|  |  |
| --- | --- |
| Título del guion | Los fenómenos ondulatorios |
| Código del guion | CN\_11\_04\_CO |
| Descripción | Las ondas presentan diversos fenómenos según el medio en el que se propaguen y los objetos con los que interaccionen. La comprensión de estos comportamientos de las ondas nos permite entender una gran variedad de sucesos naturales y de carácter tecnológico. |

[SECCIÓN 1] **1 La reflexión**

La **reflexión** es un **fenómeno ondulatorio** en el cual las ondas **rebotan** al llegar a alguna superficie. De manera más general, se produce un **cambio** en la **dirección** de las ondas cuando estas llegan a la **superficie de separación** de dos **medios distintos**, devolviéndose por el medio por el que venían.

Así, cuando las ondas luminosas viajan a través del aire y llegan hasta un espejo, han entrado en contacto con un medio diferente (el espejo), por lo cual estas se reflejan y cambian su dirección para volver al medio del que venían, en este caso, el aire. Lo mismo ocurre con las ondas sonoras: las ondas del sonido que viajan a través del aire, al chocar contra una pared rebotan, cambiando su dirección para seguir desplazándose por el aire.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG01 |
| **Descripción** | Reflexión de las ondas |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hacer ondas que llegan contra una superficie y rebotan  C:\Users\Miguel\Desktop\reflexión.png |
| **Pie de imagen** | Las ondas mecánicas, como las del sonido, también tienen la propiedad de la reflexión, que es el cambio de dirección de las ondas al llegar a un nuevo medio, en el cual rebotan. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC10 |
| **Título** | La reflexión de las ondas luminosas y sonoras |
| **Descripción** | Interactivo para comprender qué es la reflexión e identificar este fenómeno en la luz y en el sonido |

[SECCIÓN 2] **1.1 Las leyes de la reflexión**

Una onda que llega hasta una superficie se conoce como **onda incidente**; aquella que se aleja de esa superficie después de la reflexión se conoce como **onda reflejada**. La posición de la onda reflejada con respecto a la incidente cumple siempre con las llamadas **leyes de la reflexión**, sin importar de qué tipo de ondas se trate.

La **primera ley de la reflexión** dice que la onda incidente, la onda reflejada y la recta normal al punto en donde se produce la reflexión se hallan en el mismo plano.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Una recta normal a una superficie es la que forma un ángulo de 90° con dicha superficie. |

La **segunda ley de la reflexión** menciona que el ángulo formado entre la normal y la onda incidente es el mismo que el que se forma entre la normal y la onda reflejada.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG02 |
| **Descripción** | Ilustración de la reflexión con ángulos y planos. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | <http://images.slideplayer.es/8/2342034/slides/slide_5.jpg> |
| **Pie de imagen** | En las ondas electromagnéticas, la recta normal y los rayos incidente y reflejado están en un mismo plano, y los ángulos entre cada rayo y la normal son iguales. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC20 |
| **Título** | El fenómeno de reflexión |
| **Descripción** | Actividad para reforzar la comprensión de la reflexión de las ondas e identificar sus leyes |

[SECCIÓN 2] **1.2 La reflexión especular y la reflexión difusa**

Cuando los rayos de luz se reflejan en una superficie lisa, todos rebotan hacia la misma dirección; esto se conoce como **reflexión especular** o **reflexión total**. Pero si la superficie presenta irregularidades, los rayos rebotarán en direcciones diferentes, según el punto exacto de la superficie a la que lleguen; en este caso, se observa una **reflexión difusa**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG03 |
| **Descripción** | Reflexión especular y difusa |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hacer una imagen a la izquierda en donde varios rayos rebotan en una superficie plana, y todos salen a la misma dirección, y debajo dice “Reflexión especular”. A la derecha hay una superficie irregular, por lo que los rayos rebotan en direcciones diferentes según a donde lleguen. Debajo dice “Reflexión difusa”. Hacer una imagen como la siguiente en la reflexión difusa:  C:\Users\Miguel\Desktop\Reflexión difusa.png |
| **Pie de imagen** | La reflexión especular se da en superficies lisas y la reflexión difusa en superficies irregulares. En ambos casos, los ángulos de incidencia y de reflexión son iguales. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC30 |
| **Título** | La reflexión de la luz y el sonido |
| **Descripción** | Actividad para reconocer los efectos de la reflexión de la luz y el sonido en la vida cotidiana |

[SECCIÓN 2] **1.3 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC40 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: La reflexión de las ondas |
| **Descripción** | Actividad para analizar la reflexión de las ondas |

[SECCIÓN 1] **2 La refracción**

Al atravesar la frontera entre dos medios diferentes, las ondas sufren cambios en la velocidad de propagación y en la dirección, este fenómeno recibe el nombre de **refracción** y se define como el **cambio** en la **dirección de propagación** de las ondas al pasar de un medio a otro. Ocurre porque las ondas se mueven a **velocidades** diferentes según el cambio en las densidades de los medios en que viajan.

Las ondas de luz se mueven más rápido en el aire que en el agua, mientras que en el caso del sonido, este se mueve más rápido en el agua que en el aire; de esta manera, las ondas electromagnéticas y mecánicas se refractan cambiando su velocidad dependiendo del medio en el que se propagan.

Puedes observar este fenómeno en distintos contextos cotidianos, por ejemplo, al sumergir una cuchara en un vaso de agua, parece que está quebrada; o cuando vas de pesca y tratas de coger un pez y no lo logras porque se encuentra en una posición diferente de la que observabas. Los astrónomos deben lidiar con el fenómeno de refracción debido a que la luz de las estrellas que viene del vacío se desvía al atravesar la atmósfera terrestre, de manera que ubica a estos astros en lugares diferentes a los reales.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC50 |
| **Título** | La refracción de la luz y el sonido |
| **Descripción** | Interactivo que permite entender el fenómeno de refracción de las ondas |

[SECCIÓN 2] **2.1 Las leyes de la refracción**

La **refracción** de todas las ondas sigue ciertas reglas, sin importar que estas sean mecánicas, como en el caso del sonido o de las producidas por una cuerda que oscila, o electromagnéticas, como en el caso de la luz, las ondas de radio o las microondas.

La **primera ley de la refracción** dice que las ondas incidente y refractada, así como la recta normal a la frontera entre los dos medios, se encuentran todas en el mismo plano.

La **segunda ley de la refracción** establece que cuando las ondas pasan de un medio 1 a un medio 2, el cociente de los senos de los ángulos de las ondas incidente y refractada es igual al cociente de las velocidades de las ondas en cada medio:

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn.gif

\frac{sin\theta\_1}{sin\theta\_2}=\frac{V\_1}{V\_2}

CN\_11\_04\_formula01

Esta ecuación constituye la **ley de Snell**, que aunque se formuló para el caso de la refracción de la luz, aplica también para la refracción de los demás tipos de onda.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG04 |
| **Descripción** | Refracción de una onda sonora |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hacer una imagen como esta:  C:\Users\Miguel\Desktop\refracción sonido.png  Es importante que en la imagen que se haga, los grados en verdad sean los que se ponen. El decimal debe ir con coma, no con punto como se muestra en la imagen. |
| **Pie de imagen** | Las ondas sonoras que viajan en el agua con un ángulo de incidencia de 30°, al salir al aire tendrán un ángulo de refracción de 6,864°. |

Por ejemplo, la velocidad del sonido en el agua es de 1435 m/s, y en el aire es de 343 m/s en condiciones normales. Por esto, si una fuente de sonido sumergida en el agua emite ondas que llegan hasta el aire, con un ángulo de 30° con respecto a la recta normal a la superficie del agua, cuando el sonido llegue hasta el aire se refractará, y el ángulo de refracción será de 6,864°:

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn.gif

\frac{sen\ 30}{sen\ x}=\frac{1435\frac{m}{s}}{343\frac{m}{s}}

CN\_11\_04\_formula02

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (1).gif

\frac{(sen\ 30)(343\ \frac{m}{s})}{(1435\ \frac{m}{s})}=sen\ x

CN\_11\_04\_formula03

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (2).gif

0.1195=sen\ x

CN\_11\_04\_formula04

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (3).gif

arcsen\ 0.1195=x

CN\_11\_04\_formula05

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (5).gif

6.864=x

CN\_11\_04\_formula06

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC60 |
| **Título** | Aprende en qué consiste la refracción |
| **Descripción** | Actividad para reconocer aspectos generales de la refracción de las ondas |

[SECCIÓN 2] **2.2 El índice de refracción de la luz**

En el caso particular de la luz, es posible comparar la velocidad de un rayo de luz en cualquier medio con su velocidad en el **vacío**. Así, al aplicar la ley de Snell usamos como ***v1*** el valor de la **velocidad de la luz** en el vacío, también llamado ***c***, y que equivale a casi 300 000 kilómetros por segundo.

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (1).gif

\frac{\sin \theta\_1}{\sin \theta\_2}=\frac{C}{V\_2}

CN\_11\_04\_formula07

Como el valor de ***c*** es constante, es posible obtener, para cada medio, un valor que relacione la velocidad de la luz en dicho medio con la velocidad de la luz en el vacío. Ese valor es llamado **índice de refracción**, y se representa con la letra ***n***.

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (2).gif

n=\frac{c}{v}

CN\_11\_04\_formula08

Usando los índices de refracción es posible reescribir la ecuación de la ley de Snellde esta manera:

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (4).gif

n\_1\ sin\ \theta\_1=n\_2\ sin\ \theta\_2

CN\_11\_04\_formula09

Donde:

*n1*: índice de refracción del medio 1.

*n2*: índice de refracción del medio 2.

*θ1*: ángulo de incidencia.

*θ2*: ángulo de refracción.

Supongamos, por ejemplo, que un rayo de luz que viaja a través del aire entra en un bloque de vidrio. El índice de refracción de la luz en el aire es aproximadamente 1, y en el vidrio es 1,52.

Si el rayo entra con un ángulo de incidencia de 45°, ¿cuál será su ángulo de refracción?

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (4).gif

n\_1\ sin\ \theta\_1=n\_2\ sin\ \theta\_2

CN\_11\_04\_formula10

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn.gif

(1)(sen\ 45)=(1,52)(sen\ x)

CN\_11\_04\_formula11

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (1).gif

\frac{sen\ 45}{1,52}=sen\ x

CN\_11\_04\_formula12

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (2).gif

0,4652=sen\ x

CN\_11\_04\_fomula13

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (3).gif

arcsen\ 0,4652=x

CN\_11\_04\_formula14

C:\Users\Miguel\Desktop\CodeCogsEqn (4).gif

27,7233=x

CN\_11\_05\_formula15

El ángulo de refracción del rayo de luz es, en este caso, de 27,7233°.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC70 |
| **Título** | Calcula la refracción en las ondas |
| **Descripción** | Actividad que permite aplicar los conocimientos matemáticos adquiridos en relación con la refracción de las ondas |

[SECCIÓN 2] **2.2.1 La relación entre la refracción y la reflexión de la luz**

El ángulo de un rayo refractado depende del **ángulo de incidencia** y del **índice de refracción** del medio a donde llega la luz.

Normalmente, cuando un rayo de luz penetra un nuevo medio, una parte de la luz se **refleja** y otra se **refracta**. Sin embargo, cuando el índice de refracción del nuevo medio es mayor al del medio original, es posible hallar un **ángulo de incidencia** tal que el **ángulo de refracción** sea igual a 90°. En otras palabras, es posible orientar el rayo de luz de manera que al llegar al nuevo medio, toda la luz se refleje y no haya refracción.

Este fenómeno, en donde no hay refracción sino solo reflexión, se conoce como **reflexión total**. El ángulo de incidencia a partir del cual se obtiene reflexión total es el **ángulo crítico**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG05 |
| **Descripción** | Reflexión total |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4f/Refracci%C3%B3n_y_reflexi%C3%B3n.svg/600px-Refracci%C3%B3n_y_reflexi%C3%B3n.svg.png>  Ilustrar. Escribir “Reflexión total” en vez de “Reflexión interna total”. |
| **Pie de imagen** | Cuando el ángulo de incidencia es igual al ángulo crítico no hay refracción, y el rayo se refleja paralelamente a la superficie del nuevo medio. Si el ángulo crítico es sobrepasado, el rayo se devuelve al medio original. |

Para que haya reflexión total se requiere que el ángulo de refracción sea mayor o igual a 90°, por tanto, el ángulo crítico debe ser aquel que produzca un ángulo de refracción de exactamente 90°. Dicho ángulo se puede hallar fácilmente usando la **ley de Snell**, si se tiene la velocidad de la luz en cada medio, o se cuenta con los índices de refracción correspondientes.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Reflexión interna** |
| **Contenido** | Cuando la luz incide sobre un medio con un índice de refracción **menor** al del medio por el que viajaba, el rayo se desvía de manera que el ángulo que forma con la recta normal es **mayor** al ángulo incidente. Este tipo de reflexión se conoce a menudo como **reflexión interna**.  Este nombre se relaciona con el hecho de que la luz reflejada bajo estas condiciones permanece en el medio en el que venía, es decir, no puede atravesar la frontera de las superficies reflejándose únicamente en el medio más denso.  Así, a la reflexión total también se le llama **reflexión interna total**. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC80 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Física y química/ Las ondas de luz y sonido/ La reflexión y la refracción de la luz |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Ninguna |
| **Título** | El comportamiento de la luz al cambiar de medio |
| **Descripción** | Interactivo que permite analizar cómo cambia la reflexión y refracción de la luz según el ángulo de incidencia y las características de los medios por los que viaja |

[SECCIÓN 2] **2.3 La polarización**

Las ondas pueden ser longitudinales o transversales. En las longitudinales, como las ondas sonoras, el movimiento vibratorio se da en una sola dirección, la de propagación de la onda. En las ondas transversales, como las de una cuerda o las lumínicas, las partículas que las componen se mueven perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG06 |
| **Descripción** | Onda transversal |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hacer una imagen como esta:  C:\Users\Miguel\Desktop\Ondas.png  Las ondas deben quedar más simétricas, y que se vean “acostadas”, que lleven la dirección de la línea del centro del cuadro que hay al final.  Al lado, hacer una imagen similar pero con ondas que tengan otras inclinaciones. Además de una onda en un plano horizontal como en la imagen anterior, debe hacer una vertical y al menos dos que estén oblicuas. Ver la imagen del link para darse una idea: <http://www.carlostapia.es/fisica/polarimetria.html>  Hacer que los planos de las ondas coincidan con las direcciones de las flechas rojas del cuadro de la izquierda (una horizontal, una vertical y dos oblicuas).  Debajo de esta imagen escribir “Ondas transversales vibrando en diversas direcciones”. |
| **Pie de imagen** | Las ondas transversales pueden vibrar en muchas direcciones, conservando un ángulo de 90° con respecto a la dirección de propagación. |

Cuando una onda transversal vibra en un solo plano, se dice que está **polarizada**. Las ondas de una cuerda se pueden ver polarizadas si solamente movemos el extremo de la cuerda de arriba hacia abajo; en este caso, la onda está **polarizada verticalmente**, lo que hace referencia a que las ondas de la cuerda se encuentran limitadas a transmitirse en ese plano.

Otro tipo de ondas, como por ejemplo la **luz**, espontáneamente se producen en diferentes planos. Un **rayo de luz** común tiene varias longitudes de onda que vibran en planos distintos, aunque todos perpendiculares a la dirección de propagación de la onda, es decir, a la dirección en la que viaja el rayo de luz. Es posible **polarizar** la luz, haciendo que atraviese un medio que solo permita el paso de las ondas que van en una dirección determinada. Diversos cristales, como la turmalina y la herapatita, polarizan la luz.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG07 |
| **Descripción** | Polarización |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hacer una imagen como esta:  <http://www.carlostapia.es/fisica/polarimetria.html>  Incluir los cuadros de la izquierda y la derecha, y el cuadro central. Notar que antes del cuadro central las ondas se mueven en muchas direcciones, pero después de pasar por ahí, quedan verticales. Hacer que las líneas de ese cuadro central sean verticales, y no horizontales como se muestra en la imagen. Y hacer que los planos de las ondas coincidan con las direcciones de las flechas rojas del cuadro de la izquierda (una horizontal, una vertical y dos oblicuas), en vez de hacer varias direcciones desordenadas como se muestra en la imagen. |
| **Pie de imagen** | Un polarizador es un objeto que polariza las ondas, es decir, las filtra para que solo queden aquellas que se mueven en un plano determinado. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **¿Qué relación hay entre la refracción y la polarización?** |
| **Contenido** | En general, se considera que un polarizador funciona como una especie de rejilla que solo permite pasar ondas con cierta dirección de oscilación. Esto, en parte, es correcto. La experiencia con los polarizadores de luz muestra que, además de servir de filtro, tienen alguna capacidad de alterar la dirección de las ondas lumínicas que los atraviesan. De esta forma, una parte de las ondas que no tienen la dirección admitida por el polarizador se refractan y salen como luz polarizada.  En otras palabras, un polarizador también refracta la luz, aunque sea solo una parte de esta. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC90 |
| **Título** | ¿Qué es y para qué sirve la polarización? |
| **Descripción** | Actividad para relacionar el fenómeno de polarización de la luz con la refracción |

[SECCIÓN 2] **2.4 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC100 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: La refracción |
| **Descripción** | Actividad para analizar el fenómeno de refracción |

[SECCIÓN 1] **3 La difracción**

Además de ser reflejadas y refractadas, las ondas se pueden **difractar**. La **difracción** es un fenómeno en el cual una onda rodea un obstáculo que interrumpe **parcialmente** su propagación. Así, cuando la onda llega a dicho obstáculo cambia su **dirección**, en mayor o menor medida.

El comportamiento preciso de una onda durante la difracción depende de la relación entre su **longitud de onda** y el **tamaño del obstáculo** que enfrenta. Cuando se tiene un obstáculo pequeño en comparación con la longitud de onda, la onda puede rodearlo completamente y continuar con su trayectoria inalterada, más allá de alguna perturbación en el sitio exacto en donde la onda entra en contacto con el obstáculo.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG08 |
| **Descripción** | Difracción de una onda – obstáculo pequeño |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hacer una imagen como esta:  <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/sound/imgsou/difr.gif>  La idea es mostrar únicamente cómo las ondas rodean el obstáculo; no poner ningún texto, ninguna silla detrás del círculo gris, y la flecha y el símbolo de lambda que están cerca de donde se originan las sondas. La fuente de las ondas no tiene que ser ese muñequito. No incluir las líneas negras verticales de la derecha, ni lo que sigue después de ellas. |
| **Pie de imagen** | Un obstáculo pequeño es rodeado completamente por las ondas. |

En otros casos, el obstáculo es demasiado grande para que la onda lo envuelva, por lo que solo la rodea por un lado. Cuando esto ocurre, la trayectoria de la onda sí se modifica.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG09 |
| **Descripción** | Difracción de una onda – obstáculo grande |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar la parte izquierda de esta imagen  <http://2.bp.blogspot.com/-5UB-XQ3wk_Y/VdJDR4fNzTI/AAAAAAAAHGM/ZyvyHnqao7E/s1600/11.png> |
| **Pie de imagen** | Las ondas se difractan al encontrar un obstáculo que no pueden atravesar, en tanto no sean bloqueadas del todo. |

También puede ocurrir que las ondas superen el obstáculo atravesándolo por una pequeña abertura. En este caso, la difracción es similar a la mostrada en la imagen anterior, pero la desviación no se da solo hacia un lado. Al atravesar la abertura, el fragmento de onda que logra pasarla se expande y actúa como una nueva fuente de onda.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG10 |
| **Descripción** | Difracción de una onda – rendija |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar esta imagen.  <http://varinia.es/blog/wp-content/uploads/2011/02/difraccion_k.png> |
| **Pie de imagen** | Las ondas se desvían en los bordes de las aberturas por las que atraviesan. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **El principio de Huygens** |
| **Contenido** | En 1678, el físico, matemático y astrónomo holandés **Christiaan Huygens** propuso que las ondas luminosas son una combinación de ondas más pequeñas. Por eso, cualquier punto del **frente de onda** se puede considerar una **nueva fuente** de ondas secundarias. Esta idea, concebida para la luz pero aplicable a todos los tipos de onda, se conoce como el **principio de Huygens**, y se usa para interpretar y comprender los fenómenos ondulatorios. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC110 |
| **Título** | La difracción de la luz y del sonido |
| **Descripción** | Interactivo para comprender el fenómeno de difracción y reconocer su ocurrencia con ondas de luz y sonido |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC120 |
| **Título** | El fenómeno de difracción |
| **Descripción** | Actividad para identificar las condiciones en las que ocurre la difracción de las ondas |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC130 |
| **Título** | Las diferencias entre difracción, reflexión y refracción |
| **Descripción** | Actividad para comparar y diferenciar los fenómenos ondulatorios más importantes |

[SECCIÓN 2] **3.2 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC140 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: La difracción |
| **Descripción** | Actividad para analizar la difracción de las ondas luminosas y sonoras |

[SECCIÓN 1] **4 La interferencia**

A diferencia de los objetos materiales, las ondas sí pueden ocupar el mismo espacio en el mismo momento. Cuando dos ondas se cruzan, se produce el fenómeno conocido como **interferencia**.

Durante la interferencia, las ondas se alteran mutuamente de diversas formas. Si la cresta de una onda coincide con la cresta de la otra, se suman y producen una cresta de mayor amplitud; esto se conoce como **interferencia constructiva**. En cambio, si coinciden una cresta y un valle, se anulan mutuamente, siendo esta una **interferencia destructiva**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG11 |
| **Descripción** | Interferencia |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar esta imagen.  C:\Users\Miguel\Desktop\Interferencia.png |
| **Pie de imagen** | La unión de dos crestas o dos valles forma una onda de mayor amplitud, mientras que la unión de crestas con valles hace que la onda se anule. |

Si la interferencia se da en ondas de la misma amplitud, la unión de dos crestas produce una nueva con exactamente el doble de amplitud, mientras que una cresta y un valle producen una región de amplitud cero, es decir, se cancelan completamente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC150 |
| **Título** | Interferencia luminosa y sonora |
| **Descripción** | Interactivo para comprender qué es la interferencia y reconocer sus efectos |

[SECCIÓN 2] **4.1 La interferencia de ondas diferentes o fuera de fase**

Cuando las ondas se producen al mismo tiempo, de manera que siempre coinciden las crestas y los valles, se dice que están **en fase**. Las ondas **fuera de fase** se generan en diferentes momentos, y las crestas y los valles no coinciden. Aun así, se da interferencia constructiva y destructiva, según la elongación y la dirección en que se encuentran las ondas en un momento específico.

En los casos en los que la amplitud es diferente en cada onda, la longitud de onda resultante en la interferencia constructiva no será el doble de la amplitud de ninguna de las ondas originales, pero seguirá siendo la suma de esas dos amplitudes. Y la interferencia destructiva no elimina del todo las ondas, sino que produce una onda más pequeña, cuya amplitud es igual a la resta de las amplitudes originales.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG12 |
| **Descripción** | Interferencia |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar esta imagen. La idea es que las ondas se suman entre sí, por lo que en la interferencia constructiva la altura de la onda que resulta es la suma de la altura en las otras dos, y en la destructiva, es la resta.  C:\Users\Miguel\Desktop\Interferencia 2.png |
| **Pie de imagen** | La longitud de onda resultante luego de la interferencia es igual a la suma algebraica de las longitudes de las ondas originales. |

Cuando se interfieren ondas con diferente frecuencia, se producen algunas zonas en donde hay interferencia constructiva y otras en donde la interferencia es destructiva. Esta fluctuación se conoce como **pulsación**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG13 |
| **Descripción** | Interferencia fuera de fase |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar esta imagen, pero en vez de hacer zonas con muchos y pocos puntos, hacer una onda; las partes altas de la onda (cresta) corresponden a las zonas con muchos puntos, y las zonas bajas (valles) son las zonas con pocos puntos, justo en medio de dos crestas. En la franja de abajo he dibujado una onda con lápiz blanco, para hacerme entender. En donde dice “constructiva” debe haber dos crestas, y en donde dice “destructiva” debe haber una cresta y un valle.  C:\Users\Miguel\Desktop\desfase.png |
| **Pie de imagen** | Una pulsación es el resultado de la interferencia de ondas con frecuencias distintas. |

[SECCIÓN 2] **4.2 Los patrones de interferencia**

Si se tienen dos fuentes que producen ondas, en algunas regiones estas se reforzarán y en otras se cancelarán. El resultado es una **figura de interferencia**. Los puntos en donde las ondas se cancelan se conocen como **nodos**.

Cuando las ondas generadas están en fase, se producen **líneas nodales**, esto es, regiones en donde las ondas se han cancelado. Entre las líneas nodales hay movimiento ondulatorio, con regiones en donde la amplitud de la onda es máxima.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_IMG14 |
| **Descripción** | Patrones de interferencia |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Usar esta imagen: 224171713  No poner los cuadros de debajo de la mesa, y señalar las líneas en las ondas y escribir “Líneas nodales”, tal y como se muestra:  C:\Users\Miguel\Desktop\stock-vector-water-wave-interference-224171713.jpg |
| **Pie de imagen** | La longitud de onda resultante luego de la interferencia es igual a la suma de las longitudes de las ondas originales. |

Por supuesto, puede haber más de dos fuentes de ondas produciendo interferencia. Las figuras de interferencia que se formen serán más complejas dependiendo de la ubicación de las fuentes y las características de las ondas que produzcan.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC160 |
| **Título** | El fenómeno de la interferencia |
| **Descripción** | Actividad para diferenciar patrones de interferencia y reconocer las condiciones en las que este fenómeno se presenta |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC170 |
| **Título** | La naturaleza ondulatoria de la luz |
| **Descripción** | Actividad para reconocer la evidencia de la naturaleza ondulatoria de la luz |

[SECCIÓN 2] **4.3 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC180 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: La interferencia de las ondas |
| **Descripción** | Actividad que permite analizar los fenómenos de interferencia de las ondas |

[SECCIÓN 1] **5 Competencias**

Pon a prueba tus capacidades y aplica lo aprendido con estos recursos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC190 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Física y química/ Las ondas de luz y sonido/ Competencias: reproducción de un arcoíris |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Competencias: hacer un arcoíris |
| **Descripción** | Actividad que propone realizar un experimento para comprobar la descomposición de la luz blanca |

[SECCIÓN 1] **6 Fin de unidad**

|  |  |
| --- | --- |
| Mapa conceptual | |
| Código | CN\_11\_04\_CO\_REC200 |
| Título | Mapa conceptual |
| Descripción | Mapa conceptual del tema: Los fenómenos ondulatorios |

|  |  |
| --- | --- |
| Evaluación: recurso nuevo | |
| Código | CN\_11\_04\_CO\_REC210 |
| Título | Evaluación |
| Descripción | Evalúa tus conocimientos acerca del tema: Los fenómenos ondulatorios |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Webs de referencia** | | |
| **Código** | CN\_11\_04\_CO\_REC220 | |
| **Web 01** | Fenómenos ondulatorios | http://fenomenos-ondulatorios.globered.com/ |
| **Web 02** | Ondas sonoras | <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/SonidoOndas.htm> |
| **Web 03** | La naturaleza de la luz | http://eltamiz.com/2013/06/28/la-naturaleza-de-la-luz-ii/ |