

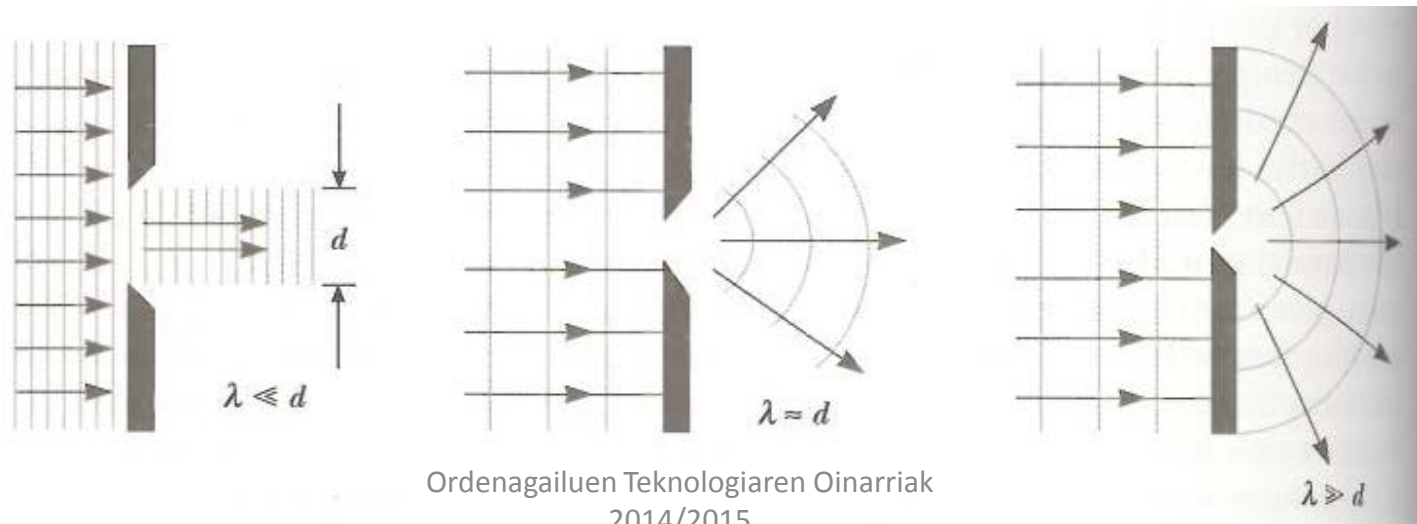
# 9. GAIA

OPTIKA

- ISLAPENA
- ERREFRAKZIOA
- DISPERTSIOA
- DIFRAKZIOA
- OPTIKA GEOMETRIKOA: ISPILUAK ETA LENTEAK

- Izpien modeloa optika geometrikoan
  - Gezi bat uhinaren edapenaren noranzkoan
  - Uhin-frenteak izpi hauei elkarzutak
  - Difrakzioa: edozein motatako uhinetan gertatzen den desbideratzea, bidean oztopo edo zirrikitu bat topatzean

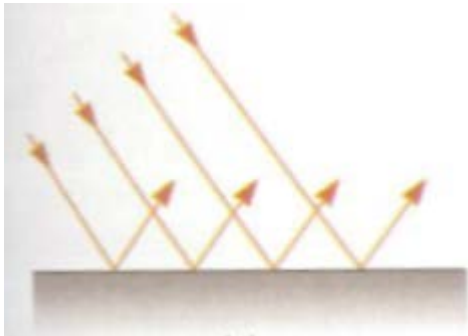
- Izpien modeloa optika geometrikoan
  - Uhin-plano batek  $d$  diametroko zirrikitu zirkular bat zeharkatzean:
    - $d \gg \lambda$  ez dago difrakziorik, izpien modeloa baliagarri dirau
    - $d \approx \lambda$  difrakzioa nabarmena da
    - $d \ll \lambda$  zirrikituak iturri puntual moduan jokatzen du



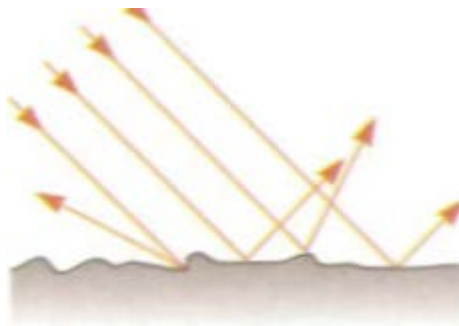
# 1. ISLAPENA

- Uhin batek gainazal bat erasotzean, hau guztiz xurgatzailea ez bada, uhinaren zati bat islatu egingo da
- Gainazala guztiz lisoa bada izpiak paraleloak izango dira (*ispilu-islapena*)
- Gainazala zimurtsua bada izpiak noranzko anitzetan islatu (*islapen difusoa*)
- Gainazal baten irregulartasunak txikiak badira uhin luzerarekin alderatuta, uhin horrentzat gainazal lisoa izango da

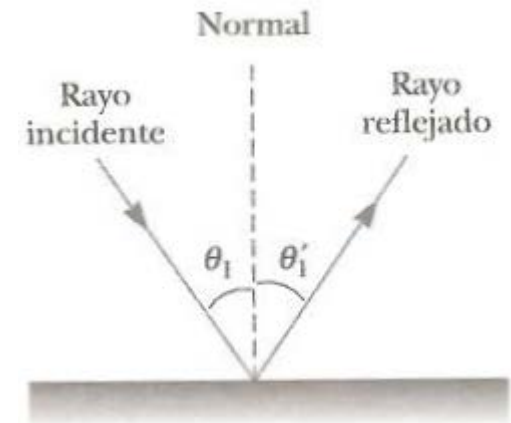
# 1. ISLAPENA



Ispilu-islapena



Islapen difusoa



$$\theta'_1 = \theta_1$$

Islapen legea

# 1. ISLAPENA

*Bi ispiluk  $120^\circ$ -ko angelua sortzen dute. Izpi batek lehen ispilua erasotzen du normalarekin  $65^\circ$ -ko angeluaz. Zein izango da izpiaren norabidea 2. ispilua erasotzean (zein angelu osatuko du)?*

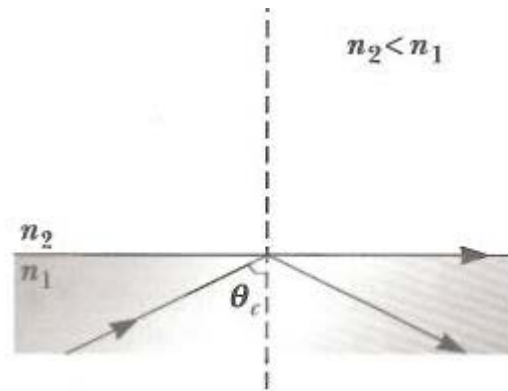
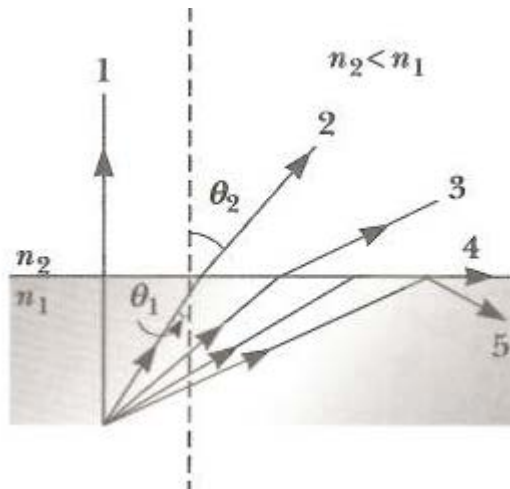
*( $55^\circ$ )*

## ERABATEKO BARNE-ISLAPENA

- Argia medio batetik, **errefrakzio-indize txikiagoa duen beste medio baterako** gainazala erasotzean gertatu daiteken efektua da
- $\theta_1$  jakin batentzat errefraktatutako argia gainazalari paralelo mugituko da ( $\theta_2=90^\circ$ )
- Snell-en legea erabiliz *angelu kritiko* deituriko hau aurkitu dezakegu  $\theta_1=\theta_c$   $\theta_2=90^\circ$  denean



# ERABATEKO BARNE-ISLAPENA



Oharra: puntu hau hurrengo gaian sakonduko da (zuntz optikoak)

## 2. ERREFRAKZIOA

- Medio garden batean hedatzen ari den uhin batek beste medio garden baten gainazala erasotzean zati bat islatu egiten da, gainerakoa bigarren mediora hedatzen delarik.
- Bigarren mediotik uhina motelago hedatzen da, ondorioz norabide aldaketa bat jasaten du (*errefrakzioa*).
- Uhin erasotzailea, islatutako uhina zein errefraktatutakoa plano berean daude.
- Errefrakzio angelua eraso-angeluaren eta medioen ezaugarrien arabera da. *Snell-en legeak* erlazionatzen ditu.

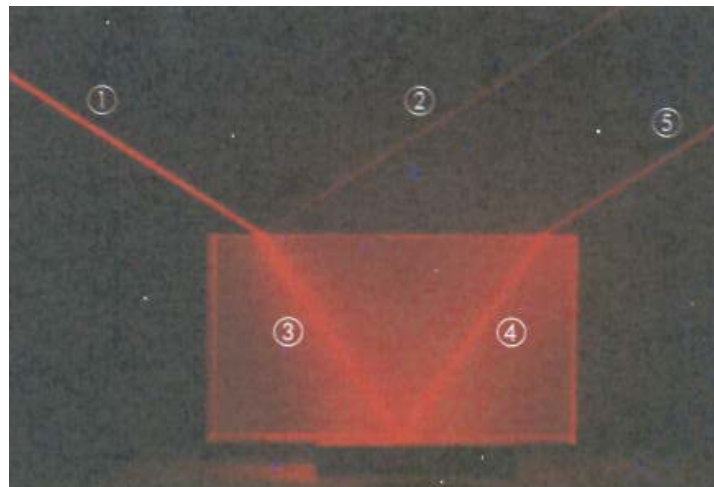
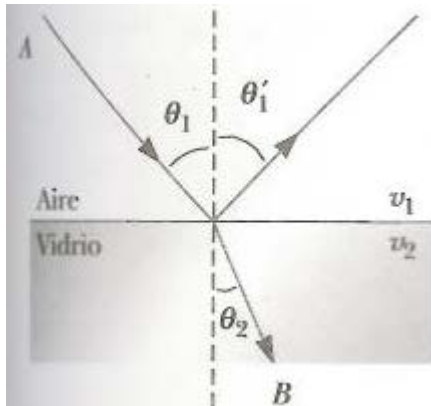
## 2. ERREFRAKZIOA

$$\sin\theta_2 / \sin\theta_1 = v_2/v_1 = k_{te}$$

$$n=c/v$$

$$n_1 \cdot \sin\theta_1 = n_2 \cdot \sin\theta_2$$

Snell-en legea (optika)



# ISLAPEN ETA ERREFRAKZIOA

## 2. ERREFRAKZIOA

*Airetik hedatzen ari den izpi batek material garden bat erasotzen du  $40^\circ$ -ko angelua osatuz normalarekin, izpi errefraktatuak  $26^\circ$ -ko angelua osatzen badu, zein da material honen errefrakzio indizea?*

$$(n_2=1,47)$$

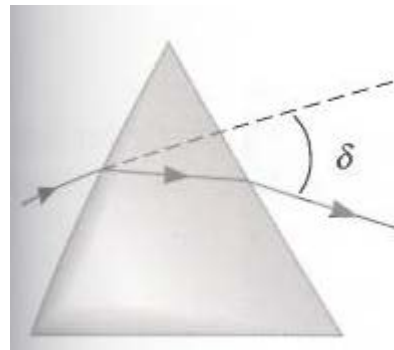
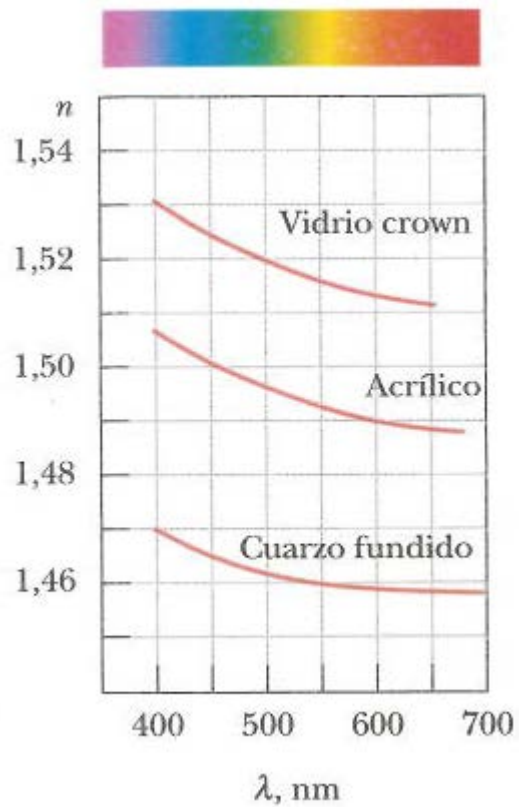
# TRANSMISIOA

*$n_1$  errefrakzio indizea duen medio batean hedatzen ari den izpi batek  $n_2$  indizedun materialeko bloke bat erasotzen du. Frogatu blokearen beste aldetik irtengo den izpia lehen izpi erasotzailearen paraleloa dela.*

### 3. DISPERSIOA

- Zehatzak izateko, edozein medioaren errefrakzio indizea uhin luzeraren baitan dago (hutsarentzat izan ezik)
- Errefrakzioaren indizearen uhin luzerarekiko menpekotasunari *dispertsioa* deritzo
- Ondorioz, izpi baten errefrakzioa medio baten gainazalean uhin luzeraren arabera izango da
- Argi zuriak (uhin luzera guztien konbinaketa) prisma bat erasotzean uhin luzera bakoitza angelu batekin errefraktatuko da, prismaren beste aldetik espektro ikusgaiko koloretako uhinak dispertsatuko direlarik

### 3. DISPERSIOA



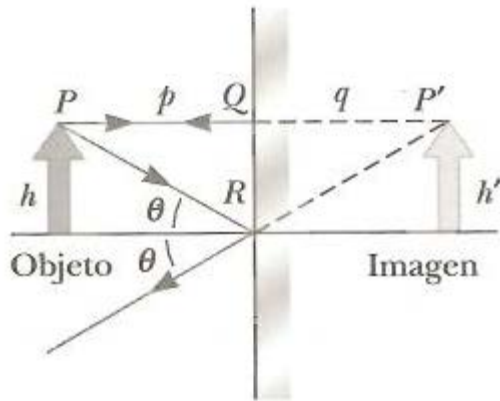
## 4. ISPILUAK

- Islapen eta errefrakzio fenomenoek bidez irudien eraketak
- Aplikazio askotan: ispilu, kamara, lente, betaurreko, mikroskopia, teleskopio...



## 4. ISPILUAK

### – ISPILU LAUAK



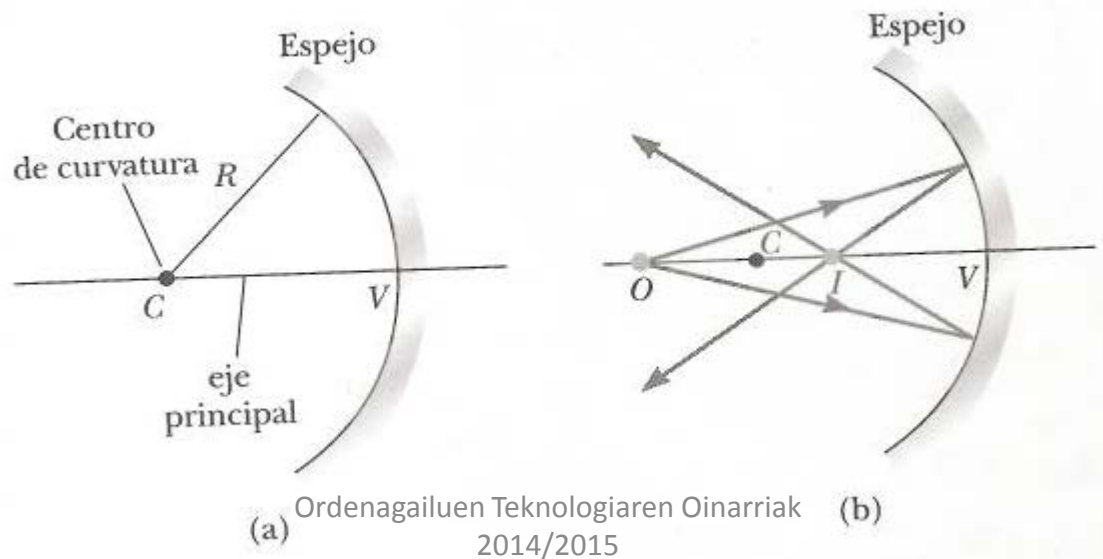
- Ispilu lau batetik distantzia batera dagoen objektu baten irudia ispiluaren atzean sortzen da, jatorrizko objektuaren distantzia berdiner.

## 4. ISPILUAK

- ISPILU LAUAK
- **Handipena** definitzen da  $M$ = irudiaren altuera/objektuaren altuera
- Ispilu lau batean  $M=1$ 
  - 1 objektu zein irudiak altuera berdina dutelako
  - Positiboa, objektu zein irudia noranzko berdinean daudelako
- Aurrera-atzera inbertsio bat dago (ezker-eskuin inbertsioa dirudiena)

## 4. ISPILUAK

- ISPILU ESFERIKOAK: AHURRAK
- Izpiek O jatorritik angelu txikiaz dibergitzen badute denak I imajina puntutik pasatzen direlarik islatzen dira



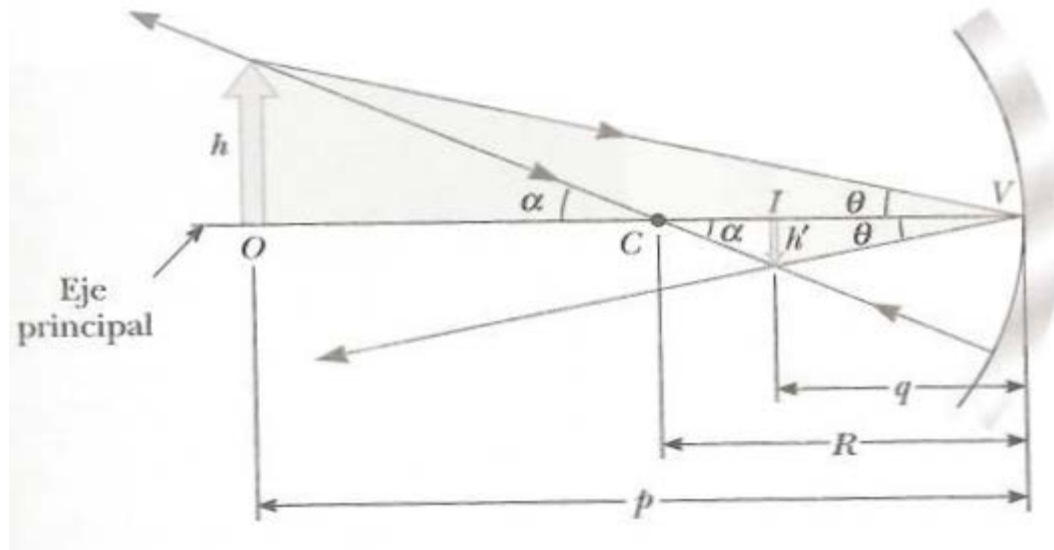
## 4. ISPILUAK

- ISPILU ESFERIKOAK: AHURRAK
- Ispilu lauan izpiak I puntutik zetoze ematen bazuen ere, ez ziren bertatik pasatzen: imajina birtuala
- Ispilu esferikoaren kasuan, izpiak I puntutik pasatzen dira: imajina erreala (imajina errealak pantaila batean ikuskatu daitezke, birtualak ez)

## 4. ISPILUAK

– ISPILU ESFERIKOAK: AHURRAK

–  $M = \frac{h'}{h} = -\frac{q}{p} \rightarrow$  imajina alderantzuta

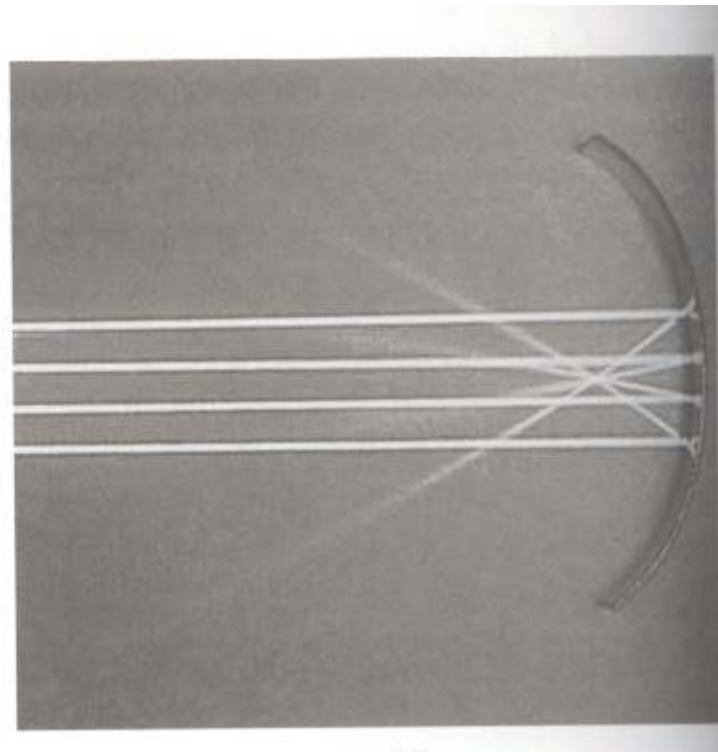
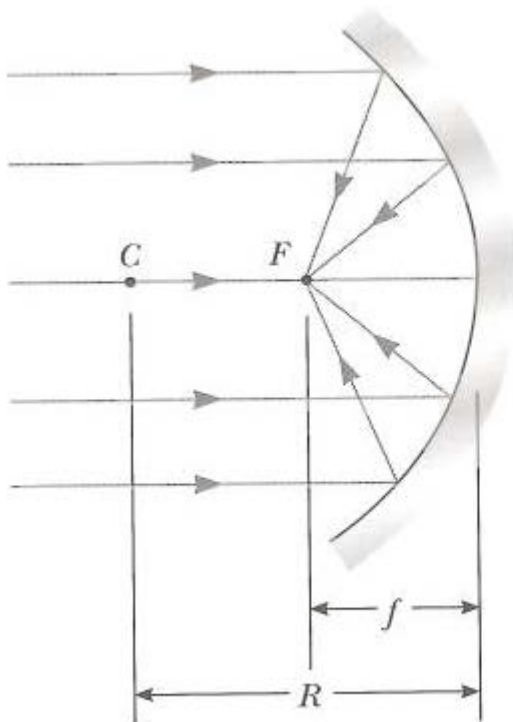


## 4. ISPILUAK

- ISPILU ESFERIKOAK: AHURRAK
- $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R}$  ispiluaren ekuazioa
- Izpi paraleloak hartuta, izpien intersekzio puntua ispiluaren **fokoa** da
- Fokoa ispilutik  $f$  distantziara dago: **distantzia fokala**

## 4. ISPILUAK

### – ISPILU ESFERIKOAK: AHURRAK



## 4. ISPILUAK

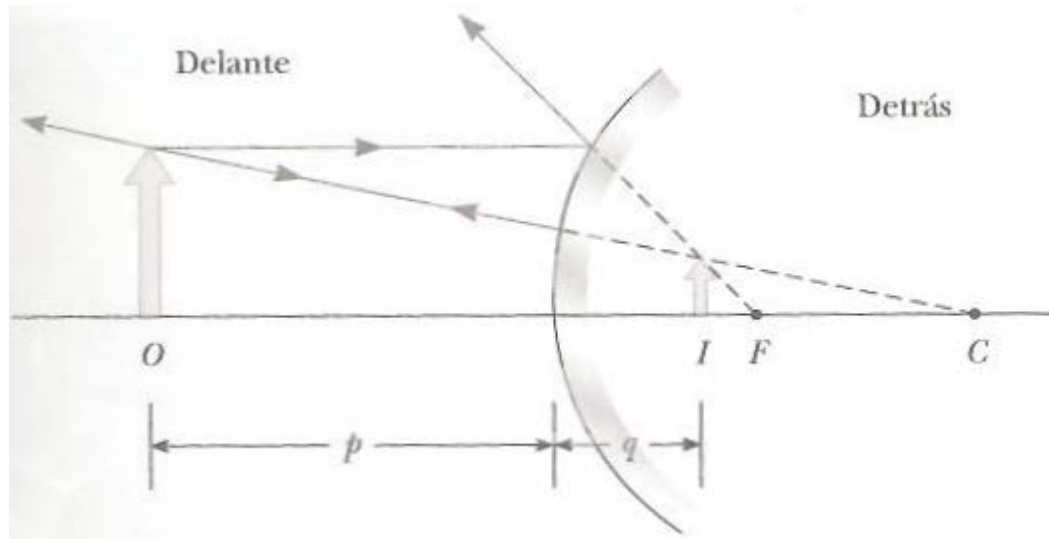
- ISPILU ESFERIKOAK: AHURRAK
- Izpi paraleloak hartuta, izpien intersekzio puntua ispiluaren **fokoa** da
- Fokoa ispilutik  $f$  distantziara dago: **distantzia fokala**.  $f=R/2$
- Ispiluaren ekuazioa

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$



## 4. ISPILUAK

- ISPILU ESFERIKOAK: GANBILAK (dibergenteak)



- Orokorrean imajina birtuala, alderantzutua gabea eta originala baino txikiagoa

## 4. ISPILUAK

- Ispiluentzako izpi-diagramen eraketa
  - Ezagutu behar diren posizioak: objektuarena, fokoarena (F) eta kurbatura erradioarena (C)
  - Hiru izpi irudikatzen dira, hirurak puntu berdinetik abiatuta (bi irudia osatzeko, hirugarren bat frogatzeko)

## 4. ISPILUAK

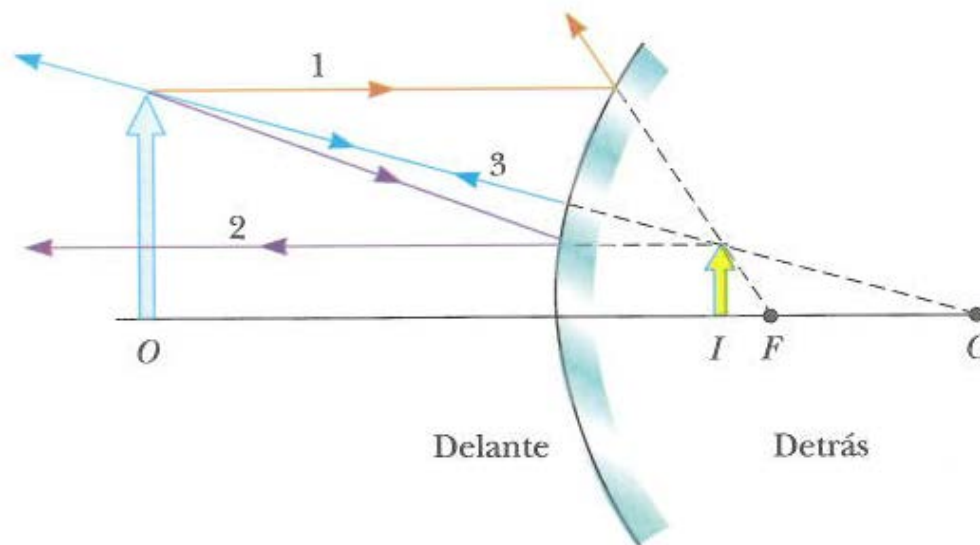
- Ispiluentzako izpi-diagramen eraketa: ispilu ahurrak
  1. Lehen ardatzari paraleloa, islatu eta Ftik pasatzen da
  2. Bigarren izpia Ftik pasatzen da eta ardatzari paralelo islatzen da
  3. Hirugarren izpia Ctik pasatzen da eta norabide berean islatzen da

## 4. ISPILUAK

- Ispiluentzako izpi-diagramen eraketa: ispilu ganbilak
  1. Lehen ardatzari paraleloa, islatu eta Ftik baletor bezala islatzen da
  2. Bigarren izpia Fri zuzenduta eta ardatzari paralelo islatzen da
  3. Hirugarren izpia Cra zuzenduta eta norabide berean islatzen da

## 4. ISPILUAK

- Ispiluentzako izpi-diagramen eraketa: ispilu ganbilak

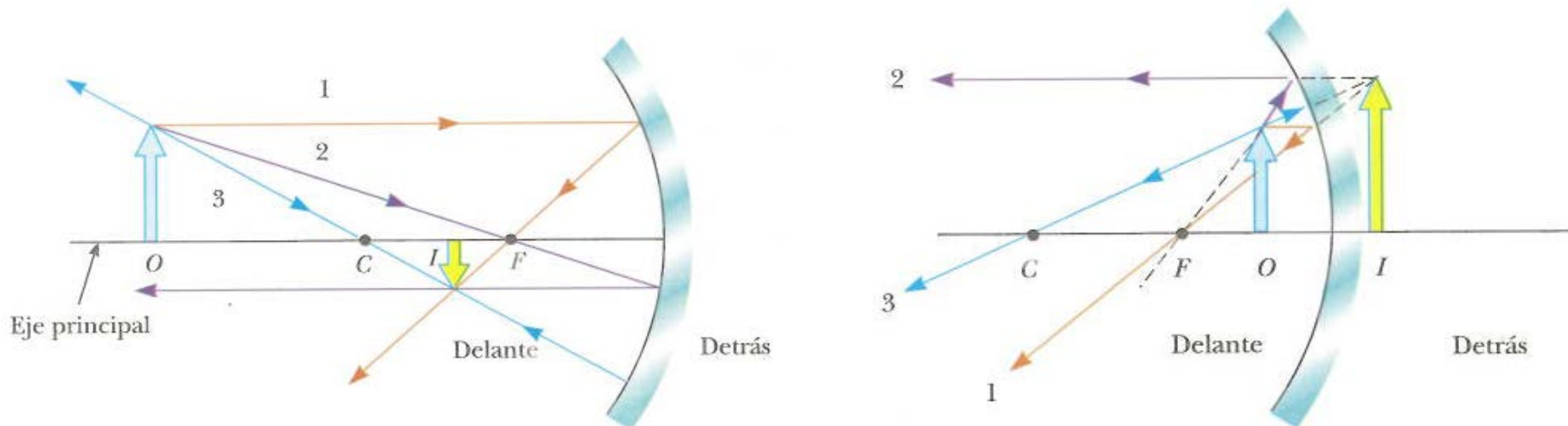


Ispilu ganbila batean imajina beti da birtuala eta alderantzuk gabea

## 4. ISPILUAK

- Ispiluentzako izpi-diagramen eraketa: ispilu ahurrak

Aztertu zer gertatzen den hurrengo kasuetan:



## 4. ISPILUAK

- Ispiluentzako izpi-diagramen eraketa: ispilu ahurrak

Aztertu zer gertatzen den hurrengo kasuetan:

*Ispilu ahur batean objektua  $F$  baina urrunago badago imajina alderantzuta dago eta erreala da; objektua fokoan dagoenean imajina infinituan eratzen da eta objektua fokoa eta ispiluaren artean dagoenean imajina birtuala da eta ez dago alderantzuta.*

## 4. ISPILUAK

- $F=10$  cm duen ispilu ahurra emanik, kalkulatu imajinaren distantzia ( $q$ ) eta handipena ( $M$ ) hurrengo kasutan:
  - Objektua 25 cm-tara
  - Objektua 10 cm-tara
  - Objektua 5 cm-tara



## 4. ISPILUAK

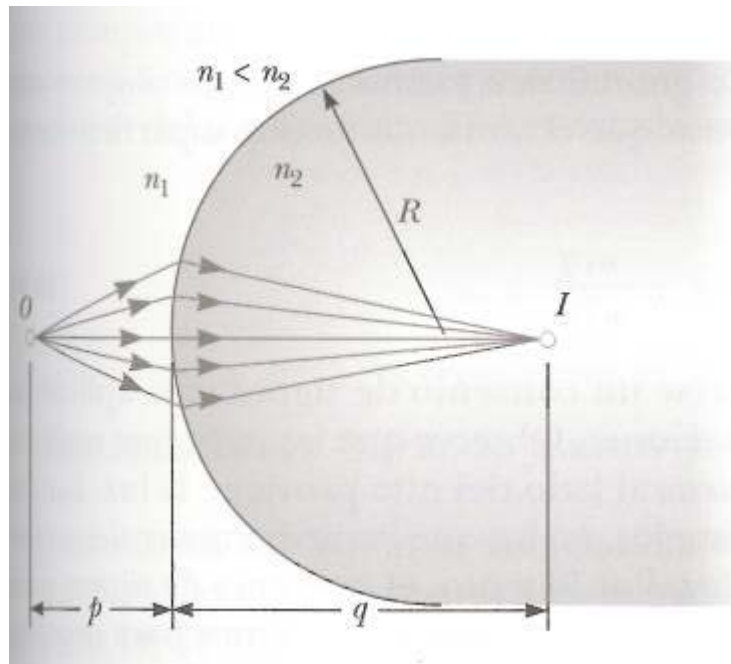
- 3 cm-ko objektu bat ispilu ganbil batetik 20 cm-tara dago. Ispiluaren distantzia fokala 8 cm direla jakinik kalkulatu imajinaren posizioa eta altura.

## 5. LENTEAK

- Errefrakzioz sortutako imajinak:  $n_1$  eta  $n_2$  errefrakzio indizedun bi medio gardenen arteko muga R erradioko gainazal esferiko bat da. O puntuan ( $n_1$  errefrakzio indizedun medioan) dagoen objektu baten irudian I imajina puntuan

## 5. LENTEAK

- Errefrakzioz eratutako imajinak



## 5. LENTEAK

- (a) finagoak muturretan → lente konbergenteak
- (b) finagoak zentroan → lente dibergenteak

(a)



Ganbilbiko  
Ganbila-ahurra  
Ganbila-laua

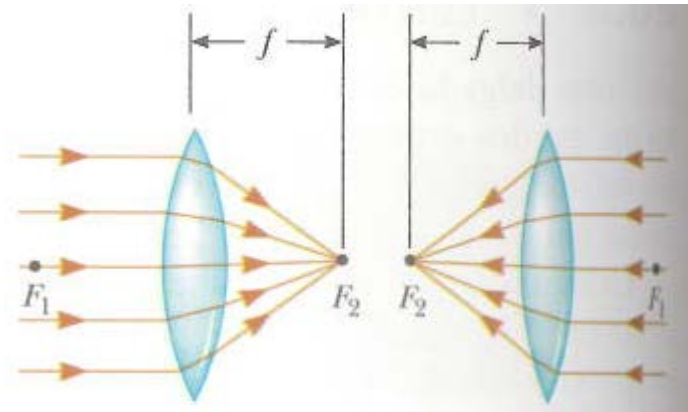
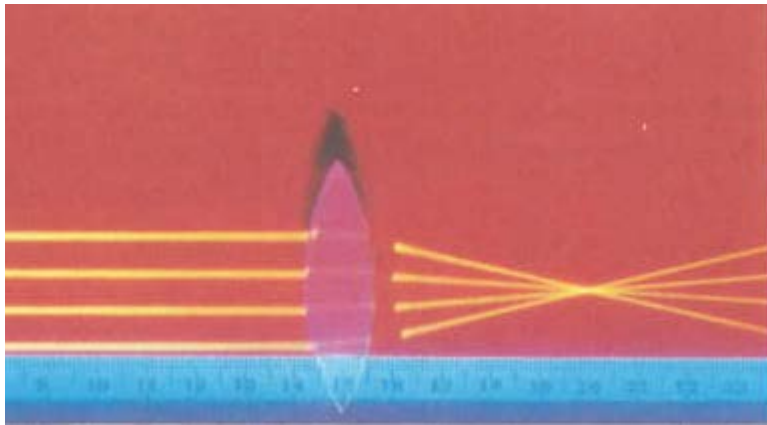
(b)



Ahurbiko  
Ganbila-ahurra  
Ahurra-laua

## 5. LENTEAK

### – Lente konbergenteak



Bi foko eta distantzia fokal bat (=infinituan dagoen objektu baten imajinari distantzia)

\* Lente finak suposatuko ditugu (zabalera mezprezagarriak)

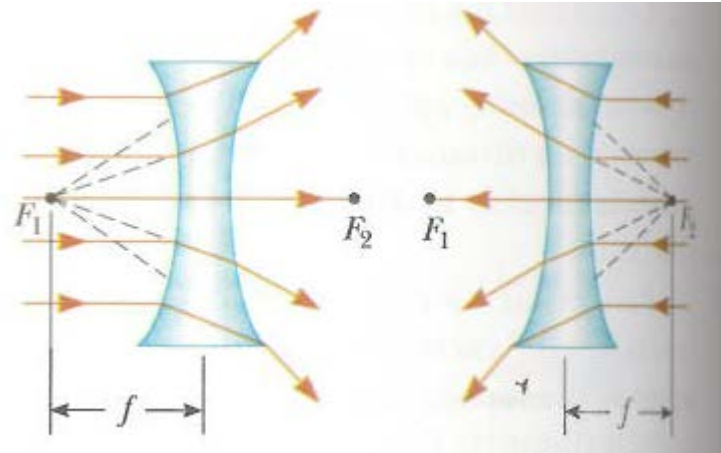
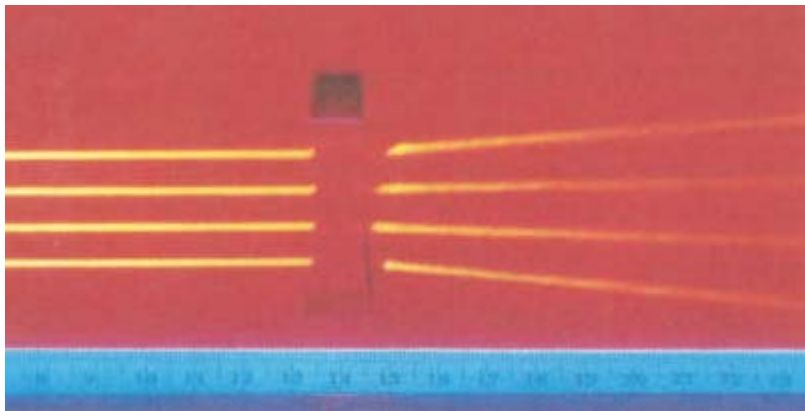
## 5. LENTEAK

- Lente konbergenteak

1 izpia zentrotik pasatzen da; 2 izpia ardatz nagusiari paraleloa, hortaz  $F$ tik pasatzen da  $\rightarrow$  bi izpi hauek imajina puntuan (I) elkar mozten dute

## 5. LENTEAK

### – Lente dibergenteak



## 5. LENTEAK

### – Lente ekoizlearen ekuazioa

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

### – Hitzarmenak:

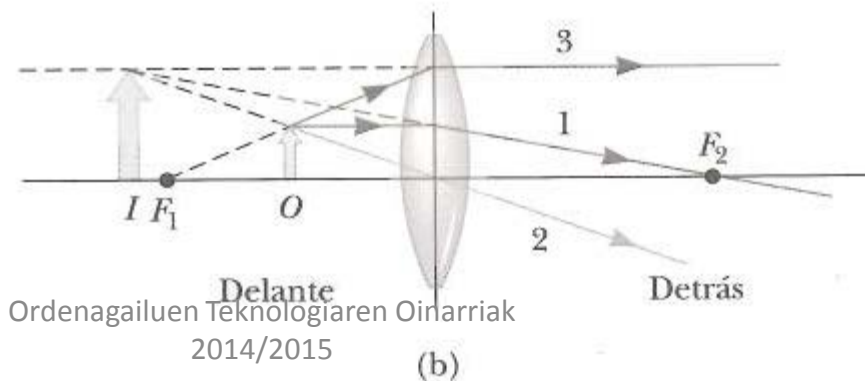
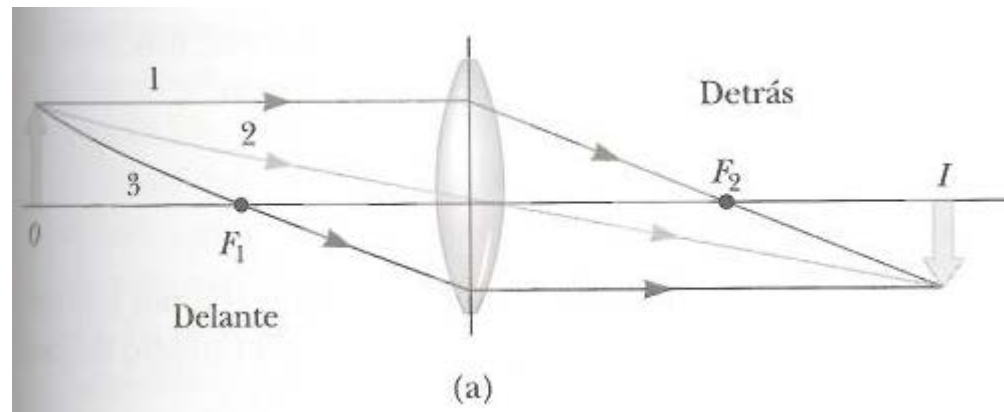
- p positiboa objektua lentearen aurrean badago
- q positiboa imajina lentearen atzean badago
- $R_1$  eta  $R_2$  positiboak kurbatura zentroa lentearen atzean badago
- f positiboa lente konbergenteetan



## 5. LENTEAK

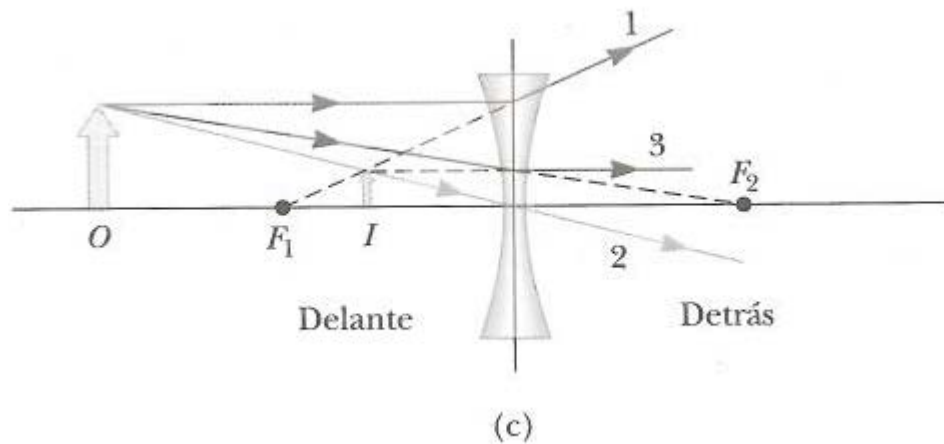
### – Lente finentzako izpi-diagramak

-Lente  
konbergenteak



## 5. LENTEAK

- **Lente finentzako izpi-diagramak**
- Lente dibergenteak



# Adibideak

## 5. LENTEAK

- Lente batek  $n=1,5$  eta kurbatura erradioak  $R_1=10$  cm eta  $R_2=-15$  cm. Zein da distantzia fokala?

( $f=12$  cm)

# Adibideak

## 5. LENTEAK

- $f=10$  cm-ko lente batetik (a) 30cm, (b) 10cm eta (c) 5 cm-ra objektu bat badago: imajinaren distantzia ( $q$ ) eta handipena ( $M$ ) kalkulatu.

a)  $q=15$  cm,  $M=-0,5$

b) infinituan

c)  $q=-10$  cm,  $M=2$  cm