



**Center for  
Science Education  
and Training**

<http://education.inflpr.ro>

# PROVOCARILE LASERULUI

© SPIE, OSA si NOAO- SUA



Reteaua educationala  
**Hands-on Science - Romania**  
Instruire prin experiment



Echipa proiectului din partea National Optical Astronomy Observatory - NOAO:

Stephen M. Pompea, Coordonator  
Constance E. Walker, Coordonator  
Carolyn Peruta  
Brian Kinder  
Ken Cardell  
Janelle M. Bailey  
Robert Sparks  
Peter Marenfeld – Design și editare

NOAO este coordonata de Association of Universities for Research in Astronomy (AURA), Inc., în cooperare cu National Science Foundation.

Eventuale observații la acest material sunt binevenite. Acest modul va fi revizuit pentru a reflecta părerile educatorilor și sugestiile lor, în vederea unor teste ulterioare. Autorii apreciază orice sugestii, comentarii și pareri critice. Acestea se vor trimite d-lui Stephen Pompea, National Optical Astronomy Observatory: telefon: 520.318.8285, sau email: [spompea@noao.edu](mailto:spompea@noao.edu).

Ultima revizie: 22 octombrie 2007





## Cuprins:

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Prezentarea generală a <i>Modulului 1: Provocările Laserului</i>       | 4  |
| Introducere în fizica laserilor                                        | 5  |
| Prezentarea activităților din Modulul 1                                | 6  |
| Obiectivele activităților de învățare, standarde, și evaluare          | 8  |
| Materiale: lista principală                                            | 12 |
| Securitatea în utilizare a laserilor                                   | 13 |
| Mingea care sare (activitate demonstrativă)                            | 14 |
| Oglinda de pe perete (activitate demonstrativă)                        | 17 |
| Demonstrații cu apă care conține lapte                                 | 19 |
| Măsurarea unghiurilor                                                  | 22 |
| Fișa de lucru a elevului: „Utilizarea raportorului”                    | 24 |
| Fișa de lucru a elevului: „Unghiuri și raze” (2 pagini)                | 25 |
| Fișa de lucru a elevului: „Măsurări reflexiilor” (2 pagini)            | 27 |
| Reflexiile pe suprafețe netede și rugoase (activitate demonstrativă)   | 29 |
| Activități la punctele de lucru cu oglinzi                             | 32 |
| Indicații privind punctele de lucru cu oglinzi                         | 32 |
| Etapile de lucru pentru punctele de lucru cu oglinzi (5 pagini)        | 36 |
| Fișa de lucru a elevului: “Punct de lucru cu oglinzi” (2 pagini)       | 41 |
| Nimerește ținta                                                        | 43 |
| Fișa de lucru a elevului: „Nimerește ținta”                            | 45 |
| ”Nimerește ținta” fișă de punctaj                                      | 46 |
| Modele de ținte pentru activitatea „Nimerește ținta” (2 pagini)        | 47 |
| Certificat de „Master în aplicații ale reflexiei”                      | 49 |
| Misiune imposibilă                                                     | 50 |
| Demonstrație pentru determinarea punctului focal al unei oglinzi curbe | 51 |
| Informații suplimentare                                                | 53 |
| Concepții greșite privind lumina, întâlnite în mod curent              | 61 |
| Glosar de termeni                                                      | 64 |
| Materiale pentru multiplicat                                           | 65 |
| Șabloane pentru raportor (3 pagini)                                    | 66 |
| Fișa de lucru a elevului: „Utilizarea raportorului”                    | 69 |
| Fișa de lucru a elevului: „Unghiuri și raze” (2 pagini)                | 70 |
| Fișa de lucru a elevului: „Măsurarea reflexiilor” (2 pagini)           | 72 |
| Indicații privind activitățile „Puncte de lucru cu oglinzi”            | 74 |
| Etapile de lucru pentru „Puncte de lucru cu oglinzi” (5 pagini)        | 75 |
| Fișa de lucru a elevului: “Puncte de lucru cu oglinzi” (2 pagini)      | 80 |
| Fișa de lucru a elevului: „Nimerește ținta”                            | 82 |
| ”Nimerește țintă” fișă de punctaj                                      | 83 |
| Modele de ținte pentru activitatea „Nimerește ținta” (2 pagini)        | 84 |
| Certificat de „Master în aplicații ale reflexiei”                      | 86 |





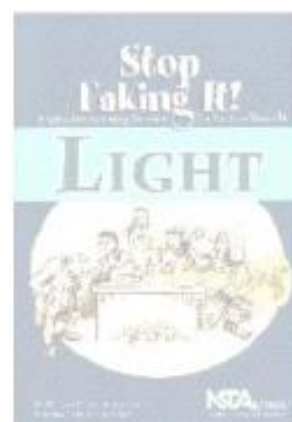
## Prezentarea generală a Modulului 1: *Provocările Laserului*

Deoarece laserii generează lumină având proprietatea de a forma un fascicul care se propagă în linie dreaptă, concentrat, monocromatic (format dintr-o singură culoare), ei constituie o sursă de lumină ideală pentru lecțiile referitoare la observarea, măsurarea și utilizarea fasciculelor reflectate. Elevii vor învăța despre natura luminii și reflexii prin activități practice și demonstrații. Aceștia vor exersa realizând măsurări ale unghiurilor implicate și vor învăța cum unghiul de reflexie și cel de incidență sunt corelate. Utilizând oglinzi multiple, vor crea un traseu cu obstacole și se vor confrunta cu dificultăți pentru a determina fasciculul să parcurgă un anumit traseu. În plus, elevii își vor dezvolta și vor utiliza abilitati privind activități specifice științei, cum ar fi manipularea materialelor din laborator, observarea, compararea, măsurarea și rezolvarea problemelor.



Acest modul este primul dintr – o serie de seturi educationale destinate studiului opticii. Ca și celelalte module, acest modul prezinta la inceput un “Cuprins al activităților” care descrie notiunile fundamentale specifice fiecărei activități, precum și timpul aproximativ necesar pentru realizarea acestor activități. “Obiectivele activităților de învățare și standarde” și “Sugesti pentru evaluare” vă vor ajuta să înțelegeți ce se așteaptă ca elevii să înțeleagă din acest modul și cum se poate evalua gradul lor de intelegere. În continuare “Materiale: Lista principală” oferă mai multe detalii privind fiecare activitate. Multe demonstrații și activități pot fi pregătite în avans. Deși demonstrațiile și activitățile nu necesită cunoștințe vaste de optică, ar fi benefică citirea întregului modul și realizarea tuturor activităților de către profesor, înainte de prezentarea acestora în clasă. În sfârșit, informații suplimentare cu privire la anumite concepte relevante și o descriere a celor mai frecvente concepute greșite sunt prezentate în partea finală a modulului. Se recomanda, de asemenea, lucrarea “*Stop Faking It: Light*”, autor William C. Robertson (NSTA Press), care ajută la înțelegerea conceptelor de bază ale științei într – o manieră distractivă și interesantă.

Șase  
competențe  
de bază în  
cercetarea  
științifică:  
- observarea  
- comunicarea  
- clasificarea  
- măsurarea  
- deducția



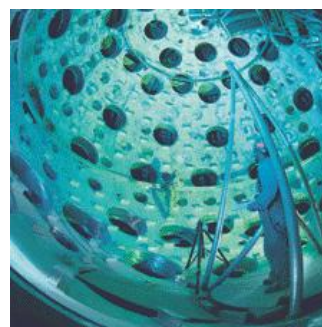


## Introducere în fizica laserilor

Te-a orbit vreodată cineva fără să-și dea seama, atunci când lumina soarelui a fost reflectată de ceasul său către ochii tăi? Ai încercat vreodată să te uiți după colț cu ajutorul unei oglinzi? În fiecare zi folosim sau desfășurăm activități în legatura cu reflexia luminii. O oglindă mică pentru machiaj ca și un telescop mare de dimensiunea unei clădiri, ambele folosesc reflexia luminii.



Imaginează-ți că ești un cercetător care încearcă să construiască un telescop nou. Ai vrea să fii capabil să anticipezi modul în care acesta va colecta lumina și cum va mări obiectele aflate la distanță? Este posibil să anticipezi traseul parcurs de lumină când aceasta se reflectă de pe o suprafață sau trece prin lentile?



În această secțiune vom vedea dacă este posibil să anticipăm cum se reflectă lumina pe oglinzi. Pentru studierea reflexiilor vom utiliza laseri. Termenul LASER provine de la Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Amplificarea Luminii prin Emisia Stimulată a Radiației). Un laser este o sursă de lumină concentrată și puternică. Spre deosebire de o lanternă care emite lumina într-un con de lumină care se împrășteie după ce parcurge o distanță scurtă, lumina laserului se propaga în linie dreaptă și nu se împrășteie la fel de mult. Prin această particularitate, laserul produce lumină „colimată”. Deși fasciculele laser nu sunt singurele care pot fi reflectate, acestea reprezintă o sursă simplă și eficientă de lumină care va fi utilizată în acest modul. De fapt, lumina provenind de la diferite surse, soare, lămpi, foc, și multe alte surse se reflectă în același mod.

(Figura de sus)  
Camera țintelor de la National Ignition Facility unde se va produce o explozie cu o putere a laserului de 500 terawați. Pentru comparare, puterea medie consumată în întreaga lume în anul 2002 a fost de 13.7 terawați (1 terawat =  $10^{12}$ Wați).

Laserii sunt foarte răspândiți în zilele noastre. De la inventarea lor în 1960, aceștia au avut aplicații în realizarea CD player-elor, scanner-elor din magazinele alimentare, fabrici, clase, generarea de repere pentru poziționarea tablourilor, imprimante.

Pot fi suficient de puternici ca să taie metalul. Unele sunt suficient de mari încât să umple o cameră întreagă, în timp ce altele sunt atât de mici încât este necesar un microscop pentru a le putea vedea. Deși laserii pe care îi folosim în prezentul modul prezintă siguranță în utilizare atunci când pielea noastră este expusă, ei pot să ne afecteze ochii dacă ne uităm direct în fascicul. Trebuie să ne luăm toate măsurile de siguranță în timpul utilizării acestora și să evităm să ne uităm direct în fasciculul laser.



Pentru a afla cum funcționează laserul, găsiți o scurtă explicație în „*Stop Faking It: Light*”, pe care o puteți citi. În plus, puteți studia la bibliotecă sau puteți căuta informații pe Internet.





## Prezentarea activităților din Modulul 1

### Introducere și noțiuni privind securitatea în utilizare a laserilor: 5–10 minute

Fie se citește elevilor această secțiune, fie este prezentată sub formă de rezumat. Securitatea este extrem de importantă atunci când se lucrează cu laserii chiar dacă laserii cu lumină roșie pe care îi utilizează elevii în cadrul acestor activități nu sunt periculoși dacă sunt folosiți corespunzător. O idee ar fi să oferiți fiecărui elev o copie a paginii privind securitatea în utilizare a laserului.



### Mingea care sare și Oglindă, oglinda de pe perete

#### Demonstrație: 20 – 30 minute fiecare

Această demonstrație implică atât profesorul cât și elevii, pentru a arăta cum sare o minge de pe suprafețe netede și rugoase, sub unghiuri mai mari, mai mici sau perpendicular pe suprafață. Elevii vor face observații și vor emite ipoteze privind tipul reflexiilor. Apoi vor utiliza o lanternă și o oglindă montată pe perete pentru a verifica că lumina se reflectă pe suprafața unei oglinzi aproximativ în același fel în care mingea sare de pe un perete, sub un unghi mai mare sau mai mic față de normala la suprafață. Această activitate necesită un spațiu mai larg, fără scaune și mese pentru ca elevii să se poată mișca liber.

### Demonstrația cu apa care conține lapte: 45 – 60 minute

În apa care conține lapte, elevii pot vedea întregul parcurs al unui fascicul laser, acesta fiind împrăștiat de către particulele foarte mici de lapte din apă. Aceasta este o metodă foarte bună de a prezenta reflexia fasciculului laser pe una sau mai multe oglinzi. Această activitate permite elevilor să observe în primul rând cum acționează lumina laser exact ca mingea care sare și lanterna din activitatea anterioară și apoi de asemenea, oferă elevilor ocazia de a manipula oglinzile în apă și să de a observa cum un fascicul laser poate avea multiple reflexii.



### Măsurarea unghiurilor (3 activități): 20 – 30 minute fiecare

În aceste activități, elevii învață cum să utilizeze corect echipamentele de măsură pentru a evalua ceea ce au observat în legătură cu reflexiile. Dacă elevii dumneavoastră știu deja cum să măsoare și să construiască unghiuri, această activitate va servi ca o scurtă recapitulare. După această recapitulare, elevii vor lucra în grupuri mici pentru a demonstra prin măsurări că unghiul de incidență este egal cu unghiul de reflexie. Vor realiza acest lucru cu ajutorul unui laser, o oglindă mică, apă conținând lapte, și un raportor.

### Reflexii pe suprafețe nedete și rugoase: demonstrație: 15 – 20 minute

Elevii vor învăța cum se reflectă lumina de pe suprafețele netede și de pe suprafețele rugoase. Utilizând laseri și oglinzi, elevii vor vedea că legea reflexiei se aplică atât pentru suprafețe netede, cât și pentru cele rugoase. Vor putea să observe că razele paralele de lumina sunt reflectate în direcții diferite de către o suprafață rugoasă, spre deosebire de o suprafață netedă care le va reflecta tot ca raze paralele.

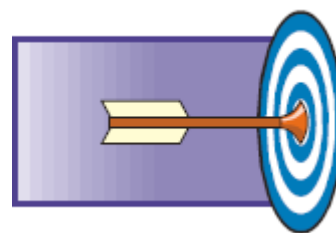


### **Puncte de lucru cu oglinzi: 50 – 60 minute**

Elevii vor lucra pe grupe utilizând seturi de oglinzi și laseri pentru a se confrunta cu diferite provocări. Pentru fiecare punct de lucru profesorul trebuie să pregătească înaintea orei locul de desfășurare a activității. După ce fiecare grup de elevi termină activitățile, aceștia trebuie să lase în ordine toate materialele pentru grupul următor. Această activitate dă elevilor posibilitatea de a realiza lucrări practice folosind materialele puse la dispoziție de către profesor. Elevii vor avea ocazia să realizeze montaje interesante utilizând oglinzi și să observe aceste realizări cu ajutorul prafului de cretă.

### **Nimerește ținta: 60 – 75 minute**

Elevii trebuie să-și folosească cunoștințele referitoare la reflexia luminii și materialele pe care le au la îndemână pentru a lovi o țintă fixată pe un perete, folosind treptat tot mai multe oglinzi. Aceasta este o activitate distractivă unde echipele pot concura între ele pentru a vedea cine poate ținti cel mai precis sau cine poate veni cu cea mai eficientă metodă de lovire a țintei. Aceasta implică organizarea a câtorva grupuri mici de lucru, fiecare lucrând în alta zonă a clasei. Ar fi bine ca fiecare elev să primească o copie a instrucțiunilor de lucru.



### **Misiune imposibilă: 10+ minute**

Acesta este un joc distractiv în care elevii încearcă să acopere întreaga suprafață disponibilă cu fascicule laser utilizând oglinzile și laserii pe care le au la dispoziție. Această activitate permite elevilor să se distreze și să se joace cu laserii utilizând depinderile dobândite, de a face predicții cu privire la modul în care va avea loc reflexia luminii.

### **Determinarea focarului unei oglinzi curbate. Demonstrație: 5 – 10 minute**

Această demonstrație arată cum legea reflexiei se poate aplica în cazul oglinzilor curbate. Aceste suprafețe prezintă o normală la suprafață și prin urmare unghiurile de incidență și de reflexie din fiecare punct al suprafeței pot fi estimate.



## Obiectivele activităților de învățare, standarde și evaluare

### Obiectivele activităților de învățare

Obiectivele acestui modul sunt prezentate pentru fiecare activitate în capitolul “Elevii vor învăța” și sunt ulterior discutate în capitolul „Propuneri pentru evaluare”

Acest modul începe prin antrenarea elevilor în activitate provocandu-i să răspundă la o întrebare științifică: “Poate fi prevăzut modul în care se reflectă lumina?” Elevii investighează această întrebare prin realizarea de activități practice, formulează și testează ipoteze, rezolvă probleme, și găsesc explicații referitoare la ceea ce observă. Ei achiziționează date experimentale pentru a verifica legea reflexiei și apoi aplică cunoștințele și abilitățile dobândite la o activitate practică numită “Nimerește tinta”. De-a lungul întregului modul există oportunități de evaluare formativă a elevilor privind cunoștințele acumulate. Acest modul urmează un model tip „Ciclu de învățare” (explorare, introducerea conceptului, aplicarea conceptului); totuși, acest cadru poate fi modificat pentru a se adapta formatului de lectie care se potrivește cel mai bine grupei de elevi.

#### Caracteristicile esențiale ale investigării științifice:

- Elevii sunt antrenați prin întrebări orientate științific.
- Elevii acordă prioritate dovezilor.
- Elevii formulează explicații.
- Elevii își evaluează explicațiile pe baza cunoștințelor științifice.
- Elevii comunică și își justifică explicațiile.

Obiectivele acestui modul prevăd ca elevii să învețe:

- ◆ Prevederile legate de securitatea în utilizare a laserilor.
- ◆ Să efectueze activități de investigare științifică și să formuleze concluzii cu privire la reflexia luminii.
- ◆ Faptul că reflexia luminii pe suprafețe netede este predictibilă și că reflexia luminii pe suprafețe rugoase este mai puțin predictibilă.
- ◆ Că lumina detectată de ochiul uman se reflectă în același mod ca o minge care sare și ca un fascicul laser.
- ◆ Că legea reflexiei se aplică indiferent de direcția de propagare a luminii (traectoria parcursă de raza de lumina este reversibilă).
- ◆ Că datorită particulelor aflate în suspensie în apă (ex. apa cu lapte) putem vedea întregul drum parcurs de un fascicul laser și nu numai începutul, punctul de reflexie și punctul final.
- ◆ Definițiile următorilor termeni: normala la suprafață, unghi, vertex, rază, grad, punct focal, concav, convex.
- ◆ Cum să folosească un raportor pentru a măsura unghiuri.
- ◆ Relația dintre unghiul de incidență și unghiul de reflexie.
- ◆ Cum să folosească laserii și oglinzile pentru a îndeplini o anumită sarcină.
- ◆ Cum să folosească legea reflexiei pentru a realiza un traseu cu obstacole în cazul unui laser, utilizând oglinzi multiple pentru a orienta un fascicul laser către o anumită țintă.
- ◆ Că sunt necesare măsurări precise pentru a alinia sistemele optice.
- ◆ Că oglinda curbată are câteva proprietăți comune cu oglinda plană, inclusiv aceea că acestea produc reflexii care pot fi anticipate.





## Standarde aplicabile

*Standardele Educationale Nationale pentru Stiinte* (National Research Council, 1996), clasele 5 – 8, la care se refera acest modul cuprind:

- ◆ Probele constau în observații și date pe care se sprijină explicațiile științifice. Utilizarea probelor pentru a înțelege interacțiunile permite realizarea predicțiilor cu privire la schimbările care au loc în sistemele naturale și cele realizate de către om. (Unificarea conceptelor și proceselor, p. 117).
- ◆ Utilizarea instrumentelor și tehnicilor corespunzătoare pentru a colecta, analiza și interpreta datele (Standard A – Investigare științifică, p. 145).
- ◆ Formularea descrierilor, explicațiilor, predicțiilor și modelelor utilizând probe (Standard A – Investigare științifică, p. 145).
- ◆ Gândirea critică și logică pentru a realiza legături între probe și explicații (Standard A – Investigare științifică, p. 145).
- ◆ Comunicarea procedurilor științifice și a explicațiilor (Standard A – Investigare științifică, p. 148).
- ◆ Utilizarea matematicii în toate etapele investigării științifice (Standard A – Investigare științifică, p. 148).
- ◆ Lumina interacționează cu materia prin transmisie (inclusiv refracție), absorbție, sau împrăștiere (inclusiv reflexie). Pentru a vedea un obiect, lumina provenind de la acel obiect, emisă sau împrăștiată de el, trebuie să intre în ochiul observatorului (Standard B – Științele Naturii, p. 155).
- ◆ Proiectarea unei soluții sau produs (Standard E – Știință și Tehnologie, p. 165).
- ◆ Implementarea unui proiect propus (Standard E – Știință și Tehnologie, p. 165).

Principiile și standardele pentru predarea matematicii (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) pentru clasele 6 – 8 la care se referă acest modul vizează:

- ◆ Înțelegerea caracteristicilor măsurabile ale obiectelor și unitățile, sistemele, și procesele implicate în realizarea măsurării (Măsurare, p. 240).
- ◆ Aplicarea unor tehnici, instrumente și formule potrivite pentru a realiza măsurări (Măsurare, p. 240).
- ◆ Elaborarea și evaluarea deducțiilor ipotezelor care sunt bazate pe datele achizitionate (Analiza datelor și Probabilități, p. 248).
- ◆ Organizarea și consolidarea gândirii matematice a elevilor prin comunicare (Comunicarea, p. 268).
- ◆ Comunicarea rezultatelor gândirii matematice în mod coerent și clar, către colegi, profesor și alte persoane (Comunicarea, p. 268).
- ◆ Utilizarea limbajului matematic pentru exprimarea ideilor matematice cu exactitate (Comunicare, p. 268).
- ◆ Recunoașterea și aplicarea matematicii în contexte externe matematicii (Conexiuni, p. 274).
- ◆ Crearea și utilizarea reprezentărilor pentru a organiza, înregistra, și comunica idei matematice (Reprezentare, p. 280).
- ◆ Utilizarea reprezentărilor pentru modelarea și interpretarea fenomenelor fizice, sociale și matematice (Reprezentare, p. 280).

*Standarde pentru Educatia Tehnologica: Conținuturi pentru studierea tehnologiei* (International Technology Education Association, 2000), clasele 6 – 8, la care se refera acest modul includ:

- ◆ Defecțiunea oricărei părți a unui sistem poate afecta funcționarea și calitatea sistemului (Standard 2Q, p. 39).





- ◆ Cerințele sunt parametrii care trebuie respectați în procesul de realizare a unui produs sau a unui sistem (Standardul 2R, p. 39).
- ◆ Nu există proiectare perfectă (Standard 8F, p. 95).
- ◆ Cerințele pentru realizarea proiectului sunt constituite din criterii și constrângeri (Standardul 8G, p. 95).
- ◆ Modelarea, testarea, evaluarea, și modificarea sunt utilizate pentru a transforma ideile în soluții practice (Standardul 10 F, p. 110).
- ◆ Depanarea este o metodă de rezolvare a unei probleme utilizată pentru identificarea cauzei de funcționare necorespunzătoare a unui sistem tehnologic (Standard 10F, p. 110).
- ◆ Aplicarea unui proces de proiectare pentru a rezolva problemele din interiorul și din afara laboratorului sau a clasei (Standardul 11H, p. 120).
- ◆ Realizarea unor reprezentări bidimensionale și tridimensionale ale soluțiilor proiectate (Standard 11J, p.121).
- ◆ Testarea și evaluarea proiectului în relație cu cerințele prestabilite, precum anumite criterii și constrângeri, și rafinarea acestuia după cum este necesar (Standard 11K, p. 121).
- ◆ Utilizarea informațiilor furnizate de manuale, protocoale, sau de specialiștii cu experiență pentru a vedea și a înțelege cum funcționează lucrurile (Standard 12H, p.130).
- ◆ Proiectarea și utilizarea echipamentelor pentru achiziția datelor (Standardul 13F, p. 137).

Informații despre standardele aplicabile în fiecare stat pot fi găsite pe website-ul *Hands – On Optics*, <http://www.hands-on-optics.org/>.

## Modalități de evaluare incluse în modul

### Mingea care sare și Oglinda de pe perete

În această activitate puteți oferi elevilor oportunitatea de a formula o ipoteză referitoare la locul în care ar trebui să stea cel de al doilea elev pentru a putea fi văzut în oglindă de primul elev. Elevii pot plasa cărți, monede sau alte obiecte pe podea pentru a marca diferite poziții care cred ei că ar corespunde cerinței. Din această activitate vă puteți da seama dacă elevii au înțeles că unghiurile dintre observatori și oglindă sunt corelate între ele.

### Demonstrații folosind apă cu lapte

În ambele demonstrații le puteți permite elevilor să formuleze ipoteze pentru a evalua capacitatea de a înțelege legiile reflexiei. Puteți testa, de asemenea, dacă elevii și-au însușit noțiunile și vocabularul corespunzător întrebându-i despre normala la suprafață, unghiul de incidență, unghiul de reflexie, și ce fel de suprafață are oglinda (o suprafață care reflectă specular, prin comparație cu o suprafață care reflectă difuz). Participarea elevului la discuțiile din clasă din timpul demonstrației va oferi o imagine asupra cunoștințelor pe care acesta si le-a însușit.

### Măsurarea reflexiilor

În aceste activități, observațiile profesorului asupra studenților care își realizează măsurările trebuie să furnizeze informații asupra nivelului de înțelegere a elevului privind utilizarea unui raportor. Tabelul asociat legii reflexiei trebuie să conțină unghiuri egale pe rândurile





corespunzătoare, având în vedere că unghiul de incidență este egal cu unghiul de reflexie atunci când lumina se reflectă pe o oglindă. Graficul ar trebui să aibă o linie dreaptă ( $y = x$ ) care să pornească din origine. Asigurați-vă că axele sunt specificate.

### Puncte de lucru cu oglinzi

Dacă elevii sunt în măsură să manipuleze oglinzile și laserii pentru a rezolva provocările de la fiecare punct de lucru, vor îndeplini obiectivul acestei activități – să dobândească experiență utilizând materialele puse la dispoziție. Puteți, de asemenea, să le apreciați nivelul interesului văzând cât de mult depășesc cerințele minime ale fiecărei punct de lucru.

### Nimerește ținta

În această activitate elevii trebuie să folosească cunoștințele referitoare la legea reflexiei pentru a alinia un sistem optic care reflectă lumina laserului pe oglindă pentru a lovi o țintă. Deoarece laserul este oprit în timpul acestei activități, veți putea să observați cât de bine aplică elevii cunoștințele referitoare la unghiul de incidență care este egal cu unghiul de reflexie și cât de bine măsoară și controlează variabilele. Acesta este, de asemenea, și un exercițiu bun pentru lucrul în echipă.

### Alte sugestii pentru evaluarea elevilor

Elevii pot utiliza un caiet de lucru pentru a-și nota noțiunile însușite în cadrul fiecărei activități. Ei pot înregistra ce au făcut, competențele științifice pe care le-au utilizat și posibilele aplicații.

După ce au parcurs acest modul, cereți elevilor să scrie despre lumină, așa cum este ea prezentată în diferite culturi și despre originea ei. Pot chiar să scrie o povestire inspirată de cunoștințele lor anterioare, sau pot investiga rolul pe care îl are lumina în alte culturi. Elevii pot scrie o scrisoare altor elevi care nu au cunoștințe în domeniul opticii, referitor la modul în care lumina se reflectă în oglindă.

Elevii pot căuta pe internet sau la bibliotecă informații referitoare la natura luminii. Pot studia diferite echipamente și dispozitive obișnuite privind modul în care utilizează laseri, cum ar fi: imprimantele laser, scanerele de la supermarket, instalații de sudare cu laser, dispozitivele medicale cu laser. Subiecte mai avansate de cercetare includ principiul lui Fermat, principiul Huygen Wavelets și diagramele Ray.

Alegeți din lista furnizată o concepție greșită și organizați o dezbatere, solicitând elevilor argumentarea cu probe sau dovezi în sprijinul părerilor lor. Observați dacă elevii pot propune un experiment pentru a stabili dacă o ipoteză este adevărată sau falsă.

### Referințe

- International Technology Education Association. 2000. *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Reston, VA:ITEA.
- National Council of Teachers of Mathematics. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council. 1996. *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.





## Materiale: Lista principală

### *Materiale incluse în kit – ul Hand – on Optics*

- ◆ 25 de oglinzi plane (8x8 cm)
- ◆ 25 de suporturi de plastic pentru oglinzi
- ◆ 10 boluri (vase transparente)
- ◆ 10 laseri cu emisie în roșu
- ◆ 10 raportoare (de plastic sau hârtie)
- ◆ o oglindă mare (30 x 30 cm)
- ◆ o bucată de poliester tip Mylar
- ◆ o minge de tenis
- ◆ o lanternă
- ◆ un laser cu emisie în verde
- ◆ o rolă de bandă adezivă
- ◆ 2 gheme de sfoară
- ◆ o farfurie neagră de plastic
- ◆ o farfurie albă de plastic
- ◆ un pulverizator
- ◆ o rigla
- ◆ broșura conținând Modulul 1
- ◆ cartea *Stop Faking It! Light!*
- ◆ baterii suplimentare

Înainte de prima utilizare a kit-ului, va trebui să îndepărtați folia protectoare de plastic a oglinzilor.

Sugestie: Se recomandă ca înainte de începerea unei activități, să verificați cu laserul suprafața care va fi utilizată. Veți descoperi că unele suprafețe care ați crezut că sunt plane, de fapt, nu sunt!

### *Materiale care trebuie să fie procurate de către profesor:*

- ◆ puțin lapte
- ◆ foarfecă





## SECURITATEA IN UTILIZARE A LASERILOR

### Securitatea in utilizare a laserilor este deosebit de importantă!

Nu vă uitați **niciodată** direct în fasciculul laser. Fiți atenți în permanență unde este îndreptat fasciculul laser, în tot acest timp. Nu vă uitați niciodată în fascicul pentru a vedea dacă este activ. Indreptați laserul spre perete sau podea pentru a observa dacă laserul funcționează și dacă fasciculul se poate vedea.



Porniți laserul numai atunci când este îndreptat într-o direcție sigură, departe, **NU** către persoane.

Capul dv. **NU** trebuie să se afle pe direcția de propagare a fasciculului și la nivelul ochilor. **TREBUIE** să fie mai sus decât planul în care se găsește fasciculul laser.

Nu direcționați fascicule laser la întâmplare prin cameră sau îndreptați spre alte persoane. Nu schimbați poziția fasciculului laser când acesta este pornit, dacă nu este neapărată nevoie.

Nu permiteți fasciculului laser să se reflecte din neatenție de pe suprafețe metalice sau de sticlă. Scoateți orice bijuterie lucioasă precum ceasuri, inele, sau brățări care pot reflecta lumina laserului în ochii dv. sau ai celorlalți. Fiți foarte atenți la suprafețele reflectante aflate în apropierea traiectoriei fasciculului laser.

Nu porniți laserul până când nu sunteți conștient de direcția pe care se va propaga și nu sunteți convins că nu va ajunge în ochii cuiva, direct sau ca urmare a unor reflexii.

**Laserul “verde” este mult mai periculos decât laserul “roșu”.** Laserul verde aflat în trusă este un dispozitiv pentru a fi utilizat la demonstrații de către profesor – nu este destinat pentru a fi utilizat de către elevi.

Oricare ar fi tipul de laser, nu priviți **NICIODATA** în fascicul direct sau în reflexiile acestuia. La utilizarea unui laser, în special a unui verde, fiți atenți la direcția pe care se propagă fasciculul. Asigurați-vă că elevii nu stau în calea fasciculului și că aceștia nu se pot uita în fascicul. Este util să solicitați elevilor să anticipeze care sunt locurile în care fasciculul laser se poate reflecta, și apoi țineți elevii în afara acestor zone atunci când laserul este pornit. Nu mișcați **niciodată** laserul atunci când este pornit. **Vă rugăm să fiți foarte precauți atunci când utilizați laserul cu emisie în verde!**

Dacă veți considera că elevii nu pot să mențină fasciculul laser departe de ochii lor (sau ai celorlalți), desfășurați activitățile cu laserul fixat într-o cutie (dacă cutia de fructe are găuri, lipiți hârtie pentru a astupa găurile). Aceasta face ca fasciculul laser să rămână în cutie, care este de obicei prea mică pentru ca elevii să-și poată interpune capul în calea fasciculului.





## Mingea care sare (Demonstrație)

### Prezentare generală

Această demonstrație utilizează o minge care sare ca analogie pentru reflexia luminii. Aruncând mingea sub diferite unghiuri, atât pe suprafețe netede, cât și suprafețe rugoase, elevii sunt rugați să aprecieze unghiul sub care va sări mingea după contactul cu suprafața. Elevii pot formula mai târziu ipoteze privind natura reflexiilor.

### Studentii vor învăța...

- ◆ Reflexiile de pe o suprafață netedă sunt predictibile, în timp ce reflexiile de pe o suprafață rugoasă sunt mai puțin predictibile.
- ◆ Există o relație între unghiurile de incidență și cele de reflexie sub care este aruncată și sub care sare mingea.

### Materiale necesare

Pentru clasă:

- ◆ o minge elastică (de exemplu, o minge de tenis, etc.);
- ◆ unul sau mai mulți elevi voluntari.

### Pregătirea

Eliberați spațiul astfel încât mingea care sare să fie văzută de toți elevii, să nu spargă ceva în calea ei sau să producă pagube.

### Procedura: Mingea care sare

Prezentați subiectul modulului explicând elevilor că vor studia lumina, și în particular, modul în care lumina se comportă când întâlnește diferite suprafețe.

1. Cum se numește această fenomen ? Deși pot fi prezentate un număr mare de răspunsuri, cel pe care vă veți concentra atenția este *reflexia*. Ce înseamnă asta? Ce tip de obiecte comune putem folosi pentru a ilustra comportamentul fasciculului luminos, având în vedere că în multe situații acest fascicul nu îl putem percepe ?
2. Vom utiliza o minge elastică, care sare, pentru a reprezenta fasciculul luminos și pentru a demonstra modul în care lumina se reflectă de pe o suprafață netedă. În fața clasei să loviți mingea de podea. Întrebați elevii ce observă când mingea se deplasează în sus și în jos, pe verticală. Observă elevii că mingea se întoarce înapoi după direcția din care a venit ?
3. Următorul pas este cel de a arunca mingea sub un unghi mare, de exemplu de  $60^\circ$ . Oricum, este mai ușor pentru elevi să observe în cazul în care mingea este rostogolită pe podea și ciocnește un perete plan. Folosirea unui perete este posibilă, dar dacă există o plintă puteți să folosiți o carte sau alt obiect plat. Întrebați elevii ce observă referitor la unghiul sub care se întoarce mingea după ce atinge peretele. Observă elevii că este, de asemenea, un unghi similar cu unghiul sub care a fost aruncată ?

*Sugestia #1:* Dacă elevii întâmpină dificultăți în vizualizarea unghiurilor și nu vă deranjează că se murdărește clasa, presărați niște praf de cretă sau pudră de talc pe care o împrăștiati pe podea înainte de a arunca mingea. Dacă este disponibil un aparat video, puteți înregistra mișcarea și apoi o puteți reda cu viteză redusă.





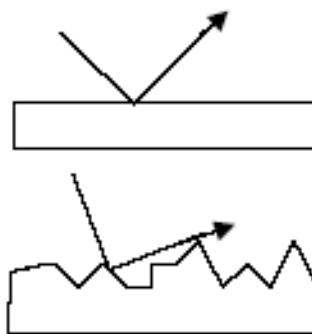
**Sugetia #2:** Elevii ar putea argumenta că unghiurile nu sunt egale, în special dacă cel care prinde mingea trebuie să facă câțiva pași să ajungă la minge. Dacă se întâmplă acest lucru, montați câteva obstacole pentru a crea trasee pe care să le parcurgă mingea. Elevii pot utiliza obstacolele pentru a anticipa drumul care va fi parcurs de minge și pentru a estima cât de aproape sunt de realitate.

4. Aruncați mingea sub un unghi mai mic. Întrebați elevii dacă au observat diferența în această situație.

5. Aruncați mingea sub mai multe unghiuri diferite în timp ce le cereți elevilor să anticipeze direcția după care se va

deplasa mingea în fiecare caz.

6. Aruncați mingea într-un mod similar pașilor parcurși la 1–5, de data aceasta utilizând o suprafață rugoasă (situație în care asperitățile sunt comparabile în dimensiune cu mingea utilizată). Exemple de suprafețe rugoase pot fi suprafețe cu iarbă, pietriș, sau zona din apropierea peretelui unde au fost așezați pantofii elevilor.



### O metodă alternativă

Organizați elevii în grupuri de câte trei și fiecare grup trebuie să utilizeze propria minge pentru a investiga comportamentul unei mingii care sare. Unul dintre elevi va arunca mingea, unul o va prinde, iar cel de-al treilea va face observații. Elevii ar trebui să-și schimbe periodic rolurile astfel încât fiecare să poată face observații.

### Ce se întâmplă într-adevăr aici...

Explicați elevilor că mingea este „reflectată” de către peretele neted. Întrebați elevii ce s-ar întâmpla dacă mingea ar fi „reflectată” de o suprafață care nu este chiar atât de netedă, precum o podea cu jucării împrăștiate pe jos. În acest caz este mult mai dificilă predicția locului unde va sări mingea. Comportamentul unei mingii care sare de pe o suprafață netedă este echivalent cu lumina care se reflectă într-o oglindă sau o suprafață tip oglindă. Săritura unei mingi de pe o podea cu jucării este precum lumina care se reflectă pe o suprafață rugoasă sau difuzantă optic. Ce tip de reflexie este mai ușor de anticipat? Trebuie remarcat. A se nota că lumina reflectată de o suprafață rugoasă se poate orienta în diferite direcții, în funcție de zona suprafeței unde a avut loc incidența.

*O idee intuitivă pentru o demonstrație de tip kinestezia (care folosește mișcările corpului omenesc) este de a folosi un elev care să acționeze ca o oglindă și un alt elev care să acționeze ca un fascicul de lumină incident pe oglindă. Cereți elevilor să anticipeze ce drum va străbate lumina care se reflectă.*



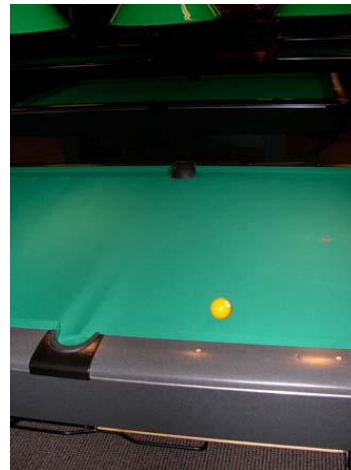


### Conexiuni matematice

Elevii poate au folosit deja termenul de „unghi” când anticipează unde va fi direcționată mingea, dacă nu, puteți să introduceți acum acest termen.

### Dezvoltarea activității

1. Solicitați elevilor să găsească exemple de suprafețe difuze din viața reală (care împrăștie lumina incidentă) și suprafețe speculare (perfect netede).
2. Discutați despre exemple unde reflexiile unor mingi sunt utilizate, precum piscina, biliardul, golful în miniatură. Arătați-le elevilor o poză a unei situații reale posibile și puneți-i să anticipeze cum va trebui să fie lovită mingea pentru a se lovi de o margine ca apoi să intre într-o anumită gaură. De exemplu, doriți să introduceți mingea galbenă în gaura de pe latura cea mai apropiată a mesei. Datorită poziției mingiei, nu vei putea aplica o lovitură directă ci va trebui să o lovești ca să ajungă să lovească latura mai îndepărtată a mesei apoi să ricoșeze. Cum ar trebui să lovești mingea ?





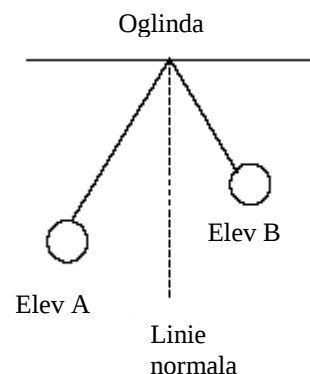
## Oglinda de pe perete (demonstrație)

### Prezentare generală

Folosind o lanternă și o oglindă montată pe perete, elevii vor verifica ca lumina va fi reflectată de oglindă în exact același mod ca și mingea reflectată de podea sau zid. Elevii vor testa unghiuri mai mari sau mai mici, și vor formula ipoteze privind natura reflexiilor.

### Elevii vor învăța:

- ◆ că reflexiile sunt reversibile, acționează la fel indiferent de direcția după care are loc propagarea luminii.
- ◆ că lumina detectată de către ochiul uman se reflectă asemănător mingii care sare.
- ◆ ca vocabular termenii: line normală, unghi.



### Materiale necesare:

Pentru o oră de clasă:

- ◆ o oglindă mare (30x30 cm)
- ◆ o lanternă
- ◆ sfoară
- ◆ 2 elevi voluntari.

### Pregătirea

1. Această demonstrație necesită un spațiu mare, în care elevii să se poată mișca cu ușurință.
2. Îndepărtați folia de plastic protectoare a oglinzii mari (prima dată când folosiți oglinda).
3. Montați oglinda pe un perete la nivelul ochilor elevilor.

### Procedura: Oglinda de pe perete

1. Întrebați elevii: „Ați surprins într-o oglindă vreodată imaginea unei persoane și v-ați întrebat dacă și acea persoană te poate vedea?”
2. Montați o oglindă pe un perete și așezați un elev într-o poziție fixată în clasă. Puneți un alt elev să se miște prin clasă până când el/ea poate vedea în oglindă primul elev.

**Sugestie:** Fixați intenționat oglinda înclinată pe perete și nu lipită fix de perete. Observați dacă elevii știu cum să corecteze această înclinare. Acest fapt trebuie să conducă la ideea că și orientarea oglinzii este, de asemenea, importantă, ceea ce poate conduce la înțelegerea caracterului plan al reflexiilor.

3. Când cel de-al doilea elev este pe poziție, primul elev va aprinde lanternă și va ilumina oglinda. Lumina reflectată va ajunge la cel de-al doilea elev și, în acest fel, ei se vor vedea unul pe altul.
4. Repetați acest experiment cu mai mulți elevi, utilizând unghiuri mai mari sau mai mici.
5. Ce observă elevii referitor la modul în care trebuie să fie poziționați față de oglindă și unul față de celălalt?





*Sugestie:* Dacă elevii au dificultăți, folosiți sfoara pentru a-i ajuta la vizualizarea traseului parcurs de lumina.

### Introducerea noțiunii de “normală la suprafață”

1. Introduceți conceptul de “normală la suprafață”, ca fiind o linie perpendiculară pe suprafață a oglinzii. Normala poate fi găsită uitându – te direct prin oglindă. Pot să te vezi doar pe tine dacă te uiți de – a lungul liniei normale; alternativ, o lanternă luminând în oglindă de – a lungul normalei se va întoarce în persoana care ține lanterna.
2. Intreabă elevii dacă au observat ceva în legătură cu unghiul format între fasciculul incident și linia normală și unghiul între linia normală și fasciculul reflectat.
3. Dacă elevii întâmpină dificultăți în înțelegerea liniei normale, poți folosi o suprafață plană, precum o carte sau un dosar, și un pix sau un creion. Pune pixul pe carte astfel încât să facă un unghi drept cu suprafața. Poți ține cartea vertical, orizontal, sau sub orice unghi și folosește pixul pentru a arăta normala la suprafață.



### Conexiunile matematice

1. Linia normală este o cale bună pentru întărirea termenului perpendicular.
2. Unghiul de incidență (amintește – ți, măsurat din linia normală) și unghiul dintre raza incidentă și suprafața care reflectă sunt unghiuri complementare –adaugă  $90^\circ$ . De asemenea, unghiul de reflexie (măsurat din linia normală) și unghiul dintre raza reflectată și suprafața care reflectă sunt complementare.
3. Este un plan definit de raza incidentă și linia normală, și raza reflectată va fi de asemenea în acest plan. Această demonstrație începe să introducă această idee, astfel va deveni mult mai evidentă în activitățile “Puncte de lucru cu oglinzi” și “Lovește ținta”.

### Mergând mai departe

1. Poți face o ipoteză despre cum se reflectă lumina? Poți considera această ipoteză ca afirmație matematică?
2. Imaginează – ți că faci un film. Într – o scenă, încerci să filmezi personajul principal uitându –te la reflexia acestuia în oglindă, dar nu vrei ca aparatul de filmat să fie vizibil. Cum vei face acest lucru?
3. În timp ce te joci cu pointerul, poți vedea reflexia oponentilor tăi într – o fereastră din apropiere. Poți folosi aceasta în avantajul tău? Poți cumpăra seturi de pointeri ieftini pentru a realiza experimente cu pointeri și oglinzi. Notează că pointerii folosesc de fapt un LED (diodă cu emisie de lumină) cu lumină infraroșie față de laser și sunt foarte siguri.





## Demonstrații cu apa care conține lapte

### Cuprins

Această activitate utilizează apă care conține lapte pentru a face vizibil drumul parcurs de laser atunci când fasciculul este incident sau reflectat din una sau mai multe oglinzi. Elevii vor emite ipoteze și apoi vor observa drumul parcurs de laser.

### Ce vor învăța elevii

- ◆ Datorită particulelor de lapte suspendate în apă (apa care conține lapte) putem vedea întregul drum al fasciculului laserului și nu numai începutul, punctul de reflexie, și finalul.
- ◆ Anumite părți componente ale sistemului ar trebui așezate într-o anumită ordine pentru a redirecționa fasciculul de – a lungul traseului dorit.

Este necesară o anumită experiență pentru a face ca apa să aibă un aspect “tulbure” corespunzător. O tehnică bună este să pui degetul în lapte și apoi în vasul cu apă. Testează apoi apa și mai adaugă încă o picătură de lapte, dacă este necesar.

### Materiale necesare

Pentru clasa:

- ☐ 2 oglinzi (8x8 cm), montate în suportii de plastic
- ☐ Un laser cu lumina roșie
- ☐ Un vas transparent
- ☐ Apă
- ☐ Smantana sau lapte
- ☐ 10 bani sau un obiect pe care să-l folosim pentru a marca locul

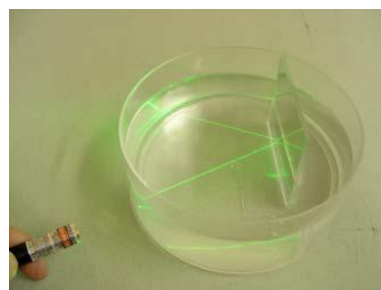
### Pregătirea

1. Umpleți vasul cu 2 cani de apă (aproximativ 500 ml). Pune în apa câte o picătură de lapte sau smantana pentru fiecare 2 cani de apă. Dacă folosești lapte praf, folosește în jur de 1/8 linguriță per cană de apă. Culoarea albă lăptoasă trebuie să fie numai cât fasciculul laser să fie vizibil prin vasul cu apă. Prea mult lapte blochează fasciculul laser. Fasciculul laser se poate vedea mai ușor într-o cameră semi luminată. Îndepărtați suprafața de plastic (ambalajul) de pe oglinzi în cazul în care nu a fost deja îndepărtată.

### Reflexia unei singure oglinzi în apă lăptoasă

1. Pune o oglindă mică, montată într-un suport de plastic, în poziție verticală în apă.

*Îndiciu:* Dă drumul la apa de la robinet în bol ușor pentru a elimina bulele de aer. Dacă aceste bule există în calea luminii, ele vor interfera cu raza reflectată.



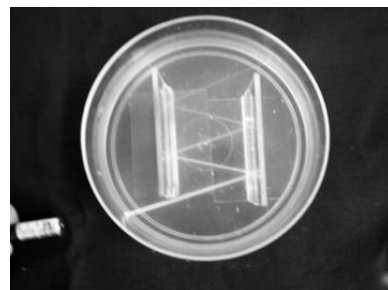


*Indiciu:* Consideră că pui un raportor sub bolul transparent pentru a vedea mai ușor dacă unghiul de incidență este într – adevăr egal cu unghiul de reflexie așa cum este de așteptat. În acest punct, elevii pot observa că raza nu apare continuă, ci mai degrabă “frântă”, în măsura în care vârful unghiului nu este pe suprafața oglinzii. Acest lucru se întâmplă deoarece se folosesc oglinzi cu suprafața dubla – mai multe informații pot fi găsite în secțiunea “Mai multe informații pentru educatori” la finalul acestui modul. Pentru a elimina această problemă, aliniaza baza raportorului cu spatele la oglindă mai degrabă decât cu fața.

2. Înainte de pornirea laserului, oferiți pentru trei elevi posibilitatea de a pune bănuți sau alte obiecte mici în apă pentru a marca traseul pe care ei anticipează că va merge fasciculul. Porniți laserul și vedeți dacă ipoteza elevilor este corectă.
3. Iluminează cu laserul în așa fel încât acesta să treacă prin vasul transparent și să ajungă la oglindă. Ca și în cazul mingiei care sare, lasați elevii să observe și să facă aproximații despre cum se va reflecta laserul după un unghi ascuțit, de  $90^\circ$  sau obtuz.

*Indiciu:* Dacă priviți de sus în jos spre montaj veți vedea că unghiurile vor fi mai ușor de observat. Puteți pune o hârtie neagră sub vasul transparent pentru a mari contrastul.

4. Puneți (o monedă sau un alt obiect mic în apă) și așezați laserul într – o anumită direcție. Întrebați elevii cum ar trebui să fie plasată oglinda astfel încât raza reflectată să lovească ținta:–obiectul din apă. După ce elevii expun mai multe variante, permiteți-le să schimbe poziția oglinzii și porniți laserul. Lovește fasciculul obiectul aflat în apă?
5. Repetați același exercițiu; de data aceasta solicitați elevilor ca poziția oglinzii să rămână fixă și în schimb să schimbe poziția laserului.



### Reflexiile în apă cu lapte folosind mai multe oglinzi

1. Plasează două oglinzi verticale, paralele una față de cealaltă de părți opuse ale bolului cu apă. Corectează poziția uneia din oglinzi, ușor, față de cealaltă.
2. Iluminează cu laserul sub un unghi mic față de linia normală la prima oglindă. Asigură-te că fasciculul ajunge la cea de a doua oglindă. Caracteristica fasciculului laser ar trebui să aibă forma literei „Z”.





3. Demonstrează cum cea de a doua oglindă poate fi rotită pentru a deplasa raza care iese. Observă cum prin mișcarea primei oglinzi se poate face ca fasciculul să nu mai lovească cea de a doua oglindă.
4. Apoi plasează oglinzile aproape paralel una față de cealaltă și iluminează cu laserul sub un unghi foarte mic (față de normală) și vezi câte salturi pot fi văzute între cele două oglinzi.
5. Elevii pot observa că fasciculul laser devine obturat după ce trece prin apă. Aceasta se întâmplă deoarece energia în fascicul se pierde pe măsură ce lumina se împrăștie în particulele de lapte și raza nu mai poate fi văzută.

Această demonstrație poate fi realizată în tr-un vas transparent de dimensiuni mici. Oricum, cel mai bine demonstrația se poate realiza într – un acvariu sau într – un vas de sticlă mare unde vei avea mai mult spațiu pentru a plasa mai multe oglinzi.

### Conexiunile matematice

1. Ca și în activitatea anterioară, poți vorbi despre natura unghiurilor complementare prin aceste demonstrații. Simetria unghiurilor de – a lungul normalei poate fi discutată, de asemenea.
2. Deoarece elevii încep să utilizeze raportoare, pot fi introduse noțiunile de estimare și măsurare a erorii. De asemenea, poți avea elevi care să facă mai multe măsurări și să facă medieri, să deseneze grafice, și să creeze cele mai bune linii de fitare.
3. Aceasta este o activitate bună pentru a ilustra dificultățile și diferențele care apar la utilizarea diverselor tipuri de raportoare. Una din cele mai mari probleme care face ca măsurările unghiurilor realizate de elevi să dea greș, este alinierea corespunzătoare a raportorului față de vârful unghiului. Ai grijă la acest impediment și ajută elevii să observe lucrul acesta, folosind mai multe raportoare; aliniind baza raportorului cu una dintre raze nu este o procedură corectă.





## Măsurarea unghiurilor

### Cuprins

Următoarele trei activități au scopul de a introduce noțiunea de unghiuri și a modalității de măsurare a acestora. Primele două activități, „Utilizarea raportorului” și „Unghiuri și raze”, ar trebui să fie realizate de către elevi individual, astfel încât să te asiguri că fiecare înțelege ce trebuie să facă înainte să înceapă. Cea de a treia activitate, „Măsurarea reflexiilor”, poate fi realizată în perechi. Deși raportoarele sunt incluse în modul pentru ca elevii să le poată utiliza, este oferit, de asemenea, un model (tipar) pentru crearea versiunii de hârtie. Acesta poate fi copiat pe o hârtie albă normală, pe un carton sau chiar pe o foaie transparentă.

### Elevii vor învăța

- ◆ Definiția unghiului, vârful, raza și gradul.
- ◆ Cum să folosească un raportor pentru măsurarea unghiurilor.
- ◆ Relația dintre unghiul incident (care intră) și cel reflectat (care iese).



### Materiale necesare

Pentru fiecare pereche de elevi (pentru activitatea „Măsurare a reflexiilor”):

- ☐ Un laser roșu
- ☐ O oglindă (8x8 cm), montată în suport de plastic
- ☐ Un bol de plastic (vas transparent) cu apă care conține lapte

Pentru fiecare elev:

- ☐ Un raportor de plastic sau de hârtie
- ☐ O copie a „Fisei de lucru pentru elevi: Utilizarea raportorului”
- ☐ O copie a „Fisei de lucru pentru elevi: Unghiuri și raze” (2 pagini)
- ☐ O copie a „Fisei de lucru pentru elevi: Măsurarea reflexiilor” (2 pagini)

### Pregătirea

1. Realizează câte trei seturi de copii ale Fiselor de lucru pentru fiecare elev.
2. Dacă este nevoie, realizează raportoare de hârtie, carton sau folie transparentă.
3. Realizează apa cu lapte (vezi instrucțiunile din „Demonstrații cu apă conținând lapte”) care va fi oferită perechilor de elevi în boluri mici.

### Utilizarea raportorului

1. Roagă elevii să definească următorii termeni: unghi, vârf, rază și grad. Noteza definițiile pe tablă sau într-un tabel pe hârtie.
2. Rafinează definițiile până când este obținut un consens acceptabil.
3. Deschide „Fisa de lucru pentru elevi: Utilizarea raportorului” și folosește – o pentru a ghida elevii în a învăța cum să folosească un raportor pentru măsurarea unghiurilor.

### Unghiuri și raze - Procedura

Elevii au parcurs fisa de lucru „Unghiuri și raze” și au realizat activitățile. Lucrați individual cu elevii până când aveți încredere că pot face singuri măsurări corespunzătoare.





### Măsurarea reflexiilor

1. Fiecare pereche de elevi trebuie să lucreze cu fisa de lucru: "Măsurarea Reflexiilor" și să urmărească instrucțiunile pentru a realiza montajul format din vasul cu apă care conține lapte, raportor și laser.
2. Fiecare elev trebuie să completeze tabelul referitor la unghiuri.
3. Elevii trebuie să traseze grafice pentru rezultatele măsurărilor lor și să răspundă la întrebările ulterioare.

*Indiciu:* dacă folosești suprafețe închise la culoare, precum o masă neagră de laborator, elevii trebuie să pună vasul cu apă pe o bucată de hârtie albă, pentru contrast.

### Ce se întâmplă de fapt aici...

Elevii pot avea mari dificultăți la măsurarea unghiurilor față de linia normală la suprafață.

La utilizarea unui raportor, trebuie să folosești conceptul de unghiuri complementare. Un unghi de 20 de grade față de suprafață este un unghi de 70 de grade față de linia normală la suprafață.

Am oferit câteva modele de raportoare diferite. Ele pot fi copiate pe hârtie, carton, sau folie transparentă. Primul model nu are nici un număr pe el. Este câte un semn mic la fiecare cinci grade și câte un semn mai mare la fiecare 10 grade. Elevii pot măsura distanța unghiulară dintre oricare 2 poziții pe raportor, atâta timp cât vârful unghiului este așezat corespunzător.

Cel de al doilea model de raportor are zero grade în partea de sus. Unii elevi considera ca este mai ușor cred că este mai ușor să măsoare un unghi față de normala la suprafața cu ajutorul acestui tip de raportor. În acest caz, nu este necesar ca elevii să facă o operație de scădere. Nu este necesară nici o scădere în acest caz.

Cel de al treilea model de raportor este unul tradițional ca și cele din trusa.

În cea de a treia activitate, elevii ar trebui să observe că unghiul incident și unghiul reflectat sunt egale între ele. Graficul trasat de aceștia ar trebui să aibă o linie cu panta apropiată de 1.

Această activitate este utilă deoarece introduce conceptul de incertitudine experimentală. Se întâmplă rareori ca unghiul de incidență măsurat să fie egal cu unghiul de reflexie măsurat. Mici erori de măsurare sau aliniere a raportorului introduc frecvent erori de câteva grade. Erorile sunt, de obicei, întâmplătoare. Câteodată unghiul de reflexie este prea mare și câteodată este prea mic. Trasând un grafic, elevii pot vedea această caracteristică. Unele puncte apar ușor deasupra liniei și altele apar ușor sub linie. La final, elevii pot finaliza cu o linie cu panta apropiată de 1.

O pantă de 1 implică faptul că mărimea de pe axa x (unghiul de incidență) să fie egală cu mărimea de pe axa y (unghiul de reflexie). Elevii mai mici pot avea dificultăți cu acest concept. Pentru ei poate fi util să – și compare graficele cu cele ale colegilor de clasă pentru a vedea asemănările dintre ele.

### Mergând mai departe

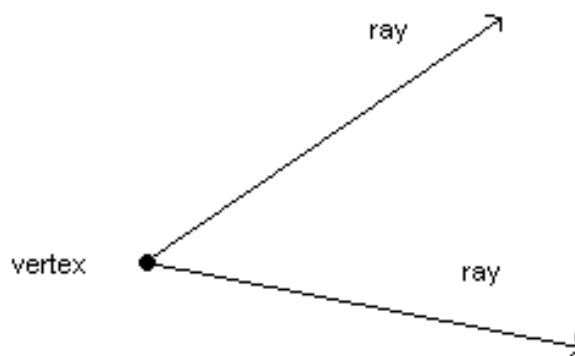
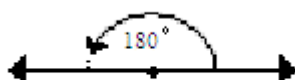
1. Puneti-i pe elevi să cerceteze de ce există 360 de grade într-un cerc. Există teorii diferite despre originea acestui număr.





## FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Utilizarea raportorului

Un raportor este acel instrument care ajută la măsurarea dimensiunii unui unghi. Fiecare unghi constă în două *raze* (*semidrepte*) și un *vârf*. Unghiurile sunt măsurate în grade (simbolul:  $^{\circ}$ ). Într-un cerc sunt  $360^{\circ}$ , iar o linie dreaptă măsoară  $180^{\circ}$ .



Pentru a măsura un unghi:

1. Găsește punctul central de pe partea liniară a unui raportor. Acesta poate fi un orificiu, un punct sau o cruce (+).
2. Plasează punctul central peste vârful unghiului.
3. Aliniaza partea liniară a raportorului cu una din semidreptele unghiului.
4. Găsește punctul în care cea de-a doua semidreaptă intersectează marginea curbă a raportorului.
5. Citește numărul care este scris pe raportor în punctul de intersecție. Aceasta este măsura unui unghi în grade.

Pe unele raportoare pot fi două numere la fiecare linie marcată, unul mai mare și unul mai mic. Pentru unghiuri mai mici decât un unghi drept ( $90^{\circ}$ ), alege numărul mai mic. Pentru unghiuri mai mari decât unghiul drept, alege numărul mai mare. Dacă este necesar, poți extinde partea liniară a raportorului cu o altă linie.

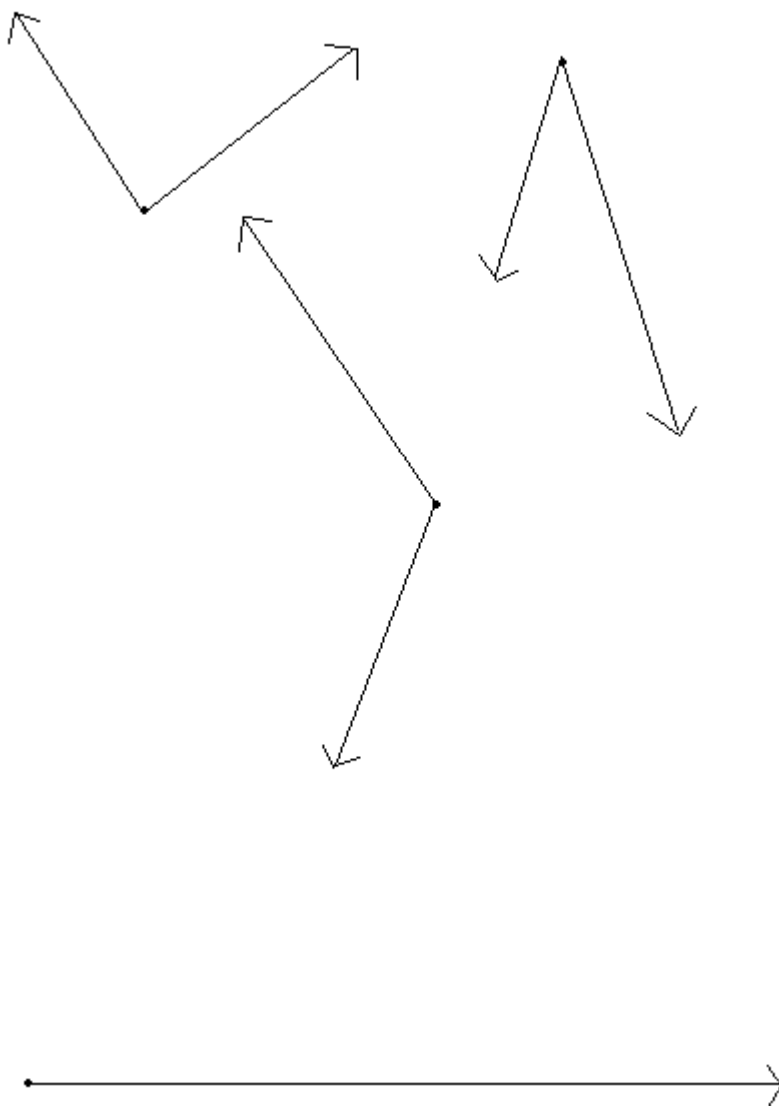




ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR.

## FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Unghiuri și raze

Măsoară aceste unghiuri și notează valoarea gradelor lui măsurate în interiorul unghiului. Pentru razele de jos, alege numărul tău favorit sau pune pe cineva să aleagă un număr pentru tine și construiește un unghi cu atâtea grade.

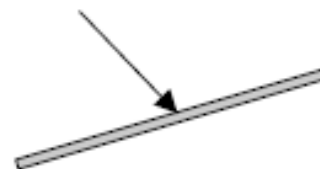




ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

Acum vom exersa măsurarea unghiurilor față de o linie normală. Dedesubt sunt câteva suprafețe. Razele indică drumul parcurs de o minge care a fost aruncată către perete. Pentru fiecare diagramă, îndeplinește următoarele:

1. Desenează o linie normală la suprafață în punctul de reflexie
2. Măsoară și scrie valoarea unghiului de incidență.
3. Desenează raza reflectată și scrie valoarea unghiului de reflexie



ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Măsurarea reflexiilor

### Material necesare

- ☐ Un laser
- ☐ O oglindă (8x8 cm), montată într – un suport de plastic
- ☐ Un raportor
- ☐ Un vas transparent cu apă care conține lapte

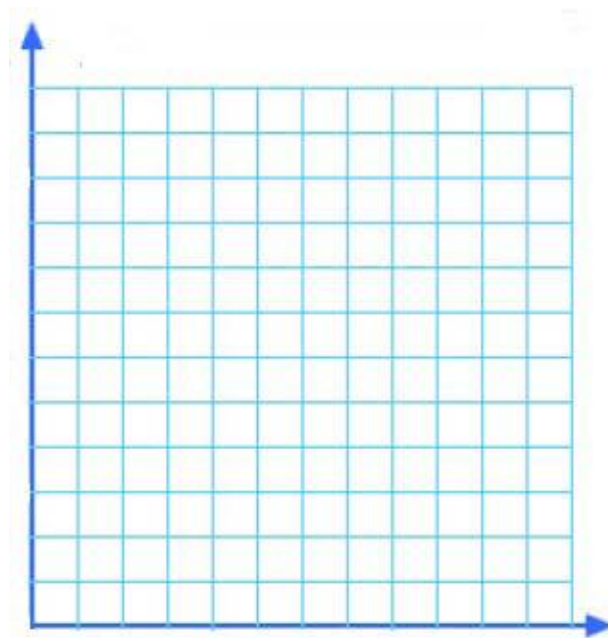
### Procedura

Așează raportorul sub vasul cu apa, astfel încât oglinda să fie poziționată exact de – a lungul partii liniare (linia zero) a acestuia. Măsoară unghiul incident și unghiul reflectat, *față de linia normală la suprafața*, a fasciculului laser care se reflectă în oglinda din apa care conține lapte. Amintește – ți că linia normală este linia perpendiculară la suprafață.



Care este valoarea unghiului de reflexie atunci când unghiul de incidență este 10 grade? 30 de grade? 45 de grade? 60 de grade? Completează tabelul de mai jos și apoi trasează rezultatele pe grafic. Pune unghiul de incidență pe axa  $x$  a graficului și unghiul de reflexie pe axa  $y$ . După ce termini de trasat graficul, răspunde la întrebările din pagina următoare.

| Unghiul de incidență (°) | Unghiul de reflexie (°) |
|--------------------------|-------------------------|
|                          |                         |
|                          |                         |
|                          |                         |
|                          |                         |
|                          |                         |





ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

1. Ce ai observat referitor la punctele de pe grafic?
2. Desenează cea mai bună linie de fitare printre puncte. Amintește-ți că cea mai bună linie de fitare nu unește punctele, ci este o linie dreaptă care trece printre puncte, cât de aproape cu putință de fiecare din ele.
3. Alege două puncte care sunt pe linia de fitare, acestea pot să nu fie dintre punctele obținute prin măsurare. Folosind aceste puncte, găsește panta liniei de fitare. Amintește-ți că panta aceasta are formula:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

4. Cum poți interpreta această pantă? Ce îți sugerează referitor la unghiurile de incidență și reflexie? Această interpretare este susținută de datele tale? De ce „da” sau de ce „nu”?





## Reflexiile pe suprafețe netede sau rugoase: demonstrație

### Cuprins

Lumina se supune legii reflexiei, atât în cazul suprafeței netede cât și a celei rugoase. Această demonstrație utilizează oglinzi pentru a simula o suprafață rugoasă.

### Elevii vor învăța...

- ◆ Legea reflexiei se aplică atât pentru o suprafață rugoasă cât și pentru o suprafață netedă.
- ◆ Diferența dintre reflexii speculare și difuze.

### Materiale necesare

Pentru clasă:

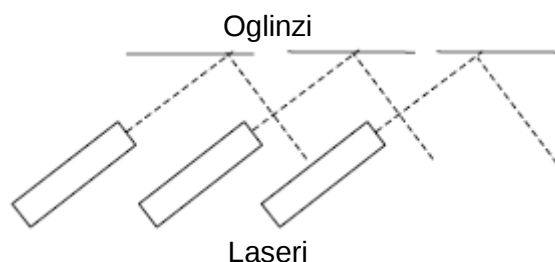
- ☐ 3 laseri cu lumina roșie
- ☐ 3 oglinzi (8x8 cm), montate în suport de plastic
- ☐ Laser cu lumina verde
- ☐ Pulverizator umplut cu apă
- ☐ O farfurie neagră lucioasă
- ☐ O farfurie albă de hârtie

### Pregătirea

Curățați spațiul de pe masă sau de pe podea, astfel încât toți elevii să poată vedea demonstrația. Puneți oglinzile în suporturile lor și așezați – le una lângă cealaltă în linie dreaptă pe podea.

### Reflexia de pe suprafețe netede sau rugoase - Procedura

1. întrebați clasa dacă lumina se reflectă dintr – o oglindă. Întrebați, de asemenea, dacă lumina se reflectă pe podea. Discutați cu elevii despre diferențele dintre modalitățile în care se reflectă lumina pe diferite suprafețe.
2. așezați trei laseri astfel încât fasciculele lor să ajungă la cele trei oglinzi. Fiti siguri că fasciculele sunt paralele unul cu celălalt. Așezați oglinzile în linie dreaptă așa cum se arată în figura de mai jos.



3. faceți ca fasciculele de lumină reflectate să fie vizibile, cu pulverizatorul. Întrebați elevii ce au observat referitor la razele de lumină reflectate. Elevii ar trebui să observe că razele de lumină se reflectă paralel. Precizați – le elevilor că acesta este un exemplu de

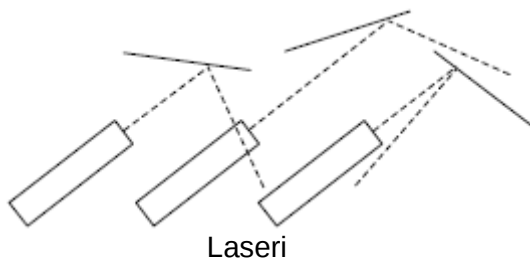




reflexie speculară. Reflexiile speculare apar când suprafața este netedă, precum o oglindă. Dacă razele care vin sunt paralele, razele de lumină reflectate vor fi și ele paralele.

4. Mișcă oglinzile astfel încât să nu fie așezate în linie dreaptă. Spune – le elevilor că le vei arăta acum ce se poate întâmpla dacă lumina este reflectată de o suprafață rugoasă.

Oglinzi



5. Folosește pulverizatorul pentru ca studenții să vadă fasciculele reflectate. Întreabă- i ce observă la razele reflectate. În acest caz, razele de lumină reflectate nu sunt paralele. Spune – le elevilor că aceasta este denumită reflexie difuză. Reflexia difuză apare când suprafața este rugoasă.
6. Arată – le studenților farfuria neagră. Întreabă – i ce cred despre farfuria neagră: va reflecta sau nu lumina?
7. Ține farfuria orizontal (în acest fel razele reflectate nu vor ajunge în ochii cuiva). Trimite fasciculul laser, sub un anumit unghi, de deasupra farfuriei. Ar trebui să vezi un punct reflectat în tavan. Spune elevilor că farfuria este netedă și lucioasă și că ceea ce văd ei sunt reflexii speculare.
8. Ține farfuria de hârtie albă orizontal. Roagă elevii să anticipeze ce vor observa dacă trimiți fasciculul laser pe farfurie.
9. Trimite fasciculul laser pe farfuria de hârtie albă. Ar trebui să vezi o suprafață foarte mare, cețoasă, de lumină verde pe tavan. Spune elevilor că acesta este un exemplu de reflexie difuză.
10. poți încerca să realizezi reflexia laserului cu lumina verde și pe alte obiecte. Încearcă cu o monedă. Pune elevii să anticipeze ce tip de reflexie se va obține, speculară sau difuză, pentru fiecare obiect încercat.

### Ce se întâmplă de fapt aici...

Legea reflexiei se aplică atunci când lumina se reflectă de pe o suprafață. Pentru o suprafață netedă, direcția liniei normale este întotdeauna aceeași. Dacă multiple raze de lumină care intră sunt paralele, acestea vor lovi suprafața sub același unghi și razele de lumină vor rămâne paralele după reflexie. Aceasta se numește reflexie speculară. Unele cărți fac referință la aceasta ca la reflexie normală.

Pentru o suprafață rugoasă, linia normală la suprafață este diferită în fiecare punct. De aceea, dacă mai multe raze incidente sunt paralele, acestea vor lovi suprafața sub unghiuri diferite și se reflectă sub unghiuri diferite. Razele de lumină care pornesc paralele nu vor mai fi paralele. Aceasta se numește reflexie difuză.





Probabil te întrebi cum se definește o suprafață „rugoasă”. Comparăm dimensiunea asperităților de pe suprafață cu lungimea de undă a luminii (vezi capitolul 2 din *Stop Faking It!: Light* pentru comentarii despre lungimea de undă).

Dacă asperitățile sunt mici comparativ cu lungimea de undă a luminii, atunci spunem că suprafața este netedă. Dacă asperitatea suprafeței este mai mare comparativ cu lungimea de undă a luminii, atunci spunem că suprafața este rugoasă. Lumina vizibilă are lungimi de undă între 400 nm și 700 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Suprafețele pe care noi le considerăm netede pot fi foarte rugoase în comparație cu lungimea de undă a luminii!

Liniile normale la suprafața netedă (deasupra) și la suprafața rugoasă (dedesubt).

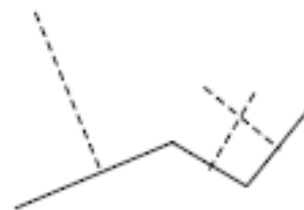
Putem face o analogie cu un drum. Este drumul neted? Poți să conduci pe drum într-o mașină și să-ți se para foarte neted. O persoană cu role care merge pe același drum ar putea considera același drum că este foarte rugos. De ce se întâmplă așa? Asperitățile sunt mici comparativ cu dimensiunea roților mașinii, oferindu-ți astfel, o călătorie fără zdruncinături în mașină. Patinele cu roțile au roți mai mici. Asperitățile drumului sunt mari comparativ cu dimensiunea roților unei patine cu roțile, astfel încât patinatorul pe role simte mai pronunțat zdruncinăturile călătoriei.

Există simulări pe calculator care îți permit să variezi rugozitatea suprafeței și să vezi efectul pe care îl are aceasta asupra reflexiei luminii. Accesezi adresa următoare:

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/reflection/specular/index.html>

### Conexiuni matematice

În funcție de nivelul de detalii pe care îl alegi pentru această demonstrație, poți folosi informația din secțiunea „Ce se întâmplă de fapt aici” pentru a vorbi despre lungimea de undă a luminii, măsurările realizate în nanometri, puterile lui zece, și multe altele. Capitolul 2 din cartea *Stop Faking It!: Light* are o bună prezentare despre lungimea de undă.



Reflexiile speculare au loc pe suprafața unui lac, de exemplu





## Activități la punctele de lucru cu oglinzi

### Cuprins

Activitățile se vor realiza la cinci puncte de lucru diferite, fiecare fiind o ocazie pentru elevi să folosească unul sau mai mulți laseri și oglinzi. Parcurgerea punctelor de lucru se poate realiza în orice ordine.

### Elevii vor învăța

- ◆ Cum să manipuleze laseri și oglinzi pentru a atinge obiectivul dorit.
- ◆ Cum să folosească sfoara pentru a reprezenta calea unui fascicul laser.
- ◆ Cum pot fi poziționate câteva oglinzi în diferite unghiuri pentru a lovi aceeași țintă (punctul focal) folosind mai mulți laseri.

Dacă în clasă sunt mai mulți elevi este posibil să ai nevoie să faci fie grupuri mai mari, fie mai multe puncte de lucru. Pentru participarea activă a fiecărui elev, un grup de 3 elevi este ideal, dar și de 4 elevi este la fel de bine.

### Materiale necesare:

#### Pentru clasă:

- ☐ Cel puțin 7 laseri cu emisie în roșu
- ☐ Cel puțin 20 de oglinzi (8x8 cm), montate în suporturi de plastic.
- ☐ Pulverizator
- ☐ O masă mare sau spațiu pe podea
- ☐ O sfoară de aproximativ 150 cm
- ☐ Bandă adezivă
- ☐ Un obiect țintă (cană, pantof, carte, etc.)

- ☐ Ceas de bucătărie sau alt tip de alarmă

\* Toate acestea vor fi distribuite la cele 5 puncte de lucru așa cum este specificat în instrucțiunile de utilizare a fiecărui punct de lucru individual.

#### Pentru fiecare punct de lucru:

- ☐ Eticheta cu textul „Provocările laserului. Punctul de lucru #\_\_\_\_\_”
- ☐ Copie a instrucțiunilor pentru fiecare punct de lucru în parte

#### Pentru fiecare elev:

- ☐ Copie a „Fisei de lucru a elevului: Punctele de lucru cu oglinzi” [ar putea fi făcute, de asemenea, schițe în caietele de notițe sau jurnalele elevilor].



Folosește un ceas de bucătărie cu alarmă sau altă alarmă pentru a anunța elevii când este momentul să se mute la o altă stație.

### Pregătirea

1. citește descrierea punctului de lucru și determină locația fiecăruia.
  - Punctul de lucru #1 – elevii așează trei laseri și trei oglinzi la capetele opuse ale unei mese în ideea de a lovi ținta plasată în centrul mesei.
  - Punctul de lucru #2 – elevii realizează o suprafață de 60x60 cm cu cât mai multe reflexii posibil, folosind un singur laser și patru oglinzi.
  - Punctul de lucru #3 – elevii folosesc un singur laser și patru oglinzi pentru a crea o stea cu un fascicul laser, precum și alte forme la alegerea lor.





- Punctul de lucru #4 – elevii folosesc oglinzi așezate în colțurile mesei pentru a face ca un fascicul laser să încercuiască perimetrul mesei.
  - Punctul de lucru #5 – elevii folosesc oglinzi așezate în colțurile mesei, astfel încât fasciculul laser să treacă prin centrul mesei de mai multe ori. *Indiciu:* deși acest punct de lucru poate fi realizat pe masa, este recomandat să folosești un spațiu mai mare pentru această activitate.
2. Pune minimul de materiale la fiecare punct de lucru, inclusiv semnul punctului de lucru și instrucțiunile. Pentru punctul de lucru #2, marchează suprafața de 60x60 cm cu bandă adezivă.
  3. Trebuie să ai la îndemână oglinzi și laseri (sau baterii) în plus.
  4. Trebuie să ai la îndemână soluție de curățat suprafețe pentru a curăța oglinzile înainte, și dacă este posibil, între activități.

#### Activitate pentru punctele de lucru cu oglinzi

1. Amintește elevilor de considerațiile privind siguranța în utilizare a laserilor, în special să nu se uite niciodată direct în fasciculul laser sau să aibă ochii într – o poziție în care fasciculul s-ar putea reflecta în ochii lor.
2. Se formează grupuri de trei sau patru elevi.
3. fiecare grup ar trebui să aibă 7 – 10 minute să – și îndeplinească sarcinile, înainte de a se muta la punctul de lucru următor.

*Indiciu:* Dacă elevii întâmpină probleme la controlarea fasciculului laser, pune – i să folosească o bucată de hârtie pentru al urmări.

Unele puncte de lucru ocupa mai mult spatiu, deci este posibil sa fie nevoie sa fie pozitionate in camere difeite sau pe hol. Asigurati-va ca elevii aud semnalul cand este nevoie sa se mute la alt punct de lucru.

Daca spatiul este limitat, poate este mai simplu sa realizati cate un singur punct de lucru la un moment dat, adica punctul de lucru #1 intr-o zi, punctul de lucru #2 in a doua zi si asa mai departe.

4. Dacă elevii realizează activitățile înainte de terminarea timpului de lucru, puneti – i să curețe oglinzile pentru grupul următor.





5. *Indiciu:* pentru a vedea fasciculul laser folosind pulverizatorul, țineți pulverizatorul deasupra laserului. Pulverizați în aceeași direcție în care se deplasează fasciculul laser. Această tehnică vă va arata o porțiune din fascicul de câțiva cm lungime. Dacă pulverizați intersectând fasciculul veți vedea o porțiune mai mică din acesta.



**Pentru a continua**

1. Discuta cu elevii despre posibile aplicații ale acestor montaje cu laseri. Câteva exemple pot fi spectacolele de lumini laser, sistemele de securitate, telescoapele Newton, satelitul de comunicații.
2. Gândește – te la lungimea totală a fasciculului după reflexii multiple.
3. Provocare – cât de lung poți să faci un fascicul?
4. Alternativă – cât de multe reflexii poți face între oglinzi paralele?





# PROVOCĂRILE LASERILOR

Punct de lucru

# \_\_\_\_\_

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





# Punct de lucru #1

## Materiale necesare:

- ☐ 3 laseri
- ☐ 3 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic
- ☐ un obiect țintă (cană, carte, pantof, etc.)

## Temă

Observă regulile de securitate în folosirea laserilor și ține laserul departe de ochii, indiferent dacă este vorba de iluminare directă sau de reflexie. Ține minte să păstrezi capul deasupra nivelului fasciculului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Așează unul din laseri la capătul unei mese. Pune una din oglinzi la celălalt capăt al mesei. Utilizând oglinda, reflectă lumina laserului către un obiect țintă așezat între laser și oglindă.

Poți face acest lucru folosind doi laseri și două oglinzi?

Dar utilizând trei laseri și trei oglinzi?

**Cerițe minime:** Nimerește ținta cu trei laseri. În fișa ta de lucru, schițează poziționarea laserilor, a oglinzilor și a țintei.

**NU UITA să faci curatenie la punctul de lucru și să dezassemblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## Punct de lucru #2

### Materiale necesare

- ☐ 1 laser
- ☐ 6 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic
- ☐ pulverizator
- ☐ o suprafață plană de 60cm x 60cm.

### Temă

Observă regulile de securitate în folosirea laserilor și ține laserul departe de ochi, indiferent dacă este vorba de iluminare directă sau de reflexie. Ține minte să păstrați capul deasupra nivelului fasciculului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Folosește bandă sau cretă pentru a delimita o suprafață de 60cm x 60cm. Crează atât de multe reflexii posibile folosind fasciculul unui laser și oglinzile.

Poți să acoperi întreaga suprafață cu fasciculul laser? Folosește praf de cretă sau un pulverizator pentru a vedea câte reflexii ai realizat.

**Cerițe minime:** Fă ca cel puțin 7 fascicule să traverseze o suprafață pătrată de 60cm x 60cm. În fișa ta de lucru, schițează amplasare laserului, a oglinzilor și traiectoriile fasciculului laser.

**NU UITA să faci curatenie la punctul de lucru și să dezassemblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**





ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

## Punct de lucru #3

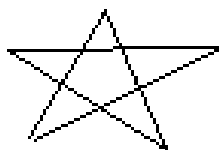
### Materiale necesare:

- ☐ 1 laser
- ☐ 4 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic
- ☐ pulverizator
- ☐ bandă adezivă
- ☐ o bucată de sfoară de cca. 150 cm.

### Temă

Citește reglementările cu privire la utilizarea în condiții de siguranță și nu lăsa fasciculul laser să-ți ajungă în ochi, direct sau prin reflexie. Întotdeauna capul trebuie să fie deasupra fasciculului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Realizează o stea folosind oglinzi și laser. Folosește sfoară și bandă adezivă pentru a realiza schița pe masa sau pe podea. Steaua realizată de tine ar trebui să arate ca în imaginea de mai jos:



Poți să faci și alte forme?

**Cerința minimă:** Realizează o stea și fa – o vizibilă cu ajutorul creței sau a pulverizatorului. În fișa de lucru, fă o schiță cu așezarea laserului, a oglinzilor și a drumului parcurs de fascicul pentru stea și pentru cea de a doua formă realizată.

**NU UITA să faci curățenie la punctul de lucru și să dezamblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**





ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

## Punct de lucru #4

### Materiale necesare

- ☐ 1 laser
- ☐ 4 oglinzi (7,5cm x 7,5cm), montate în suporturi de plastic
- ☐ o masă mare, o tejghea sau un birou.

### Temă

Observă regulile de securitate în folosirea laserilor și ține laserul departe de ochi, indiferent dacă este vorba de iluminare directă sau de reflexie. Ține minte să păstrați capul deasupra nivelului fasciculului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Pornind dintr-un colț, reflectă fasciculul laser în jurul perimetrului mesei, tejghelei sau biroului.

Poți să faci ca fasciculul laser să parcurgă perimetrul mesei mai mult de o dată? Dacă da, de câte ori?

**Cerite minime:** Inconjoară cu fasciculul laser masa sau biroul o dată. În fișa ta de lucru, schițează poziția laserului, a oglinzilor și traseul fasciculului.

**NU UITA să faci curatenie la punctul de lucru și să dezamblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## Punct de lucru #5

### Materiale necesare

- ☐ 1 laser
- ☐ 4 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic

### Temă

Observă regulile de securitate în folosirea laserilor și ține laserul departe de ochi, indiferent dacă este vorba de iluminare directă sau de reflexie. Ține minte să păstrați capul deasupra nivelului fasciculului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Reflectă lumina din laserul plasat în centrul mesei în oglinda plasată în fiecare colț al mesei. Fasciculul trebuie să intersecteze centrul mesei de cel puțin două ori.

**Cerinta minima:** Trimite fasciculul laser în fiecare colț al mesei și fă în așa fel încât acesta să intersecteze mijlocul mesei de două ori. În fișa de lucru fa o schiță cu așezarea laserului, a oglinzilor și a drumului parcurs de fascicul.

**NU UITA să faci curatenie la punctul de lucru și să dezassemblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Puncte de lucru cu oglinzi

*Pentru fiecare punct de lucru, schițează poziția laserului, a oglinzilor și traiectoria fasciculului laser.*

**Punct de lucru #1**

**Punct de lucru #2**

**Punct de lucru #3**

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





#### Punct de lucru #4

#### Punct de lucru #5

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## Nimerește ținta

### Prezentare generală

Aceasta este o activitate complexă, solicitând elevilor să folosească toate deprinderile formate în activitățile anterioare. Accentul ar trebui să fie pus pe realizarea cu precizie a măsurărilor și evaluarea unghiurilor, respectând regulile impuse de temă.

### Elevii vor învăța...

- ◆ Cum să se folosească legea reflexiei pentru a schița „parcursul cu obstacole” pentru un fascicul laser, folosind mai multe oglinzi pentru a direcționa acest fascicul către o anumită țintă.

### Materiale necesare

Pentru fiecare grup de 2 – 3 elevi:

- ☐ 3 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporti de plastic
- ☐ un laser
- ☐ 3 raportoare de hârtie sau plastic
- ☐ sfoară
- ☐ rolă de bandă adezivă
- ☐ copie a țintei de hârtie
- ☐ o riglă
- ☐ copie a „FISA DE LUCRU A ELEVULUI: nimerește ținta” (reproduceți pe verso tabela pentru rezultate).

*Sugestie:* O țintă cu cercuri concentrice solicită elevii să țină cont de natura planară a legii reflexiei. Este mult mai dificilă o astfel de țintă decât ținta de linii verticale.

### Pregătirea

1. Dacă este posibil, folosiți un asistent sau doi să vă ajute să desfășurați această activitate. Este ca și cum mai multe grupuri de elevi ar avea montajele gata în aproximativ același timp, și dacă v-ar aștepta, elevii vor fi tentați să pornească laserul în timp ce nu sunteți prezent.
2. Asigurați-vă că este suficient spațiu de lucru pentru grupurile de elevi, fie că este pe podea sau pe o suprafață mare, plană.

### Nimerește ținta

1. Amintiți elevilor considerațiile de securitate în utilizarea laserului. Cu mai mulți laseri folosiți în cameră, trebuie acordată o grijă specială din partea elevilor pentru traiectoriile acestor fasciculele laser.
2. Descrieți activitatea elevilor. Amintiți-le că activitatea include schițarea montajului care va fi folosit, CU LASERUL OPRIT. NU trebuie să pornească laserul în nici un caz înainte de a anunța profesorului pentru a verifica montajul.





3. Distribuieți fiecărui grup „FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Nimerește ținta”.
4. Pune un ceas de bucătărie sau altă alarmă pentru a anunța elevii când s-a terminat o rundă de activități.
5. Decideți din timp modul de acordare a punctelor dacă fasciculul laserului atinge linia de demarcație dintre 2 zone ale țintei. Afișează punctele pe tablă sau pe hârtie, într-un tabel.

**Pentru a continua**

1. Nu dați elevilor în avans laserul, poate numai cutia. Dați laserul fiecărui grup după ce a pregătit montajul. Grupul are aproximativ un minut în plus pentru alinierea laserului.
2. O activitate mai avansată ar putea implica incorporarea naturii 3D a legii reflexiei. Elevii vor așeza laserul, de exemplu, pe masă sau birou cu oglinzile dispuse astfel încât fasciculul laser să lovească ținta plasată pe sau aproape de podea.
3. Creați noi ținte mai complexe, pentru a fi folosite de elevi.
4. Reduceți timpul alocat fiecărei runde sau numărul de încercări permise pe rundă.

*Sugestie:* Vă reamintim că această activitate va fi dificilă dacă elevii observă că oglinzile nu sunt perpendiculare pe suprafața pe care este poziționat suportul. Suprafețele acoperite cu covor sau mochetă nu sunt potrivite pentru această activitate. Câteva sugestii de îmbunătățire a situației sunt:

- Folosiți hârtie sau alt material pentru a înălța o parte a suportului oglinzii.
- Rotiți oglinda cu  $90^\circ$ , astfel încât suportul oglinzii să fie sprijinit pe o parte (vertical).
- Folosiți două suporturi pentru fiecare oglindă, cu suporturile așezate vertical, astfel încât baza oglinzii să nu atingă suprafața.





## FISA DE LUCRU A ELEVILOR: Nimerește ținta

Acum că ai studiat măsurarea unghiurilor și aplicând legea reflexiei, poți folosi ce ai învățat pentru a nimeri o țintă cu un laser, așezând oglinzile în mod strategic.

### Activitatea

Runda 1 – nimerește ținta cu o oglindă

Runda 2 – nimerește ținta cu doua oglinzi

Runda 3 – nimerește ținta cu trei oglinzi.

### Materile necesare

(Notă: nu trebuie folosite toate materialele puse la dispoziție)

- ☐ 3 oglinzi (8 x 8 cm), montate pe suporturi de plastic
- ☐ 1 laser
- ☐ 3 raportoare
- ☐ sfoară
- ☐ o rolă de bandă adezivă
- ☐ o țintă
- ☐ o riglă

### Reguli

1. **Foarte important: laserul trebuie să fie oprit cât timp mișcați oglinzile.**
2. Ținta trebuie să fie așezată la 120 cm față de laser și să nu fie în direcția fasciculului.
3. Oglinzile trebuie să fie poziționate la 30 – 120 cm una de cealaltă și față de laser.
4. Odată poziția laserului stabilită, acesta nu mai poate fi mișcat. Fixați laserul de podea.
5. Anunță profesorul când ești gata să-ți testezi montajul. Profesorul va porni laserul. Vei avea la dispoziție trei încercări ca să nimeri ținta. După fiecare încercare laserul va fi oprit, astfel încât să poți face ajustări ale montajului. Înregistrează scorul după fiecare încercare.
6. Repetă cu o oglindă suplimentară pentru fiecare rundă. Fiecare rundă va dura aproximativ 20 de minute. Echipa cu cele mai multe puncte la finalul celei de a treia runde va fi declarată Expert în reflexii.



Intrebări pentru fiecare grup pentru pondere:

- Cum vei evidenția drumul parcurs de fasciculul laser ?
- Cum te vei asigura că drumul marcat este în linie dreaptă ?
- Vei decide mai întâi poziția oglinzii sau mai întâi vei decide asupra parcursului fasciculului laserului ?
- Cum vei folosi raportorul pentru anticiparea drumului parcurs de raza reflectată a laserului?
- Există alte metode de verificare a validității montajului ?
- Cum îți vei organiza timpul pentru a realiza trei încercări valide pentru fiecare rundă?





ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR



## Nimerește ținta Tabelul de rezultate



Ai dreptul la trei încercări să nimerești ținta în fiecare rundă. Înregistrează rezultatele în tabelul de mai jos.

Runda 1: o oglindă

| Încercare | Rezultat |
|-----------|----------|
| 1         |          |
| 2         |          |
| 3         |          |

Runda 1 Total: \_\_\_\_\_

Runda 2: 2 oglinzi

| Încercare | Rezultat |
|-----------|----------|
| 1         |          |
| 2         |          |
| 3         |          |

Runda 2 Total: \_\_\_\_\_

Runda 3: 3 oglinzi

| Încercare | Rezultat |
|-----------|----------|
| 1         |          |
| 2         |          |
| 3         |          |

Runda 3 Total: \_\_\_\_\_

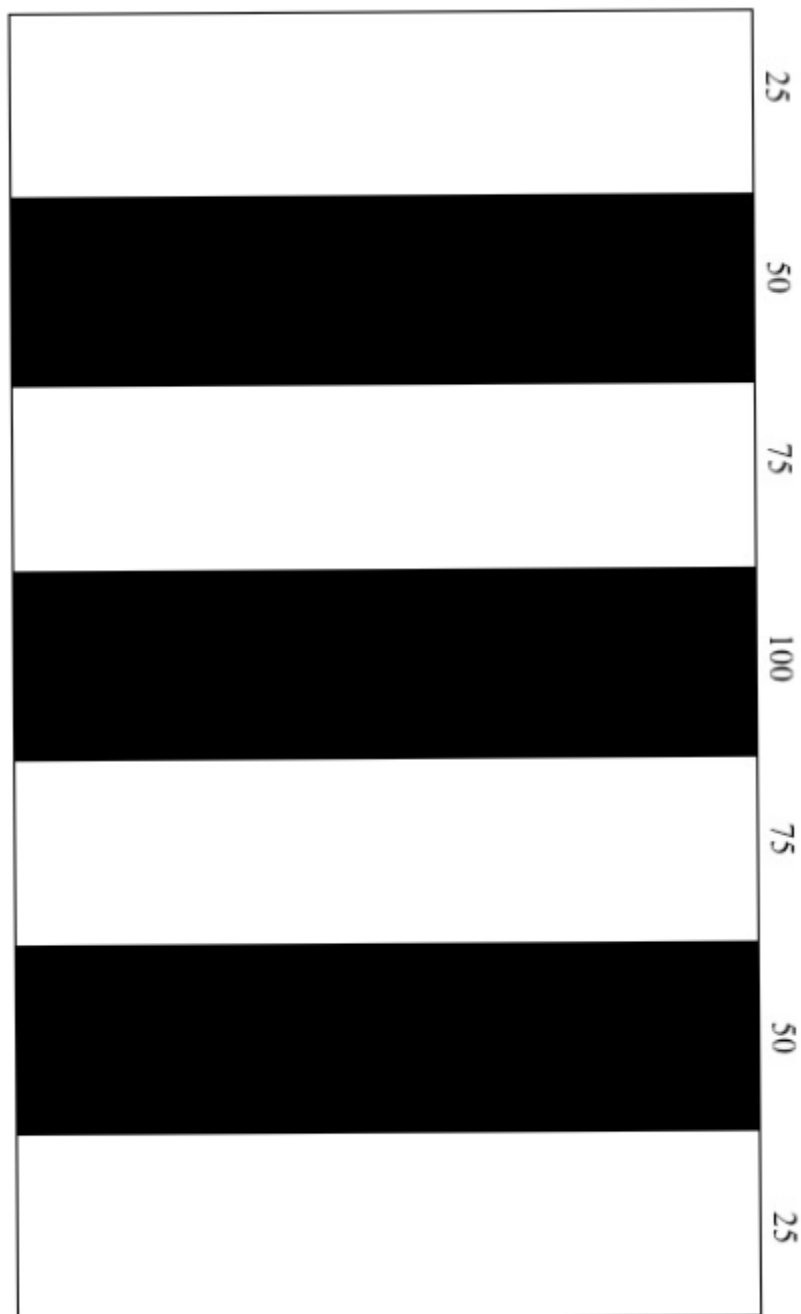
Total general: \_\_\_\_\_





ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

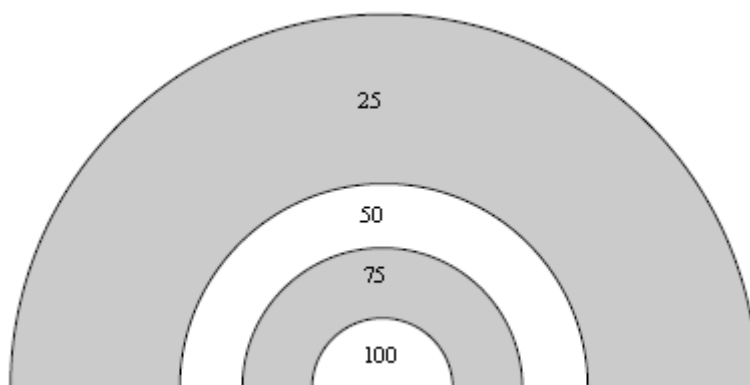
## Ținte pentru activitatea „Nimerește ținta”



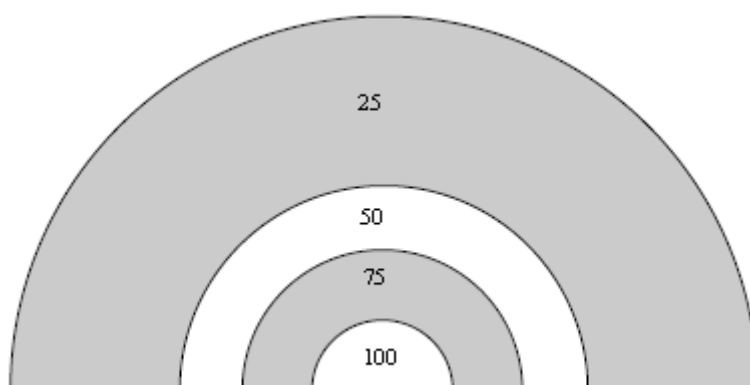


ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

.....Decupează de-a lungul acestei linii.....



..... Decupează de-a lungul acestei linii.....



ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

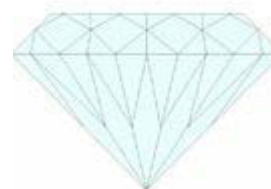




## Misiune Imposibilă

### Cuprins

În acest joc complex, elevii din clasă lucrează ca o singură echipă folosind toate oglinzile disponibile și laserii pentru a încerca să acopere o întreagă suprafață cu fasciculul laser.



### Materiale necesare

*Pentru clasă:*

- ☐ toate oglinzile, montate în suporturi de plastic
- ☐ toți laserii.
- ☐ o suprafață mare, liberă cum ar fi un hol sau o sală fără mese și scaune.
- ☐ opțional: un „diamant” sau altă comoară de protejat.

### Pregătirea

1. Stabiliți de la început spațiul potrivit pentru a fi utilizat în această activitate. Este posibil să fie nevoie să îndepărtați scaunele și mesele pentru a avea suficient spațiu.
2. Asigurați-vă, înainte de începerea activității, că oglinzile sunt curate, și că laserii au baterii noi.
3. Considerați variantele prezente în casetă pentru a determina ce roluri vor avea elevii (de exemplu, un elev controlează o oglindă sau un laser, echipe pentru oglinzi sau laseri etc.).

### Misiune imposibilă

1. Cititiți elevilor următoarele informații:

„Cineva fură un diamant de 20 karate de la muzeul unde lucrezi. După o urmărire îndelungată, poliția în sfârșit localizează hoții și returnează giuvaerul. Deoarece diamantul a fost furat odată, oamenii au reținut că este ușor să treci de măsurile de securitate. Sarcina ta (clasa) este să acoperi întreaga suprafață cu un fascicul laser pentru a proteja diamantul regăsit. Dacă cineva va întrerupe fasciculul, o alarmă va atenționa gardienii.”

Folosește toate oglinzile și toți laserii pentru a acoperi suprafața camerei cu fascicule laser.



Testează-ți montajul punându-ți colegii să circule fără să fie atinși de fasciculele laser. Protejează diamantul!

2. Oferiți materialele elevilor sau echipelor și lăsați-i să lucreze !

- Toate oglinzile trebuie să fie în jurul perimetrului sălii.
- Fiecare oglindă trebuie să prezinte câte două reflexii (2 spoturi roșii să apară pe suprafața oglinzii)
- Fiecare elev răspunde numai de o oglindă sau de un laser
- O echipă răspunde de oglinzi, iar alți elevi, sau orice altă idee vă vine în minte...





## Punctul focal al unei oglinzi curbate. Demonstrație.

### Prezentare generală

Pe parcursul acestei demonstrații, ne mutăm atenția de la oglinzi plane către oglinzi curbate, care pot fi considerate ca o grupare de secțiuni mici, plane, aranjate într-un semicerc. Elevii vor vedea că legea reflexiei se aplică oglinzilor curbate la fel ca și în cazul celor plane și va fi introdusă noțiunea de punct focal.

### Elevii vor învăța...

- ◆ că o oglinda curbată are și ea o normală la suprafață.
- ◆ că oglinda curbată se supune legii reflexiei, ca și oglinda plană.
- ◆ că reflexiile produse de o oglindă curbată pot fi anticipate, ca și în cazul unei plane.
- ◆ definiția punctului focal, noțiunile de concav și convex.

### Materiale necesare

*Pentru clasă:*

- ☐ 3 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic.
- ☐ un capac rotund de la un bol de plastic
- ☐ folie de poliester tip Mylar
- ☐ 3 laseri
- ☐ 1 pulverizator
- ☐ hârtie milimetrică (opțional, nu este prevăzută în trusă)



### Pregătirea

Tăiați o fâșie din folia de poliester tip Mylar de aproximativ 7,5 cm lățime. Lipiți folia de poliester tip Mylar în jurul capacului bolului de plastic cu partea care reflectă spre interior așa cum este prezentat în figură.

### Oglinzile curbate ca segmente din oglinzile plane

1. Precizați elevilor că până în acest moment ne-am ocupat numai la oglinzi plane. Știm cum reflectă lumina suprafețele plane. Acum ne vom ocupa de oglinzi curbate. O astfel de oglindă poate fi considerată ca o mulțime de mici suprafețe plane așezate în semicerc. Considerați că fiecare punct de pe suprafața oglinzii curbe ca fiind, la nivel local, o oglindă plană pe care se reflectă fasciculul de lumină.
2. Puneți trei oglinzi plane pe masă și aranjați-le astfel încât să formeze un arc.
3. Iluminați cu laserul oglinzile, astfel încât fiecare fascicul incident să fie paralel. Folosiți un pulverizator pentru a pune în evidență traiectoria fasciculelor laser. Întrebați elevii ce au observat.
4. Așezați oglinzile astfel încât fasciculele să se întâlnească într-un punct, numit punct focal. Dacă sunt plasate tot mai multe oglinzi în acest mod, vom avea eventual o suprafață curbă. Acum elevii pot observa faptul că oglinzile curbate acționează ca oglinzi plane de mici dimensiuni, plasate sub unghiuri diferite.
5. Întrebați elevii ce au observat referitor la normala la suprafață, unghiul de incidență și unghiul de reflexie. Ei ar trebui să observe că unghiul de incidență este egal cu

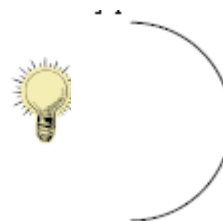
Care este  
relatia dintre  
Punctul de  
lucru 1 și  
oglinzile  
curbate?





unghiul de reflexie și că normală la suprafață este diferită în fiecare punct de pe suprafața curbă.

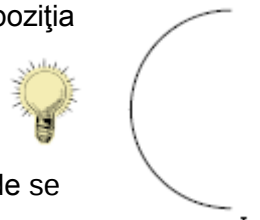
6. Definiți suprafețe convexe sau concave. Rețineți că scobitura se găsește spre interior (concav) și că în sens invers se proiectează spre exterior (convex). Ne vom ocupa în mod special de oglinzi concave deoarece acestea pot fi utilizate pentru a crea o imagine reală care poate fi văzută.



Oglinda concavă

### Crează o oglindă curbată

1. Folosiți trei laseri pentru a arăta cum curbura oglinzii schimbă poziția punctului focal. Puneți hârtia milimetrică sub capacul transparent pentru a facilita alinierea fasciculelor celor trei laseri astfel încât să fie paralele.
2. Înainte de pornirea laserului, solicitați elevilor să anticipeze unde se va afla punctul focal.



Oglinda convexă

### Pentru a continua

1. Fixați folia de poliester tip Mylar în jurul părții exterioare a capacului de plastic, cu partea reflectantă spre exterior pentru a crea o suprafață de oglindă convexă. Ce se întâmplă? Puteți obține un punct focal? De ce „da” sau de ce „nu”? Această suprafață este un model de oglindă tip „casa miraculoasă”. Cum vei apărea în acest tip de oglindă ?
2. Dacă aveți acces la o cameră destul de întunecată și o singură sursă de lumină puternică, așezați o țintă undeva în clasă, undeva în apropierea (dar nu foarte aproape) sursei de lumină. Dați fiecărui elev să o țină una din oglinzile mici (8 cm x 8 cm). Atunci când lumina este îndreptată către elevi, spuneți-le să ajusteze poziția oglinzilor lor până când fiecare persoană face ca lumina să fie reflectă către țintă. Această idee a „oglinzii segmentate” este utilizată în astronomie, ca de exemplu, pentru Telescopul Keck în Mauna Kea, Hawaii.
3. Măsurați distanța de la oglindă la punctul focal. Această distanță este numită distanță focală. Vedeți dacă elevii pot să exprime relația dintre distanța focală și raza sau diametrul unei oglinzi curbate.





## Informatii suplimentare

### Sistemul metric

Sistemul metric este alcătuit dintr-un set de unități fundamentale care utilizează puteri ale lui 10. Unitățile fundamentale sunt:

| Mărimea                 | Unitatea (simbol) |
|-------------------------|-------------------|
| lungimea                | metru (m)         |
| masa                    | kilogram (kg)     |
| timpul                  | seconda (s)       |
| temperatura             | kelvin (K)        |
| curentul electric       | amper (A)         |
| cantitatea de substanță | mol (mol)         |
| intensitatea luminoasă  | candela(cd)       |

Alte unități pot fi obținute din aceste unități de bază. De exemplu, unitățile metrice pentru viteză sunt metru pe secundă (m/s). Unitățile care sunt utile pentru diferite scale realizate prin multiplicarea unităților de bază cu puterea lui 10 și atașând prefixul corespunzător numelui unității. Prefixele pentru puterile lui zece sunt:

|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| $10^{18}$ (chintilion)      | exa (E)         |
| $10^{15}$ (cuadrilio)       | peta (P)        |
| $10^{12}$ (trilion)         | tera (T)        |
| $10^9$ (bilion)             | giga (G)        |
| $10^6$ (milion)             | mega (M)        |
| $10^3$ (mie)                | kilo (k)        |
| $10^2$ (suta)               | hecto (h)       |
| $10^1$ (zece)               | deca (da)       |
| $10^{-1}$ (zecime)          | deci (d)        |
| $10^{-2}$ (sutime)          | centi (c)       |
| $10^{-3}$ (zecime)          | mili (m)        |
| $10^{-6}$ (miime)           | micro ( $\mu$ ) |
| $10^{-9}$ (bilionime)       | nano (n)        |
| $10^{-12}$ (trilionime)     | pico (p)        |
| $10^{-15}$ (cuadrilionime)  | femto (f)       |
| $10^{-18}$ (cuintilioniome) | atto (a)        |

De exemplu, lungimea de undă a luminii vizibile este în mod obișnuit măsurată în nanometri (nm), sau  $10^{-9}$  m.

Sistemul metric este de asemenea denumit sistem MKS (pentru metri – kilograme - secunde) sau unități SI (pentru Sistemul Internațional de Unități).





## Conversia unităților

Câteodată unitățile pe care le obții nu sunt unitățile pe care le dorești. În continuare este prezentată modalitatea de conversie a unui set de unități în alt set:

1. Notează măsurarea originală, cu unitățile sale.
2. Notează fiecare factor de conversie ca o fracție, cu unitățile la care vrei să ajungi la numărător și unitățile inițiale la numitor.
3. Înmulțește toate fracțiile între ele: grupează numerele și unitățile separat, apoi simplifică. Asigură-te că unitățile identice se simplifică.

Câteva exemple:

- (1) Găsește valoarea a 164 cm în metri. Pentru a converti din centimetri în metri, ai nevoie să știi că sunt 100 centimetri într-un metru, deci factorul de conversie

$$\frac{1m}{100cm} \text{ . Apoi}$$
$$164cm \times \frac{1m}{100cm} = 164cm \times \frac{1m}{100cm} = \frac{164cm \times m}{100cm} = 1.64m \text{ .}$$

- (2) Convertește 40 mile/h în metri pe secundă. O milă este egală cu aproximativ 1609 metri și o oră este egală cu 3600 secunde (vezi de ce?). Apoi urmează conversia

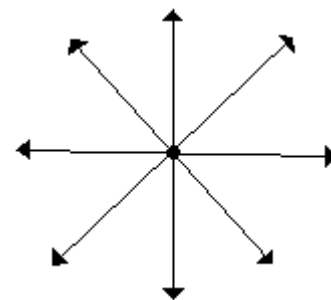
$$\frac{40mi}{1hr} \times \frac{1609m}{1mi} \times \frac{1hr}{3600s} = \frac{40 \times 1609 \times 1mi \times m \times hr}{1 \times 1 \quad hr \times mi \times s} = 18m/s \text{ .}$$

## Sistemul metric

După acest modul, elevii vor fi capabili să facă observații și măsurări folosind “modelul razei” al luminii. Acest model descrie lumina ca mișcându-se în linii drepte și reprezintă lumina ca o rază pe hârtie.

Lumina poate de asemenea să fie considerată și studiată ca undă electromagnetică cu o lungime de undă care poate fi vizibilă ochilor noștri. Deoarece undele de lumină se propagă în linie dreaptă până când intervine incidentă pe o suprafață, putem

simplifica studiul luminii asimilând lumina ca o rază. O rază este linia dreaptă care are origine și direcție. Folosind modelul acesta putem trasa ușor traiectoriile luminii reflectate și refractate. În timp ce laserii cu care lucrezi par să fie raze drepte, lumina este de fapt formată din unde colimate (paralele) subțirele care merg în aceeași direcție.



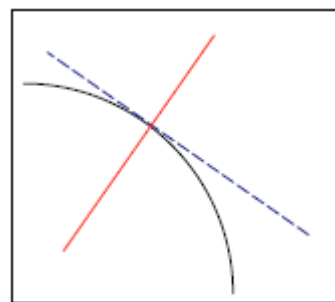
Lumina în vid merge cu o viteză fixă. Viteza luminii este  $3 \times 10^8$  m/s și este notată cu litera **c**. **c** este o constantă universală care nu se modifică (NOTĂ: viteza luminii se schimbă în diferite substanțe. Lumina încetinește când se propagă în substanțe precum apa, sticla, plasticul, etc. Mai multe informații privind acest subiect se găsește în modulul 3).





Frecvența unei unde de lumină reprezintă numărul de unde care trec într-o secundă printr-un punct dat. Frecvența este notată cu litera  $f$  și se măsoară în Hertz. Frecvență de 1 Hertz reprezintă o oscilație pe secundă.

Câțiva termeni importanți în studiul reflexiei sunt „normala la suprafață”, „unghiul de incidență”, și „unghiul de reflexie”. În fizică „normala la suprafață” desemnează o linie perpendiculară la o suprafață într-un punct. Dacă o suprafață este curbată, linia normală va fi perpendiculară la suprafață la tangenta din acel punct. Unghiurile de incidență și reflexie sunt măsurate față de această linie normală. Unghiul de incidență este măsurat între linia normală și raza incidentă. Unghiul de reflexie este măsurat între linia normală și raza reflectată. Deoarece lucrăm în acest modul, în cele mai multe cazuri cu oglinzi plane unghiurile de incidență și reflexie sunt egale. Unghiurile dintre cele două raze și suprafața oglinzilor sunt de asemenea egale. Pentru o suprafață curbată nu se va putea măsura unghiul dintre oglindă și rază, așa cum am făcut pentru o suprafață plană și rază. De aceea normala la suprafață este atât de utilă. Linia normală este de asemenea utilă pentru suprafețe vâlvurite sau rugoase. În acest caz lumina este reflectată în direcții diferite în fiecare punct al suprafeței microscopice.



În cazul unei suprafețe curbate, linia normală (roșie) este perpendiculară pe tangenta la suprafață (albastră).

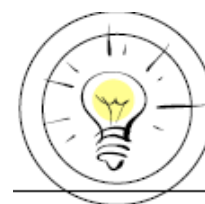
Legea reflexiei specifică faptul că atunci când lumina se reflectă pe o suprafață, unghiul de incidență a luminii este egal cu unghiul de reflexie. Această simplă descriere permite predictibilitatea traiectoriei fasciculelor de lumină în sistemele optice. Poți determina această lege gândindu-te la lumină ca fiind leneșă. Vrea să urmeze calea pentru care întâmpină rezistență minimă și vrea să-și urmeze drumul în cel mai scurt timp posibil. Pierre Fermat a stabilit legea reflexiei în 1650 folosind acest concept și puțină matematică.

Pentru a minimiza timpul și distanța de propagare a luminii, cea mai simplă cale de urmat pentru o rază de lumină din punctul de pornire, urmând incidența pe o suprafață reflectantă, și propagându-se către alt punct, traiectoria sa formează unghiuri egale de incidență și reflexie. Se poate demonstra această afirmație fără calcule utilizând o sfoară pentru a uni două puncte și arătând că drumul cel mai scurt când are loc o reflexie pe o oglindă este atunci când unghiurile de incidență și reflexie sunt egale.

### Lumina colimată

Lumina laserului este colimată. Lumina colimată nu se răspândește și rămâne concentrată într-un fascicul îngust (laserul folosit nu este perfect colimat și radiația sa se va răspândi peste câteva sute de metri, dar principiul este valabil pentru distanțe scurte). Deoarece lumina nu se împrăștie, punctul apare luminos chiar dacă este departe de laser.

Un bec normal trimite lumină în toate direcțiile. Pe măsură ce ne îndepărtăm de bec, lumina acestuia se împrăștie pe o arie mare. Dacă





aceeași cantitate de lumină acoperă o arie mai mare, intensitatea luminii va părea mai redusă, cu cât ne depărtăm mai mult de bec.

Suprafața unei sfere date este  $4\pi r^2$  unde  $r$  este raza sferei. Când se dublează raza sferei, suprafața este de 4 ori mai mare. De aceea, dacă te deplasezi de două ori mai mult față de bec, aceasta va avea doar  $1/4$  din luminozitate. Această relație este numită legea patratului invers. Intensitatea luminii,  $I$ , este proporțională inversului patratului distanței. Matematic, putem reprezenta aceasta ca  $I \propto 1/r^2$ .

### **Laser verde vs. Laser roșu**

Vei observa că laserul verde apare mult mai strălucitor decât cel roșu. Dacă folosești laserul verde noaptea afară, poți să-i vezi fasciculul chiar atunci când îl îndrepti către cer (astronomii amatori de obicei folosesc laseri verzi pentru a puncta obiecte pe cer pentru spectatorii serilor de astronomie).

Laserul verde este de 5 miliwați și laserul roșu este un laser de un miliwatt (un miliwatt =  $10^{-3}$  W). De aceea, laserul verde este mult mai puternic decât cel roșu.

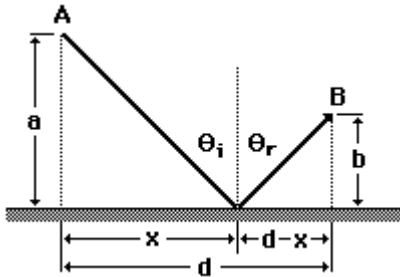
Oricum, chiar și un laser roșu de 5 miliwați nu va fi la fel de strălucitor ca unul verde cu aceeași putere (un laser roșu de 5 miliwați este folosit în Modulul 6: Comunicații folosind un fascicul de lumină). Ochii noștri sunt mult mai sensibili la lumina verde decât la lumina roșie. De aceea, o lumină verde va părea întotdeauna mai strălucitoare decât o lumină roșie având aceeași putere.

În plus, fotonii individuali de lumină verde poartă mai multă energie decât fiecare foton de lumină roșie. Energia unui foton de lumină este dată de ecuația  $E=hf$ , unde  $E$  este energia,  $f$  este frecvența luminii, și  $h$  este constanta lui Plank ( $h=6.6 \times 10^{-34}$  Js). Frecvența luminii verzi este mult mai mare decât a luminii roșii. Așadar, fiecare foton individual de lumină verde poartă mai multă energie decât un foton de lumină roșie.





### Obținerea legii reflexiei folosind principiul Fermat:



Lungimea drumului parcurs de lumină  $L$ , este:

$$L = \sqrt{a^2 + x^2} + \sqrt{b^2 + (d-x)^2}$$

Deoarece viteza luminii este constantă, durata minimă de timp corespunde lungimii minime parcurse. Parcursul minim poate fi obținut folosind derivarea lui  $L$  pentru  $x$  egal cu zero.

$$\frac{dL}{dx} = \frac{1}{2} \frac{2x}{\sqrt{a^2 + x^2}} + \frac{1}{2} \frac{2(d-x)(-1)}{\sqrt{b^2 + (d-x)^2}} = 0$$

Aceasta se reduce la:

$$\frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{(d-x)}{\sqrt{b^2 + (d-x)^2}}$$

Folosim acum definițiile trigonometrice pentru a scrie această ecuație în termenii unghiurilor noastre de incidență și reflexie:

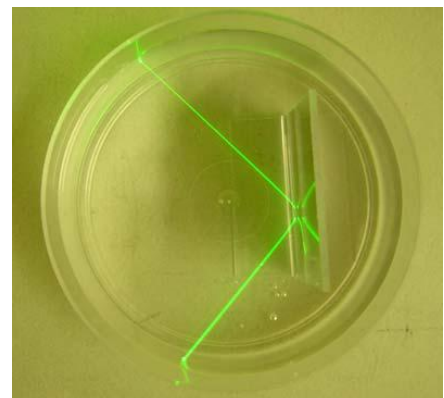
$$\sin \theta_i = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} \quad \text{și} \quad \sin \theta_r = \frac{d-x}{\sqrt{b^2 + (d-x)^2}}$$

Deci avem

$$\sin \theta_i = \sin \theta_r, \text{ or } \theta_i = \theta_r.$$

### Prima și a doua suprafață a oglinzilor

Probabil ai observat realizând aceste activități că legea reflexiei nu pare că se respectă întotdeauna când lucrăm cu oglinzi. Oglindile folosite în acest kit sunt cunoscute sub denumirea de „oglină cu suprafață dublă”, caz în care suprafața care reflecta se găsește între sticlă și acoperirea de protecție din spate. Acest fapt face ca razele incidente și cele de reflexie să apară separate pe suprafața oglinzii. Ce se întâmplă de fapt, este că reflexia se realizează pe partea din spate a sticlei. Folclorul sugerează incorect că observând această deosebire (o altă cale de a observa acest lucru este să-ți așezi unghia pe suprafața oglinzii) este modalitatea de a verifica dacă oglinda este transparentă, sau are două fețe. În opoziție cu a doua suprafață a oglinzii este





„prima suprafață” sau „suprafața frontală” a oglinzii, caz în care acoperirea reflectantă este depusă pe partea dinspre privitor a sticlei. În acest caz, nu va apărea o diferență între raza incidentă și cea reflectată. Oglinzile sferice care vor fi folosite în *Modulul 3: Magnificile Măririi* sunt oglinzi cu suprafață frontală.

Puteți folosi conceptul luminii care se reflectă în ochii privitorului pentru a rezolva mai eficient activitatea „Nimerește ținta”. Dacă priviți prima oglindă din punctul unde se găsește ținta (**cu laserul oprit**), veți vedea imaginea laserului atunci când toate oglinzile sunt aliniate. Dacă folosiți o sfoară pentru a marca traiectoria fasciculului laser, sfoara va părea că urmărește o linie dreaptă care pornește de la ochii tăi, prin oglinzi către laser. De asemenea puteți privi în lungul acestei traiectorii privind din locația laserului (**cu laserul oprit**) prin oglinzi pentru a vedea ținta la capătul traseului.

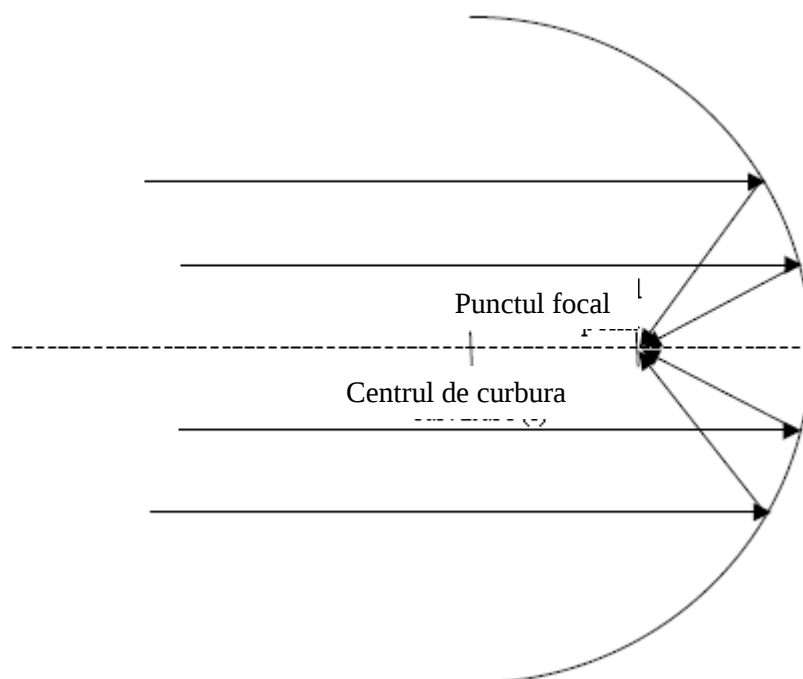
Un lucru important de notat este acela că este un plan definit de raza incidentă și normala la suprafață. Raza reflectată trebuie și ea să se găsească în acest plan. E posibil să nu observați acest lucru în cazul reflexiei pe o singură oglindă, dar este foarte posibil să le vedeți folosind mai multe oglinzi, ca în „Posturile de lucru cu oglinzi” și „Nimerește ținta”. Dacă fasciculul reflectat pare să fie poziționat mai sus sau mai jos pe oglinzi, eventual fie trece deasupra oglinzii sau atinge masa, atunci oglinda (și planul definit de raza incidentă și linia normală) nu este paralelă la masă.

### **Distanța focală a unei oglinzi curbate**

Prin demonstrația referitoare la punctul focal al unei oglinzi curbate elevii au observat că oglinda curbată poate fi folosită pentru a concentra raze de lumină paralele, într-un punct. Folosim o oglindă curbă. Există o relație între raza oglinzii și distanța focală (distanță dintre punctul focal și oglindă). Ai înfășurat folia de poliester tip Mylar în jurul vasului circular. Vasul are o rază pe care o notăm cu  $r$ . Care este distanța focală?

Răspunsul la această întrebare poate fi găsit prin trasarea cu grijă a razelor (așa cum este ilustrat pe pagina următoare).

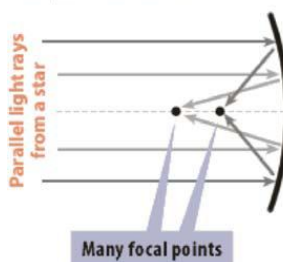




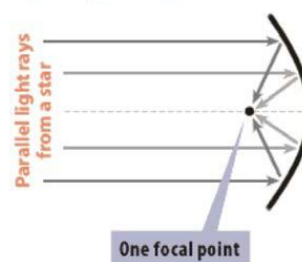
Distanța focală este egală cu jumătate din raza oglinzii. Astfel, în cazul unei oglinzi cu raza de 30 cm, distanța focală a oglinzii va fi 15 cm. Puneți elevii să măsoare raza capacului și distanța dintre oglindă și punctul focal în timpul acestei demonstrații. Elevii ar trebui să observe că raza vasului este de aproximativ două ori distanța focală.

Totiși, oglinzile sferice nu reflectă toată lumina într-un singur punct focal. Razele de lumină aflate departe de axa centrală sunt reflectate oarecum în puncte diferite. Fenomenul este numit aberație sferică. Aberația sferică poate fi corectată utilizând oglinzi parabolice. Multe telescoape folosesc oglinzi parabolice în locul oglinzilor sferice pentru a corecta aberațiile sferice.

Spherically shaped mirror has spherical aberration



Mirror with parabolic shape has no spherical aberration

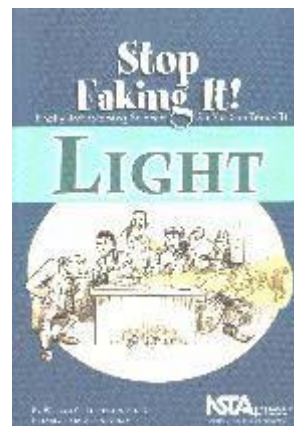


NOTE: The parabolic shape above has been exaggerated.





Pentru mai multe exemple și explicații privind fenomenele asociate luminii, consultați cartea „*Stop Faking It!: Light*” de William C. Robertson (NSTA press). Cartea prezintă reflexia, refracția și natura luminii însoțind explicațiile cu activități ușor de realizat singur sau în clasă.





## Conceptii greșite privind lumina, intalnite în mod curent

Mai mulți oameni au concepții eronate despre natura luminii și reflexii. Una dintre cele mai mari provocări pe care o întâmpină profesorii este de a face elevii să recunoască aceste idei eronate și să le corecteze.

În această secțiune, vom încerca să lămurim câteva dintre conceptele greșite. Veți găsi sugestii privind modalitatea în care să evidențiați conceptele greșite ale elevilor, precum și argumente pentru ai ajuta să le clarifice.

### Mit: Lumina se reflectă doar pe oglinzi și alte suprafețe netede

Mai multă lume crede că este nevoie de o suprafață netedă pentru a avea reflexii. Această neînțelegere este consolidată și de exprimarea noastră. Spunem că ne vedem reflexia într-o oglindă. Deoarece nu ne vedem reflexia și pe alte suprafețe, oamenii presupun că lumina nu se reflectă pe acele suprafețe.



Puteți începe prin a arăta elevilor o oglindă plană. Întrebați-i ce văd în oglindă. Odată ce sunt de acord cu faptul că-și văd reflexia în oglindă, puneți-i să se uite la o masă sau un perete. Întrebați-i dacă lumina se reflectă de pe masă sau perete. Această întrebare poate declanșa o discuție interesantă despre reflexii.

Laserul cu emisie în verde este un bun instrument pentru a ilustra reflexiile. Indreptați fasciculul unui laser cu emisie în verde spre masă sau perete. Scăderea iluminării ambiante este utilă. Poți observa că laserul se reflectă pe aceste suprafețe! Puteți ține o bucată de hârtie sau un ecran pentru a vedea aceste reflexii.

Întrebați elevii ce pot spune în ceea ce privește forma reflexiilor. Laserul produce un punct cu formă precisă pe suprafață. Totuși, reflexia este foarte împrăștiată. Întrebați elevii ce diferență este între reflexia laserului pe o oglindă față de reflexia pe masă sau perete.

Amintiți elevilor diferența dintre reflexia speculară și difuză. Reflexia pe o oglindă este speculară, pe când reflexia pe o suprafață rugoasă este difuză. Amintește-le că legea reflexiei se aplică întotdeauna, atât pentru suprafețe netede, cât și pentru cele rugoase.

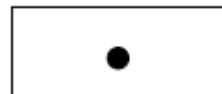
Încercați alte suprafețe din cameră. Bănuții pot produce reflexii interesante. Încercați să produceți reflexii pe cărți, rucsac, sau alte obiecte.





### Mit: Obiectele sunt negre pentru că nu reflectă deloc lumina

În multe manuale, culoarea „neagră” este asociată cu absența luminii. Mulți oameni presupun că obiectele negre nu reflectă lumină.



Detaliu al  
unei găuri  
negre

Folosiți farfuria de plastic neagră, lucioasă inclusă în trusă. Întrebați elevii dacă cred că farfuria neagră reflectă lumina. Puneți-i să se uite la farfurie și întrebați-i dacă observă vreo reflexie. Discutați dacă observațiile lor implică faptul că farfuria reflectă sau nu lumina.

După aceea, folosiți laserul verde și iluminați cu el partea lucioasă a farfuriei negre. Întrebați elevii dacă văd vreo reflexie pe farfurie. Dacă farfuria nu reflectă lumina, cum poate apărea reflexia?

Farfuria neagră reflectă lumina. Acest fapt se realizează într-o mică măsură, dar suficient pentru a fi observată.

Întrebați elevii dacă partea rugoasă a farfuriei va reflecta lumina. Ei nu-și pot vedea imaginea reflectată de partea rugoasă. Iluminează cu laserul partea rugoasă a farfuriei. Întrebați-i dacă văd vreo reflexie și care este diferența dintre partea lucioasă și cea rugoasă.

Partea rugoasă a farfuriei reflectă și ea o cantitate mică din lumina incidentă. Lumina incidentă pe partea rugoasă produce o reflexie difuză așa cum se poate vedea din reflexia difuză.

### Mit: Dacă ai o înălțime de 1,6 m, ai nevoie de o oglindă înaltă de 1,6m pentru a-ți vedea întregul corp.

În trusă este o oglindă de 30 cm x 30 cm. Dacă afirmația de mai sus este adevărată, ar trebui să fi capabil să vezi doar 25 cm din fața ta. Puneți un elev să țină rigla lângă față și priviți în oglindă (este important ca oglinda să fie cât de aproape de verticală posibil). Numai imaginea riglei umple oglinda, sau elevul poate vedea mai mult ?



După aceea, dați-i elevului un metru sau o ruletă. Puneți elevul să țină metrul lângă față și să măsoare cât din metru poate vedea odată. Elevul va vedea probabil aproximativ 60 cm din metru, sau aproape de două ori dimensiunea oglinzii!

Deoarece putem vedea obiecte având de două ori dimensiunea oglinzii, putem ajunge la concluzia că este nevoie de oglindă având jumătate din înălțimea persoanei pentru a vedea întregul corp odată. Folosind optica geometrică, este ușor de arătat că oglinda trebuie să aibă cel puțin jumătate din înălțimea persoanei pentru a putea vedea imaginea unei persoane în întregime. Oricum, reprezentarea folosind raze nu sunt intuitive pentru copii. Modelul descris mai sus ar putea ajuta înțelegerea.





S-ar putea ca o parte dintre elevi care să spună că nu-și pot vedea întregul corp în anumite oglinzi care par destul de mari, de exemplu oglinda de la baie de deasupra unei chiuvete. Chiuveta poate bloca imaginea picioarelor lor. Pot avea de asemenea probleme dacă oglinda este montată prea jos sau prea sus. Partea superioară a oglinzii ar trebui să fie aliniată strict cu nivelul capului, dacă vrei să vezi în oglindă doar jumătate din înălțimea ta!

### **Mit: Poți să vezi mai mult din corpul tău dacă te îndepărtezi de oglindă**

Mai mulți oameni cred că dacă te depărtezi de o oglindă, poți să vezi mai mult din corpul tău în oglindă, deși aceasta contrazice ideea că ai nevoie de o oglindă atât de înaltă cât tine pentru a-ți vedea întreaga imagine!

Fixați oglinda de 30 cm x 30 cm vertical pe perete. Întrebați elevii dacă și cum pot utiliza o oglindă pentru a – și vedea întregul corp odată fără să deplaseze oglinda. Invariabil, elevii vor încerca să se deplaseze de oglindă (un elev viclean poate lua oglinda de pe perete și să se uite în ea sub un unghi ascuțit, dar asta este în afara problemei actuale...mai mult despre aceasta mai târziu).

Elevii vor observa că nu pot vedea întregul corp! În exemplul anterior, elevii văd parte din corpul lor având o înălțime dublă decât înălțimea oglinzii. Acum aceștia vor vedea că acest raport este valabil chiar dacă se apropie sau se îndepărtează de oglindă.

Dacă elevii sunt încă sceptici, încercați următorul exercițiu. Cereți unui elev să stea în fața oglinzii. Spuneți-i să deseneze un cerc pe oglindă în jurul feței cu un marker care se poate șterge. Puneți elevul să se depărteze încet și să observe cum se modifică dimensiunea corpului sau a feței față de dimensiunea cercului. Elevul va vedea cum corpul său sau fața sa ocupă aceeași suprafață din spațiul oglinzii!

În final, așezați o oglindă plană pe podea. Puneți un elev să stea aproape de oglindă (dar nu deasupra ei!). Elevul va fi capabil să vadă aproape întreaga imagine. De ce poate să-și vadă întregul corp în această configurație? Aproape fiecare parte a corpului său trimite raze de lumină spre oglindă sub un unghi de incidență foarte mare (amintiți-vă, acest unghi se măsoară relativ la normala la suprafață).





## Glosar

**Unghi de incidență** – unghiul dintre normala la suprafață și raza incidentă.

**Unghi de reflexie** – unghiul dintre normala la suprafață și raza reflectată.

**Lumină colimată** – lumina ale cărei raze sunt paralele. Lumina colimată rămâne concentrată într-un fascicul îngust, în loc să se împrăștie.

**Concav** – curbat ca suprafața interioară a unei sfere.

**Convex** – curbat ca suprafața exterioară a unei sfere.

**Suprafață difuză** – o suprafață rugoasă care împrăștie lumină.

**Unde electromagnetice** – unde care constau dintr-un câmp magnetic și electric variabil, care se propagă chiar și în vid. Lumina este o undă electromagnetică.

**Principiul Fermat** – principiul conform căruia, pe parcursul lor între două puncte, razele de lumină vor alege calea care implică timpul cel mai scurt.

**Laserul** – un tip special de radiație luminoasă pentru care toate undele sunt „în fază”, producând un fascicul de lumină foarte puternic. Laser provine de la Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

**Legea reflexiei** – o teoremă conform căreia razele de lumină incidentă pe o suprafață reflectivă și reflectată de suprafață generează unghiuri egale în raport cu normala la suprafață.

**Lumina** – o undă electromagnetică care ne permite să vedem obiectele. Lumina poate fi descrisă (modelată) ca raze, undă electromagnetică, sau particule (fotoni).

**Oglinda** – o suprafață foarte strălucitoare, netedă care reflectă lumina cu eficiență mare.

**Linie normală** – o linie care este perpendiculară pe suprafață.

**Suprafață speculară** – o suprafață netedă care reflectă lumina într-o manieră predictibilă, ca o oglindă.





## Materiale pentru multiplicat

În această broșură veți găsi repetate diferite fișe de lucru și alte materiale destinate reproducerii, utilizate în *Modulul 1: Provocările laserului*. Deși aceste materiale sunt protejate de dreptul de autor de către SPIE, OSA, AURA, și MESA, este permisă fotocopierea lor pentru utilizarea în clasă sau laborator. Orice întrebare privind aceste materiale sau dreptul de reproducere trebuie să fie adresate d-lui Stephen Pompea, National Optical Astronomy Observatory, prin telefon :520.318.8285, sau prin email, [spompea@noao.edu](mailto:spompea@noao.edu).

În paginile următoare sunt trei modele diferite de raportoare (același raportor apare de două ori pe fiecare pagină). Modelul raportorului 1 are un contur simplu, cu marcaje de  $5^\circ$ . Nici una din aceste linii nu este marcată, puteți pune pe elevi să marcheze liniile astfel încât să învețe cum funcționează un raportor. Raportorul 3 funcționează în același mod dar permite realizarea unor măsurări mai precise.

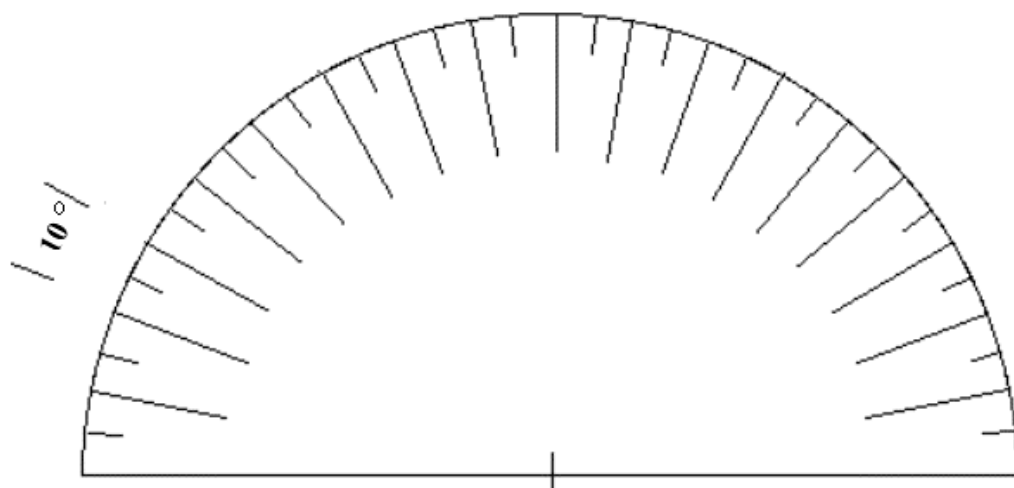
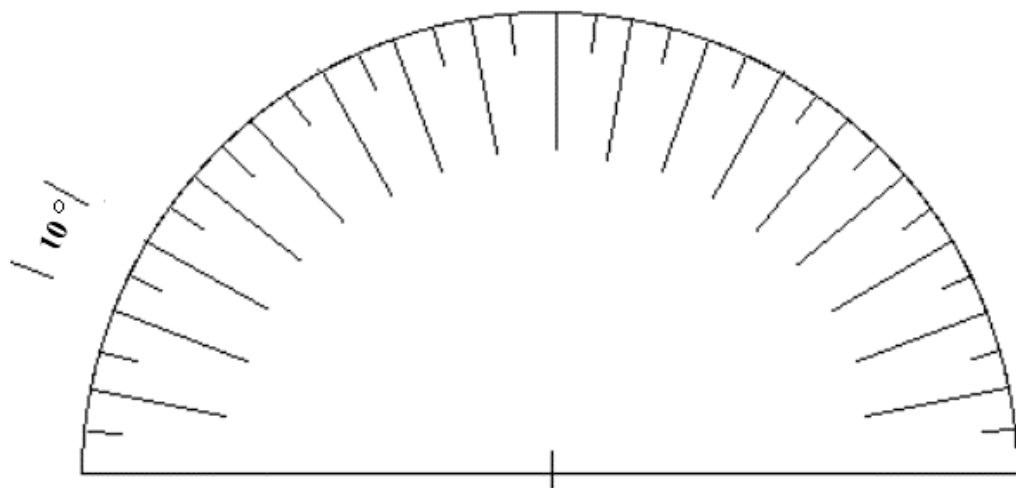
Raportorul 2 este similar cu Raportorul 1 în sensul că este un instrument cu rezoluție destul de bună; dar prezintă și o diferență majoră. Deoarece sunt măsurate unghiurile de incidență și reflexie față de normala la suprafață, acest raportor folosește „linia centrală” (ceea pe care o considerăm ca fiind  $90^\circ$ ) ca reper de  $0^\circ$  și măsoară unghiurile față de normală. Deși acesta se dovedește a fi un echipament foarte ușor de folosit în optică, este foarte diferit de ceea ce vor folosi elevii în mod normal.

Atenție cu privire la toate modelele: tipărirea sau fotocopierea poate conduce la deformarea modelului, deformare care poate să nu fie evidentă la prima privire, dar care pot avea un mare impact asupra măsurărilor. Este de preferat să se folosească un raportor „real” ori de câte ori este posibil.





## Model de raportor 1

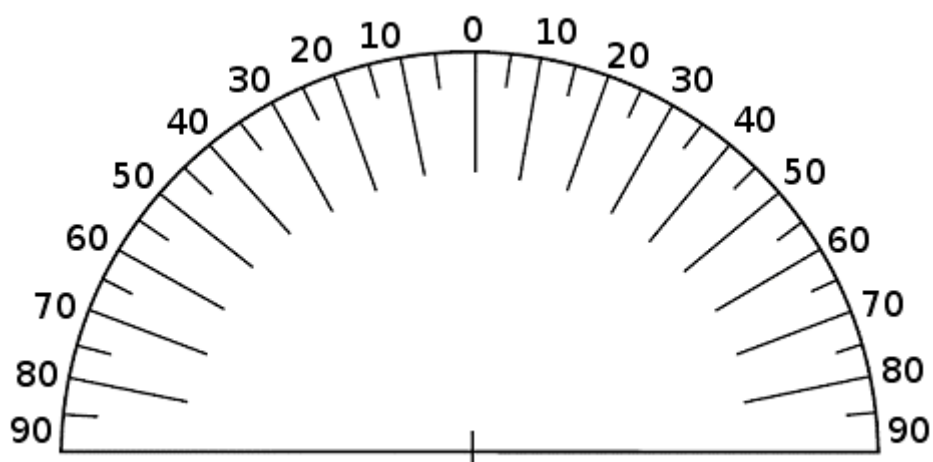
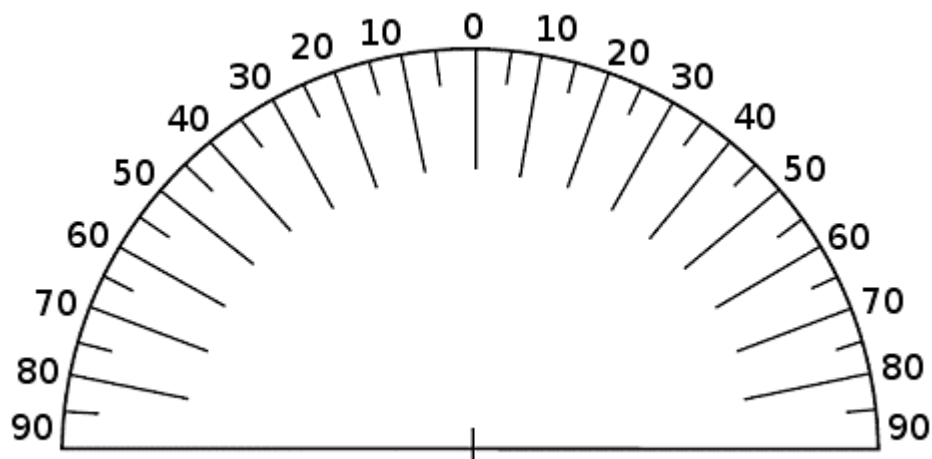


ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## Model de raportor 2

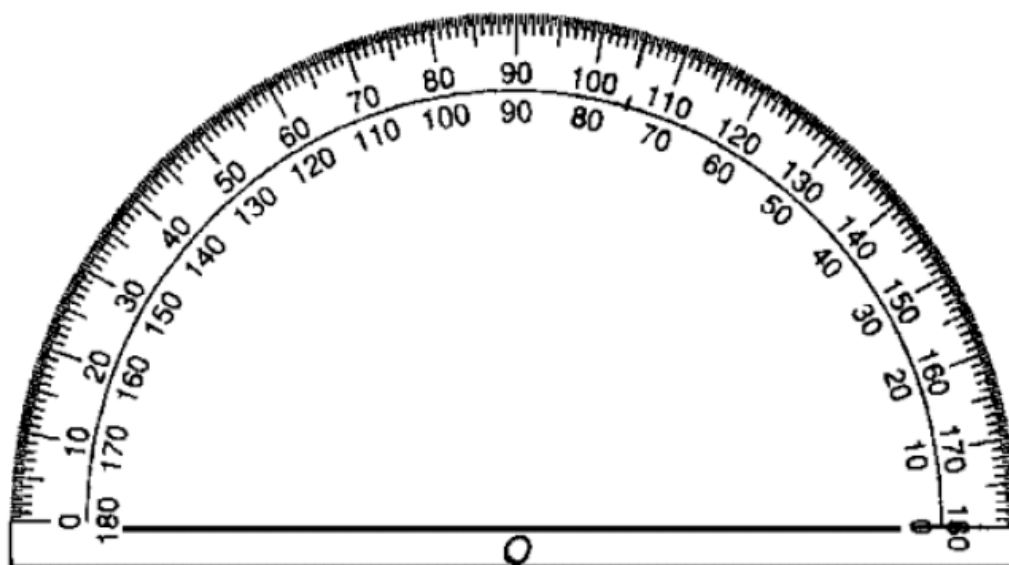
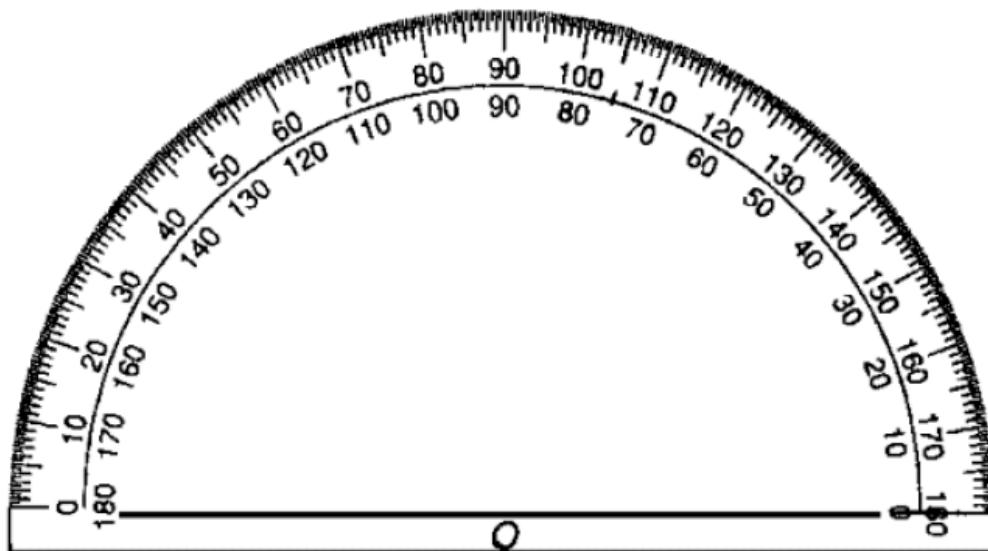


ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## Model de raportor 3



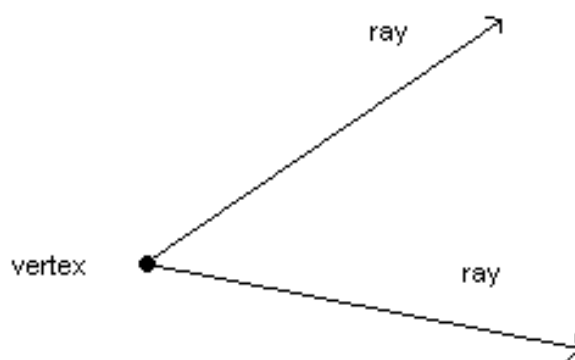
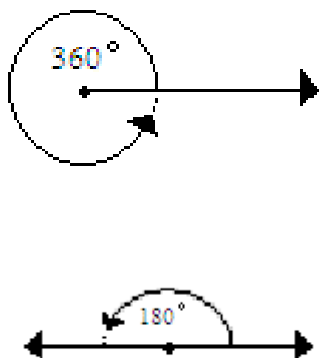
ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR.





## FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Utilizarea raportorului

Un raportor este acel instrument care ajută la măsurarea dimensiunii unui unghi. Fiecare unghi constă în două *raze* (*semidrepte*) și un *vârf*. Unghiurile sunt măsurate în grade (simbolul:  $^{\circ}$ ). Într-un cerc sunt  $360^{\circ}$ , iar o linie dreaptă măsoară  $180^{\circ}$ .



Pentru a măsura un unghi:

6. Găsește punctul central de pe partea liniară a unui raportor. Acesta poate fi un orificiu, un punct sau o cruce (+).
7. Plasează punctul central peste vârful unghiului.
8. Aliniaza partea liniară a raportorului cu una din semidreptele unghiului.
9. Găsește punctul în care cea de-a doua semidreaptă intersectează marginea curbă a raportorului.
10. Citește numărul care este scris pe raportor în punctul de intersecție. Aceasta este măsura unui unghi în grade.

Pe unele raportoare pot fi două numere la fiecare linie marcată, unul mai mare și unul mai mic. Pentru unghiuri mai mici decât un unghi drept ( $90^{\circ}$ ), alege numărul mai mic. Pentru unghiuri mai mari decât unghiul drept, alege numărul mai mare. Dacă este necesar, poți extinde partea liniară a raportorului cu o altă linie.

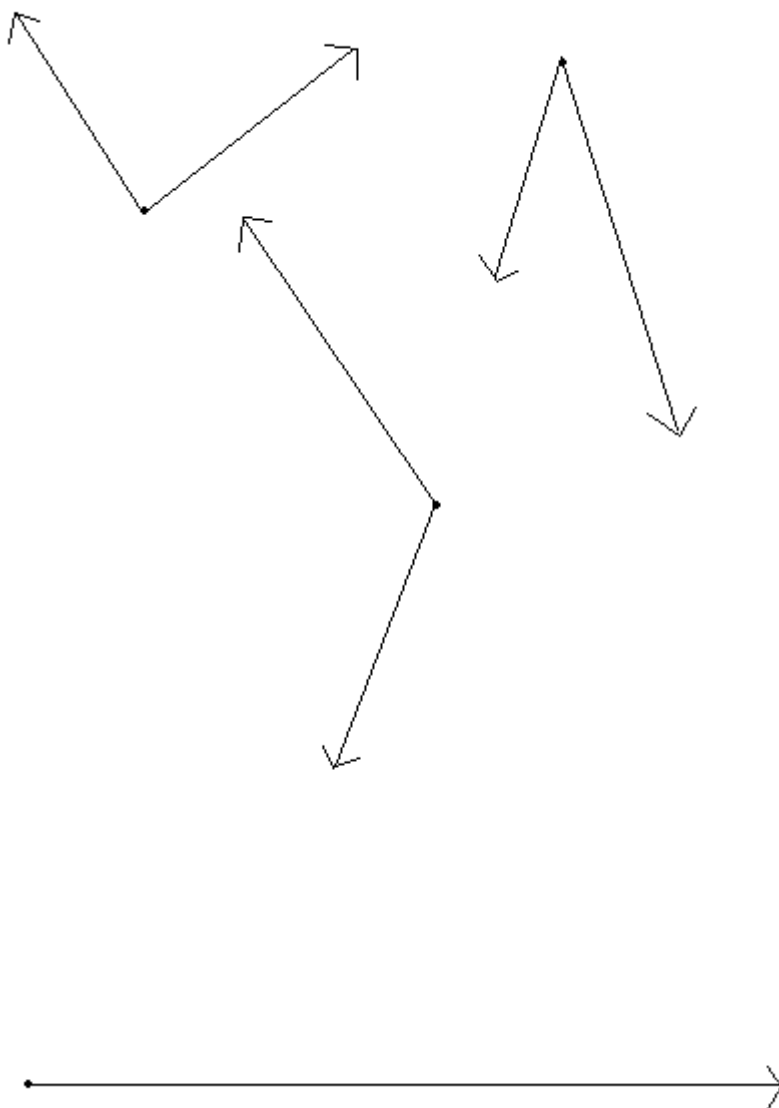
ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR.





## FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Unghiuri și raze

Măsoară aceste unghiuri și notează valoarea gradelor lui măsurate în interiorul unghiului. Pentru razele de jos, alege numărul tău favorit sau pune pe cineva să aleagă un număr pentru tine și construiește un unghi cu atâtea grade.



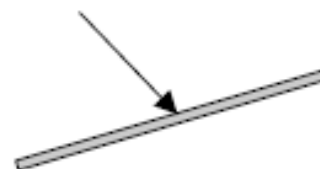
ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





Acum vom exersa măsurarea unghiurilor față de o linie normală. Dedesubt sunt câteva suprafețe. Razele indică drumul parcurs de o minge care a fost aruncată către perete. Pentru fiecare diagramă, îndeplinește următoarele:

4. Desenează o linie normală la suprafață în punctul de reflexie
5. Măsoară și scrie valoarea unghiului de incidență.
6. Desenează raza reflectată și scrie valoarea unghiului de reflexie



ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Măsurarea reflexiilor

### Material necesare

- ☐ Un laser
- ☐ O oglindă (8x8 cm), montată într – un suport de plastic
- ☐ Un raportor
- ☐ Un vas transparent cu apă care contine lapte

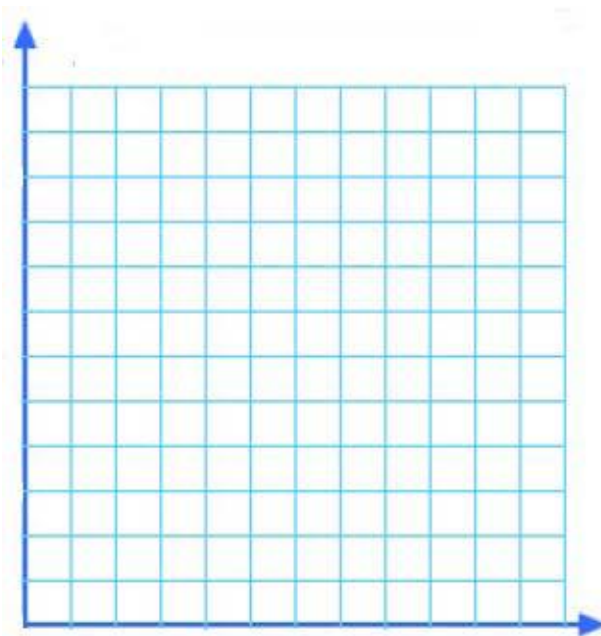
### Procedura

Așează raportorul sub vasul cu apa, astfel încât oglinda să fie poziționată exact de – a lungul partii liniare (linia zero) a acestuia. Măsoară unghiul incident și unghiul reflectat, *față de linia normală la suprafața*, a fasciculului laser care se reflectă în oglinda din apa care contine lapte. Amintește – ți că linia normală este linia perpendiculară la suprafață.



Care este valoarea unghiului de reflexie atunci când unghiul de incidență este 10 grade? 30 de grade? 45 de grade? 60 de grade? Completează tabelul de mai jos și apoi trasează rezultatele pe grafic. Pune unghiul de incidență pe axa  $x$  a graficului și unghiul de reflexie pe axa  $y$ . După ce termini de trasat graficul, răspunde la întrebările din pagina următoare.

| Unghiul de incidență (°) | Unghiul de reflexie (°) |
|--------------------------|-------------------------|
|                          |                         |
|                          |                         |
|                          |                         |
|                          |                         |
|                          |                         |



ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





5. Ce ai observat referitor la punctele de pe grafic?
6. Desenează cea mai bună linie de fitare printre puncte. Amintește-ți că cea mai bună linie de fitare nu unește punctele, ci este o linie dreaptă care trece printre puncte, cât de aproape cu putință de fiecare din ele.
7. Alege două puncte care sunt pe linia de fitare, acestea pot să nu fie dintre punctele obținute prin măsurare. Folosind aceste puncte, găsește panta liniei de fitare. Amintește-ți că panta aceasta are formula:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

8. Cum poți interpreta această pantă? Ce îți sugerează referitor la unghiurile de incidență și reflexie? Această interpretare este susținută de datele tale? De ce „da” sau de ce „nu”?

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





# PROVOCĂRILE LASERILOR

Punct de lucru

# \_\_\_\_\_

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## Punct de lucru #1

### Materiale necesare:

- ☐ 3 laseri
- ☐ 3 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic
- ☐ un obiect țintă (cană, carte, pantof, etc.)

### Temă

Observă regulile de securitate în folosirea laserilor și ține laserul departe de ochii, indiferent dacă este vorba de iluminare directă sau de reflexie. Ține minte să păstrezi capul deasupra nivelului fasciculului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Așează unul din laseri la capătul unei mese. Pune una din oglinzi la celălalt capăt al mesei. Utilizând oglinda, reflectă lumina laserului către un obiect țintă așezat între laser și oglindă.

Poți face acest lucru folosind doi laseri și două oglinzi?

Dar utilizând trei laseri și trei oglinzi?

**Cerite minime:** Nimerește ținta cu trei laseri. În fișa ta de lucru, schițează poziționarea laserilor, a oglinzilor și a țintei.

**NU UITA să faci curatenie la punctul de lucru și să dezassemblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## Punct de lucru #2

### Materiale necesare

- ☐ 1 laser
- ☐ 6 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic
- ☐ pulverizator
- ☐ o suprafață plană de 60cm x 60cm.

### Temă

Observă regulile de securitate în folosirea laserilor și ține laserul departe de ochi, indiferent dacă este vorba de iluminare directă sau de reflexie. Ține minte să păstrați capul deasupra nivelului fasciculului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Folosește bandă sau cretă pentru a delimita o suprafață de 60cm x 60cm. Crează atât de multe reflexii posibile folosind fasciculul unui laser și oglinzile.

Poți să acoperi întreaga suprafață cu fasciculul laser? Folosește praf de cretă sau un pulverizator pentru a vedea câte reflexii ai realizat.

**Cerițe minime:** Fă ca cel puțin 7 fascicule să traverseze o suprafață pătrată de 60cm x 60cm. În fișa ta de lucru, schițează amplasare laserului, a oglinzilor și traiectoriile fasciculului laser.

**NU UITA să faci curatenie la punctul de lucru și să dezasamblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**





## Punct de lucru #3

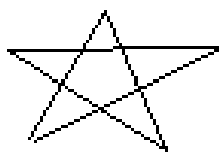
### Materiale necesare:

- ☐ 1 laser
- ☐ 4 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic
- ☐ pulverizator
- ☐ bandă adezivă
- ☐ o bucată de sfoară de cca. 150 cm.

### Temă

Citește reglementările cu privire la utilizarea în condiții de siguranță și nu lăsa fasciculul laser să-ți ajungă în ochi, direct sau prin reflexie. Întotdeauna capul trebuie să fie deasupra fasciculului laser. Nu deplasează laserul în timp ce funcționează.

Realizează o stea folosind oglinzi și laser. Folosește sfoară și bandă adezivă pentru a realiza schița pe masa sau pe podea. Steaua realizată de tine ar trebui să arate ca în imaginea de mai jos:



Poți să faci și alte forme?

**Cerința minimă:** Realizează o stea și fa – o vizibilă cu ajutorul creței sau a pulverizatorului. În fișa de lucru, fa o schiță cu așezarea laserului, a oglinzilor și a drumului parcurs de fascicul pentru stea și pentru cea de a doua formă realizată.

**NU UITA să faci curățenie la punctul de lucru și să dezamblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**





## Punct de lucru #4

### Materiale necesare

- ☐ 1 laser
- ☐ 4 oglinzi (7,5cm x 7,5cm), montate în suporturi de plastic
- ☐ o masă mare, o tejghea sau un birou.

### Temă

Observă regulile de securitate în folosirea laserilor și ține laserul departe de ochi, indiferent dacă este vorba de iluminare directă sau de reflexie. Ține minte să păstrați capul deasupra nivelului fasciculului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Pornind dintr-un colț, reflectă fasciculul laser în jurul perimetrului mesei, tejghelei sau biroului.

Poți să faci ca fasciculul laser să parcurgă perimetrul mesei mai mult de o dată? Dacă da, de câte ori?

**Cerite minime:** Inconjoară cu fasciculul laser masa sau biroul o dată. În fișa ta de lucru, schițează poziția laserului, a oglinzilor și traseul fasciculului.

**NU UITA să faci curatenie la punctul de lucru și să dezamblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## Punct de lucru #5

### Materiale necesare

- ☐ 1 laser
- ☐ 4 oglinzi (8 cm x 8 cm), montate în suporturi de plastic

### Temă

Observă regulile de securitate în folosirea laserilor și ține laserul departe de ochi, indiferent dacă este vorba de iluminare directă sau de reflexie. Ține minte să păstrezi capul deasupra nivelului fascicului laser. Nu deplasa laserul în timp ce funcționează.

Reflectă lumina din laserul plasat în centrul mesei în oglinda plasată în fiecare colț al mesei. Fasciculul trebuie să intersecteze centrul mesei de cel puțin două ori.

**Cerinta minima:** Trimite fasciculul laser în fiecare colț al mesei și fă în așa fel încât acesta să intersecteze mijlocul mesei de două ori. În fișa de lucru fă o schiță cu așezarea laserului, a oglinzilor și a drumului parcurs de fascicul.

**NU UITA să faci curatenie la punctul de lucru și să dezamblezi montajul, înainte de a merge la următorul punct de lucru!**

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## FISA DE LUCRU A ELEVULUI: Puncte de lucru cu oglinzi

*Pentru fiecare punct de lucru, schițează poziția laserului, a oglinzilor și traiectoria fasciculului laser.*

**Punct de lucru #1**

**Punct de lucru #2**

**Punct de lucru #3**

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





#### Punct de lucru #4

#### Punct de lucru #5

ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





## FISA DE LUCRU A ELEVILOR: Nimerește ținta

Acum că ai studiat măsurarea unghiurilor și aplicând legea reflexiei, poți folosi ce ai învățat pentru a nimeri o țintă cu un laser, așezând oglinzile în mod strategic.

### Activitatea

Runda 1 – nimerește ținta cu o oglindă

Runda 2 – nimerește ținta cu doua oglinzi

Runda 3 – nimerește ținta cu trei oglinzi.

### Materile necesare

(Notă: nu trebuie folosite toate materialele puse la dispoziție)

- ☐ 3 oglinzi (8 x 8 cm), montate pe suporturi de plastic
- ☐ 1 laser
- ☐ 3 raportoare
- ☐ sfoară
- ☐ o rolă de bandă adezivă
- ☐ o țintă
- ☐ o riglă

### Reguli

7. Foarte important: laserul trebuie să fie oprit cât timp mișcați oglinzile.
8. Ținta trebuie să fie așezată la 120 cm față de laser și să nu fie în direcția fasciculului.
9. Oglinzile trebuie să fie poziționate la 30 – 120 cm una de cealaltă și față de laser.
10. Odată poziția laserului stabilită, acesta nu mai poate fi mișcat. Fixați laserul de podea.
11. Anunță profesorul când ești gata să-ți testezi montajul. Profesorul va porni laserul. Vei avea la dispoziție trei încercări ca să nimeri ținta. După fiecare încercare laserul va fi oprit, astfel încât să poți face ajustări ale montajului. Înregistrează scorul după fiecare încercare.
12. Repetă cu o oglindă suplimentară pentru fiecare rundă. Fiecare rundă va dura aproximativ 20 de minute. Echipa cu cele mai multe puncte la finalul celei de a treia runde va fi declarată Expert în reflexii.



Intrebări pentru fiecare grup pentru pondere:

- Cum vei evidenția drumul parcurs de fasciculul laser ?
- Cum te vei asigura că drumul marcat este în linie dreaptă ?
- Vei decide mai întâi poziția oglinzii sau mai întâi vei decide asupra parcursului fasciculului laserului ?
- Cum vei folosi raportorul pentru anticiparea drumului parcurs de raza reflectată a laserului?
- Există alte metode de verificare a validității montajului ?
- Cum îți vei organiza timpul pentru a realiza trei încercări valide pentru fiecare rundă?





## Nimerește ținta Tabelul de rezultate



Ai dreptul la trei încercări să nimerești ținta în fiecare rundă. Înregistrează rezultatele în tabelul de mai jos.

Runda 1: o oglindă

| Încercare | Rezultat |
|-----------|----------|
| 1         |          |
| 2         |          |
| 3         |          |

Runda 1 Total: \_\_\_\_\_

Runda 2: 2 oglinzi

| Încercare | Rezultat |
|-----------|----------|
| 1         |          |
| 2         |          |
| 3         |          |

Runda 2 Total: \_\_\_\_\_

Runda 3: 3 oglinzi

| Încercare | Rezultat |
|-----------|----------|
| 1         |          |
| 2         |          |
| 3         |          |

Runda 3 Total: \_\_\_\_\_

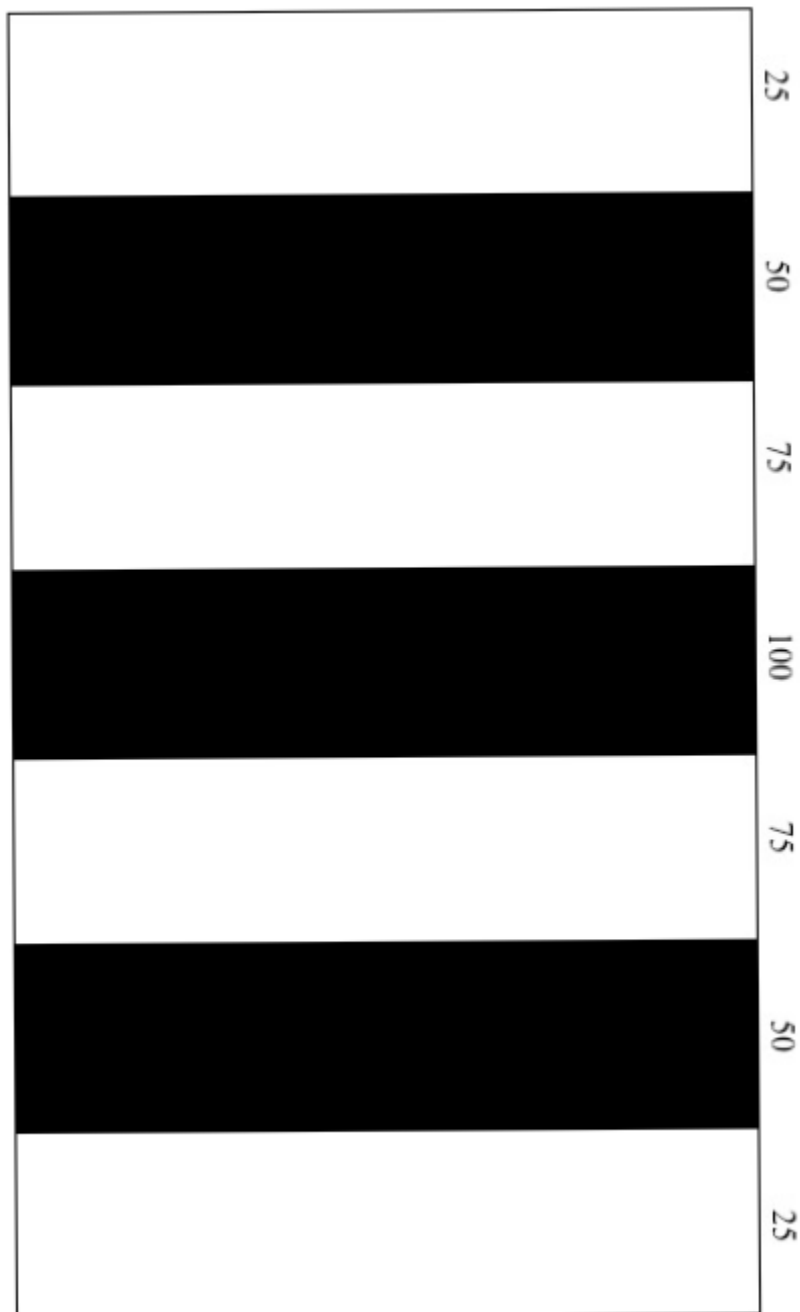
Total general: \_\_\_\_\_

**ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR**





## Ținte pentru activitatea „Nimerește ținta”

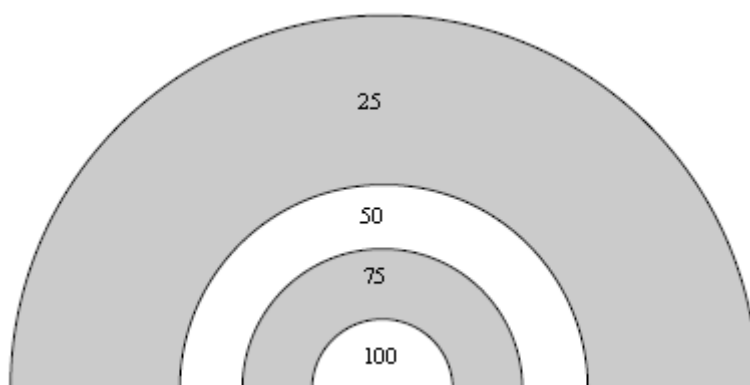


ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

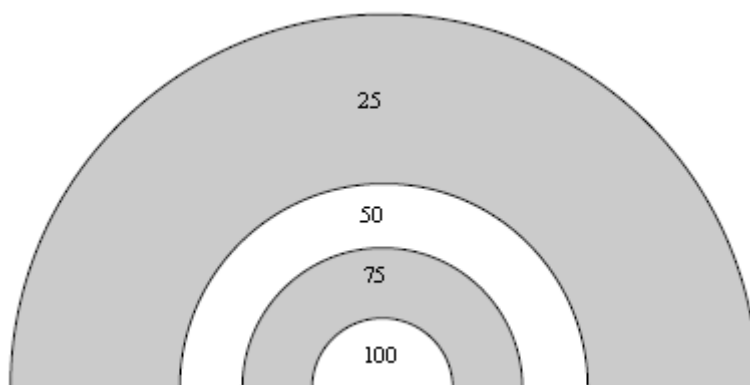




.....Decupează de-a lungul acestei linii.....



..... Decupează de-a lungul acestei linii.....



ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR





ACEASTĂ PAGINĂ POATE FI COPIATĂ PENTRU CLASĂ SAU UTILIZATĂ ÎN LABORATOR

