

Capítulo 5: Práctico de Laboratorio

Óptica geométrica

1 - Reflexión; formación de imágenes por un espejo plano

Leyes de la reflexión: 1°) el rayo incidente, la normal y el rayo reflejado, están en un mismo plano; 2°) el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia. Figura 1.

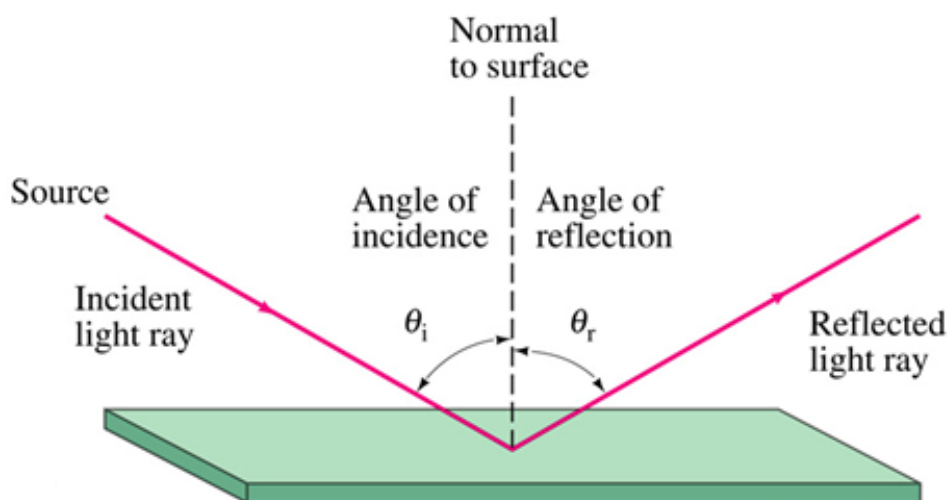
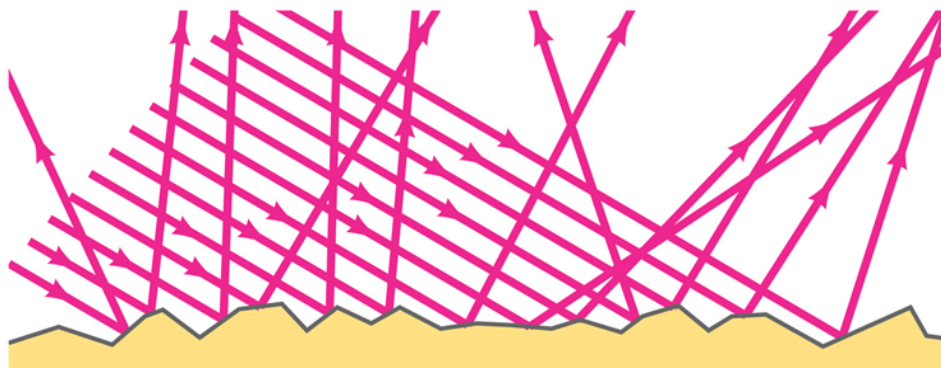


Figura 1: reflexión de un haz de luz en un espejo plano.

Reflexión difusa: si la superficie es arrugada, siguen valiendo las leyes de la reflexión, pero el ángulo de reflexión varía. En este caso la imagen es difusa. Figura 2.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Figura 2: reflexión difusa.

Con la reflexión difusa, sus ojos ven la luz reflejada para todos los ángulos. Con reflexión especular (desde un espejo), su ojo debe estar en la posición correcta. Figura 3.

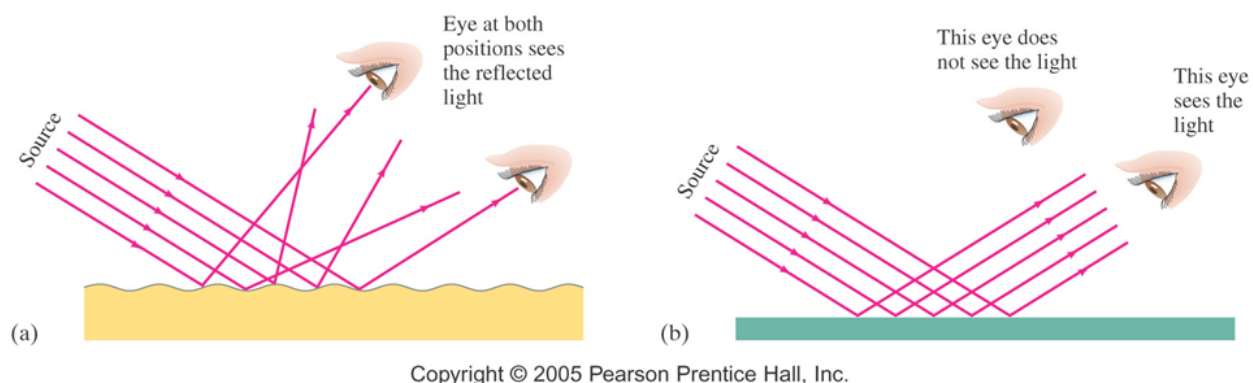


Figura 3: reflexión difusa y reflexión especular.

Cuando usted mira un espejo plano ve una imagen que aparece detrás del espejo. La imagen se forma con distintos rayos que parten del objeto y se reflejan en el espejo plano de acuerdo a las leyes de la reflexión, hasta llegar a nuestro ojo. La imagen que se forma detrás del espejo es virtual porque se forma con la prolongación de los rayos, es del mismo tamaño que el objeto, es derecha y se forma a la misma distancia del espejo que la distancia a la que se encuentra el objeto del espejo. Figura 4.

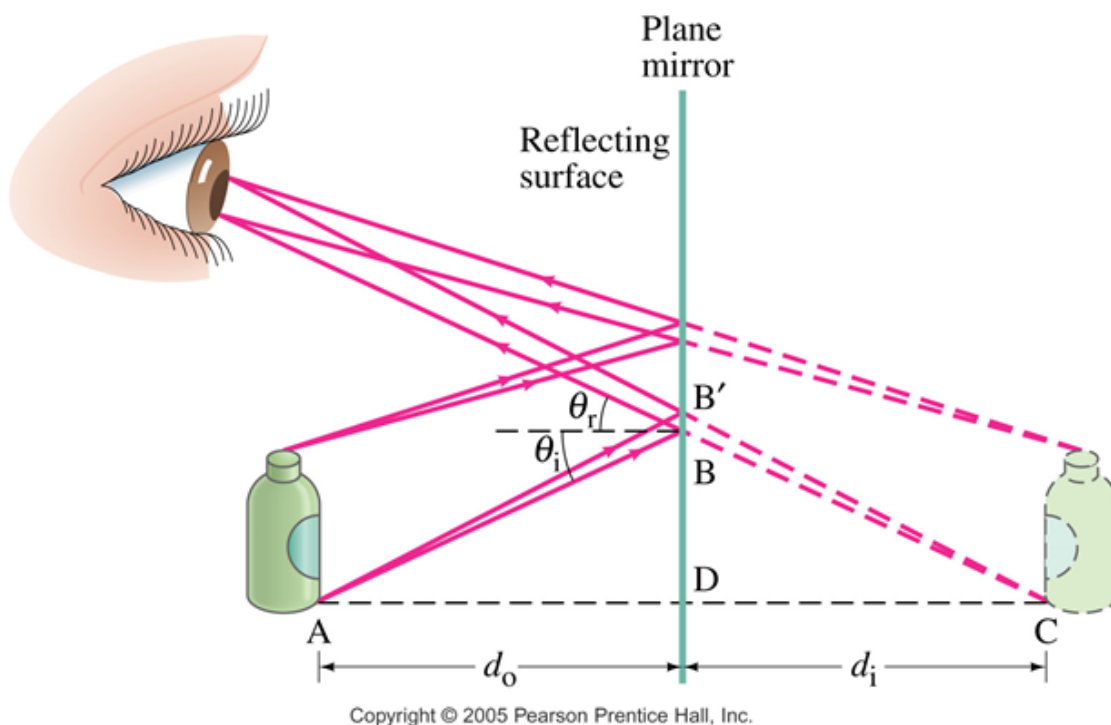


Figura 4: formación de imágenes en un espejo plano.

Mirándose uno mismo al espejo (Figura 5).

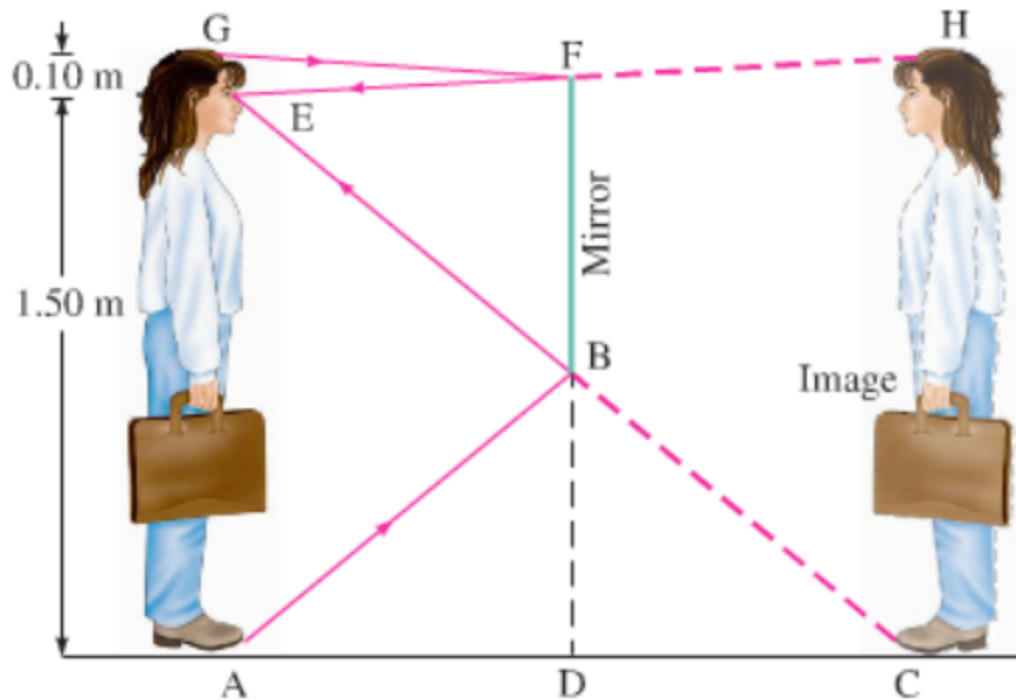


Figura 5: Cómo se forma la imagen de usted mismo en un espejo plano.

Cuando usted mira un espejo, ve una imagen de usted mismo y de los objetos a su alrededor. Pero usted no se ve a sí mismo como otras personas lo ven, porque derecha e izquierda aparecen intercambiadas en la imagen. Figura 6.



Figura 6: cómo ve la imagen de usted mismo en un espejo plano.

2 - Refracción; formación de imágenes por lentes

Leyes de la refracción: 1°) el rayo incidente, la normal y el rayo refractado, están en un mismo plano; 2°) ley de Snell.

3 - Principio de Huygens (1620-1695)

Principio de Huygens y difracción

Todo punto sobre un frente de onda se puede considerar como una fuente de pequeños frentes de onda que se difunden en dirección hacia adelante a la rapidez de la onda misma. El nuevo frente de onda es la envolvente de todos los pequeños frentes de ondas, es decir, la tangente a todos ellos.

Considere el frente de onda AB en la figura 7, que viaja alejándose de una fuente S. Suponemos que el medio es *isotrópico*, es decir, la velocidad v de las ondas es la misma en todas direcciones. Para hallar el frente de onda un corto tiempo t después de que está en AB, se dibuja pequeños círculos con radio $r=vt$. Los centros de esos pequeños círculos están sobre el frente de onda original AB y los círculos representan trenes de onda (imaginarios) de Huygens. La tangente a todos esos trenes de onda, o línea CD, es la nueva posición del frente de onda.

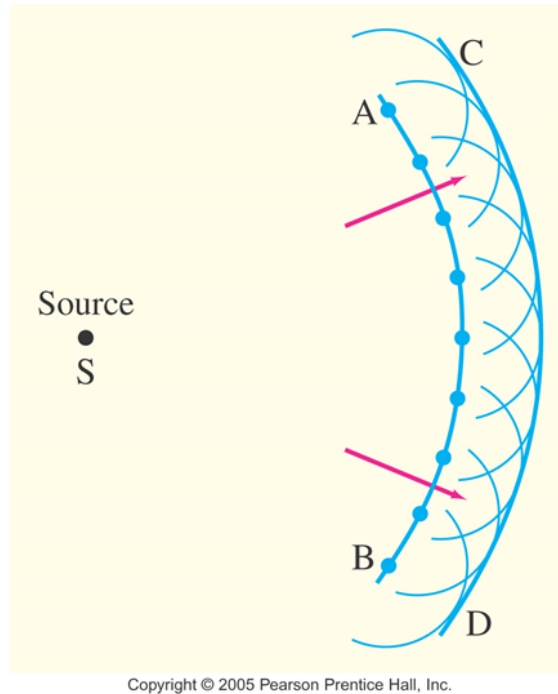


Figura 7: Principio de Huygens usado para determinar el frente de onda CD cuando el frente de onda AB es dado.

El principio de Huygens es particularmente útil cuando las ondas inciden sobre un obstáculo y los frentes de onda son parcialmente interrumpidos. El principio de Huygens predice que las ondas se desvían detrás de un obstáculo, como se muestra en la figura 8. Esto es justamente lo que hacen las olas, como ya se vio en la Física I. La desviación de las ondas detrás de obstáculos hacia la "región de sombra" se conoce como "difracción". Como la difracción ocurre en ondas, puede servir como un medio para evidenciar la naturaleza de la luz.

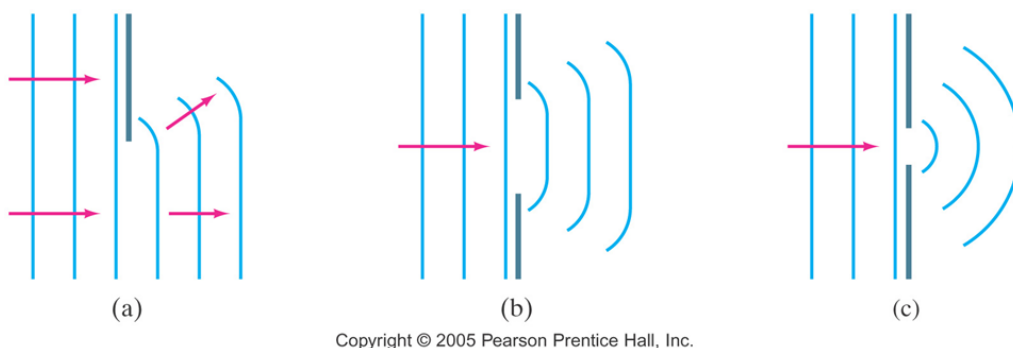


Figura 8: El principio de Huygens es consistente con la difracción (a) alrededor del borde de un obstáculo, (b) a través de un orificio grande, (c) a través de un orificio pequeño cuyo tamaño es del orden de la longitud de onda de ésta.

Principio de Huygens y la ley de refracción

Las leyes de la reflexión y de la refracción eran bien conocidas en tiempos de Newton. La ley de la reflexión no podía distinguir entre las dos teorías: ondas *versus* partículas; pues cuando las ondas se reflejan en un obstáculo, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión (figura 9). Lo mismo es cierto para las partículas; pensemos en una pelota de tenis sin rotación que golpea una superficie plana.

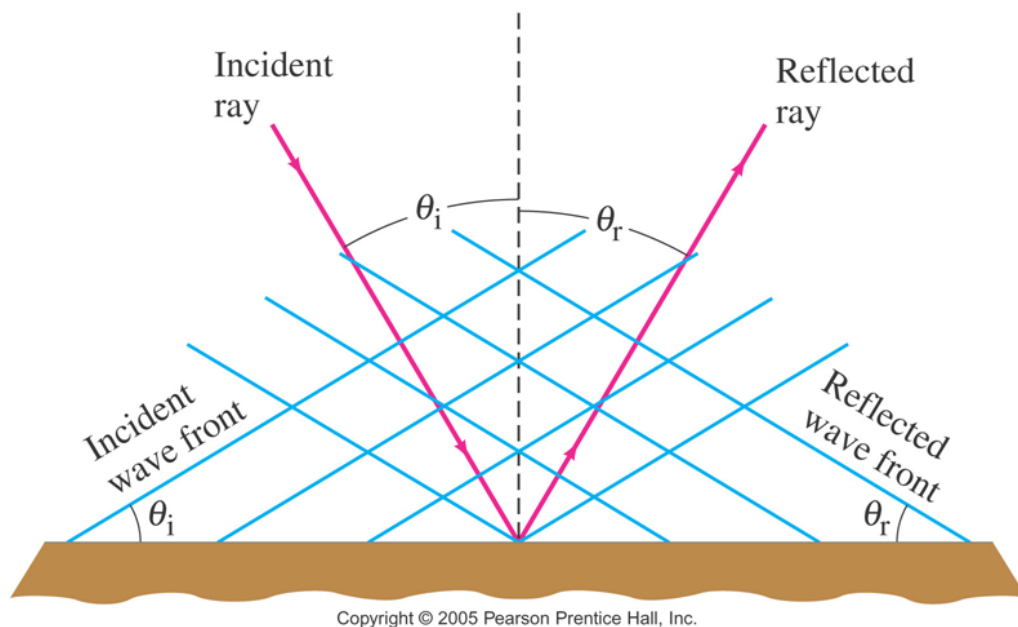


Figura 9: Ley de la reflexión.

La ley de la refracción es otro asunto. Consideremos la luz entrando a un medio donde es desviada hacia la normal, como cuando pasa del aire al agua. Como se muestra en el figura 10, este efecto se puede construir aplicando el principio de Huygens si suponemos que la velocidad de la luz es menor en el segundo medio ($v_2 < v_1$). En el tiempo t , el punto B sobre el frente de onda AB se desplaza una distancia $v_1 t$ para llegar al punto D. Por otra parte, el punto A viaja una distancia $v_2 t$ para llegar al punto C, y $v_2 t < v_1 t$. El principio de Huygens se aplica a los puntos A y B para obtener los frentes curvos mostrados en C y D. El frente de onda es tangente a esos dos frentes, de manera que el nuevo frente de onda es la línea CD. Por consiguiente, los rayos, que son perpendiculares a los frentes de onda, se desvían hacia la normal si $v_2 < v_1$, como está dibujado.

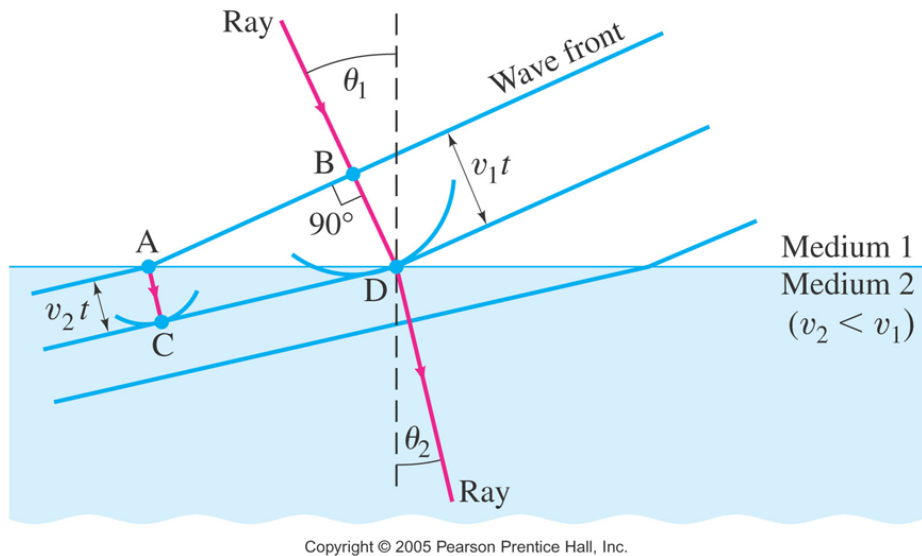


Figura 10: Refracción, explicada usando el principio de Huygens.

Newton postuló la teoría corpuscular de la luz que predecía el resultado opuesto, o sea que la velocidad de la luz sería mayor en el segundo medio ($v_2 > v_1$). Así, la teoría ondulatoria predice que la velocidad de la luz en el agua, por ejemplo, es menor que en el aire; y la teoría de partículas de Newton predice lo contrario. Un experimento para medir la velocidad de la luz en el agua fue llevado a acabo en 1850 por el físico francés Jean Foucault, y se confirmó la predicción de la teoría ondulatoria. En ese entonces, la teoría ondulatoria ya había sido plenamente aceptada.

4 - Museo del microscopio

Este sitio muestra la evolución del microscopio a lo largo del tiempo.

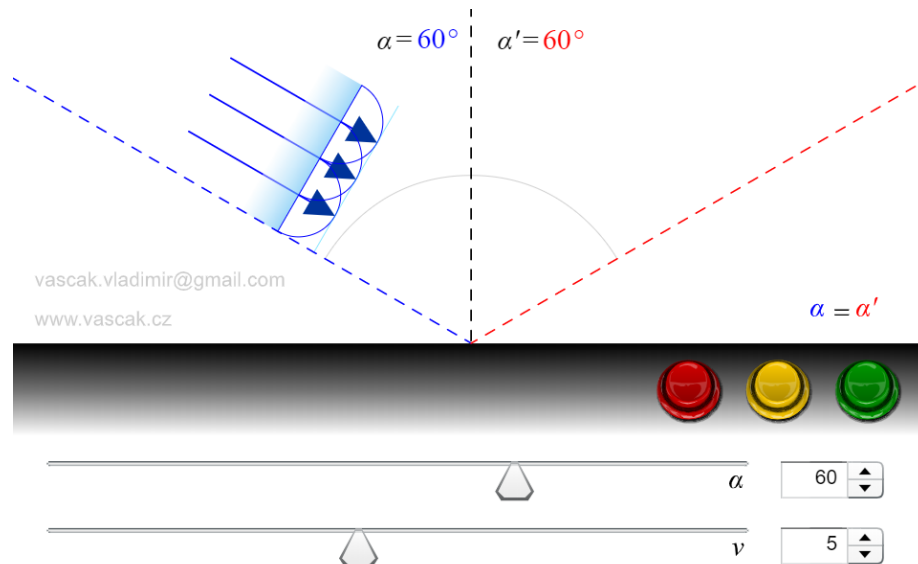


**Pacini
Compound
Microscope
(circa 1845)**

<https://micro.magnet.fsu.edu/primer/museum/index.html>

5 - Reflexión de una onda en una superficie plana

Este applet muestra la reflexión de una onda plana en una superficie también plana, utilizando el principio de Huygens.

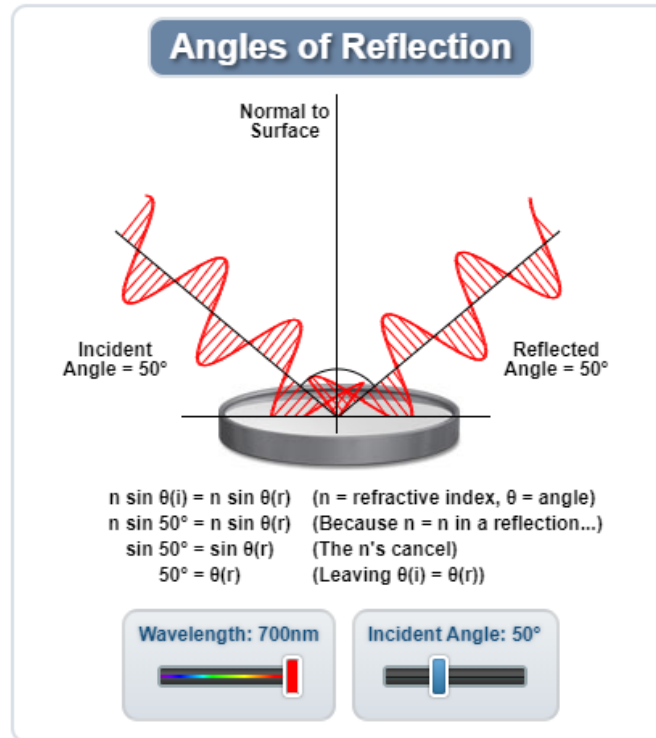


https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_odraz_vlneni&l=es

La construcción los frentes de onda se realiza de acuerdo al principio de Huygens, mostrando a la onda también como rayo. Permite variar el ángulo de incidencia y la velocidad de propagación en el medio.

6 - Reflexión de la luz

Este applet muestra la reflexión de la luz en un espejo plano.

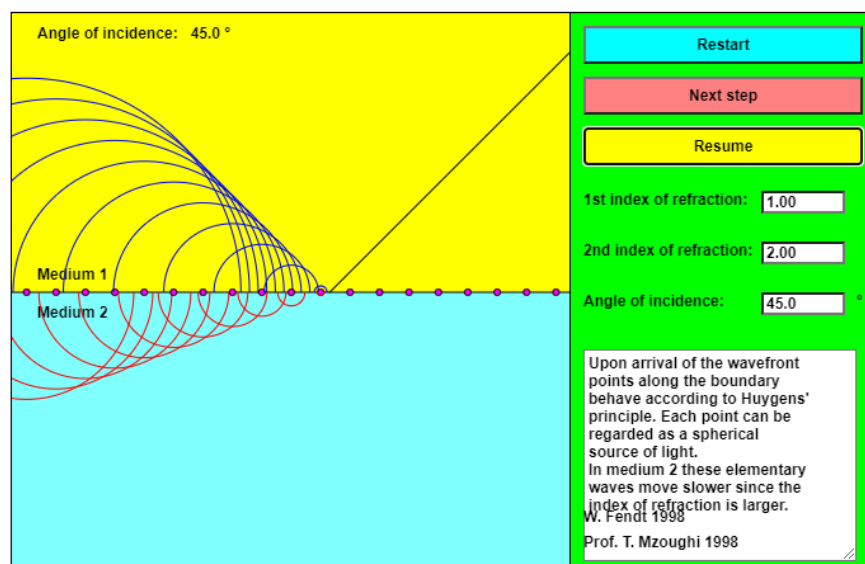


<https://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/reflection/index.html>

Permite variar el ángulo de incidencia y la longitud de onda (color) de la luz incidente.

7 - Reflexión y refracción de la luz

Este applet permite estudiar la reflexión y la refracción de ondas de luz utilizando el principio de Huygens.

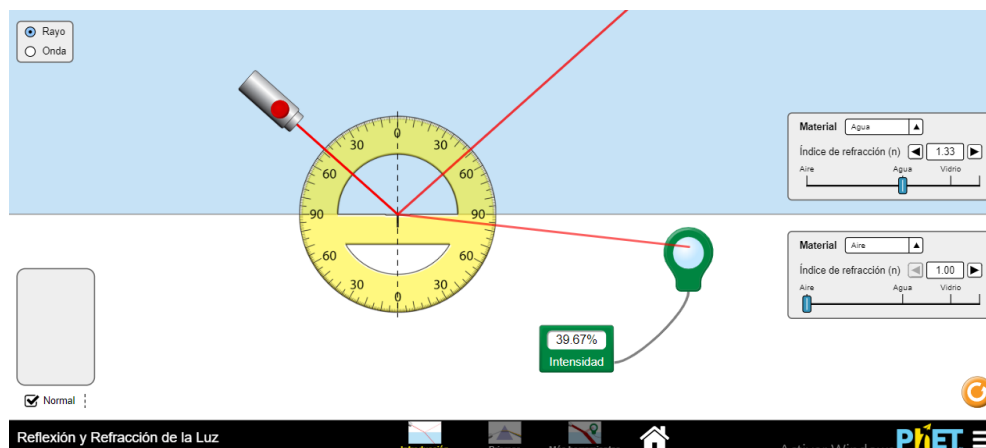


https://www.walter-fendt.de/html5/phen/refractionhuygens_en.htm

Una onda plana de luz incide sobre una superficie plana. Permite variar los índices de refracción de ambos medios y el ángulo de incidencia. Contiene un menú de opciones que se activa haciendo click en "next step". En cada opción se encuentra la explicación del fenómeno que se muestra.

8 - Reflexión y refracción de la luz

Este experimento permite estudiar la reflexión y refracción de la luz.



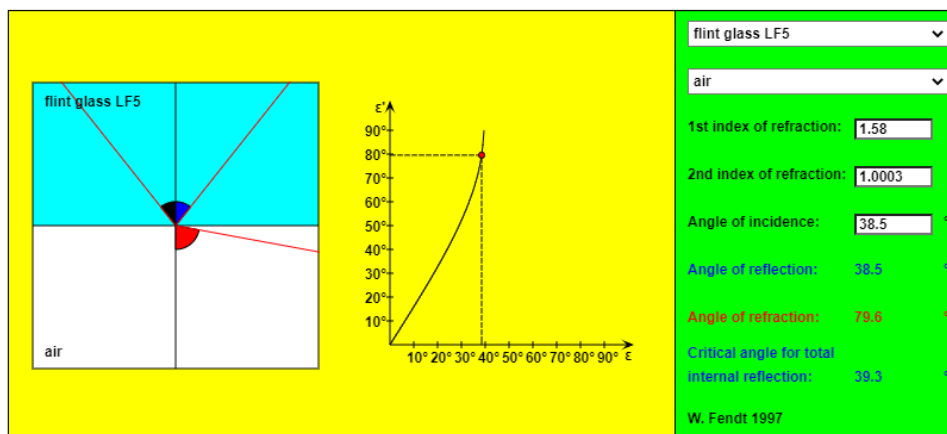
bending-light_es.html

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light>

Es un applet muy completo que permite estudiar una gran variedad de situaciones. Variando los índices de refracción y el ángulo de incidencia, estudie los rayos reflejado y refractado. Realice el cálculo manual y compare con el resultado que da este applet.

6 - Reflexión y refracción de la luz

Permite estudiar la reflexión y la refracción de la luz. Permite también estudiar la reflexión total interna.

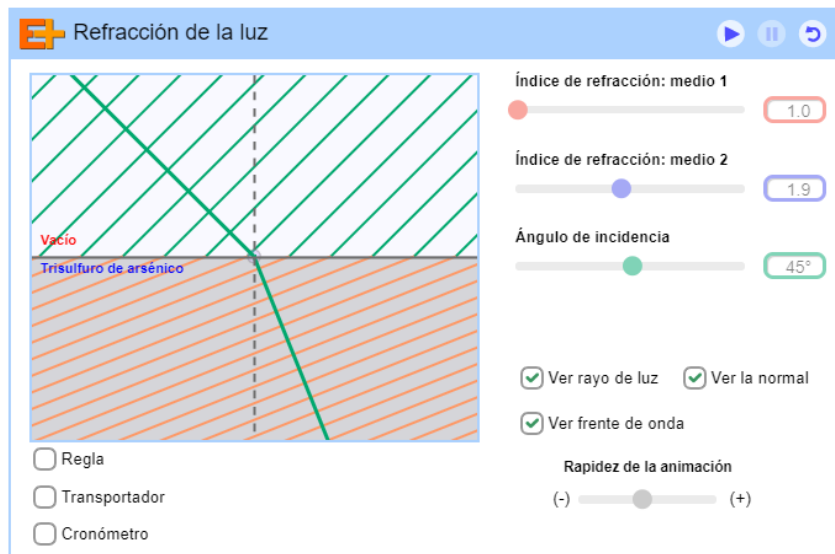


https://www.walter-fendt.de/html5/phen/refraction_en.htm

Permite variar el ángulo de incidencia y el índice de refracción de los medios. Como ejercicio plantee un problema, resuélvalo manualmente y compare su resultado con el que da el applet.

9 - Reflexión y refracción de la luz

Permite estudiar la reflexión y la refracción de la luz, mostrando los rayos y los frentes de onda. Permite también estudiar la reflexión total interna.

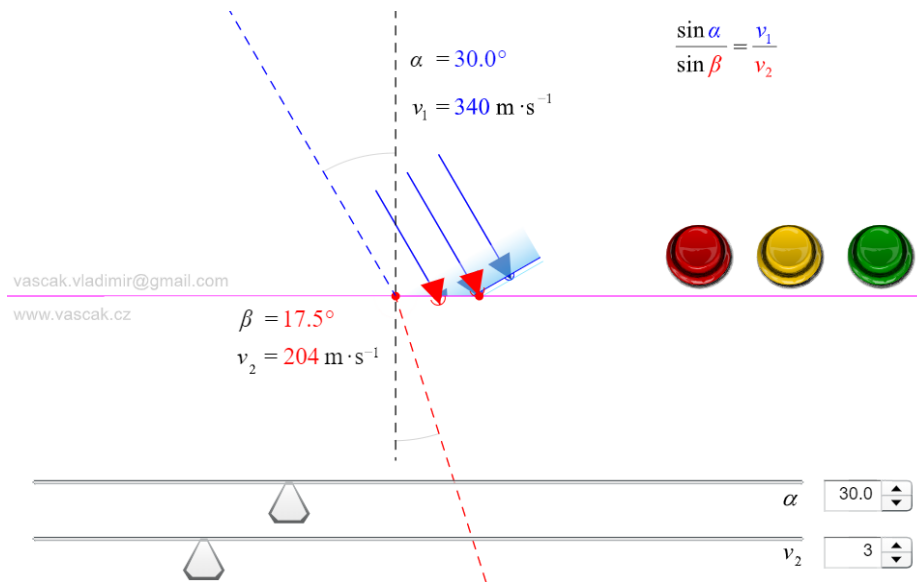


<http://www.educaplus.org/game/refraccion-de-la-luz>

Asocia el índice de refracción con materiales. Permite obtener los resultados midiendo, ya que dispone de una regla y un transportador. Plantee un problema, resuélvalo y compare sus resultados con los que da el applet, midiendo.

10 - Refracción de una onda en la superficie de separación entre dos medios

Se puede observar la refracción de una onda, por ejemplo, una onda de sonido, en la superficie de separación entre dos medios.

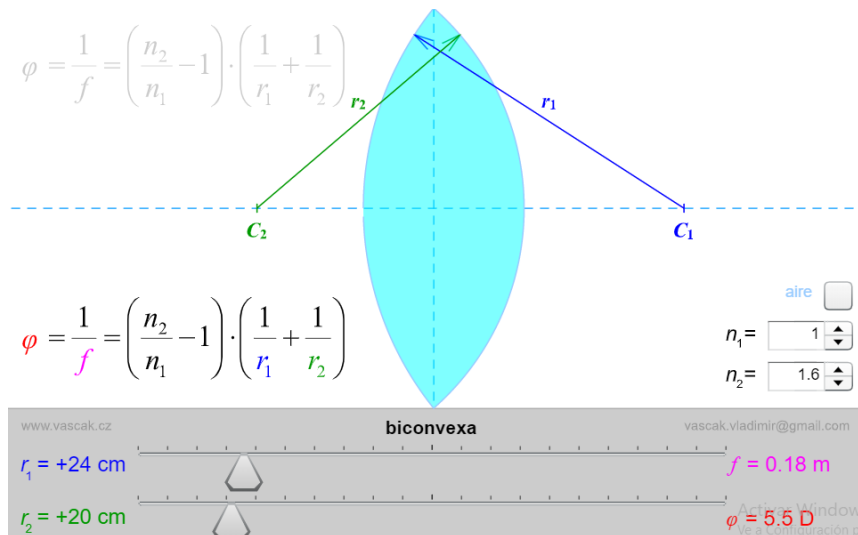


https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_lom_vlneni&l=es

Se puede variar el ángulo de incidencia y la velocidad de la onda en el medio 2.

11 - Ecuación del constructor de lentes

Este experimento permite calcular la distancia focal en una lente cuyas superficies tienen distinto radio de curvatura.

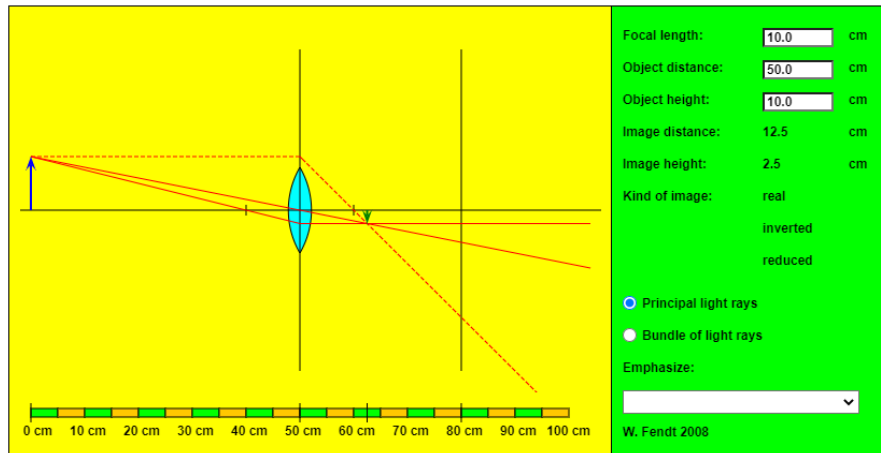


https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_dioptrie&l=es

Se puede variar el índice de refracción del medio en el que se propaga la luz y el del material de la lente. Estableciendo el valor de los radios de curvatura, encuentre la distancia focal de la lente de acuerdo a las ecuaciones vistas en teoría. Compare sus resultados con los que da este applet.

12 - Formación de imágenes con una lente convergente

Este experimento permite verificar la formación de imágenes con una lente convergente.

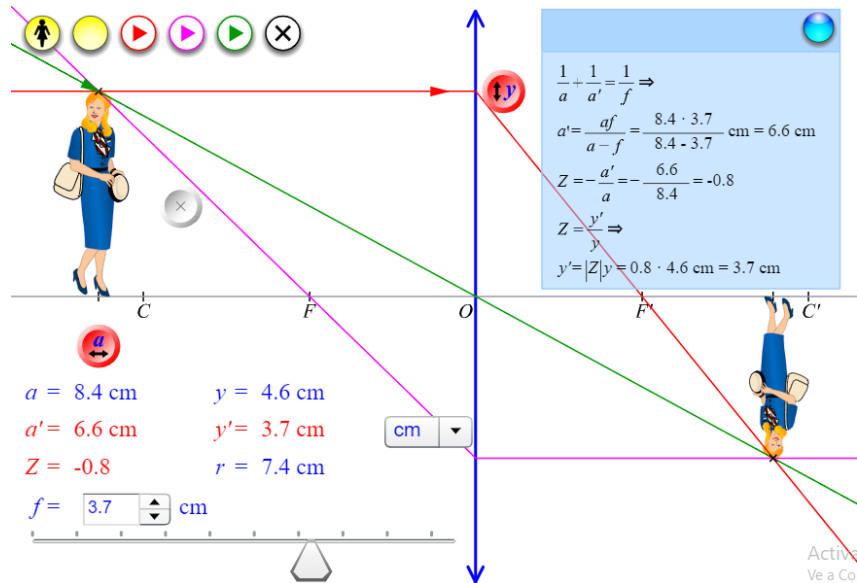


https://www.walter-fendt.de/html5/phen/imageconverginglens_en.htm

Permite modificar la distancia objeto, la distancia focal y el tamaño del objeto. También permite resaltar cada dispositivo utilizado en el experimento. Para un conjunto de valores de: tamaño de objeto, distancia imagen y distancia focal, obtenga la imagen y diga cuáles son sus características. Realice el cálculo manual y compare los resultados obtenidos con los del applet.

13 - Formación de imágenes con una lente convergente

Este experimento permite verificar la formación de imágenes con una lente convergente.

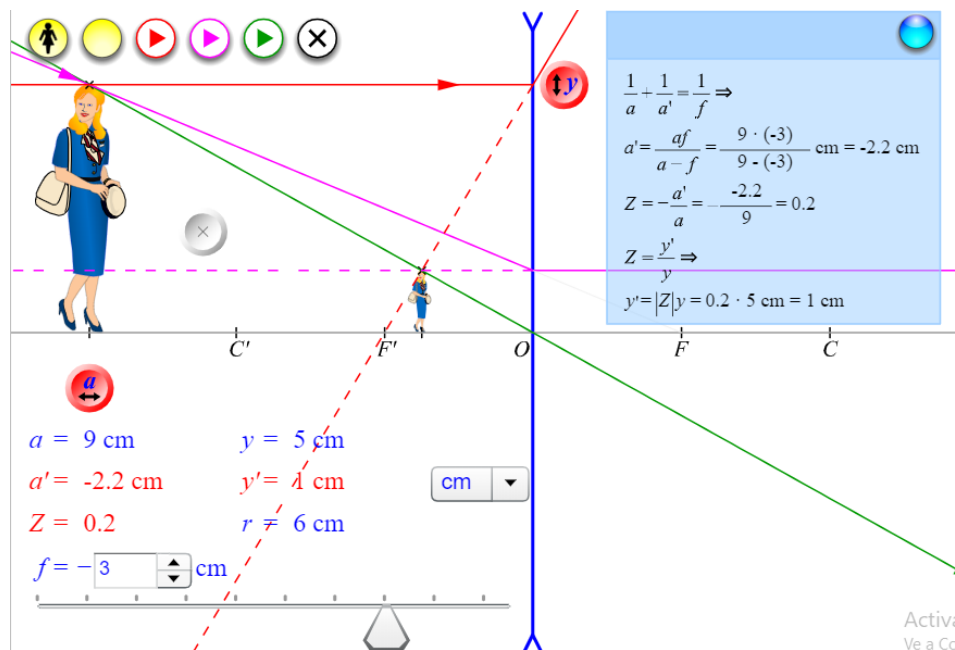


https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_spojka&l=es

Moviendo el objeto hacia la derecha o hacia la izquierda, estudie la formación de imágenes. Realice el cálculo manualmente con las ecuaciones vistas en teoría y compare con el resultado que da el applet.

14 - Formación de imágenes con una lente divergente

Este experimento permite verificar la formación de imágenes con una lente divergente.

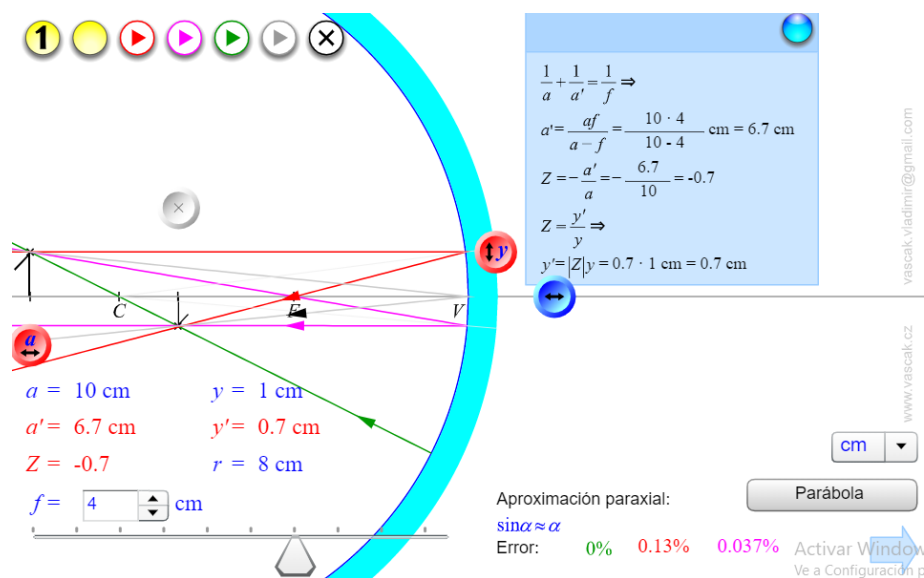


https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_rozptylka&l=es

Moviendo el objeto hacia la derecha o hacia la izquierda, estudie la formación de imágenes. Realice el cálculo manualmente con las ecuaciones vistas en teoría y compare con el resultado que da el applet.

15 - Formación de imágenes en un espejo cóncavo

Este experimento permite verificar la formación de imágenes con un espejo cóncavo.

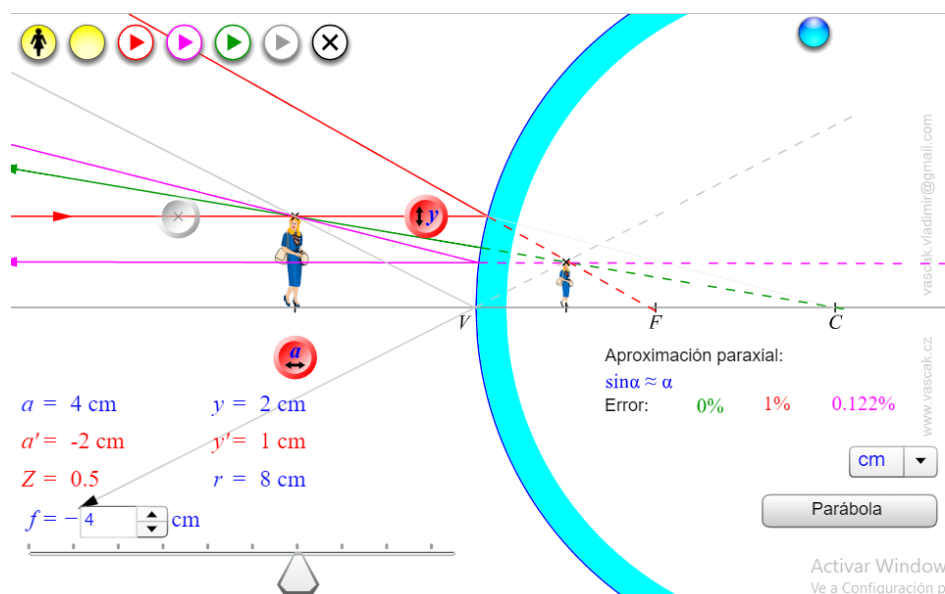


https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_dute&l=es

Moviendo el objeto hacia la derecha o hacia la izquierda, estudie la formación de imágenes. Realice el cálculo manualmente con las ecuaciones vistas en teoría y compare con el resultado que da el applet.

16 - Formación de imágenes en un espejo convexo

Este experimento permite verificar la formación de imágenes con un espejo convexo.

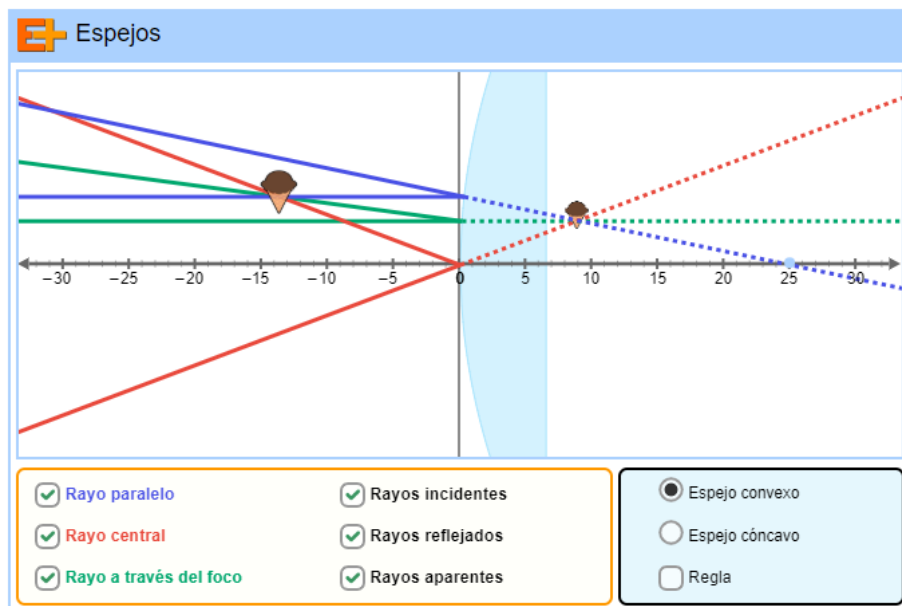


https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vypukle&l=es

Moviendo el objeto hacia la derecha o hacia la izquierda, estudie la formación de imágenes. Realice el cálculo manualmente con las ecuaciones vistas en teoría y compare con el resultado que da el applet.

17 - Formación de imágenes en espejos cóncavos y convexos

Estudia la formación de imágenes por reflexión en los espejos cóncavos y convexos



<http://www.educaplus.org/game/laboratorio-de-espejos>

Permite estudiar la trayectoria de cada uno de los rayos y la formación de imágenes.

Videos recomendados

<https://www.youtube.com/watch?v=iWXT-Z59JpQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=2iY9niB4180>

<https://www.youtube.com/watch?v=zSlqOUbc-rg>