

ÓPTICA

Objetivos

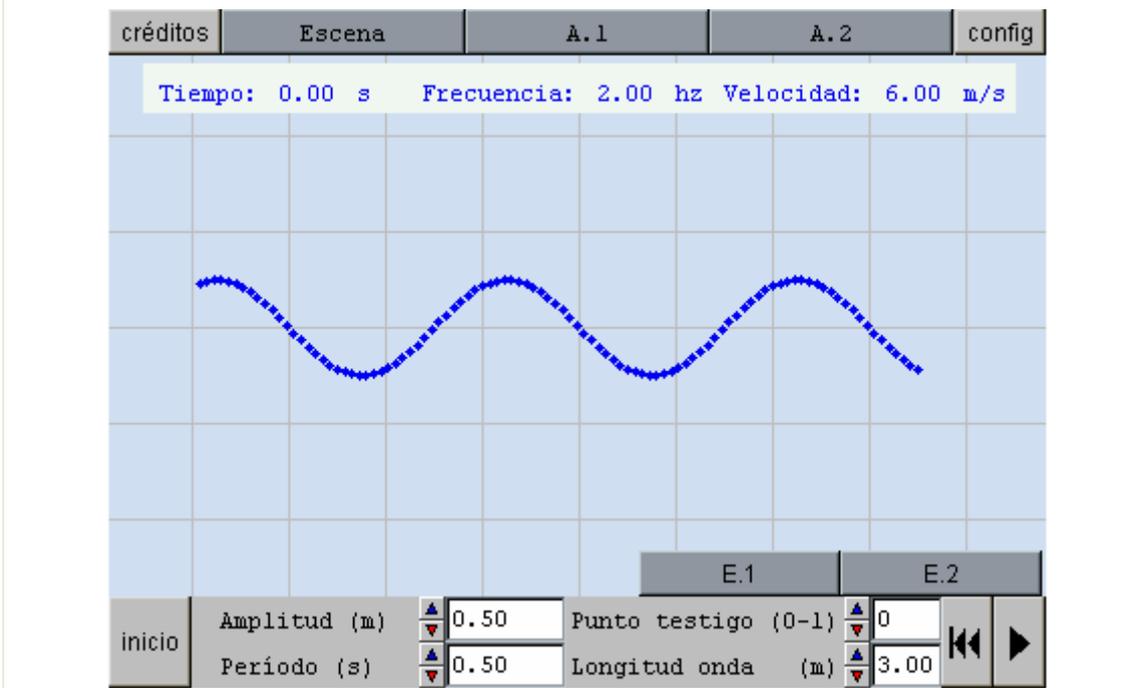
Para estudiar la unidad es conveniente que previamente hayas estudiado ONDAS

Con **Óptica** se pretende que aprendas:

- A distinguir cuándo la luz se comporta como una partícula y cuándo como una onda.
- Qué es la reflexión y cómo se comporta un rayo de luz cuando llega a un espejo plano, cóncavo o convexo.
- A conocer qué es la refracción y el comportamiento de la luz cuando atraviesa lentes convergentes y divergentes.
- A conocer el fundamento del telescopio y saber en qué tendrías que fijarte si fueras a comprar uno.
- El funcionamiento de una célula fotoeléctrica y qué consecuencias pueden sacarse de éste.

1.1 La luz como onda. ¿Qué clase de onda es la luz?

En **ONDAS**, hemos podido ver que la luz se propaga mediante ondas transversales. Esta escena sirve para recordar qué son estas ondas.



ESCENA: Vamos a estudiar algunas de las magnitudes propias de este tipo de movimiento. Tienes la posibilidad de poner sobre la cuerda un punto testigo o no.

A.1: Escoge ver un punto testigo. Oprime el botón animar. Compara el movimiento de este punto con el de la onda y responde ¿Qué ángulo forma el movimiento de la partícula con la propagación de la onda?

A.2: Modifica los valores de la amplitud, período y longitud de onda y recuerda los conceptos que aprendiste en ONDAS.

E.1: La vibración es: a) paralela a la propagación; b) perpendicular a la propagación; c) tiene el mismo sentido que la propagación.

E.2: a) Período, b) longitud de onda, c) amplitud. ¿Hay alguna relación entre la longitud de onda y la amplitud? ¿Hay alguna relación entre longitud de onda y frecuencia?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETORCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

1.2 La luz como onda. Color e intensidad luminosa

En esta escena se pueden ver algunas características de la luz en el vacío:

créditos	Escena	A.3	A.4	config
----------	--------	-----	-----	--------

Tiempo: 0.00 s Frecuencia: 6000.00 megahz
Velocidad: 300.000 km/s color: 0.17 0.80 0.83

E.3		E.4			
inicio	L	0.500	I	0.50	◀◀ ▶▶

ESCENA: ...algunas características de la luz en el vacío: relación del color con la longitud de onda, constancia de la velocidad de la luz y relación entre amplitud e intensidad.

A.3: ...Y observa si al modificar la longitud de onda varía, o no, el color, la frecuencia, la amplitud y la velocidad.

A.4: ...Y observa si al modificar la Intensidad de la onda varía, o no, el color, la frecuencia, la amplitud y la velocidad.

E.3: ¿Cuál/les de estos factores varían?: la longitud de onda, el color, la frecuencia, la amplitud o la velocidad

E.4: ¿Cuál/les de estos factores varían?: la longitud de onda, el color, la frecuencia, la amplitud o la velocidad

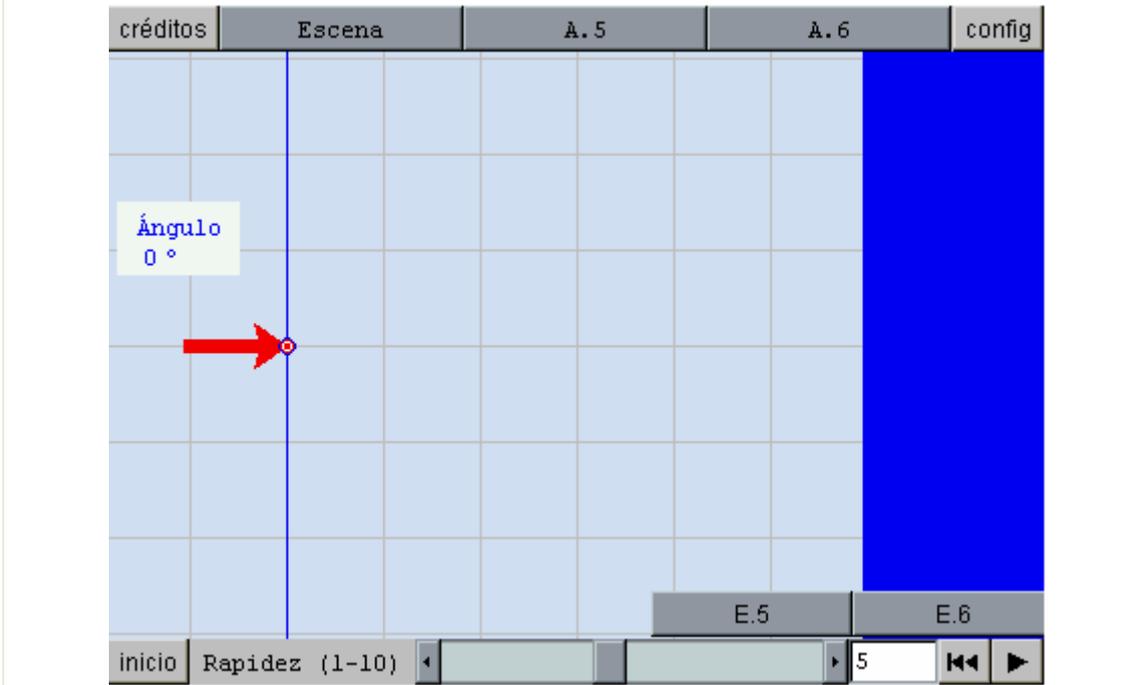
INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

2.1 La reflexión. ¿Qué es? (I)

Cuando un movimiento ondulatorio encuentra un obstáculo que impide su propagación y no absorbe su energía, las ondas cambian de dirección, se reflejan.



ESCENA: ...Un frente de ondas que se propaga por la superficie de un estanque hasta la orilla, formada por una pared vertical. . Arrastrando el extremo de la flecha con el ratón puedes variar la dirección del frente de onda. El control de rapidez sirve para regular la velocidad de la simulación.

A.5: ...Con el ángulo de dirección situado en 0° , pulsa el botón animar. ¿Qué ocurre tras el choque?

A.6: ...Varía el ángulo de dirección del frente. Observa el resultado para varios ángulos y trata de obtener una ley general (te puede resultar útil la red de coordenadas).

E.5: Tras el choque, a) la onda se refleja sin cambiar de dirección, b) la onda se refleja cambiando de dirección, c) la onda se refleja cambiando de velocidad.

E.6: Tras el choque, a) la onda se refleja sin cambiar de dirección, b) la onda se refleja cambiando de dirección 45° , c) la onda se refleja cambiando de velocidad. Como regla general se podría decir que el ángulo de incidencia y el ángulo reflejado son: ¿iguales? ¿proporcionales? ¿semejantes? ¿inversos? ¿complementarios?, etc..

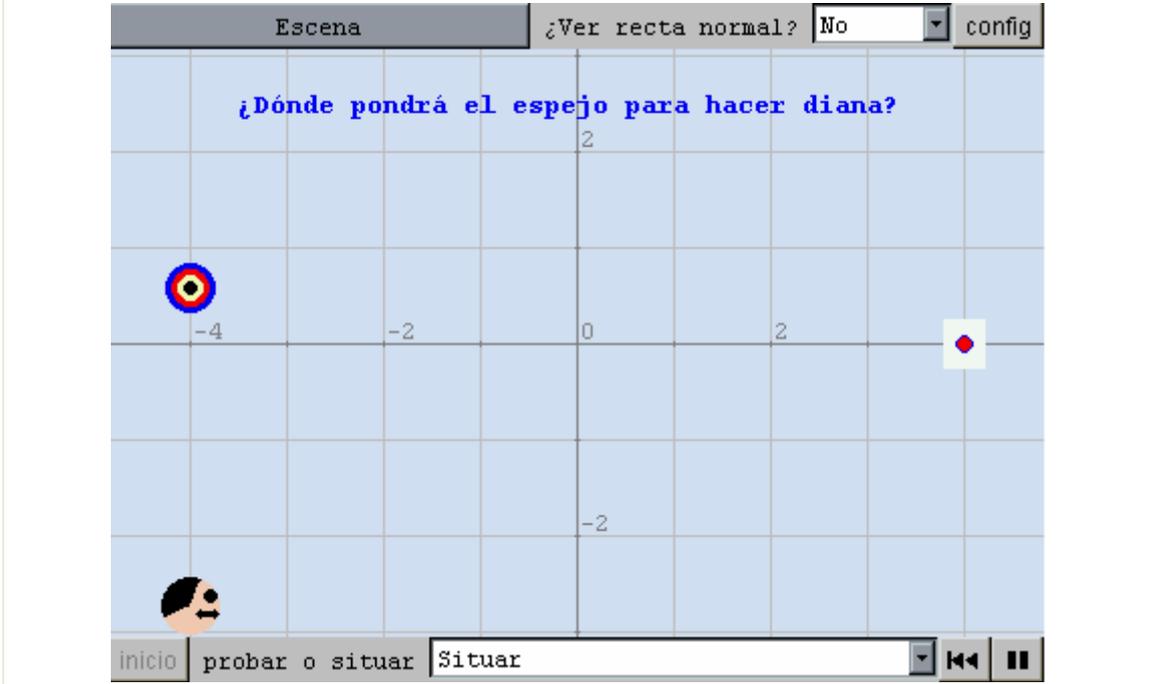
INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo

2.1 La reflexión. ¿Qué es? (II)

El centro del espejo está marcado con un círculo rojo. Muévelo hasta que creas que en ese punto el tirador ve el centro de la diana. En ese momento elige probar: ¡que tengas suerte!



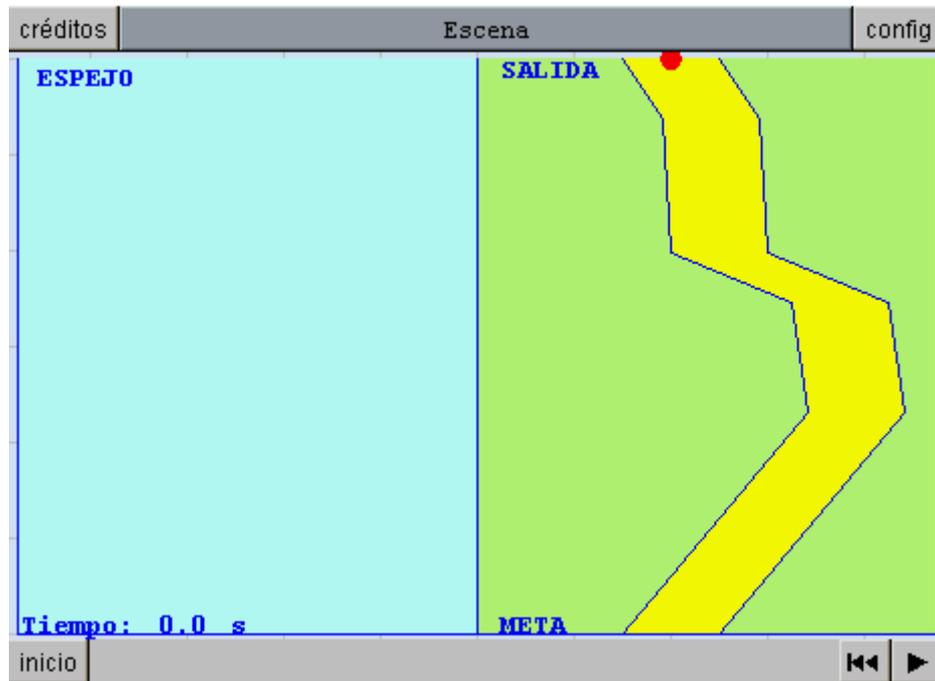
ESCENA: ..Sitúa dónde tiene que colocar el espejo para acertar. Pista: la imagen de la diana tiene que estar EXACTAMENTE sobre el ojo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

2.1 La reflexión. ¿Qué es? (..y III)

Escribir "en espejo" no es nada fácil. Si juegas con esta escena podrás ejercitar esta habilidad y de paso entender qué es una imagen especular.



ESCENA: Mueve el punto azul sobre la parte izquierda de la escena y trata de no salirte del camino marcado en la parte derecha (su imagen especular). Si pinchas inicio aparecerán otros caminos diferentes.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo

Te has visto alguna vez en una cuchara. Pruéballo.

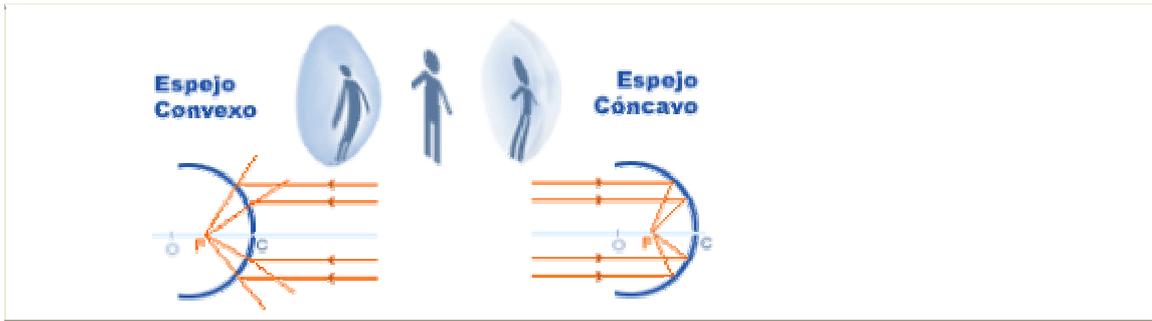
La superficie de la cuchara es cóncava

Si su curvatura fuera igual que la de un casquete esférico, diríamos que se trata de una superficie esférica cóncava (lo cual es bastante difícil en las cucharas habituales)



2.2.1 Espejos esféricos cóncavos y convexos

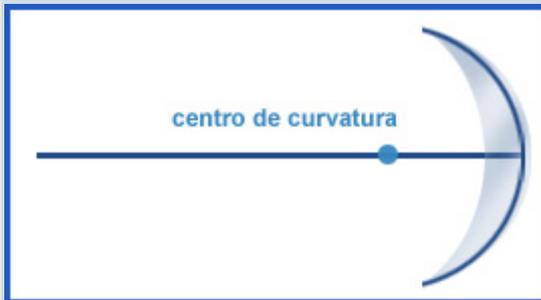
Un espejo que tenga un aspecto como una antena parabólica o como la parte interior de una cuchara se denomina **espejo cóncavo**. El espejo, por el otro lado, es **convexo**.



2.2.2 Espejos esféricos: eje óptico y foco

Elementos de un espejo: Sitúa el ratón sobre el elemento correspondiente

centro de curvatura: es el centro de la esfera imaginaria que constituye el espejo



eje óptico: es la recta horizontal que pasa por el centro de curvatura



foco: es el punto del eje óptico por el que pasan reflejados los rayos paralelos. Está situado en el punto medio de la línea que une el centro con el espejo.





2.2.4 Espejos cóncavos formación de imágenes

¿Cómo saber qué imágenes se forman cuando colocamos un cuerpo ante un espejo cóncavo?

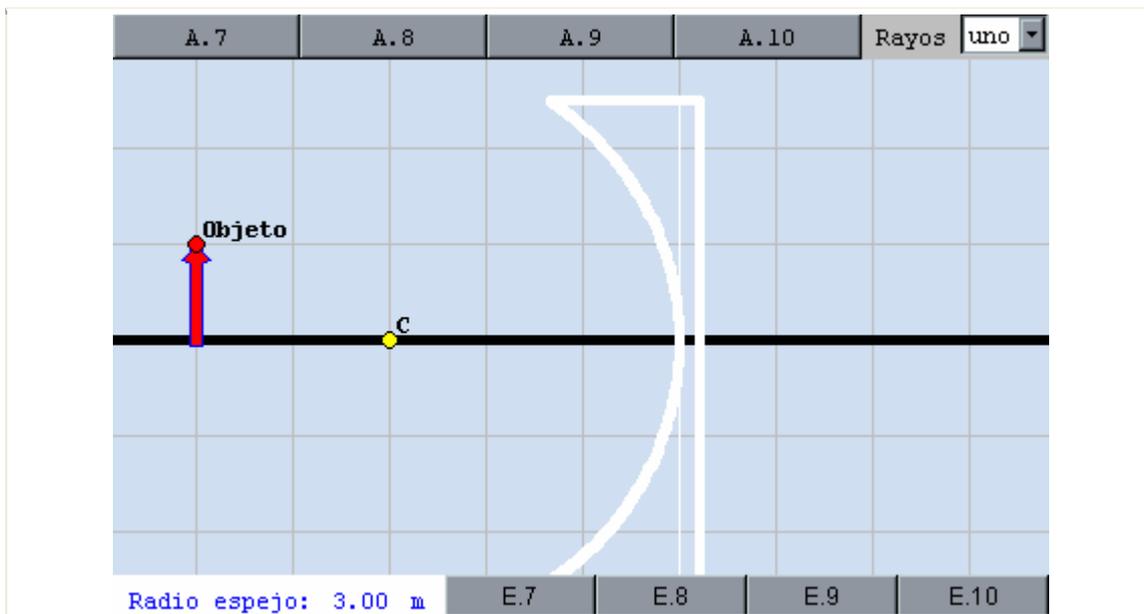
Colocaremos en el eje óptico un objeto simple: una flecha. Sólo nos fijaremos en la marcha que siguen los rayos de luz paralelos al eje y otro que pase por el foco. Recuerda que se reflejan cumpliendo las **leyes de la reflexión**.

La imagen formada, O' , puede ser, respecto al objeto, O :

derecha o invertida	Derecha 	Invertida
mayor o menor	Mayor 	Menor
real o virtual	Real 	Virtual

2.2.5 Espejos cóncavos : ¿cómo se forman las imágenes?

¿POR QUÉ cuando estamos ante un espejo cóncavo podemos vernos de diferente tamaño, e incluso, no vernos?



A.7: ..pincha y arrastra el punto rojo

A.8: ...Pincha y arrastra el punto amarillo

A.9: ..Pincha sobre cualquier punto de la pantalla y verás sus coordenadas. En el eje óptico la coordenada y es 0.El punto de corte del eje óptico con el espejo es el (1,0)

A.10: ...Selecciónalo con el control de la barra superior..

E.7: Observamos que si movemos el objeto, el rayo reflejado ...¿pasa por un único punto o por varios? ¿El nombre de ese punto es?...

E.8: Observamos que si movemos el objeto, el rayo paralelo al eje óptico siempre se refleja, pasando por...El rayo que pasa por el foco, siempre se refleja...

E.9: Se obtienen siempre que el objeto antes del foco. b) Esté entre el foco y el centro de curvatura. c) Esté entre el foco y el espejo. d) Esté más alejado del foco.

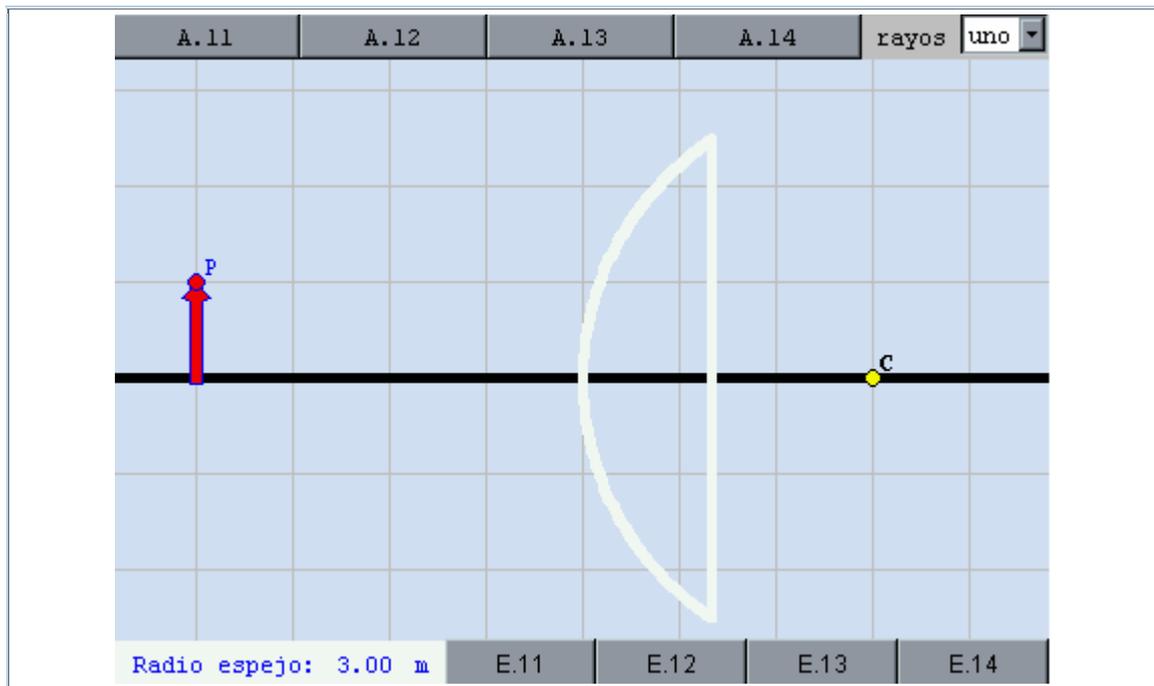
E.10: a) Esté antes del foco. b) Esté entre el foco y el centro de curvatura. c) Esté entre el foco y el espejo. d) Esté más alejado del centro de curvatura.

2.3 Espejos esféricos convexos

Aquí tienes dos espejos esféricos, uno cóncavo y otro convexo

2.3.1 Espejos esféricos convexos: ¿Cómo se forma la imagen?

Aquí tienes un espejo convexo



A.11: ..pincha y arrastra el punto rojo

A.12: ...Pincha y arrastra el punto amarillo

A.13: ..Pincha sobre cualquier punto de la pantalla y verás sus coordenadas. En el eje óptico la coordenada y es 0.El punto de corte del eje óptico con el espejo es el (0,0)

A.14: ...Selecciónalo con el control de la barra superior..

E.11: ..Vemos que el la prolongación del rayo reflejado pasa por un punto llamado...

E.12: ..la prolongación del rayo reflejado paralelo al eje óptico pasa por... Y la prolongación del rayo que pasa por el foco...

E.13: a) mayor; b) menor; c) igual que el tamaño del objeto.

E.14: a) siempre reales; b) siempre virtuales; c) reales o virtuales, dependiendo de la distancia a la que se encuentre el objeto.

3.1 La refracción

¿Qué es la refracción?

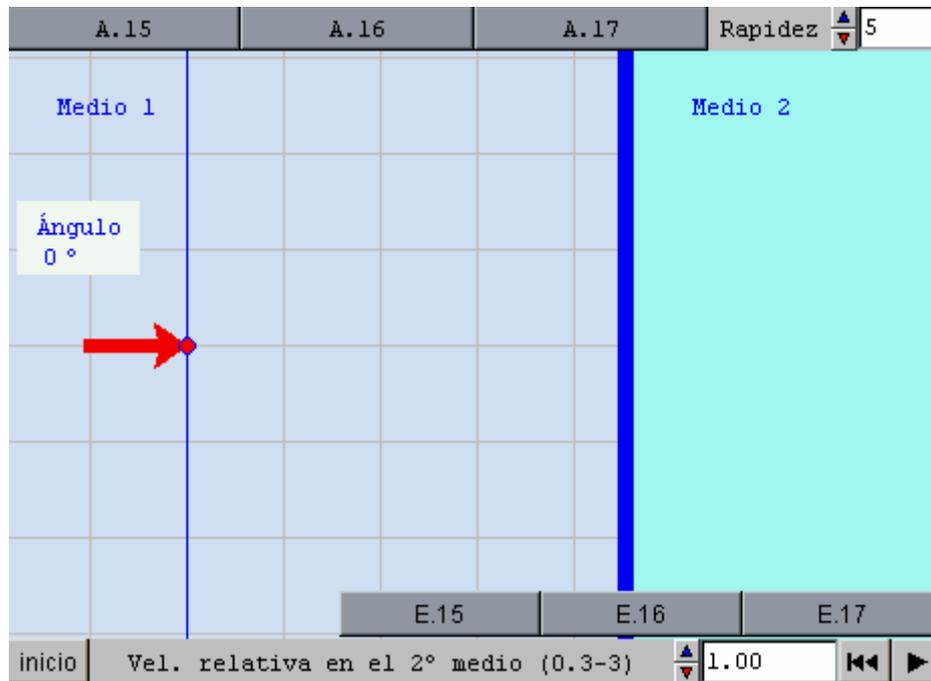
Cuando la luz pasa de un medio material a otro cambia su dirección; este fenómeno se denomina refracción. La refracción de la luz depende de la relación de sus velocidades en cada medio y del ángulo con que incide

velocidad de la luz en m/s	
vacío	$2,99792 \cdot 10^8$
aire	$2,99702 \cdot 10^8$
agua	$2,25407 \cdot 10^8$
vidrio	$1,99861 \cdot 10^8$
diamante	$1,24034 \cdot 10^8$

gifs imagen refracción aire-agua

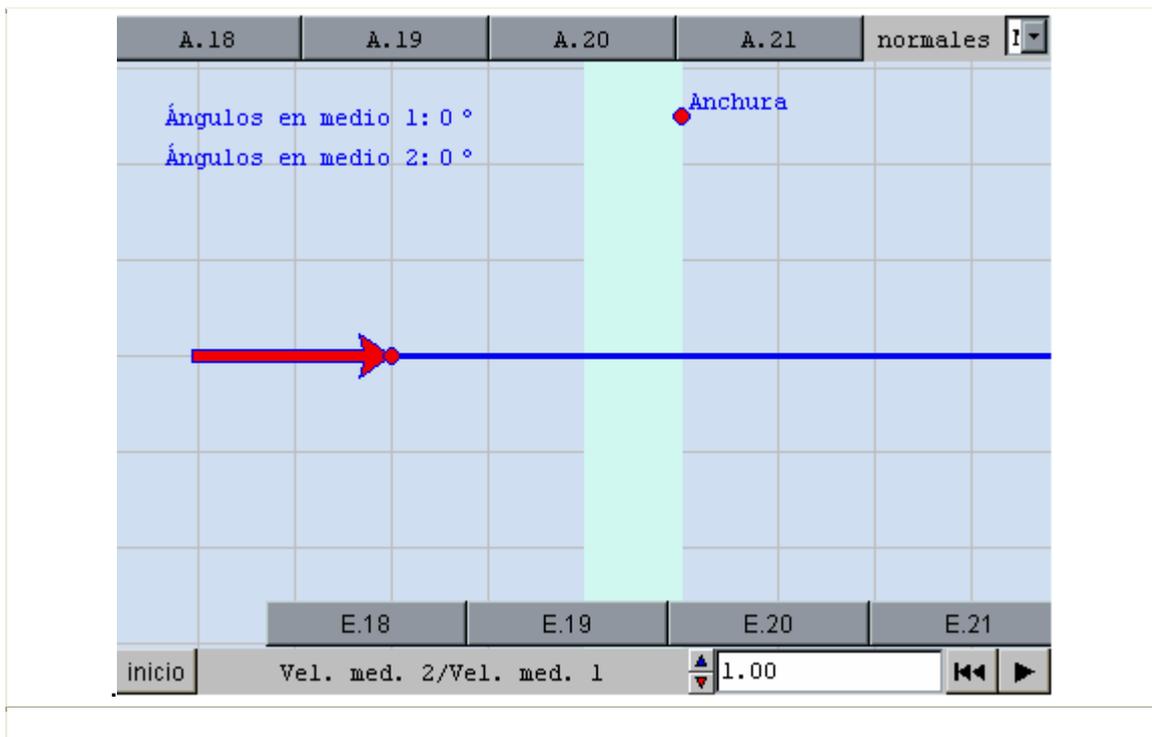
3.1.1 Refracción

Imagina que una ola pasa de una zona más profunda a otra de aguas someras, o viceversa. Allí hay una refracción.



3.1.2 La refracción

Cuando un rayo de luz atraviesa una lámina de vidrio también se refracta. En determinadas circunstancias puede producirse una reflexión total.



A.18: Pincha y arrastra el control rojo del rayo de luz

A.19: Pincha y arrastra el control rojo anchura

A.20: Selecciona el control de la parte de arriba de la escena.

A.21: Selecciona diferentes cocientes v_1/v_2 .

E.18: El ángulo refractado en el medio 2....

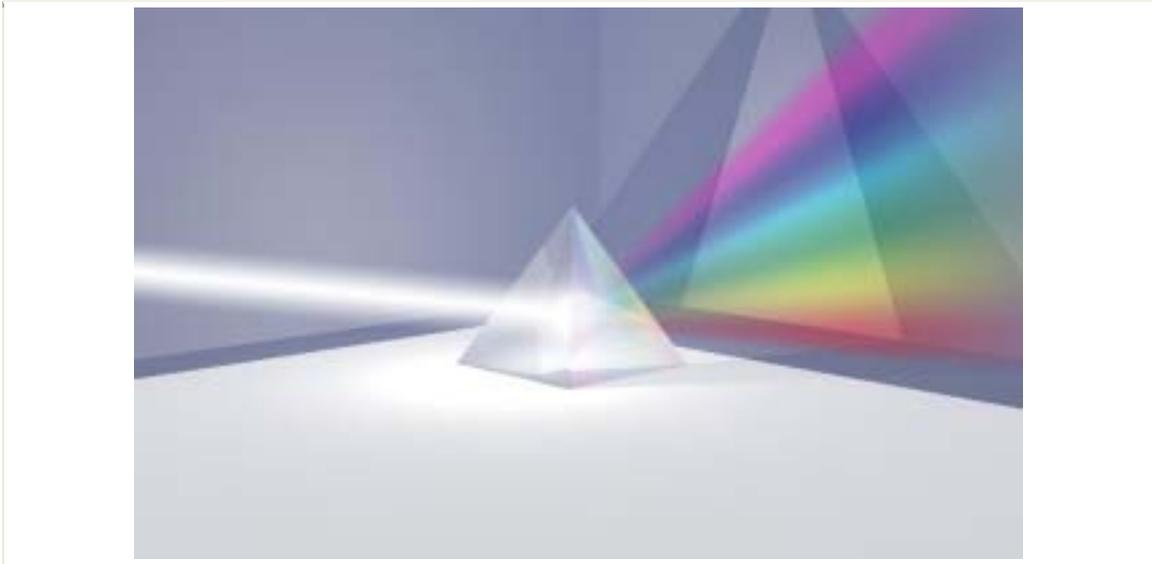
E.19: a) es igual; b) es parecido; c) es siempre menor al salir

E.20: a) depende del cociente de las velocidades de la luz ; b) es independiente del cociente de las velocidades de la luz; c) sólo depende del ángulo de incidencia.

E.21: Al variar el espesor del medio 2, los valores de los ángulos que forman los rayos de incidencia y refractados, ¿varían o permanecen constantes?

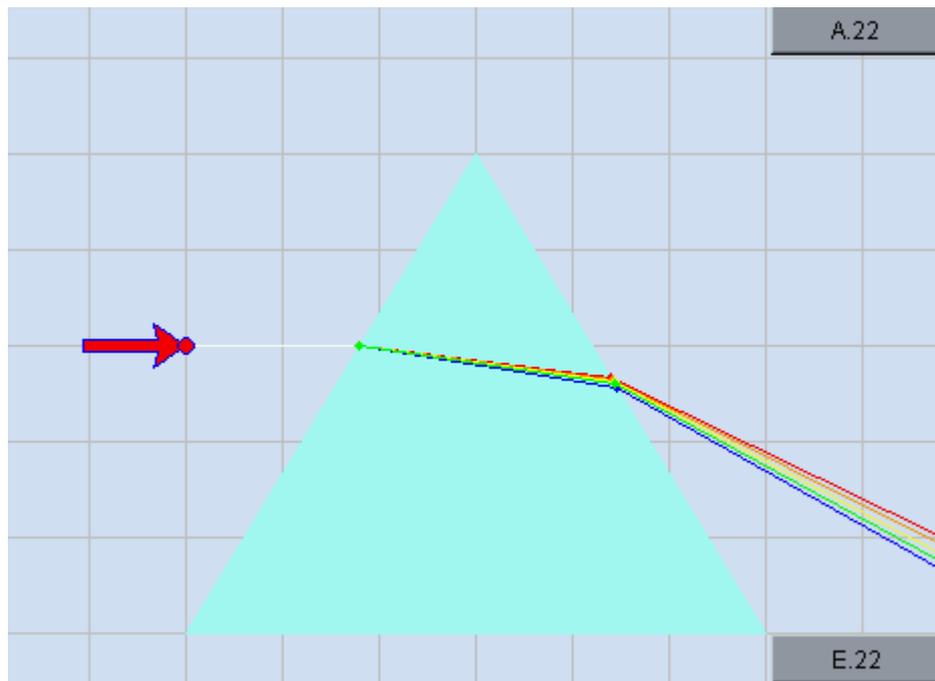
3.2 Refracción según el color

El arcoiris producido cuando la luz atraviesa un prisma óptico es un buen ejemplo de refracción de la luz. Es debido a que la luz está formada por numerosas ondas de diferentes longitudes; cada una de ellas se refracta de una manera diferente.



3.2.1 Refracción según el color

Manipula el arcoíris



A.22: Pincha el botón rojo y arrástralo. Observa qué ocurre.

E.22: ... más se desvía es el...

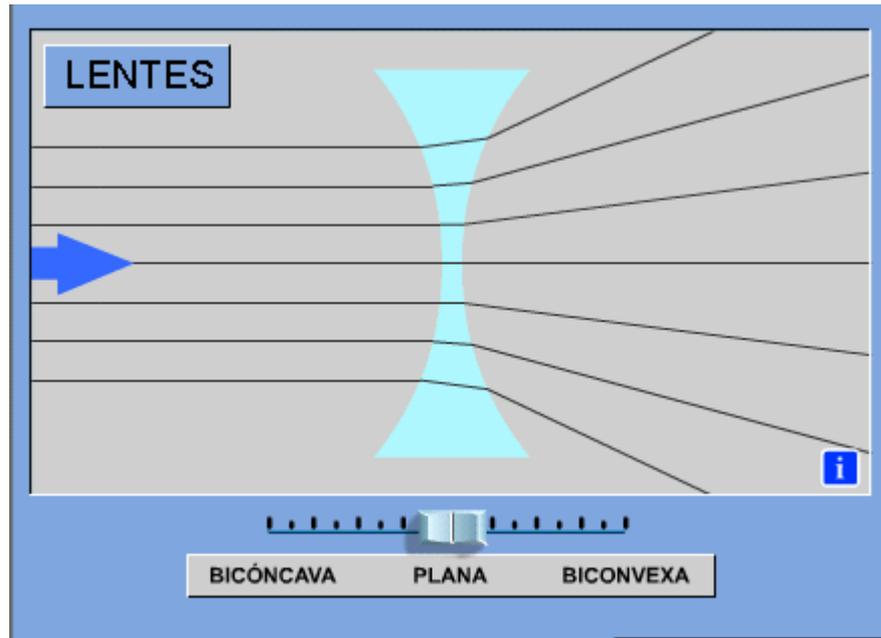
3.2.1 Refracción según el color. ¿De qué están hechas las estrellas?

Ejemplos de espectros

imágenes

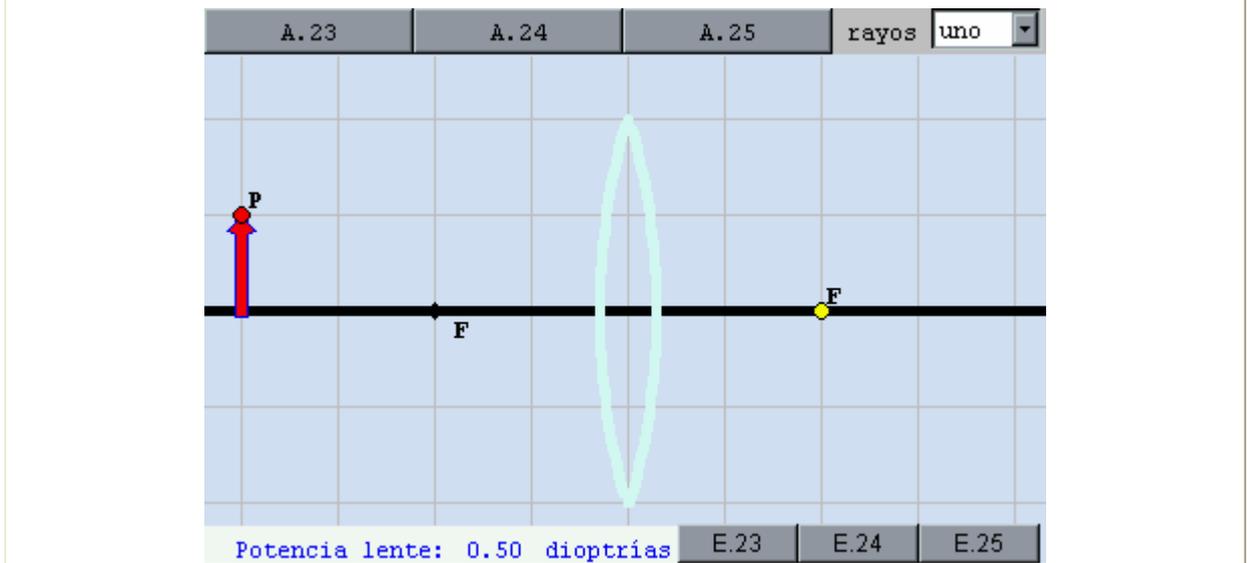
3.3 Lentes convergentes.. y divergentes

Moviendo el deslizador verás cómo se comporta la luz cuando atraviesa una lente bicóncava y una biconvexa.



3.3.1 Lentes convergentes

Lentes convergentes



A.23: ..Pincha y arrastra el punto rojo.

A.24: ..Pincha y arrastra el punto amarillo

A.25: ..Pincha sobre cualquier punto de la pantalla y verás sus coordenadas. En el eje óptico la coordenada y es 0. En el centro de la lente, la coordenada x vale 0.

E.23: .. ¿es siempre real? ¿o puede ser virtual?

E.24: ... ¿Es siempre menor que el objeto o puede ser mayor?

E.25: ... ¿las imágenes están más próximas o más alejadas del objeto?

3.4 Lentes divergentes

¿Cómo se forman las imágenes en lentes divergentes?

A.26	A.27	A.28	rayos uno
------	------	------	---

Potencia lente: -0.33 dioptrías

E.26	E.27	E.28
------	------	------

A.26: ..Pincha y arrastra el punto rojo.

A.27: Pincha y arrastra el punto amarillo.

A.28: Pincha sobre cualquier punto de la pantalla y verás sus coordenadas. En el eje óptico la coordenada y es 0. El centro de la lente está sobre el punto (0,0)

E.26: ¿Son siempre reales, o también pueden ser virtuales?

E.27: ..¿Son siempre mayores, o también pueden ser menores que el objeto?

E.28: El tamaño de la imagen, ¿es mayor o menor?

4.1 El telescopio: ¿cómo funciona?

Dicen que Nerón usaba un rubí como lupa. Durante la Edad Media era frecuente que algunos hombres de letras, cortos de vista, usaran lentes en sus lecturas. Hacia el 1600, un holandés llamado Liepperhey construyó el primer telescopio digno de tal nombre. Después, Galileo construyó otros para él y los apuntó hacia el cielo. Había comenzado la época de la Ciencia moderna.

ELEMENTOS DE UN TELESCOPIO:

OBJETIVO



Es la lente convergente por donde entra la luz en el aparato. En los telescopios modernos el objetivo está formado por dos o más lentes. También hay telescopios en que el objetivo es un espejo cóncavo. El objetivo sirve para producir una imagen real, invertida y diminuta del objeto lejano que examinamos.

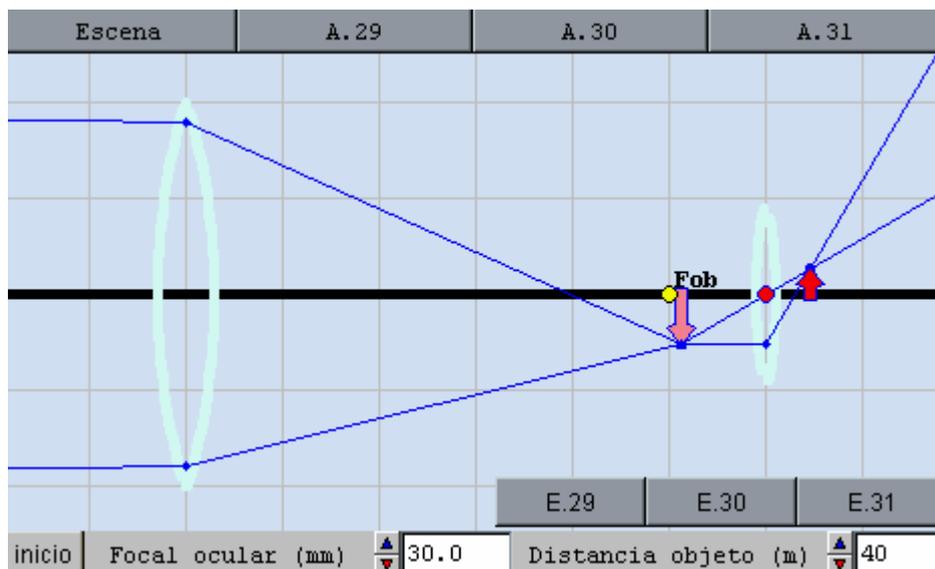
OCULAR



Es otra lente convergente, de mucha menor distancia focal que el objetivo, donde el observador sitúa su ojo. Su misión es actuar como una lupa sobre la imagen formada por el objetivo. Los oculares modernos pueden estar compuestos de muchas lentes simples.

4.1 El telescopio: ¿cómo funciona?

¿Cómo funciona un telescopio?



4.2 El telescopio: ¿cuál me compro?

La Astronomía amateur es una actividad divertida y educativa. Si alguna vez quieres y puedes adquirir un telescopio astronómico debes conocer antes sus posibilidades. Ten en cuenta que la información que dan en algunos comercios que venden telescopios no es siempre completa.

imagen: Un grupo de aficionados con telescopios

Los factores importantes en un telescopio astronómico son el alcance, la resolución y el aumento. De este último ya hemos hablado, si quieres saber más sobre alcance y resolución señala el nombre correspondiente.

ALCANCE

Es la magnitud estelar más débil que podemos observar con el telescopio. Una estrella brillante puede ser de magnitud 1 (unas pocas son aún más brillantes). Las más débiles que podemos ver a simple vista son de magnitud 6. Un telescopio puede alcanzar a ver estrellas mucho más débiles. En algunos casos hasta la magnitud 21 ó más. Para que tengas un elemento de comparación, te diremos que un astro es 100 veces más brillante que otro que sea 5 magnitudes más débil (una estrella de magnitud 6 es 100 veces más débil que otra de magnitud 1).

RESOLUCIÓN

Es el ángulo más pequeño con que podemos apreciar dos estrellas del mismo brillo por separado. Es decir si estamos viendo desde O las estrellas E1 y E2, la resolución será el valor mínimo del ángulo E_1OE_2 para que no nos parezcan una sola estrella. Esta magnitud es muy importante para distinguir objetos en los planetas, el Sol (siempre con un filtro adecuado) o en la Luna.

4.2 El telescopio: ¿cuál me compro?

¿Es mejor un telescopio largo o uno corto? ¿Es mejor un telescopio ancho o uno estrecho?

La siguiente escena puede ayudarte a resolver estos interrogantes.

Escena A.32 A.33 Vemos planeta

Diámetro: 50 mm

Aumentos: 75 X
Resolución: 2.40
Magnitud límite: 10.6

E.32 E.33

Focal objetivo (mm) 1500 Focal ocular (mm) 20.0

ESCENA: ...Los controles inferiores nos permiten variar la distancia focal del objetivo y del ocular. El control superior permite elegir la clase de objeto: planetas o estrellas. El punto rojo sobre el objetivo puede ser arrastrado para cambiar el diámetro del objetivo. El programa nos informará continuamente del aumento, resolución y alcance de cada telescopio.

A.32: ...¿Es mejor un telescopio largo o uno corto?: 1. Coloca el control superior en planetas y el control de la focal del ocular en el valor 10 mm. 2. Manteniendo constantes las otras variables, ve cambiando la longitud focal del objetivo y observa cómo se modifica la resolución del telescopio y la imagen del planeta. ¿Cómo verás mejor el planeta? 3. Cambia ahora el control superior a estrellas y repite los cambios en la focal del objetivo. ¿Cambia la magnitud límite del telescopio? ¿En qué caso se ven más estrellas? ¿Se te ocurre alguna explicación a tu observación?

A.33: ...¿Es mejor un telescopio ancho o uno estrecho?: Veamos primero el problema de la resolución. 1. Da al telescopio la mayor distancia focal de objetivo posible y el menor diámetro. 2. Ve disminuyendo la distancia focal del ocular desde 30 a 10 mm. ¿Cómo varía la resolución? 3. Repite la experiencia con mayores diámetros de objetivo. ¿Qué conclusión obtienes? 4. Fíjate ahora en la magnitud límite del telescopio a medida que varías el diámetro. ¿Qué observas?

E.32: ..Lo mejor es...

E.33: a) Está relacionada con sus aumentos, b) está relacionada con su resolución...

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETORCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

5.1 La luz como partícula

¿Cuál es la naturaleza de la luz?

A lo largo de la Historia han sido muchas las hipótesis que han hecho filósofos y científicos acerca de qué era la luz. No fue hasta 1924 cuando se pudo dar una respuesta satisfactoria a la pregunta.

¿Son ondas o partículas?

La luz se comporta como si estuviera formada por ondas que emite el foco. Todas las propiedades estudiadas en el tema ONDAS pueden aplicarse a la luz.

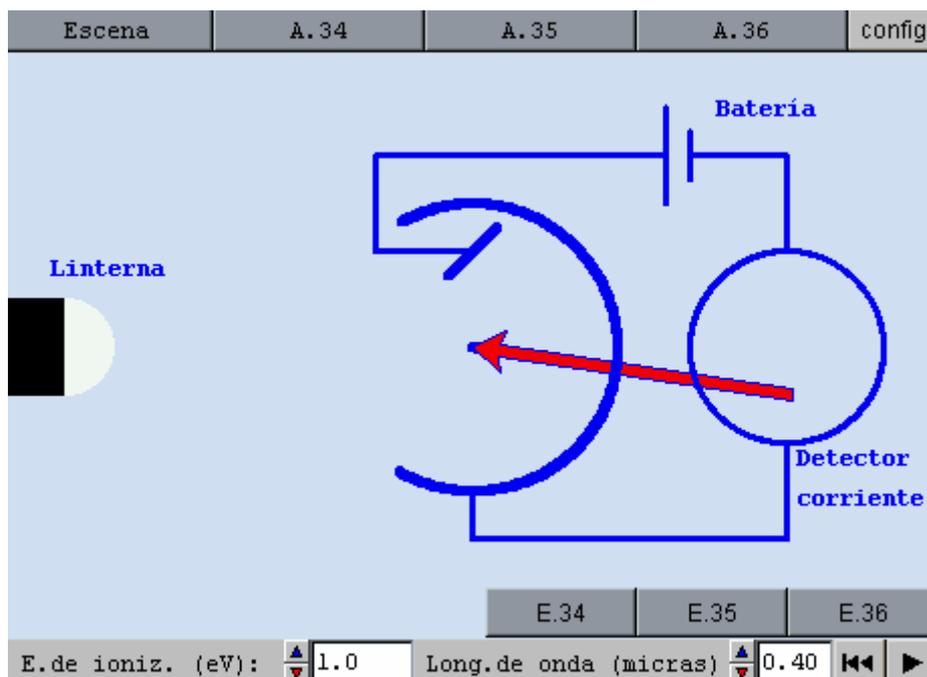
¿Entonces la luz está formada por ondas o por partículas?

En 1924 Louis de Broglie puso fin a la polémica cuando hizo la siguiente hipótesis: Toda partícula en movimiento lleva asociada una onda electromagnética.

Es decir, la luz tiene una "doble" naturaleza: está formada por ondas y a la vez son partículas. La escena siguiente constituye una prueba de que **la luz está formada por partículas**.

5.1.1 La luz como partícula. La célula fotoeléctrica

El funcionamiento de la célula fotoeléctrica no puede explicarse suponiendo que la luz es una radiación electromagnética.



ESCENA: ...Cuando luces de pequeña longitud de onda chocan contra un metal, éste emite electrones. La energía necesaria para que los metales liberen electrones se denomina energía de ionización. Cada metal tiene una energía de ionización característica. Con esta escena podrás estudiar con detalle el fenómeno.

A.34: ...O lo que es lo mismo fija una energía de ionización: 1. Modifica el control que está en la parte superior de la escena. 2. Modifica el color de la luz que incide sobre la célula fotoeléctrica: Elige una longitud de onda que pueda cerrar el circuito, indicando paso de corriente eléctrica

A.35: ..Para un determinado tipo de luz. Modifica el tipo de metal (energía de ionización en el control de arriba) y estudia qué tipo de metales liberan los electrones con más facilidad.

A.36: ..Para la escena pulsando pausa y vuelve a ponerla en marcha pulsando animación.

E.34: a) más fácilmente pierde sus electrones; b) más energía tienen sus electrones cuando salen; c) más corriente eléctrica se produce cuando un fotón incide sobre él.

E.35: a) más fácilmente libera electrones cuando choca con un metal; b) más difícilmente libera electrones cuando choca con un metal.

E.36: a) puede deducirse que la luz se comporta como una onda; b) puede deducirse que la luz se comporta como si fueran partículas.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

5.2 ¿Qué consecuencias pueden sacarse del funcionamiento de la célula fotoeléctrica?

El efecto fotoeléctrico en la escena anterior no se puede explicar suponiendo que la luz son ondas. Así, no puede explicarse que:

- ocurra con unas radiaciones y con otras no
- el efecto fotoeléctrico sea instantáneo
- la intensidad de la radiación no influya ni en la rapidez con que se produce la emisión ni en la energía de los electrones que se desprenden

En 1905, Einstein mantuvo que cuando la luz interacciona momentáneamente con la materia, se comporta como si estuviera constituida por partículas. La cantidad mínima de esas partículas las denominó fotones y su energía viene dada por

$$E = h \cdot \nu$$

en la que h es la constante de Planck y ν es la frecuencia de la radiación.

Cuando un fotón choca contra un metal, éste lo absorbe, pasando la energía del fotón íntegramente a los electrones del metal.

Si esta energía es mayor que la que mantiene el metal unido al núcleo, se ioniza. Esta energía mínima para "arrancar al electrón del metal" se denomina Energía umbral, que difiere para cada metal.

Esta interpretación explica lo que no puede explicar la teoría electromagnética de la luz.