

Determinación de la longitud y posición de un objeto oculto



Física

La Física Moderna

Física de Rayos-X



Nivel de dificultad

duro



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

45+ minutos



Tiempo de ejecución

45+ minutos

PHYWE
excellence in science

Información general

Aplicación

PHYWE
excellence in science

Montaje

La mayoría de las aplicaciones de los rayos X se basan en su capacidad para atravesar la materia. Como esta capacidad depende de la densidad de la materia, es posible obtener imágenes del interior de los objetos e incluso de las personas. Esto tiene un amplio uso en campos como la medicina o la seguridad.

Información general adicional (1/2)

PHYWE
excellence in science

Conocimiento previo

Los conocimientos previos necesarios para este experimento se encuentran en la sección de teoría.



Principio

Este experimento permite entrenar la determinación de la longitud y la posición de un objeto a partir de una imagen de rayos X. Se utiliza como modelo un alfiler metálico incrustado en un bloque de madera. Este experimento es también un excelente ejercicio preparatorio para demostrar el principio de la tomografía computarizada.

Información general adicional (2/2)

PHYWE
excellence in science

Objetivo

El objetivo de este experimento es familiarizarse con los métodos de la radioespectroscopia



Tareas

1. Radiografía el modelo de implante en dos planos desplazados 90° uno respecto del otro. Toma una foto de la imagen en la pantalla fluorescente.
2. Calcula la longitud real del alfiler metálico incrustado teniendo en cuenta el factor de aumento que hay que determinar.
3. Determina la posición espacial del alfiler metálico.

Teoría (1/3)

La figura 1 muestra fotos de ejemplo del modelo de implante.
 La figura 2 muestra una posición oblicua aleatoria del pasador metálico de la longitud l en un espacio tridimensional.

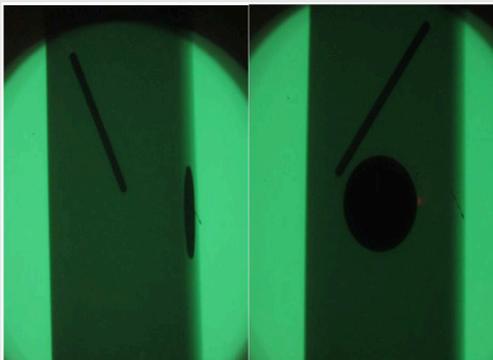
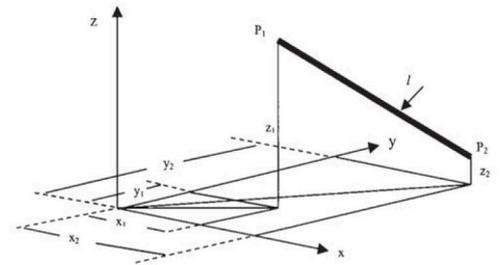


Fig. 1:
 Imágenes del
 modelo de
 implante;
 proyección
 en el plano
 x,z (izquierda)
 y en el plano
 y,z (derecha)

Fig. 2:
 Posición
 oblicua
 aleatoria del
 alfiler
 metálico



Teoría (2/3)

La longitud l del alfiler con sus extremos $P_1(x_1, y_1, z_1)$ y $P_2(x_2, y_2, z_2)$ es:

$$l = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} = \sqrt{l_x^2 + l_y^2 + l_z^2} \quad (1)$$

Dado que el alfiler metálico es irradiado por un haz cónico de rayos X y que tiene una cierta distancia hacia el plano de la imagen, se proyecta en el plano de la imagen de forma ampliada. Para poder determinar el grado de aumento, el modelo de implante está equipado con un disco metálico de referencia con un diámetro de $d = 30$ mm. Si el diámetro de la proyección del disco sobre la imagen es d^* , el aumento es $V = d^*/d$. En consecuencia, la longitud real del alfiler metálico es $l_V = l/V$.

Teoría (3/3)

La figura 3 muestra las proyecciones del alfiler metálico para dos planos del modelo de implante que están desplazados 90° uno respecto del otro. Para la evaluación según la figura 5, se recomienda imprimir la foto lo más grande posible y determinar las longitudes correspondientes con la ayuda de un calibrador Vernier.

Como alternativa, se puede utilizar un programa gráfico.

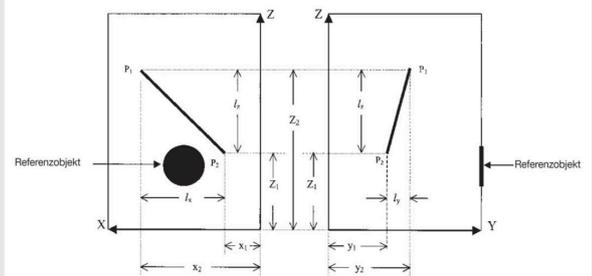


Fig. 3: Representación esquemática de la proyección de la espiga metálica en el plano x,z (izquierda) y en el plano y,z (derecha)

Material

| Posición | Material | Artículo No. | Cantidad |
|----------|---|--------------|----------|
| 1 | XR 4.0 Unidad de rayos X, 35 kV | 09057-99 | 1 |
| 2 | X-ray Módulo enchufable con tubo de rayos X de cobre (Cu) | 09057-51 | 1 |
| 3 | XR 4.0 Set de extensión Radiofotografía con Rayos X | 09155-88 | 1 |

PHYWE
excellence in science

Montaje y ejecución

Montaje

PHYWE
excellence in science

Fig. 4: Montaje

Ejecución

PHYWE
excellence in science

Coloca el modelo de implante directamente frente a la pantalla fluorescente con ambos lo más a la derecha posible en el banco óptico. La distancia entre la parte delantera del modelo y el tubo de salida del aparato de rayos X es entonces de aproximadamente 30 cm. No utilices un tubo de diafragma para la irradiación.

- Ajusta una tensión de aceleración $U_A = 35 \text{ kV}$ y una corriente anódica $I_A = 1 \text{ mA}$.
- Fija la cámara al soporte de deslizamiento en el banco óptico, entonces selecciona el modo nocturno y desactiva el flash.
- Oscurece completamente la habitación o cubre el dispositivo con la cubierta protectora.
- Se recomienda tomar la foto con el disparador automático de la cámara (autodisparador) para evitar que la cámara se mueva.
- A continuación, gira el modelo de implante 90° alrededor de su eje longitudinal y repite el procedimiento.

PHYWE
excellence in science

Resultados

Ejemplo de resultados

La evaluación del experimento debería proporcionar los siguientes resultados:

$$l_x = 52.0 \text{ mm}, l_y = 35.0 \text{ mm}, l_z = 71.0 \text{ mm} \text{ y } V = 46,0/30,0 \text{ mm} = 1,533.$$

$$\text{Así, } l_x^* = 33.9 \text{ mm}, l_y^* = 22.8 \text{ mm}, l_z^* = 46.3 \text{ mm}$$

Estos valores conducen a: $l = 61,74 \text{ mm}$ y $l_V = 60.06 \text{ mm}$ (la longitud real del alfiler metálico (tal como se fabrica) es de $60,0 \text{ mm}$).

Basado en las longitudes de proyección l_x, l_y, l_z de l en los ejes respectivos, los ángulos correspondientes se calculan como sigue:

$$\cos(\alpha) = \frac{l_x}{l}; \cos(\beta) = \frac{l_y}{l}; \cos(\gamma) = \frac{l_z}{l} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 53.6^\circ; \beta = 67.7^\circ; \gamma = 39.6^\circ$$