22.- Los límites de la longitud de onda del color rojo son 6100 A° y 7500 A°. ¿Cuál será a) las longitudes de onda en m, b) las frecuencias correspondientes?
{a) $f_1 = 0.49 \times 10^{15}$ ciclos/seg
b) $f_2 = 0.4 \times 10^{15}$ ciclos/seg}

LENTES Y ESPEJOS.

Cuando colocamos una lente de aumento debajo del agua... ¡casi no aumenta! Cuando la lente que se sumerge es divergente, también se nota cómo pierde en gran parte su propiedad de disminuir. Si hacemos este experimento no en el agua, sino en otro líquido que tenga un índice de refracción mayor que el vidrio, la lente convergente disminuirá los objetivos y la divergente los aumentará.

La lente convergente aumenta en el aire porque el vidrio refracta más la luz que el aire que lo rodea, pero entre la refrigencia del vidrio y la del agua hay poca diferencia; por esto, cuando introducimos una lente en el agua, los rayos de luz, al pasar de esta última al vidrio, no se desvían mucho. Esto es la razón de que las lentes convergentes aumentan menos debajo del agua que en el aire y de que los divergentes disminuyan menos.

OBJETIVOS.

1.- Definir cada uno de los conceptos, enunciados, término, y leyes incluidos en este capítulo.

2.- Enunciar y diferenciar los diferentes tipos de lentes que existen y decir cuál es su función.

3.- Resover problemas donde se utilice la ecuación de las lentes.

4.- Localizar imágenes por el método analítico (por medio de fórmulas), a partir de datos apropiados.

5.- Diferenciar correctamente una imagen real de una virtual.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

6.- Calcular, a partir de datos apropiados, el aumento de una lente.

7.- Enunciar y distinguir correctamente los tipos de espejos que existen.

8.- Resolver problemas donde se aplique la fórmula de los espejos.

9.- Enunciar las reglas que existen para que la fórmula de los espejos sea válida.

PROCEDIMIENTO.

1.- Realiza una lectura general del capítulo IV.

2.- Subraya lo más importante del capítulo.

3.- Extracta las definiciones y analízalas ampliamente.

4.- Realiza un resumen del capítulo.

5.- Escribe en una cartulina las ecuaciones fundamentales de este capítulo.

6.- Analiza detenidamente los problemas resueltos.

7.- Resuelve los problemas de la autoevaluación llegando a los resultados marcados.

NOTA:

Es pre-requisito entregar completamente resueltos los problemas nones de la autoevaluación del capítulo IV en hojas tamaño carta.

CAPÍTULO IV.

LENTES Y ESPEJOS.

4-1 LENTES.

La función primordial de las lentes es formar imágenes de los objetos reales. Pero, ¿qué es una lente? Una lente es un cuerpo transparente, que tiene una cara curva por lo menos y, a menudo, dos. Cambia la dirección de la luz y puede enfocarla en un punto determinado.

En el capítulo anterior dijimos que la luz se refracta y se dispersa al pasar por un prisma. Este principio es utilizado para la construcción de las lentes, como lo muestra la figura 1.

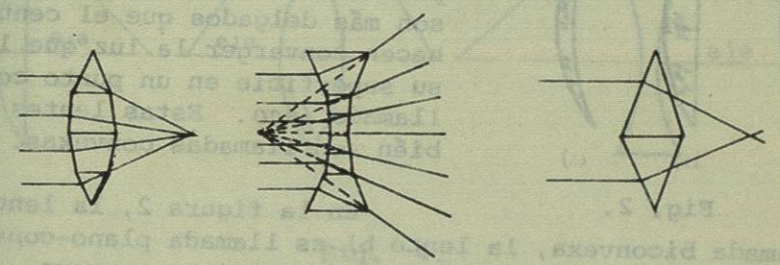

Fig. 1.

Los prismas de las figuras están acomodados de tal forma que hacen refractar los rayos luminosos paralelos y hacerlos converger en un punto F. En el segundo dispositivo los rayos se hacen diverger de tal manera como si vinieran de un solo punto. Las partes de la lente donde existe mayor desviación son las partes más externas y esto ocurre

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

porque el ángulo que existe entre sus caras es diferente (no es paralelo) mientras que en el centro los prismas casi tienen paralelas sus caras.

En la realidad, las lentes no están hechos por prismas como los de las figura 1, sino que están hechos con un material transparente que puede ser de vidrio, cuarzo, fluorito, etc. A las lentes que tienen una superficie curva se les llama *lentes esféricos*.

Existen dos tipos diferentes de lentes esféricos que son: lentes positivos o convergentes y lentes negativos o divergentes.

4-2 LENTES CONVERGENTES.

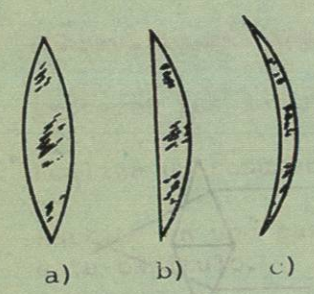

Fig. 2.

En la figura 2 están ilustrados algunas lentes que son convergentes. Estas lentes tienen la particularidad de que los bordes son más delgados que el centro y hacen converger la luz que llega a su superficie en un punto común llamado *foco*. Estas lentes también son llamadas convexas.

En la figura 2, la lente a) es llamada biconvexa, la lente b) es llamada plano-convexa, mientras que la lente c) es llamada, menisco-convexa.

4-3 LENTES DIVERGENTES.

Las lentes divergentes por otro lado tiene la particularidad de tener más gruesos los bordes que el centro, por esta razón también se les llama lentes cóncavos; además estas lentes, dispersan la luz que llega a su superficie tomando la dirección cada rayo, como si procedieran de un mismo foco o punto de referencia. En la figura 3 están ilustradas las tres

lentes divergentes más usuales.

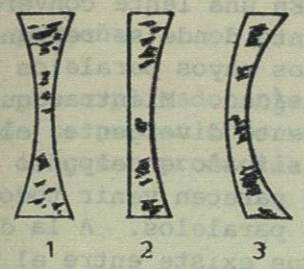

Fig. 3.

Estas lentes son llamadas:

1) Bicóncava.
2) Plano - cóncava.
3) Menisco - cóncava.

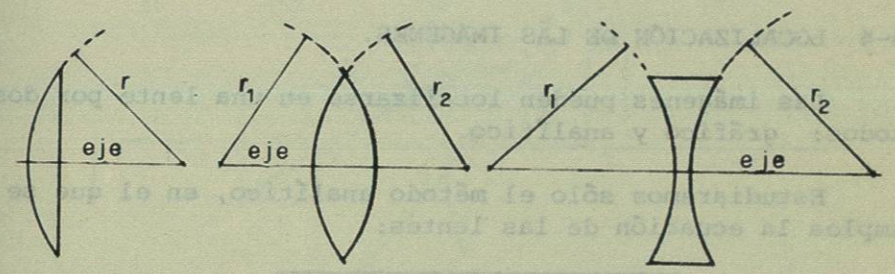

Fig. 4.

Todas las lentes tienen un *eje principal*. Este eje es la línea que une los centros de curvatura de las dos superficies esféricas, o si una es plana, la línea que parte del centro de curvatura de la superficie curva y es perpendicular a la superficie plana.

Todas las lentes esféricas tienen *2 radios de curvatura* que son los radios de las caras de la lente. Cuando una de las superficies de la lente es plana el radio correspondiente es infinito.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

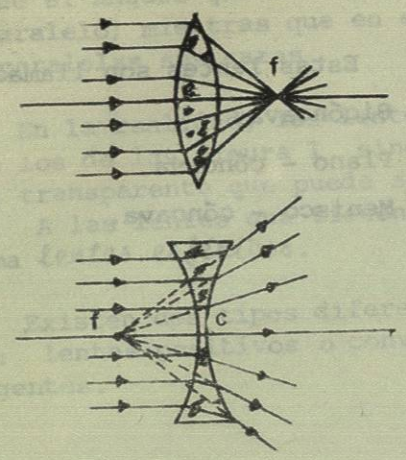

Fig. 5.

En una lente convergente, el punto donde se reúnen todos los rayos paralelos se llama *foco*. Mientras que en una lente divergente, el foco está situado en elpunto desde donde parecen venir todos los rayos paralelos. A la distancia que existe entre el foco (f) y el centro de la lente (c) se le llama *distancia focal de la lente*.

cf = df = distancia focal.

4-4 LOCALIZACIÓN DE LAS IMÁGENES.

Las imágenes pueden localizarse en una lente por dos métodos: gráfico y analítico.

Estudiaremos sólo el método analítico, en el que se emplea la ecuación de las lentes:

$$\frac{1}{do} + \frac{1}{di} = \frac{1}{df} \qquad (1)$$

En donde (do) es la distancia que existe desde la lente hasta el objeto, (di) es la distancia a la cual se forman las imágenes y (df) que es la distancia focal de cada lente.

Cuando se coloca un objeto a un lado de una lente convergente, más allá del foco principal será formada una imagen real en el lado opuesto de la lente. Si el objeto se mueve más cerca del punto focal, la imagen se formará más lejos de la lente y será más grande; es decir, se amplificará. A medida que el objeto se coloque más lejos de la lente, la imagen se formará más cerca del punto focal y será de dimensiones

más pequeñas.

Lo explicado anteriormente se muestra en la figura 6, donde se pueden observar diferentes posiciones del objeto, y las imágenes producidas por ellos.

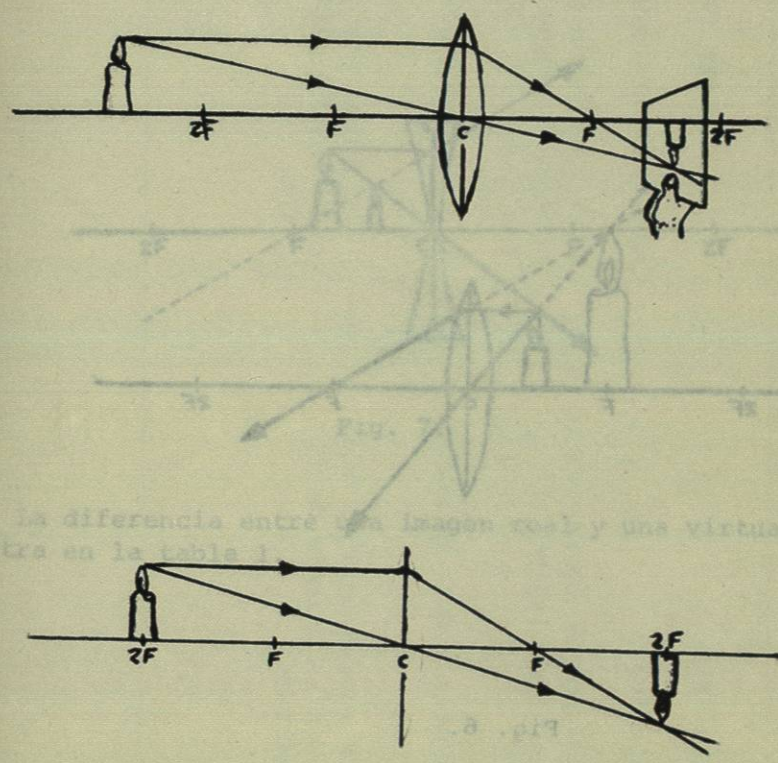

Fig. 6.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

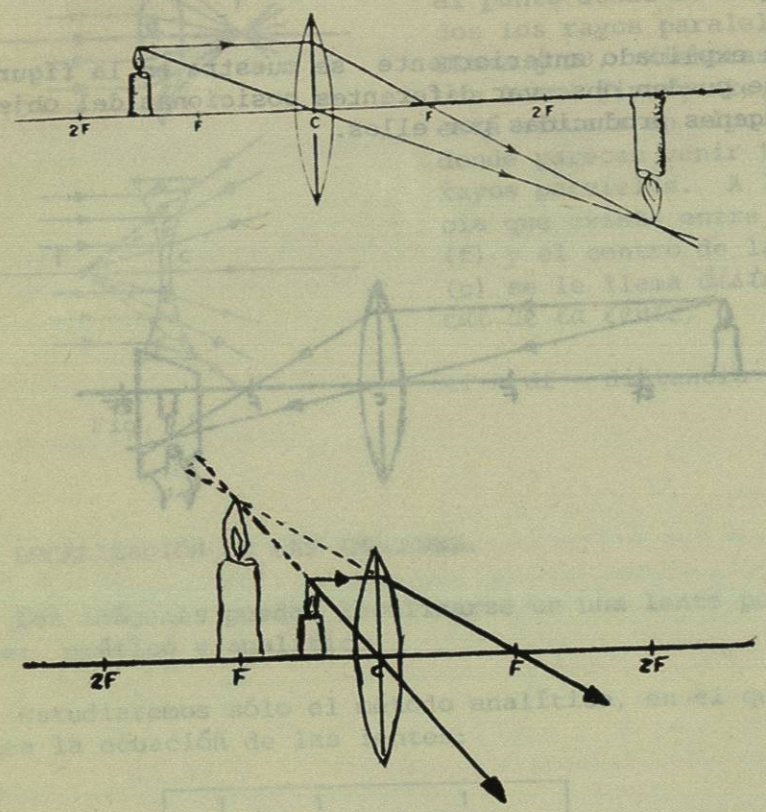

Fig. 6.

También puede notarse en la figura, la formación de una imagen que no está invertida (derecha), mayor que la imagen y del mismo lado donde se coloca el objeto. A esta imagen se le llama virtual, a diferencia de las otras imágenes que son de tipo real.

En la figura 7, puede verse la formación de una imagen en una lente divergente que siempre será virtual, en cualquier lugar donde se coloque el objeto.

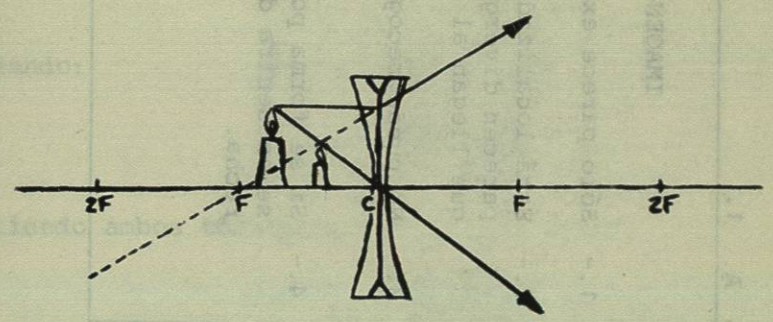

Fig. 7.

La diferencia entre una imagen real y una virtual se ilustra en la tabla 1.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

TABLA 1.

IMAGEN REAL.	IMAGEN VIRTUAL.
1.- Existe realmente.	1.- Sólo parece existir.
2.- Está formada por la convergencia real de los rayos luminosos.	2.- Está localizada en el punto de donde parecen diverger los rayos de luz que llegan al observador.
3.- Puede recogerse sobre una pantalla.	3.- No puede recogerse en una pantalla.
4.- Si se forma por un espejo, siempre se encuentra delante de él y está invertida.	4.- Si se forma por un espejo, siempre se encuentra detrás de él y está derecha.

Ejemplo 1. Se coloca un objeto a 40 cm de una lente con una distancia focal de 30 cm. ¿A qué distancia se encontrará lá imagen?

Datos:

do = 40 cm
df = 30 cm

Por la ecuación 1, tenemos:

$$\frac{1}{do} + \frac{1}{di} = \frac{1}{df}$$

despejando:

$$\frac{1}{di} = \frac{1}{df} - \frac{1}{do}$$

$$= \frac{do - df}{df \times do}$$

invirtiendo ambos términos:

$$di = \frac{df \times do}{do - df}$$

sustituyendo datos:

$$di = \frac{30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}}{40 \text{ cm} - 30 \text{ cm}}$$

$$= 120 \text{ cm}$$

Existen varias regals para el empleo de la fórmula de las lentes. Éstas son:

1.- En las lentes convergentes, (df) es positiva y en las divergentes, (df) es negativa.

2.- La distancia del objeto (do), siempre es positiva.

3.- Si la distancia de la imagen (di) es positiva, la imagen es real y la imagen y el objeto están en lados opuestos de la lente. Si la distancia de la imagen (di) es negativa, la imagen es virtual y la imagen y el objeto están

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

del mismo lado de la lente.

Como se puede observar en la figura 6, la imagen es virtual cuando la distancia del objeto es menor que la distancia focal; esto es, cuando di es negativa y la imagen real se forma cuando la distancia del objeto es mayor que la focal; esto es, cuando di es positiva.

Se puede calcular el aumento de una lente por medio de la fórmula sencilla:

$$\text{Aumento} = \frac{\text{tamaño de la imagen}}{\text{tamaño del objeto}}$$

$$\boxed{A = \frac{Ti}{To}} \qquad (2)$$

ó

$$A = \frac{\text{distancia de la imagen}}{\text{distancia del objeto}}$$

ó

$$\boxed{A = \frac{di}{do}} \qquad (3)$$

donde A es el aumento, (Ti) es el tamaño de la imagen y (To) es el tamaño del objeto. Lo mismo que en la otra fórmula, (di) es la distancia de la imagen, (d) es la distancia del objeto.

Podemos establecer una igualdad en las ecuaciones pasadas diciendo que:

$$\boxed{\frac{Ti}{To} = \frac{di}{do}} \qquad (4)$$

de tal manera que podemos calcular cualquier dato acerca de las lentes.

Ejemplo 2. Un objeto de 16 cm de altura, al pasar por una lente produce una imagen de 32 cm. ¿Cuál será el aumento de la lente?

Datos:

Tamaño del objeto, To = 16 cm
Tamaño de la imagen, Ti = 32 cm

De la ecuación (2):

$$\text{Aumento} = \frac{\text{Tamaño de la imagen}}{\text{Tamaño del objeto}}$$

$$= Ti/To$$

$$= 32/16$$

$$= 2$$

El aumento no tiene unidades, solamente indica el número de veces que está aumentado o reducido la imagen producida.

Ejemplo 3. Se coloca un objeto de 30 cm delante de una lente con una distancia focal de 20 cm. Calcular: a) la distancia a la que se encontrará la imagen, b) si el tamaño del objeto es de 12 cm, ¿cuál será el tamaño de la imagen que producirá? c) El aumento de la lente usada.

Datos:

Distancia del objeto, do = 30 cm
Distancia focal, df = 20 cm
Tamaño del objeto, To = 12 cm

Incógnitas:
a) Distancia de la imagen, di.
b) Tamaño de la imagen producida, ti.

Por la fórmula (1):

$$\frac{1}{do} + \frac{1}{di} = \frac{1}{df}$$

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

$$\frac{1}{di} = \frac{1}{df} - \frac{1}{do}$$

sustituyendo:

$$\frac{1}{di} = 1/20 - 1/30$$

$$= \frac{3 - 2}{60}$$

$$= 1/60$$

Invirtiendo ambos términos:

$$di = 60 \text{ cm}$$

Para calcular el inciso b) tenemos que utilizar la ecuación (4).

$$\frac{\text{Tamaño de la imagen}}{\text{Tamaño del objeto}} = \frac{\text{Distancia de la imagen}}{\text{Distancia del objeto}}$$

$$\frac{Ti}{To} = \frac{di}{do}$$

despejando:

$$Ti = \frac{di \ To}{do}$$

$$Ti = \frac{60 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}}{30 \text{ cm}}$$

$$= 24 \text{ cm}$$

Para calcular el inciso c) lo podemos hacer por las ecuaciones 3 ó 4.

Por la ecuación 3:

$$\text{Aumento} = \frac{\text{distancia de la imagen}}{\text{distancia del objeto}}$$

$$A = di/do$$

sustituyendo:

$$A = 60 \text{ cm}/30 \text{ cm}$$

$$= 2$$

Por la ecuación 4 tenemos:

$$A = \frac{\text{Tamaño de la imagen}}{\text{Tamaño del objeto}}$$

$$A = Ti/To$$

$$= 24 \text{ cm}/12 \text{ cm}$$

$$= 2$$

Como vemos, por ambas fórmulas el aumento tiene el mismo valor. Por lo tanto, por cualesquiera de las dos ecuaciones que se calcule, el aumento es correcto.

4-5 DEFECTOS EN LAS IMÁGENES.

Aunque una simple lente convergente está diseñada para reproducir una imagen clara de casi cualquier objeto, en cada imagen están presentes un sinnúmero de defectos que tienden a empañarla. Estos defectos son conocidos con el nombre de aberración cromática, aberración esférica, curvatura del campo, astigmatismo y distorisión. Aún cuando algunas de esas aberraciones se pueden corregir parcial o casi totalmente por un medio u otro, no se pueden eliminar.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA