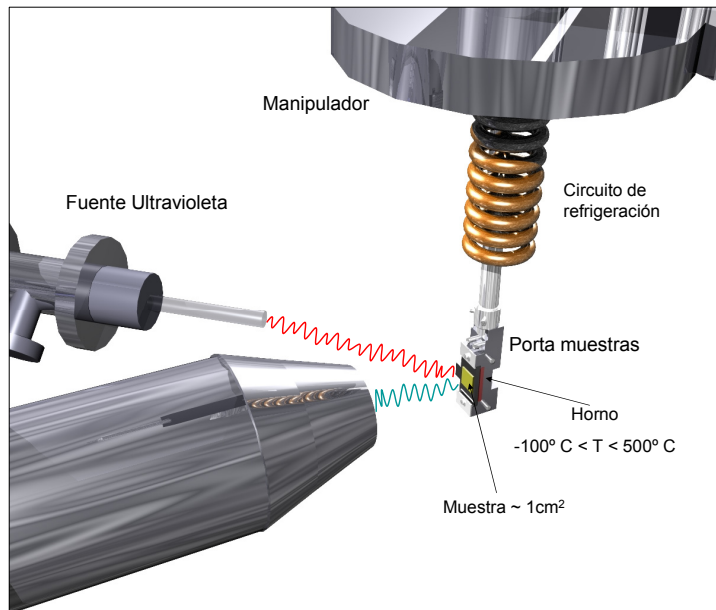


# Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy (UPS)

LSAP del Centro de Astrobiología (CAB, CSIC-INTA), Ctra. de Ajalvir, km 4, 28850 Torrejón de Ardoz, Madrid, España

## ¿Que es?

Se trata de una técnica de análisis, para obtener información química, en superficies de materiales sólidos



## Objetivo de la técnica

Determinar la composición, de los elementos presentes en la superficie de materiales sólidos. Materiales aislantes y conductores pueden ser analizados en superficie, en áreas de unas pocas micras

## Funcionamiento

Los fotones que provienen de la fuente ultravioleta con alta intensidad y alta resolución (anchura natural de línea muy pequeña), alta sensibilidad superficial gracias al empleo de energías de fotón bajas, con 20-100eV se tienen recorridos libres medios de ~5-10Å. La alta resolución permite la observación de orbitales de valencia en buenas condiciones, aunque la especificidad química no es tan inmediata como en XPS. Existen sin embargo formas de identificar emisiones debidas por ejemplo a adsorbatos (estados de superficie).

Los electrones que provienen del nivel de Fermi ( $E_F$ ) se caracterizan por poseer una energía de enlace cero ( $E_B=0$ ), de modo que el **arranque** de emisión correspondiente a  $E_F$  se obtiene una energía cinética que es la máxima recibida en el espectrómetro.

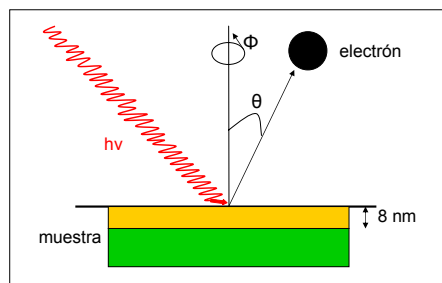
$$E_k(sp)_{max} = hv - e\Phi_{sp}$$

Mientras que se produce un corte de señal cuando se tienen los fotones con la mínima energía cinética posible (los últimos electrones secundarios con energía suficiente para abandonar la superficie).

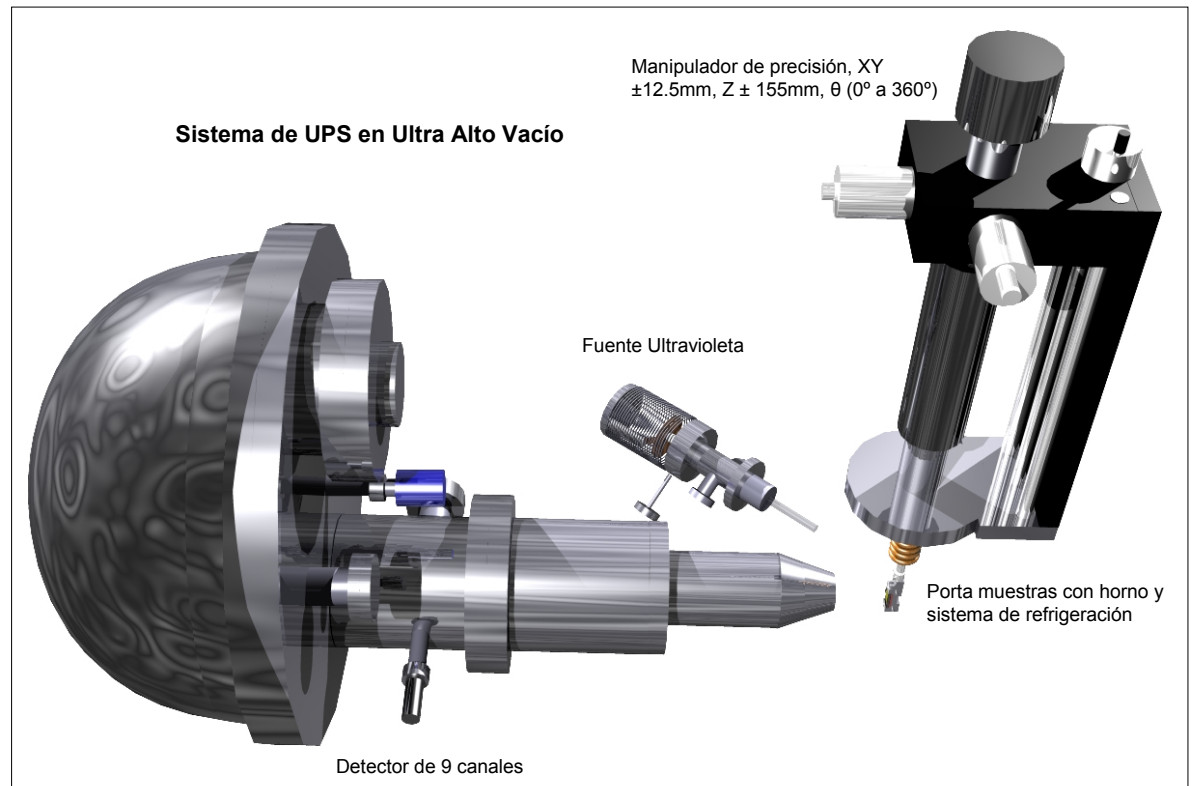
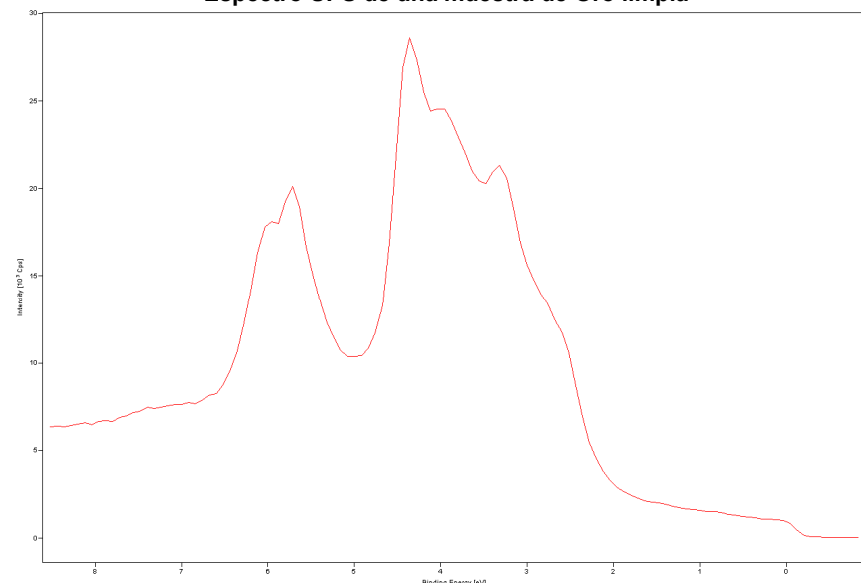
$$E_k(sp)_{min} = e\Phi - e\Phi_{sp}$$

Lo hace que se pueda obtener a partir del ancho del espectro UPS ( $\Delta E$ ) la función de trabajo de la muestra ( $\Phi$ ).

$$\Delta E = E_k(sp)_{max} - E_k(sp)_{min} = hv - e\Phi$$



## Espectro UPS de una muestra de Oro limpia



## Requisitos

La muestra a estudiar se debe encontrar en condiciones de Ultra Alto Vacío ( $>10^{-9}$  mbar.). Y ser expuesta en estas condiciones frente a una fuente ultravioleta, que ofrezca una energía por debajo de los 100eV

## Información Analítica

La diferencia fundamental entre el espectro correspondiente a un metal y el proveniente de un semiconductor será la existencia o no de emisión al nivel de Fermi (0 de energías correspondientes al estado inicial), sin embargo en determinados sistemas puede observarse en estos últimos algún tipo de emisión debido, por ejemplo a bandas de estados de superficie que atraviesan  $E_F$ . La emisión entre  $E_F$  y unos cuantos eV refleja la densidad de estados (DOS de superficie o de volumen) del material, mientras que a medida que aumenta la energía respecto  $E_F$  se observa un aumento de intensidad debida a la emisión secundaria, esto es a electrones que han sufrido distintos tipos de pérdida. La aparición de electrones secundarios que se producen en el propio espectrómetro (y que se superpone a la señal) se solventa polarizando la muestra negativamente respecto del espectrómetro. De este modo toda la señal de la muestra se desplaza en bloque mientras que la del espectrómetro no lo hace, separando las dos contribuciones.

## Aplicaciones

**Sistemas de adsorbatos:** estudios de cinética de adsorción y evolución química del adsorbato durante ella.

**Adsorción de gases nobles:** Dando lugar a una técnica específica PAX (Adsorción de Xenon) sensible a los diferentes sitios de adsorción adoptados por el gas.

**Estudios en fase gas**

**Determinación de estructura de bandas de superficie y volumen:** Utilizando resolución angular (ARUPS). Estructura de bandas de volumen y superficie y los estados de superficie.

## Análisis en procesos de foto emisión

- Distribución de energía.** Manteniendo constante la energía del fotón se obtiene el número de fotoelectrones producidos en todas las direcciones con una energía dada, y se barre esta energía. Se tiene  $N(E)$  integrada.
- Distribución angular.** Para una determinada dirección angular se mide la curva de distribución de electrones según sus energías
- Flujo electrónico total.** Se determina la producción total (total yield) a todas las energías y ángulos en función de la energía de los fotones incidentes. La muestra actúa así como un foto cátodo y los electrones pueden recogerse en un ánodo a medida que se varía la energía de excitación.
- Distribución en espines.** Se determina la polarización en spin de la foto corriente en función de la energía de excitación. Se puede combinar con las otras opciones y resultar en foto emisión resuelta en ángulo y spin.

## Especificaciones técnicas fuente Ultravioleta

Tamaño del Spot: 1.5 mm

Flujo de fotones: : 1.5x10<sup>12</sup> fotones por segundo

Bakeout: 180°C

