

Entre la **física conceptual**
y la **física aplicada**

Método **IDEA**

LA LUZ
4º DE ESO

Félix A. Gutiérrez Múzquiz

Contenidos

1. NATURALEZA Y PROPAGACIÓN	... 3
2. EL COLOR	... 6
3. REFLEXIÓN Y ESPEJOS	.. 10
4. REFRACCIÓN Y LENTES	.. 16
5. DIFRACCIÓN E INTERFERENCIA	.. 21

1. NATURALEZA Y PROPAGACIÓN

1. Un poco de historia

Lee el siguiente texto con atención y contesta a las preguntas que más abajo se hacen.

[a] Relaciona los filósofos y científicos que aparecen en el texto con la luz como partícula y con la luz como onda.

[b] ¿Qué fenómeno permite asegurar que la luz es una onda?

[c] ¿Cuál de las dos teorías de la luz es más consistente con el concepto de fotón?

2. El experimento definitivo

Lee el siguiente texto con atención y contesta a las preguntas que más abajo se hacen.

[a] Razona si la luz entraría en el ocular si el espejo completase media vuelta en el tiempo que invierte la luz en ir y volver a la montaña.

[b] Si el espejo girase con una rapidez igual al doble de la rapidez que permite que la luz llegue al ocular ¿seguirá llegando también?

3. La rapidez de la luz

- [a] ¿Qué distancia recorre la luz en un año?
- [b] La luz que proviene del Sol tarda 8 minutos en llegar a la nuestro planeta. Calcula la distancia que hay entre el Sol y la Tierra.
- [c] Aparte del Sol, *Alfa Centauri* es la estrella más próxima a la Tierra y se sabe que su luz tarda 4 años en llegar a nuestro planeta. ¿A qué distancia se encuentra?

4. Transparente u opaco

Cuando la luz visible incide sobre una lámina de vidrio, hace vibrar los átomos, produciendo una cadena de absorciones y reemisiones en los átomos vecinos; eso hace que la energía viaje a través del vidrio y la luz visible sea emitida por el otro lado de la lámina. Se dice entonces que el vidrio es **transparente a la luz visible**. ¿A qué se debe, sin embargo, que el vidrio sea opaco al ultravioleta y al infrarrojo?

5. Eclipses

La figura muestra las posiciones relativas del Sol, la Tierra y la Luna durante un eclipse solar.

[a] Debido al gran tamaño del Sol, los rayos forman en la Tierra una zona de sombra rodeada de una zona de penumbra. Dibuja el correspondiente esquema.

[b] Describe como verás el Sol dependiendo de la zona donde te encuentres.



La figura muestra ahora las posiciones relativas del Sol, la Tierra y la Luna durante un eclipse lunar.

[c] La Luna se encuentra en una zona de sombra. Dibuja el correspondiente esquema.

[d] ¿Por qué son más frecuentes los eclipses de Luna que los eclipses de Sol?



2. EL COLOR

1. Color por reflexión

Una bombilla incandescente emite una luz rica en ondas de frecuencias bajas, recalcando los rojos. Una lámpara fluorescente es más rica en ondas de frecuencias altas, de modo que el azul resalta cuando se ilumina con esta lámpara. Si dispones de una tela estampada con algo de rojo, ¿qué tipo de lámpara emplearías para verlo bien?

2. Color por transmisión

Se sabe que el color de un objeto transparente, como el vidrio, depende de la frecuencia de la onda luminosa que lo atraviesa o, dicho de otro modo, del color de la luz que transmite.

[a] La imagen representa un fragmento de una vidriera de la catedral de León. ¿Por qué el manto de la Virgen se ve azul o el vestido del paje es rojo?

[b] ¿Por qué el vidrio corriente de nuestras ventanas es incoloro?



3. Los colores de las flores

[a] ¿Por qué se calientan más hojas que los pétalos de una rosa roja cuando la iluminamos con luz roja?

[b] ¿Por qué se ven negros los pétalos de una rosa roja cuando la iluminamos con luz verde?

[c] Los pétalos de los narcisos amarillos reflejan el rojo y el verde, además del amarillo. ¿De qué color se ve un narciso cuando lo iluminamos con luz roja? ¿Con luz amarilla? ¿Con luz verde? ¿Con luz azul?

4. Mezcla de luces de colores

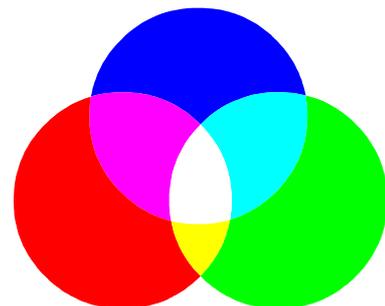
Cuando se combinan ondas luminosas de todas las frecuencias visibles se produce el color blanco. Curiosamente, también se puede producir blanco combinando sólo luces roja, verde y azul (véase la figura). Proyectamos sobre una pantalla una mezcla de luces de colores de la misma intensidad. ¿Cómo se ve la pantalla en los siguientes casos?

[a] Rojo, verde y azul.

[b] Rojo y verde.

[c] Rojo y azul.

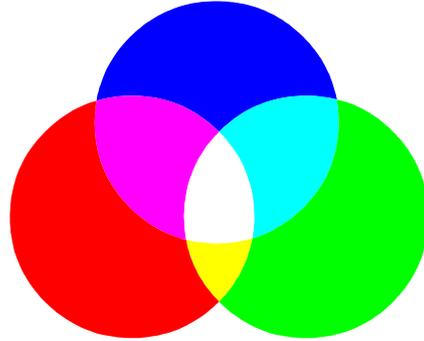
[d] Verde y azul.



5. Colores complementarios

[a] Dos ondas luminosas que superpuestas se ven de color blanco decimos que corresponden a colores complementarios. A partir de la figura, señala parejas de colores complementarios.

[b] Si incide luz blanca sobre un pigmento que absorbe, por ejemplo, luz roja, la luz reflejada se ve cyan. Siempre que "restamos" un color a la luz blanca se obtiene su color complementario. ¿Qué color obtenemos si restamos amarillo a la luz blanca? ¿Y si a la luz blanca le quitamos el color verde?



6. Mezcla de pigmentos de color

Todo pintor sabe que si se mezcla pinturas roja, verde y azul no obtiene pintura blanca, sino un color marrón oscuro como el lodo. Mezclar pinturas y tintes es un proceso totalmente diferente de mezclar luces de distintos colores. Observa las animaciones y da una explicación de lo que sucede.

[a] Mezcla de pintura magenta y de pintura cyan.

[b] Mezcla de pintura magenta y de pintura amarilla.

[c] Mezcla de pintura cyan y de pintura amarilla.

[d] Observa la siguiente ilustración, referida a mezclas de pinturas, y da una explicación de lo que sucede.

7. Cielo azul

Cuando la luz solar llega a la Tierra es absorbida por la atmósfera y luego vuelve a irradiar en diversas direcciones. Este fenómeno se llama dispersión luminosa. Conforme el haz original de luz solar atraviesa la atmósfera, la intensidad disminuye a medida que su energía pasa a luz dispersa. La intensidad de la luz dispersada en las moléculas de aire aumenta en proporción a la cuarta potencia de la frecuencia. Por eso, la luz dispersada contiene nueve veces más luz azul que luz roja; la consecuencia es que el cielo es azul.

[a] Las frecuencias de luz más bajas se dispersan más cuando hay partículas mayores que las moléculas de aire. ¿Cómo se modifica el color del cielo si en la atmósfera hay partículas de polvo?

[b] ¿Qué pasa con el color del cielo después de una gran tormenta?

[c] ¿Por qué las nubes son blancas?

8. Ocaso rojo

[a] ¿Por qué el ocaso (o el amanecer) son rojos?

[b] ¿De qué color serían el cielo y el atardecer si las moléculas de la atmósfera dispersaran luz de baja frecuencia en lugar de luz de alta frecuencia?

[c] Las montañas, que normalmente son pardas, verdosas o grises, se ven azules desde lejos. ¿A qué se debe este color?

9. Agua de color azul verdoso

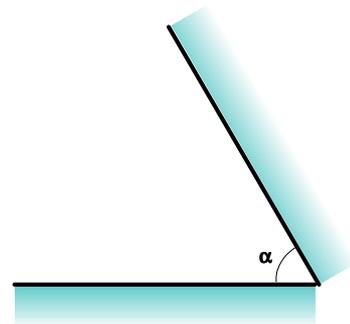
El color del agua no es el hermoso azul intenso que a menudo vemos en la superficie de un lago o del mar. Dicho color es el color del cielo reflejado. El color del agua, como puedes ver si sumerges un trozo de material blanco, es un pálido azul verdoso. ¿Por qué?



3. REFLEXIÓN Y ESPEJOS

1. El rayo que se refleja dos veces

Se tiene dos espejos planos que forman un ángulo α . Un rayo que se viaja en un plano perpendicular a ambos espejos se refleja en uno de los espejos y luego en el otro, tal como se muestra en la animación. ¿Cuál es la dirección final del rayo respecto a su dirección original?



2. Mirándose en el espejo

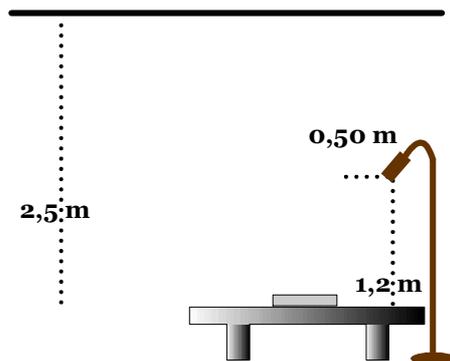
[a] Una persona estima que la distancia entre sus ojos y sus pies es de 1,70 m. Se coloca delante de un espejo "de cuerpo entero", a 60,0 cm del mismo. Halla la distancia entre los ojos y la imagen de los pies.

[b] Dicha persona cree que para verse el cuerpo entero no hace falta tanto espejo. Calcula la longitud del espejo necesario para lograrlo.

Aunque esta persona tiene "más de dos dedos de frente", a la hora de hacer los cálculos puedes suponer despreciable la altura de su frente en comparación con la longitud total de la persona.

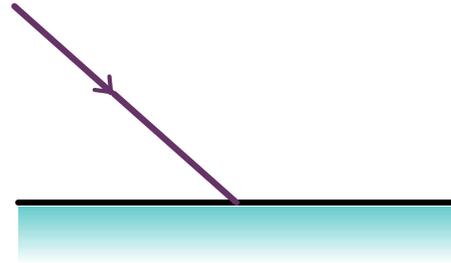
3. El reflejo de las cosas

Un mayordomo coloca sobre una mesa una bandeja circular de 60 cm de diámetro. La bandeja está tan pulida que puede considerarse que se comporta como un espejo plano. Una lámpara se encuentra al lado de la mesa, tal como se muestra en la ilustración. También se observa la posición y las dimensiones de los objetos implicados. Halla el diámetro del círculo de luz reflejada que se forma en el techo.



4. Espejo plano que gira

Un rayo incide sobre un espejo plano formando un ángulo α con la normal. Si el espejo se gira un ángulo β , ¿qué ángulo gira el rayo reflejado respecto a la dirección del rayo reflejado inicial? Véase la animación.

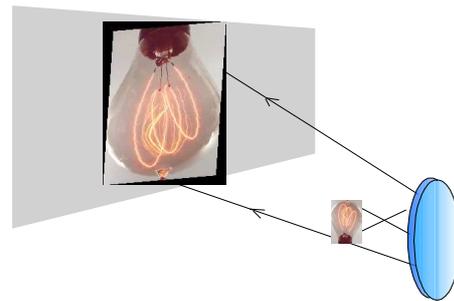


5. Imagen de un filamento

Una lámpara de filamento de un reflector se coloca a 8,00 cm de un espejo esférico cóncavo. Se forma una imagen del filamento sobre una pantalla situada a 2,50 m del espejo.

[a] Calcula el radio de curvatura y la distancia focal del espejo.

[b] ¿Cuál es el tamaño de la imagen si el del objeto es de 5,00 mm?

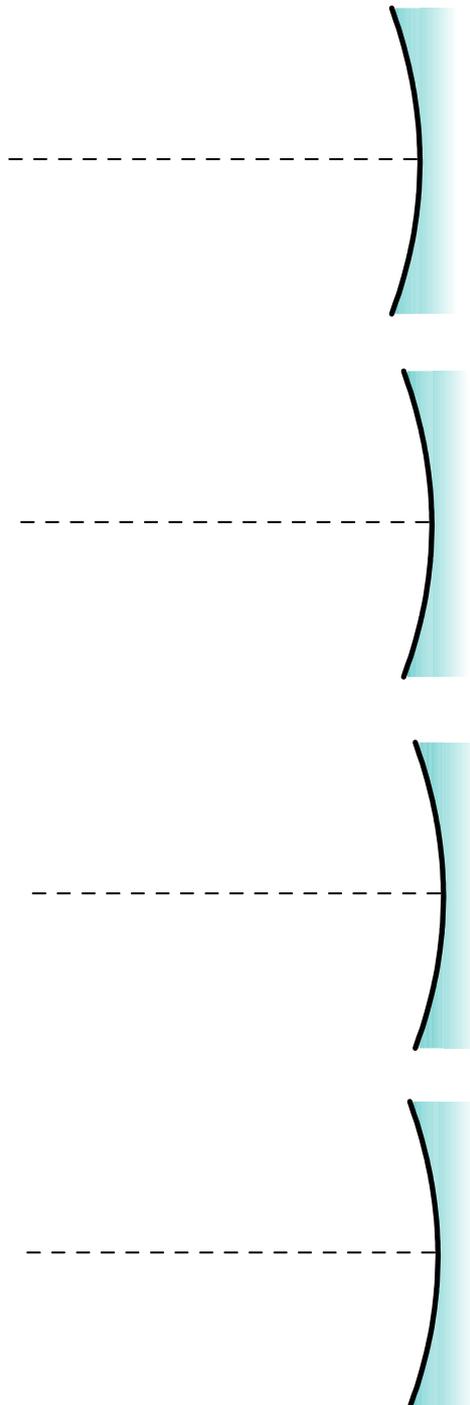


6. Espejo cóncavo

Un espejo esférico cóncavo tiene un radio de curvatura de 40 cm. Dibuja diagramas de rayos para localizar la imagen de un objeto situado a una distancia de:

- [a] 100 cm;
- [b] 40 cm;
- [c] 20 cm;
- [d] 10 cm.

En cada caso, indica si la imagen es real o virtual, derecha o invertida y mayor o menor que el objeto.

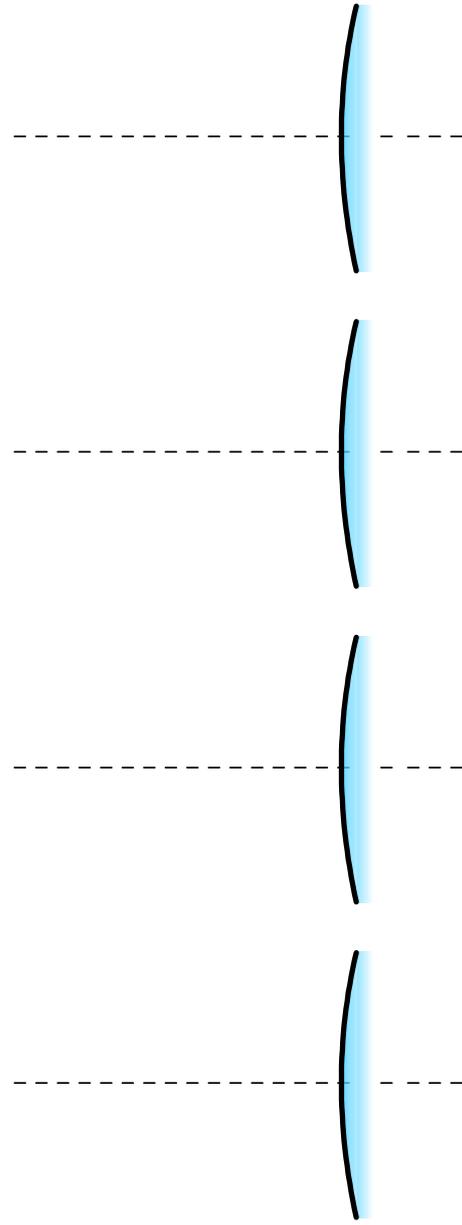


7. Espejo convexo

Un espejo esférico convexo tiene un radio de curvatura de 40 cm. Dibuja diagramas de rayos para localizar la imagen de un objeto situado a una distancia de:

- [a] 100 cm;
- [b] 40 cm;
- [c] 20 cm;
- [d] 10 cm.

En cada caso, indica si la imagen es real o virtual, derecha o invertida y mayor o menor que el objeto.

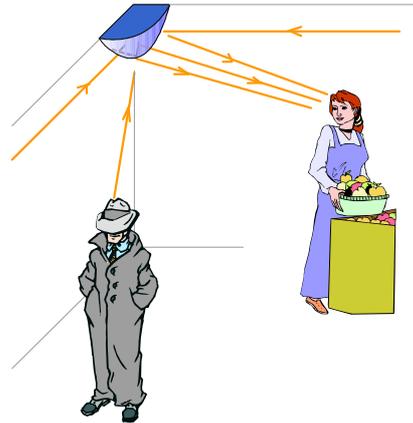


8. Vigilancia en la frutería

En algunas fruterías se utiliza espejos convexos para conseguir un amplio rango de observación y vigilancia con un aparato relativamente pequeño. El espejo mostrado en la figura permite a una dependienta, situada a 5,00 m del mismo, inspeccionar el local entero. El espejo tiene un radio de curvatura de 1,20 m.

[a] Si un cliente está a 10,0 m del espejo, ¿a qué distancia de la superficie del espejo está su imagen?

[b] Si el cliente mide 1,80 m, ¿qué altura tendrá su imagen?



9. Como la vida misma

[a] Un dentista necesita un pequeño espejo que le produzca una imagen derecha con un aumento de 5,5 cuando el espejo esté situado a 2,1 cm de un diente. ¿Cuál deberá ser el radio de curvatura del espejo?

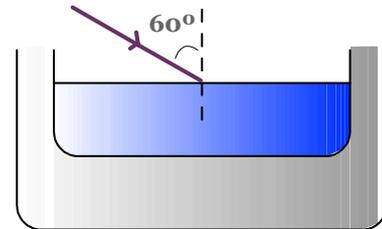
b] Un payaso utiliza un espejo cóncavo de 1,50 m de radio de curvatura para maquillarse. ¿A qué distancia del espejo deberá estar su nariz para que la imagen se encuentre a 80,0 cm de la cara?

4. REFRACCIÓN Y LENTES

1. A falta de una, dos

Un vaso de vidrio ($n_v = 1,52$) de fondo algo grueso contiene un "dedo" de agua ($n_a = 1,33$). Un rayo de luz incide sobre la superficie del agua formando un ángulo de 60° con la normal.

- [a] Halla el ángulo que forma el rayo refractado en la frontera agua-vidrio con la normal.
 [b] Repite el cálculo suponiendo que el agua se ha evaporado.

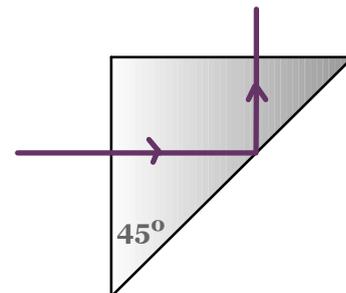


2. Investigando el valor de n

Un rayo de luz incide perpendicularmente sobre una cara de un prisma de vidrio cuyo índice de refracción es n . La luz se refleja totalmente en el lado desigual.

[a] ¿Cuál es el valor mínimo que debe tener n ?

[b] Cuando se sumerge este prisma en un líquido cuyo índice de refracción es 1,15, sigue existiendo todavía reflexión total, pero en el agua, cuyo índice es 1,33, deja de existir. Utiliza esta información para deducir el rango de valores que puede tomar n .

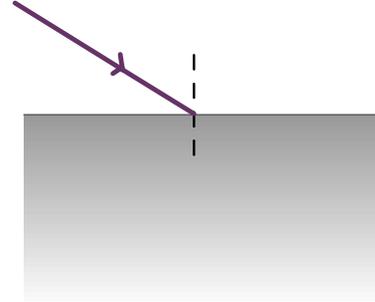


3. Rayos perpendiculares

Un rayo de luz incide desde el aire sobre una superficie transparente con un ángulo de incidencia de $58,0^\circ$. Se observa que los rayos reflejado y refractado son mutuamente perpendiculares.

[a] ¿Cuál es el índice de refracción de la sustancia transparente?

[b] Halla el ángulo límite para la reflexión total interna en esta sustancia.



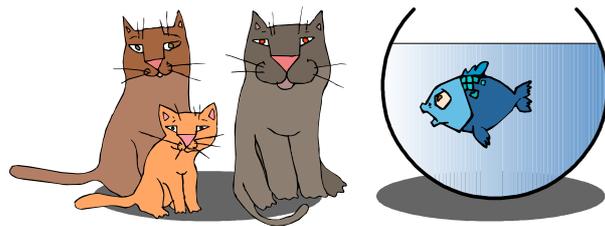
4. El pez y los gatos

Un pez se encuentra dentro de una pecera esférica, de 15,0 cm de radio, llena de agua ($n_a = 1,33$). El pez mira a través de la pecera y ve una familia de gatos sentados sobre la mesa. El señor Don Gato tiene su nariz a 10,0 cm de la pecera.

[a] ¿Dónde está la imagen de la nariz del gato vista por el pez?

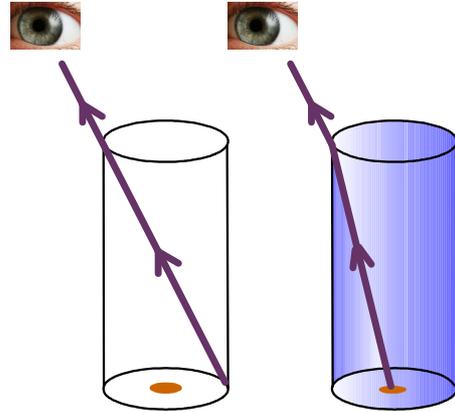
[b] Halla el aumento lateral.

Desprecia la influencia de la delgada pared de vidrio de la pecera.



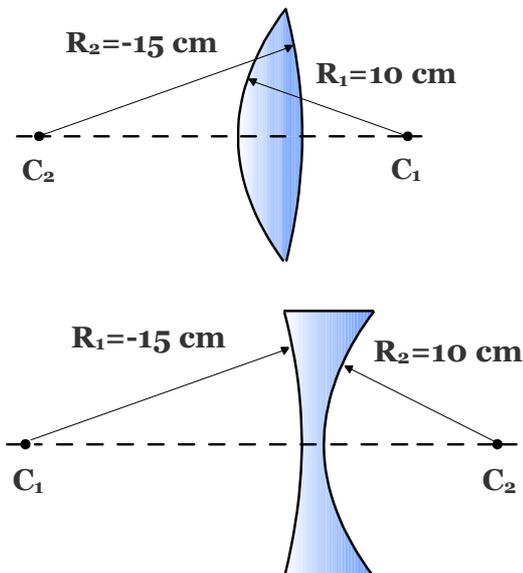
5. Truco de magia

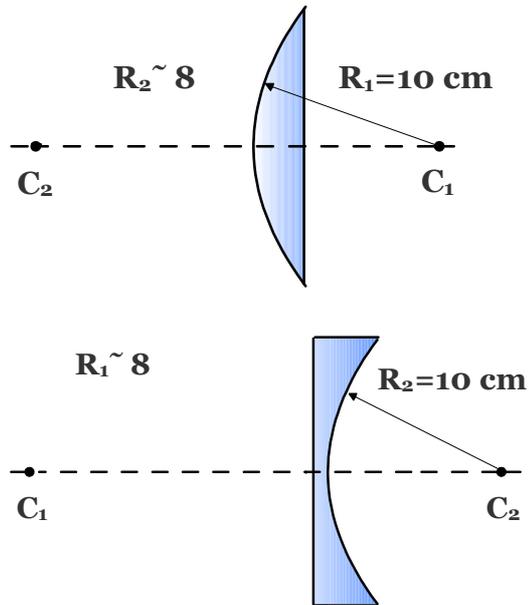
Quieres hacer un truco de magia para tu abuela y la tienes mirando sobre el borde de un vaso cilíndrico de tal manera que el borde superior del vaso está alineado con el rincón opuesto del fondo, como muestra la ilustración. Le dices que mantenga la vista en la misma posición al tiempo que llenas el vaso con un líquido transparente mágico; tu abuela dice entonces que ve una pequeña moneda en el fondo del vaso. La altura del cilindro es de 16,0 cm y el diámetro de la base, 8,0 cm. ¿Cuál es el índice de refracción del líquido mágico?



6. Cálculo de la distancia focal

- [a] Una lente biconvexa de vidrio, con un índice de refracción $n = 1,50$, tiene sus radios de curvatura de 10 cm y 15 cm, como se ve en la figura. Halla la distancia focal imagen y la potencia.
- [b] Repite el ejercicio para una lente bicóncava construida con los mismos radios.
- [c] Repite el ejercicio para una lente plano-convexa.
- [d] Haz lo mismo para una lente plano-cóncava.





7. Lentes: estudio de casos

[a] Una lente convergente tiene una distancia focal de 20 cm. Calcula la posición y el aumento de la imagen para las siguientes ubicaciones del objeto: 50 cm; 20 cm y 15 cm.

[b] Repite el apartado anterior para una lente divergente de la misma distancia focal.

8. Combinación de lentes

Un sistema óptico está formado por dos lentes convergentes de la misma distancia focal de 10 cm. Las lentes distan entre sí una distancia de 12 cm. Un objeto de 1,0 cm se coloca a 15 cm a la izquierda de la primera lente. Calcula la posición y el tamaño de la imagen final.

9. La vista del profesor de Física

A la edad de 45 años, un profesor de Física utilizaba gafas "de cerca" de 2,1 dioptrías de potencia, de modo que podía leer el escrito de un examen a 25 cm de sus ojos. Después, a la edad de 58 años, se dio cuenta que debía mantener el examen escrito a una distancia de 40 cm para poder verlo claramente con las gafas.

[a] ¿En dónde estaba su punto próximo a los 45 años? ¿Y a los 58 años?

[b] ¿Qué potencia necesitarán tener sus gafas a esa edad de modo que pueda leer de nuevo a la distancia de 25 cm?

(Supón que las gafas están a 2,0 cm de sus ojos)

5. DIFRACCIÓN E INTERFERENCIA

1. Ejemplos de difracción

La desviación de una onda que no se deba a la reflexión ni a la refracción se denomina **difracción**. Cuando la luz pasa a través de una abertura suficientemente pequeña, proyecta una imagen borrosa. Algo parecido sucede con la sombra producida por un pequeño obstáculo; si se observa con detenimiento, la sombra más nítida tiene bordes borrosos. En ambos casos decimos que la luz se difracta. A continuación, van a aparecer unas cuantas fotografías. Tienes que explicar si corresponden o no al fenómeno de la difracción.

2. La difracción es buena

Se sabe que cuanto mayor es la longitud de onda respecto al tamaño del obstáculo, mayor es la difracción. A partir de este hecho, justifica las siguientes afirmaciones.

[a] Las sirenas de niebla emiten ondas de baja frecuencia.

[b] En algunos lugares, la recepción de FM es deficiente mientras que la banda de AM llega clara y fuerte.

[c] La recepción de ondas de TV requiere el uso de antenas.

3. La difracción es mala

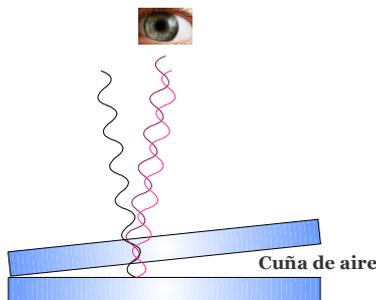
[a] Hemos visto que en el caso de la recepción de algunas ondas es bueno que haya difracción. Sin embargo, la difracción no es tan buena cuando queremos ver objetos muy pequeños al microscopio. ¿Por qué?

[b] ¿Cómo pueden los microscopistas minimizar el efecto de la difracción?

[c] ¿Por qué se emplea luz azul para ver objetos muy pequeños en un microscopio óptico?

4. La cuña de aire

La animación muestra una cuña de aire entre dos placas de vidrio. La luz monocromática que incide perpendicularmente en la placa superior, se refleja en las capas adyacentes, superior e inferior, a la cuña de aire. Explica razonadamente si es posible que el ojo detecte una franja oscura. (*Existen otras reflexiones que no vamos a considerar aquí para no complicar el esquema.*)



5. La película de gasolina

La ilustración muestra la interferencia en una capa delgada de gasolina sobre una capa de agua. La luz se refleja tanto en la frontera entre la gasolina y el aire como en la frontera entre la gasolina y el agua.

[a] Imagina que la luz incidente es azul y que el espesor de la película de gasolina es tal que se produce interferencia destructiva para ese color. Razona cómo se verá la superficie de gasolina.

[b] Repite el razonamiento suponiendo que ahora incide luz solar blanca.

