

Conservación de la energía en reflexión y transmisión de microondas



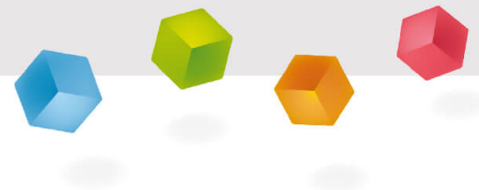
P2460603

Física	Mecánica	Vibraciones y ondas	
			
Nivel de dificultad	Tamaño del grupo	Tiempo de preparación	Tiempo de ejecución
-	2	20 minutos	30 minutos

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/638968c6aa4d480003435855>

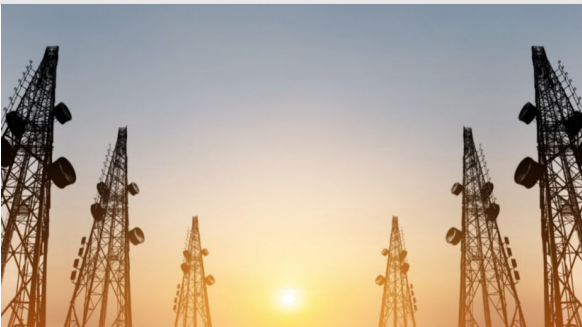
PHYWE



Información para el profesor

Aplicación

PHYWE



Torres de comunicación de microondas

Las microondas son un tipo de ondas electromagnéticas que pueden reflejarse y transmitirse al atravesar un medio o un obstáculo. Las aplicaciones de las microondas se encuentran en:

- Comunicaciones
- Sistemas de radar
- Sistema de calentamiento por microondas

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



Conocimiento previo

Según la ley de la reflexión, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

Mientras tanto, la refracción de las ondas electromagnéticas sigue la Ley de Snell, que establece que, $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$.



Principio

Cuando las ondas electromagnéticas inciden sobre un obstáculo, pueden producirse reflexión, transmisión y refracción. El objetivo de este experimento es describir la relación entre la reflexión y la transmisión con la ayuda de una rejilla de polarización y verificar la conservación de la energía.

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



Objetivo

Investigación de la transmisión y reflexión de microondas a través de una rejilla.



Tareas

Utilizar una rejilla de polarización para demostrar la relación entre reflexión y transmisión.

Instrucciones de seguridad

PHYWE

Para este experimento se aplican las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias.

Para las frases H y P, consultar la ficha de datos de seguridad del producto químico correspondiente.

Durante el experimento, no se sitúe en la proximidad directa de la trayectoria del haz cuando lea los valores del voltímetro. El cuerpo humano refleja las microondas, por lo que el resultado de la medición puede quedar invalidado. Lo mismo se aplica a todo tipo de objetos metálicos. Si se realizan varios experimentos simultáneamente en un laboratorio, asegurarse de que haya una distancia suficiente entre las estaciones de experimentación para evitar las señales de interferencia causadas por la radiación reflejada y/o la radiación dispersa de los otros montajes.

Principio (1/5)

PHYWE

Cuando las ondas electromagnéticas inciden en una superficie, pueden producirse diferentes interacciones: Parte de la radiación se reflejará, se transmitirá y se absorberá (la energía se transferirá al material). La reflexión sigue la ley de la reflexión (ángulo de incidencia = ángulo de reflexión). Durante la transición a otro medio, puede producirse un cambio en el tiempo de propagación y, por tanto, un cambio en la dirección de propagación de la onda (refracción).

El objetivo del siguiente experimento es examinar la reflexión parcial y la transmisión a través de una rejilla de polarización.

Para comprender los fenómenos de reflexión y transmisión, nos fijaremos en la amplitud de la intensidad del campo eléctrico durante la reflexión. Dado que se forma una onda estacionaria entre el objeto reflectante (aquí: placa metálica) y el transmisor (carcasa metálica), la amplitud E_S que se mide en el antinodo incluye la parte E_R (amplitud de la onda reflejada) y la parte E_0 (amplitud de la radiación primaria del emisor).

Principio (2/5)

PHYWE

Se aplica lo siguiente:

$$E_S = E_0 + E_R \quad (1)$$

Lo siguiente es cierto para la parte de la radiación que se refleja:

$$R = \frac{E_R}{E_0} \quad (2)$$

En consecuencia, lo siguiente es cierto para la parte de la radiación que se transmite:

$$T = \frac{E_T}{E_0} \quad (3)$$

Aquí, E_T es la amplitud de la radiación transmitida.

Principio (3/5)

PHYWE

La suma de la parte reflejada R y la parte transmitida T es constante debido a la conservación de la energía. Dado que es una cantidad relativa (porcentaje) por definición, lo siguiente debe ser cierto para la suma:

$$R + T = 1 \quad (4)$$

En lo que respecta a este experimento, las cantidades R y T no son directamente accesibles, ya que se miden las intensidades (y no las amplitudes). Como las amplitudes están incluidas en la intensidad de forma cuadrada, pueden obtenerse a partir de las señales de tensión, que es proporcional a la intensidad.

$$R = \frac{E_R}{E_0} = \sqrt{\frac{U_R}{U_0}} \quad (5)$$

o

$$T = \frac{E_T}{E_0} = \sqrt{\frac{U_T}{U_0}} \quad (6)$$

Principio (4/5)

PHYWE

Al determinar la parte reflejada R En el caso de la intensidad reflejada, hay que tener en cuenta que, en el lugar de la medición, la intensidad reflejada está superpuesta por el haz primario del transmisor de microondas (véase la ecuación 1). Por ello, para la determinación de U_R primero la señal superpuesta U_S se mide. A continuación, se corrige en función de la proporción del haz primario U_0 :

$$\sqrt{U_R} = \sqrt{U_S} - \sqrt{U_0} \quad (7)$$

En el presente experimento, se utiliza una rejilla de polarización para ajustar varias partes de reflexión y transmisión. Con esta rejilla hecha de barras metálicas, la transmisividad depende de la orientación angular de la rejilla (ángulo α) con respecto a la polarización constante de las microondas definida por el emisor: Sólo se transmitirá realmente la proyección del vector del campo eléctrico en la dirección de transmisión; la parte restante de la radiación será reflejada por la rejilla metálica.

Principio (5/5)

PHYWE

La parte de la intensidad transmitida $I(\alpha)$ sigue

$$I(\alpha) = I_0 \cdot \cos^2(\alpha) \quad (8)$$

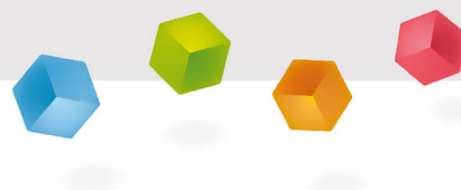
En consecuencia, las partes de reflexión y transmisión pueden ajustarse de forma infinitamente variable girando la rejilla del haz. Para este experimento, se utilizan cinco alineaciones angulares como ejemplo para la demostración de la ley de conservación de la energía. Se puede despreciar la absorción en la rejilla.

Tener en cuenta que las microondas que se reflejan en la rejilla se reflejarán en el transmisor. Este transmisor tiene una carcasa metálica, que también es reflectante, por lo que se formará una onda estacionaria entre el transmisor y la rejilla. Esto significa que, entre otras cosas, la intensidad desaparecerá en el lugar de la rejilla, ya que hay un nodo de oscilación. Si se quiere determinar la parte reflejada de la intensidad, esto debe realizarse en un lugar diferente, es decir, en el lugar del antinodo.

Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Juego de microondas II, 110...240 V	11743-99	1

PHYWE



Montaje y ejecución

Montaje (1/2)

PHYWE



Montaje experimental

Conectar el emisor y el receptor de microondas a sus correspondientes tomas de corriente de la unidad de control. Conectar el medidor multirrango a la salida del voltímetro de la unidad de control y seleccionar el rango de medición de 10 V (tensión directa). El altavoz y la modulación interna o externa no son necesarios para este experimento.

Combinar la escala de ángulos y la regla de medición mediante el tornillo situado en la parte posterior de la escala de ángulos y el hueco de la regla de medición. Girar la regla de medición para alinear la marca de referencia (flecha) de la escala de ángulos con la de la regla de medición, de modo que coincidan.

Montaje (2/2)

PHYWE

Instalar la rejilla en el soporte en el centro de rotación de la escala de ángulos, de modo que las varillas de la rejilla estén alineadas horizontalmente. Asegurar la rejilla con los tornillos para que no pueda inclinarse ni caerse. Debe garantizarse absolutamente que la rejilla mantenga su posición vertical durante el experimento. De lo contrario, la medición quedaría gravemente invalidada.

Colocar el transmisor en el extremo de la escala angular (por ejemplo, a 20 mm).

Colocar el receptor en la trayectoria del haz detrás de la rejilla, de modo que el cabezal de medición se sitúe directamente sobre la regla del medidor sin estar girado con respecto a la dirección de propagación de la radiación. Encienda el transmisor de microondas conectando la unidad de control a la red eléctrica y ajuste el regulador de amplitud al máximo.

Comprobar la altura de la sonda en su soporte variando la altura de la pinza de ángulo recto para maximizar la lectura del voltímetro. Mover y girar el receptor para comprobar y asegurarse de que recibe la máxima señal de la radiación transmitida.

Ejecución

PHYWE

Medir la tensión U_T como medida de la intensidad de las microondas transmitidas. A continuación, colocar el receptor frente a la rejilla de modo que el cabezal de medición esté orientado hacia ella.

Alinear el receptor en la trayectoria del haz como se ha descrito anteriormente y asegurar la determinación exacta de la posición en la dirección del haz. Para ello, mueva el receptor en la dirección del haz hasta la ubicación del antinodo de la onda estacionaria entre el transmisor y la rejilla.

Medir la tensión (U_S) en este lugar. A continuación, retirar la rejilla de la trayectoria del haz para medir la intensidad sin la rejilla (U_0).

Repetir la medición de las tres tensiones U_T , U_S y U_0 para varios ángulos α fijando la rejilla en el soporte varias veces, cada vez girada 45°. Utilizar la escuadra para verificar el ángulo (ver también el experimento P2460201 \ "Polarización de microondas").

Resultados (1/2)

PHYWE

Angle in °	-90	-45	0	45	90
U_T in V	3.625	1.400	0.300	1.700	4.700
U_S in V	4.850	8.100	9.200	7.000	5.100
U_0 in V	4.150	3.500	3.050	3.800	3.700
$\sqrt{U_T}$ in $\sqrt{V}$	1.904	1.183	0.548	1.304	2.168
$\sqrt{U_S}$ in $\sqrt{V}$	2.202	2.846	3.033	2.646	2.258
$\sqrt{U_0}$ in $\sqrt{V}$	2.037	1.871	1.746	1.949	1.924
$\sqrt{U_R}$ in $\sqrt{V}$	0.165	0.975	1.287	0.696	0.335
$R = \sqrt{U_R} / \sqrt{U_0}$	0.081	0.521	0.737	0.357	0.174
$T = \sqrt{U_T} / \sqrt{U_0}$	0.935	0.632	0.314	0.669	1.127
$R + T$	1.016	1.154	1.050	1.026	1.301
Deviation in %	1.6	15.4	5.0	2.6	30.1

Partes de reflexión y transmisión para varios ángulos.

La tabla muestra que los valores de medición están sujetos a errores considerables.

La predicción de que $R + T = 1$ podría confirmarse (dentro de la precisión de la medición).

Si los valores dan como resultado $R + T \neq 1$ Esto puede deberse a una desviación de la posición de la sonda con respecto a la ubicación del antinodo durante la medición de la parte reflejada o a un giro de la sonda en contra de la trayectoria del haz.

Resultados (2/2)

PHYWE

Si la rejilla no está alineada con absoluta precisión con respecto a los ángulos previstos, el resultado también será diferente.

Además, una rejilla inclinada o una rejilla torcida en los dos sentidos de rotación restantes, o las señales de interferencia causadas por las reflexiones en el entorno, pueden invalidar el resultado de la medición, independientemente de las inexactitudes de la lectura.

La pérdida de intensidad de la radiación por absorción o la transferencia de calor al interior de la rejilla (disipación de energía) no se tiene que tener en cuenta con el presente montaje.