta

## 1.10 Formarea imaginilor de către o lentilă convergentă.

**Ar trebui să observați cum imaginea unei rigle tipărite este formată pe ecran de o lentilă convergentă (*f* = +50 mm).**




***Formarea imaginilor- fișă de lucru***

### Echipament

**Șină profilată ..... 1**
**Glisoare cu clemă ..... (2 x) .11**
**Lentile, *f* = +50 mm.....15**
**Suport pentru ecran și oglindă 21**
**Screen ..... 24**

### Procedură experimentală

**Lentila și ecranul trebuie amplasate în suporturile adiacente de pe glisoarele respective, astfel încât ecranul să poată fi poziționat în interiorul distanței focale.**

### Concluzii

**Se fac următoarele observații:** ***F*** **= „Punct focal" *B* = „Imagine" *G* ± „Obiect"**

| Distanța lentilă- ecran *g* | Natura imaginii | Construcția | |
|---|---|---|---|
| **Distanța focală interioară**<br>**0 < *g* < *f*** | ■ **Mărită**<br>■ **Dreaptă**<br>■ **Virtuală**<br>■ **În sensul corect** | 3G, B -- 1 --- | 1 2 j |
| **La distanța focală**<br>***g*=*f*** | ■ **Nu există o imagine clară** | ----- > -- —<br>&<br>ΛG - ------ _\| ---<br>F | |
| **Distanța focală între lungimea focală și dublul ei**<br>***f* < *g* < 2 *f*** | ■ **Mărită**<br>■ **Dreaptă**<br>■ **Reală**<br>■ **Imagine oglindită** | ----- _._. ------ — B<br>y^'^F^<br>----J. ----------<br>F | |
| **Mai mult decât dublul lungimii focale a lentilei.**<br>**2 *f* < *g*** | ■ **Mai mica decât obiectul**<br>■ **Întoarsă**<br>■ **Reală**<br>■ **Imagine oglindită** | ^—^^ IG<br>----j.---- -<br>\|_L—<br>F | |


© Cornelsen Experimenta

| Ph Optica | Formarea unei imagini de către o lentilă convergentă – Observare și construcție | Nume | Dată |
|---|---|---|---|

□

**Procedură:**
**(V**
**m O Observați rigla de pe ecran folosind o lentilă convergentă *f*= 50 mm.**
**■° O Variați distanța dintre lentile și ecran, ca în tabel, și notați observațiile.**
**3 O Pentru fiecare dintre configurațiile dvs., construiți o diagramă a razelor care trec prin lentila convergentă.**
**g. O Comparați construcția cu observațiile.**
**O Bifați în ultima coloană dacă construcția se potrivește cu observațiile.**



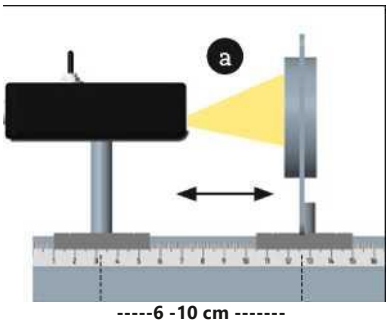
| Distanța lentilă- ecran o | Observații | Construcția imaginii (scale 1:2) | corect |
|---|---|---|---|
| **Distanța focală interioară**<br>***o<g<f*** | □ **Nu se formează imagine**<br>□ **Imagine verticală**<br>□ **Imagine inversată**<br>□ **Imagine mai mică**<br>□ **Imagine la fel**<br>□ **Imagine mai mare** | **f= 50 mm**<br>**-1-1___ *f*** **1** **1** ***f*** | |
| **La distanță focală**<br>***9 = f*** | □ **Nu se formează imagine**<br>□ **Imagine verticală**<br>□ **Imagine inversată**<br>□ **Imagine mai mică**<br>□ **Imagine la fel**<br>□ **Imagine mai mare** | **f= 50 mm**<br>**1**<br>**---------- 4.----------; 1** ***f*** **---------- 1**<br>**----------*f***<br>**1**<br>**1** | |
| **Distanța focală între lungimea focală și dublul ei**<br>**f<5<2f** | □ **Nu se formează imagine**<br>□ **Imagine verticală**<br>□ **Imagine inversată**<br>□ **Imagine mai mică**<br>□ **Imagine la fel**<br>□ **Imagine mai mare** | **f= 50 mm**<br>**... _____**<br>***f*** **1** **1** ***f***<br>**1** | |
| **Mai mult decât dublul lungimii focale a lentilei**<br>**2f<5** | □ **Nu se formează imagine**<br>□ **Imagine verticală**<br>□ **Imagine inversată**<br>□ **Imagine mai mică**<br>□ **Imagine la fel**<br>□ **Imagine mai mare** | **f= 50 mm**<br>**----------d.4---------- 1 ----------;----------j----------**<br>***2f*** ***f*** **/** ***f***<br>**1**<br>**1** | |

## 1.11 Ecuația lentilei – Configurarea experimentului

**Echipament**

| | | |
|---|---|---|
| Șină profilată ..... 1 | Lentilă, *f* = +50 mm.....15 | Ecran.....24 |
| Lampă cu lumină LED/Laser ..... 2 | Condensator .....17 | |
| Platformă pentru lampă ..... 9 | *Scale* slide .....19 | *Necesar adițional:* Riglă |
| Platformă măsurătoare .....10 | Suport pentru ecran și oglindă.... 21 | |
| Glisoare cu clemă..... (4 x) ..... 11 | | |

### Generați un fascicul de lumina paralel:



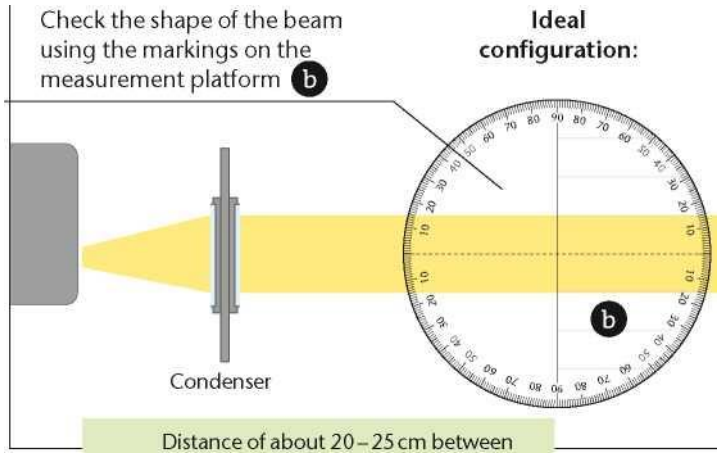

-----6 -10 cm -------
approx.

**Lampa trebuie poziționată pe platformă astfel încât lentila condensatorului să fie complet iluminată de conul de lumina.**

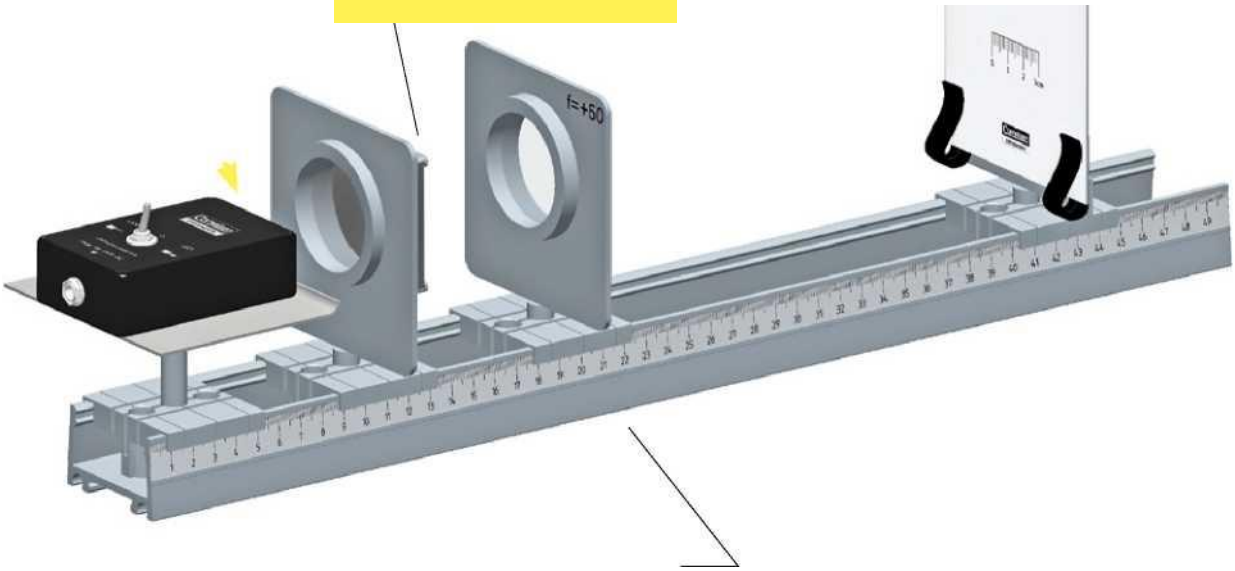
**Condensatorul este apoi mutat în poziția relativă față de lampă, unde fasciculul emergent este aproximativ paralel.**

**Diapozitivul pentru scară este introdus în glisor.**

**Așezați lampa pe marginea platformei.**




**Pentru măsurători, lentila și ecranul ar trebui așezate astfel încât condensatorul se află în permanență în afara distanței focale și imaginea de pe ecran este bine focalizată.**





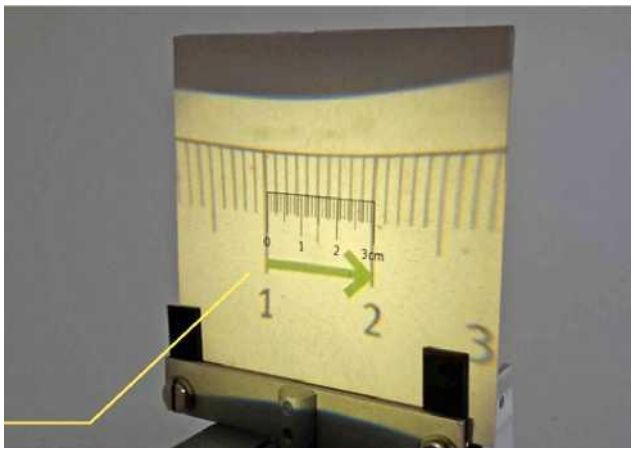
© Cornelsen Experimenta

## 1.11 Ecuația lentilei

**Ecuația lentilei va fi derivată din scara imaginii și verificată experimental folosind o imagine a unei scări reale.**

***Ecuația lentilei – fișă de lucru***

**Săgeata verde, ce are 1 cm, este folosită ca un obiect. Proiecția acestuia poate fi măsurată cu scala de centimetrii tipărită pe ecran sau cu o riglă.**




### Concluzii

**Acest experiment folosește teorema de interceptare a matematicii pentru a obține condițiile pentru ca o imagine clară să fie formată de o lentilă convergentă.**
**Dacă utilizați abordarea descrisă pe fișa de lucru și utilizați teorema de interceptare, este nevoie doar de câțiva pași pentru a obține condițiile pentru o imagine bună, conform distanței obiectului, g, distanța imaginii, b, și distanța focală, f.**
**Pașii din derivare care nu sunt afișați pe fișa de lucru pot fi văzuți în panoul de informații. Ca urmare a acestei derivări, ecuația lentilei este foarte bine verificată.**

**Din fișa de lucru:**

$$\frac{b}{g} = \frac{b - f}{f}$$

**Extindeți diferența:**

$$\frac{b}{g} = \frac{b}{f} - \frac{f}{f}$$

**Multiplicați toate fracțiile cu $\frac{1}{b}$ și simplificați**

$$\frac{1}{g} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b}$$

**Rearanjați ecuația**

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

| $g$ în mm | $b$ în mm | $f$ în mm | $\frac{1}{g}$ | $\frac{1}{b}$ | $\frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ | $\frac{1}{f}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 68 | 220 | 50 | 0.015 | 0.005 | 0.019 | 0.020 |
| 100 | 116 | 50 | 0.010 | 0.010 | 0.020 | 0.020 |
| 67 | 291 | 50 | 0.010 | 0.000 | 0.020 | 0.020 |

**Compararea ultimelor două coloane confirm derivarea ecuației lentilei.**

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

**Relația căutată în exercițiul 3 al fișei de lucru este ecuația inițială utilizată pentru a obține ecuația obiectivului. Se afirmă că scala imaginii este următoarea: $\frac{B}{b} \frac{G}{g}$.**

**Această relație poate de asemenea fi confirmată de către măsurători.**

| $G$ in mm | $g$ in mm | $b$ in mm | $B$ in mm | $f$ in mm | $\frac{B}{G}$ | $\frac{b}{g}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 68 | 220 | 31 | 50 | 3.1 | 3.2 |
| 10 | 100 | 116 | 12 | 50 | 1.2 | 1.2 |
| 10 | 67 | 291 | 45 | 50 | 4.5 | 4.3 |

Ph
Optics

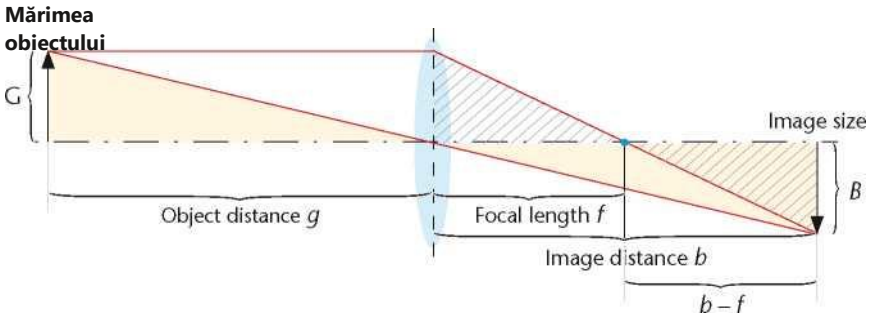
Nume

# Ecuația lentilei

Dată

**În optica geometrică, multe căi de lumină pot fi calculate cu ajutorul teoremei lui Thales.**

**Ecuația lentilei are o importanță cheie în acest sens, deoarece descrie relația dintre distanța obiectului, distanța imaginii și distanța focală.**






Fotografie reprodusă cu acordul Observatorului Archenhold, Berlin

**Abordarea derivării ecuației lentilei:**

Teorema referitoare la triunghiurile galbene

$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$$

Teorema referitoare la triunghiurile umbrite

$$\frac{B}{G} = \frac{b - f}{f}$$

Echivalând cele două laturi din dreapta

$$\frac{b}{g} = \frac{b - f}{f}$$

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

**Procedură:**

Â **Generați un fascicul de lumina paralel, așa cum este descris în instrucțiunile condensatorului.**

Â **Introduceți diapozitivul cu cântarul în suportul în care se află condensatorul.**

Â **Acum poziționați ecranul și lentila (f= 50 mm) în așa fel încât diapozitivul să nu se afle în distanța focală și imaginea de pe ecran să fie bine focalizată. Introduceți distanța obiectului *g*, distanța imaginii *b* și lungimea săgeții lungi de 1 cm, așa cum se vede aceasta pe ecran, în tabel.**

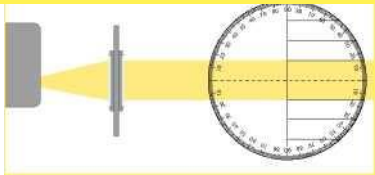
Â **Găsiți alte configurații care duc la o imagine clară și introduceți-le în tabel.**

| *G* în mm | *g* în mm | *b* în mm | *B* în mm | *f* în mm | $\frac{1}{g}$ | $\frac{i}{b}$ | $\frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ | $\frac{i}{f}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | | | | 50 | | | | |
| 10 | | | | 50 | | | | |
| 10 | | | | 50 | | | | |
| 10 | | | | 50 | | | | |
| 10 | | | | 50 | | | | |

**Instrucțiuni: Condensator**

**Poziționați lampa LED și condensatorul astfel încât lentila condensatorului să fie complet iluminată de conul de lumina de la lampa LED.**

**Prin mișcarea și rotirea condensatorului în sine, puteți obține un fascicul de lumina paralel. Verificați configurarea utilizând marcajele de pe platforma de măsurare, așa cum se arată.**



**Concluzii:**

1. **Discutați dacă constatările dvs. verifică ecuația obiectivului.**
2. **Calculați raportul dintre dimensiunea imaginii și dimensiunea obiectului (*G* = 10 mm) în fiecare caz. Acest raport se numește scara imaginii.**
3. **Verificați folosind datele măsurate dacă există o relație între scala imaginii, distanța obiectului și distanța imaginii.**


© Cornelsen Experimenta

## 1.12 Instrumente optice

1.12a Telescoape terestre
1.12b Telescoape astronomice
1.12c Proiectoare
1.12d Microscoape optice

**Demonstrarea instrumentelor optice este un subiect foarte bun pentru rapoartele studenților.**
**În apendice există sarcini de lucru adecvate pe telescoape terestre și astronomice, precum și proiectoare și microscoape.**
**Următoarele paragrafe oferă o introducere.**

### *1.12a Telescoape terestre*

#### Concluzii

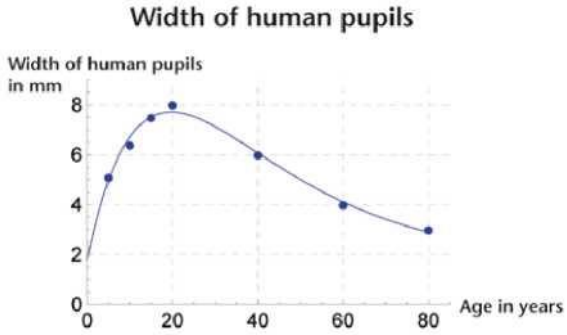
**Telescoapele terestre folosesc lentile convergente și se prezintă sub diferite forme, dintre care una este cunoscută ca telescopul lui *Galileo*.**
**Un astfel de telescop face ca lumina care vine de la distanță mare să fie focalizată către un punct focal. Înainte de a ajunge acolo, însă, lumina este apoi dispersată de o lentilă divergentă situate în interiorul distanței focale (ocularul). Nu se formează nicio imagine intermediară. În schimb, lumina este împrăștiată din nou prin lentila divergentă care acționează ca ocular, creând o imagine cu unghi mai larg pentru ochi. Mărirea este data de coeficientul distanțelor focale ale obiectivului și ocularului:**

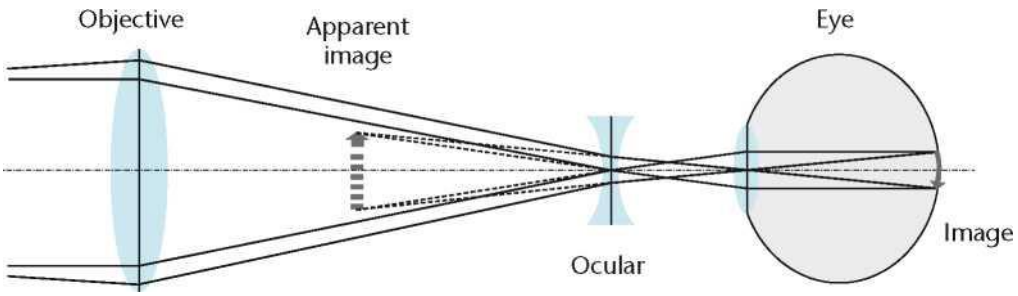
$$V = \frac{f_{\text{Obiectiv}}}{f_{\text{Ocular}}}$$

**Imaginea formată pe retina este vertical și în sensul corect. Aceasta este un avantaj pentru vizualizarea obiectelor de Pământ, spre deosebire de telescoapele astronomice, care prezintă o imagine inversată.**
**Binoclul prismatic utilizează o lentilă convergentă ca ocular în același mod ca un telescop astronomic, dar o prismă inversă între obiectiv și ocular transformă imaginea înapoi corect și revine toate oglinzile, păstrând în același timp un design compact.**
**Binoclul se caracterizează de obicei prin factorul lor de mărire a imaginii și diametrul lentilelor. Pentru a obține luminozitatea optima a imaginii pentru ochi, orificiile de ieșire a echipamentului trebuie să fie de dimensiuni similar cu pupila ochiului uman.**

$$\textit{Ieșirea echipamentului} = \frac{\textit{Diametrul obiectivului}}{\textit{Factor de mărire}}$$

**Deoarece lățimea pupilei umane variază foarte mult și se schimbă pe parcursul vieții, binoclul este vândut cu diferite dimensiuni ale deschiderilor de ieșire.**



### *1.12b Telescoape astronomice*

**Concluzii**

**Ochiul are o capacitate limitată de acomodare și, prin urmare, nu poate vedea decât într-un unghi de vedere limitat. Telescoapele sunt destinate să mărească acel unghi.**

**Un telescop astronomic este o combinație între o lentilă convergentă cu o distanță focală mare, care este folosit ca obiectiv, și o altă lentilă convergentă cu o distanță focală mica, care acționează ca ocular. Ocularul acționează ca o lupă care mărește imaginea intermediară produsă de obiectiv.**

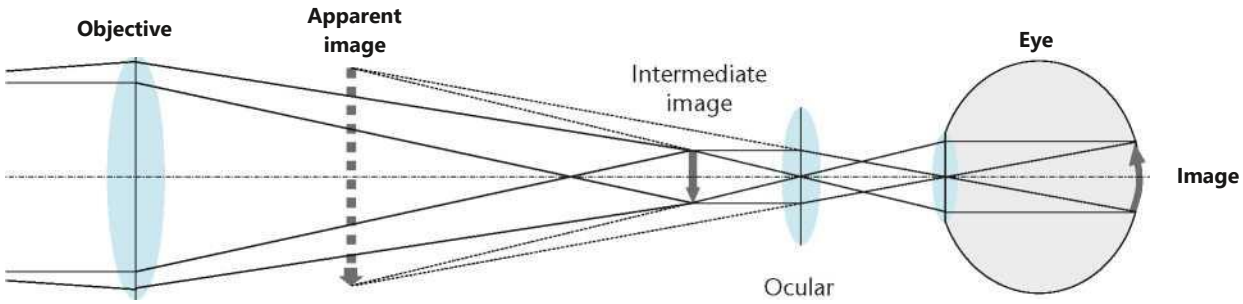
**Magnificația unui telescop este data de coeficienții distanțelor focale ale obiectivului său și diametrul obiectivului.**

**Imaginea produsă pe retina este inversă și oglindită. Cu toate acestea, acest lucru nu este un dezavantaj atunci când observăm obiecte în spațiu.**

**Telescoapele cu lentile oferă de obicei un contrast mai bun și o rezoluție mai mare.**

**Cu toate acestea, utilizarea lentilelor aduce ca dezavantaj principal aberațiile cromatice, datorită refracției, și totodată prețul comparative mai mare. Telescoapele reflectorizante, prin comparație, pot avea o dimensiune mult mai mare.**

**ocular:** $\frac{f_{\text{Objectiv}}}{f_{\text{Ocular}}}$




**Obiecte precum galaxii și nebuloase.**

### *1.12c Proiectoarele*

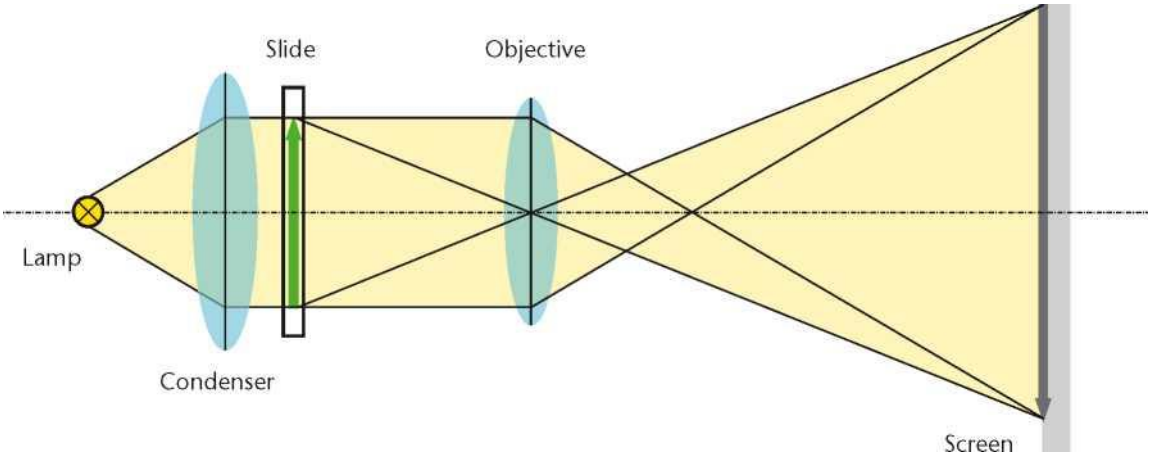
**Concluzii**

**Un proiector de diapozitive trebuie să producă o imagine a unui diapozitiv astfel încât aceasta să fie cât mai mare și cât mai clară posibil pe un ecran sau pe un perete.**

**Un fascicul de lumina paralel produs de o combinație între o sursă de lumina și un condensator luminează mai întâi întreaga zonă a diapozitivului. Razele de lumina care sunt capabile să treacă prin imaginea de pe diapozitiv sunt apoi focalizate către un punct focal de către obiectiv.**

**O imagine reală, mărită, inversă și oglindită a diapozitivului este apoi proiectată pe un ecran situate în afara distanței focale. Dimensiunea și claritatea imaginii depind de distanțele dintre diapozitiv și obiectiv și dintre obiectiv și ecran, precum și de calitatea și puterea de refracție a lentilelor obiectivelor**

**.**





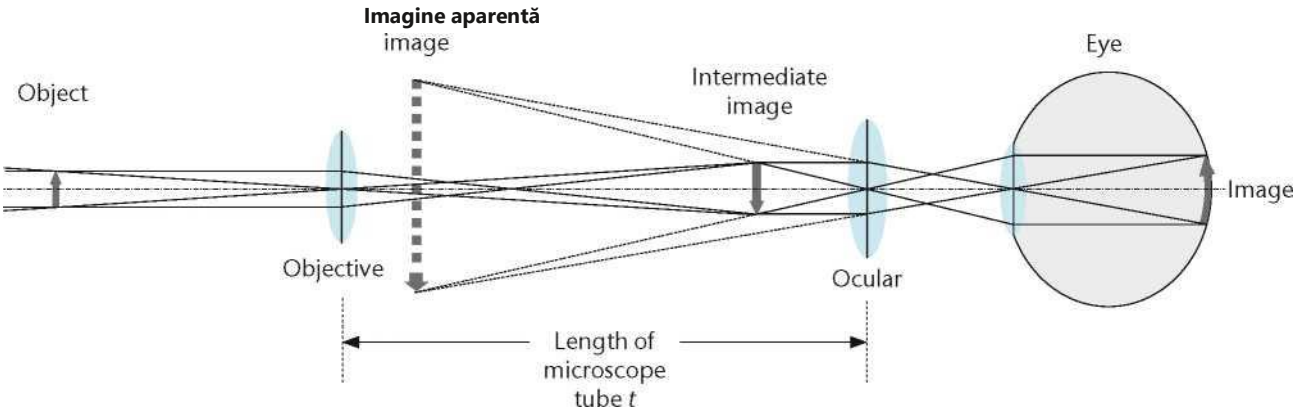
© Cornelsen Experimenta

### *1.12d Microscoape optice*

#### Concluzii

**Un microscop optic este un instrument care ajută la realizarea de imagini mărite a obiectelor foarte mici. Obiectivul unui microscop produce o imagine intermediară reală și mărită a obiectului observat. Această imagine este apoi vizualizată prin ocular, care acționează ca o lupă și mărește în continuare imaginea intermediară pentru a face o imagine virtuală mărită**
**Faptul că sistemul de lentile mărește de două ori înseamnă că poate fi folosit pentru a vizualiza obiecte foarte mici.**
**Pentru a se apropia cât mai mult posibil de obiectul ce este observat, obiectivul trebuie să aibă o distanță focală foarte mica.**
**Mărirea depinde de lungimea tubului *t* și de distanța confortabilă pentru ca imaginea să fie vizualizată de ochiul uman, care este de aproximativ 25 cm.**

$$V = V_{\text{Objectiv}} \bullet V_{\underset{\text{Ocular}}{Ocua}} = j"\hat{} \; ' f^{3}{}_{\text{Objective}}$$



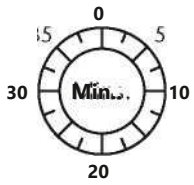
**ph** Optică

## Subiect: Telescoape terestre

**Deadline:**

### Cerință

**Lungimea raportului:**

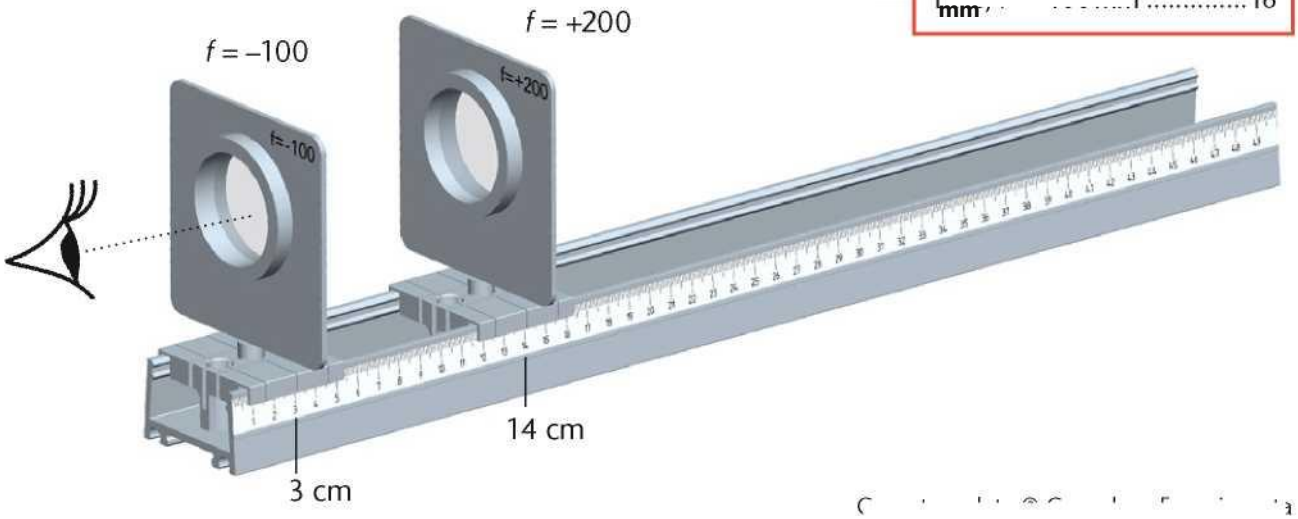



**Scrieți un raport despre telescoapele terestre.**

**Următoarele aspecte trebuie discutate în raport:**

- **Introducere în domeniul telescoapelor terestre.**
- **Demonstrarea funcției de bază prin intermediul experimentului ilustrat mai jos.**
- **Cum sunt prismele utilizate în telescoapele terestre.**
- **Importanța factorului de mărire și a diametrului obiectivului**

**Șină profilată**
**Glisoare cu clemă**
**Lentilă *f* = +200 mm**
**Lentilă, *f* = -100 mm**



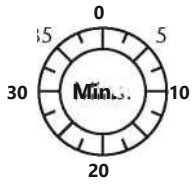

**ph** Optica

## Subiect: Telescoape astronomice

**Deadline:**

### Cerință

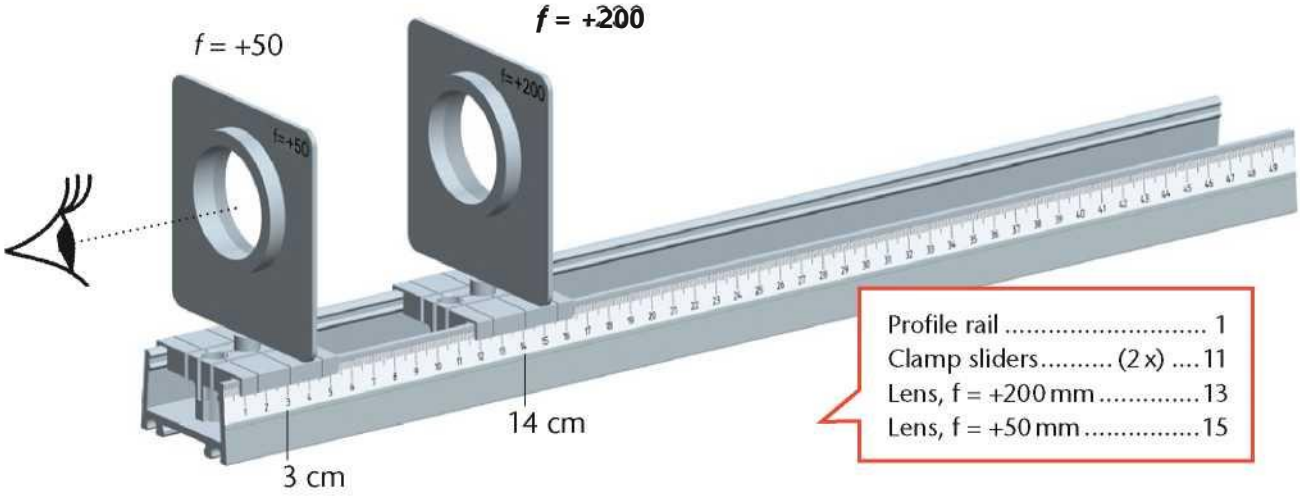
**Lungimea raportului:**




**Scrieți un raport despre telescoapele astronomice.**

**Următoarele aspecte trebuie discutate în raport:**

- **Introducere în domeniul telescoapelor astronomice.**
- **Explicarea modului în care funcționează instrumentul, prin intermediul experimentului demonstrativ de mai jos.**
- 




- **Explicarea rolurilor jucate de ocular și de obiectiv.**


Copy template © Cornelsen Experimenta

**Compararea între un telescop astronomic refractant și un telescop reflectorizant.**

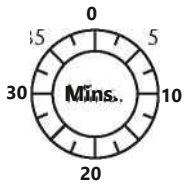

Copy template © Cornelsen Experimenta

**Ph Optica**

**Subiect: Proiectoare**

**Deadline:**

**Lungimea raportului:**




## Cerințe

**Scrieți un raport despre proiectoarele de diapozitive.**

**Următoarele aspecte trebuie discutate în raport:**

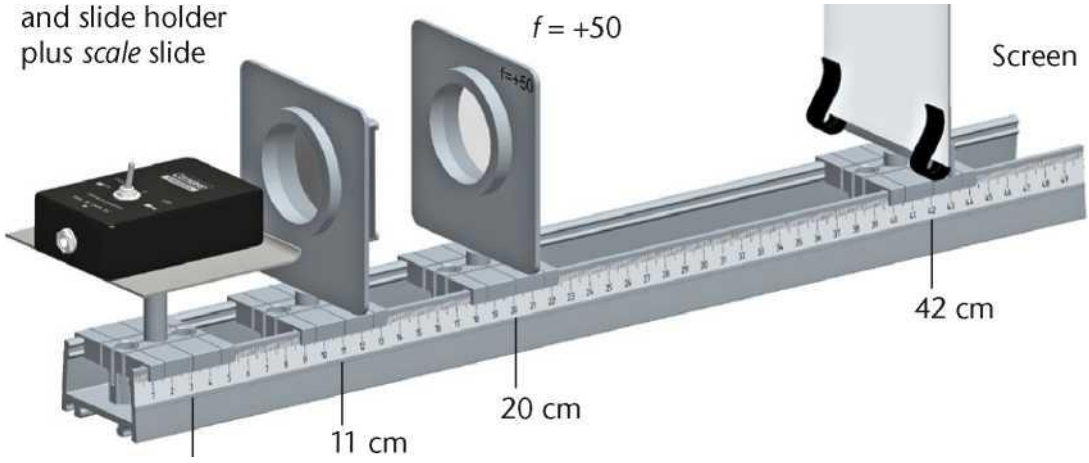
**Introducere în domeniul proiectoarelor de diapozitive.**

**Explicarea modului în care funcționează instrumentul, prin intermediul experimentului demonstrativ de mai jos.**

**Explicația funcției deservite de un condensator. Discutarea orientării diapozitivului și a modului în care diapozitivul este proiectat pe ecran.**

**Șină profilată.....1**
**Lampă cu lumină LED/Laser...2**
**Platformă lampă..... 9**
**Glisoare cu clemă(4 x) ... 11**
**Lentilă, f = +50 mm.....15**
**Condensator.....17**
**Deschideri și suport pentru diapozitive..... 18**
**Scală pentru diapozitiv 19**
**Suport pentru ecran și oglindă. 21**
**Ecran..... 24**

**Condensator cu deschideri and slide holder plus *scale* slide**




K ----------

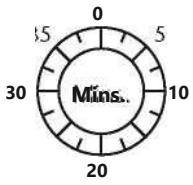
**Copy template © Cornelsen Experimenta**

**ph Optica**

**Subiect: Microscoape optice**

**Deadline:**

**Lungimea raportului:**




## Cerințe

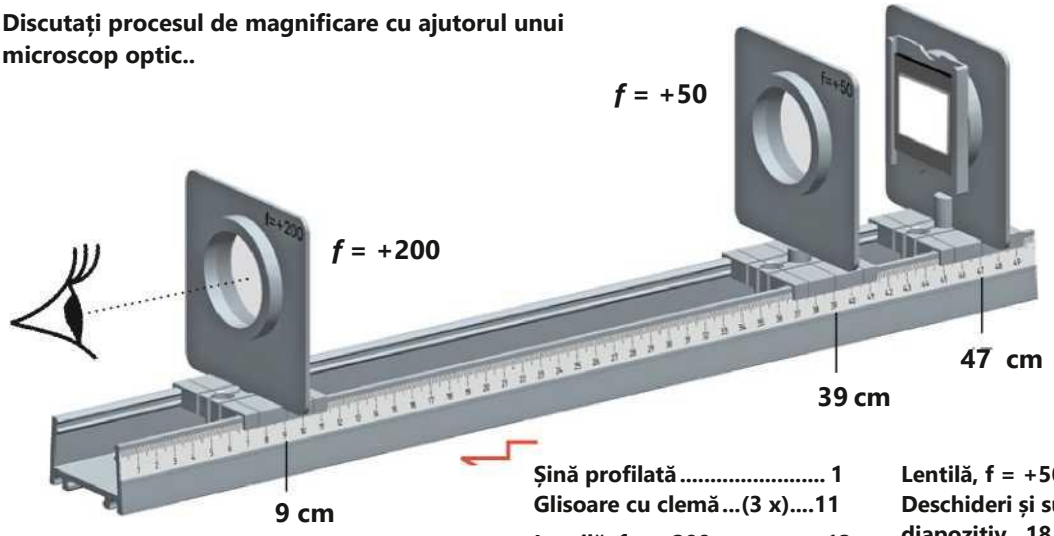
**Scrieți un raport despre microscoapele optice.**

**Următoarele aspecte trebuie discutate în raport:**

- **Introducere în domeniul microscoapelor optice.**
- **Explicați modul în care funcționează instrumental, prin intermediul experimentului demonstrativ de mai jos.**
- **Explicați funcțiile deservite de ocular și obiectiv.**

**Discutați procesul de magnificare cu ajutorul unui microscop optic..**

**Deschidere și suport pentru diapozitiv plus diapozitiv la scară.**




**Șină profilată ..... 1**
**Glisoare cu clemă...(3 x)....11**
**Lentilă, f = +200 mm 13**

**Lentilă, f = +50 mm ..... 15**
**Deschideri și suport pentru diapozitiv.. 18**
***Scală pentru diapozitiv* 19**

## 1.13 Dispersia luminii

**Lumina de la un LED va fi dispersată în culori spectrale cu ajutorul unei prisme. Acest lucru se realizează ca un experiment de optică pe fișa de lucru.**

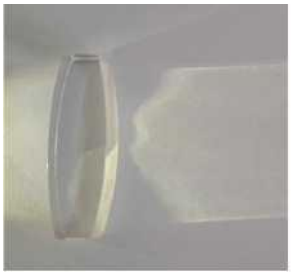
***Fișă de lucru- Dispersia luminii***

### Echipament

**Lampă cu lumină LED/Laser ..... 2**
**Lentilă biconvexă 2D (în setul *Optical bodies)* ..... 5**
**Prismă echilaterală ..... 8**
**Filtre de culoare ..... 20**
**Stand..... 22**
**Ecran ..... 24**

### Procedură experimentală

**Pentru a realiza acest experiment, se recomandă ca suprafața pe care faceți experimentul să fie aleasă astfel încât planul de proiecție să fie la aceeași înălțime cu sursa de lumina LED. Experimentul folosește o lentilă convexă 2D pentru a condensa lumina ce provine din LED, într-o rază paralelă. Apoi, prisma este poziționată în calea razei paralele, astfel încât lumina să iasă prin partea din spate a acesteia, prisma fiind ușor colorată la margini.**

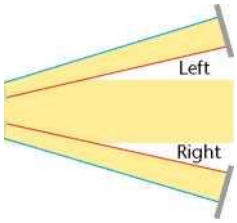




**Lampa este apoi îndepărtată încet de lentilă, până când raza de lumina devine un spectru complet colorant. Este posibil să fie necesară rotirea lămpii pentru a realiza acest lucru.**

***Sfat: Lumina directă, deranjantă a lămpii poate fi blocată foarte bine prin poziționarea unei oglinzi universal lângă condensator.***






### Concluzii

**O prismă refractă fasciculul de lumina de două ori. Prima data, pe măsură ce lumina trece din aer în plexiglas, aceasta este refractată spre normal. A doua oară, ieșind din plexiglas în aer, lumina este refractată opus normalei. Din cauza acestor evenimente de refracție putem vedea lumina formând spectrul de culoare.**





**Deoarece diferitele componente ale luminii albe sunt refractate diferit, rezultatul este un spectru continuu de lumina, Ochiul uman poate distinge următoarele componente de culoare: roșu, portocaliu, galben, verde, albastru, violet.**

**Componenta roșie a luminii albe este cel mai puțin refractată, în timp ce componenta violetă este refractată cel mai mult. Acest aspect înseamnă că este posibil sp se observe cele două rezultate ilustrate aici.**

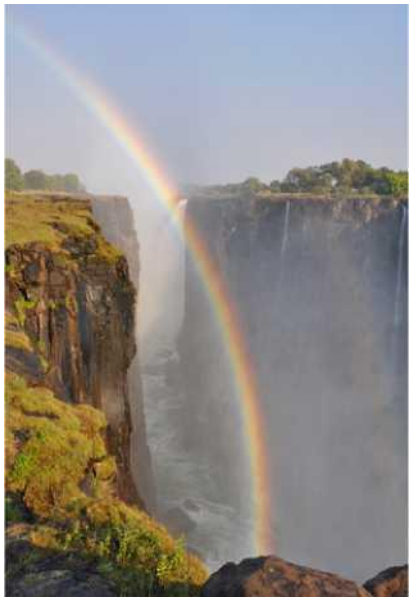




© Cornelsen Experimenta

| Ph Optica | Dispersia luminii albe | Nume |
|---|---|---|
| | | Date |

**Un curcubeu apare atunci când un perete de ploaie este iluminat de soare, din spate. Pentru a înțelege cum apar curcubeele, este necesar să înțelegem cum funcționează dispersia spectrală. Acest cuaspect va fi investigat în acest experiment.**

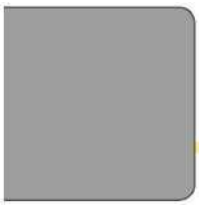


**Procedură:**

Â **Realizați un fascicul de lumina paralel cu ajutorul luminii LED și a lentilei 2D.**

**Partea aspră trebuie să fie orientată în jos.**

**Găsiți distanța corectă dintre lentilă și lampă pentru a obține un fascicul de lumina paralel. La verificare, evitați să lăsați o parte a razei laser să strălucească peste corp.**

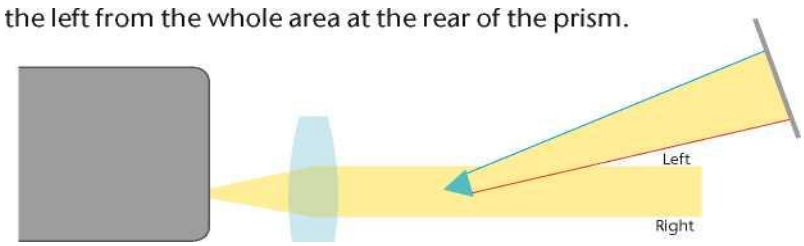


**Definiție:**

**Lumina unei culori spectrale nu poate fi dispersată în alte componente de culoare.**

**Culorile spectrale mai sunt numite culorii pure, culorile curcubeului sau culori vizibile.**

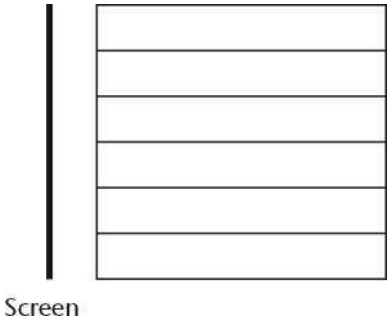
Â **Puneți prisma în fascicului de lumina paralel, în așa fel încât un fascicul de lumina alba cu o ușoară culoare la margini să rezulte**




Â **Așezați ecranul în fața fasciculului de lumină astfel încât să preia fasciculul de lumina cu margini colorate.**

Â **Acum, îndepărtați încet lampa de lentilă până când fasciculul de lumina cu margini colorate constă doar din lumina colorată și nu se vede deloc alb pe ecran. Poate fi necesar să rotiți ușor lampa pentru a realiza acest lucru.**

**Spectrul luminii:**




**Concluzii:**

1. **Culorile albastru, galben, verde, portocaliu, roșu, violet și multe altele pot fi văzute în spectru. Introduceți culorile în lista de alături pe măsură ce le observați.** .....
2. **Indicați ce culoare este refractată cel mai mult în raport cu fasciculul incident de lumina albă.**
3. **Un al doilea experiment urmează să fie efectual în cazul în care lumina iese din prismă prin dreapta. Ghiciți ce veți vedea pe ecran și justficați-vă pe scurt presupunerea.**
4. **Verificați dacă presupunerea dvs. a fost corectă prin facerea experimentului.**
5. **Folosiți filtre de culoare pentru a investiga căile pe care le parcurg culorile spectrale în timp ce trec prin prismă.**

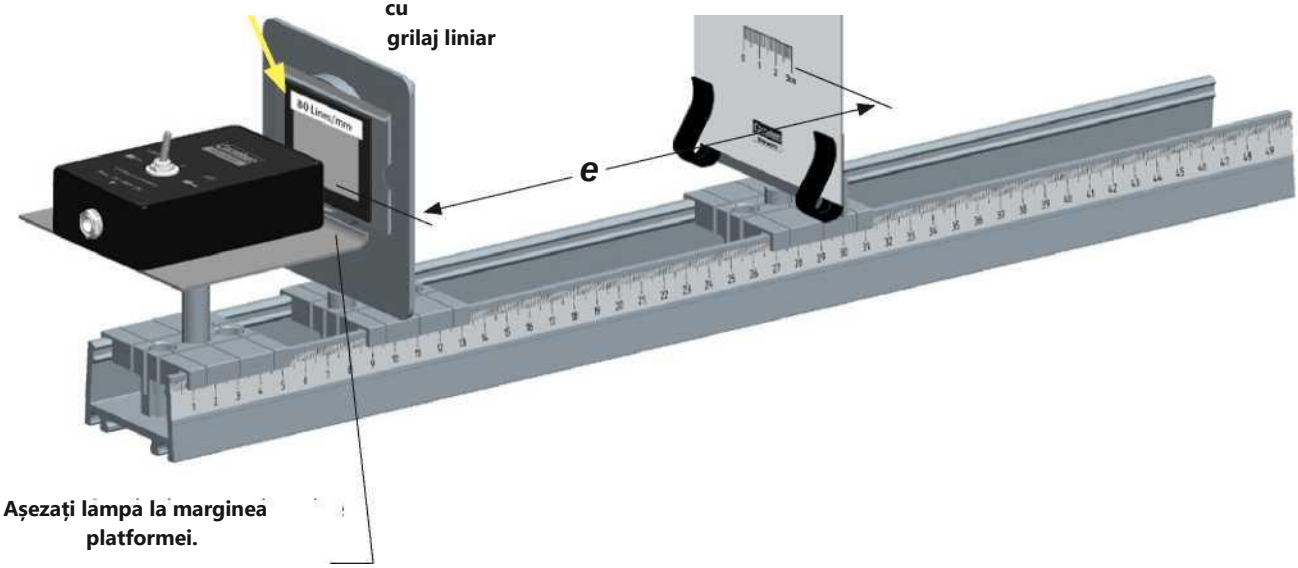
**Filtrele de culoare sunt aplicate fără suport.**

**Echipament**

**Lampă cu lumină LED/ laser .....2**
**Platformă pentru lampă.....9**
**Glisoare cu șină..... (3 x).....11**
**Deschideri și suport pentru diapozitive ...18**
**Suport pentru ecran și oglindă .....21**
**Ecran .....24**
**Grilaj liniar, 80; 300; 600 linii / mm ....28 - 30**

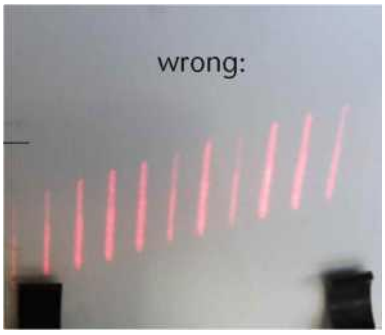
**Zona imprimată de pe diapozitiv trebuie să fie orientate în sus.**

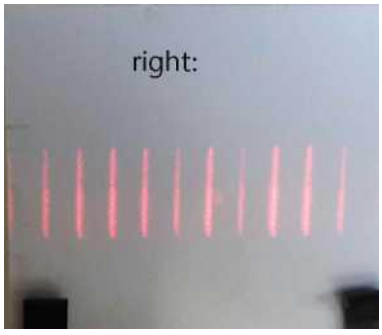
**Suport pentru diapozitive cu grilaj liniar**



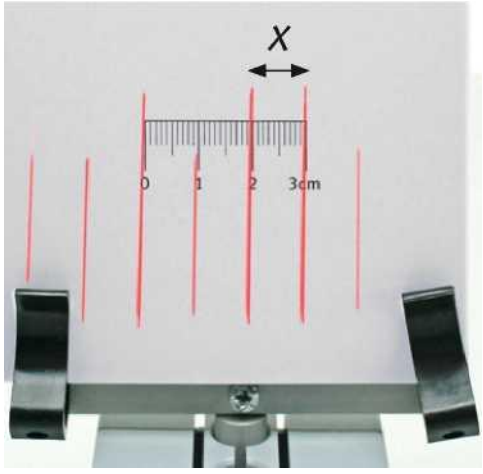

**Așezați lampa la marginea platformei.**

**Grilajul ar trebui rotit astfel încât liniile de pe ecran să fie proiectate într-o bandă orizontală. (ca în imagine)**




**Aliniați ecranul pentru a măsura modelele de unde cu ajutorul scalei tipărite pe acesta.**



## 2.1 Interferența cauzată de un grilaj

**Lungimea de undă a luminii laser ce este produsă de**

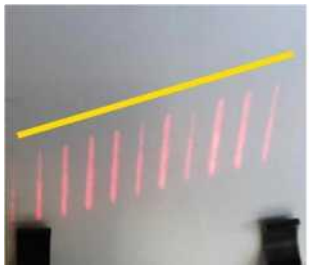
**Lampă trebuie determinată experimental, cu ajutorul unui grilaj de difracție optică.**

***Fișă de lucru- interferența cauzată de un grilaj***

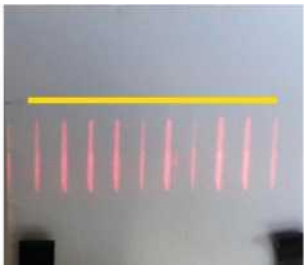
### Procedură experimentală

**Lumina laserului iluminează un grilaj liniar, ca în imagine. Grilajul trebuie rotit astfel încât liniile de pe ecran să formeze o bandă orizontală (ca în imagine). Apoi, modelele de undă trebuie măsurate cu ajutorul scalei tipărită.**

**Distanța dintre ecran și grilaj trebuie să fie suficient de mare, astfel încât să se poată aplica aproximarea pentru unghiurile mici.**



**Greșit**

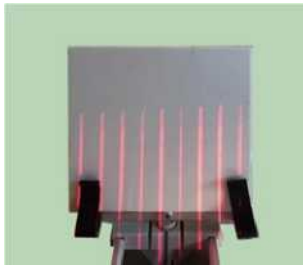


**Corect**

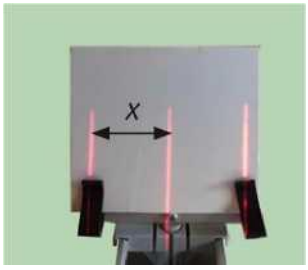
### Concluzii

**Odată cu creșterea densității liniilor de pe grilaj, distanțele dintre linii cresc și astfel acestea se separă din ce în ce mai mult. Observarea modului în care intensitatea pentru maximele de ordin superior scade este perturbată de caracteristicile optice ale diodei laser. Cu toate acestea, este posibil să se calculeze lungimea de undă a diodei laser cu o precizie foarte bună, utilizând relația derivată *k* = *g* _.**

**Acest lucru este verificat prin compararea rezultatelor măsurătorilor dumneavoastră cu lungimea de undă indicate pe plăcuța tehnică,635 nm.**

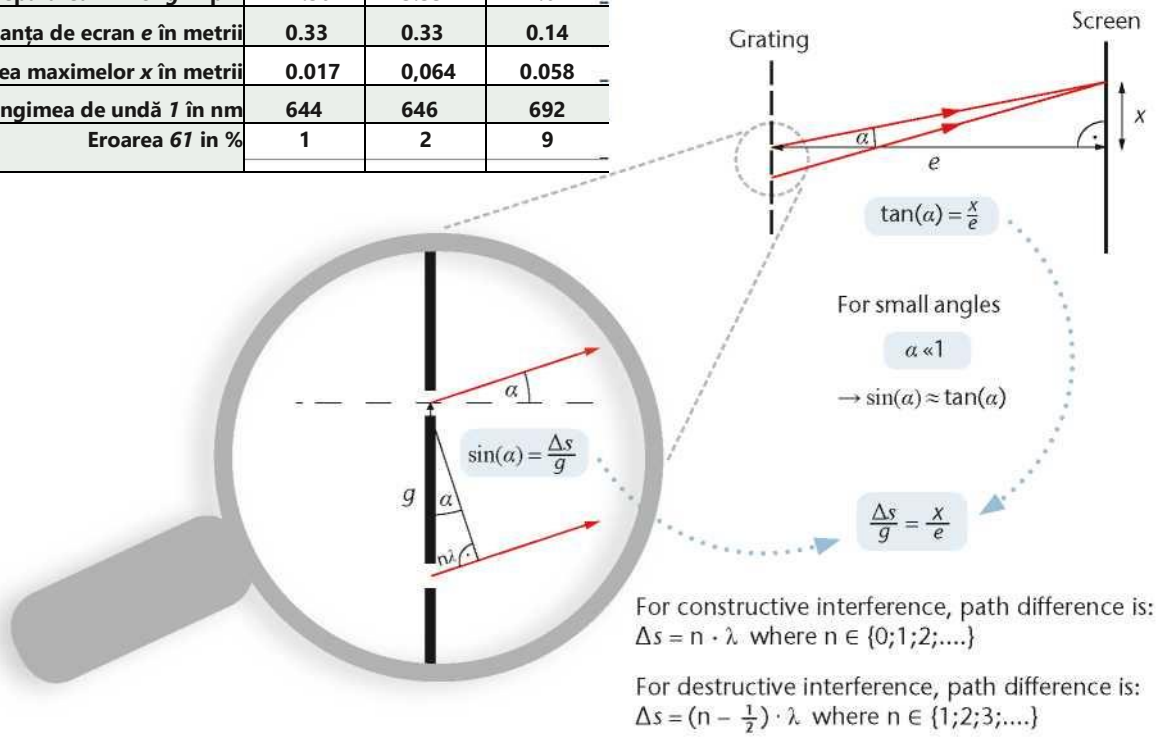


**Grating, 80 lines / mm**




**Grating, 300 lines / mm**

| Tipul grilajului | 80 linii / mm | 300 linii / mm | 600 linii / mm |
|---|---|---|---|
| Separarea liniilor *g* în pm | 12.50 | 3.33 | 1.67 |
| Distanța de ecran *e* în metrii | 0.33 | 0.33 | 0.14 |
| Separarea maximelor *x* în metrii | 0.017 | 0,064 | 0.058 |
| Lungimea de undă *1* în nm | 644 | 646 | 692 |
| Eroarea *61* in % | 1 | 2 | 9 |





© Cornelsen Experimenta

# Interferența cauzată de un grilaj

Nume

Student set *Optics 2.0*

Dată

**Când razele de lumina de la un laser sunt suprapuse unele peste altele, acoperind căi diferite, apar modele specific de interferență. Cu ajutorul acestor tipare, este posibil să se determine lungimea de undă a luminii, folosind doar o riglă. Acest lucru este posibil chiar și dacă lungimea de undă este extrem de scurtă.**

**Asigurați-vă că linia laserului este aliniată vertical și că imprimarea de pe lama este orientate în sus.**



**Procedură:**

Â **Configurați experimentul, așa cum este prezentat în ilustrație.**

Â **Calculați constantele *g* pentru următoarele trei tipuri de grilaje.**

| Tipul grilajului | 80 linii / mm | 300 linii / mm | 600 linii / mm |
|---|---|---|---|
| *g* în mm | | | |

Â **Investigați efectul pe care îl au constantele grilajelor asupra modelelor de interferență. Poziționați ecranul în așa fel încât să puteți vedea cel puțin trei benzi de interferență pe ecran.**

**Sfat de măsurare pentru a îmbunătății precizia măsurării, puteți crește distanța dintre grilaj și ecran. Nu uitați să notați distanța pe schița dumneavoastră.**

**Concluzii:**

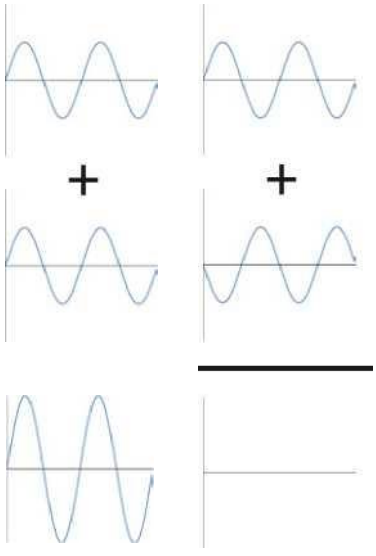
1. **Schițați o secțiune a modelului de interferență pentru fiecare dintre grilaje. Pentru fiecare dintre acestea, notați separarea maximelor și distanța dintre ecran și grilaj și adăugați valorile la schița dvs.**

**QR-Code: ajutor pentru *interferență***

**Reiterarea interferenței**

**Interferență constructivă**

**Interferență distructivă**



2. **Marcați pozițiile interferenței constructive și destructive pe schița dumneavoastră.**
3. **Folosiți-vă datele pentru a calcula lungimea de undă a laserelor.**
   **Verificați rezultatele comparând datele de pe plăcuță cu datele tehnice.**



## 2.2 Polarizarea

**Lumina laser și lumina LED ce sunt emise de lampă vor fi studiate cu ajutorul a două filtre de polarizare.**

***Fișă de lucru- Polarizarea luminii***

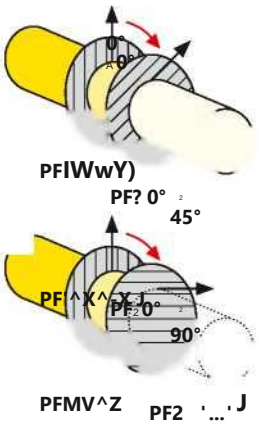
### Procedură experimentală

**Configurați experimentul, ca în ilustrație.**
**Prima parte a experimentului constă în investigarea polarizării exclusive a luminii laser.**



### Concluzii

**Pârghia de reglare a filtrelor de polarizare arată direcția axei transmisiei. Dacă lumina incidentă este polarizată în această direcție, aproape toată va fi lăsată să treacă prin filtru.**

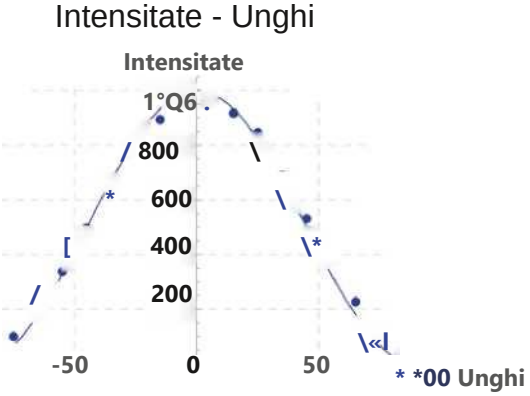



**Deoarece lumina LED nu este polarizată, luminozitatea este intens diminuată chiar și după primul filtru. Dacă un al doilea filtru este apoi plasat în fasciculul următor pentru a fi folosit ca analizor, intensitatea luminii transmise depinde de unghiul relative dintre axele de transmisie ale celor două filtre. Atunci când axele de transmisie sunt paralele, intensitatea va fi la maxim, în timp ce dacă sunt perpendicular, lumina va fi blocată în întregime.**

**Spre deosebire de lumina LED, lumina din diode laser prezintă deja o polarizare liniară bună și, prin urmare, poate fi investigate folosind doar un singur filtru de polarizare. Planul de polarizarea a luminii laser este paralel cu stratul limită p-n al diodei. Dacă filtrul este perpendicular pe aceasta, intensitatea reziduală apare din componenta mica nepolarizată a luminii, care se datorează emisiilor spontane.**

**O continuare a acestui experiment presupune măsurarea intensității luminii cu un senzor lux în funcție de orientarea filtrului (unghiul $\alpha$ față de direcția intensității maxime $I_{max}$).**

**Prin acest mijloc, relația $I(\alpha) = I_{max} \cdot \cos^2(\alpha)$ poate fi verificată.**



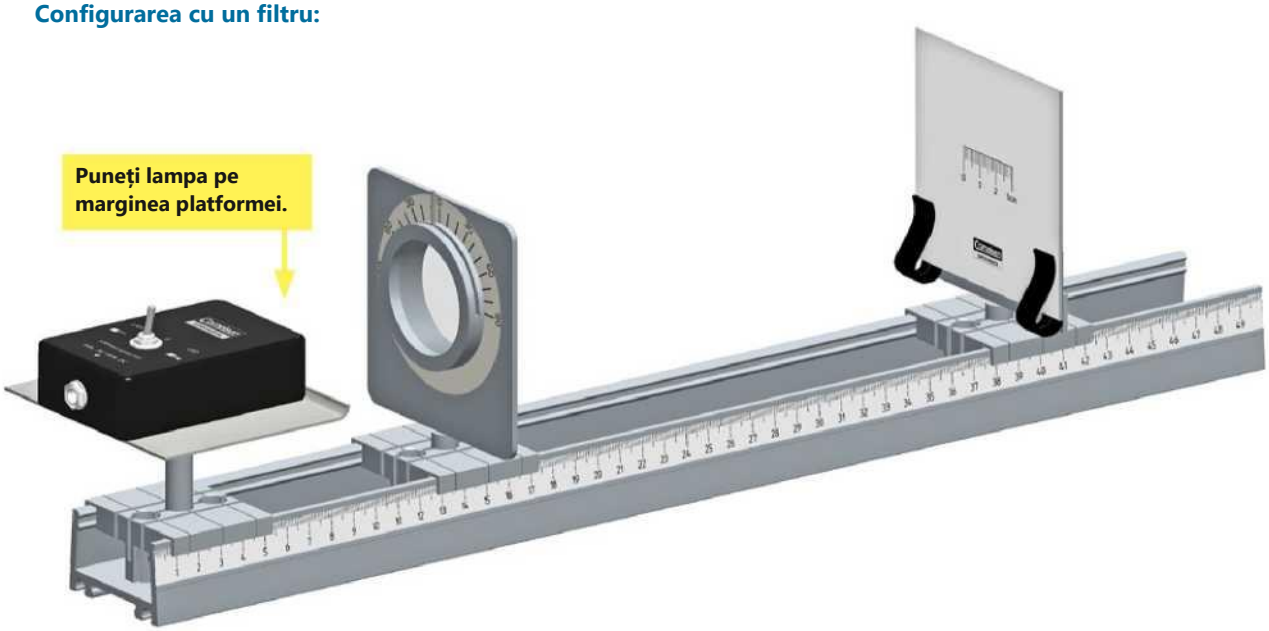


© Cornelsen Experimenta

**Echipament**

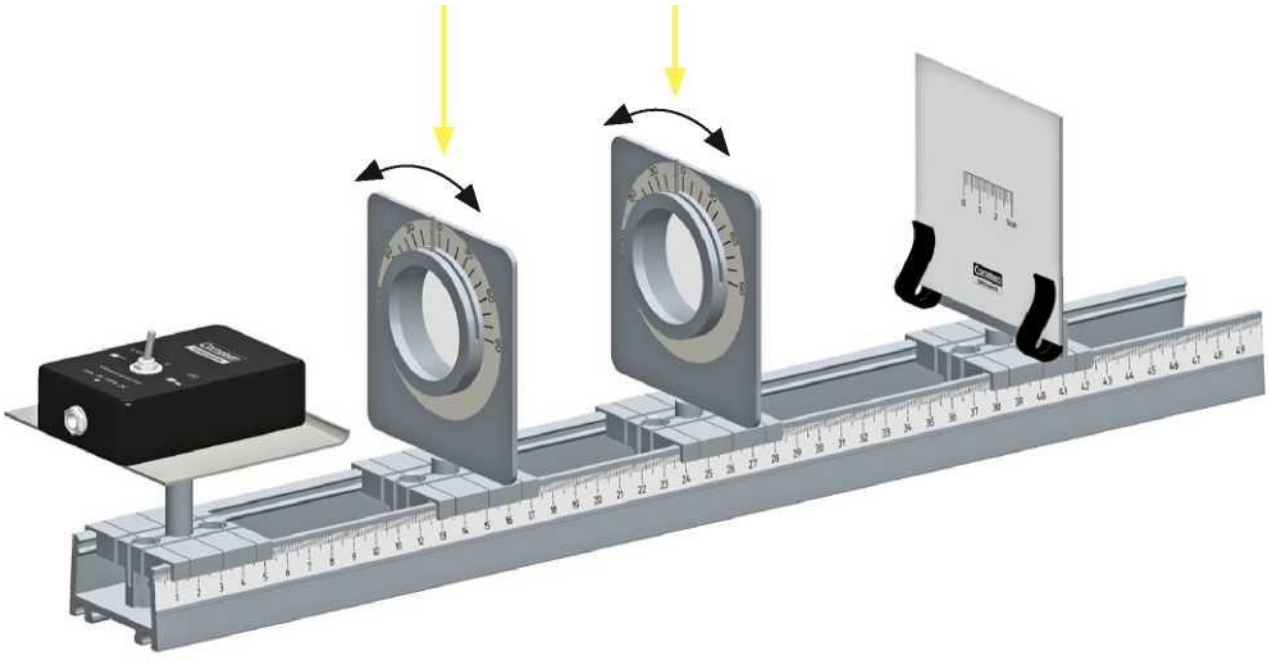
**Șină profilată ..... 1**
**Lampă cu lumină LED/laser ..... 2**
**Platformă pentru lampă ..... 9**
**Glisoare cu clemă ..... (4 x) ..... 11**
**Suport pentru ecran și oglindă.... 21**
**Ecran ..... 24**
**Filtre polarizatoare ..... 26**

**Configurarea cu un filtru:**




**Schimbați setarea filtrelor cu maneta de reglare**

**Configurarea cu două filtre:**



Ph
Optica

Nume

# Polarizarea luminii

Dată

**Lumina poate fi privită ca o undă electromagnetică. În cazul polarizării, aspectul cheie este direcția de oscilație a câmpului electric. Dacă câmpul electric oscilează întotdeauna în aceeași direcție, se spune că lumina este *polarizată liniar*.**

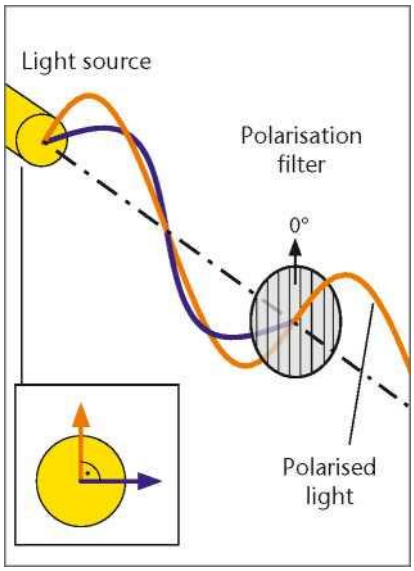


**Procedură:**

Â **Configurați experimentul, ca în ilustrație.**

Â **Observați lumina din laser după ce a trecut printr-un filtru de polarizare. Notați observațiile dumneavoastră pentru diferite unghiuri ale filtrului de polarizare.**

| Unghiul filtrului | Observații |
|---|---|
| | |




Â **Repetați experimentul, de această data folosind lumina LED.**

Â **Comparați intensitatea luminii de la un LED, înainte și după ca aceasta să treacă printr-un filtru de polarizare.**

Â **Adăugați încă un filtru de polarizare experimentului.**

Â **Găsiți diferite setări ale filtrelor de polarizare pentru câte o intensitate maximă a luminii LED.**

**Configurări pentru diminuarea maximă a luminii LED**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Unghiul filtrului 1** | | | | | |
| **Unghiul filtrului 2** | | | | | |

**Definiție:**

**Un filtru de polarizare permite doar luminii cu o anumită direcție de polarizare să treacă prin el, adică lumina în care câmpul electric oscilează într-o direcție specifică.**

**Dincolo de filtru, prin urmare, lumina este polarizată liniar.**

**Concluzii:**

1. **Formulați o condiție pentru care estomparea maximă a luminii apare după ce lumina trece prin două filtre de polarizare.**
2. **Discutați pe baza observațiilor dumneavoastră despre ce au în comun lumina de la lasere și lumina de la LED-uri în ceea ce privește polarizarea și care sunt diferențele.**

© Cornelsen Experimenta

## 2.3 Efectele polarizării.

**Trei experimente privitoare la polarizare.**

2.3a Polarizarea datorată reflexiei (unghiul lui Brewster)
2.3b Birefringență datorată tensiunii
2.3c Polarizare cromatică (Ecrane LCD)

### *2.3a Polarizarea datorată reflexiei (unghiul lui Brewster)*

#### Procedură experimentală

**Pentru fiecare unghi incident, filtrul de polarizare este To, pentru a măsura unghiul cât mai ușor posibil. Lumina LED trebuie așezată astfel încât să se obțină minimul imaginii observate, iar dvs trebuie să priviți la luminozitatea luminii refractate.**

#### Concluzii

**Pentru unghiurile de incidență $a$ care au fost stabilite, și care nu trebuie să fie nici prea plane și nici prea abrupte, trebuie găsit un minim de luminozitate pentru poziția în care este rotit filtrul, prin care axa de transmisie se află în planul întins de raza de lumina incidentă și emergent. Valoarea minima depinde de unghiul de incidență. Unghiul pentru care se observă cel mai mic jgheab de luminozitate se numește unghiul Brewster $0_B$. La acest unghi, lumina reflectată de placa de sticlă este polarizată complet în unghi drept față de planul incident.**

**Pe măsură ce unghiul se abate de la aceasta, componenta polarizată liniar scade. Pentru un reflector de sticlă ($n_{Sticlă}$ « 1.5) în aer ($n$ « 1.0) unghiul Brewster $0_B$ este următorul.**

$$0_B = \arctan\left(\frac{\quad}{n_{Air}}\right)$$

$$0_{B,Glass} = \arctan(¥)$$

$$0_{B,Glass} = 60°.$$

### *2.3b Birefringence due to tension*

#### Experiment procedure

**Filtrele de polarizare sunt plasate între acest obiectiv și condensator cu suficient spațiu între ele pentru a permite obiectelor parcurse de lumina să treacă. Axele de transmisie ale filtrelor sunt configurate perpendicular una pe cealaltă, astfel încât toată lumina.**

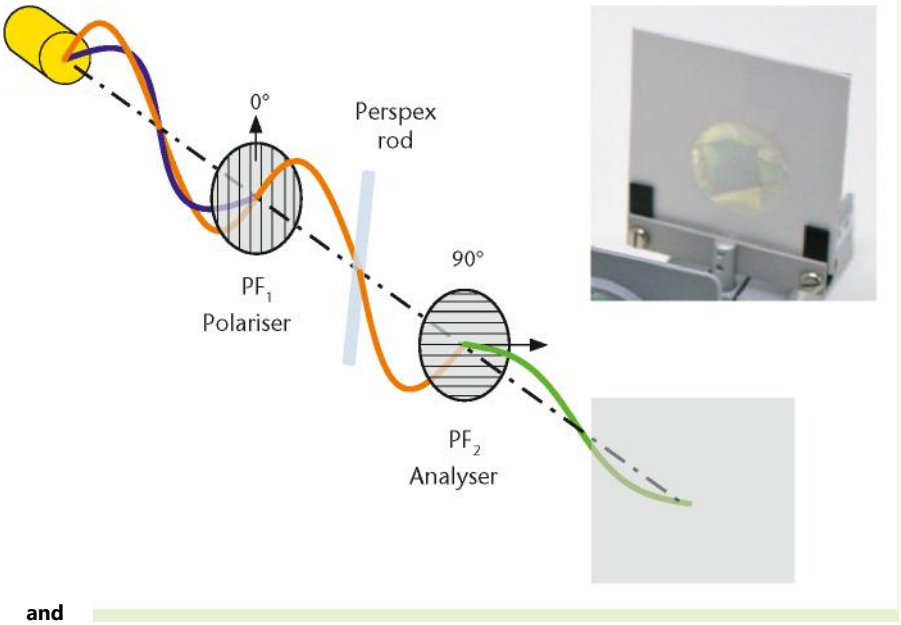
#### Concluzii

**Așa cum ați observat deja în experimentul de polarizare, atunci când sunt instalate două filtre de polarizare cu axele lor de transmisie perpendicular între ele, atunci nu trece lumina prin ele.**
**Dacă este introdus un corp din Plexiglas între cele două filtre și supus tensiunii mecanice, este posibil să observați modele colorate pe ecran. Motivul pentru aceasta este o proprietate a plexiglasului prin care tensiunea îl face să devină optic anizotrom în anumite locuri.**
**Acum, tija de Plexiglas trebuie ținută între filtrele de polarizare și plasată încet sub tensiune mecanică prin îndoire. Imaginea de pe ecran poate fi pusă în focus prin mișcarea ușoară a celui de-al doilea obiectiv.**

**Acest lucru face ca polarizarea porțiunii de lumina care trece prin tijă în aceste locuri să fie modificată. Un fascicul cu polarizare modificată nu poate fi apoi blocat în totalitate de cel de-al doilea filtru de polarizare și astfel contribuie la imaginea de pe ecran.**


© Cornelsen Experimenta

**SFAT** **În plus față de materialele folosite pentru birefringențe, substanțe optice, cum ar fi zahărul, pot de asemenea provoca rotirea unui plan de polarizare. Dacă umpleți o celulă optică cu soluție concentrate de zahăr și puneți aceasta între două filtre depolarizare care sunt perpendicular una pe cealaltă, atunci ecranul va prezenta o ușoară lumina. Soluția de zahăr active din punct de vedere optic face ca planul de polarizare să se rotească cu un unghi dependent de concentrația soluției. Doar când filtrul analizatorului este reglat cu același unghi, lumina este complet filtrată din nou.**




**Unghiul cu care este rotit planul de polarizare poate fi concentrația soluției de zahăr.**

**used as a measure of**

**and**

## *2.3c Polarizarea cromatică (ecrane LCD)*

### Procedură experimentală

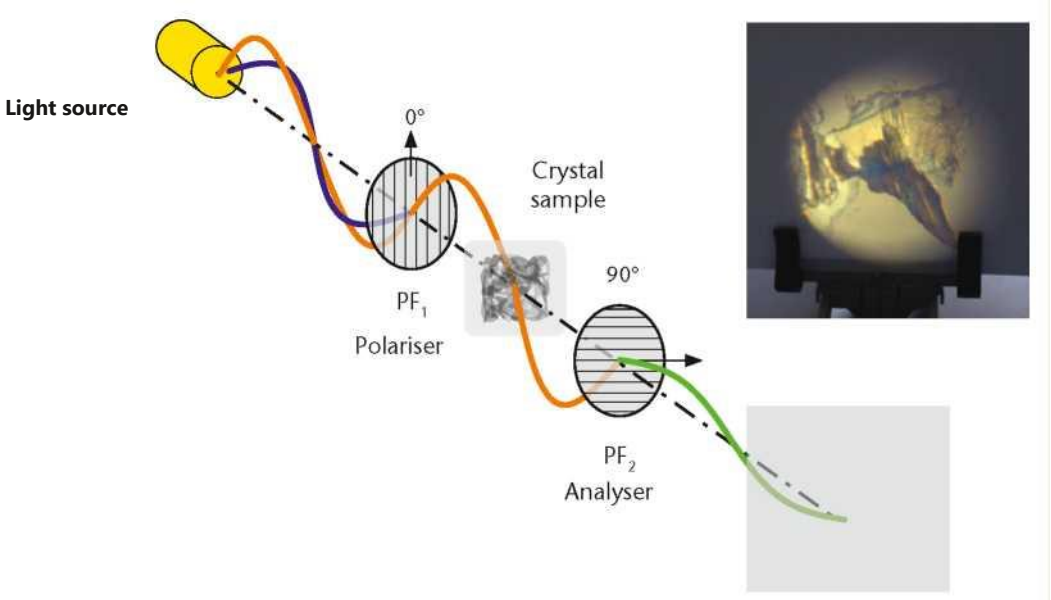
**Manetele de reglare ale celor două filtre de polarizare sunt configurate astfel încât să fie aliniate la 90° unul față de celălalt. Imaginea de pe ecran poate fi focalizată și evaluată prin mișcarea ușoară a obiectivului.**

### Concluzii

**Dacă o mostră de cristal (diapozitiv mic) este pusă în calea unui fascicul de lumina polarizată, are loc birefringența. Acest lucru se întâmplă cu intensitate diferită în anumite locuri de pe diapozitiv, în funcție de grosimea stratului și de structura sa cristalină, precum și de diferențele de cale diferite.**

**Filtrele de polarizare sunt apoi rotite încet de la configurația inițială în ambele direcții. Ar trebui să observați cu atenție efectele pe ecran.**

**În funcție de modul în care sunt setate polarizatorul și analizorul unul față de celălalt, vor exista creșteri sau scăderi corespunzătoare ale luminozității și culorilor rezultate din interferențele din imaginea diapozitivului de cristal pe ecran.**



**Ph Optica** **Subiect: Polarizarea datorată reflecției (unghiul lui Brewster)** **Time:**

0
35^^D\5

30H Min. H10

20

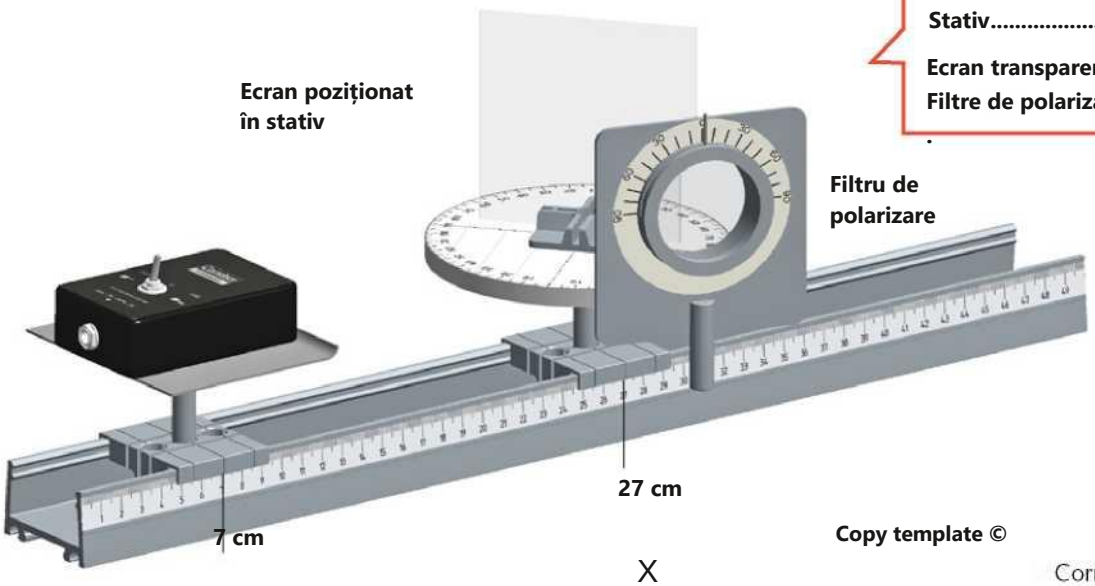
## Cerințe:

Â **Setați experimentul ca în imagine.**

Â **Observați lumina LED reflectată de o placă de sticlă cu ajutorul unui filtru de polarizare. Observați imaginea LED-ului pentru diverse setări de unghi ale filtrelor de polarizare și scrieți observațiile.**

**Verificați experimental faptul că unghiul lui Brewster pentru sticlă este de 60°.**

**Șină profilată ..... .... 1**
**Sursă LED/ laser..... .... 2**
**Platformă pentru lampă .. .... 9**
**Platformă măsurătoare... ...10**
**Glisoare cu clemă .....(2 x) ...11**
**Stativ..... ... 22**
**... 25**
**Ecran transparent ...26**
**Filtre de polarizare**




**Copy template ©**

X Corr

**Ph Optica**

---

## Subiect: Polarizarea datorată reflecției (unghiul lui Brewster)

## Cerințe:

Â **În prima parte, va trebui să generați un fascicul de lumina paralel, așa cum se arată pe cardul de ajutor al condensatorului.**

**Odată ce condensatorul a fost poziționat corect, platforma de măsurare trebuie înlocuită cu ecranul, iar cele două filtre de polarizare și obiectivul sunt instalate între ecran și condensator, ca în imagine.**

**Configurați cele două filtre de polarizare în așa fel încât să provocați o estompare maximă a luminii de la LED.**

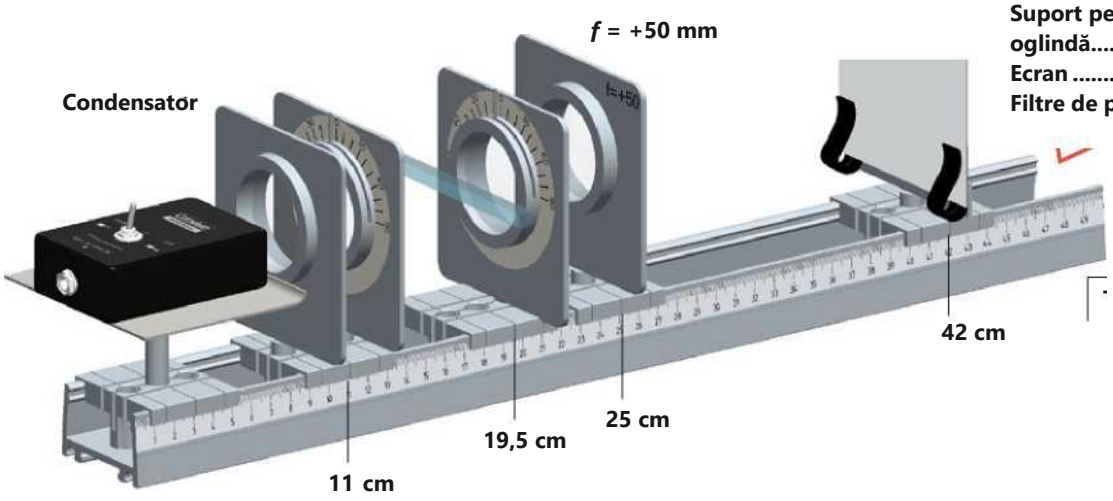
**Țineți tija de plexiglas între cele două filtre de polarizare.**
**Observați imaginea de pe ecran în timp ce îndoiți tija.**

**Formulați o explicație pentru observațiile dumneavoastră.**

**Subiect: Polarizarea cromatică (ecrane LCD)**

**Șină profilată .....1**
**Sursă LED/laser.....2**
**Tijă de plexiglas..... 6**
**Platformă pentru lampă ..... 9**
**Glisoare cu clemă (5 x) ....11**
**Lentilă, *f* = +50 mm ..15**
**Condensator ..... 17**
**Suport pentru ecran și oglindă.....21**
**Ecran ..... 24**
**Filtre de polarizare. .... 26**

Â



# Station: Chromatic polarisation (LCD screens)

## Cerințe:

Â **În prima parte, va trebui să generați un fascicul de lumina paralel, așa cum se arată pe cardul de ajutor al condensatorului.**

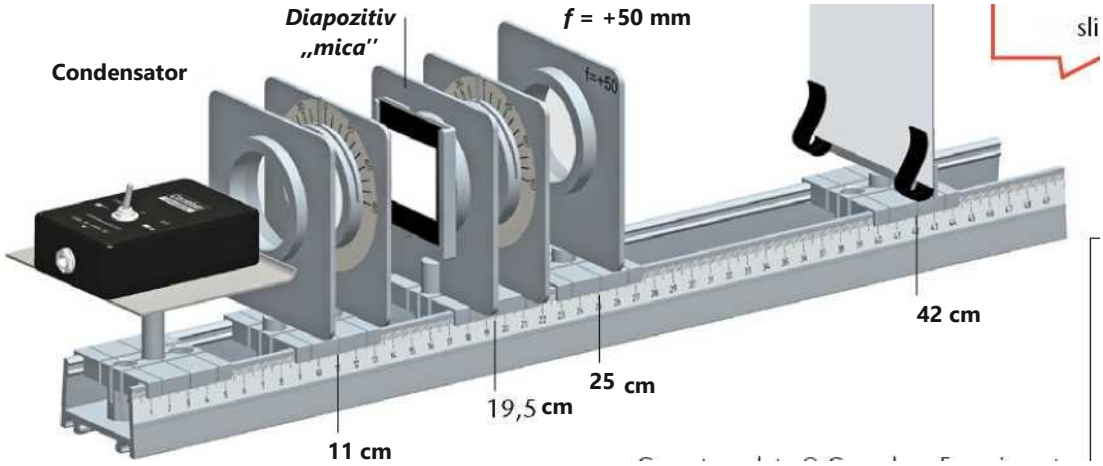
Â **Odată ce condensatorul a fost poziționat corect, platforma de măsurare trebuie înlocuită cu ecranul și cele două filtre de polarizare, glisorului și lentilele sunt montate între ecran și condensator, așa cum se arată.**

Â **Observați imaginea proiectată de ,,mica'' pentru diferite setări ale filtrelor de polarizare.**

Â **Discutați relația dintre lungimea de undă și polarizare**

**Șină profilată.....1**
**Sursă LED/laser.....2**
**Platformă pentru lampă.... 9**
**Glisoare cu clemă (5 x).....11**
**Lentilă, *f* = +50 mm ... 15**
**Condensator ..... 17**
**Deschideri și suporturi pt diapozitive .....18**

**Suport pentru ecran și oglindă21**
**Ecran.....24**



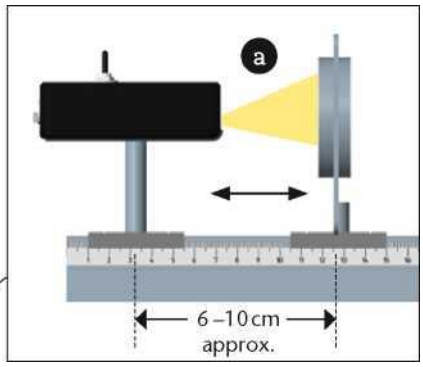
**Subiect:** Polarizarea cromatică (ecrane LCD)

**Ph Optica**

**Definiție:**

**Un condensator este utilizat pentru a genera fascicule paralele de radiații. Pentru lumina vizibilă, cel mai simplu tip de condensator este  o lentilă convergentă.**

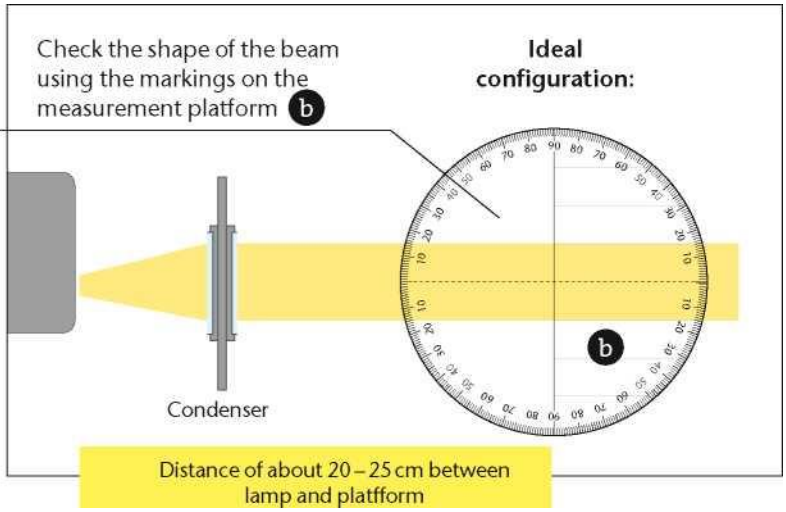
## Generate a prallel light beam:




1 The LED lamp should be positioned on the lamp platform in such a way that the condenser lens is fully illuminated by the cone of light a

**Folosiți lentila nr 17 ca și condensator**

2 The condenser is then moved to the position relative to the lamp where the emerging beam is roughly parallel



## 2.4 LED-uri și lasere – coerență, polarizare și monocromaticitate

**Efectuarea experimentelor privind optica undelor poate implica o comparație a celor două surse de lumina, laserul și LED-ul. Proprietățile coerenței, polarizării și monocromaticității urmează să fie investigate din nou și introduse într-un tabel.**

**LED-uri și lasere – coerență, polarizare și monocromaticitate- fișă de lucru**

**Soluții**

| | Definiție | Experiment | Presupunere și rezultat | |
|---|---|---|---|---|
| | | | LED | Laser |
| Coerență | Dacă două unde au o relație de fază fixă între ele, acestea sunt descrise ca fiind coerente sau capabile de interferență. | *Experimentul gradării* | NU | DA |
| Polarizare | Dacă planurile de oscilație ale câmpului electric sunt paralele pentru toți fotonii dintr-un fascicul de lumina, atunci acea lumina este polarizată liniar. Lumina polarizată circular implică direcția polarizării care se schimbă la viteză unghiulară constantă. | *Experimentul polarizării* | NU | ÎN MARE PARTE |
| Monocromaticitate | Lumina monocromatică este lumina cu o lungime de undă, o frecvență și o culoare specific. Deoarece monocromaticitatea perfecta nu este realizabilă, în practică o gamă mica de lungime de undă sau frecvență este tratată ca o singură culoare spectrală. | *Spectru cu laser și Experiment cu lumină LED* | NU | DA |


© Cornelsen Experimenta

© Cornelsen Experimenta



# LED-uri și lasere – coerență, polarizare și monocromaticitate

**Exercițiu**

**O Investigați lumina de la un LED și de la un laser din punct de vedere a proprietăților de coerență, polarizare și monocromaticitate. Urmați procedura următoare:**

**1Explicați proprietățile de mai sus cu cuvintele dvs.**

**2. Prognozați ce proprietăți va avea lumina din diferitele surse.**

**3. Realizați un experiment pentru a testa proprietățile menționate mai sus.**

**4. Verificați dacă prognoza dumneavoastră a fost corectă, comparând-o cu datele din experiment.**

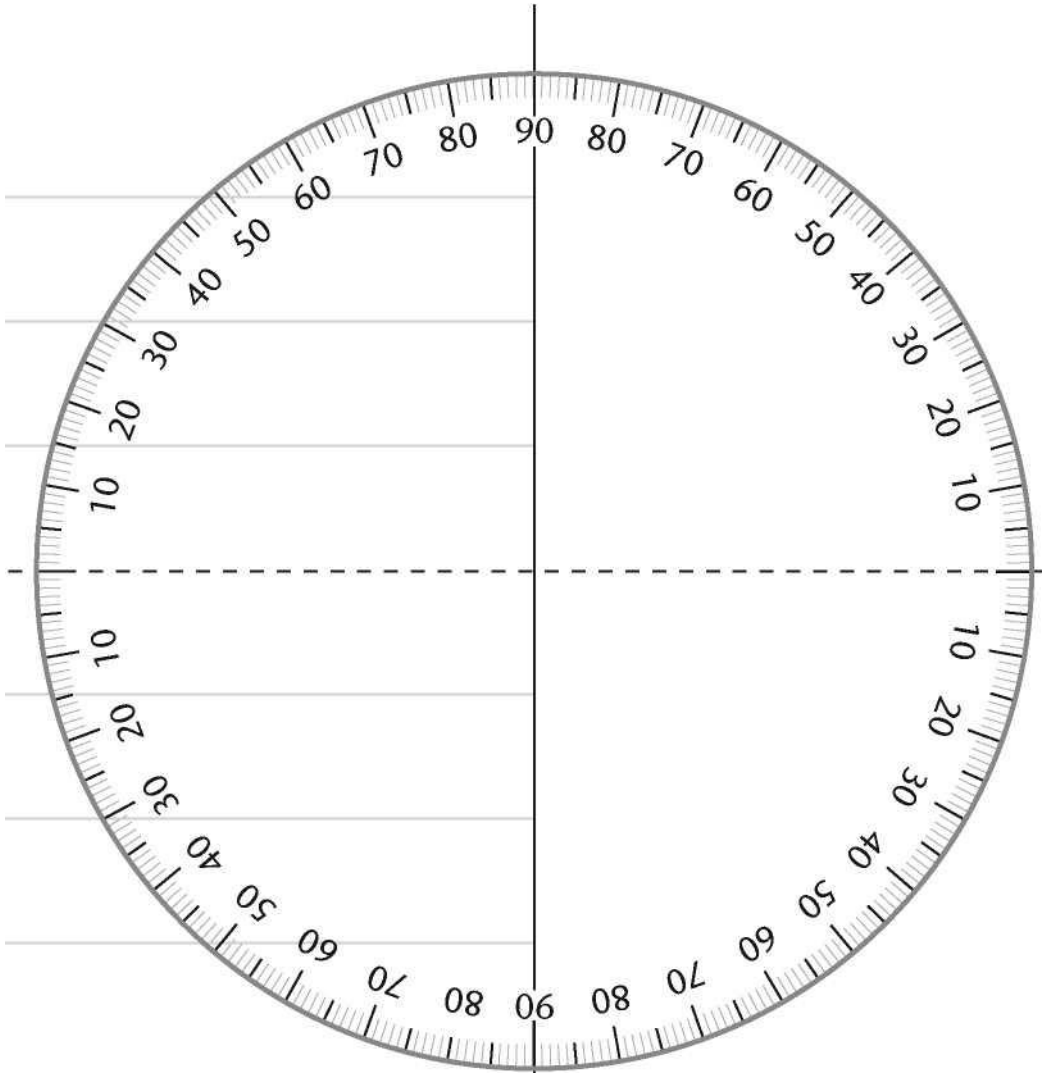
3. Plan an experiment to test the properties in question.
4. Check your assumption with the result of the experiment.

| | Definition | Experiment | Assumption and result | |
|---|---|---|---|---|
| | | | LED | Laser |
| Coherence | | | | |
| Polarisation | | | | |
| Monochromaticity | | | | |

| Ph Optica | Fișă de lucru pentru măsurători | Nume | Dată |
|---|---|---|---|

**Definiție:**

***a*= "Unghiul de incidență"**




**Măsurători:**

| $a$ | |
|---|---|
| | |

© Cornelsen Experimenta

# Broșura profesorului (Order number 47530 6)

# Setul elevului *Optica 2.0*

**Cornelsen Experimenta GmbH**
**Holzhauser Strane 76**
**13509 Berlin**
**Germany**
**E-Mail:**

**Tel.: +49 (0)30 435 902-0**
**Fax: +49 (0)30 435 902-22**

**info@cornelsen-experimenta.de**

**cornelsen-experimenta.de**

**04.00**