

ESPECTROSCOPIA DE RAYOS X CON DETECTOR DE Si

Juan Alejandro Farauste
TE II, Nuclear (Universidad de Sevilla)
Viernes 18 de junio de 2021

ÍNDICE

1. OBJETIVOS
2. INTRODUCCIÓN TEÓRICA
3. MONTAJE E INSTRUMENTAL
4. RESULTADOS
5. CONCLUSIONES

OBJETIVOS

- Entender cómo se originan los rayos X y familiarizarse con varios espectros.
- Comprender el funcionamiento general de los detectores de Si.
- Realizar una calibración en energía del detector.
- Interpretar un espectro desconocido para determinar el elemento correspondiente a la representación gráfica.

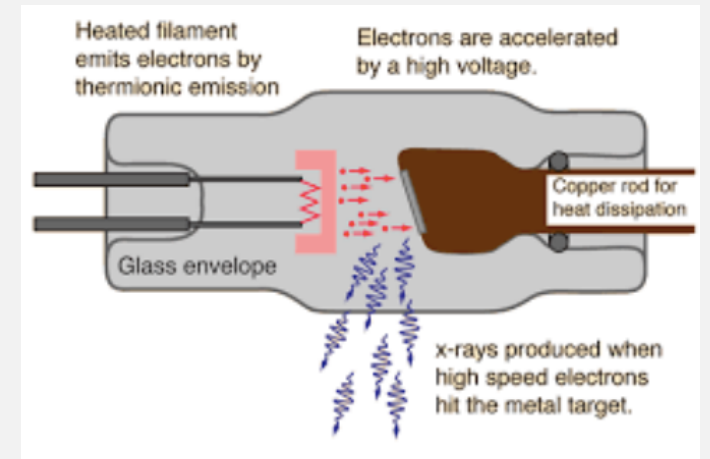
INTRODUCCIÓN TEÓRICA

RAYOS X Y MECANISMOS DE EMISIÓN

- Emisión radiación electromagnética debido a una transición electrónica hacia una capa interna del átomo. —————> Fotón de energía característica
- Creación de una vacante en la capa interna:
 - Proceso de captura electrónica:

$$p + e^{-} = n + \nu_e$$

- Fluorescencia de rayos X: Excitación directa de electrones con fotones suficientemente energéticos como para arrancarlo.

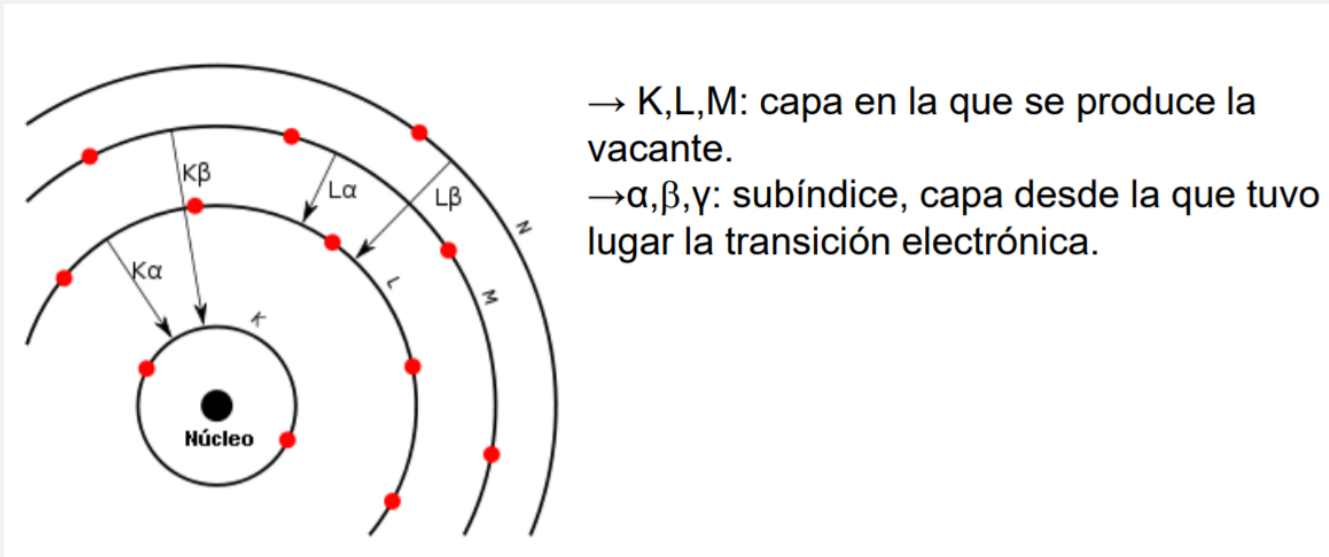


RAYOS X Y MECANISMOS DE EMISIÓN

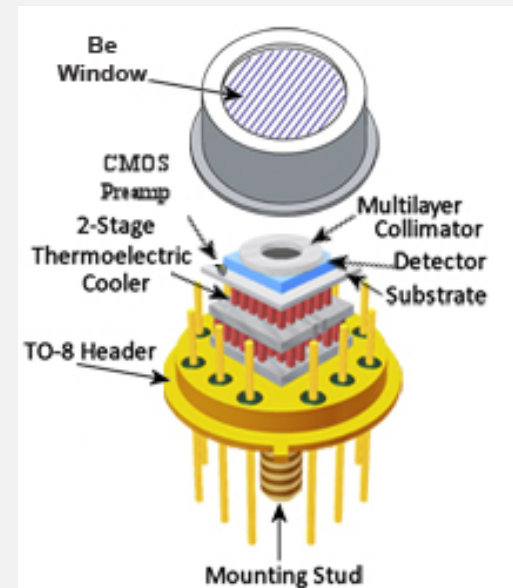
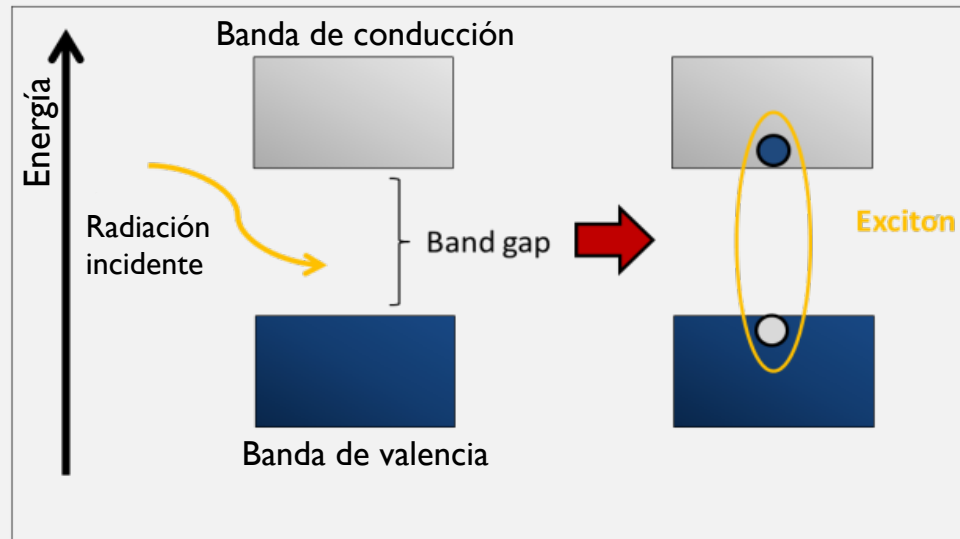
La energía de la radiación depende de los niveles electrónicos del átomo que la produce:

$$E_{\gamma} = E_i - E_f$$

Es característica de cada isótopo.

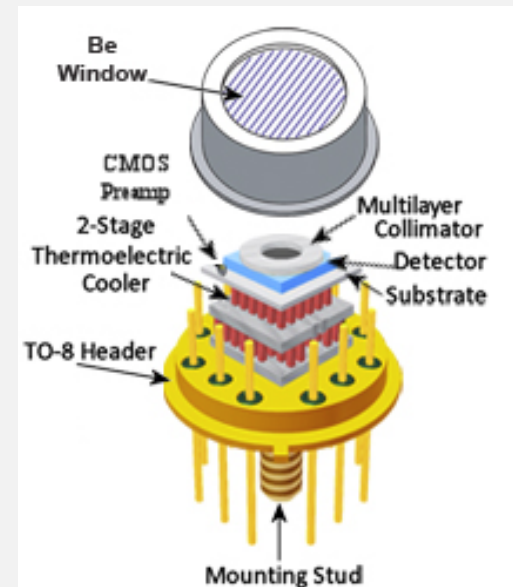
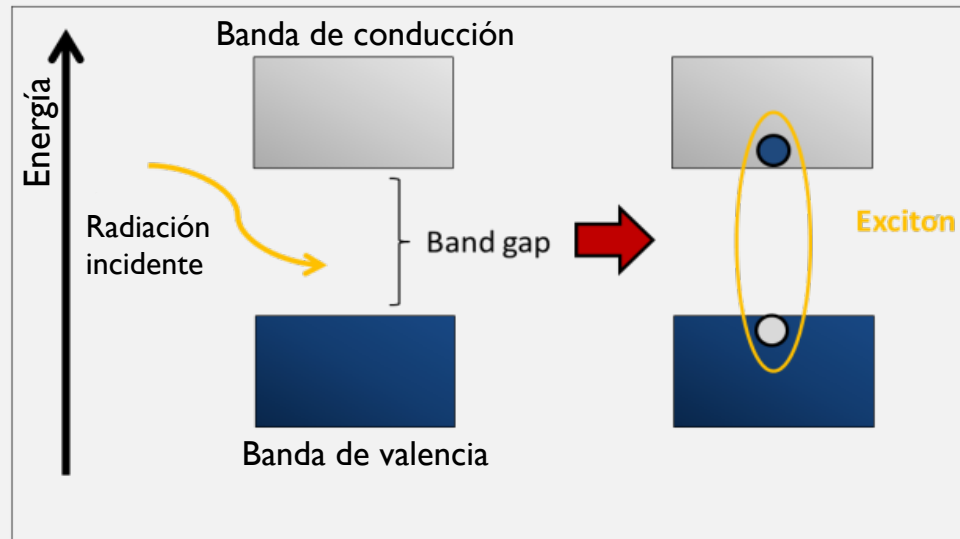


DETECTOR DE SILICIO (SDD)



- Detector de semiconductor: genera pulsos de corriente debido a la creación de pares e^- -ion tras el paso de la radiación (teoría de bandas en SC).
- Union PN: Región de deplexión (idealmente “muerta”).

DETECTOR DE SILICIO (SDD)

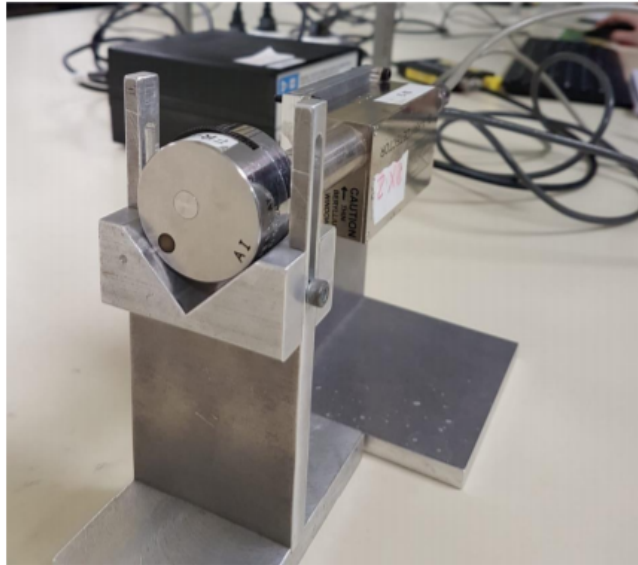


- Polarización inversa: necesario para aumentar la región de depleción.
- Las excitaciones producidas en la zona de depleción se recolectan en el ánodo y el cátodo → pulso eléctrico por radiación ionizante detectada.
- Refrigeración para evitar el ruido electrónico (efecto Peltier).

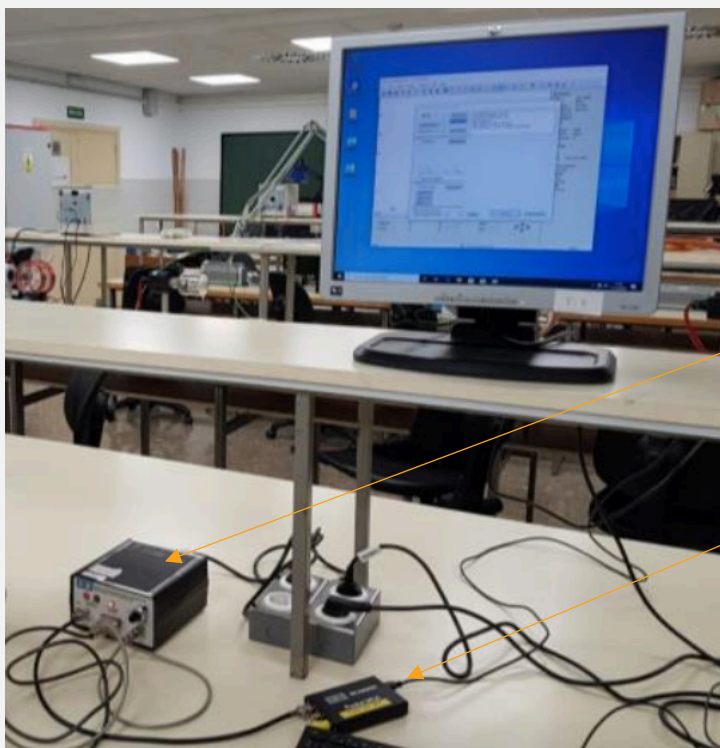
MONTAJE E INSTRUMENTAL

MONTAJE EXPERIMENTAL

Detector de Si (SDD)



MONTAJE EXPERIMENTAL



Hacia la electrónica asociada

Amplificador

MCA

PC

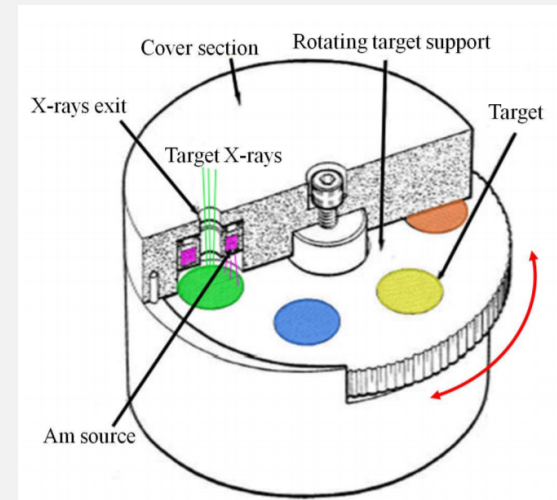
MUESTRAS RADIATIVAS

Kit de muestras monoencapsuladas
(5 min de medida)

- ^{109}Cd
- ^{54}Mn
- ^{57}Co



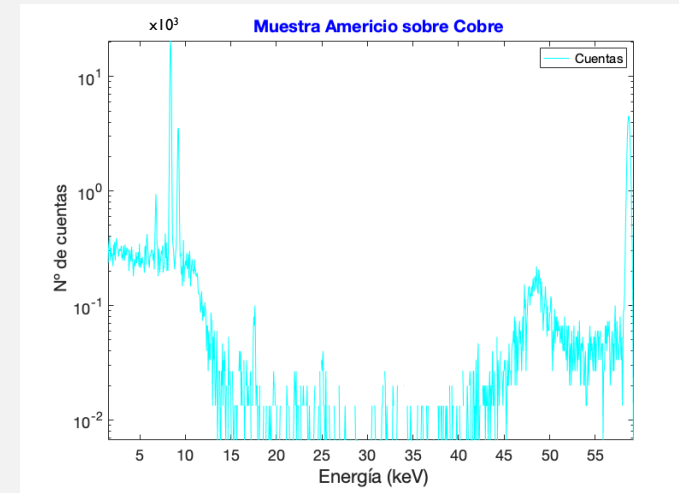
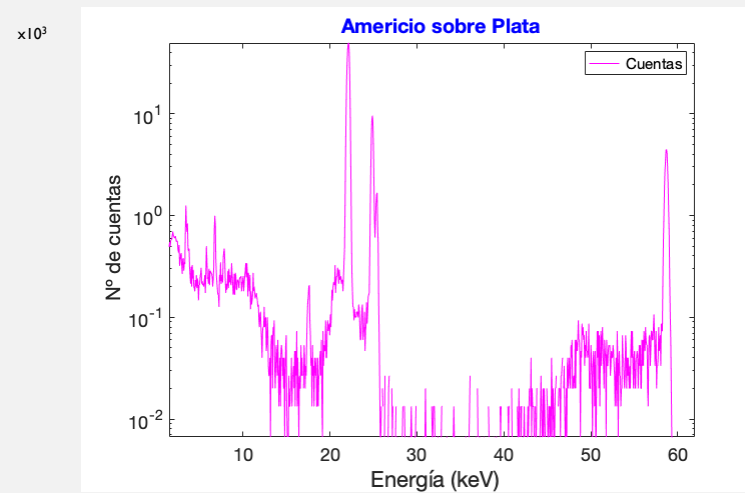
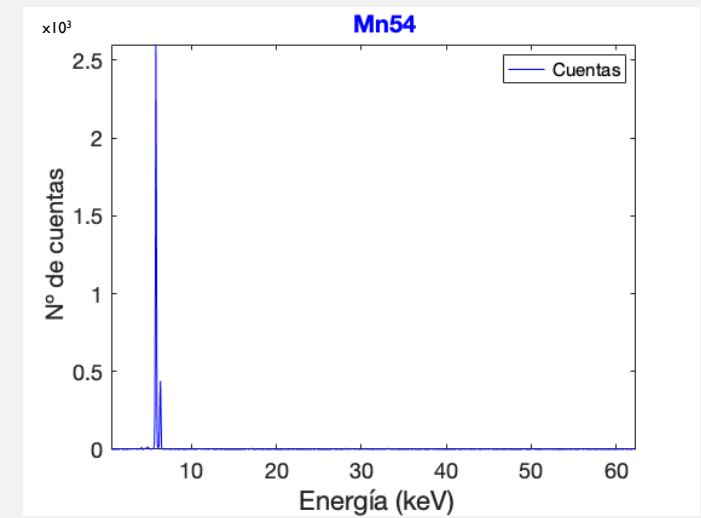
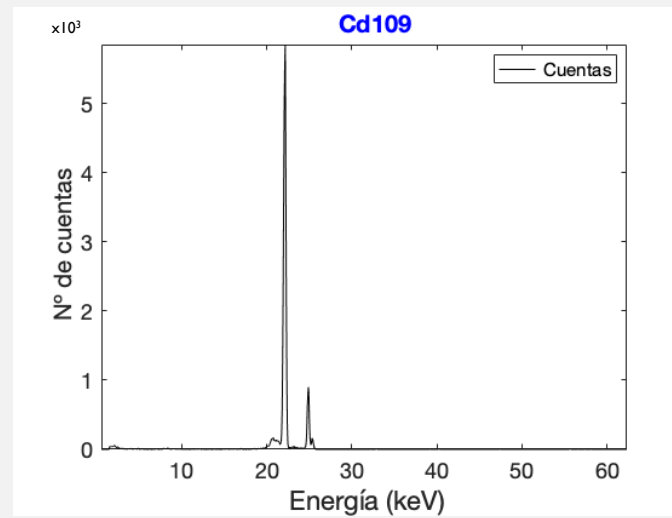
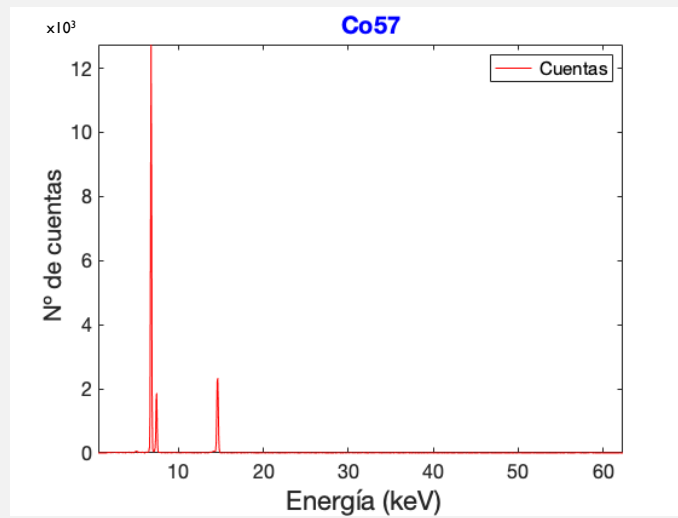
Muestras por fluorescencia (Amersham)



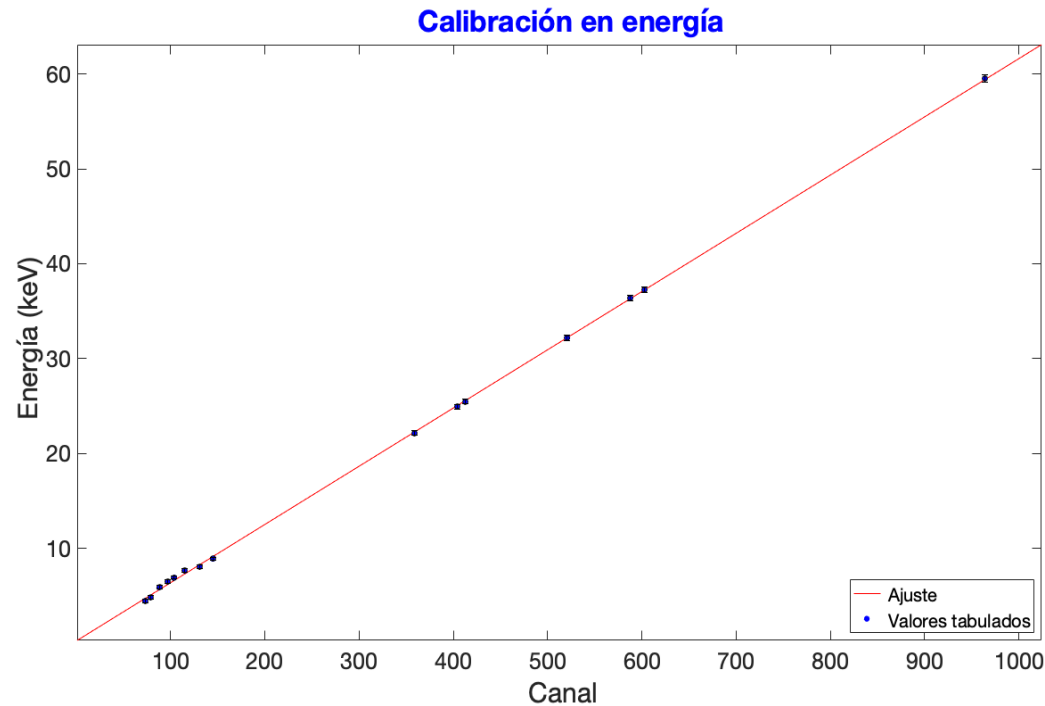
- Am sobre Cu
- Am sobre Ag (2,5 min de medida)
- Am sobre Ba
- Am sobre muestra problema

RESULTADOS

ESPECTROS

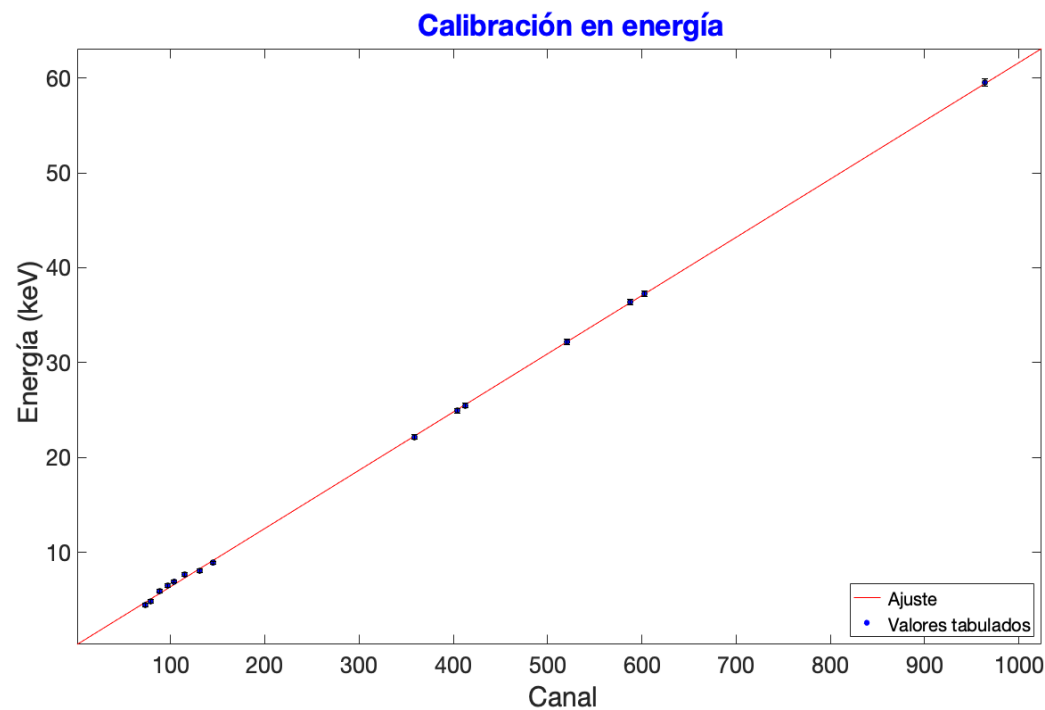


CALIBRACIÓN EN ENERGÍA



Muestra	Pico	Canal	E_{tab} (keV)
Cd-109	$K_{\alpha}(Ag)$	359	22,162
	$K_{\beta}(Ag)$	404	24,928
Co-57	$K_{\alpha}(Fe)$	104	6,398
	$K_{\beta}(Fe)$	115	7,057
	$\gamma^{57}Fe^{*}$	234	14,400
Mn-54	$K_{\alpha}(Pb)$	88	5,411
	$K_{\beta}(Pb)$	97	5,924
Am(Ba)	$L_{\alpha}(Ba)$	73	4,465
	$L_{\beta 1}(Ba)$	79	4,827
	$K_{\alpha}(Ba)$	521	32,062
	$K_{\beta}(Ba)$	588	36,354
	$\gamma^{237}Np^{*}$	963	59,500
Am (Cu)	$K_{\alpha}(Cu)$	131	8,047
	$K_{\beta}(Cu)$	145	8,904
	$\gamma^{237}Np^{*}$	964	59,500
Am(Ag)	$K_{\alpha}(Ag)$	359	22,162
	$K_{\beta 1}(Ag)$	404	24,942
	$K_{\beta 2}(Ag)$	413	25,454
	$\gamma^{237}Np^{*}$	964	59,500

CALIBRACIÓN EN ENERGÍA



Datos y parámetros de ajuste

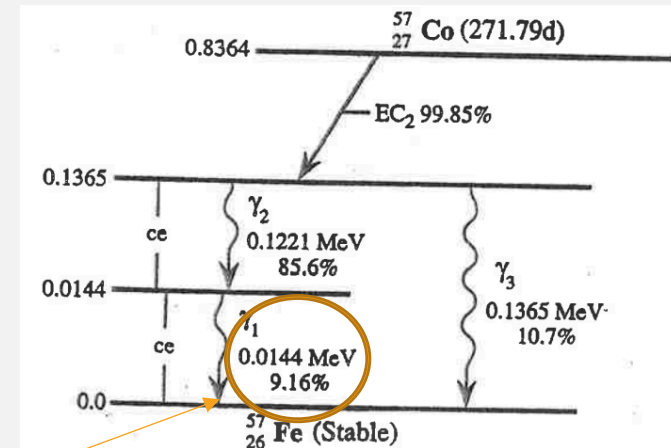
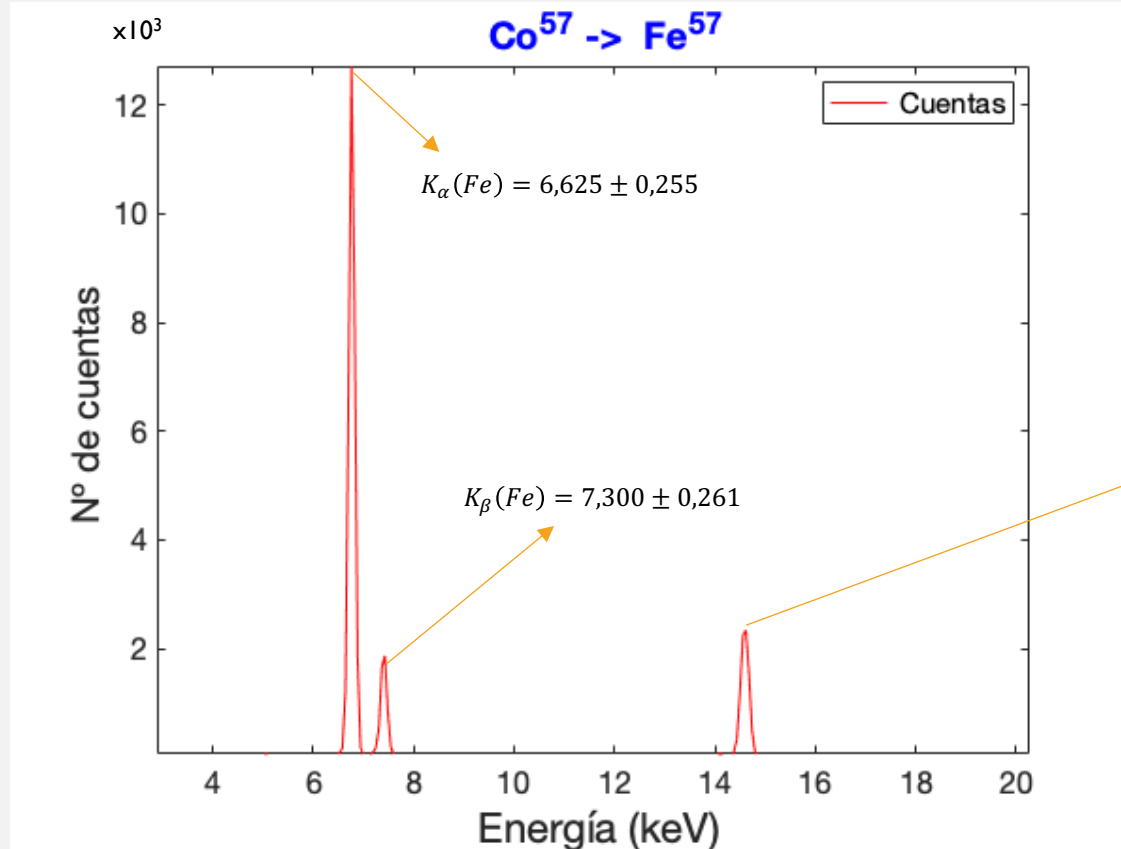
$$y(keV) = m \cdot x + b$$

$m(keV/canal)$	$(0,06136 \pm 0,00023)$
----------------	-------------------------

$b(keV)$	$(0,243 \pm 0,92)$
----------	--------------------

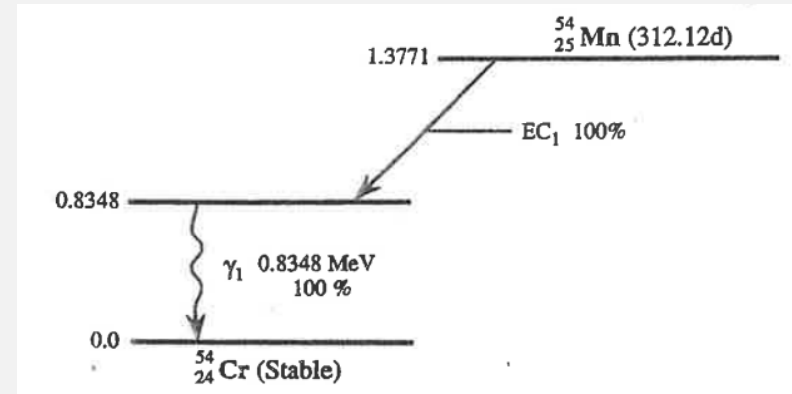
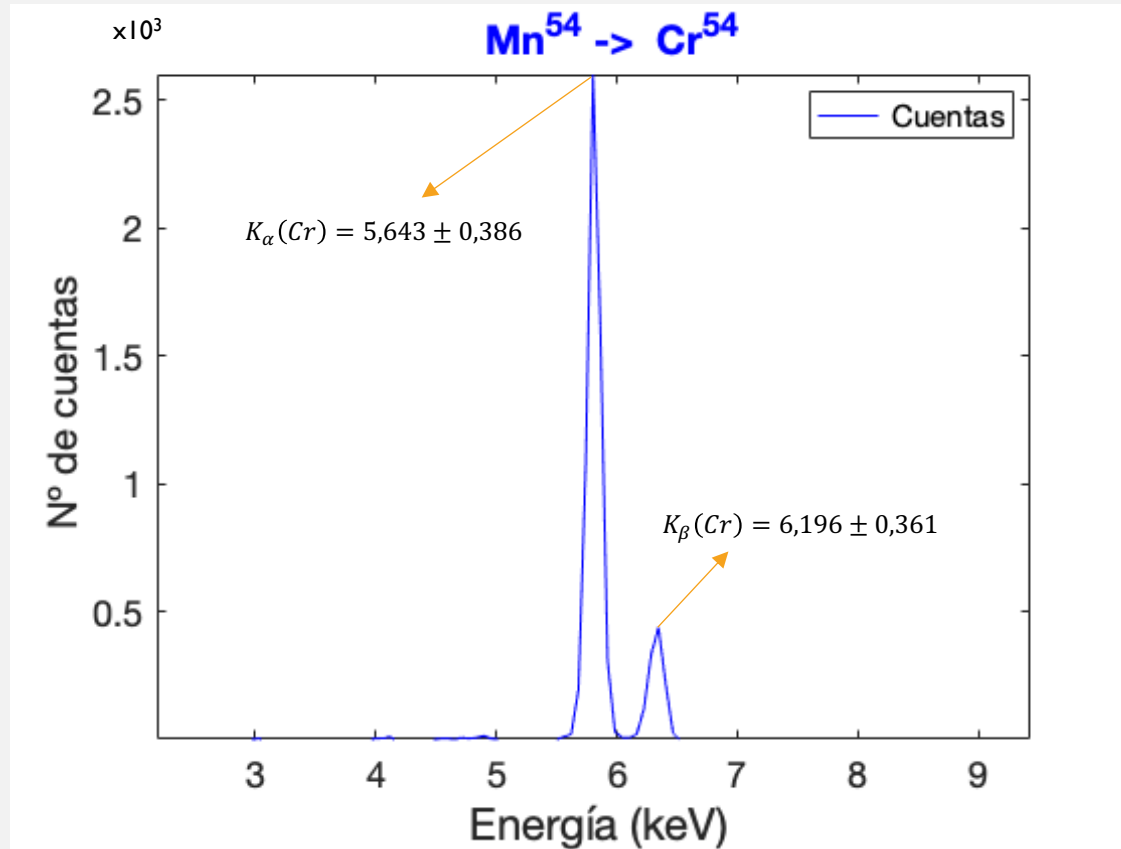
r^2	0,9998
-------	--------

INTERPRETACIÓN ESPECTRO DE Co^{57}



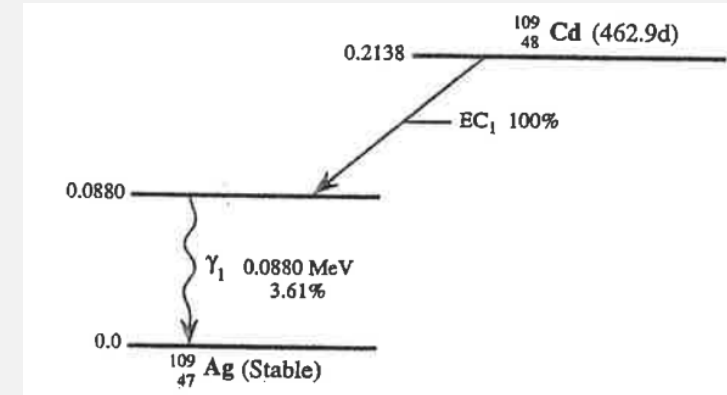
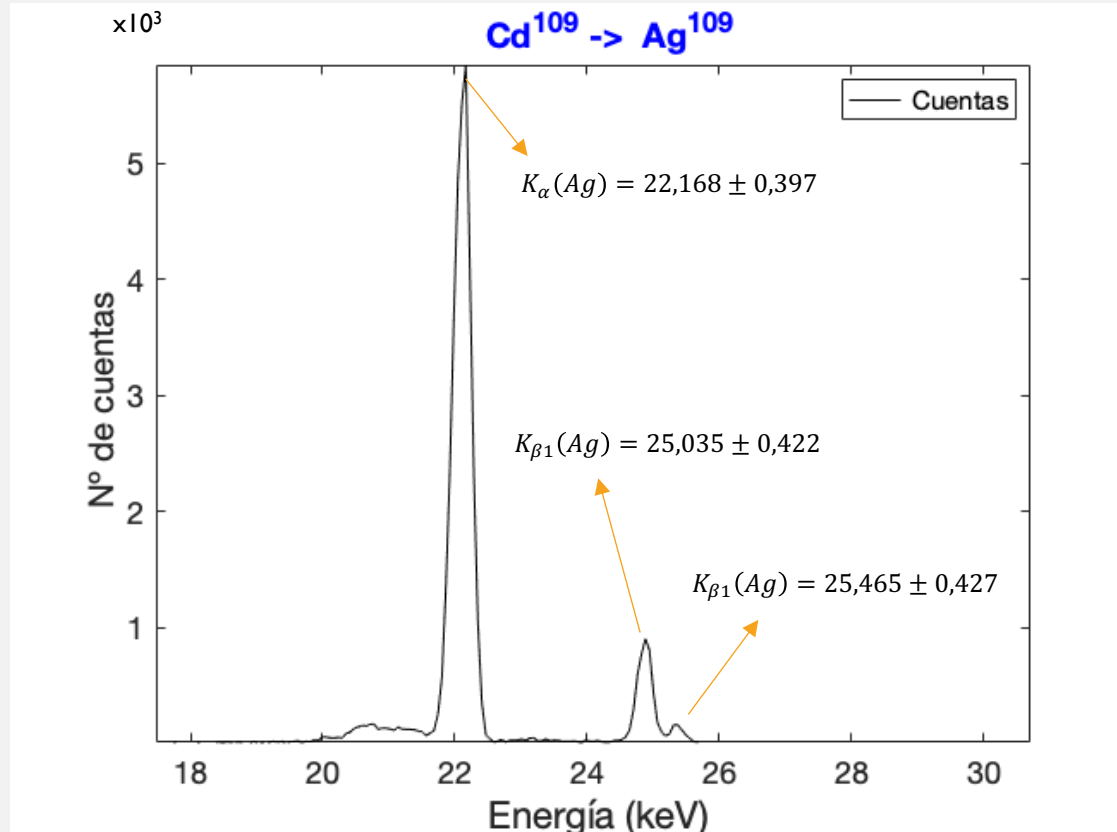
Pico	E_{exp} (keV)	E_{tab} (keV)	$\varepsilon(\%)$
$K_\alpha(\text{Fe})$	6,625	6,398	3,55
$K_\beta(\text{Fe})$	7,300	7,057	3,44
$\gamma^{57}\text{Fe}^*$	14,603	14,400	1.52

INTERPRETACIÓN ESPECTRO DE Mn^{54}



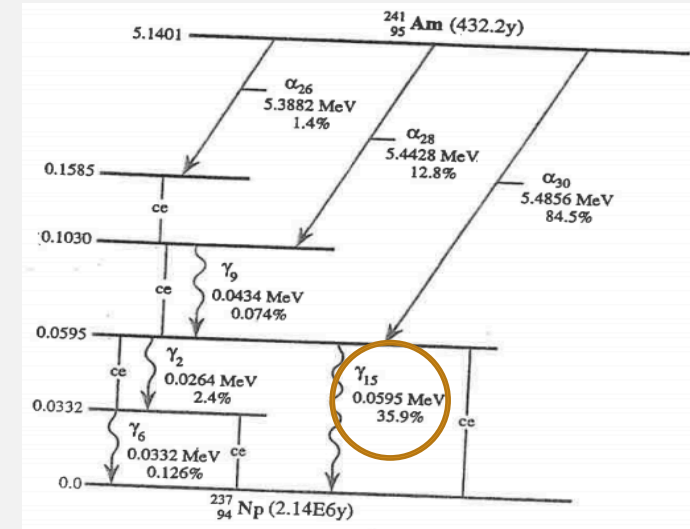
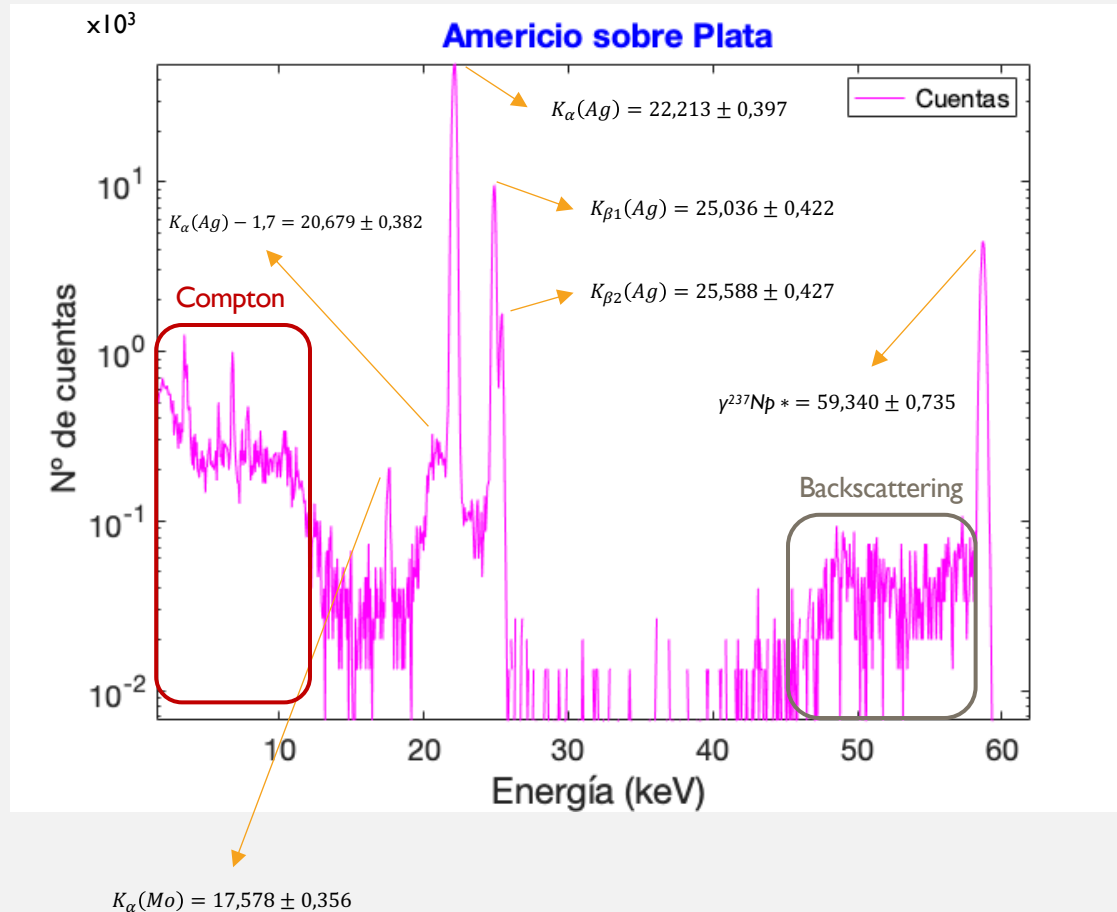
Pico	E_{exp} (keV)	E_{tab} (keV)	$\epsilon(\%)$
$K_\alpha(Cr)$	5,643	5,411	4,29
$K_\beta(Cr)$	6,196	5,924	4,59

INTERPRETACIÓN ESPECTRO DE Cd^{109}



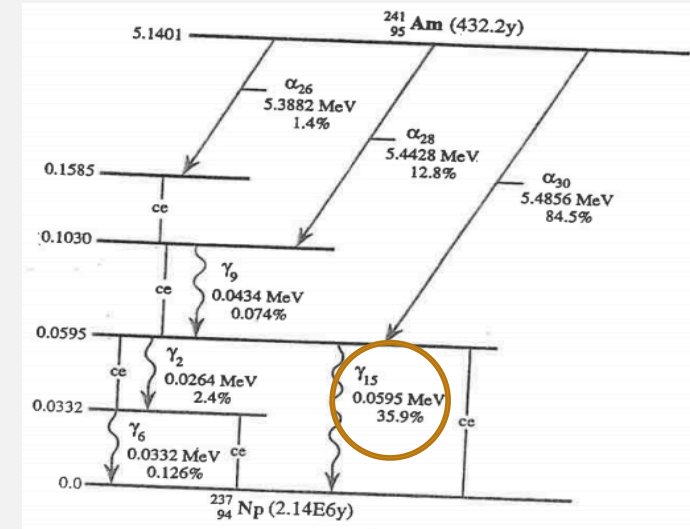
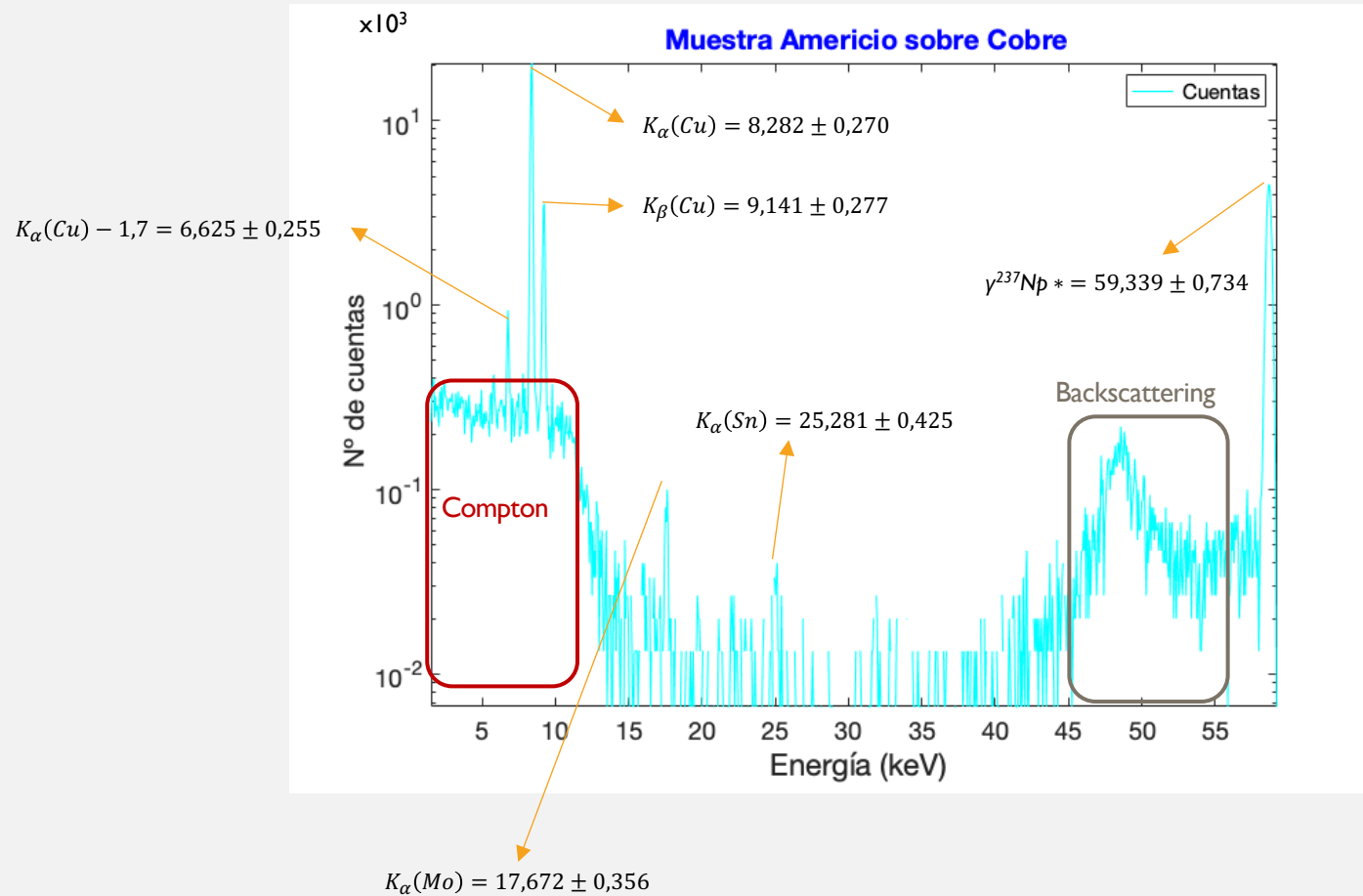
Pico	$E_{\text{exp}} \text{ (keV)}$	$E_{\text{tab}} \text{ (keV)}$	$\epsilon(\%)$
$K_{\alpha}(\text{Ag})$	22,168	22,101	0,3
$K_{\beta 1}(\text{Ag})$	25,035	24,942	0,37
$K_{\beta 2}(\text{Ag})$	25,465	25,454	0,043

INTERPRETACIÓN ESPECTRO DE Am SOBRE Ag



Pico	E_{exp} (keV)	E_{tab} (keV)	$\epsilon(\%)$
$K_{\alpha}(Mo)$	17,578	17,478	0,57
$K_{\alpha}(Ag)$	22,213	22,162	0,23
$K_{\beta 1}(Ag)$	25,036	24,942	0,38
$K_{\beta 2}(Ag)$	25,588	25,954	1,41
$\gamma^{237}\text{Np}^*$	59,340	59,5	0,27

INTERPRETACIÓN ESPECTRO DE Am SOBRE Ag

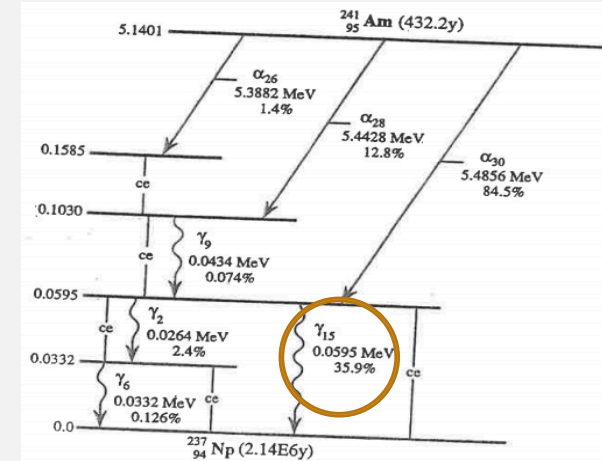
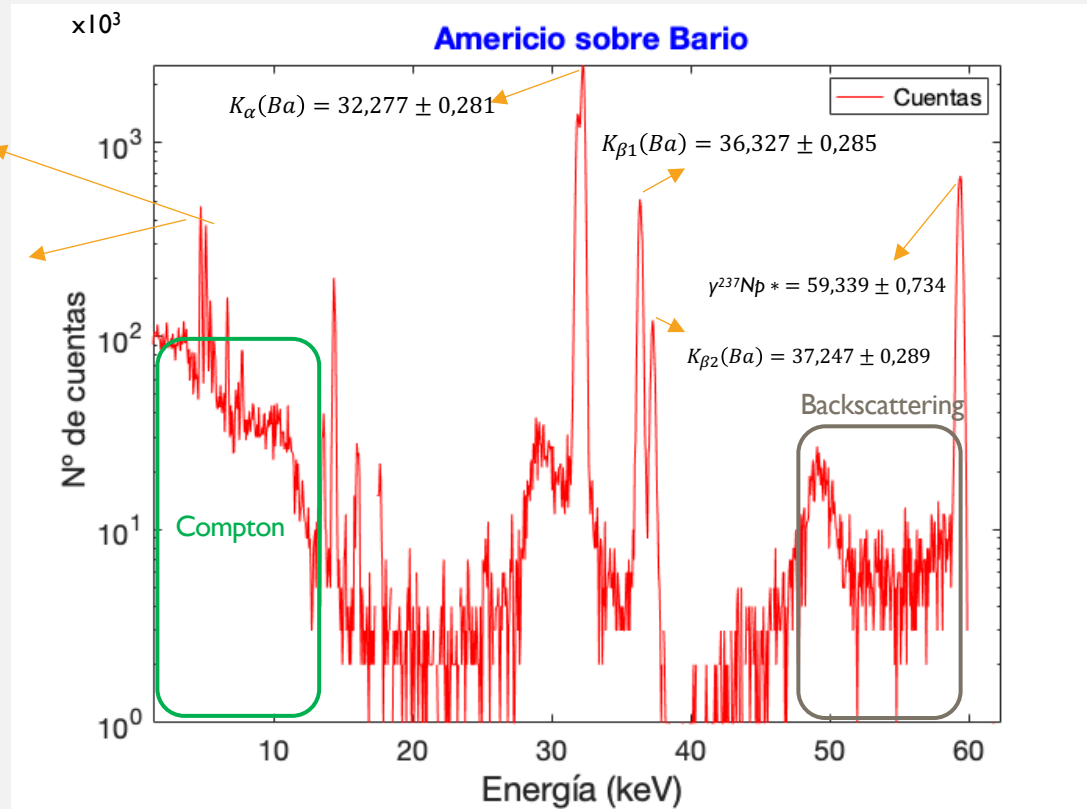


Pico	$E_{exp} (keV)$	$E_{tab} (keV)$	$\epsilon(\%)$
$K_{\alpha}(Cu)$	8,282	8,047	2,92
$K_{\beta}(Cu)$	9,141	8,904	2,66
$K_{\alpha}(Mo)$	17,672	17,478	1,11
$K_{\alpha}(Sn)$	25,281	25,270	0,044
$\gamma^{237}Np^*$	59,339	59,5	0,27

INTERPRETACIÓN ESPECTRO DE Am SOBRE Ba

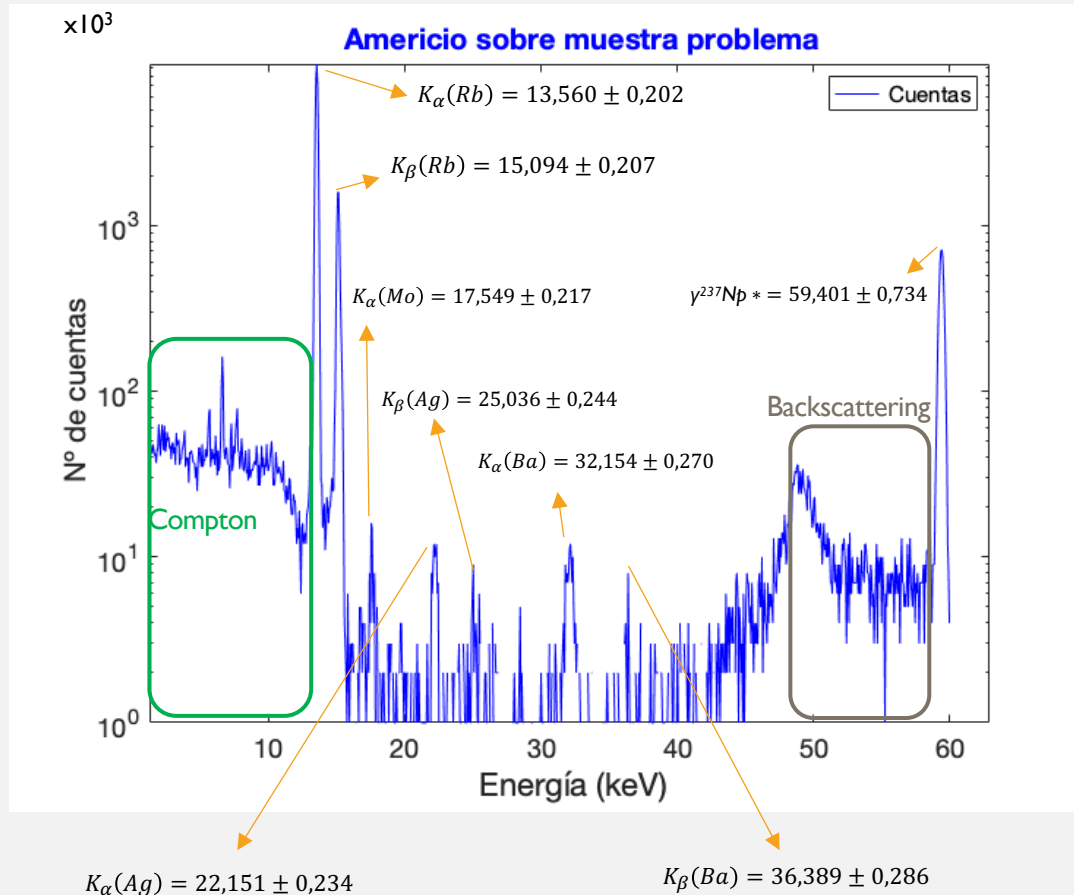
$$L_{\beta}(Ba) = 5,091 \pm 0,262$$

$$L_{\alpha}(Ba) = 4,723 \pm 0,255$$



Pico	$E_{exp} (keV)$	$E_{tab} (keV)$	$\epsilon(\%)$
$L_{\alpha}(Ba)$	4,723	4,465	5,78
$L_{\beta}(Ba)$	5,091	4,827	5,47
$K_{\alpha}(Ba)$	32,227	32,062	0,51
$K_{\beta 1}(Ba)$	36,327	36,354	0,074
$K_{\beta 2}(Ba)$	37,247	37,255	0,021
$\gamma^{237}\text{Np}^*$	59,573	59,500	0,12

INTERPRETACIÓN ESPECTRO MUESTRA PROBLEMA



Pico	$E_{exp} (keV)$	$E_{tab} (keV)$	$\varepsilon(\%)$
$K_{\alpha}(Rb)$	13,560	13,394	1,24
$K_{\beta}(Rb)$	15,094	14,960	0,9
$K_{\alpha}(Mo)$	17,549	17,478	0,41
$K_{\alpha}(Ag)$	22,151	22,162	0,05
$K_{\beta}(Ag)$	25,036	24,942	0,021
$K_{\alpha}(Ba)$	32,154	32,191	0,11
$K_{\beta}(Ba)$	36,389	36,376	0,036
$\gamma^{237}Np^*$	59,401	59,500	0,17

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Hemos analizado varios espectros de rayos x característicos.
- Nos hemos familiarizado con el funcionamiento de los detectores de SDD y además hemos observado los distintos tipos de mecanismo de detección de fotones.
- Hemos podido calibrar el detector en energía con las muestras obteniendo un buen ajuste (contrastado con los márgenes de error).
- Finalmente hemos sido capaces de identificar la muestra y caracterizado sus picos.

FIN

Muchas gracias por su atención