

Experimento de medio de contraste con un modelo de vaso sanguíneo



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

Ejecución

PHYWE
excellence in science

Configuración

La mayoría de las aplicaciones y usos de 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 adicional (1/2)

PHYWE
excellence in science

Conocimiento

Previo



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

Principio científico



Cuando se irradia un modelo de vaso sanguíneo con rayos X, los propios vasos sanguíneos no son visibles al principio. Sólo después de la inyección de un medio de contraste se hacen visibles los vasos sanguíneos.

Información adicional (2/2)

PHYWE
excellence in science

Objetivo de Aprendizaje



El objetivo de este experimento es observar el comportamiento de los fluidos dentro de un vaso sanguíneo.

Tareas



Inyectar una solución de yoduro de potasio al 50% en el modelo de vaso sanguíneo y observar la pantalla fluorescente de la unidad básica de rayos X para seguir el flujo de la solución inyectada en el modelo de vaso sanguíneo.

Teoría (1/4)

En el diagnóstico radiológico, muchos órganos y tejidos solo pueden distinguirse entre sí con gran dificultad. Por este motivo, se utilizan medios de contraste para hacer visibles el tracto gastrointestinal o los vasos sanguíneos, por ejemplo, en una imagen radiográfica. En los exámenes radiológicos de los vasos sanguíneos se utilizan para ello soluciones concentradas de yodo. Estas absorben la radiación en mayor medida que los tejidos circundantes, lo que da lugar a imágenes radiográficas de alto contraste.

Si los rayos X con intensidad I_0 penetran en la materia del espesor de la capa d , entonces, de acuerdo con la ley de la absorción, la intensidad I de la radiación que atraviesa la materia viene dada por (ver P2541105):

$$I = I_0 e^{-\mu(\lambda, Z) \cdot d} \quad (1)$$

Teoría (2/4)

Dado que la absorción es proporcional a la masa del absorbente, el coeficiente de absorción de la masa μ/ρ (densidad $\rho[\text{g}/\text{cm}^3]$) se utiliza a menudo en lugar del coeficiente de absorción lineal μ .

Los siguientes procesos son responsables de la absorción:

1. efecto fotoeléctrico
2. dispersión (efecto Compton)
3. producción de pares

La producción de pares, sin embargo, requiere una determinada energía umbral que corresponde al doble de la energía de reposo del electrón ($2E_0 = 2m_0c^2 = 1.02\text{MeV}$). En consecuencia, el coeficiente de absorción sólo comprende dos componentes:

$$\mu = \tau_{\text{efectofotoeléctrico}} + \sigma_{\text{dispersion}}$$

Teoría (3/4)

Además, se aplica lo siguiente a la gama de energía disponible de la radiación: $\tau > \sigma$

La dependencia del coeficiente de absorción de masa de la energía de radiación primaria y del número atómico Z del absorbente se describe con suficiente precisión mediante la siguiente relación (empírica):

$$\frac{\tau}{\sigma} \approx \frac{\mu}{\rho} = k(\lambda^3 \cdot Z^3) \quad (2)$$

De acuerdo con (2), la absorción aumenta drásticamente con el aumento de la longitud de onda, así como con el aumento del número atómico del absorbente.

Como el yodo tiene un número atómico mucho mayor ($Z = 53$) que los elementos del tejido orgánico, tiene un poder de absorción muy alto y es muy adecuado para su uso como medio de contraste.

Las figuras 1a y 1b muestran el efecto del medio de contraste.

Teoría (4/4)

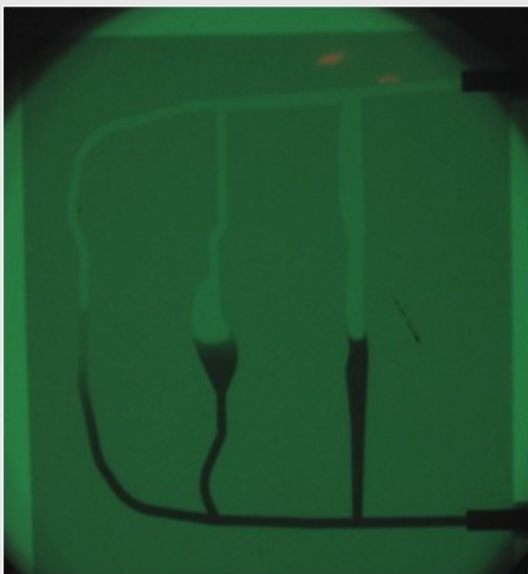


Fig. 1a:
Modelo de
vaso
sanguíneo con
el medio de
contraste;
medio lleno

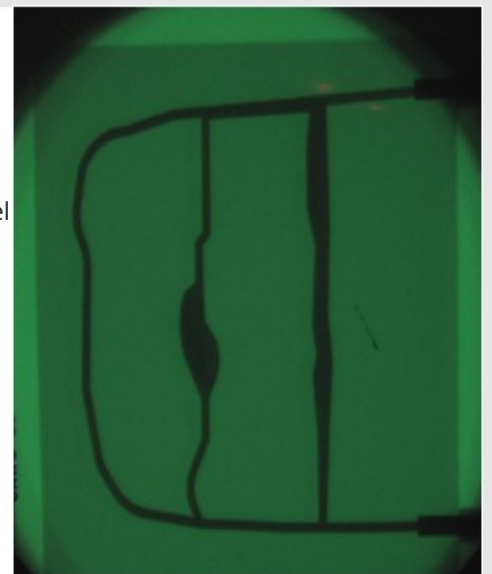


Fig. 1b: Modelo
de vaso
sanguíneo con el
medio de
contraste;
completamente
lleno

Equipo

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
4	YODURO POTASICO 50 G	30104-05	1



Montaje y Ejecución

Montaje (1/4)

- Para preparar el medio de contraste, disolver 10 g de yoduro de potasio en 20 ml de agua.
- Colocar el modelo de vaso sanguíneo en la pequeña cubeta de seguridad que se proporciona. A continuación, colocar la cubeta directamente frente a la pantalla fluorescente que debe estar situada lo más a la derecha posible en el banco óptico (Fig. 2).

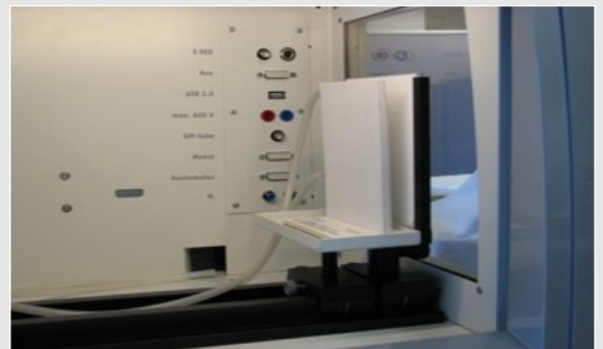


Fig. 2: montaje en la cámara de experimentación

Montaje (2/4)

PHYWE
excellence in science

- Conducir los tubos por el canal de trabajo hacia el exterior (Fig. 3).
- Llenar una de las dos jeringas con el medio de contraste.



Fig. 3: Tubos colocados en el canal de trabajo

Montaje (3/4)

PHYWE
excellence in science

- Conectar las dos jeringas a los extremos de los tubos: Asegurarse de que la jeringa llena está conectada a la entrada inferior del modelo (Fig. 4).
- Ajustar el tubo de rayos X para que funcione con una tensión de aceleración de $U_A = 35$ kV y una corriente anódica de $I_A = 1$ mA.
- La irradiación se realiza sin tubo de diafragma. Tensión del ánodo $U_A = 35$ kV y corriente anódica $I_A = 1$ mA.
- Oscurecer la sala de experimentos para que el flujo del medio de contraste pueda observarse en la pantalla fluorescente. A continuación, inyectar el medio de contraste en la jeringa llena lentamente en el modelo de vaso sanguíneo.



Fig. 4:
Procedimiento

Montaje (4/4)

PHYWE
excellence in science

Reducir la corriente y/o la tensión del ánodo para demostrar el efecto de estos dos parámetros sobre la intensidad luminosa. Para comparar, también es interesante llenar el modelo de vaso sanguíneo con agua. Si desea documentar el efecto del medio de contraste de forma fotográfica, recomendamos que siga el procedimiento descrito en P2542005. El medio de contraste debe retirarse del modelo de vaso sanguíneo antes de sacar el modelo de la cámara de experimentación:

- Retirar la jeringa que está conectada a la entrada inferior del modelo de vaso sanguíneo y llevar el extremo libre del tubo al contenedor de almacenamiento.
- Presionar el medio de contraste hacia fuera con la ayuda de la otra jeringa.
- Sellar los extremos libres del tubo con los tapones de plástico.

Sólo entonces se puede tirar de los tubos a través del canal de trabajo y enjuagar el modelo de vaso sanguíneo varias veces con agua con la ayuda de una jeringa. Asegurarse de eliminar al máximo el agua residual del modelo.

Nota

PHYWE
excellence in science

Precaución.

Tenga mucho cuidado de que el medio de contraste no pueda salir a la cámara de experimentación. Para ello, asegúrese de que los tubos estén siempre bien conectados y que los extremos de los tubos estén siempre sellados con tapones antes de retirar el modelo de vaso sanguíneo de la cámara de experimentación.