

LENTES

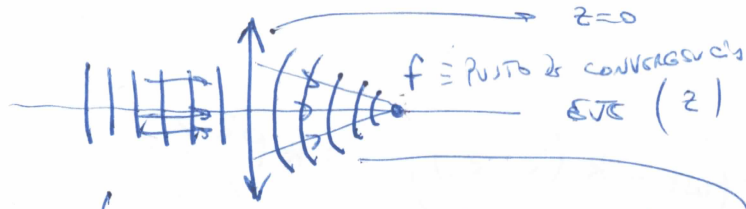
- Vamos a buscar la forma de modificar el frente de ondas

- Sabemos q' Trabajamos con $\omega z \rightarrow$ ondas EM $\rightarrow$ usar

$E \rightarrow$ campo eléctrico

Empezamos con el modelo + sencillo: una onda plana incide

sobre un objeto, y de otro lado se genera una onda convergente



$$E_1 = A e^{i(\omega t - kz)}$$

$$E_2 = \frac{B}{|z'|} e^{i(\omega t - kz')} e^{ikp^2/2z'}$$

$$z' = z - f \quad (\text{las ondas convergen en } f)$$

VER NOTA ANTER.

El lo único q' cambia respecto a una onda plana, la cual no converge $\Rightarrow$ es la parte q' ~~es la parte~~ ~~de la onda~~ ~~que converge~~ ~~hacia~~ ~~el punto~~ ~~f~~ ~~que converge~~ ~~hacia~~ ~~el punto~~ ~~f~~

z' es neg. por convención.

En el plano donde está el objeto ($z=0$) $z'=f$ El coeficiente

entre E_2 y E_1 es el coef. de transmisión

$$E_2(z=0, t) = \frac{B}{f} e^{i\omega t} e^{ikf} e^{ikp^2/2f}$$

$$E_1(z=0, t) = A e^{i\omega t}$$

$$\frac{E_2(z=0, t)}{E_1(z=0, t)} = T$$

esta es la p' de onda incidente

$$T \propto e^{ikp^2/2f}$$

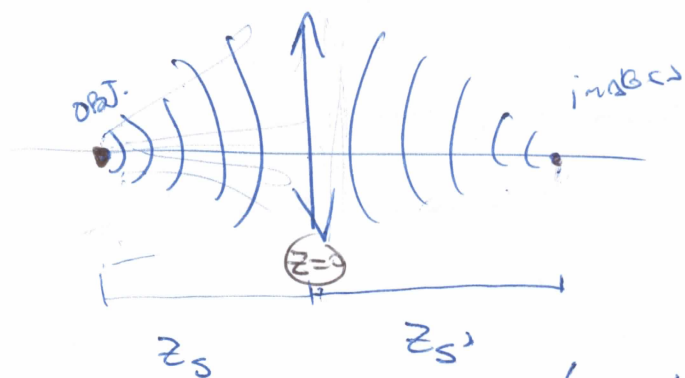
los dos solo miden la amplitud Global de potencia, no el punto de convergencia

$\rightarrow$ si cambia esto $\Rightarrow$ LENTE

REINC. ENTRE f y z

f se conoce como diss. focal de la lente, y el z_s converge los rayos que inciden como un frente de ondas plano sobre la lente.

Otro caso: sup. una onda esf. q' incide sobre la lente



Tengo un punto objeto
y quiero que se forme
un punto imagen
atraves de la lente.

$$E_1 = \frac{A}{|z - z_s|} e^{i(\omega t - k(z - z_s))} e^{-ikp^2/2(z - z_s)}$$

↓
Punto fuente (antes en $z=0$)

↓
 $z \neq z_s$
→ Diverge

$$\tilde{E}_2(z=0, t) = T(p) E_1(z=0, t) = \otimes$$

Se obj.

mult. $t(p)$ por la incidente

en $z=0$

(Recordar q' los dos No cambian el punto de convergencia)
→ Alimention en dos momentos

$$\otimes = \frac{A}{|z_s|} e^{i\omega t} e^{ikz_s} e^{ikp^2/2z_s} \cdot e^{ikp^2/2f} =$$

$$= \frac{A}{|z_s|} e^{i\omega t} e^{ikz_s} e^{\frac{ikp^2}{2} \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{z_s} \right)}$$

①

Mucho ACW

Notar q' si $z_s = -f$ (~~Imagen~~ en el "ESPACIO OBJETO" en el FOCO OBJETO)

$$\Rightarrow z_s' \rightarrow \infty$$

$\Rightarrow$ la onda TRANSM. es un FRENTE plano, lo que

MUESTRA LA REVERSIBILIDAD DEL PROBLEMA

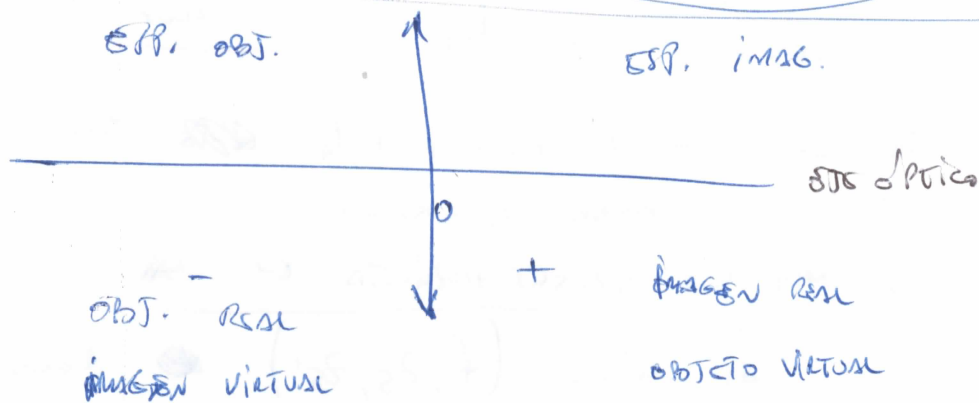
PARA ENTREGA

Si hubiéramos analizado la onda REFLECTA $\Rightarrow$ sig. EQUIV.
pero la FASE REF. DEP. DE f DEL "ESPACIO"

y se obtiene:

$$R(p) = e^{ikp^2/2f} \quad \text{con} \quad -\frac{1}{z_s'} = \frac{1}{f} + \frac{1}{z_s}$$

APARECE PORQUE
LA IMAGEN SE FORMA EN
EL MISMO ~~ESPACIO~~ ESPACIO
~~DEL~~ DEL OBJETO



Las lentes pueden ser materiales cuyo índice de refracción
varie con la posición o con f FORMAS (Así como q' es luz real $\neq$
camino cuando se trata del EJE de referencia o EJE OPTICO.)

si se toma una lente ~~esférica~~ ^{esférica}, se cumple:

42
137

$$f = \frac{R}{(n-1)} \rightarrow \text{dist. focal}$$



Esencialmente $\rightarrow$ construir un sistema en

el q' a onda viene por $\neq$

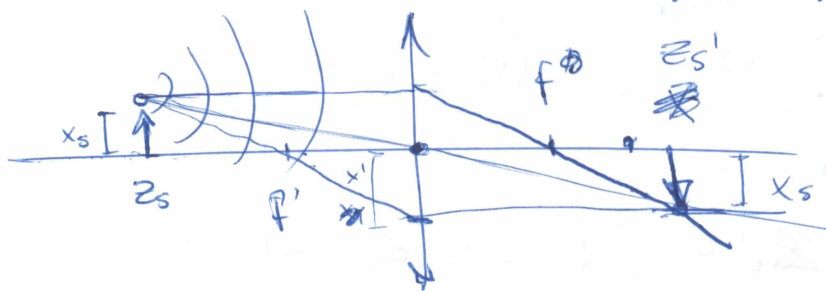


$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \text{ lentes ópticas } (n \cdot d)$$

y se logra el objetivo de
focalizar las ondas

Puntos Fuera del EJE $\rightarrow$

superficies de esta muy cercas de ser
y sup. reversiblemente



No se refracta
 $\rightarrow$ centro de curvatura.

Punto en $(x_s, 0, z_s)$

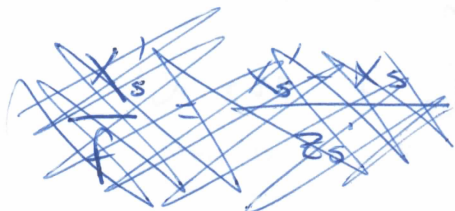
r son' otros $\rightarrow$

$$r = \sqrt{(x-x_s)^2 + y^2 + (z-z_s)^2}$$

$$\Rightarrow r \approx |z_s| + \frac{(x-x_s)^2 + y_s^2}{2|z_s|}$$

en $z=0$

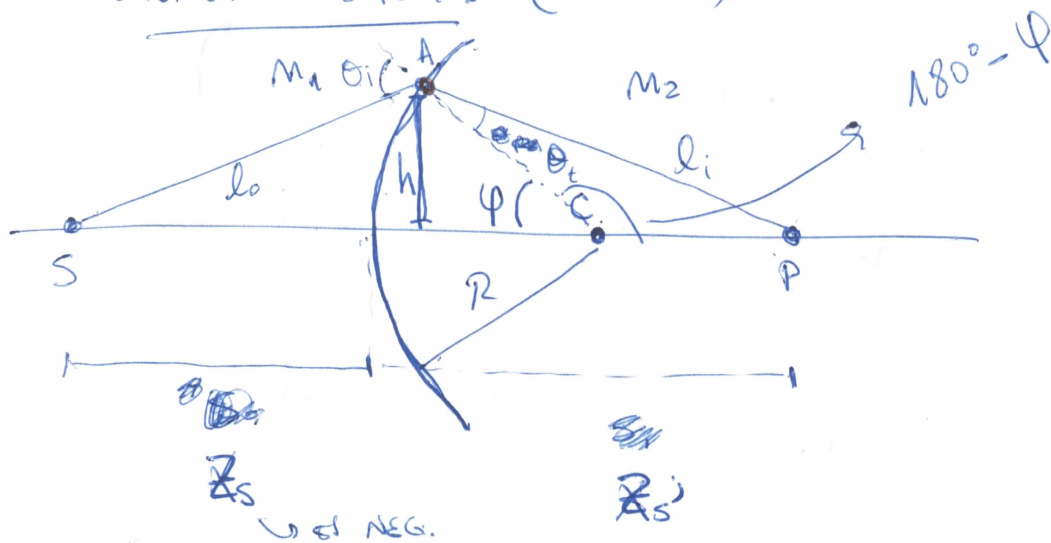
$$\frac{x_s}{z_s} = \frac{x_s'}{z_s'}$$



$f = -f \rightarrow$ índices iguales a ambos lados de la lente.

COMENTAR
Punto Focal / Rayo

Interfases esféricas (Dioptras)



$$\cos(180 - \phi) = -\cos \phi$$

~~$l_o = \sqrt{R^2 + (z_s + R)^2} - 2R(R - z_s) \cos \phi$~~

$$l_o = \left[R^2 + (R - z_s)^2 - 2R(R - z_s) \cos \phi \right]^{1/2}$$

$$l_i = \left[R^2 + (z_s' - R)^2 + 2R(z_s' - R) \cos \phi \right]^{1/2}$$

Dado que ~~$n_1 \neq n_2$~~ $n_i = \frac{c}{v_i} \Rightarrow$

El t de recorrido de un rayo vendrá dado por $\frac{l}{v}$

o sea $\propto l \cdot n$

$\Rightarrow$ Def. L.C.O. $\rightarrow l \cdot n$ en el medio correspondiente

$\rightarrow LCO = -n_1 \cancel{l_o} + n_2 l_i$
 (Otro signo)
 (y l_o es l_o es NEG.)

Interfases

Para formar una imagen necesitamos que todos los rayos que salen de S lleguen al mismo t a P.

La variable ϕ define al rayo es el punto donde pasa

$\Rightarrow \phi \Rightarrow$ nec. q' e t no depende de ϕ (43)
(138)

p/q' ~~total~~

$$\Rightarrow \text{piz. } \frac{d(LCO)}{d\phi} = 0$$

Minimizar o c.o.
em func. de ϕ

$$-\frac{m_1 R (R - z_s) \cancel{\sin \phi}}{l_o} - \frac{m_2 R (z_s' - R) \cancel{\sin \phi}}{l_i} = 0$$

$$-\frac{m_1}{l_o} (R - z_s) - \frac{m_2}{l_i} (z_s' - R) = 0$$

$$-\frac{m_1}{l_o} R + \frac{m_1}{l_o} z_s - \frac{m_2}{l_i} z_s' + \frac{m_2}{l_i} R = 0$$

$$\left(-\frac{m_1}{l_o} + \frac{m_2}{l_i} \right) R + \frac{m_1}{l_o} z_s - \frac{m_2}{l_i} z_s' = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{m_1}{l_o} + \frac{m_2}{l_i} = \frac{1}{R} \left(-\frac{m_1}{l_o} z_s + \frac{m_2}{l_i} z_s' \right)$$

Para $\phi \approx 0 \rightarrow \cos \phi \approx 1 \Rightarrow l_o \approx z_s \text{ e } l_i \approx z_s'$

$$\Rightarrow -\frac{m_1}{z_s} + \frac{m_2}{z_s'} = \frac{-m_1 + m_2}{R}$$

$$\frac{m_2}{z_s'} - \frac{m_1}{z_s} = \frac{m_2 - m_1}{R}$$

EC.
Is uma
Dioptro

Soc. q' qualquer
quanto tiver q' varia
 z_s p/q' $z_s' = \infty$ (foco
obj.)
e $z_s' = \infty$ se forma
a imagem si $z_s = -\infty$

USE

$$\frac{d l_o}{d \varphi} = \frac{2R(R - z_s) \sin \varphi}{z l_o}$$

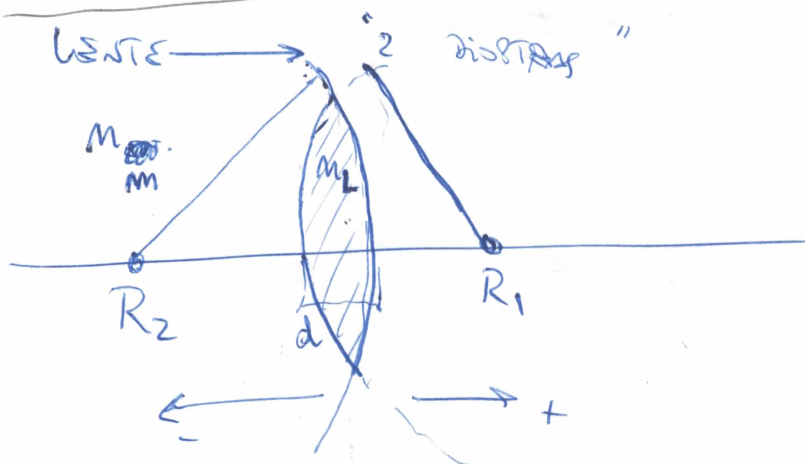
$$\frac{d l_i}{d \varphi} = \frac{-2R(z_s' - R) \sin \varphi}{z l_i}$$

Para $\varphi \approx 0 \Rightarrow \cos \varphi \approx 1$

$$\Rightarrow l_o^2 \approx [R^2 + (R - z_s)^2 - 2R(R - z_s)] = (R - R + z_s)^2$$

$$l_i^2 \approx [R^2 + (z_s' - R)^2 + 2R(z_s' - R)] = (R + z_s' - R)^2$$

Analisis UNIFORMES LOS 2 SISTEMAS TRUENOS



NOTAR QUE
NO HACE FALTA
Q' SEAN CONVEXAS
A LOS 2 LADOS,
EN LOS CASOS LOS R
CAMBIAN DE SIGNO.

LA EC. P/A 12 DIFERES NOS DICE: (YA ES UNIFORME)

~~$$\frac{M_m}{z_{s1}} - \frac{M_L}{z_{s1}} = \frac{M_m - M_L}{R_1}$$~~

$$12) \quad \frac{M_L}{z_{s1}} - \frac{M_m}{z_{s1}} = \frac{M_L - M_m}{R_1}$$

44
139

Por otro lado, tengo una dioptría Φ que se instala
 en camino de los rayos, para esta dioptría el "objeto" (obj. 2)
 es la "imagen" que forma la 1ª dioptría (im. 1)

$\Rightarrow$ su posición s_{s1}' (respecto de la 2ª dioptría) $(x_{s1}' - d)$ hacia
 la derecha, o sea positiva. Entonces la ec. para la 2ª

dioptría es:

se supone "dentro" de la lente, es una imagen
 intermedia, no real.

$$-\frac{n_L}{(x_{s1}' - d)} + \frac{n_M}{x_{s2}'} = \frac{n_M - n_L}{R_2}$$

x_{s2}

$\rightarrow$ Sumando las ec. de ambas dioptrías ~~mejores~~

$$\frac{n_M}{x_{s1}} - \frac{n_M}{x_{s2}'} = (n_L - n_M) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$-\frac{n_L d}{x_{s1}' (x_{s1}' - d)}$$

Es lo mismo. De donde desliza ($d \rightarrow 0$) y a' el medio es aire

($n_M \approx 1$) es obt. la ec. del fabricante de lentes:

$$\frac{1}{x_{s1}'} - \frac{1}{x_{s2}'} = (n_L - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

~~Def. de los focos~~

Def. A los focos como el WGR de una SF forma la imagen de un obj. en $-\infty$ (frente a punto) $\rightarrow f'$

y el punto donde se debe colocar el objeto p/ q su imagen se forme en $z_{s'} \rightarrow \infty \rightarrow f$

NOTAR
QUE ES
REVERSIBLE

$\Rightarrow$ p/ la lente se trata $-f = f'$
Foco obj. Foco imagen

4 $\frac{1}{f} = (m_L - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$

$\rightarrow \boxed{\frac{1}{z_{s'}} - \frac{1}{z_s} = \frac{1}{f}}$

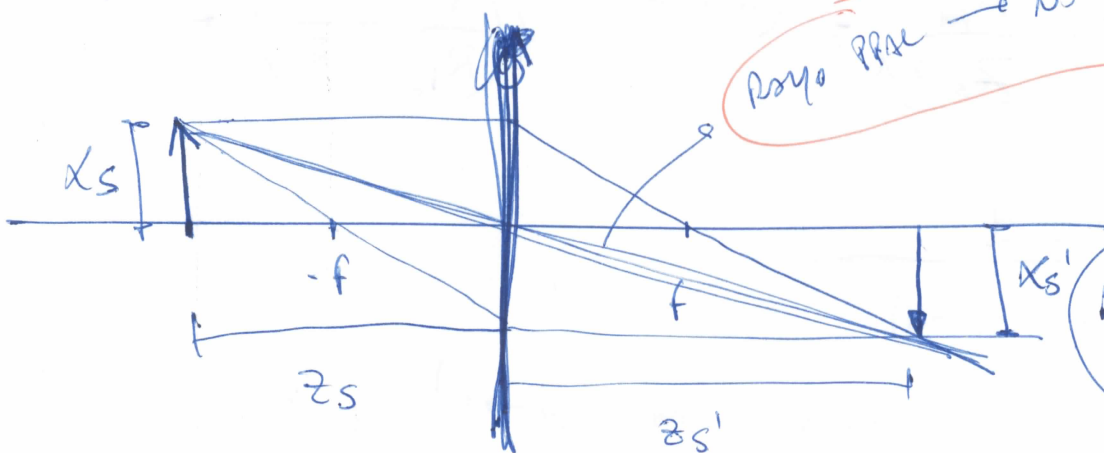
EC. GAUSSIANA

p/ las lentes

ES EL MÓDULO DE LA
DIST. FOCAL

Volvamos a la construcción de una imagen

1)



Rayo paralelo $\rightarrow$ No se curva

IMAGEN
Real

2)

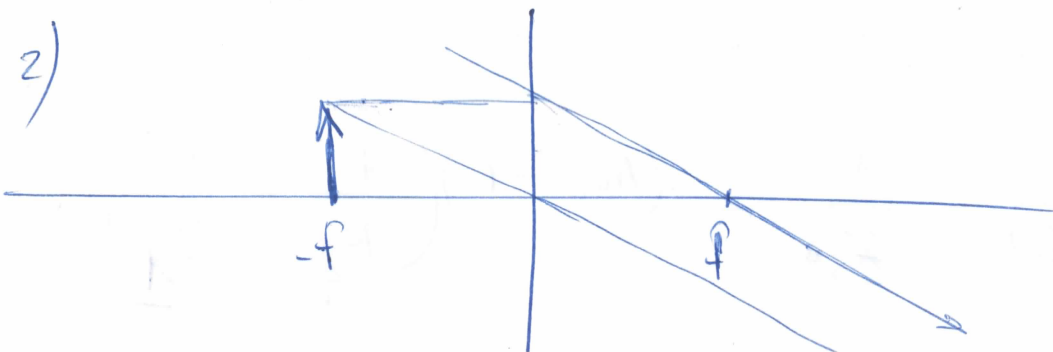
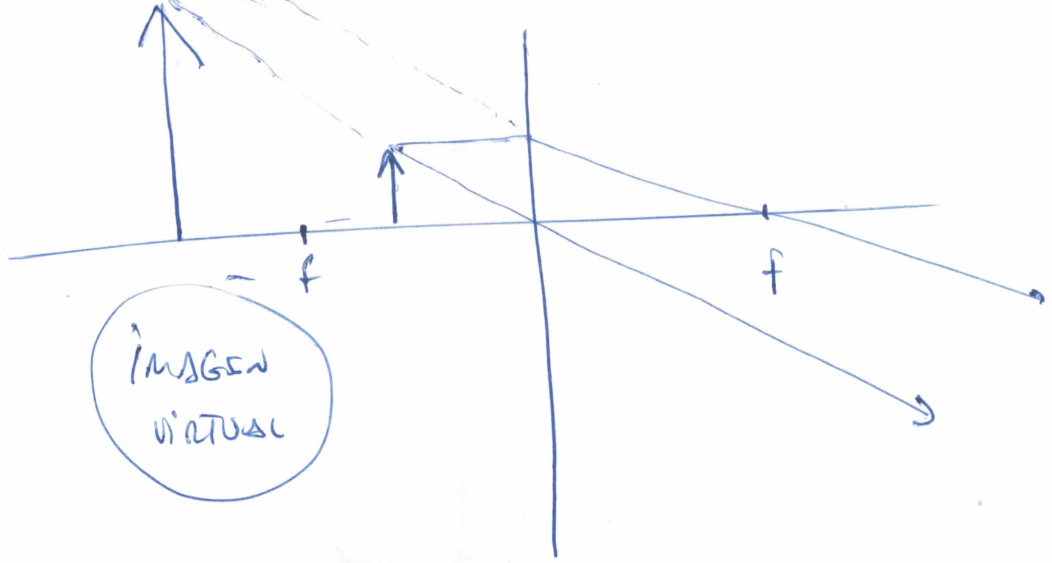


IMAGEN
en
 ∞
Punto Focal

3)



28/4 VIDEO 910 1 - AUMENTO LATERAL O MAGNIFICACIÓN

Caso 1)

NOTAR QUE $\frac{x_s}{z_s} = \frac{x_s'}{z_s'}$

$\frac{z_s'}{z_s}$ es lo q' se define como AUMENTO LATERAL, y usmos

Por construcción que $M_T = \frac{z_s'}{z_s} = \frac{x_s'}{x_s}$ y q' su signo

Nos dice si la imagen está invertida o No.

NO NOTICIAS

<u>ESP. OBJ.</u>	<u>ESP. IMAGEN</u>
OBJ. REAL	OBJ. VIRTUAL
IMAGEN VIRTUAL	IMAGEN REAL

LENTES CONVERGENTES $\rightarrow f' > 0$, $f < 0$

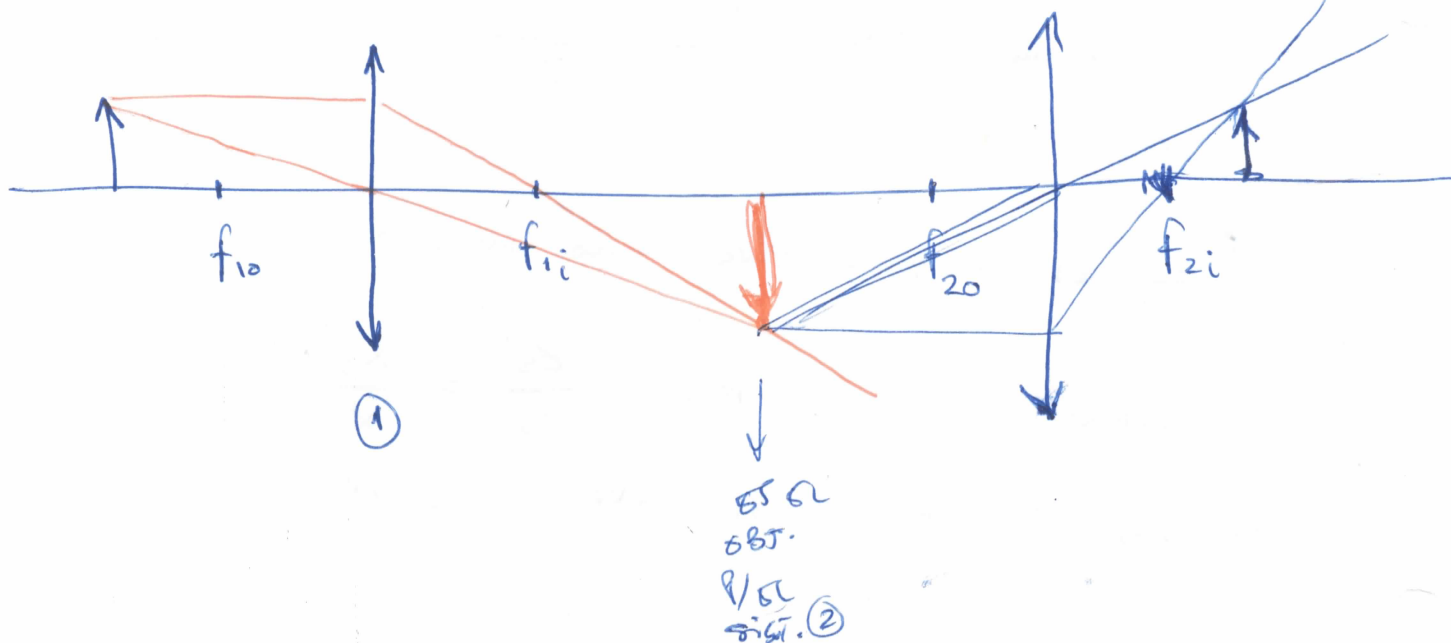
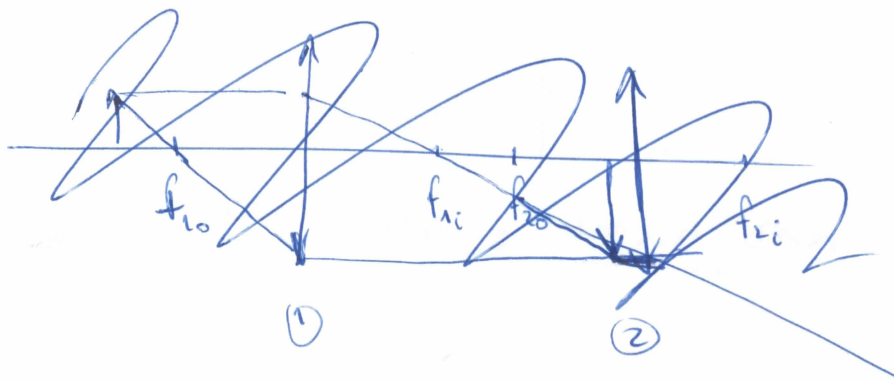
LENTES DIVERGENTES $\rightarrow f' < 0$, $f > 0$

Normal $\rightarrow$ obj et $R_o > 0$ Cambio el signo en la GC. de GAUSS

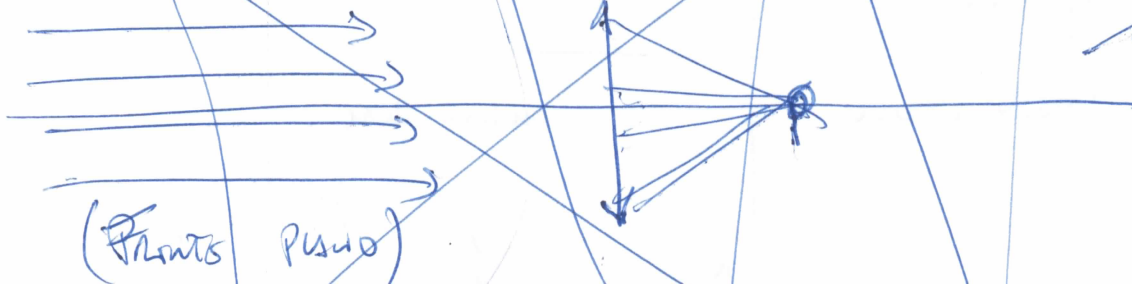
~~Exercício~~

SIST. DE LENTES - INSTAUM. ÓPTICAS

Por convenção, usaremos a seguinte direção



Como tudo isso vai ser usado?
 as coisas vão ser usadas?



2) Se tivermos uma lente convergente, o objeto estará no foco

TELESCOPIO: (ACERCAR EL OBJETO)

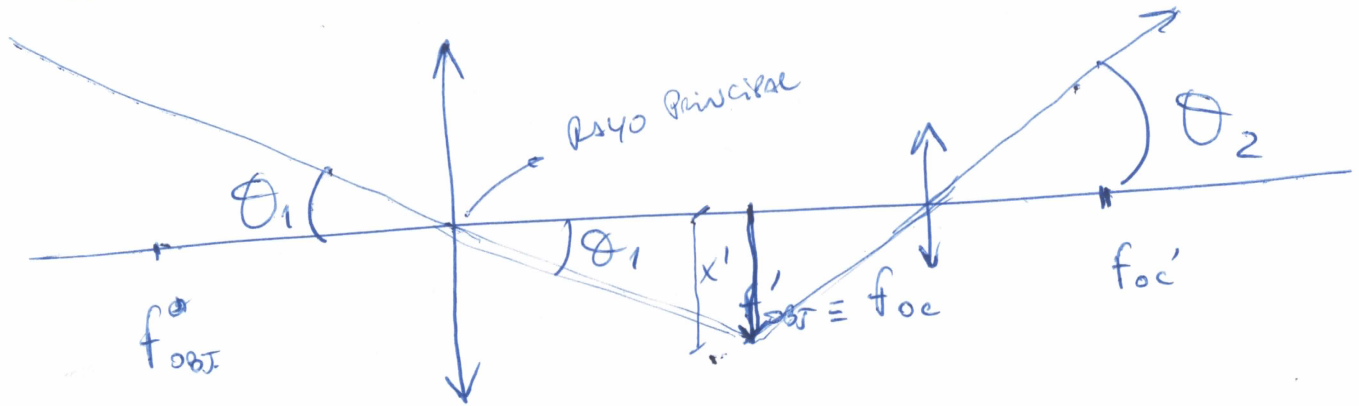
UNA OPCIÓN ES CAMBIAR UNA LENTE DEL LADO DEL OBJETO

46

(OBJETIVO) Y OTAS DEL LADO DEL OJO (OCULAR) QUE ~~PODRÍA~~ VERSE

(M)

ACERCAR EL MATE:



SI EL OBJETO ES MUY LEJANO, SU IMAGEN SE FORMA EN EL FOCO

$f'_{obj} \Rightarrow$ LA IMAGEN A TRAVÉS DE OCULAR PARECERÍA VENIR

DE ∞ (IMAGEN VIRTUAL EN ∞) (NOTAR Q' LOS RAYOS

QUE PASAN POR EL CENTRO DE CURVATURA NO SE REFRACTAN EN LA APROX. PARAXIAL)

$\Rightarrow$ EL AUMENTO DE ESTE INSTRUMENTO ESTARÍA DADO POR

EL COCIENTE ENTRE θ_2 Y $\theta_1 \rightarrow M = \frac{\theta_2}{\theta_1}$

COMO LOS ÁNGULOS SON PEQUEÑOS

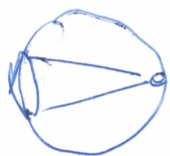
$\Rightarrow \tan \theta_1 \approx \theta_1 \Rightarrow \theta_1 \approx \frac{x'}{f_{obj}}$ Y $\theta_2 \approx \frac{x''}{f_{ocul}}$

$\Rightarrow M = \frac{f_{obj}}{f_{ocul}} < 0$ IMAGEN INVERTIDA

$\Rightarrow$ CONVIENE $|f_{ocul}| < |f_{obj}|$

Microscopio (Aumentar el objeto)

OJO →



≈ 2 - 3 cm

La idea es

Focalizar en

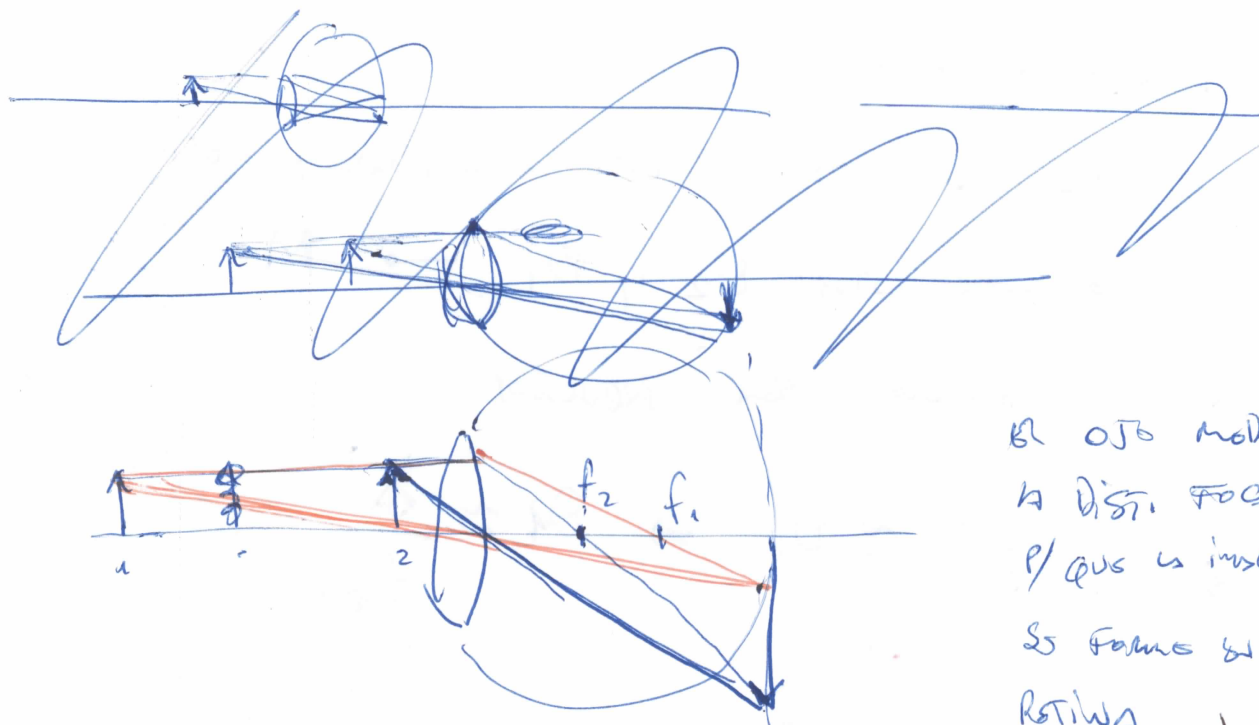
la retina

(mancharse hipermetropes ↓

miops ↑)

~~Para ver mejor un objeto se lo puede acercar,~~

pero para ver un objeto se lo puede acercar, es esta forma el ángulo subtendido por el extremo del objeto es incrementa



El ojo modifica la dist. focal p/ que la imagen se forme en la retina ("s" fijo)

Para todo q' la dist. cristallino-retina es ≈ fija, los músculos A. V. no son capaces de formar la imagen (digamos p/ un obj. muy cercano) ⇒ hay un límite de acercamiento

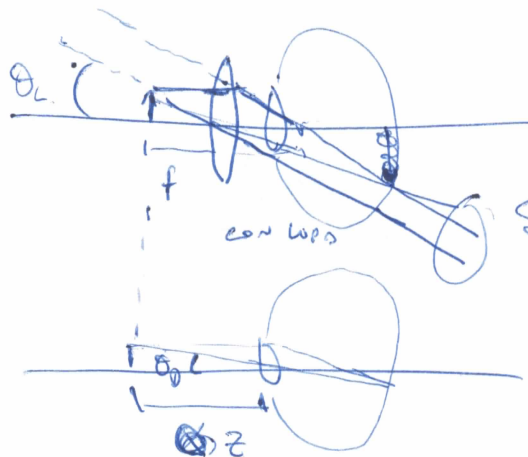
WPA

Si colocamos una lente frente al ojo, este último puede extenderse de la su focal.

(47)

(142)

El ojo hace la necesario p/ extender en la retina



Salen || $\Rightarrow$

El ojo esto es si se fueran en la retina No importa si el ojo

$$\Rightarrow M = \frac{\theta_L}{\theta_D} = \frac{f}{f}$$

Entonces p/ poder ver obt. una lente con $f \ll$

Para conseguir + Aug. $\rightarrow$ obt. estar al foco y la lente

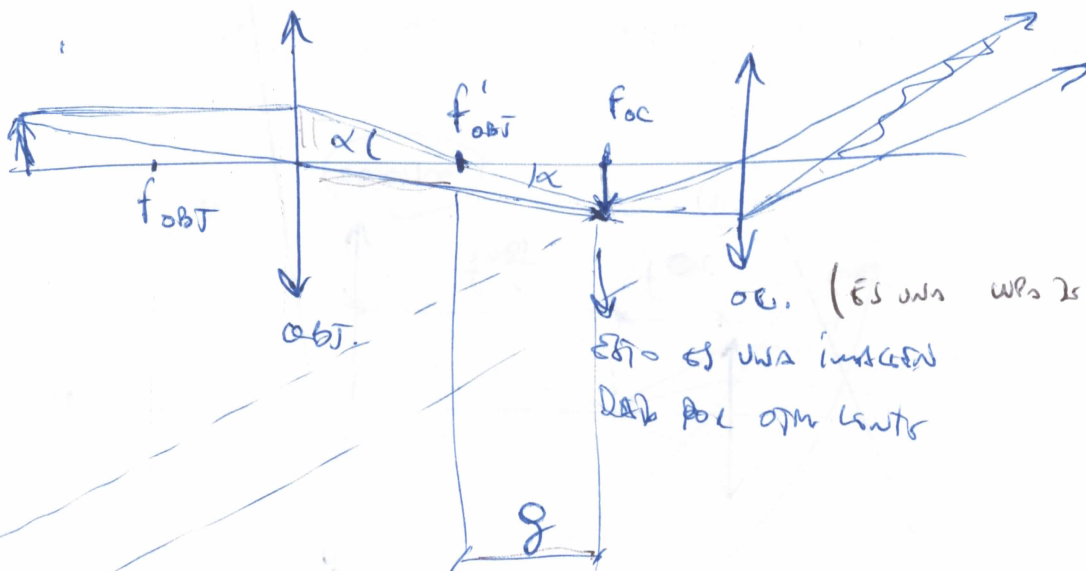
Un paso +

Se sabe sea la dist. de visión opima, que es en cm es ≈ 25 cm (10 pulg)

Microscopio compuesto

Para ver la cosa de la WPA y arreglar otra lente.

obj. pequeño $\Rightarrow$ como si imagen en el foco de una WPA



oc. (Es una WPA de la imagen primaria)

Esto es una imagen real por otra lente

Esta distancia se varia p/ conseguir que la imagen primaria caiga en el foco de ocular

El aumento del sistema está dado por el producto entre M_{obj} y M_{ocular}