
Spettrometria XRF

Spettrometria di
Fluorescenza a raggi X

Sistema Theremino

Sommario

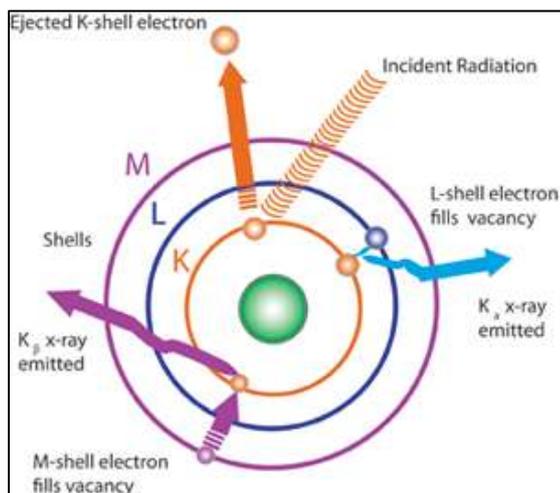
Spettrometria XRF	4
Teoria.....	4
Raggi X caratteristici per K-level e L-level in KeV.....	5
Apparecchiature	7
Parametri di Misura.....	8
Spettro della sorgente di eccitazione XRF	9
Spettro XRF di materiali “leggeri” come il legno	9
Spettro XRF dell’acqua	10
Spettrometria XRF di Elementi Chimici	11
Manganese (Z=25) (Batteria Alcalina)	11
Ferro (Z=26)	12
Cobalto (Z=27)	13
Nickel (Z=28).....	14
Rame (Z=29).....	15
Zinco (Z=30)	16
Gallio (Z=31).....	17
Germanio (Z=32).....	18
Bromo (Z=35) (Anti fiamma in PCB)	19
Rubidio (Z=37)	20
Stronzio (Z=38) (Alluminato di Stronzio)	21
Ittrio (Z=39).....	22
Zirconio (Z=40).....	23
Niobio (Z=41)	24
Molibdeno (Z=42)	25
Rodio (Z=45)	26
Argento (Z=47).....	27
Cadmio (Z=48)	28
Stagno (Z=50) (Lega saldature Stagno + Piombo).....	29
Antimonio (Z=51).....	30
Iodio (Z=53).....	31
Bario (Z=56) (Vetro)	32
Lantanio (Z=57) Cerio (Z=58) (Ferrocerio)	33
Gadolinio (Z=64) (Schermo rinforzo per raggi X).....	34

Lutezio (Z=71)	35
Tantalio (Z=73).....	36
Tungsteno (Z=74).....	37
Platino (Z=78)	38
Oro (Z=79) (Lega Oro + Argento)	39
Mercurio (Z=80).....	40
Piombo (Z=82)	41
Bismuto (Z=83)	42
Torio (Z=90) (Reticella lampada gas)	43
Uranio (Z=92) (Smalto all'uranio)	44
Nettunio (Z=93) (Capsula americio)	45
Spettrometria XRF di Leghe e Composti.....	46
Ottone (lega rame + Zinco).....	46
Bronzo (lega rame + stagno).....	47
Vetro al piombo.....	48
Argento Sheffield (lega argento + rame)	49
Acciaio (Ferro + Cromo).....	50
Schermo fluorescente blu per raggi X	51
Argento Bromuro (pellicola raggi X).....	52
Schermo scintillatore zinco solfuro	53
Oro bianco (oro + palladio).....	54
Ossido di zinco	55
Batteria NiMH.....	56
Obiettivo fotografico	57
Peltro	58
Pirite	59
Oro Nordico	60
Disclaimer e Avvertenze sulla Sicurezza	61
Precauzioni con Sorgenti Radioattive.....	61

Spettrometria XRF

Teoria

La fluorescenza a raggi X (XRF) è l'emissione di raggi X caratteristici "secondari" (o fluorescenti) da un materiale che è stato eccitato bombardandolo con raggi X ad alta energia o raggi gamma. Il fenomeno è ampiamente usato per analisi elementare ed analisi chimica, in particolare per la ricerca di metalli, vetro, ceramica e materiali da costruzione, e per la ricerca in geochimica, scienze forensi e l'archeologia.

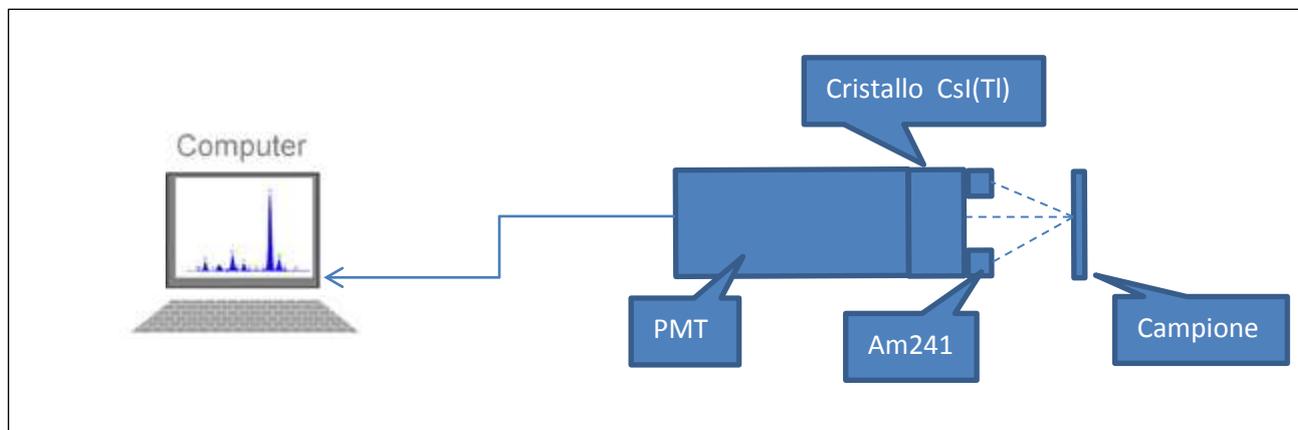


Ogni elemento ha orbitali elettronici di energia caratteristica. Dopo la rimozione di un elettrone interno da un fotone gamma fornito da una sorgente di radiazione primaria, un elettrone da un guscio esterno decade al suo posto. Vi è un numero limitato di modi in cui questo può accadere, come mostrato nella Figura. Le principali transizioni hanno i seguenti nomi: una transizione L → K viene tradizionalmente chiamata K_α, una transizione M → K è chiamata K_β, una transizione M → L viene chiamata L_α, e così via. Ciascuna di queste transizioni cede un fotone di fluorescenza con un'energia caratteristica pari alla differenza di energia del orbitale iniziale e finale. La lunghezza d'onda di questa radiazione fluorescente può essere calcolato dalla legge di Planck:

$$\lambda = h \cdot c / E$$

La radiazione fluorescente può essere analizzata sia classificando le energie dei fotoni (analisi a dispersione di energia) o separando le lunghezze d'onda della radiazione (analisi a dispersione di lunghezza d'onda). Una volta filtrate, l'intensità di ogni radiazione caratteristica è direttamente proporzionale alla quantità di ciascun elemento nel materiale. Questa è la base di una tecnica potente in chimica analitica. Il metodo XRF è ampiamente usato per misurare la composizione elementare dei materiali. Poiché questo metodo è veloce e non distruttivo, è il metodo di scelta per le applicazioni sul campo e in ambito industriale per il controllo dei materiali. **A seconda dell'applicazione, XRF può essere prodotta utilizzando non solo i raggi X, ma anche altre fonti di eccitazione primaria come particelle alfa, protoni o fasci di elettroni ad alta energia.**

Talvolta, quando l'atomo ritorna alla sua condizione stabile, invece di emettere una caratteristica riga X trasferisce l'energia di eccitazione direttamente ad uno degli elettroni esterni, facendolo espellere dall'atomo. L'elettrone espulso viene chiamato elettrone "Auger". Questo è un processo in competizione con XRF. L'emissione di elettroni Auger è più probabile negli elementi con bassi Z rispetto agli elementi con alti Z.



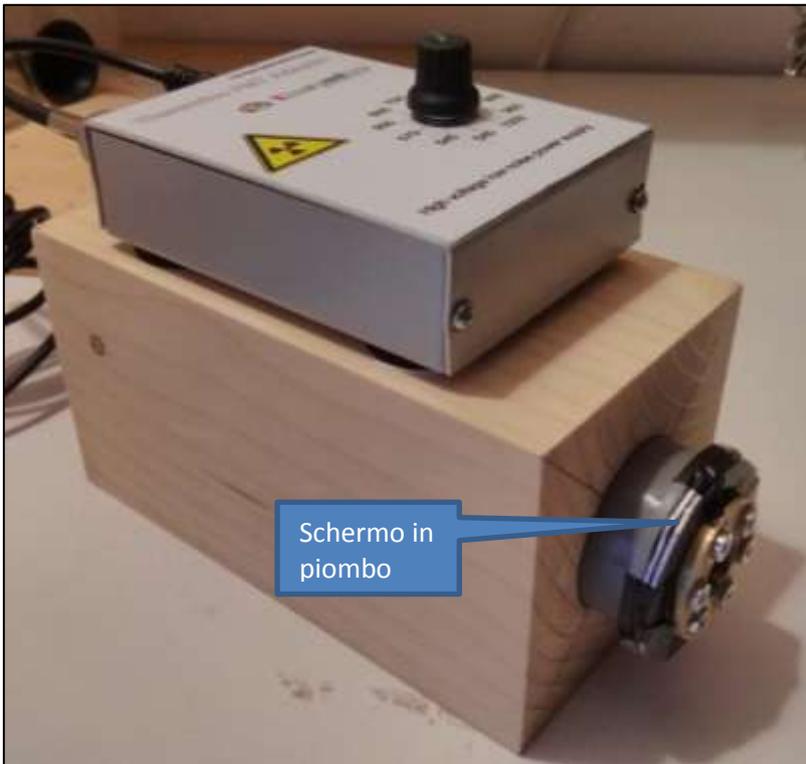
Raggi X caratteristici per K-level e L-level in KeV

No.	Elemento	K α 1	K β 1	L α 1	L β 1
3	Li	0.0543			
4	Be	0.1085			
5	B	0.1833			
6	C	0.277			
7	N	0.3924			
8	O	0.5249			
9	F	0.6768			
10	Ne	0.8486			
11	Na	1.04098	1.0711		
12	Mg	1.25360	1.3022		
13	Al	1.48670	1.55745		
14	Si	1.73998	1.83594		
15	P	2.0137	2.1391		
16	S	2.30784	2.46404		
17	Cl	2.62239	2.8156		
18	Ar	2.95770	3.1905		
19	K	3.3138	3.5896		
20	Ca	3.69168	4.0127	0.3413	0.3449
21	Sc	4.0906	4.4605	0.3954	0.3996
22	Ti	4.51084	4.93181	0.4522	0.4584
23	V	4.95220	5.42729	0.5113	0.5192
24	Cr	5.41472	5.94671	0.5728	0.5828
25	Mn	5.89875	6.49045	0.6374	0.6488
26	Fe	6.40384	7.05798	0.7050	0.7185
27	Co	6.93032	7.64943	0.7762	0.7914
28	Ni	7.47815	8.26466	0.8515	0.8688
29	Cu	8.04778	8.90529	0.9297	0.9498
30	Zn	8.63886	9.5720	1.0117	1.0347
31	Ga	9.25174	10.2642	1.09792	1.1248
32	Ge	9.88642	10.9821	1.18800	1.2185
33	As	10.54372	11.7262	1.2820	1.3170
34	Se	11.2224	12.4959	1.37910	1.41923
35	Br	11.9242	13.2914	1.48043	1.52590
36	Kr	12.649	14.112	1.5860	1.6366
37	Rb	13.3953	14.9613	1.69413	1.75217
38	Sr	14.1650	15.8357	1.80656	1.87172
39	Y	14.9584	16.7378	1.92256	1.99584
40	Zr	15.7751	17.6678	2.04236	2.1244
41	Nb	16.6151	18.6225	2.16589	2.2574
42	Mo	17.47934	19.6083	2.29316	2.39481
43	Tc	18.3671	20.619	2.4240	2.5368
44	Ru	19.2792	21.6568	2.55855	2.68323
45	Rh	20.2161	22.7236	2.69674	2.83441
46	Pd	21.1771	23.8187	2.83861	2.99022
47	Ag	22.16292	24.9424	2.98431	3.15094

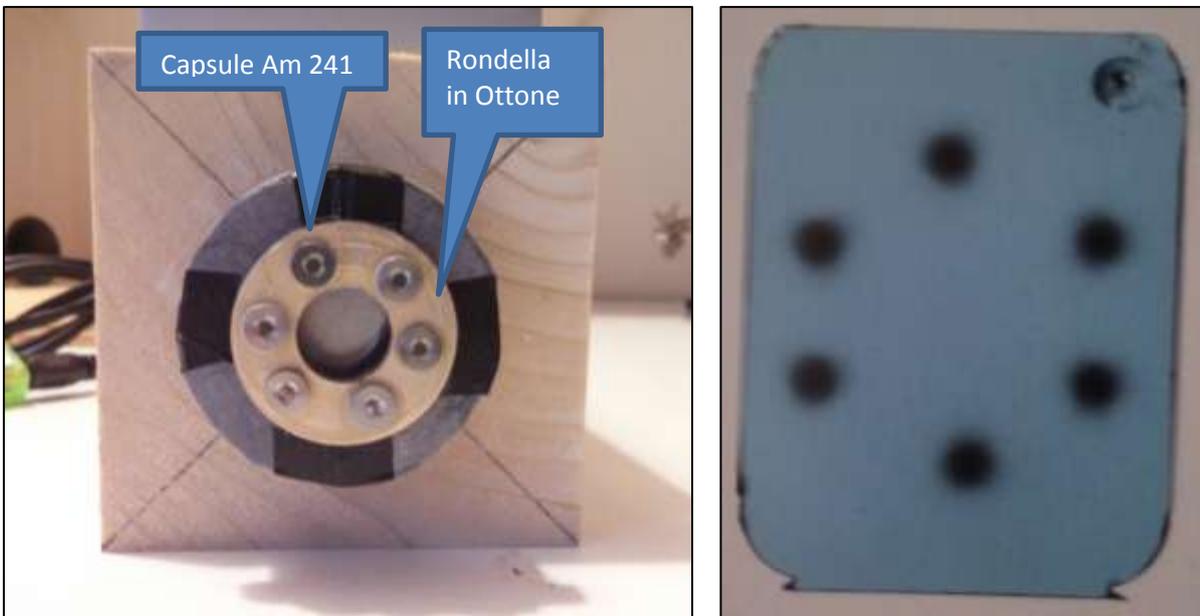
48	Cd	23.1736	26.0955	3.13373	3.31657
49	In	24.2097	27.2759	3.28694	3.48721
50	Sn	25.2713	28.4860	3.44398	3.66280
51	Sb	26.3591	29.7256	3.60472	3.84357
52	Te	27.4723	30.9957	3.76933	4.02958
53	I	28.6120	32.2947	3.93765	4.22072
54	Xe	29.779	33.624	4.1099	-
55	Cs	30.9728	34.9869	4.2865	4.6198
56	Ba	32.1936	36.3782	4.46626	4.82753
57	La	33.4418	37.8010	4.65097	5.0421
58	Ce	34.7197	39.2573	4.8402	5.2622
59	Pr	36.0263	40.7482	5.0337	5.4889
60	Nd	37.3610	42.2713	5.2304	5.7216
61	Pm	38.7247	43.826	5.4325	5.961
62	Sm	40.1181	45.413	5.6361	6.2051
63	Eu	41.5422	47.0379	5.8457	6.4564
64	Gd	42.9962	48.697	6.0572	6.7132
65	Tb	44.4816	50.382	6.2728	6.978
66	Dy	45.9984	52.119	6.4952	7.2477
67	Ho	47.5467	53.877	6.7198	7.5253
68	Er	49.1277	55.681	6.9487	7.8109
69	Tm	50.7416	57.517	7.1799	8.101
70	Yb	52.3889	59.37	7.4156	8.4018
71	Lu	54.0698	61.283	7.6555	8.7090
72	Hf	55.7902	63.234	7.8990	9.0227
73	Ta	57.532	65.223	8.1461	9.3431
74	W	59.31824	67.2443	8.3976	9.67235
75	Re	61.1403	69.310	8.6525	10.0100
76	Os	63.0005	71.413	8.9117	10.3553
77	Ir	64.8956	73.5608	9.1751	10.7083
78	Pt	66.832	75.748	9.4423	11.0707
79	Au	68.8037	77.984	9.7133	11.4423
80	Hg	70.819	80.253	9.9888	11.8226
81	Tl	72.8715	82.576	10.2685	12.2133
82	Pb	74.9694	84.936	10.5515	12.6137
83	Bi	77.1079	87.343	10.8388	13.0235
84	Po	79.290	89.80	11.1308	13.447
85	At	81.52	92.30	11.4268	13.876
86	Rn	83.78	94.87	11.7270	14.316
87	Fr	86.10	97.47	12.0313	14.770
88	Ra	88.47	100.13	12.3397	15.2358
89	Ac	90.884	102.85	12.6520	15.713
90	Th	93.350	105.609	12.9687	16.2022
91	Pa	95.868	108.427	13.2907	16.702
92	U	98.439	111.300	13.6147	17.2200
93	Np	-	-	13.9441	17.7502
94	Pu	-	-	14.2786	18.2937
95	Am	-	-	14.6172	18.8520

Apparecchiature

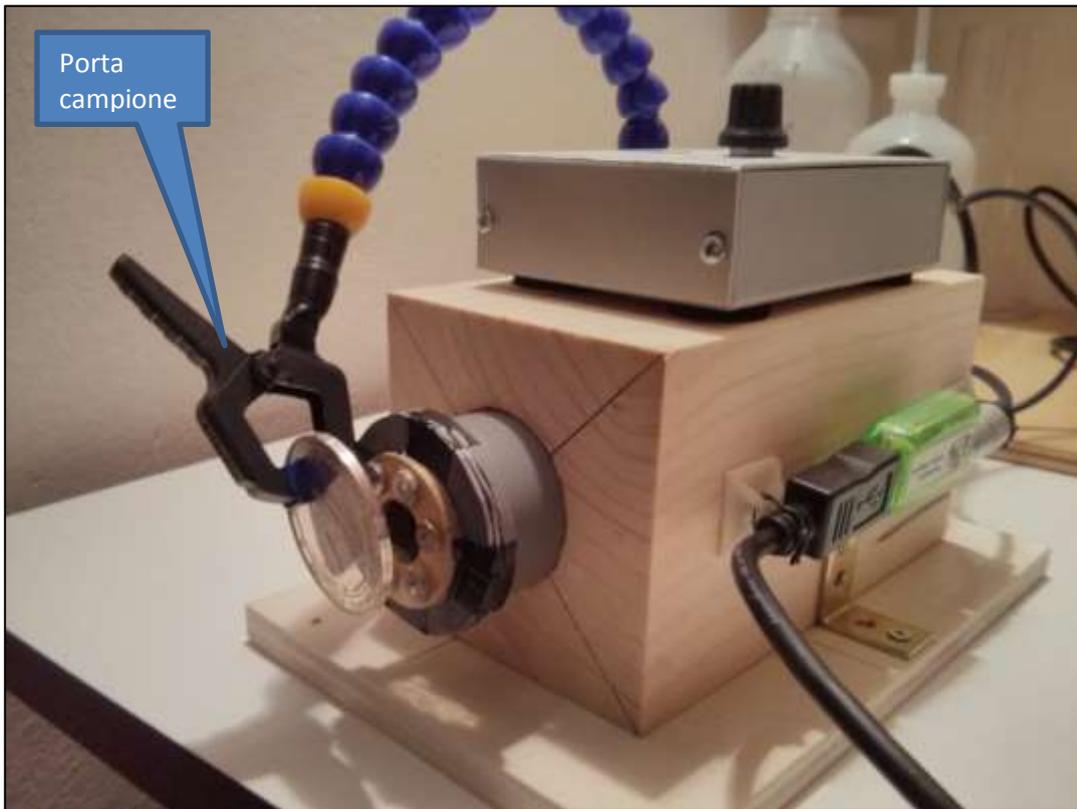
Sonda LEG RAP 47 – PMT adapter



Testa con capsule di americio ed immagine della testa su film radiografico, due ore di esposizione



Tipico setup di misura



Parametri di Misura

Tempo di misura = circa 360sec

Min Energia = 0

Filtro di integrazione = 10%

Numero di bins = X10

Base-line Test

Position = 50 μ sec

Width = 300 μ sec

Max Slope = 20%

Max Noise = 15%

Compensazione della Risoluzione

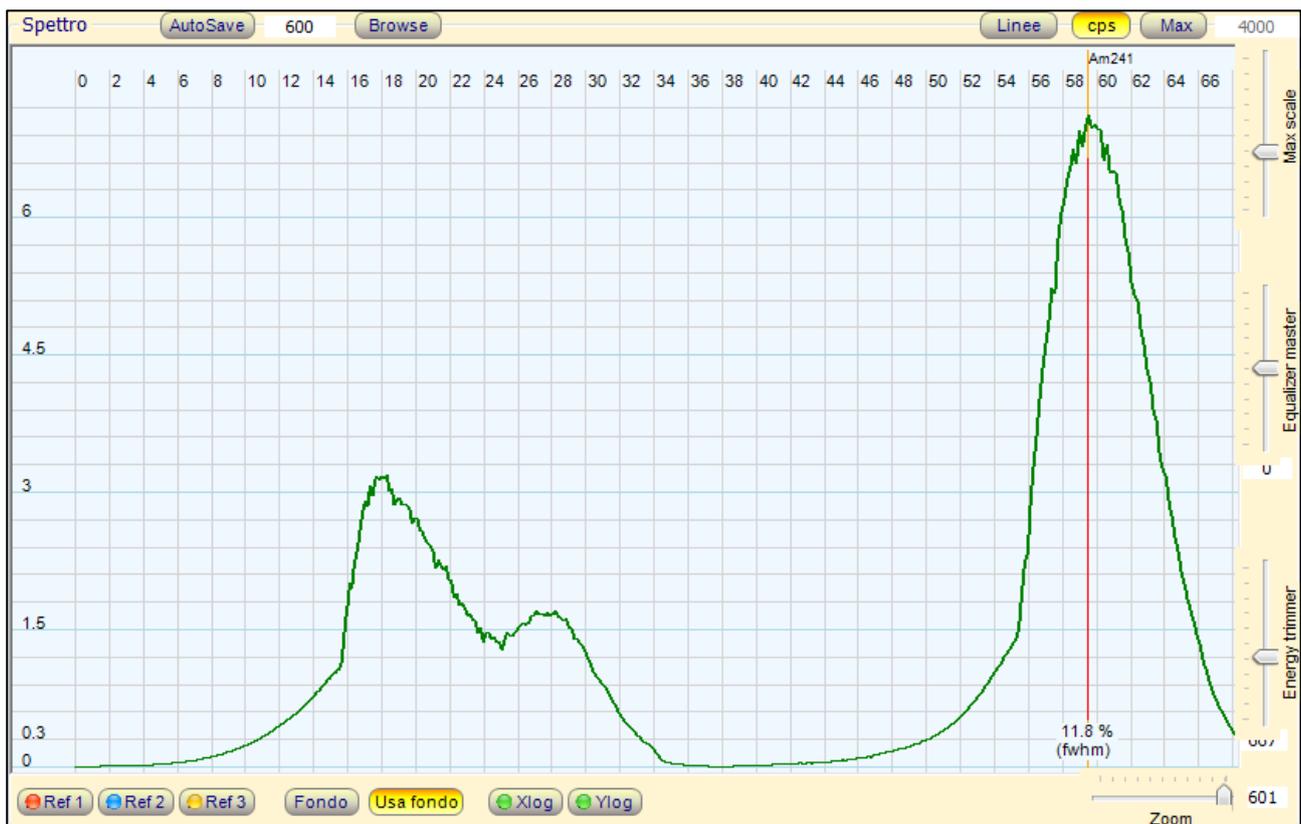
Size = 20bins

Center = 20%

Left = 3%

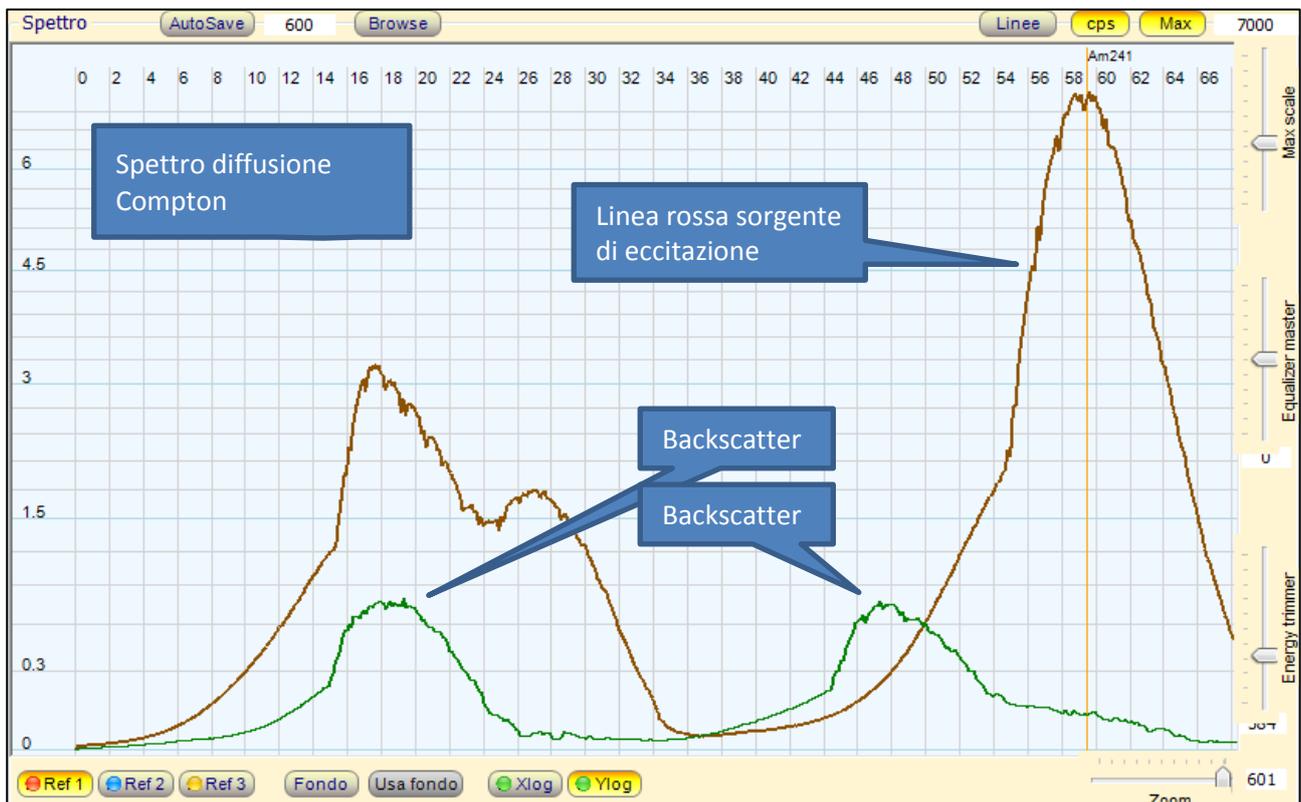
Right = 7%

Spettro della sorgente di eccitazione XRF



Americio – 241 Emissione principale a 59.54keV e attorno a 20keV

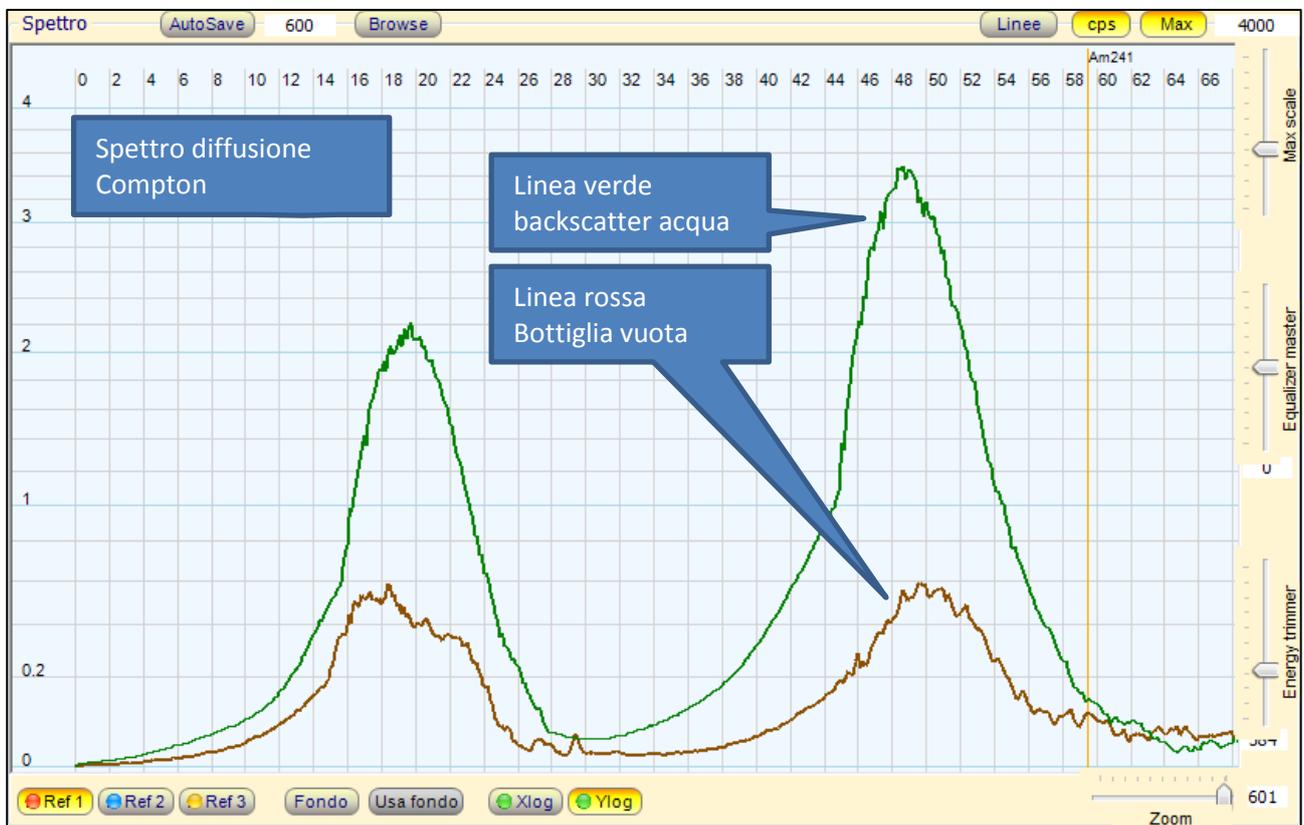
Spettro XRF di materiali “leggeri” come il legno



Spettro XRF dell'acqua



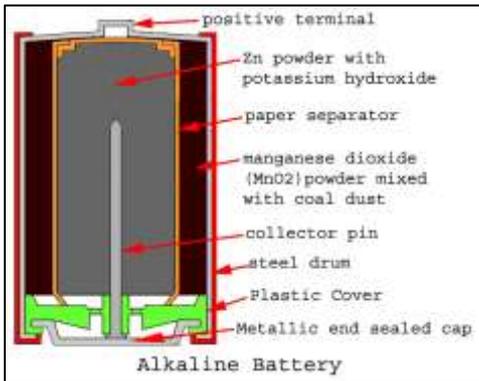
Setup di misura



Spettrometria XRF di Elementi Chimici

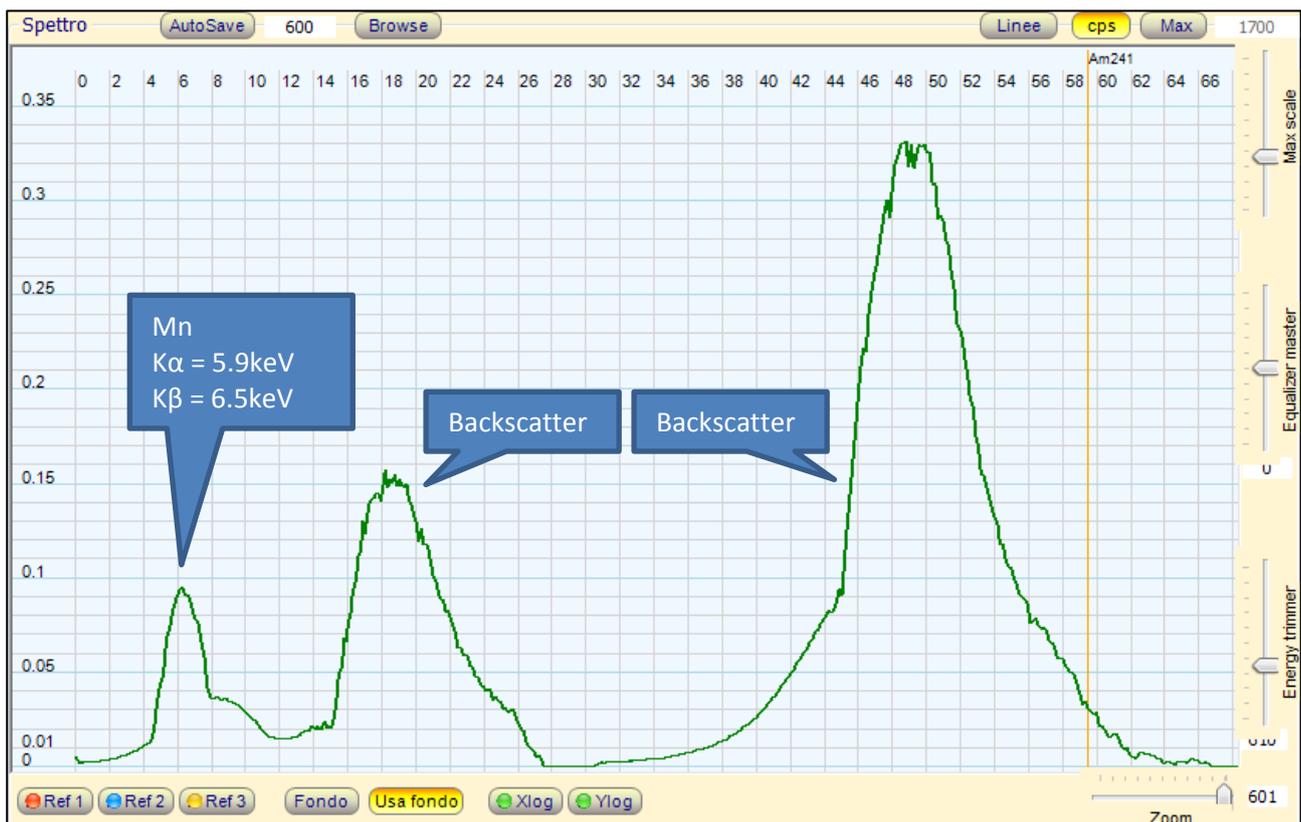
Manganese (Z=25) (Batteria Alcalina)

Il **manganese** è un elemento chimico con simbolo **Mn** e numero atomico 25. Non si trova come elemento libero in natura; si trova spesso in combinazione con il ferro, e in molti minerali. Il manganese è un metallo con usi industriali importanti in leghe metalliche, in particolare per acciai inossidabili.



Campione XRF : Biossido di Manganese in Batteria Alcalina

Nome / Simbolo	Manganese / Mn
Numero Atomico	25
Peso Atomico Standard	54.938044
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Ar] 3d ⁵ 4s ²
Elettroni per shell	2, 8, 13, 2
K α 1	5.900 keV
K β 1	6.492 keV



Ferro (Z=26)

Il **ferro** è un elemento chimico con il simbolo **Fe** (dal latino: ferrum) e numero atomico 26. È un metallo nella prima serie di transizione. E' l'elemento più comune sulla Terra, formando il nucleo esterno ed interno della Terra. E' il quarto elemento più comune nella crosta terrestre. La sua ricchezza in pianeti rocciosi come la Terra è dovuta alla sua abbondante produzione per fusione in stelle di grande massa, dove la produzione di nichel-56 (che decade nel ferro) è l'ultima reazione di fusione nucleare esotermica. Di conseguenza, il nichel radioattivo è l'ultimo elemento ad essere prodotto prima del crollo violento di una supernova che disperderà nello spazio il radionuclide precursore del ferro.



Campione XRF: Filo di ferro

Nome / Simbolo	Ferro / Fe
Numero Atomico	26
Peso Atomico Standard	55.845
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Ar] 3d6 4s2
Elettroni per shell	2, 8, 14, 2
Kα1	6.405 keV
Kβ1	7.059 keV



Cobalto (Z=27)

Il **cobalto** è l'elemento chimico di numero atomico 27. Il suo simbolo è **Co**. È un elemento bianco-argenteo, ferromagnetico e molto duro. La sua temperatura di Curie è 1388 K con 1,6~1,7 magnetoni di Bohr per atomo. È associato spesso con il nichel, ed entrambi sono componenti caratteristici del ferro meteorico.



Campione XRF: Campione di Cobalto

Nome / Simbolo	Cobalto / Co
Numero Atomico	27
Peso Atomico Standard	58,933
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Ar]3d74s2
Elettroni per shell	2, 8, 15, 2
K α 1	6.930 keV
K β 1	7.649 keV



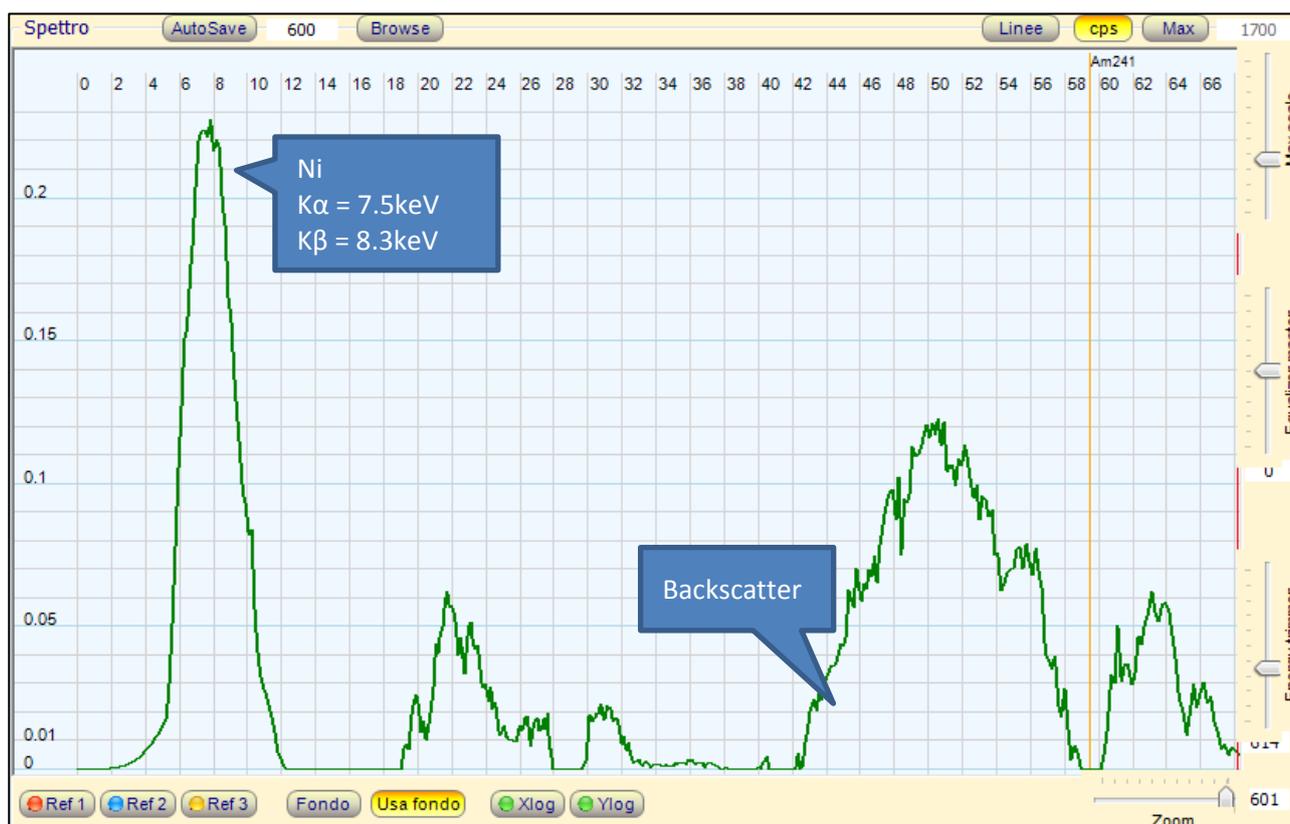
Nickel (Z=28)

Il **nikel** è un elemento chimico con simbolo **Ni** e numero atomico 28. Si tratta di un metallo bianco-argenteo brillante con una leggera sfumatura dorata. Il Nichel appartiene ai metalli di transizione ed è duro e duttile. A causa della lentezza della ossidazione del nichel a temperatura ambiente, si ritiene resistente alla corrosione. Storicamente, questo ha portato al suo utilizzo per la placcatura di metalli come il ferro e l'ottone, di attrezzature chimica di rivestimento, e la produzione di alcune leghe che mantengono un alto smalto argentato, come l'argento tedesco. Circa il 6% della produzione di nichel mondiale è ancora usato per la placcatura puro-nichel resistente alla corrosione. Oggetti nichelati sono noti per provocare allergia al nichel. Il Nichel è stato ampiamente utilizzato in monete.



Campione XRF: Campione di Nickel

Nome / Simbolo	Nickel / Ni
Numero Atomico	28
Peso Atomico Standard	58.6934
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Ar] 3d ⁹ 4s ¹
Elettroni per shell	2, 8, 16, 1
Kα1	7.480 keV
Kβ1	8.267 keV



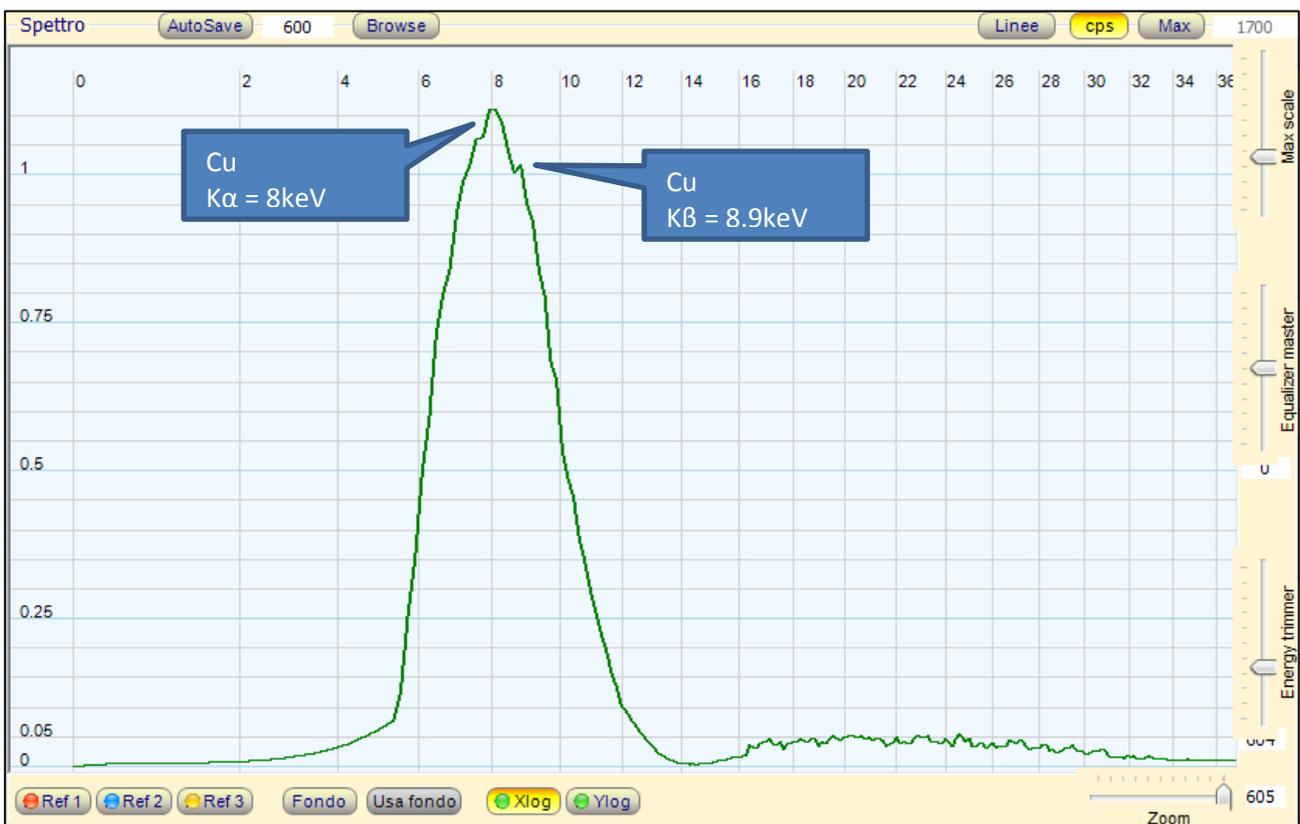
Rame (Z=29)

Il **rame** è un elemento chimico con il simbolo **Cu** (dal latino: cuprum) e numero atomico 29. È un metallo duttile con elevata conducibilità termica ed elettrica. Il rame puro è morbido e malleabile; una superficie appena esposto ha un colore rosso-arancio. Viene utilizzato come conduttore di calore ed elettricità, materiale da costruzione, e componente di varie leghe metalliche.



Campione XRF: Filo di rame

Nome / Simbolo	Rame / Cu
Numero Atomico	29
Peso Atomico Standard	63.546
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹
Elettroni per shell	2, 8, 18, 1
Kα1	8.046 keV
Kβ1	8.904 keV



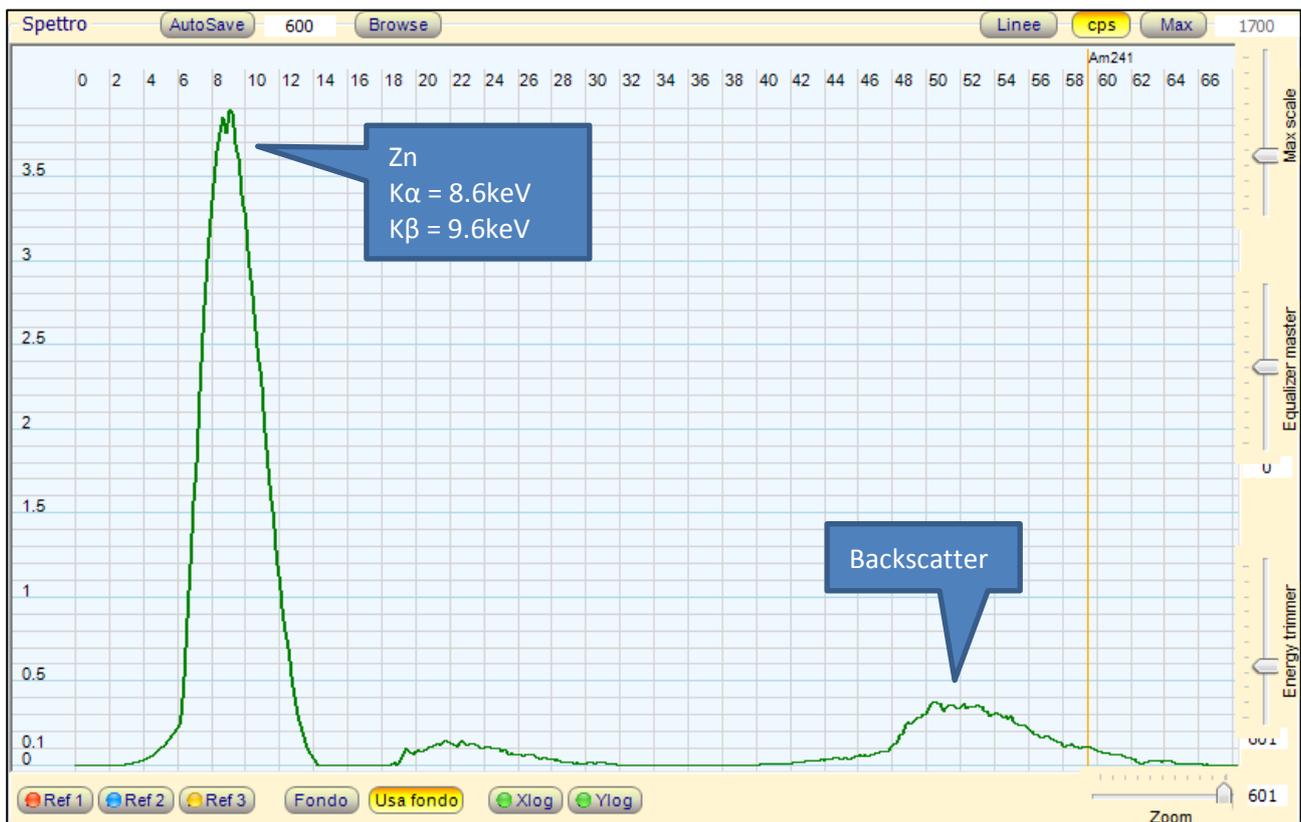
Zinco (Z=30)

Lo **Zinco** è un elemento chimico con simbolo **Zn** e numero atomico 30. È il primo elemento del gruppo 12 della tavola periodica. In certi aspetti lo zinco è chimicamente simile al magnesio: il suo ione è di dimensioni simili e il suo unico stato di ossidazione +2 è comune. Lo zinco è il 24-mo elemento più abbondante nella crosta terrestre e ha cinque isotopi stabili. Il minerale di zinco più comune è sphalerite (zinco blenda), un minerale a base di solfuro di zinco. Le maggiori quantità estraibili si trovano in Australia, Asia e Stati Uniti.



Campione XRF: Piastrina di Zinco

Nome / Simbolo	Zinco / Zn
Numero Atomico	30
Peso Atomico Standard	65.38
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ²
Elettroni per shell	2, 8, 18, 2
Kα1	8.637 keV
Kβ1	9.570 keV



Gallio (Z=31)

Il **gallio** è l'elemento chimico di numero atomico 31. Il suo simbolo è **Ga**. È un metallo raro, tenero e di colore argenteo. Il gallio è molto fragile a temperatura ambiente e fonde poco al di sopra di essa; può fondere nel calore delle mani di una persona (fondendo si comprime aumentando di densità). Si trova in tracce nella bauxite e in minerali di zinco. L'arseniuro di gallio è un importante semiconduttore usato in molti dispositivi elettronici, soprattutto nei diodi LED.



Campione XRF: Gallio

Nome / Simbolo	Gallio / Ga
Numero Atomico	31
Peso Atomico Standard	69,723
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Ar]3d10 4s2 4p1
Elettroni per shell	2, 8, 18, 3
Kα1	9.252 keV
Kβ1	10.264 keV



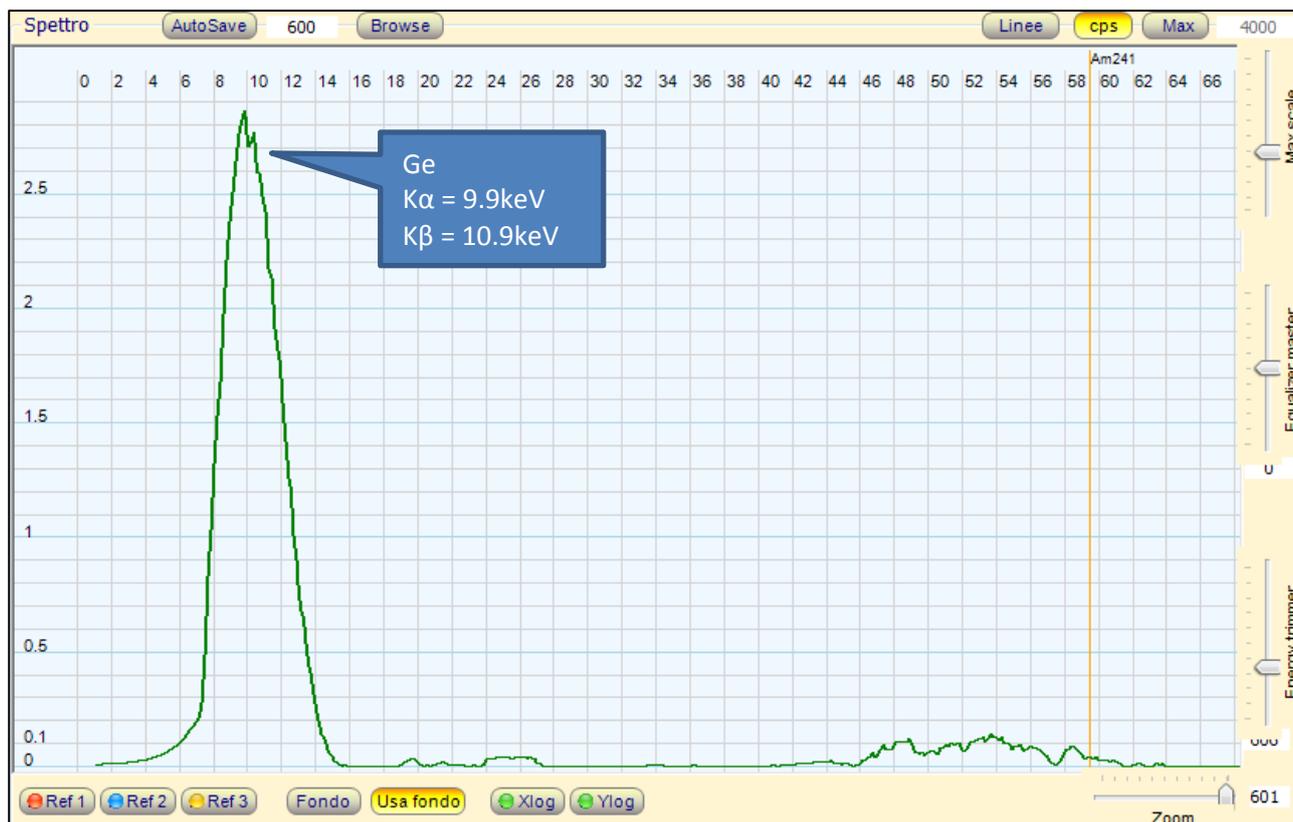
Germanio (Z=32)

Il **germanio** è l'elemento chimico di numero atomico 32. Il suo simbolo è **Ge**. È un metalloide lucido, duro, bianco-argenteo dal comportamento chimico simile a quello dello stagno; come esso, forma un gran numero di composti organometallici. Venne largamente usato per la fabbricazione di transistor nel passato, grazie alle sue proprietà di semiconduttore.



Campione XRF: Germanio

Nome / Simbolo	Germanio / Ge
Numero Atomico	32
Peso Atomico Standard	72,64
Categoria Elemento	Metalloidi
Configurazione Elettr.	[Ar]3d10 4s2 4p2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 4
Kα1	9.886 keV
Kβ1	10.982 keV



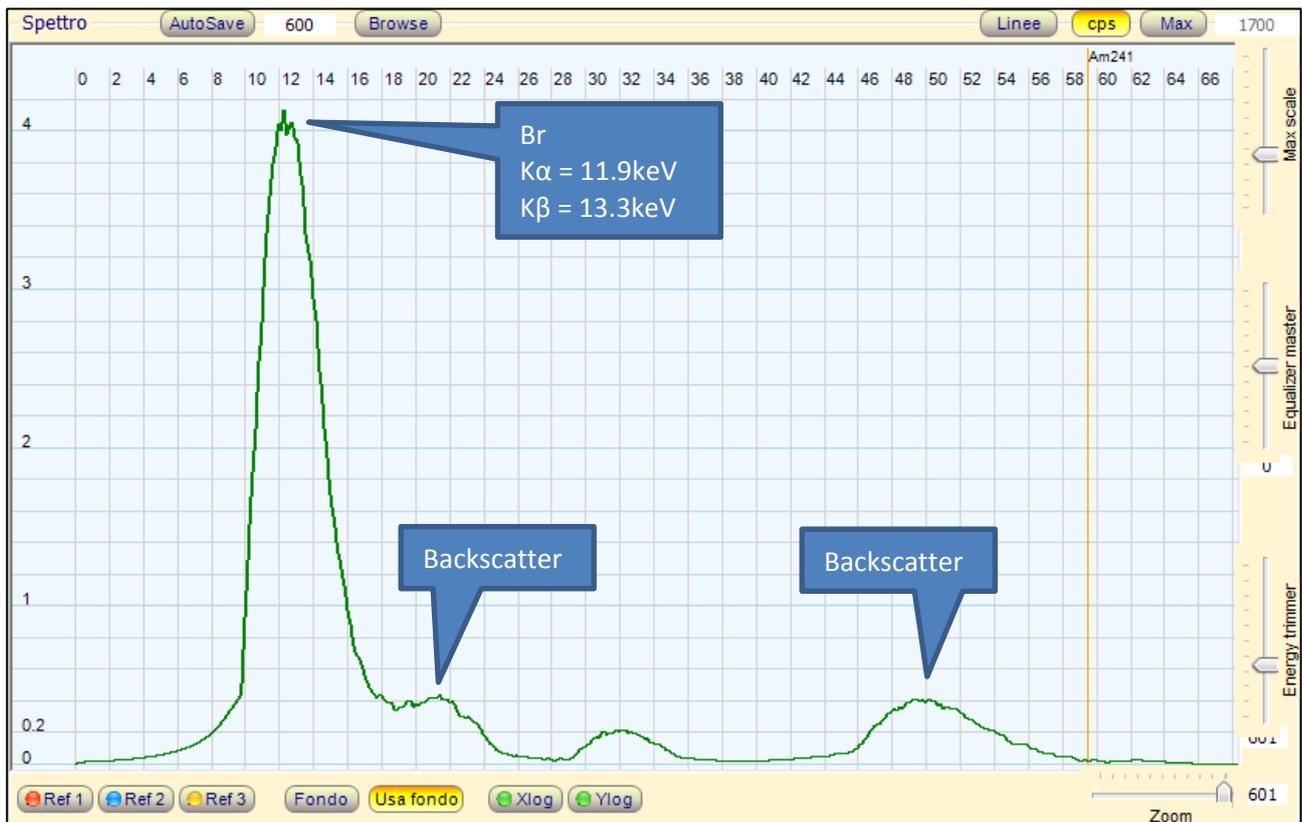
Bromo (Z=35) (Anti fiamma in PCB)

Il **Bromo** (da bromos :, greco, che significa "forte odore" o "puzza") è un elemento chimico con simbolo **Br**, e numero atomico 35. Si tratta di un alogeno. L'elemento è stato isolato in modo indipendente da due chimici, Carl Jacob Löwig e Antoine Jerome Balard, nel 1825-1826. Il Bromo elementare è un liquido rosso-marrone fumante a temperatura ambiente, corrosivo e tossico, con proprietà comprese tra quelle di cloro e iodio. Il Bromo libero non si trova in natura, ma si trova in sali minerali cristallini alogenuri solubili, analoghi al sale da tavola. Viene utilizzato come ritardante di fiamma, per esempio all'interno dei PCB.



Campione XRF: PCB

Nome / Simbolo	Bromo / Br
Numero Atomico	35
Peso Atomico Standard	79.904
Categoria Elemento	Alogeno
Configurazione Elettr.	[Ar] 3d10 4s2 4p5
Elettroni per shell	2, 8, 18, 7
K α 1	11.924 keV
K β 1	13.292 keV



Rubidio (Z=37)

Il **rubidio** è l'elemento chimico di numero atomico 37. Il suo simbolo è Rb. È un elemento tenero dal colore bianco-argenteo ed appartiene al gruppo dei metalli alcalini. ^{87}Rb , un suo isotopo naturale, è debolmente radioattivo.

Come gli altri metalli alcalini, il rubidio è molto reattivo e si infiamma spontaneamente quando viene esposto all'aria.



Campione XRF: Campione di Rubidio

Nome / Simbolo	Rubidio / Rb
Numero Atomico	37
Peso Atomico Standard	85,4678
Categoria Elemento	Metalli alcalini
Configurazione Elettr.	[Kr]5s1
Elettroni per shell	2, 8, 18, 8, 1
K α 1	13.395 keV
K β 1	14.961 keV



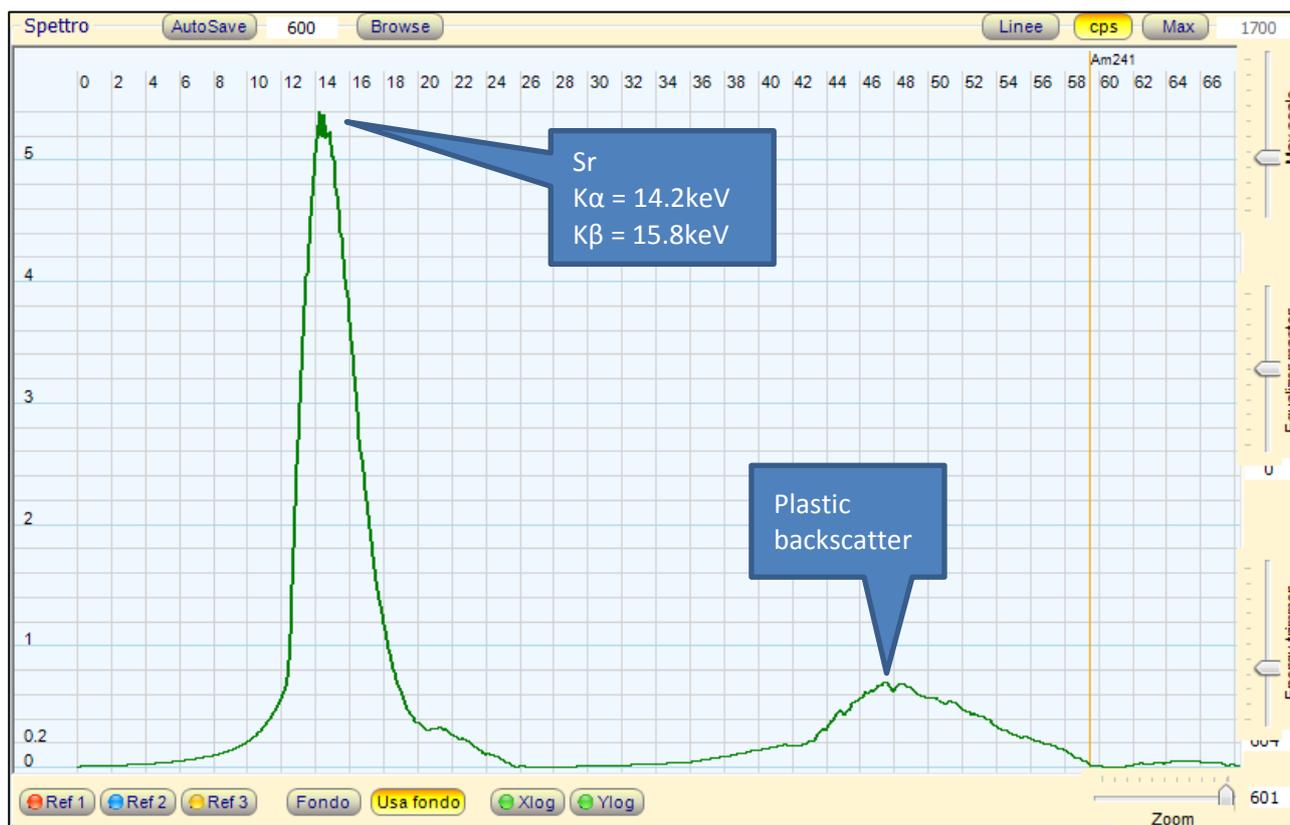
Stronzio (Z=38) (Alluminato di Stronzio)

Lo **Stronzio** è un elemento chimico con simbolo **Sr** e numero atomico 38. È un metallo alcalino terroso, lo stronzio è un elemento metallico argento-bianco o giallastro, morbido, altamente reattivo chimicamente. Il metallo diventa giallo quando è esposto all'aria. Lo Stronzio ha proprietà fisiche e chimiche simili a quelle dei suoi due vicini : calcio e bario. Si presenta naturalmente in minerali come la putnisite e la strontianite. Mentre lo stronzio naturale è stabile, l'isotopo Sr-90 sintetico è presente nel fallout radioattivo ed ha un tempo di dimezzamento di 28,90 anni.



Campione XRF: Stronzio Alluminato

Nome / Simbolo	Stronzio / Sr
Numero Atomico	38
Peso Atomico Standard	87.62
Categoria Elemento	Metallo alcalino terroso
Configurazione Elettr.	[Kr] 5s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 8, 2
Kα1	14.165 keV
Kβ1	15.835 keV



Ittrio (Z=39)

L'**Ittrio** è un elemento chimico con simbolo **Y** e numero atomico 39. Si tratta di un metallo di transizione argenteo metallico chimicamente simile ai lantanidi ed è stato spesso classificato come "elemento di terre rare". L'Ittrio si trova quasi sempre in combinazione con i lantanidi in minerali delle terre rare e non si trova mai in natura come elemento libero. Il suo unico isotopo stabile, Y-89, è anche il suo isotopo naturale.

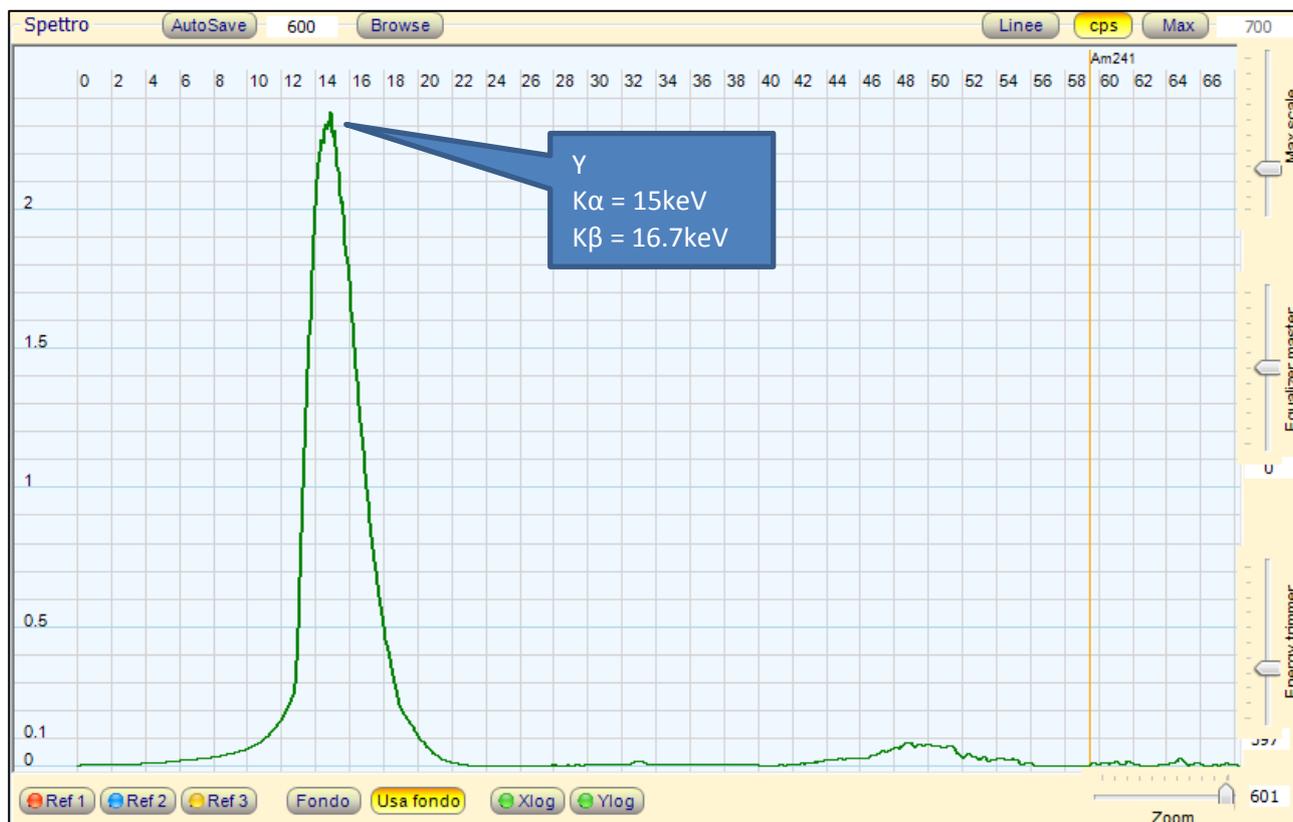
L'uso più importante dell'ittrio è la preparazione del fosforo, come quelli utilizzati nei tubi catodici (CRT) display e LED. È anche usato nella produzione di elettrodi, elettroliti, filtri elettronici, laser e superconduttori;

Come metallo, viene utilizzato sugli elettrodi di alcune candele ad alte prestazioni. L'Ittrio è utilizzato anche nella produzione di reticelle per lanterne a gas come sostituto del torio, che è radioattivo.



Campione XRF: Reticella lampada a gas del nuovo tipo

Nome / Simbolo	Ittrio / Y
Numero Atomico	39
Peso Atomico Standard	88.90584
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Kr] 4d1 5s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 9, 2
Kα1	14.958 keV
Kβ1	16.738 keV



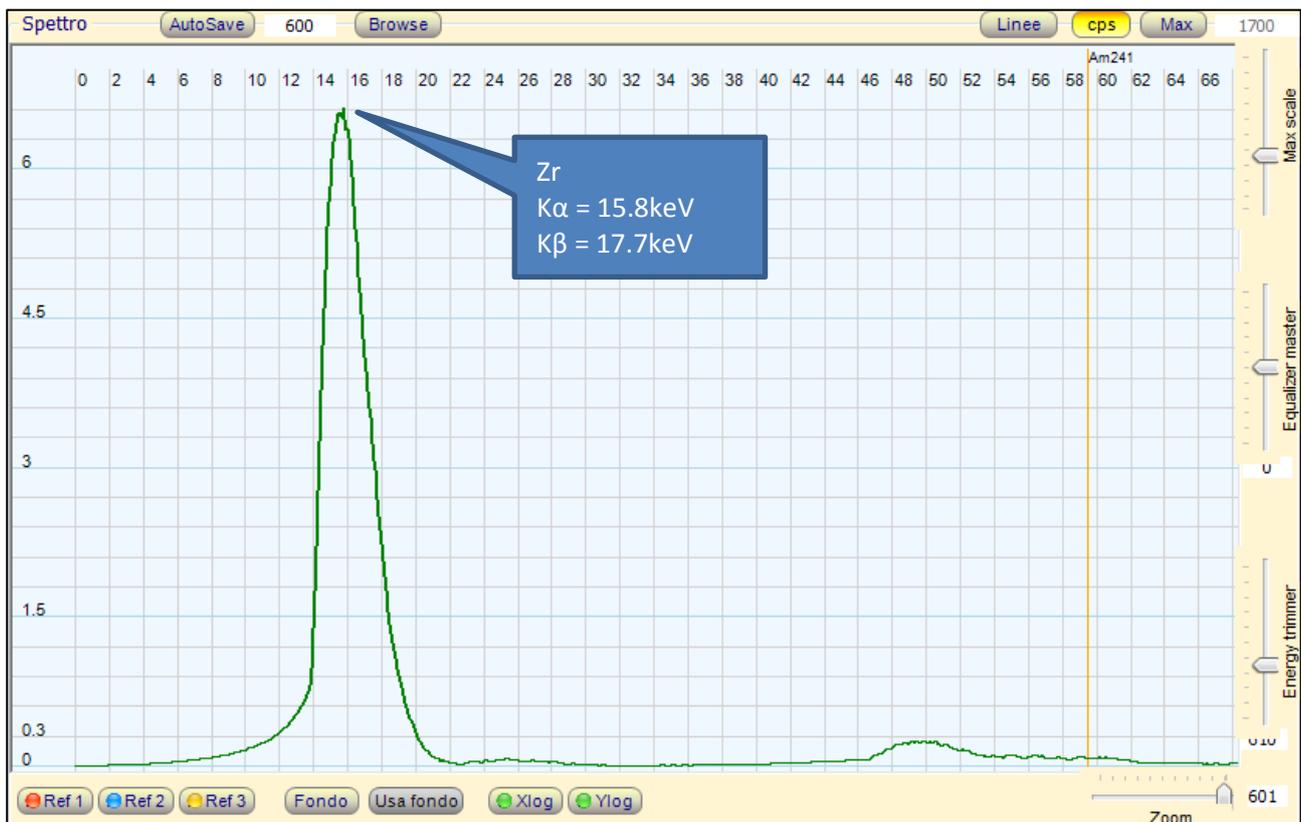
Zirconio (Z=40)

Lo **Zirconio** è un elemento chimico con simbolo **Zr** e numero atomico 40. Il nome zirconio viene preso dal nome del minerale zirconio, la più importante fonte di zirconio. La parola zirconio deriva dalla parola persiana Zargun, che significa "color-oro". È un metallo brillante, grigio-bianco, forte della serie di transizione, assomiglia all'afnio e, in misura minore, al titanio. Lo Zirconio viene usato principalmente come refrattario e opacizzante, anche se è utilizzata in piccole quantità come agente legante per la sua forte resistenza alla corrosione. Lo Zirconio forma una varietà di composti inorganici e organometallici come il biossido di zirconio e zirconocene dicloruro. Ha cinque isotopi presenti in natura, di cui tre sono stabili. I composti di zirconio non hanno ruoli biologici conosciuti.



Campione XRF: Lama in biossido di zirconio

Nome / Simbolo	Zirconio / Zr
Numero Atomico	40
Peso Atomico Standard	91.224
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Kr] 4d ² 5s ²
Elettroni per shell	2, 8, 18, 10, 2
Kα1	15.775 keV
Kβ1	17.667 keV



Niobio (Z=41)

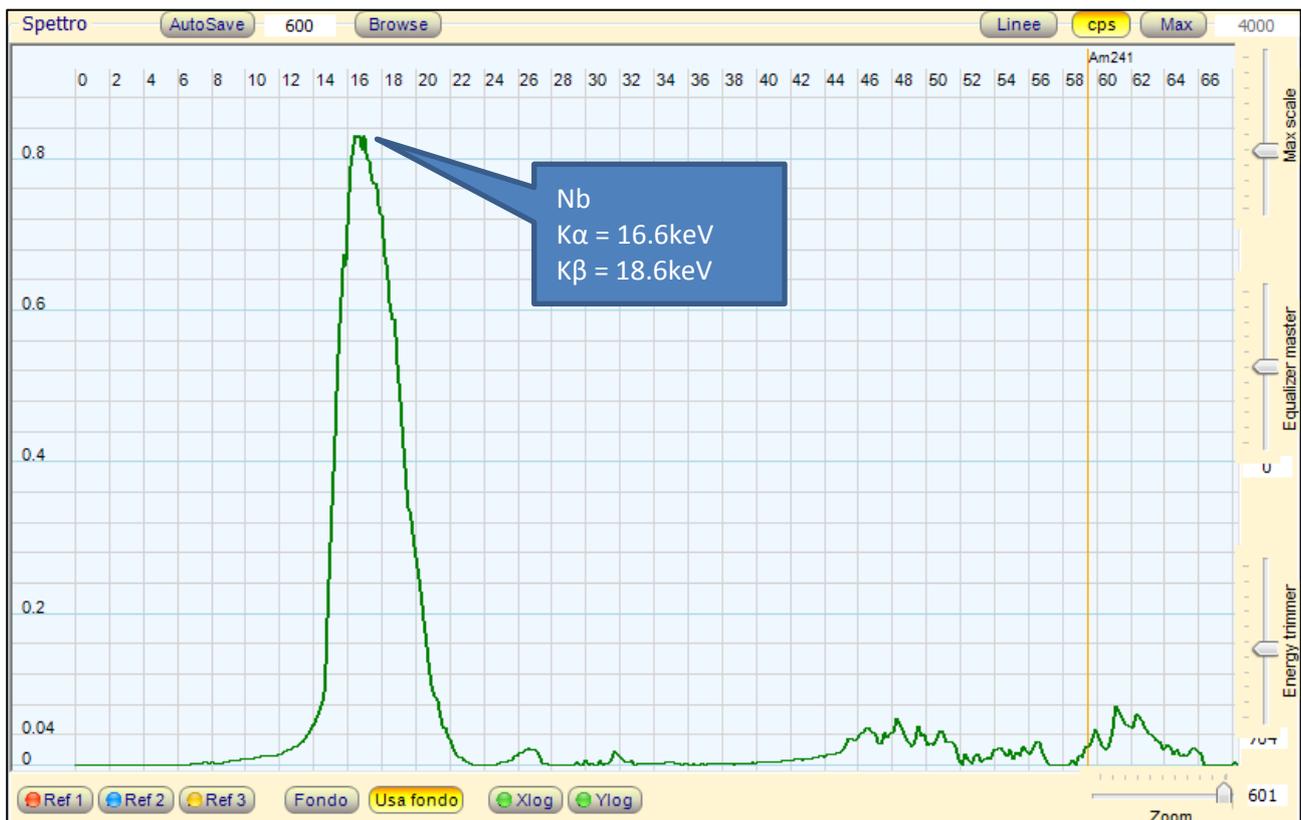
Il **Niobio**, precedentemente columbio, è un elemento chimico con il simbolo **Nb** (precedentemente Cb) e numero atomico 41. È un metallo di transizione morbido, grigio, duttile, che spesso si trova nel minerale pirocloro, la principale fonte commerciale per niobio, e nella columbite .

Il Niobio è usato in vari materiali superconduttori. Queste leghe superconduttrici, anche contenenti titanio e stagno, sono ampiamente utilizzate nei magneti superconduttori di scanner MRI. Altre applicazioni del niobio includono il suo uso in saldatura, nel nucleare industrie, in elettronica, ottica, in numismatica, ed in gioielleria. Nelle ultime due applicazioni, la bassa tossicità del niobio e la capacità di essere colorato mediante anodizzazione sono caratteristiche particolarmente vantaggiose.



Campione XRF: Piercing in niobio

Nome / Simbolo	Niobio / Nb
Numero Atomico	41
Peso Atomico Standard	92.90637
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Kr] 4d4 5s1
Elettroni per shell	2, 8, 18, 12, 1
Kα1	16.615 keV
Kβ1	18.622 keV



Molibdeno (Z=42)

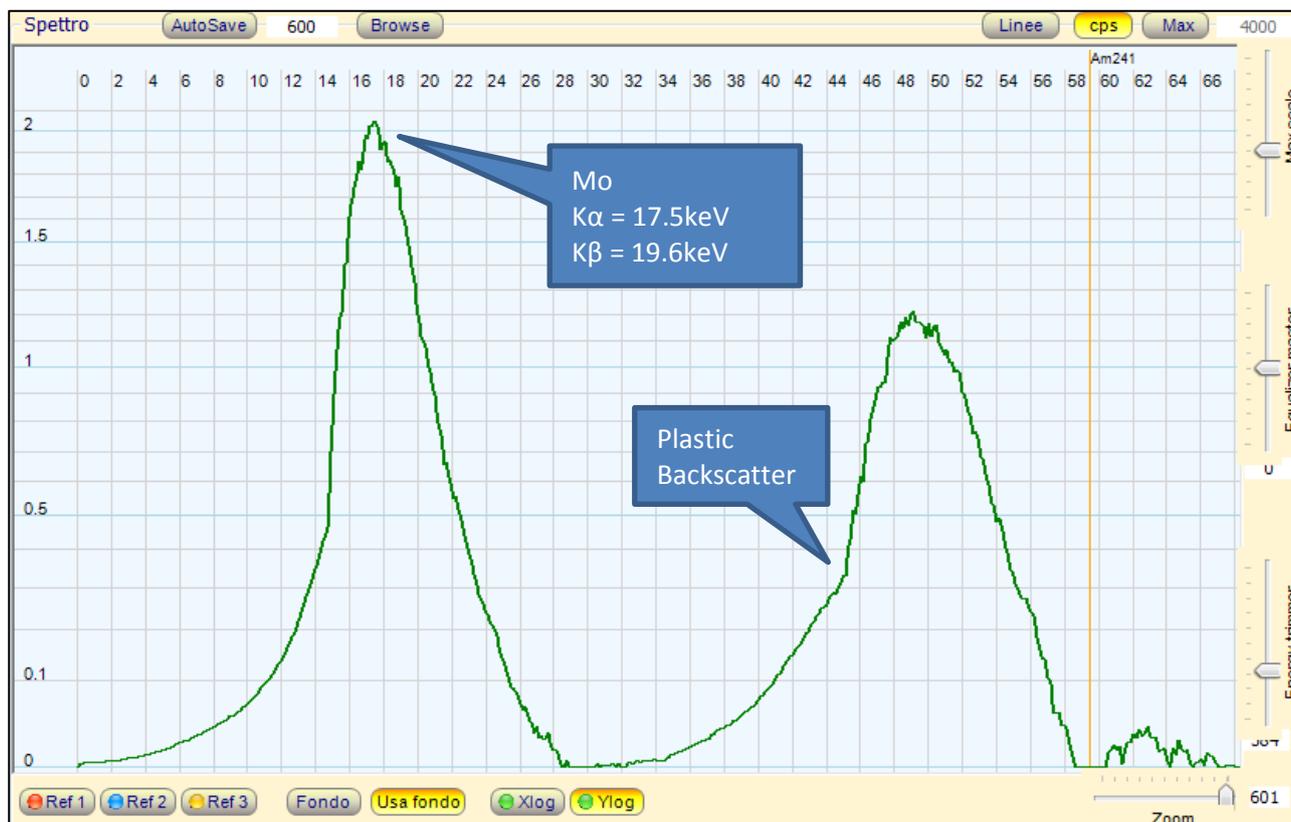
Il **molibdeno** è un elemento chimico con simbolo **Mo** e numero atomico 42. Il molibdeno non si trova in natura come metallo libero, ma piuttosto in diversi stati di ossidazione nei minerali. L'elemento puro, che è un metallo argenteo, ha il sesto punto fusione più alto di qualsiasi elemento. Forma facilmente carburi stabili in leghe, per questo motivo la maggior parte della produzione mondiale dell'elemento (circa 80%) è usata in diversi tipi di leghe di acciaio, comprese le leghe ad alta resistenza e le superleghe.

La maggior parte dei composti di molibdeno hanno bassa solubilità in acqua, ma lo ione molibdato MoO_4^{2-} è solubile e si forma quando minerali contenenti molibdeno vengono a contatto con l'ossigeno e l'acqua. Industrialmente, composti di molibdeno (circa il 14% della produzione mondiale dell'elemento) vengono utilizzati in applicazioni per alte pressioni e per alte temperature, come pigmenti e come catalizzatori.



Campione XRF: Grasso al bisolfuro di molibdeno

Nome / Simbolo	Molibdeno / Mo
Numero Atomico	42
Peso Atomico Standard	95.95
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Kr] 4d5 5s1
Elettroni per shell	2, 8, 18, 13, 1
K α 1	17.479 keV
K β 1	19.608 keV



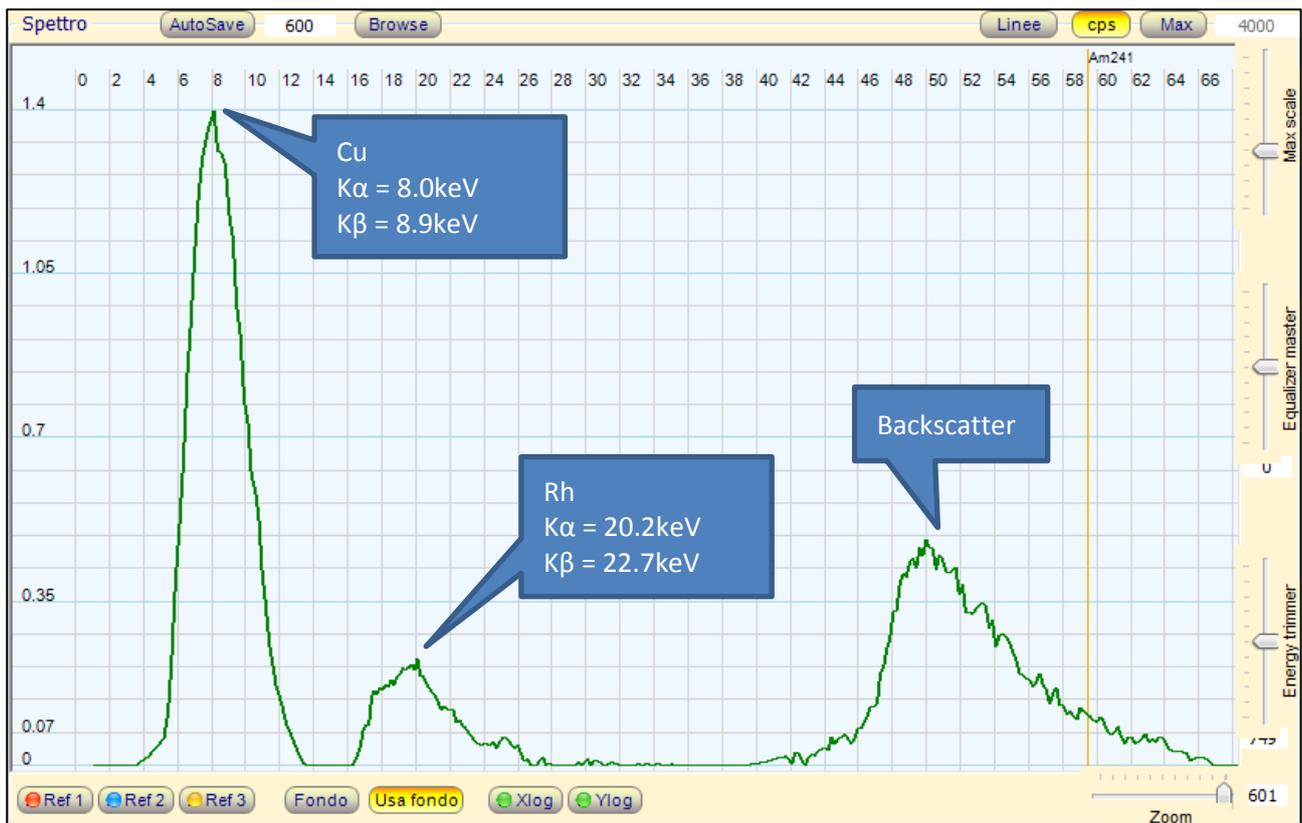
Rodio (Z=45)

Il **rodio** è l'elemento chimico di numero atomico 45. Il suo simbolo è **Rh**. È un metallo di transizione raro, duro, bianco-argenteo. Si trova nei minerali del platino e, in lega con esso, è impiegato come catalizzatore. Il rodio è molto riflettente; esposto all'aria si ossida lentamente in sesquiossido di rodio Rh_2O_3 , ma ad alte temperature perde l'ossigeno e ritorna allo stato puro metallico. Il rodio ha un punto di fusione maggiore del platino ma densità inferiore: non viene attaccato dagli acidi e si scioglie solo in acido solforico a caldo. E' usato in **gioielleria** tramite galvanizzazione per dare la brillantezza tipica all'oro bianco e per decorazioni (placcatura, platinatura, rodiatura).



Campione XRF: Rame rodiato

Nome / Simbolo	Rodio / Rh
Numero Atomico	45
Peso Atomico Standard	102,90550
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Kr]4d8 5s1
Elettroni per shell	2, 8, 18, 16, 1
Kα1	20.216 keV
Kβ1	22.723 keV



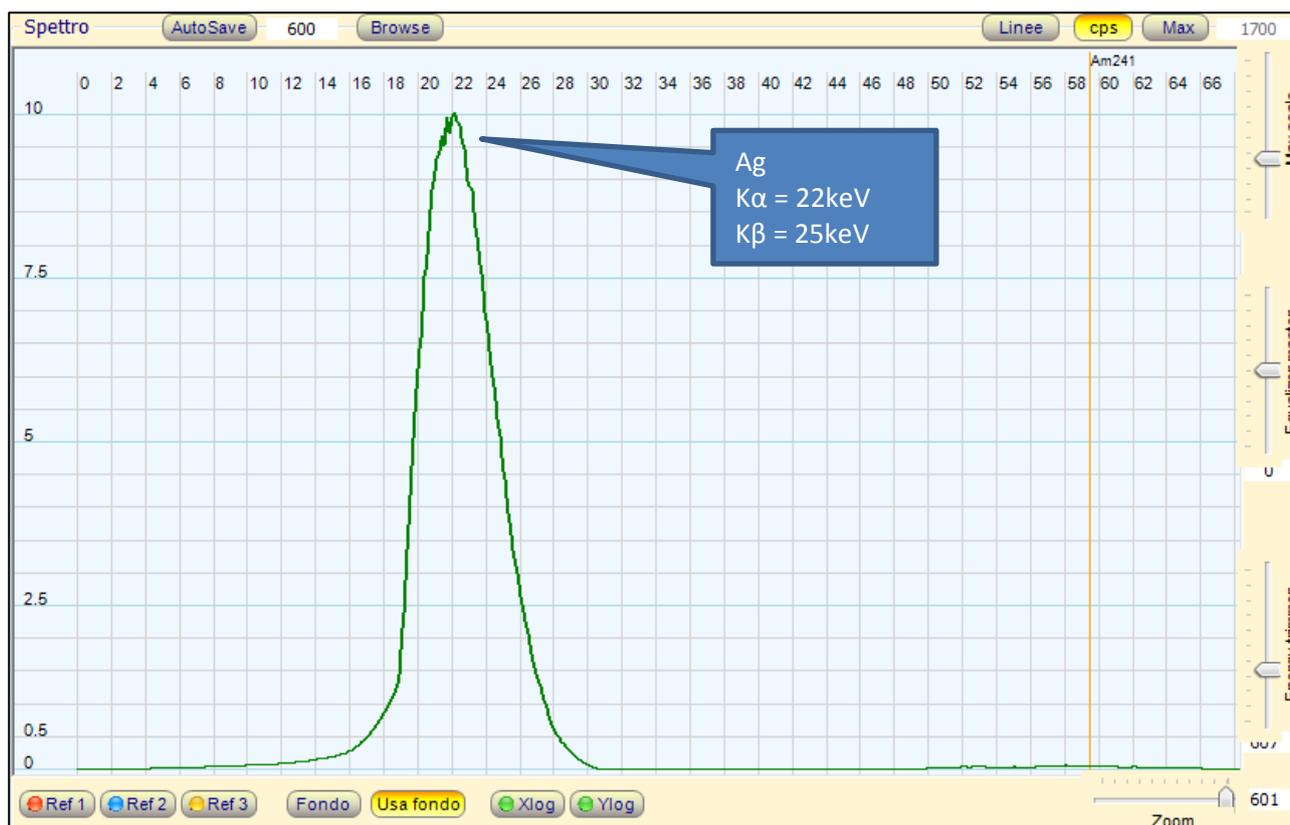
Argento (Z=47)

L'**argento** è un elemento chimico con simbolo **Ag** e numero atomico 47. Un metallo di transizione morbido, bianco, brillante, possiede la più alta conduttività elettrica di qualsiasi elemento, la più alta conducibilità termica di qualsiasi metallo ed è il metallo più riflettente sul pianeta. Il metallo si trova naturalmente nella sua forma pura libero (argento nativo), come una lega di oro e altri metalli, e di minerali come argentite e chlorargyrite. Molto argento è prodotto come sottoprodotto della raffinazione del rame, oro, piombo, e zinco.



Campione XRF: Moneta d'argento

Nome / Simbolo	Argento / Ag
Numero Atomico	47
Peso Atomico Standard	107.8682
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Kr] 4d¹⁰ 5s¹
Elettroni per shell	2, 8, 18, 18, 1
Kα1	22.163 keV
Kβ1	24.941 keV



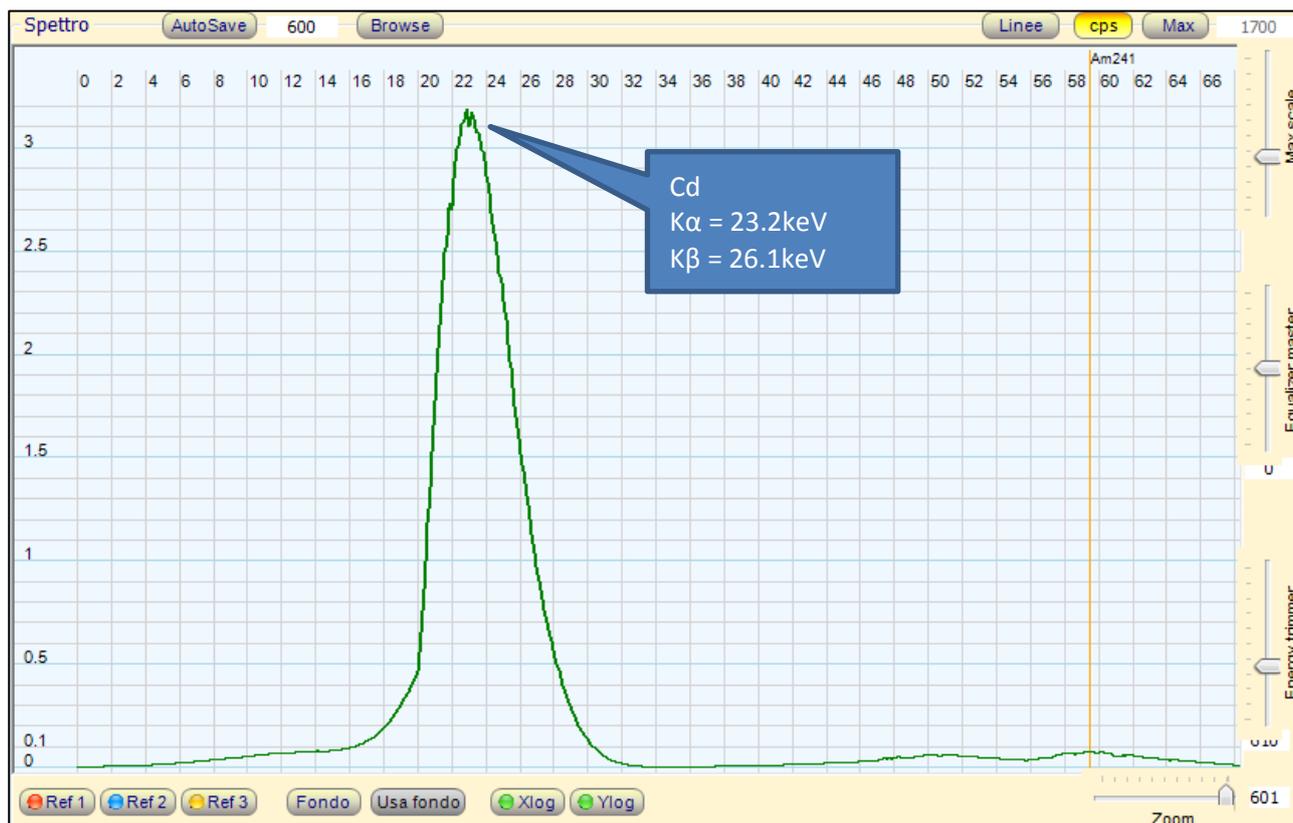
Cadmio (Z=48)

Il **Cadmio** è un elemento chimico con simbolo **Cd** e numero atomico 48. Questo morbido, metallo bluastrorossiccino è chimicamente simile alle altre due metalli stabili nel gruppo 12, zinco e mercurio. Come zinco, preferisce lo stato di ossidazione +2 nella maggior parte dei suoi composti, come il mercurio mostra un punto di fusione basso rispetto ai metalli di transizione. Il Cadmio e suoi congeneri non sono sempre considerati metalli di transizione, in quanto non hanno gusci elettronici d o f parzialmente riempiti. La concentrazione media di cadmio nella crosta terrestre è compreso tra 0,1 e 0,5 parti per milione (ppm).



Campione XRF: Pigmento giallo a base di cadmio

Nome / Simbolo	Cadmio / Cd
Numero Atomico	48
Peso Atomico Standard	112.414
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ²
Elettroni per shell	2, 8, 18, 18, 2
Kα1	23.173 keV
Kβ1	26.095 keV



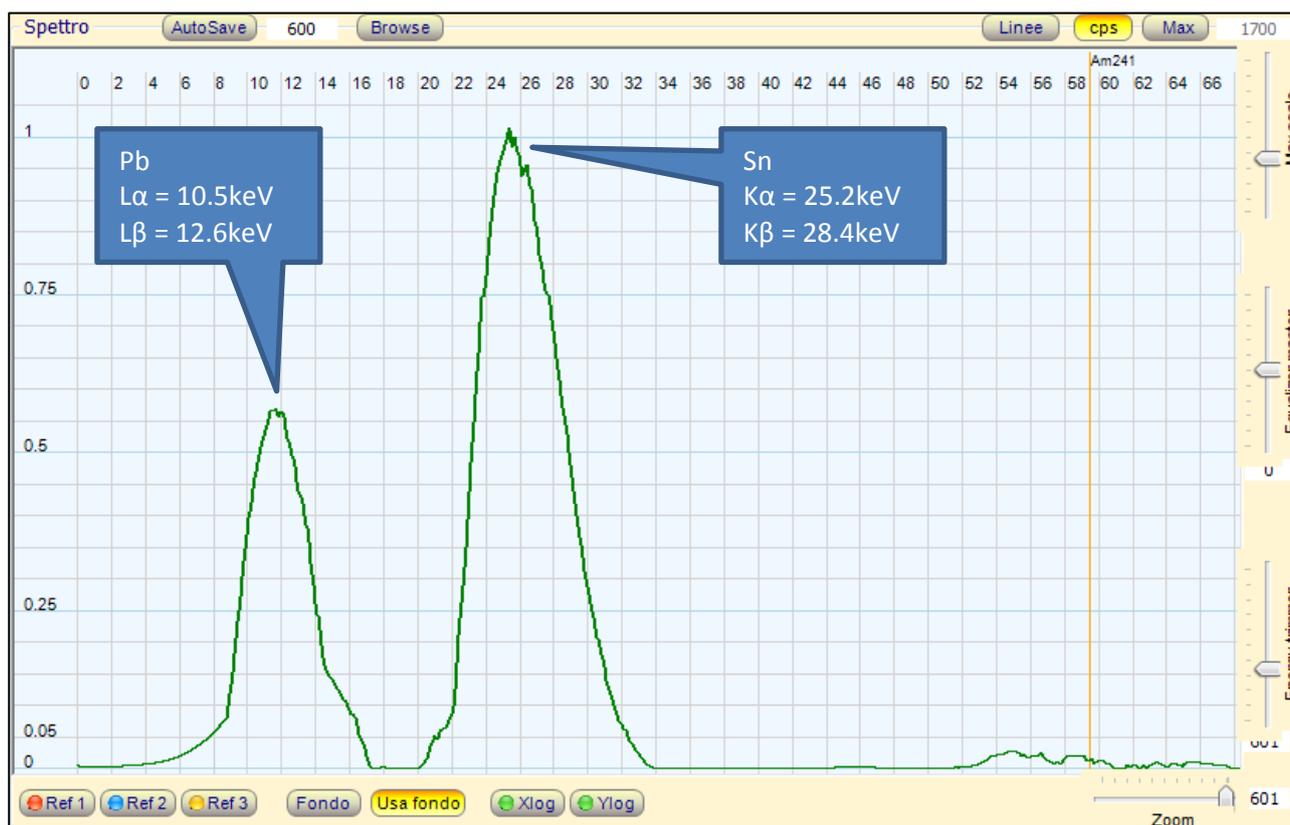
Stagno (Z=50) (Lega saldature Stagno + Piombo)

Lo **stagno** è un elemento chimico con il simbolo **Sn** (dal latino: stannum) e numero atomico 50. Si tratta di un metallo del gruppo principale gruppo 14 della tavola periodica. Lo stagno mostra somiglianza chimica con gli elementi del gruppo 14, germanio e piombo, e ha due possibili stati di ossidazione +2. Lo stagno è il 49° elemento più abbondante ed ha, con 10 isotopi, il maggior numero di isotopi stabili nella tavola periodica. È un metallo argenteo e malleabile che non si ossida facilmente in aria, viene ottenuto principalmente dalla cassiterite, minerale in cui si presenta come biossido di stagno, SnO₂.



Campione XRF: Filo per stagnatura

Nome / Simbolo	Stagno / Sn
Numero Atomico	50
Peso Atomico Standard	118.710
Categoria Elemento	Metallo di post - transizione
Configurazione Elettr.	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²
Elettroni per shell	2, 8, 18, 18, 4
Kα1	25.271 keV
Kβ1	28.485 keV



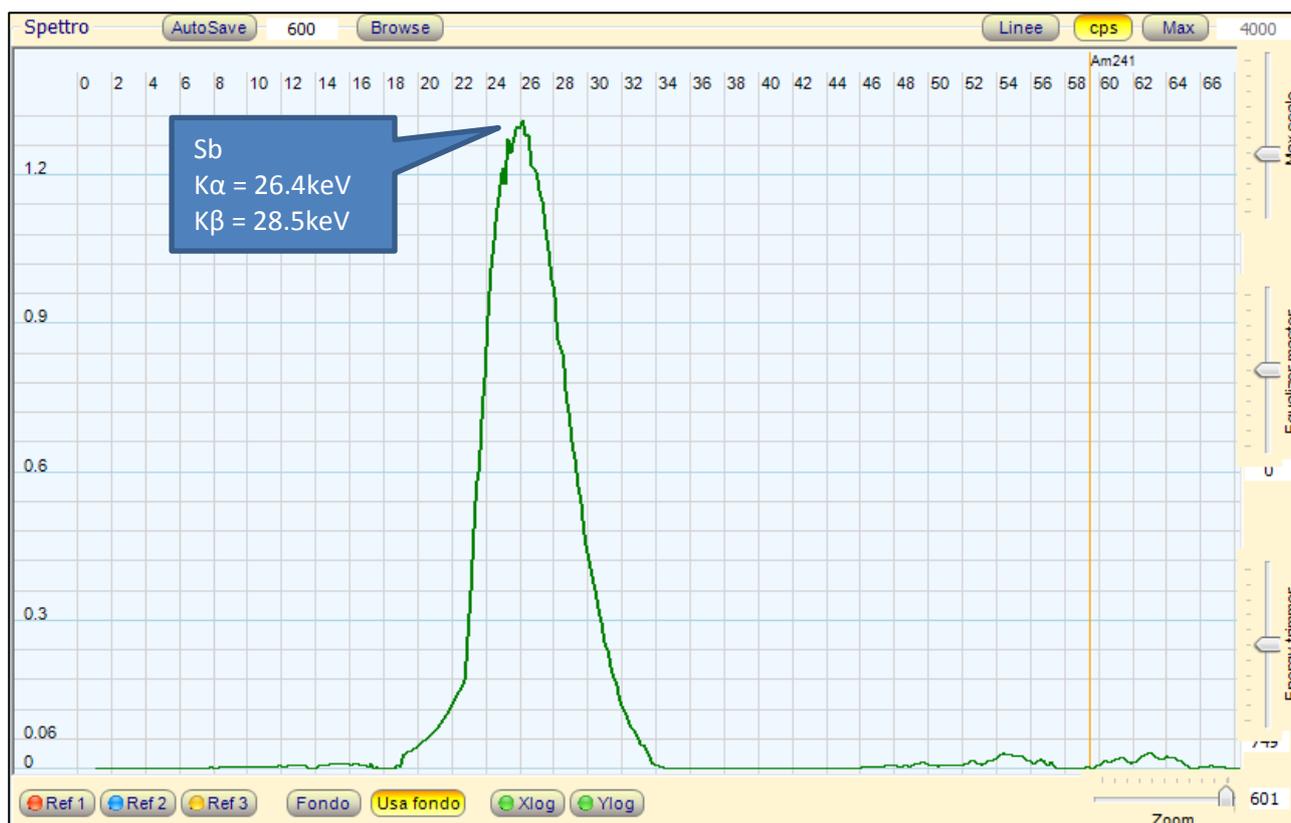
Antimonio (Z=51)

L'**antimonio** è l'elemento chimico di numero atomico **51**. Il suo simbolo è Sb, dal latino stibium che significa bastoncino. È un semimetallo che si presenta in quattro forme allotropiche diverse. La forma stabile ha un aspetto metallico bianco-azzurrognolo, le forme instabili hanno colore giallo o nero. Viene usato come agente antifiama e per produrre vernici, smalti, ceramiche e gomme, nonché un'ampia gamma di leghe metalliche.



Campione XRF: Antimonio metallico

Nome / Simbolo	Antimonio / Sb
Numero Atomico	51
Peso Atomico Standard	121,760
Categoria Elemento	Metalloidi
Configurazione Elettr.	[Kr]4d10 5s2 5p3
Elettroni per shell	2, 8, 18, 18, 5
Kα1	26.359 keV
Kβ1	28.486 keV



Iodio (Z=53)

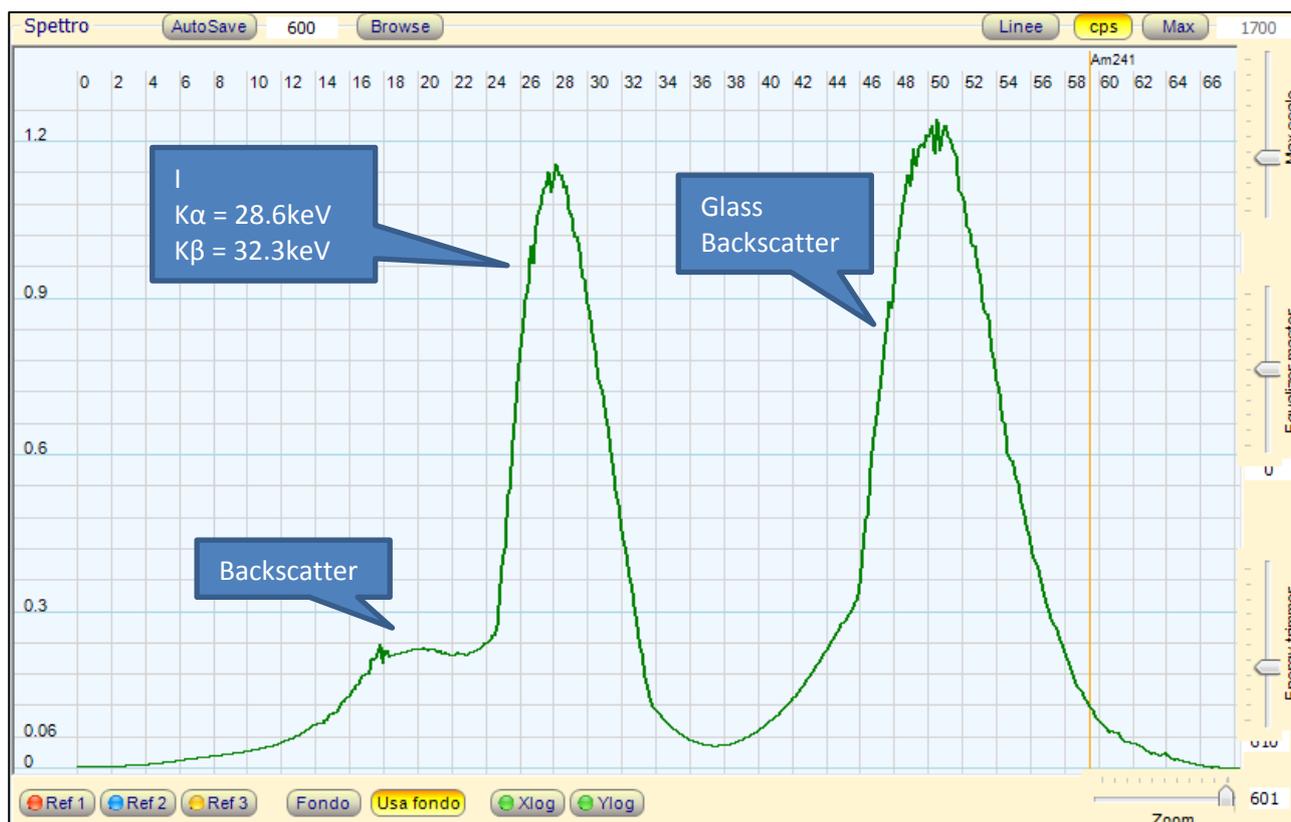
Lo **iodio** è un elemento chimico con simbolo **I** e numero atomico 53. Il nome è dal greco e significa viola a causa del colore dei vapori dello iodio.

Lo iodio e suoi composti sono utilizzati principalmente nella nutrizione e industrialmente per la produzione di acido acetico e alcuni polimeri. Il numero atomico relativamente alto dello iodio, la bassa tossicità, e la facilità di fissaggio a composti organici lo rendono molto utilizzato come mezzo di contrasto radiografico nella medicina moderna. Lo iodio ha un solo isotopo stabile. Un certo numero di radioisotopi dello iodio sono utilizzati anche in applicazioni mediche.



Campione XRF: Tintura di iodio

Nome / Simbolo	Iodio / I
Numero Atomico	53
Peso Atomico Standard	126.90447
Categoria Elemento	Alogeno
Configurazione Elettr.	[Kr] 4d10 5s2 5p5
Elettroni per shell	2, 8, 18, 18, 7
Kα1	28.612 keV
Kβ1	32.294 keV



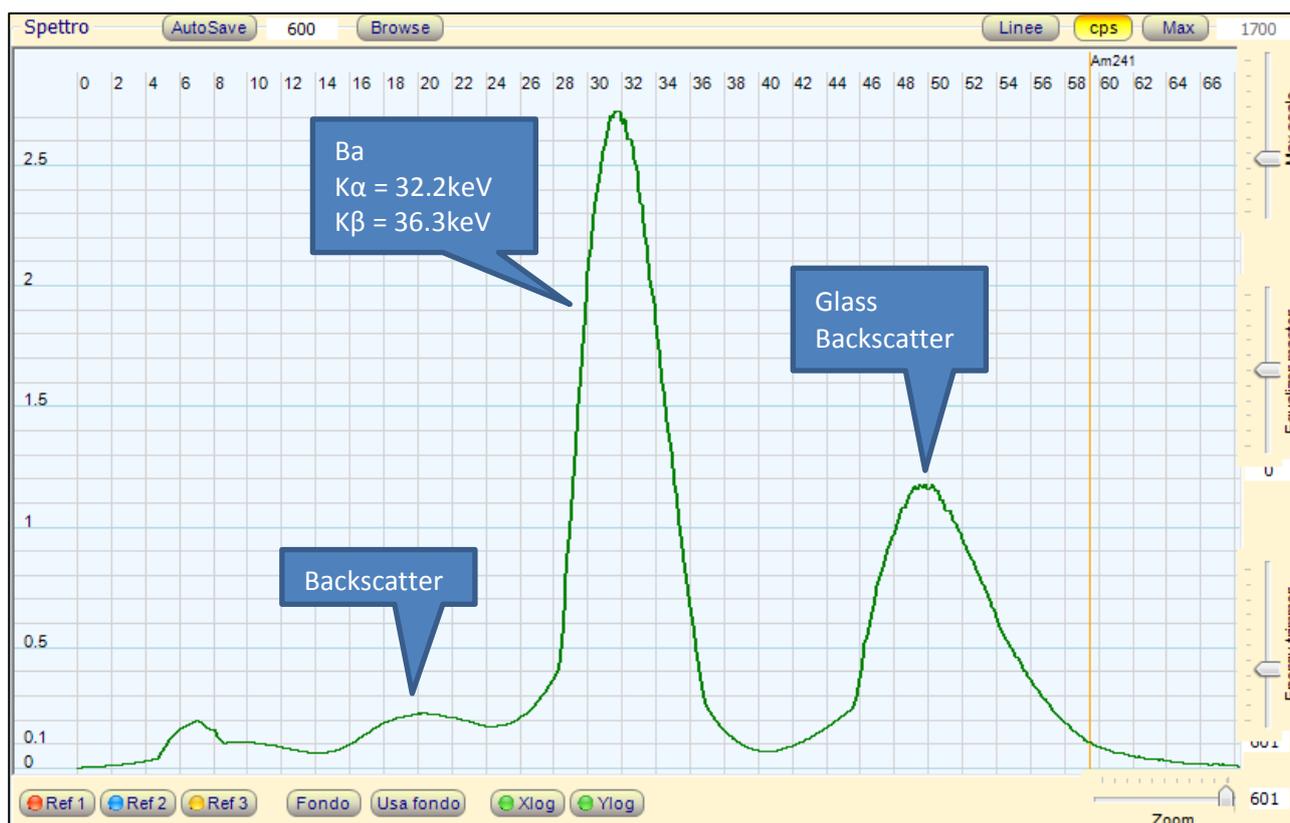
Bario (Z=56) (Vetro)

Il **bario** è un elemento chimico con simbolo **Ba** e numero atomico 56. È il quinto elemento del gruppo 2, un metallo alcalino morbido e di colore argenteo. A causa della sua elevata reattività chimica il bario non si trova mai in natura come elemento libero. L'idrossido era conosciuto in epoca pre-moderna come baritato; questa sostanza non si trova come minerale, ma può essere preparata riscaldando il carbonato di bario. Viene utilizzato nel vetro.



Campione XRF: Vetro

Nome / Simbolo	Bario / Ba
Numero Atomico	56
Peso Atomico Standard	137.327
Categoria Elemento	Metallo alcalino terroso
Configurazione Elettr.	[Xe] 6s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 18, 8, 2
Kα1	32.194 keV
Kβ1	36.378 keV



Lantano (Z=57) Cerio (Z=58) (Ferrocerio)

Il **cerio** è un elemento chimico con simbolo **Ce** e numero atomico 58. Si tratta di un metallo argenteo, morbido, duttile che si ossida facilmente in aria. Il **Lantano** è un elemento metallico delle terre rare, è morbido, duttile, bianco-argenteo con il simbolo **La** e numero atomico 57. Il ferrocerio è un materiale metallico artificiale che produce scintille a temperature di 1.650 °C quando viene raschiato contro una superficie ruvida. A causa di questa proprietà viene utilizzato in molte applicazioni come accendini e pietre focaie.

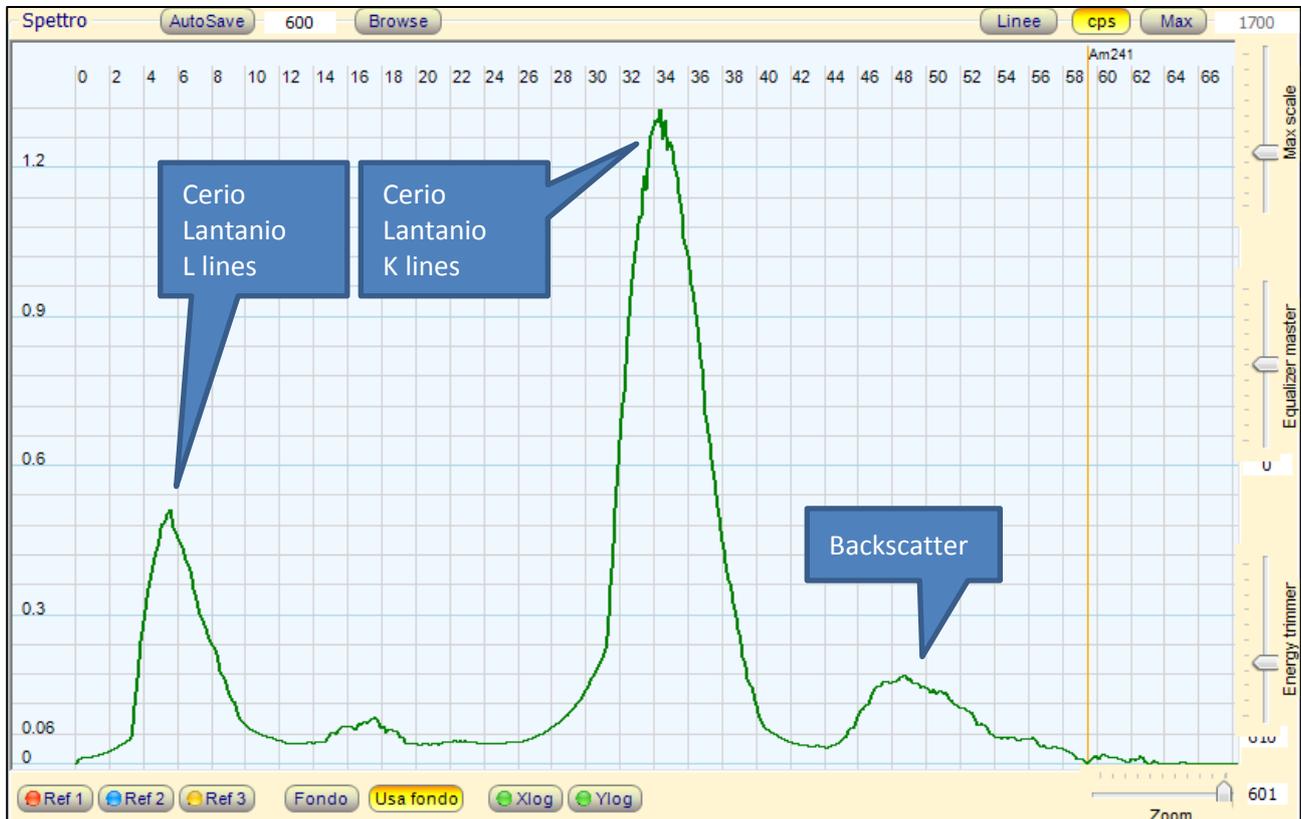
Composizione della lega:

Elemento	Ferro	Cerio	Lantano	Neodimio	Praseodimio	Magnesio
Percentuale	19%	38%	22%	4%	4%	4%



Campione XRF: Accendino al ferrocerio

Cerio K α 1	34.720 keV
Cerio K β 1	39.256 keV
Cerio L α 1	4.839 keV
Cerio L β 1	5.262 keV
Lantano K α 1	33.442 keV
Lantano K β 1	37.797 keV
Lantano L α 1	4.647 keV
Lantano L β 1	5.038 keV



Gadolinio (Z=64) (Schermo rinforzo per raggi X)

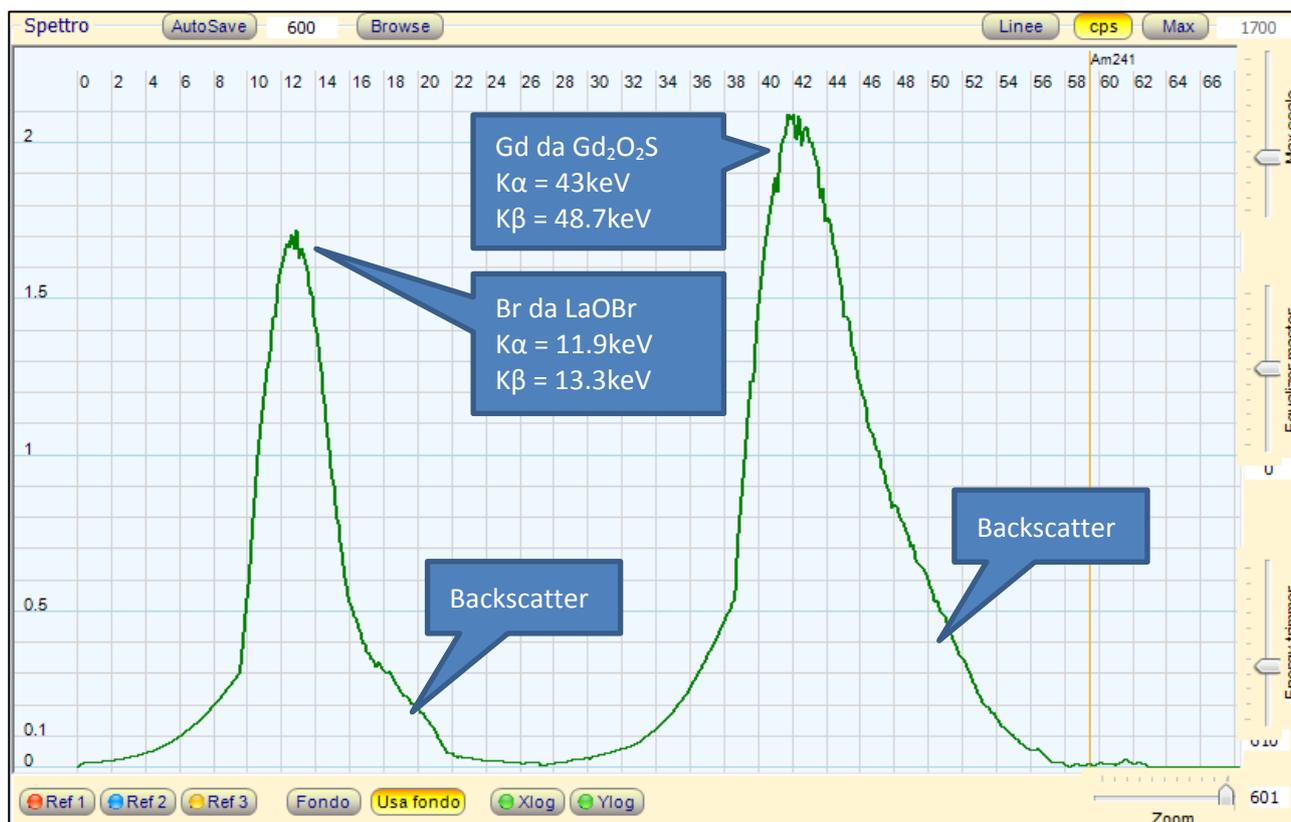
Il **Gadolinio** è un elemento chimico con simbolo **Gd** e numero atomico 64. Si tratta di un metallo bianco-argenteo, malleabile e duttile della categoria delle terre rare. Si trova in natura solo in forma combinata (sale).

Il Gadolinio metallico possiede proprietà metallurgiche insolite, nella misura del 1% il gadolinio può migliorare significativamente la lavorabilità e la resistenza alla ossidazione ad alta temperatura di ferro, cromo e delle loro leghe. Il Gadolinio come metallo o come sale ha un assorbimento di neutroni eccezionalmente alto e quindi è utilizzato per la schermatura nella radiografia a neutroni e nei reattori nucleari. Come la maggior parte delle terre rare, il gadolinio forma ioni trivalenti che hanno proprietà fluorescenti. Il Gadolinio (III) i suoi sali sono pertanto utilizzati come fosfori verdi in varie applicazioni.



Campione XRF: Schermo rinforzo con Gd₂O₂S e LaOBr

Nome / Simbolo	Gadolinio / Gd
Numero Atomico	64
Peso Atomico Standard	157.25
Categoria Elemento	lantanide
Configurazione Elettr.	[Xe] 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²
Elettroni per shell	2, 8, 18, 25, 9, 2
Kα₁	42.996 keV
Kβ₁	48.697 keV

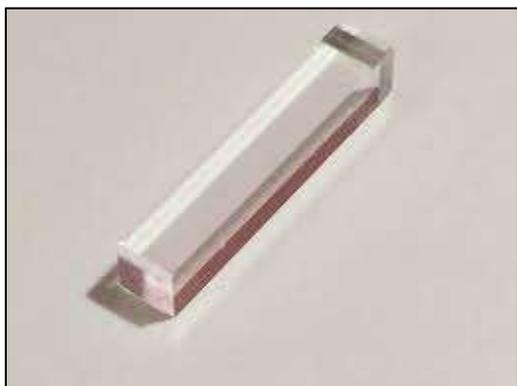


Lutezio (Z=71)

Il **lutezio** è l'elemento chimico di numero atomico 71. Il suo simbolo è **Lu**.

È un elemento metallico del gruppo delle cosiddette terre rare; il lutezio compare solitamente associato all'ittrio e si usa a volte in leghe metalliche e come catalizzatore in vari processi chimici.

Il lutezio è un metallo trivalente bianco-argenteo resistente alla corrosione e relativamente stabile all'aria ed è il più pesante degli elementi delle terre rare. Per via del suo elevato costo di preparazione in quantità consistenti, ha pochi usi commerciali. Trova principalmente impiego in catalizzatori per il cracking del petrolio e per reazioni di alchilazione, idrogenazione e polimerizzazione.



Campione XRF: Cristallo di LYSO (silicato di lutezio e yttrio)

Nome / Simbolo	Lutezio / Lu
Numero Atomico	71
Peso Atomico Standard	174,967
Categoria Elemento	Lantanidi
Configurazione Elettr.	[Xe]4f145d1 6s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 9, 2
Lα1	7.6555 keV
Lβ1	8.7090 keV



Tantalo (Z=73)

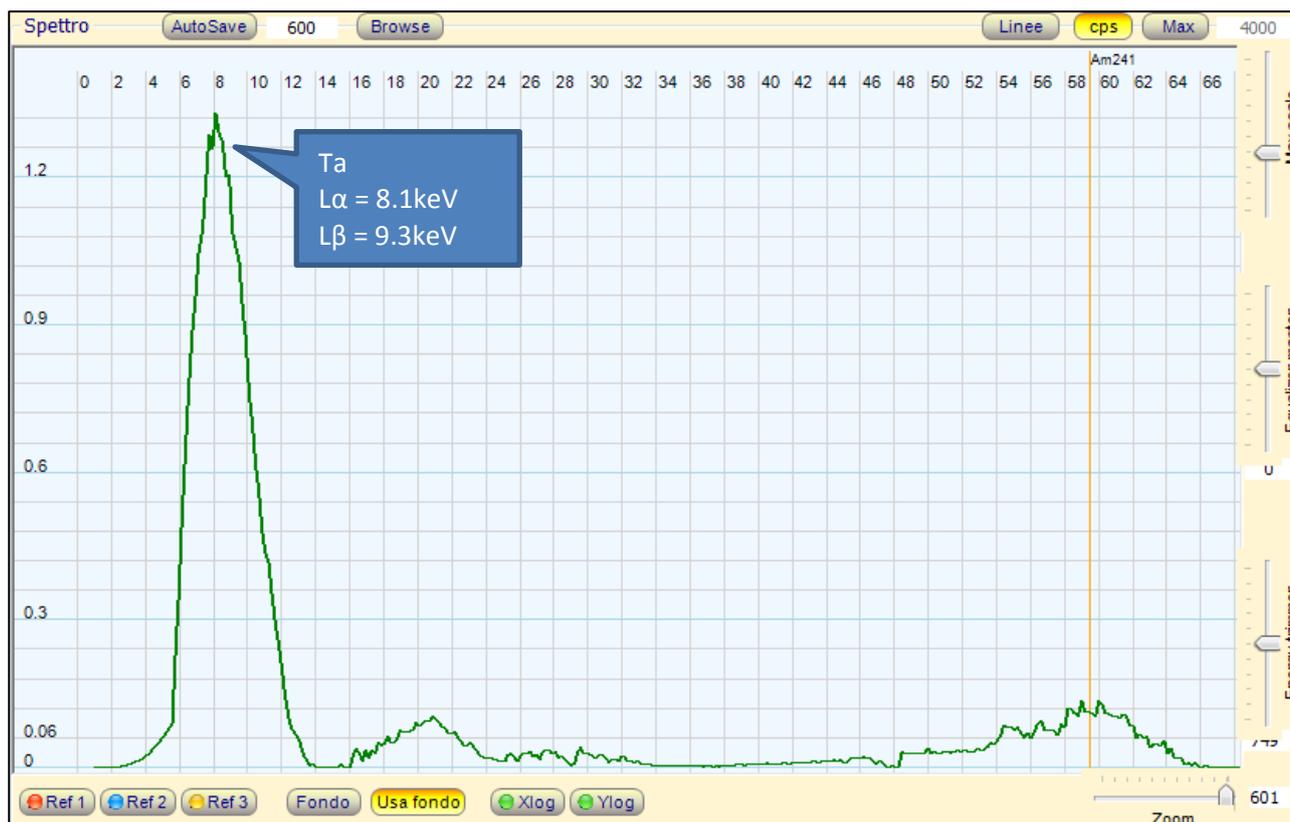
Il **tantalo** o tantalio è l'elemento chimico di numero atomico 73. Il suo simbolo è **Ta**.

È un metallo di transizione duro e duttile, lucido, di colore blu-grigio, molto resistente alla corrosione, soprattutto all'attacco degli acidi, ed è un buon conduttore di calore ed elettricità. È piuttosto raro in natura e si trova nel minerale tantalite. Il tantalio ha moltissime applicazioni: si usa in strumenti chirurgici e negli impianti di protesi intracorporee, perché non reagisce con i fluidi del corpo, ma anche nella realizzazione di condensatori di ridotte dimensioni per il mondo dell'elettronica di consumo e la telefonia mobile.



Campione XRF: Lamina in tantalio

Nome / Simbolo	Tantalo / Ta
Numero Atomico	73
Peso Atomico Standard	180,94788
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Xe]4f145d3 6s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 11, 2
Lα1	8.1461 keV
Lβ1	9.3431 keV



Tungsteno (Z=74)

Il **Tungsteno**, noto anche come wolframio, è un elemento chimico con simbolo **W** e numero atomico 74. L'elemento libero è notevole per la sua robustezza, in particolare il fatto che ha il più alto punto di fusione di tutti gli elementi. Anche notevole è la sua alta densità di 19,3 volte quella dell'acqua, paragonabile a quella di uranio e oro, e molto più elevata (circa 1,7 volte) rispetto a quella del piombo.

Molte leghe di tungsteno hanno numerose applicazioni, in particolare filamenti a incandescenza di lampadine, tubi a raggi X (sia come il filamento che come target), elettrodi in saldatura TIG, superleghe, e schermatura contro le radiazioni. Circa la metà è utilizzato in forma di carburo di tungsteno, una lega di carbonio. La durezza del tungsteno e la sua alta densità trova applicazioni militari nei proiettili penetranti. Composti di tungsteno sono spesso utilizzati come catalizzatori industriali.



Campione XRF: Resistenze in tungsteno

Nome / Simbolo	Tungsteno / W
Numero Atomico	74
Peso Atomico Standard	183.84
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ² [1]
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 12, 2
Lα1	8.398 keV
Lβ1	9.672 keV



Platino (Z=78)

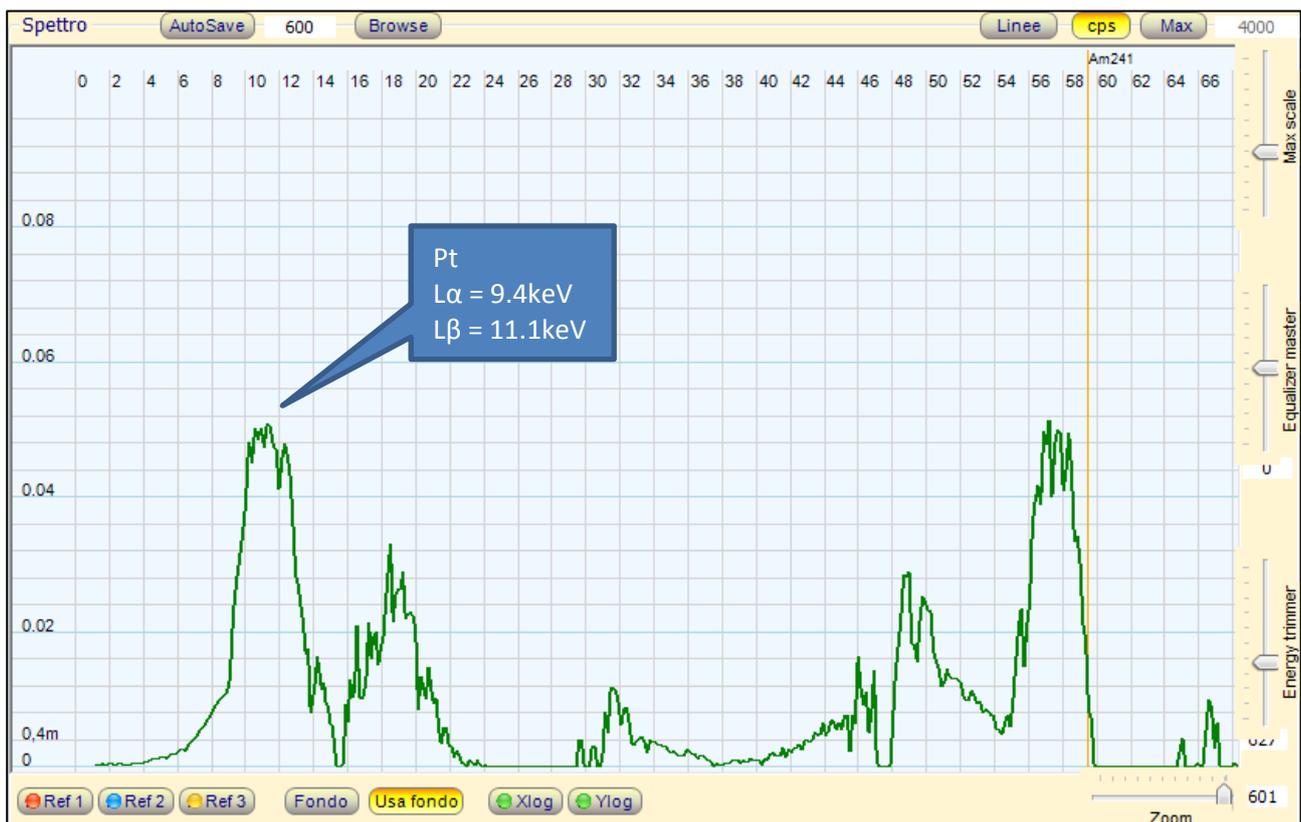
Il **platino** è un metallo ed è l'elemento chimico di numero atomico 78. Il suo simbolo è **Pt**.

È un metallo di transizione, malleabile, duttile (è il metallo più duttile dopo oro e argento) di colore bianco-grigio. Resiste alla corrosione e si trova sia allo stato nativo che in alcuni minerali di nichel e rame. Il platino è usato in gioielleria, nella realizzazione di attrezzi da laboratorio, contatti elettrici, odontoiatria e dispositivi anti-inquinamento delle automobili, per la realizzazione di catalizzatori per l'industria chimica.



Campione XRF: Campione di Platino

Nome / Simbolo	Platino / Pt
Numero Atomico	78
Peso Atomico Standard	195,084
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Xe]4f145d96s1
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 17, 1
Lα1	9.442 keV
Lβ1	11.071 keV



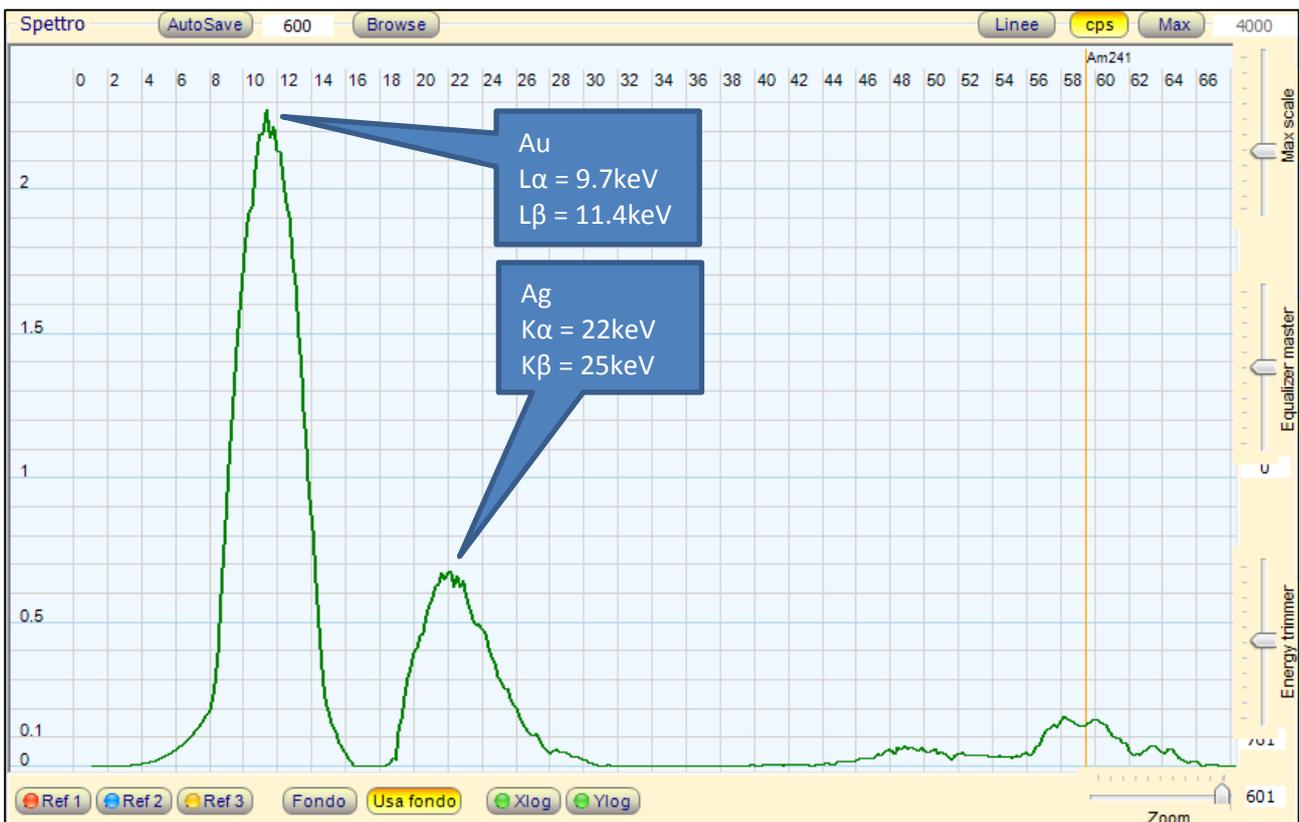
Oro (Z=79) (Lega Oro + Argento)

L'oro è un elemento chimico con simbolo **Au** (dal latino: Aurum) e numero atomico 79. Si tratta di un metallo luminoso giallo denso, morbido, malleabile e duttile. Le proprietà rimangono inalterate anche se esposto all'aria o all'acqua. Chimicamente, l'oro è un metallo di transizione e un elemento del gruppo 11. È uno degli elementi chimici meno reattivi, ed è solido in condizioni standard. Il metallo, pertanto si trova spesso in forma libera (nativo), come pepite, nelle rocce, nelle vene e nei depositi alluvionali. Essa si trova in una soluzione solida con l'argento come elemento nativo (electrum) e anche naturalmente legato con rame e palladio. Meno comunemente, si trova in minerali come composti di oro e tellurio (tellururi di oro).



Campione XRF: orecchino d'oro 18k

Nome / Simbolo	Oro / Au
Numero Atomico	79
Peso Atomico Standard	196.966569
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Xe] 4f14 5d10 6s1
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 18, 1
Lα1	9.713 keV
Lβ1	11.443 keV



Mercurio (Z=80)

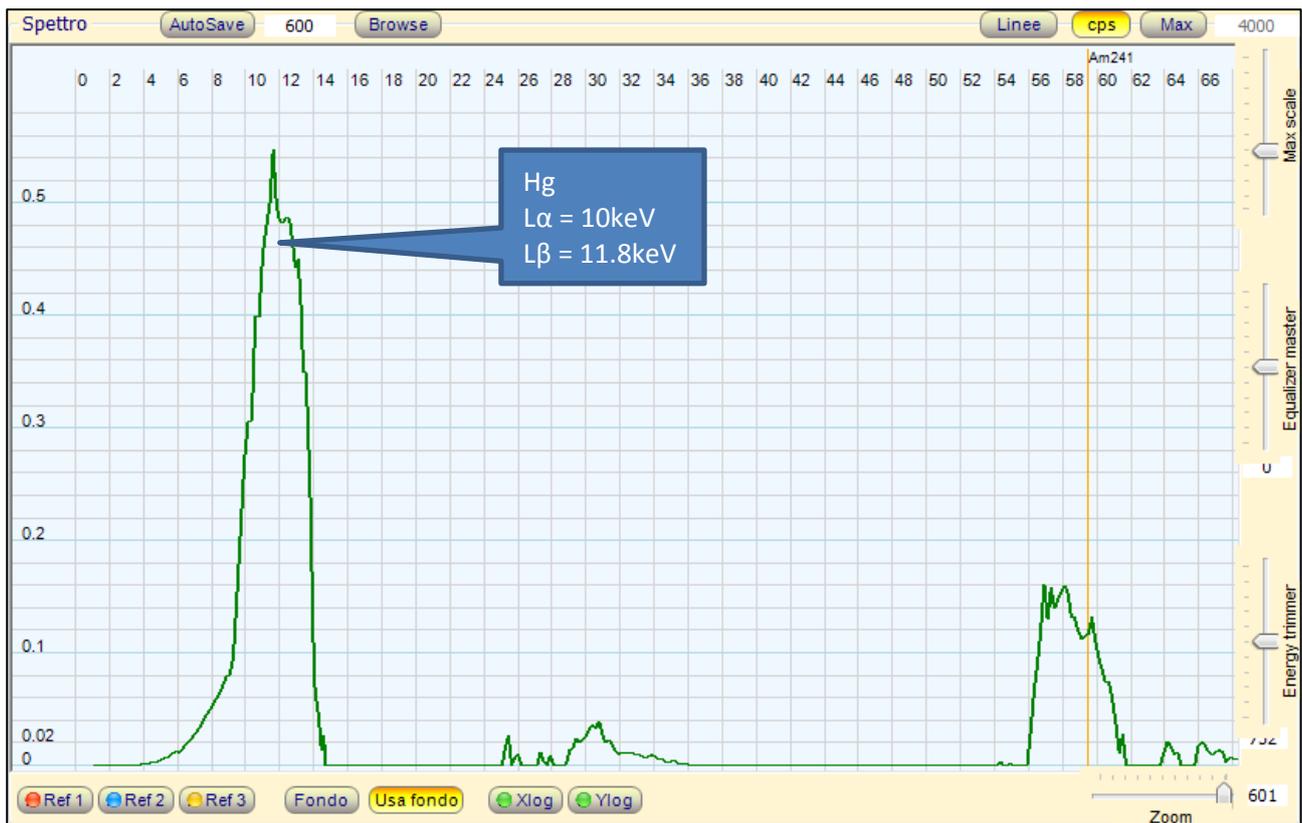
Il **mercurio** è un elemento chimico con simbolo **Hg** e numero atomico 80.

Si tratta di un metallo di transizione pesante, avente colore argenteo. È uno degli elementi della tavola periodica a essere liquido a temperatura ambiente, insieme al bromo e ad altri elementi. Allo stato solido è molle e duttile (si taglia con un coltello). È chimicamente molto simile al bario, ma ha una minore reattività e quindi una maggiore "nobiltà". È un cattivo conduttore (la sua conduttività è il 2% di quella del rame). Il mercurio trova principale impiego nella preparazione di prodotti chimici industriali e in campo elettrico ed elettronico.



Campione XRF: ampolla con mercurio

Nome / Simbolo	Mercurio / Hg
Numero Atomico	80
Peso Atomico Standard	200,59
Categoria Elemento	Metallo di transizione
Configurazione Elettr.	[Xe]4f14 5d10 6s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 18, 2
Lα1	9.989 keV
Lβ1	11.823 keV



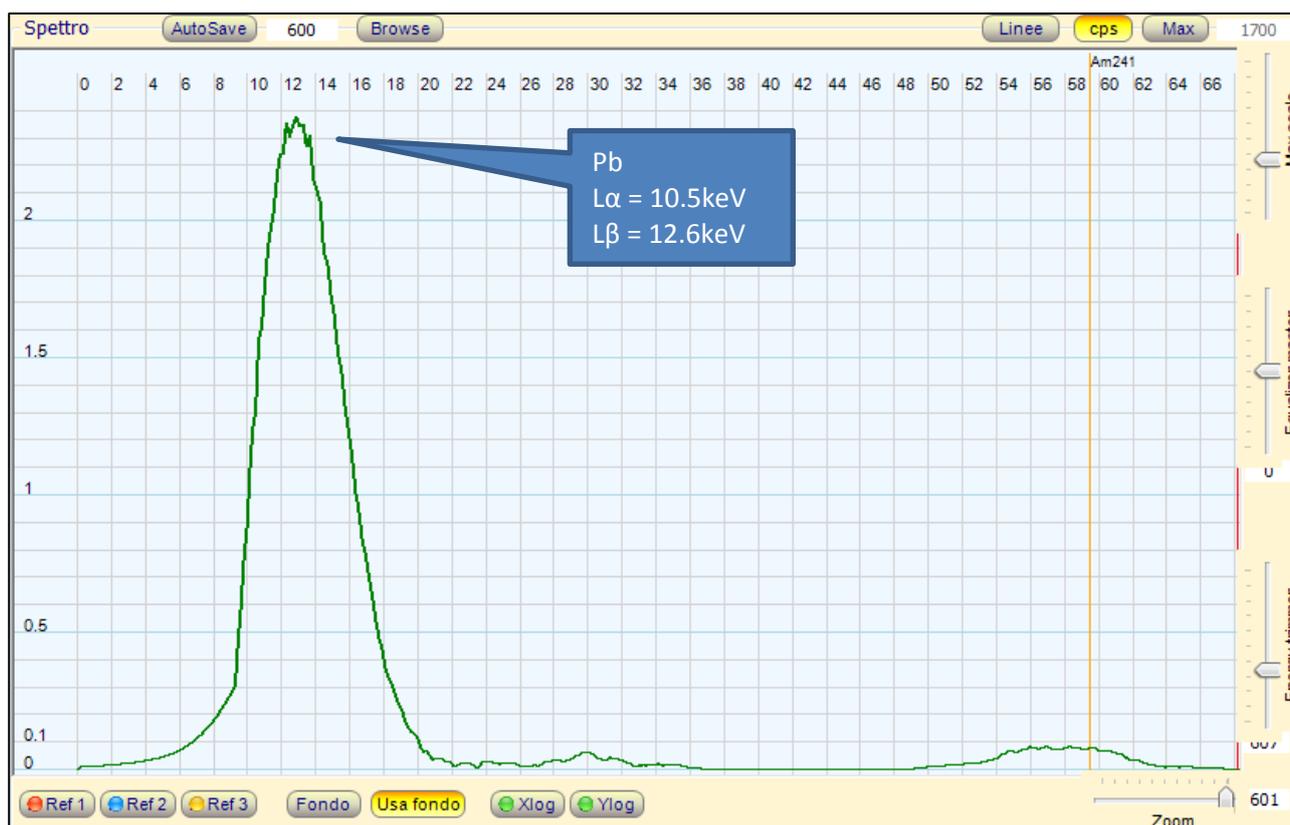
Piombo (Z=82)

Il **piombo** è un elemento chimico nel gruppo di carbonio con il simbolo **Pb** (dal latino: plumbum) e numero atomico 82. Il piombo è un metallo morbido, malleabile e pesante post-transizione. Il piombo metallico ha un colore bianco-bluastro dopo essere stato appena tagliato, ma si appanna presto di un colore grigiastro opaco se esposto all'aria. Il Piombo ha una lucentezza lucida cromo-argento quando viene fuso in un liquido. È anche il più pesante elemento non radioattivo.



Campione XRF: Lamina in piombo

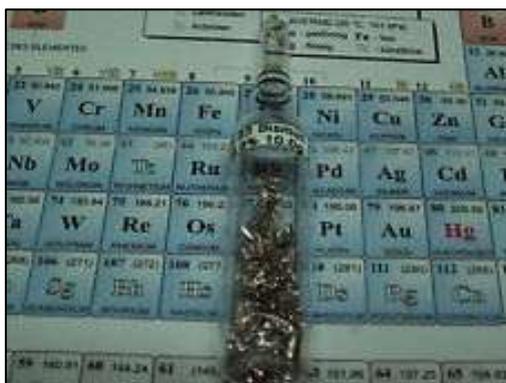
Nome / Simbolo	Piombo / Pb
Numero Atomico	82
Peso Atomico Standard	207.2
Categoria Elemento	Metallo di post - transizione
Configurazione Elettr.	[Xe] 4f14 5d10 6s2 6p2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 18, 4
Lα1	10.551 keV
Lβ1	12.614 keV



Bismuto (Z=83)

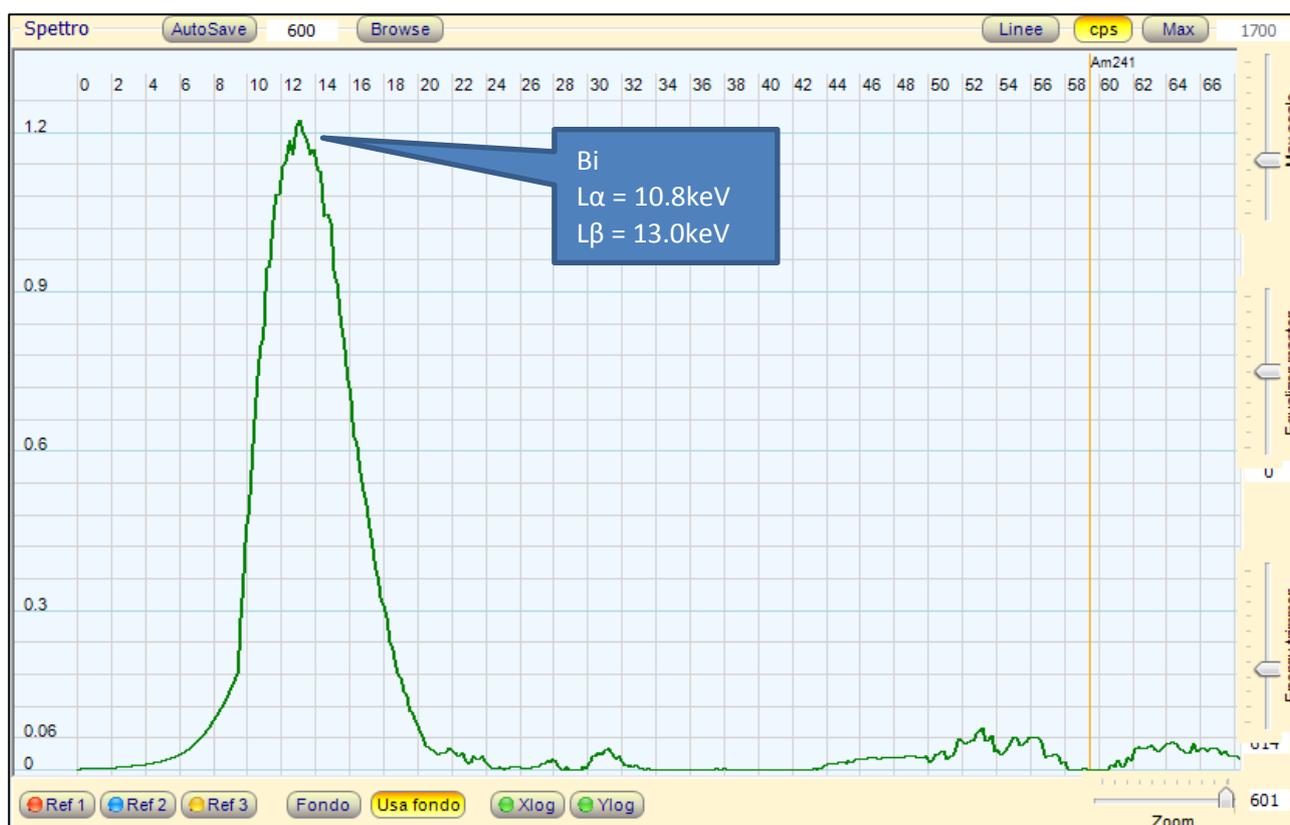
Il **Bismuto** è un elemento chimico con simbolo **Bi** e numero atomico 83. Il bismuto, un metallo pentavalente post-transizione, assomiglia chimicamente all'arsenico e all'antimonio. Il Bismuto nativo si può presentare in natura, anche se i suoi minerali commerciali sono solfuri e ossidi. L'elemento libero è 86% denso come piombo. Si tratta di un metallo fragile dal colore bianco argenteo quando appena prodotto, ma spesso si vede con una sfumatura rosa a causa di ossidazione superficiale. Il Bismuto è l'elemento naturale più diamagnetico, ed ha uno dei valori più bassi di conducibilità termica tra metalli.

Il Bismuto è stato a lungo considerato come l'elemento stabile con la massa atomica più alta. Tuttavia, nel 2003 si è scoperto che è leggermente radioattivo: il suo unico isotopo primordiale, il bismuto-209, decade via decadimento alfa con un tempo di dimezzamento di più di un miliardo di volte l'età stimata dell'universo.



Campione XRF: Campione in bismuto

Nome / Simbolo	Bismuto / Bi
Numero Atomico	83
Peso Atomico Standard	208.98040
Categoria Elemento	Metallo di post - transizione
Configurazione Elettr.	[Xe] 4f14 5d10 6s2 6p3
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 18, 5
Lα1	10.839 keV
Lβ1	13.023 keV



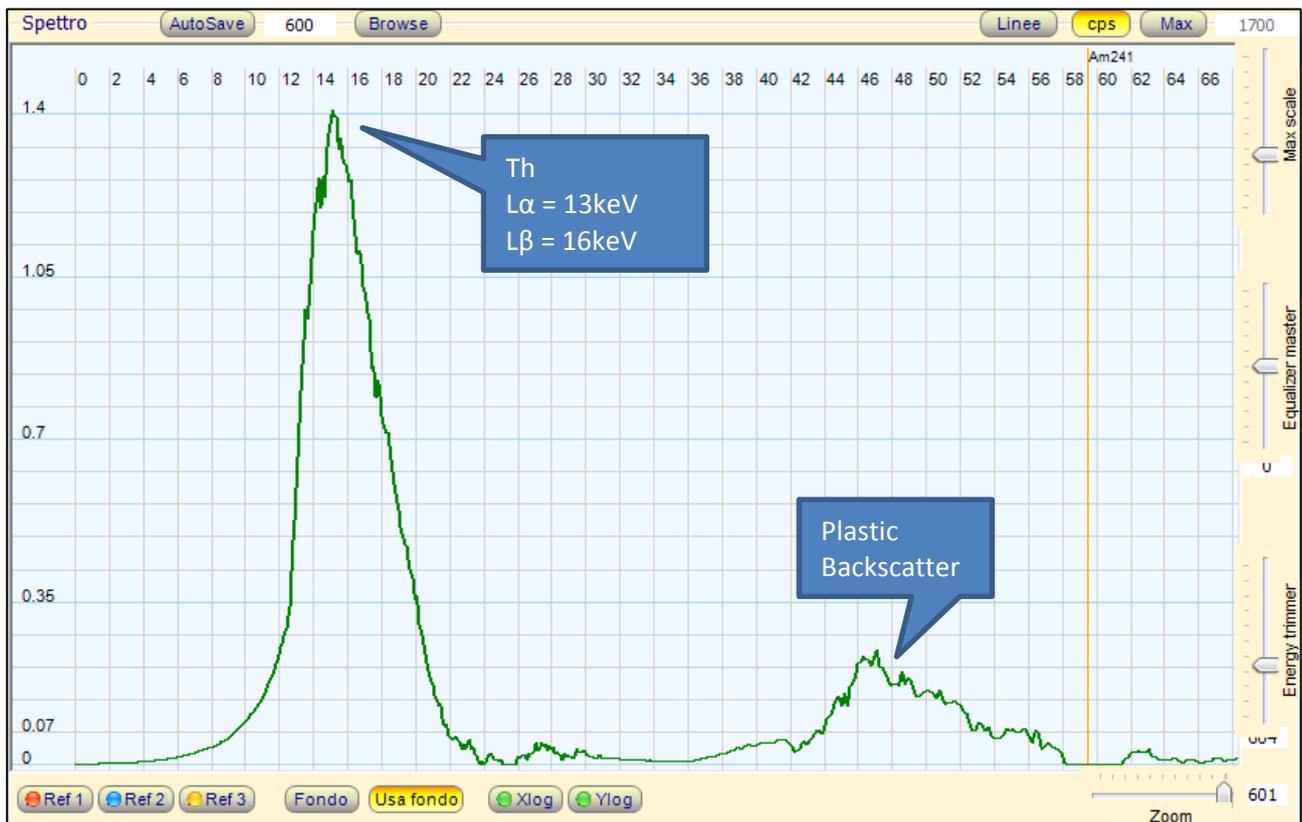
Torio (Z=90) (Reticella lampada gas)

Il **torio** è un elemento chimico con simbolo **Th** e numero atomico 90. E' un metallo attinide radioattivo, il torio è uno dei soli tre elementi radioattivi che si trovano ancora in natura come elementi primordiale (gli altri due sono bismuto e uranio).



Campione XRF: Reticella al torio

Nome / Simbolo	Torio / Th
Numero Atomico	90
Peso Atomico Standard	232.0377
Categoria Elemento	Attinide
Configurazione Elettr.	[Rn] 6d2 7s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 18, 10, 2
Lα1	12.968 keV
Lβ1	16.202 keV



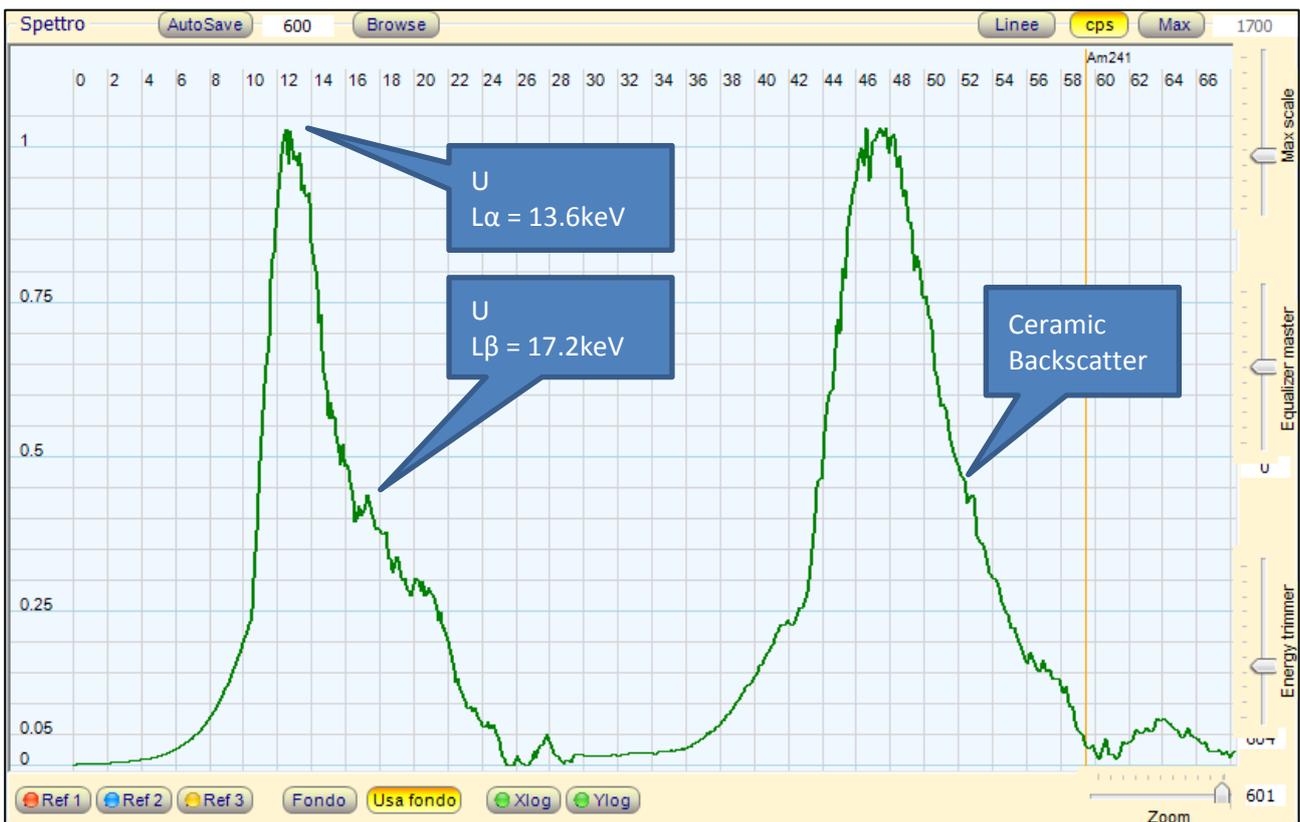
Uranio (Z=92) (Smalto all'uranio)

L'Uranio è un elemento chimico con simbolo **U** e numero atomico 92. È un metallo bianco-argenteo della serie degli attinidi della tavola periodica. Un atomo di uranio ha 92 protoni e 92 elettroni, di cui 6 elettroni di valenza. L'uranio è debolmente radioattivo, perché tutti i suoi isotopi sono instabili (con emivita che varia tra i 69 anni e 4,5 miliardi di anni per i 6 isotopi naturali noti, dall'uranio-233 all'uranio-238). Gli isotopi più comuni dell'uranio sono uranio-238 (che ha 146 neutroni e rappresenta quasi il 99,3% dell'uranio presente in natura) e uranio-235 (che ha 143 neutroni, pari al 0,7% dell'elemento che si trova in natura).



Campione XRF: Smalto con uranio

Nome / Simbolo	Uranio / U
Numero Atomico	92
Peso Atomico Standard	238.02891
Categoria Elemento	Attinide
Configurazione Elettr.	[Rn] 5f3 6d1 7s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 21, 9, 2
Lα1	13.614 keV
Lβ1	17.220 keV



Nettunio (Z=93) (Capsula americio)

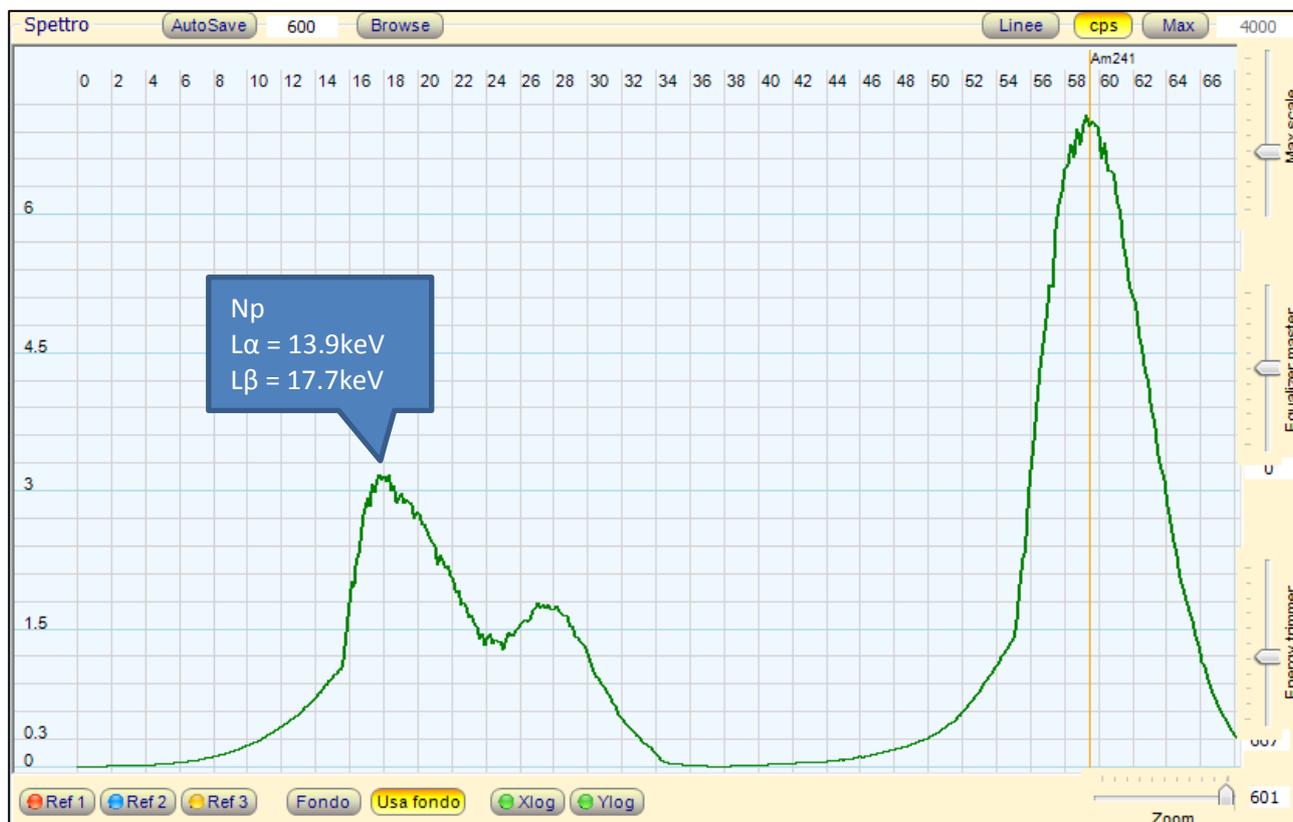
Il **Nettunio** è un elemento chimico con simbolo **Np** e numero atomico 93. E' un metallo attinidi radioattivo, il nettunio è il primo elemento transuranici. La sua posizione nella tavola periodica dopo l'uranio, dal nome del pianeta Urano, lo ha portato ad essere chiamato come Nettuno, il prossimo pianeta oltre Urano. Un atomo di nettunio dispone di 93 protoni e 93 elettroni, di cui sette sono elettroni di valenza. Il nettunio è un metallo argenteo e si appanna se esposto all'aria. L'elemento si presenta in tre forme allotropiche ed esibisce normalmente cinque stati di ossidazione.

L'isotopo più stabile del nettunio, nettunio-237, è un sottoprodotto dei reattori nucleari e della produzione di plutonio, ed con l'isotopo nettunio-239 si trova anche in tracce nei minerali di uranio a causa di reazioni di cattura di neutroni e decadimento beta.



Campione XRF: Capsula d'americio

Nome / Simbolo	Nettunio / Np
Numero Atomico	93
Peso Atomico Standard	(237)
Categoria Elemento	Attinide
Configurazione Elettr.	[Rn] 5f4 6d1 7s2
Elettroni per shell	2, 8, 18, 32, 22, 9, 2
Lα1	13.944 keV
Lβ1	17.750 keV

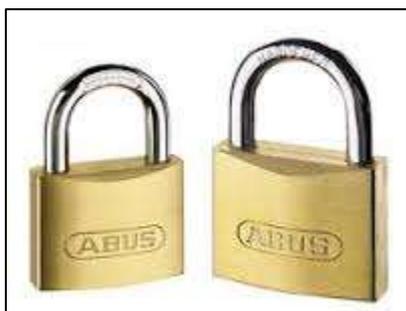


Spettrometria XRF di Leghe e Composti

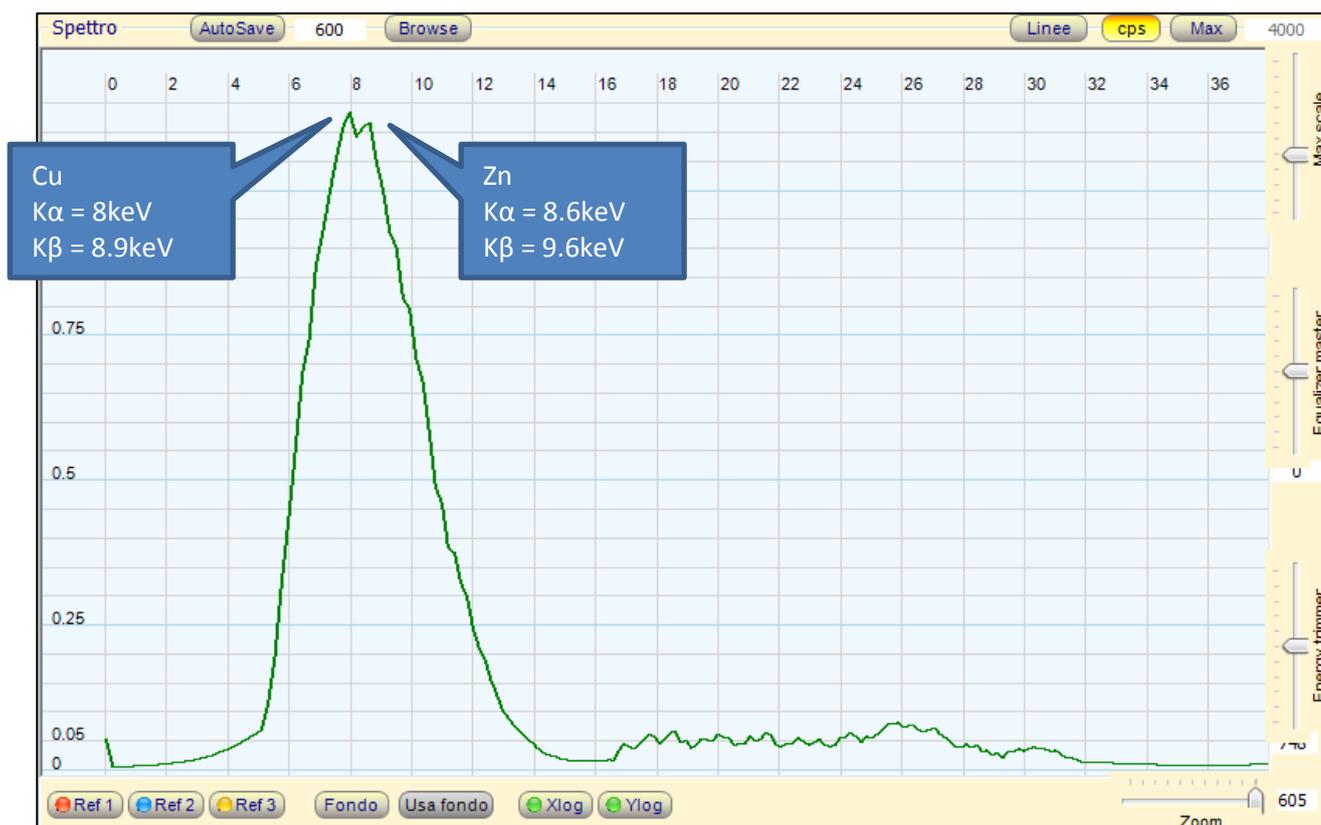
Ottone (lega rame + Zinco)

L'Ottone è una lega di rame e zinco; le proporzioni di zinco e rame possono essere variate per creare una gamma di ottone con proprietà diverse. È una lega di sostituzione: atomi dei due componenti possono sostituire l'altro all'interno della stessa struttura cristallina.

In confronto, il bronzo è principalmente una lega di rame e stagno. Il Bronzo non contiene necessariamente stagno, e una varietà di leghe di rame, comprese le leghe con arsenico, fosforo, alluminio, manganese e silicio, sono comunemente denominato "bronzo". Il termine è applicato ad una varietà di ottone e la distinzione è in gran parte storica.



Campione XRF: Lucchetto



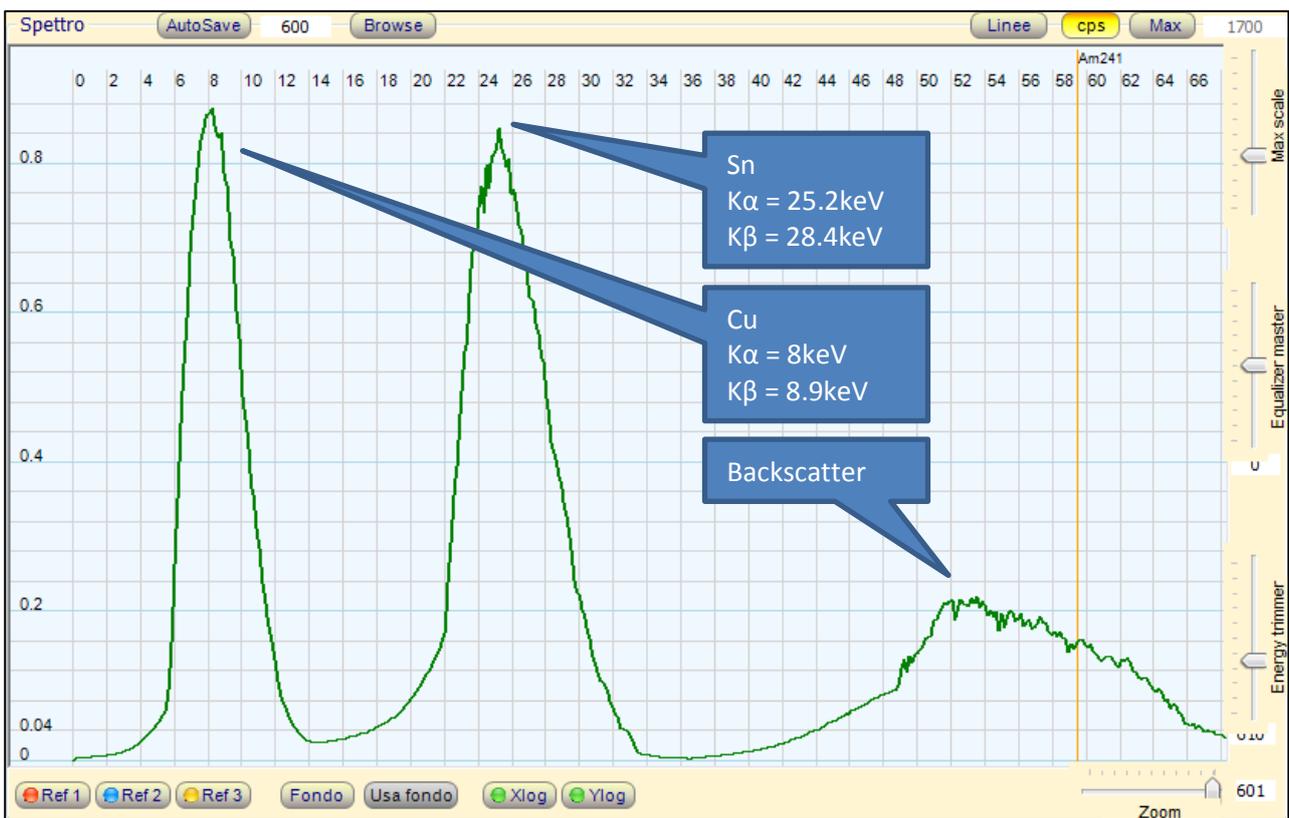
Bronzo (lega rame + stagno)

Il **Bronzo** è una lega costituita principalmente da rame e altri metalli. L'aggiunta di altri metalli (di solito stagno, a volte l'arsenico), produce una lega molto più dura del rame. Il periodo storico in cui i reperti archeologici contengono molti manufatti in bronzo è conosciuto come l'Età del Bronzo.

Ci sono molte leghe differenti di bronzo, ma il bronzo moderno è tipicamente 88% di rame e 12% di stagno.



Campione XRF: Vaso di Bronzo

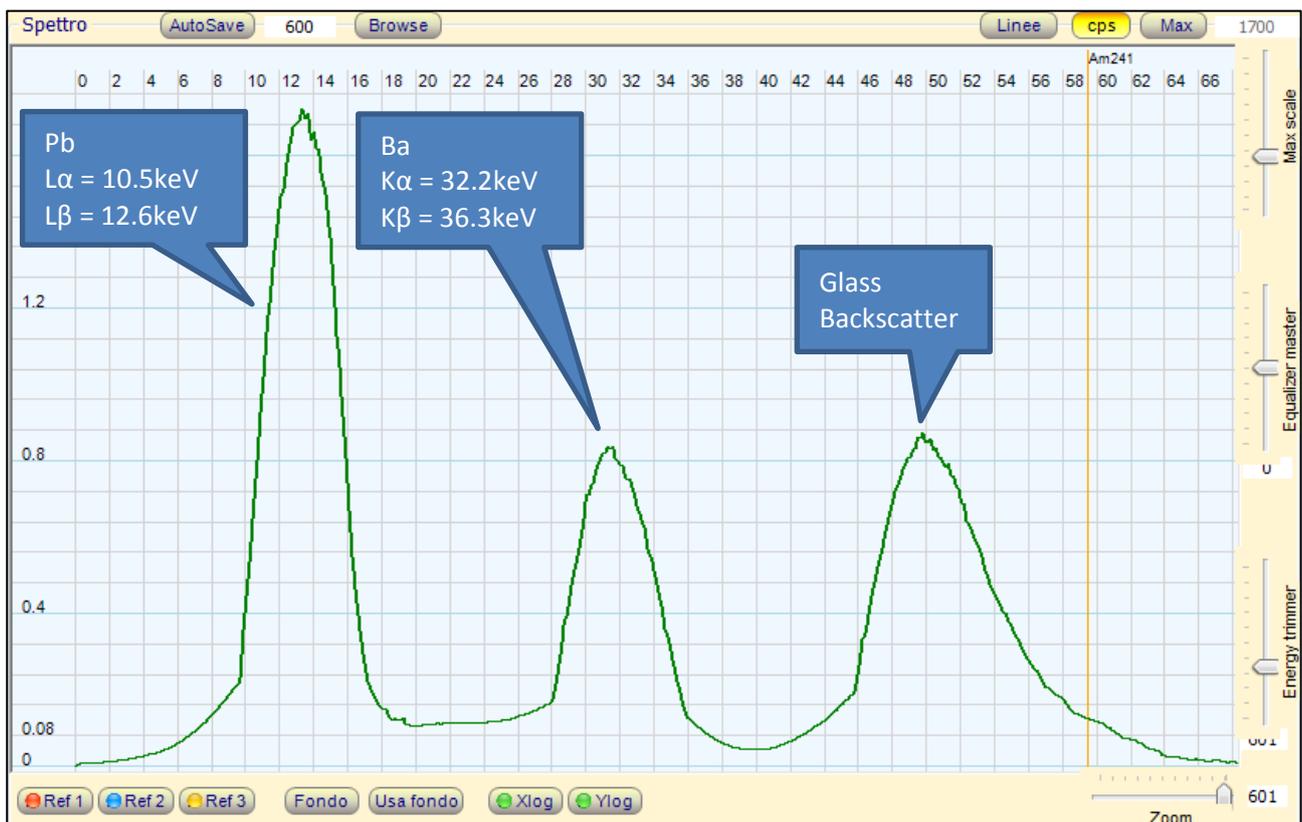


Vetro al piombo

Il vetro al piombo è una varietà di vetro in cui il piombo sostituisce il contenuto di calcio di un tipico vetro a base di potassa. Il vetro al piombo contiene tipicamente 18-40% in peso di piombo (II) ossido (PbO), mentre il moderno cristallo al piombo, storicamente conosciuta anche come il vetro selce per la fonte di silice originale, contiene un minimo di 24% PbO. Il vetro al piombo è di pregio a causa delle sue proprietà decorative.



Campione XRF: Vetro al piombo

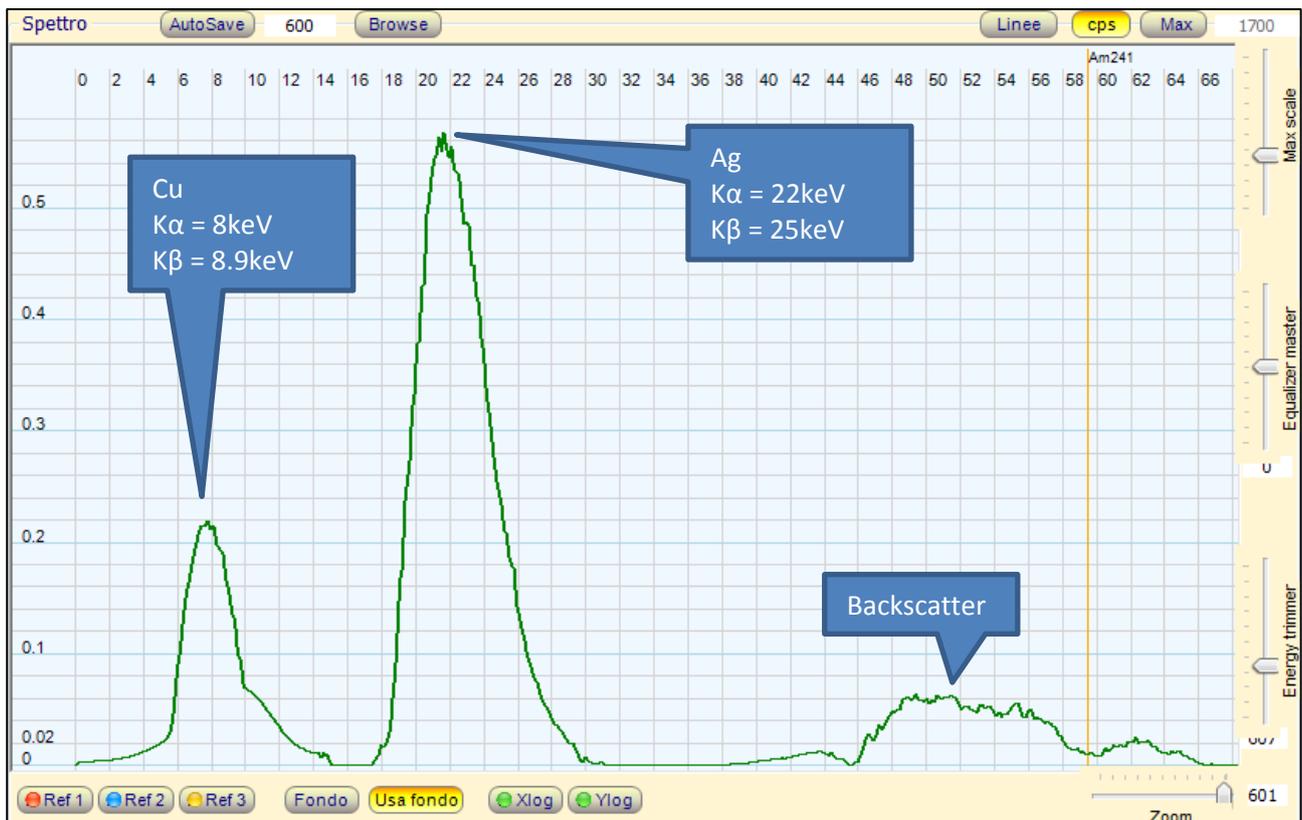


Argento Sheffield (lega argento + rame)

Lo Sheffield è una combinazione di strati di argento e rame ed è stato utilizzato per molti anni per produrre una vasta gamma di articoli casalinghi. Quasi ogni articolo in argento sterling è stato anche realizzato in argento di Sheffield, che hanno utilizzato questo processo di fabbricazione per la produzione di manufatti quasi identici a costi molto inferiori.



Campione XRF: Vaso in Sheffield



Acciaio (Ferro + Cromo)

In metallurgia, l'acciaio inox è una lega di acciaio con un minimo di 10,5 di cromo. L'acciaio inossidabile non si corrode, arrugginisce o si macchia con l'acqua come l'acciaio comune. Ci sono diverse qualità e finiture superficiali di acciaio inox per soddisfare l'ambiente che la lega deve sopportare. L'acciaio inossidabile è utilizzato quando sono richieste sia le proprietà dell'acciaio e la resistenza alla corrosione. L'acciaio inossidabile differisce dall'acciaio al carbonio dalla quantità di cromo presente. L'acciaio al carbonio non protetto arrugginisce facilmente se esposto all'aria e all'umidità. Questa pellicola di ossido di ferro (ruggine) è attiva e accelera la corrosione formando più ossido di ferro; e, a causa del maggior volume di ossido di ferro, questo tende a sfaldarsi e cadere via. Gli acciai inossidabili contengono cromo sufficiente a formare una pellicola passiva di ossido di cromo, che impedisce l'ulteriore corrosione superficiale bloccando la diffusione di ossigeno sulla superficie dell'acciaio e blocca la diffusione della corrosione alla struttura interna del metallo.



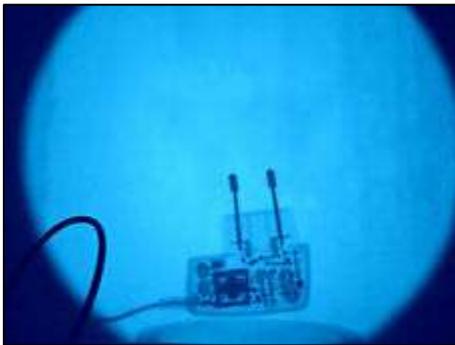
Campione XRF: Lama in acciaio

Ferro K α 1	6.405 keV
Ferro K β 1	7.059 keV
Cromo K α 1	5.415 keV
Cromo K β 1	5.947 keV

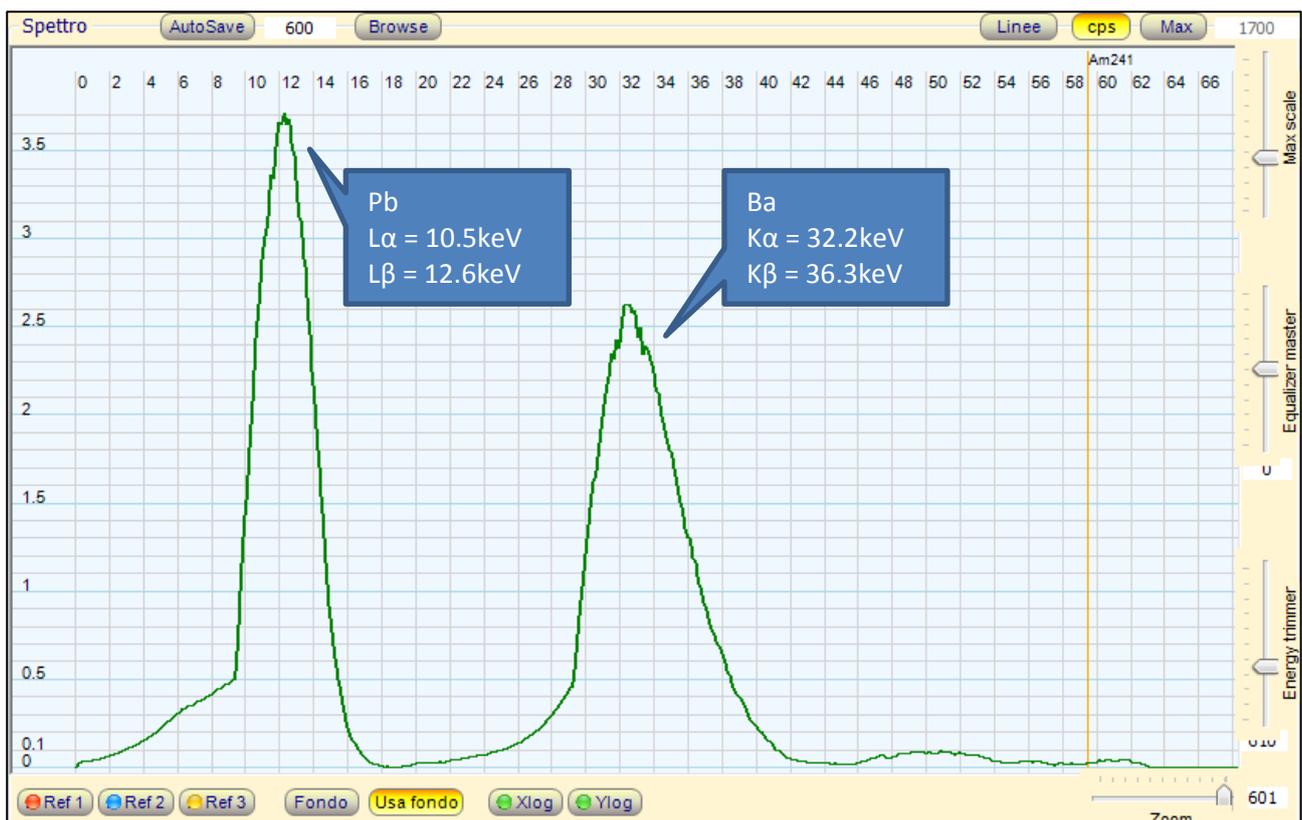


Schermo fluorescente blu per raggi X

Gli schermi fluorescenti e di intensificazione sono costituiti da un sottile strato di minuscoli cristalli fluorescenti mescolati con un legante adatto e spalmati in uno strato liscio su di un cartone o plastica. Il rivestimento sullo strato di cristalli è così protetto da una superficie lavabile. Il principio di base nell'azione dello schermo di intensificazione è l'utilizzo di un fosforo che converte l'energia trasportata da un fotone X in luce visibile. Il solfato di bario attivato con piombo ($\text{BaSO}_4: \text{Pb}$) viene utilizzato negli ultimi anni in alcune applicazioni, con lo scopo di aumentare la velocità degli schermi. Questi fosfori emettono luce blu.



Campione XRF: Schermo fluorescente blu per raggi X



Argento Bromuro (pellicola raggi X)

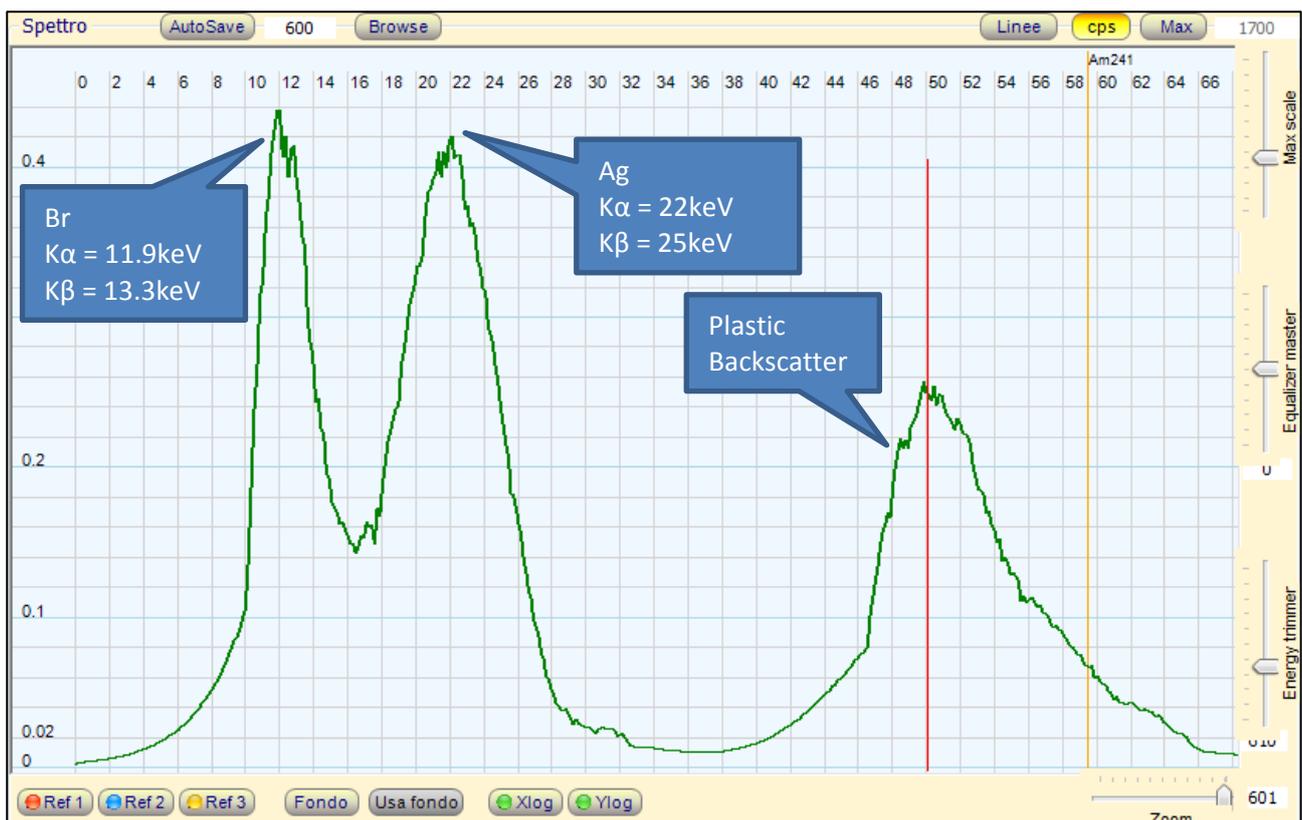
L'**alogenuro d'argento** (o sale di argento) è uno dei composti formati tra argento ed uno degli alogeni: bromuro d'argento (AgBr), cloruro (AgCl), ioduro (AgI), e tre forme di fluoruri argento. Come gruppo, essi sono spesso indicati come alogenuri d'argento, e sono spesso noti con la notazione pseudo-chimico AgX.

I prodotti chimici fotosensibili utilizzati nelle pellicole fotografiche e carta sono alogenuri d'argento.

Alogenuri d'argento sono utilizzati in film fotografici e carta fotografica, i cristalli di alogenuro di argento in gelatina sono rivestiti su un substrato di base di pellicola, vetro o carta. La gelatina è una parte essenziale della emulsione come colloide protettore di adeguate proprietà fisiche e chimiche. La gelatina può anche contenere oligoelementi (quali zolfo) che aumentano la sensibilità alla luce dell'emulsione.

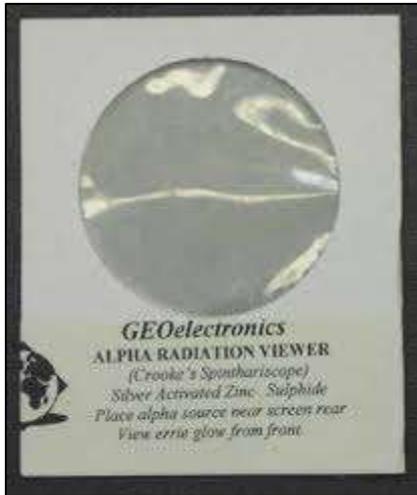


Campione XRF: Pellicola radiografica

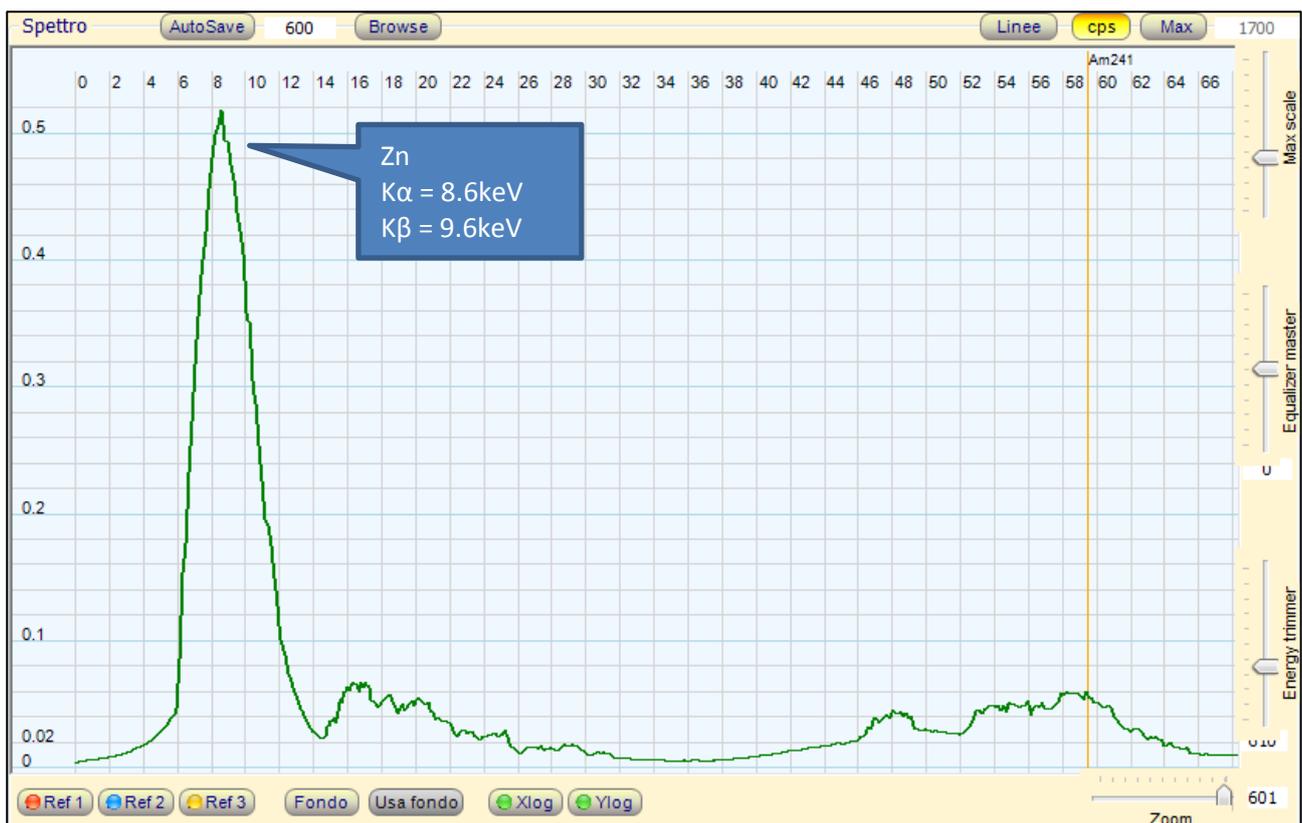


Schermo scintillatore zinco solfuro

Il **Solfuro di zinco** (argento attivato) è un composto policristallino scintillatore utilizzato per rilevare particelle alfa, come nello spintariscopio.



Campione XRF: Schermo Scintillatore

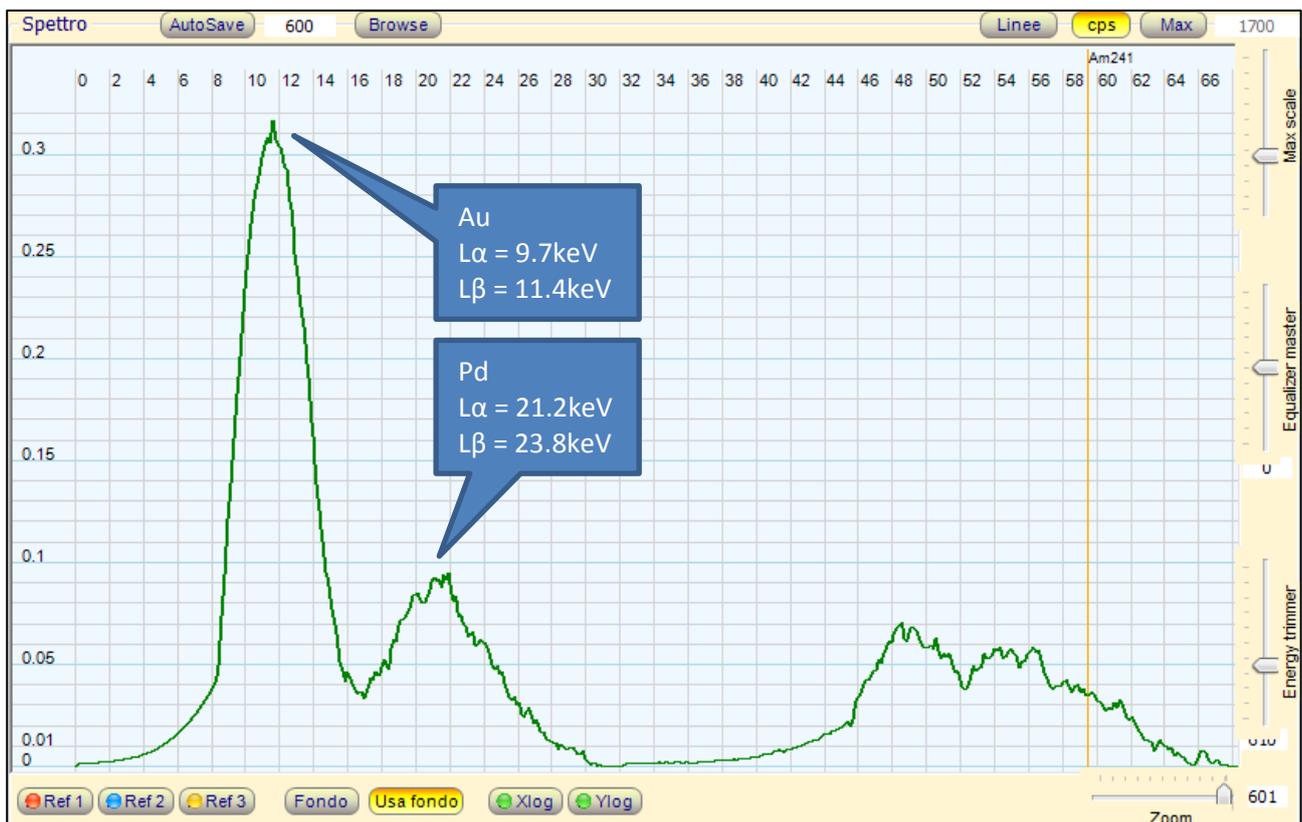


Oro bianco (oro + palladio)

Oro e palladio sono totalmente solubili uno nell'altro. L'uso principale delle leghe palladio oro è in gioielleria. La lega è più comunemente nota come oro bianco ed è un'alternativa al platino. Possono essere presenti in piccole quantità elementi come argento, zinco e rame altri metalli.



Campione XRF: Anello di oro bianco

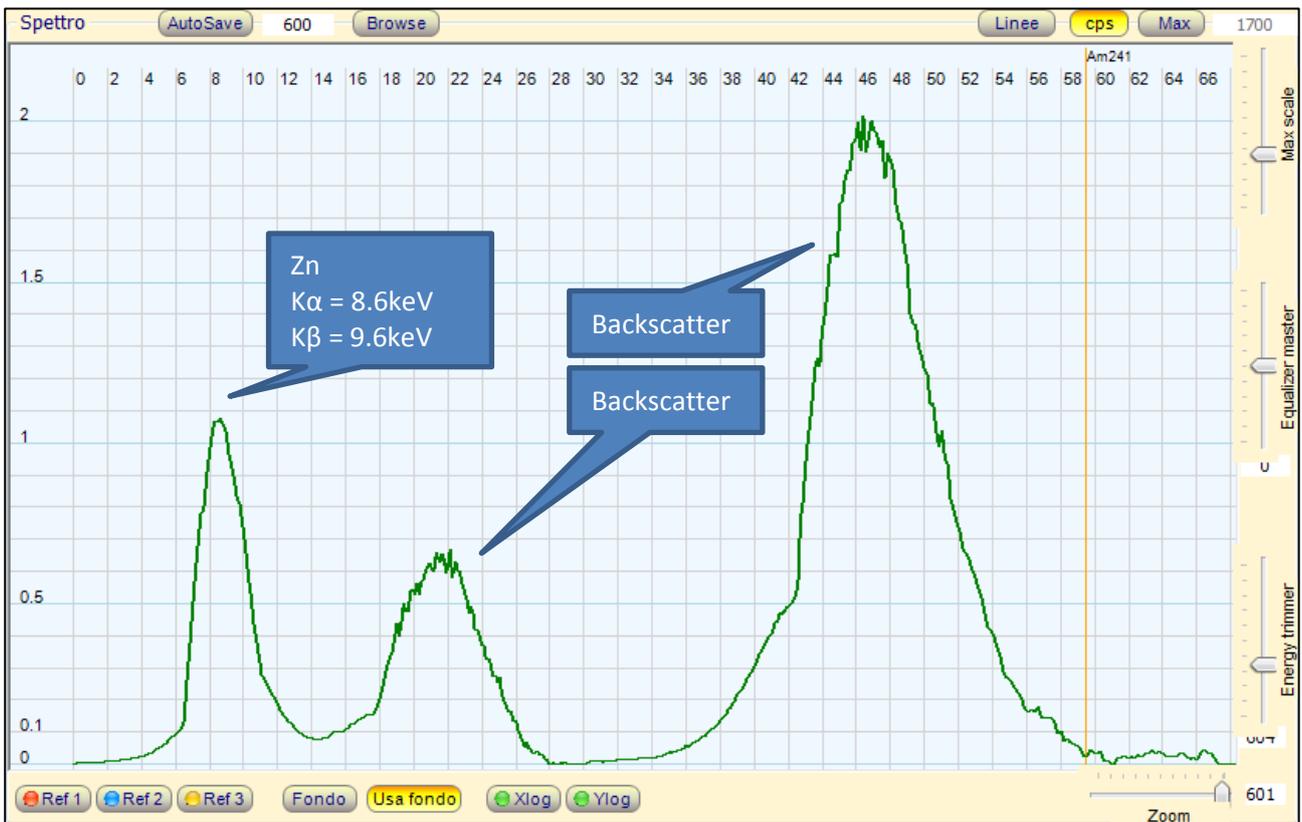


Ossido di zinco

L'ossido di zinco è un composto inorganico con la formula ZnO . ZnO è una polvere bianca che è insolubile in acqua, ed è ampiamente usato come additivo in numerosi materiali e prodotti come gomme, plastiche, ceramiche, vetro, cemento, lubrificanti, pomate, vernici, adesivi, sigillanti, pigmenti, alimenti, batterie, ferriti, ritardanti di fiamma, e nastri di pronto soccorso. È naturalmente presente come minerale zincite, ma la maggior parte dell'ossido di zinco viene prodotto sinteticamente.



Campione XRF: Crema a base di ossido di zinco



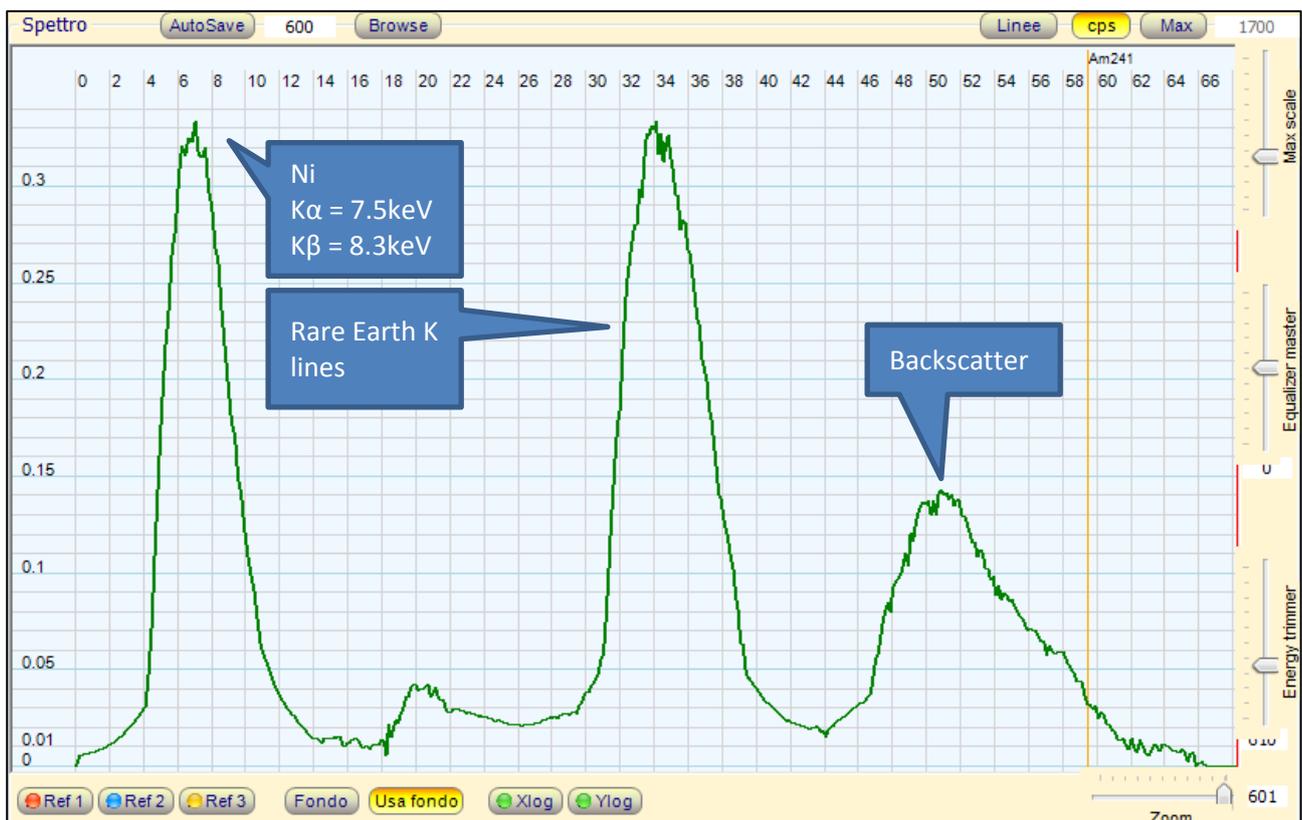
Batteria NiMH

La batteria **nichel – idruro metallico**, abbreviato NiMH o Ni-MH, è un tipo di batteria ricaricabile. Le reazioni chimiche sono simili alla cella al nichel-cadmio (NiCd). NiMH utilizza elettrodi positivi di nichel idrossido (NiOOH), come il NiCd, ma gli elettrodi negativi utilizzano una lega invece del cadmio.

L'elettrodo negativo di una cella NiMH è in realtà un composto intermetallico. Molti composti differenti sono stati sviluppati per questa applicazione, ma quelli attualmente in uso appartengono a due classi. Il più comune è AB₅, dove A è una miscela di terre rare di lantanio, cerio, neodimio, praseodimio e B è nichel, cobalto, manganese, e / o alluminio.



Campione XRF: Batteria NiMH

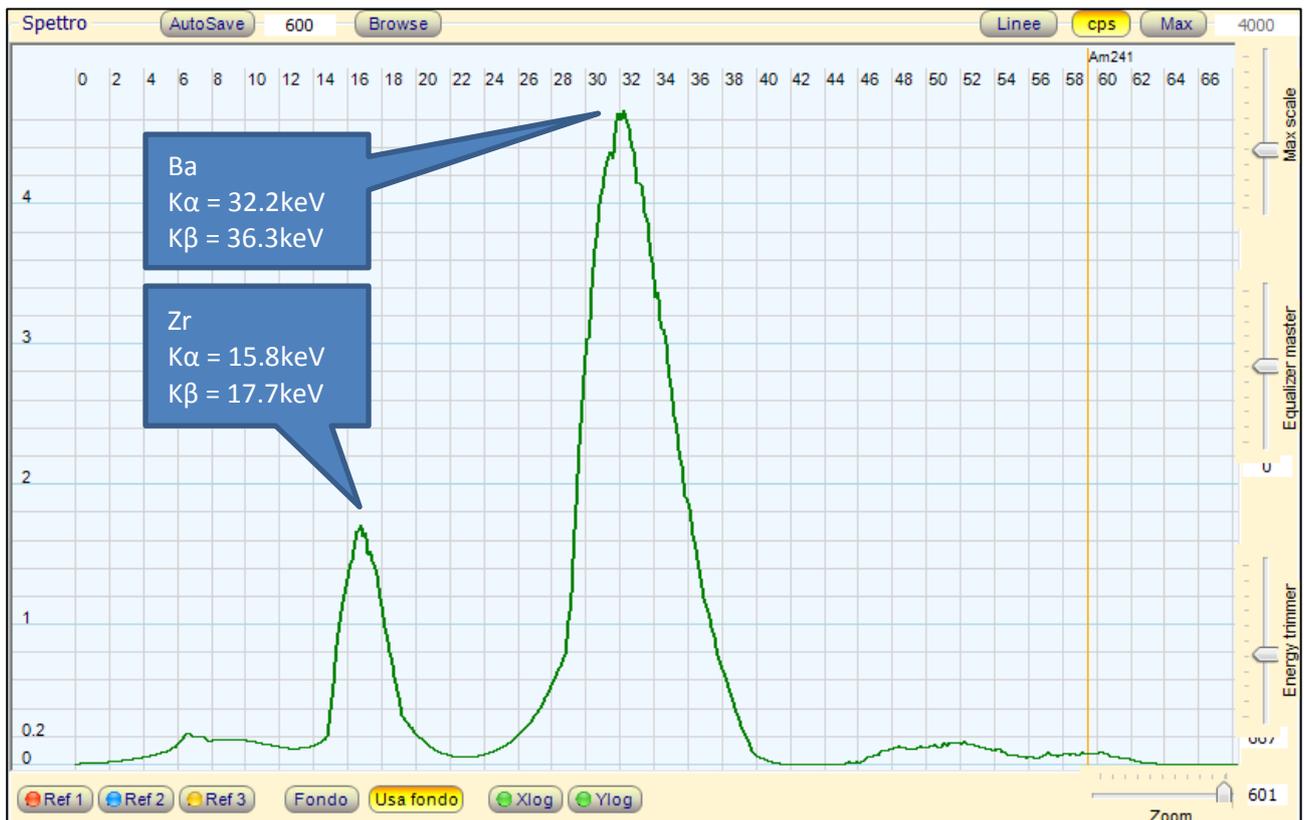


Obiettivo fotografico

Il vetro usato negli obiettivi fotografici contiene bario per aumentare l'indice di rifrazione e zirconio come anti-riflesso.



Campione XRF: obiettivo per macchina fotografica

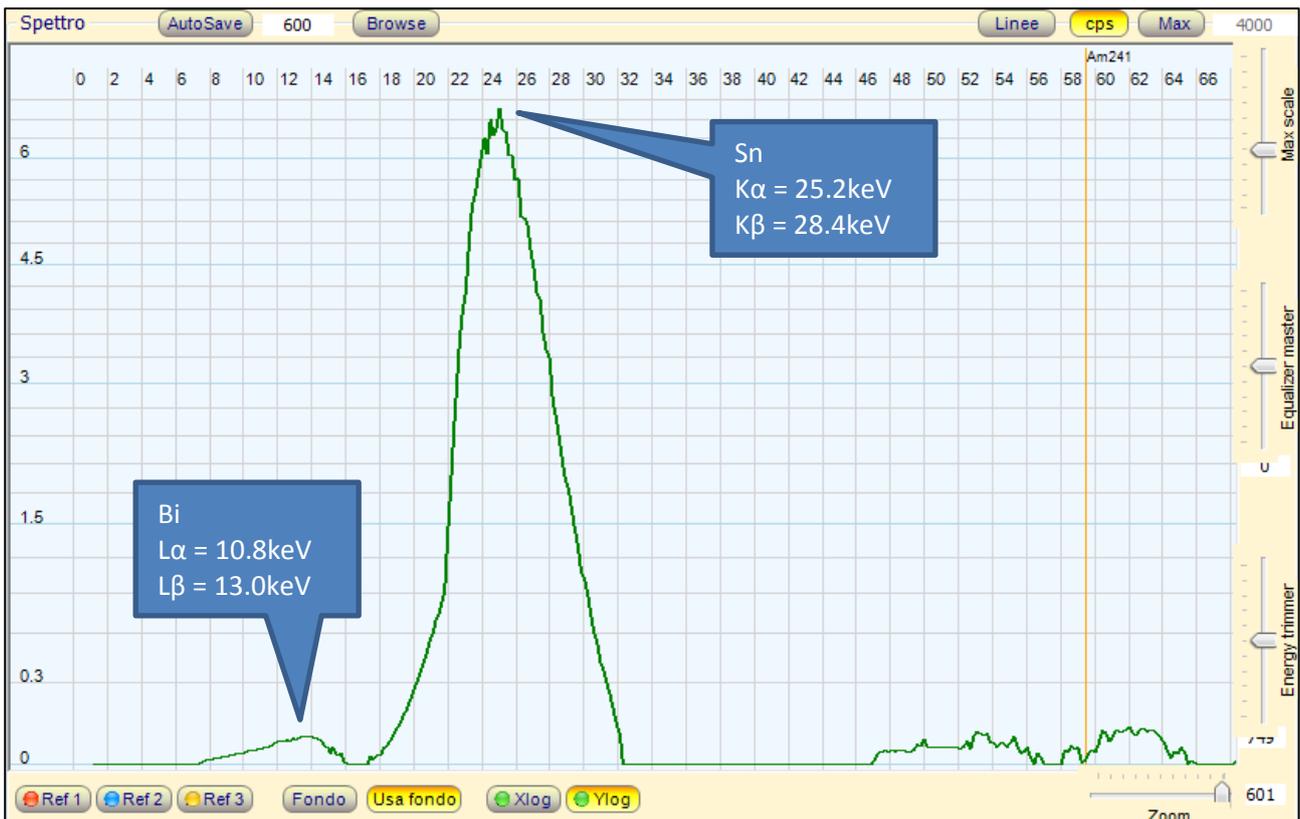


Peltro

Il **peltro** è una lega composta principalmente di stagno (min. 90%), con l'aggiunta di altri metalli (rame, bismuto e antimonio). Anticamente, secondo la qualità e l'uso previsto, poteva contenere fino al 15% di piombo. Oggi il piombo è stato bandito per la tossicità. È impiegato per creare oggetti artistici, monili, trofei, vassoi, piatti, e altro ancora.



Campione XRF: vassoio in peltro



Pirite

La **pirite** è un minerale molto comune composto da **disolfuro di ferro (II) (FeS₂)** che prende il nome dal termine greco pyros (fuoco) poiché produce scintille se percosso con un pezzo di metallo. Per via del color oro era noto in passato come l'oro degli stolti; se riscaldato alla fiamma emette una miscela di solfuri dal classico odore di uova marce.



Campione XRF: Minerale di Pirite

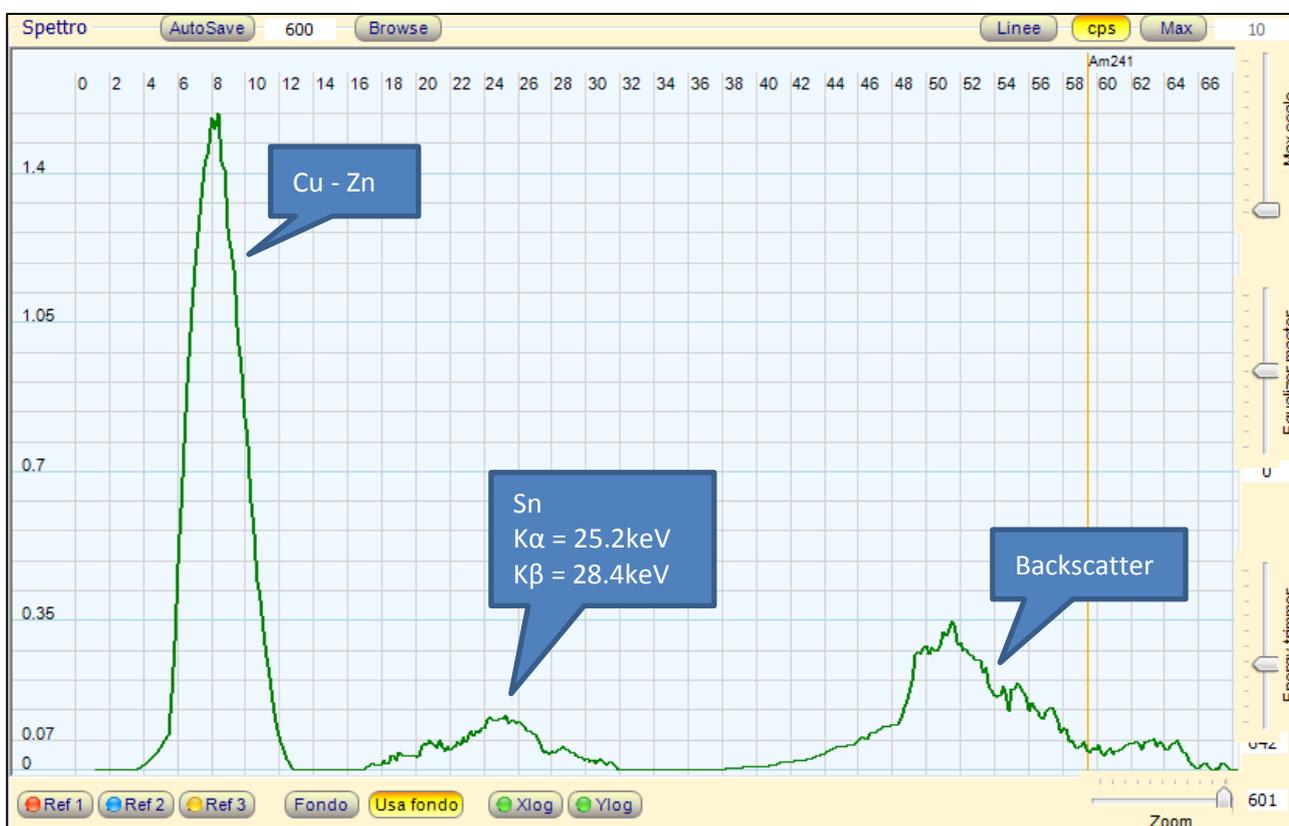


Oro Nordico

L'oro nordico, la lega di cui sono fatte le tre monete intermedie dell'euro (10, 20 e 50 centesimi), è un ottone. È stato utilizzato precedentemente anche per monete di altri paesi. A dispetto del nome, non contiene oro e la sua composizione è la seguente: Rame 89%, Zinco 5%, Alluminio 5%, Stagno 1%.



Campione XRF: Moneta da 50 centesimi di euro



Disclaimer e Avvertenze sulla Sicurezza

- **Prima di utilizzare qualsiasi sorgente radioattive:** i regolamenti locali, nazionali e internazionali possono limitare l'acquisto, lo stoccaggio, il trasporto, l'uso o lo smaltimento di sorgenti radioattive. Si prega di consultare le normative locali per garantire piena conformità prima di gestire qualsiasi sorgente radioattiva, anche se di piccola intensità.
- **Mai manomettere** un rivelatore di fumo a ionizzazione o tentare di rimuovere la sorgente radioattiva. Non rimuovere il materiale radioattivo da un qualsiasi oggetto.
- Gli esperimenti riportati in questo documento sono destinati a scopi **didattici** e con il fine di **testare** gli strumenti di misura e non dovrebbe **mai essere replicati** senza adeguate conoscenze e senza il pieno rispetto delle normative.

Precauzioni con Sorgenti Radioattive

Tempo: Il modo più semplice per ridurre l'esposizione è quello di mantenere minimo il tempo speso nelle vicinanze di una sorgente radioattiva. Se il tempo è ridotto a metà, così sarà l'esposizione, mantenendo costanti tutti gli altri fattori.

Distanza: la distanza è un altro mezzo efficace per ridurre l'esposizione alle radiazioni. Una formula nota come "legge dell'inverso del quadrato" mette in relazione il tasso di esposizione alla distanza. Il raddoppio della distanza da una sorgente radioattiva riduce l'esposizione a un quarto del valore originale. Se la distanza è triplicata, l'esposizione è ridotta di un fattore nove.

Schermatura: La schermatura è costituita da un qualsiasi materiale utilizzato per ridurre le radiazioni che raggiungono l'utente. Mentre un singolo foglio di carta può bloccare alcuni tipi di radiazioni come le particelle alfa, altra radiazione come neutroni e fotoni gamma richiedono molta più schermatura. Materiali densi, quali piombo o acciaio, sono usati per proteggersi dai fotoni gamma. Materiali contenenti grandi quantità di idrogeno, come polietilene, vengono utilizzati per proteggersi dai neutroni.

Nessun alimento o bevanda è in assoluto ammesso in un laboratorio con sorgenti radioattive.