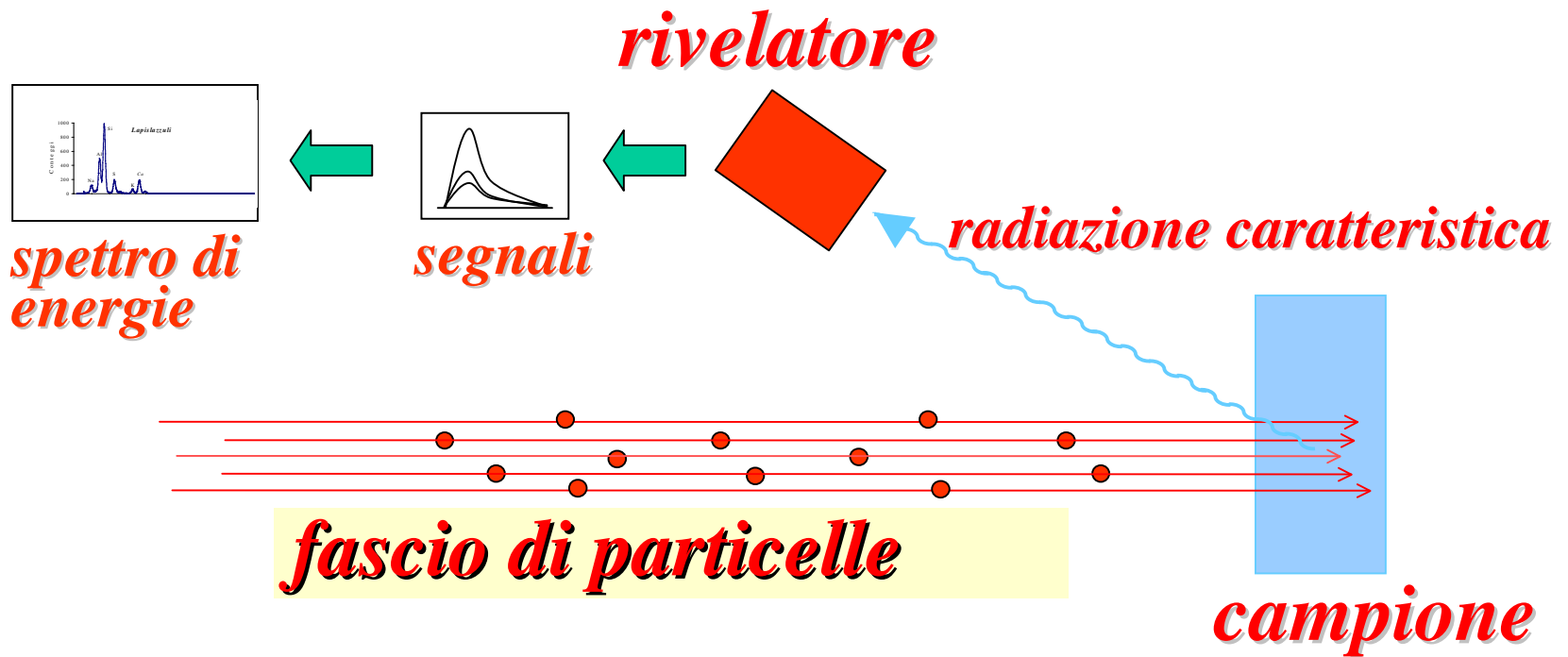


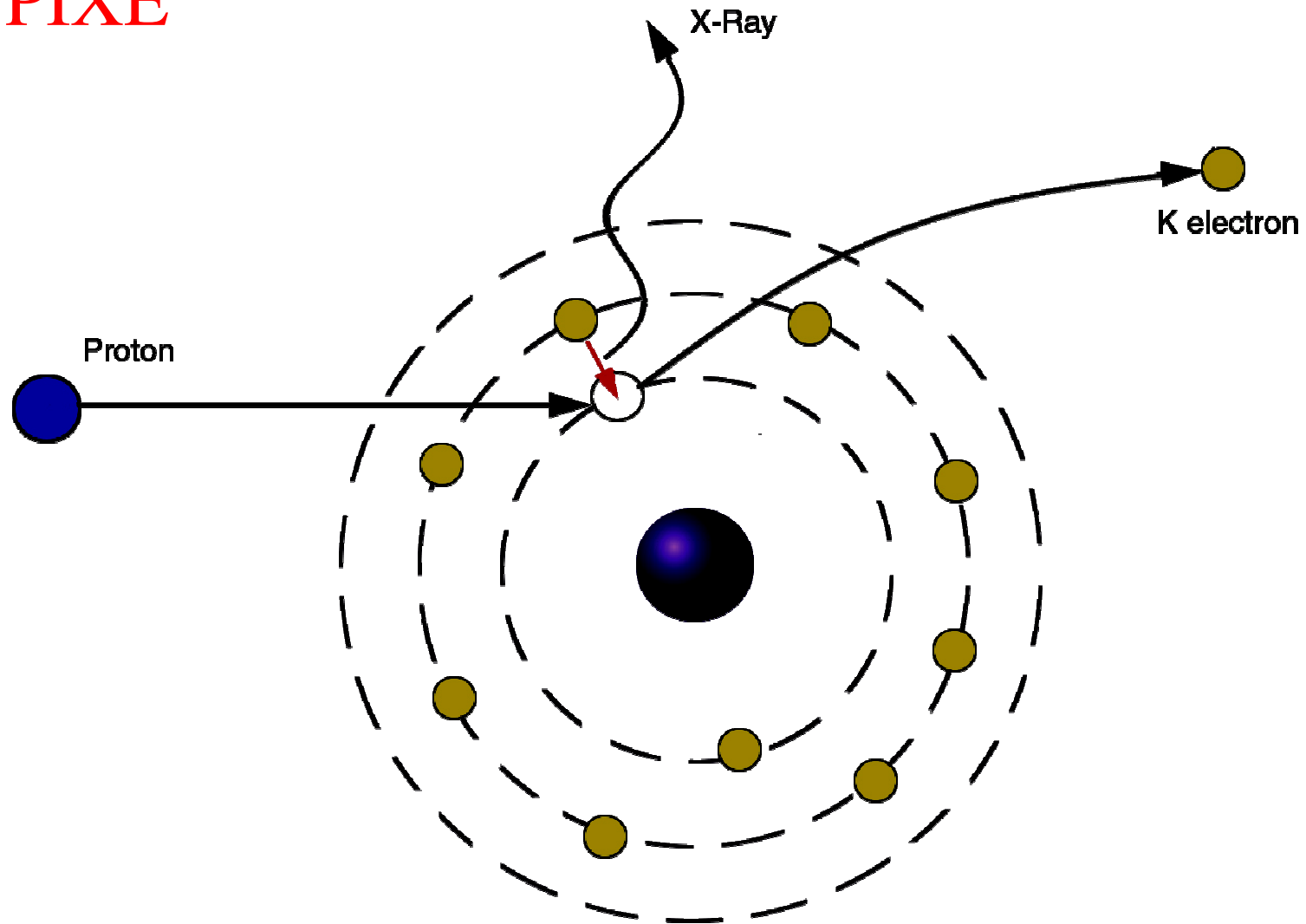
Tecniche
***IBA** (Ion Beam Analysis)*
e
***XRF** (X-Ray Fluorescence)*

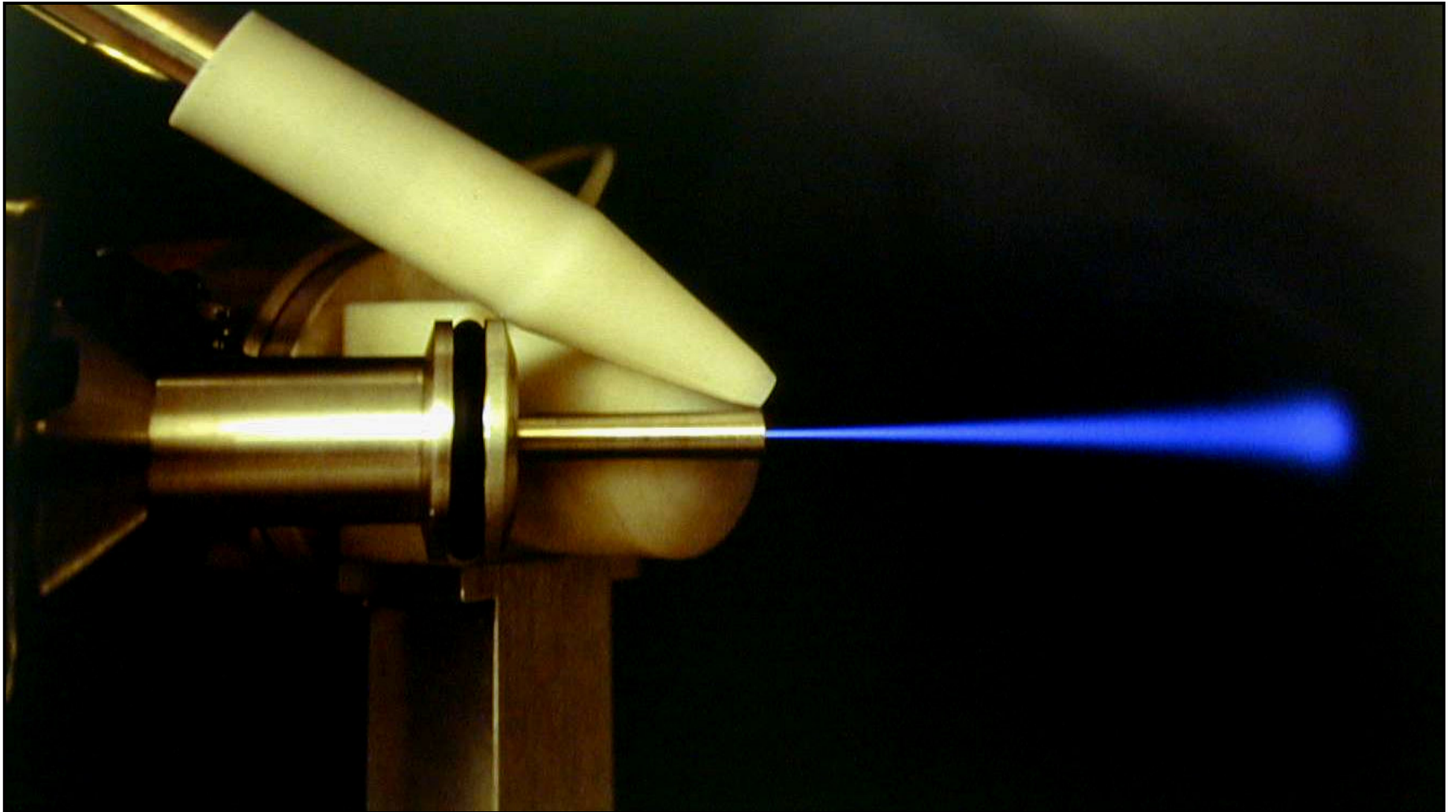
- per determinare la composizione di un qualsiasi campione

Ion Beam Analysis (IBA)



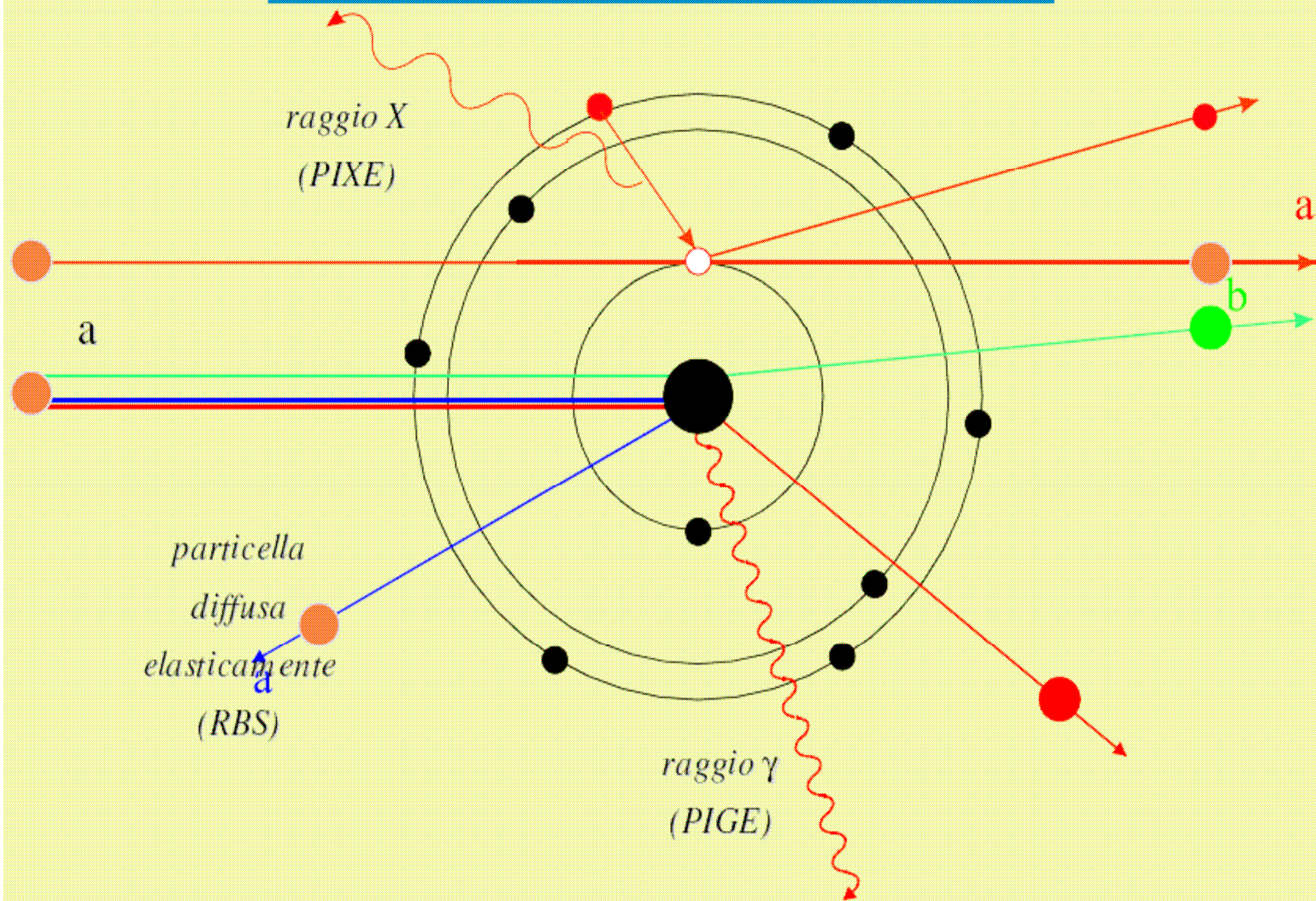
es.: PIXE





PIXE: external proton beam

Ion Beam Analysis



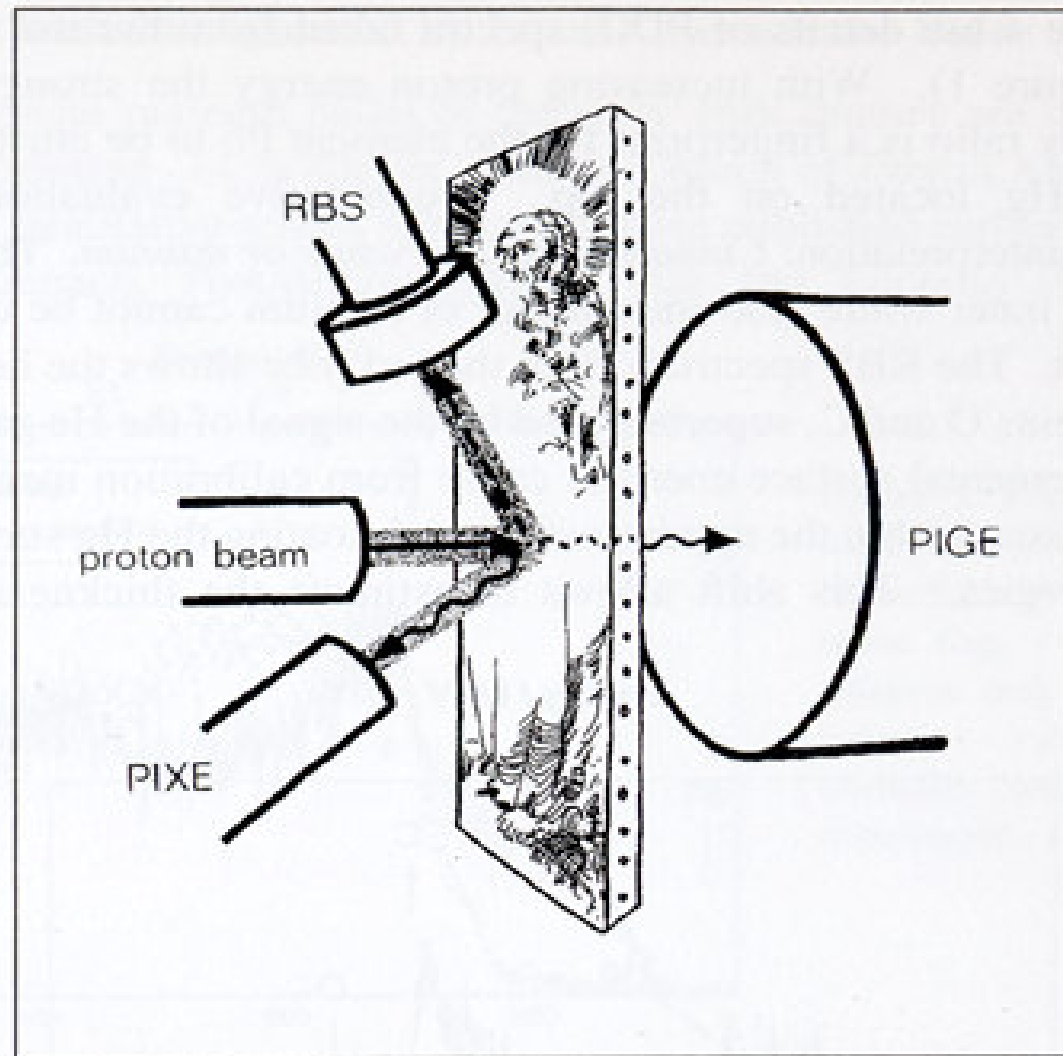


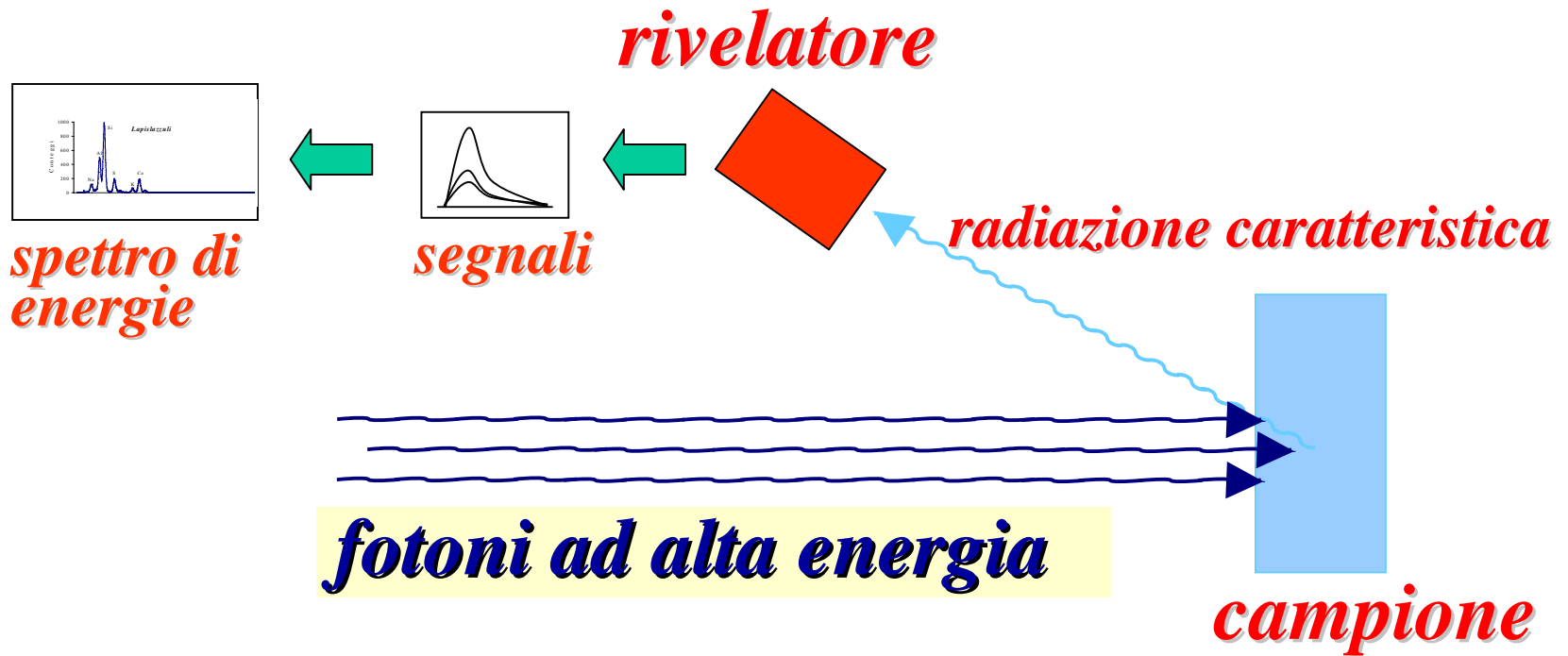
Figure 6. Lay-out of the Rossendorf three-detector arrangement on atmospheric pressure

PIXE — proton induced X-ray emission

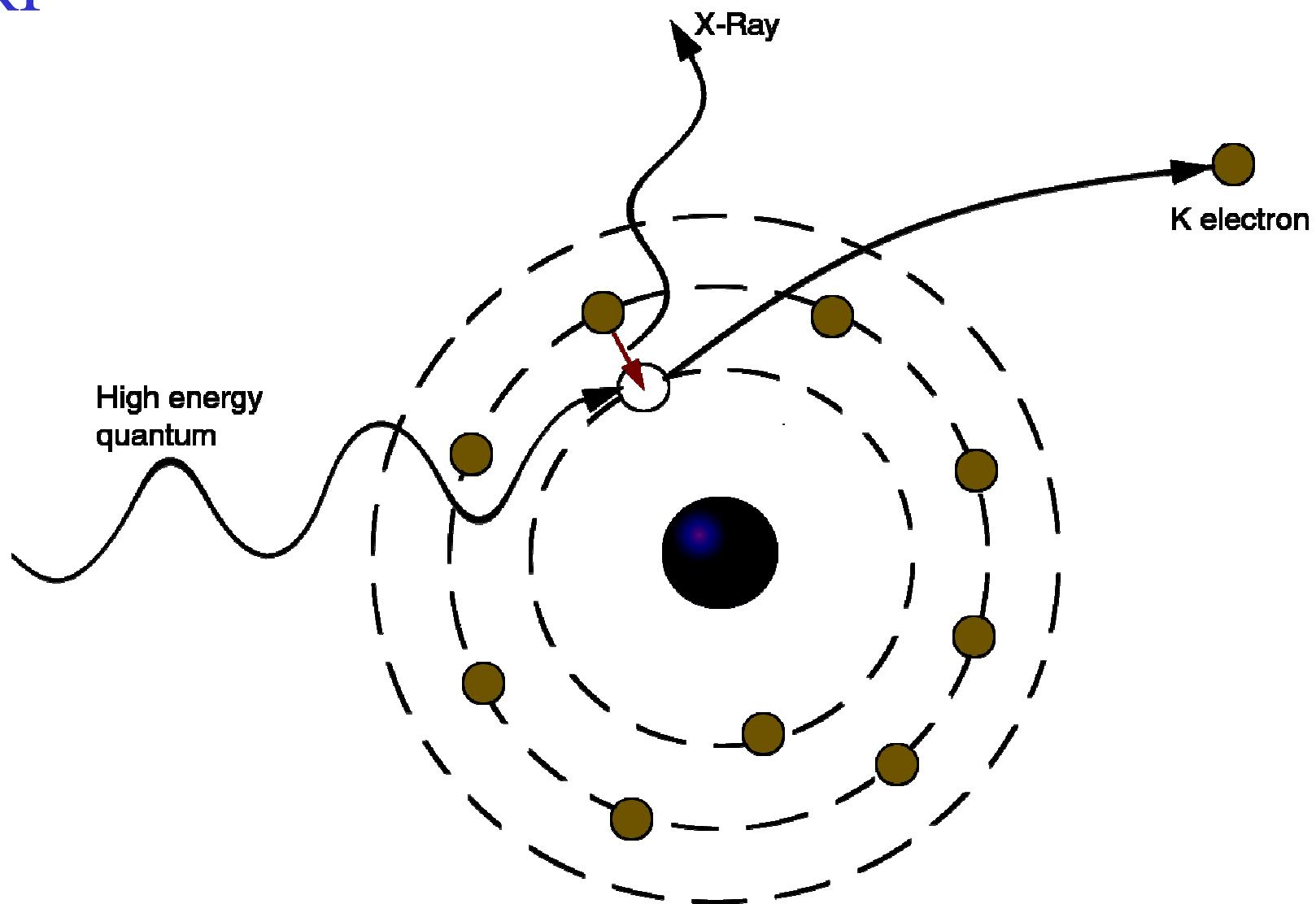
RBS — Rutherford backscattering

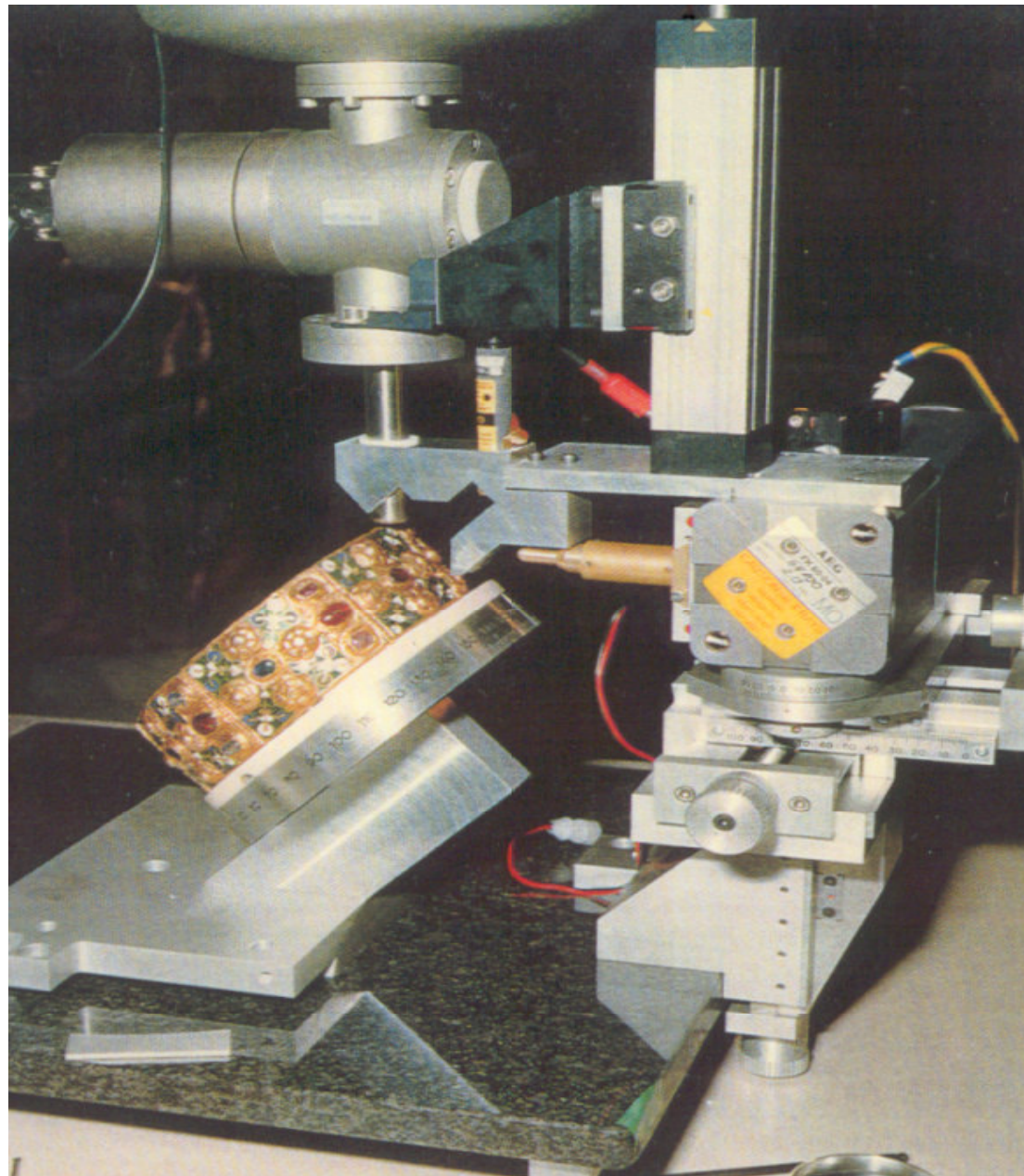
PIGE — proton induced gamma-ray emission

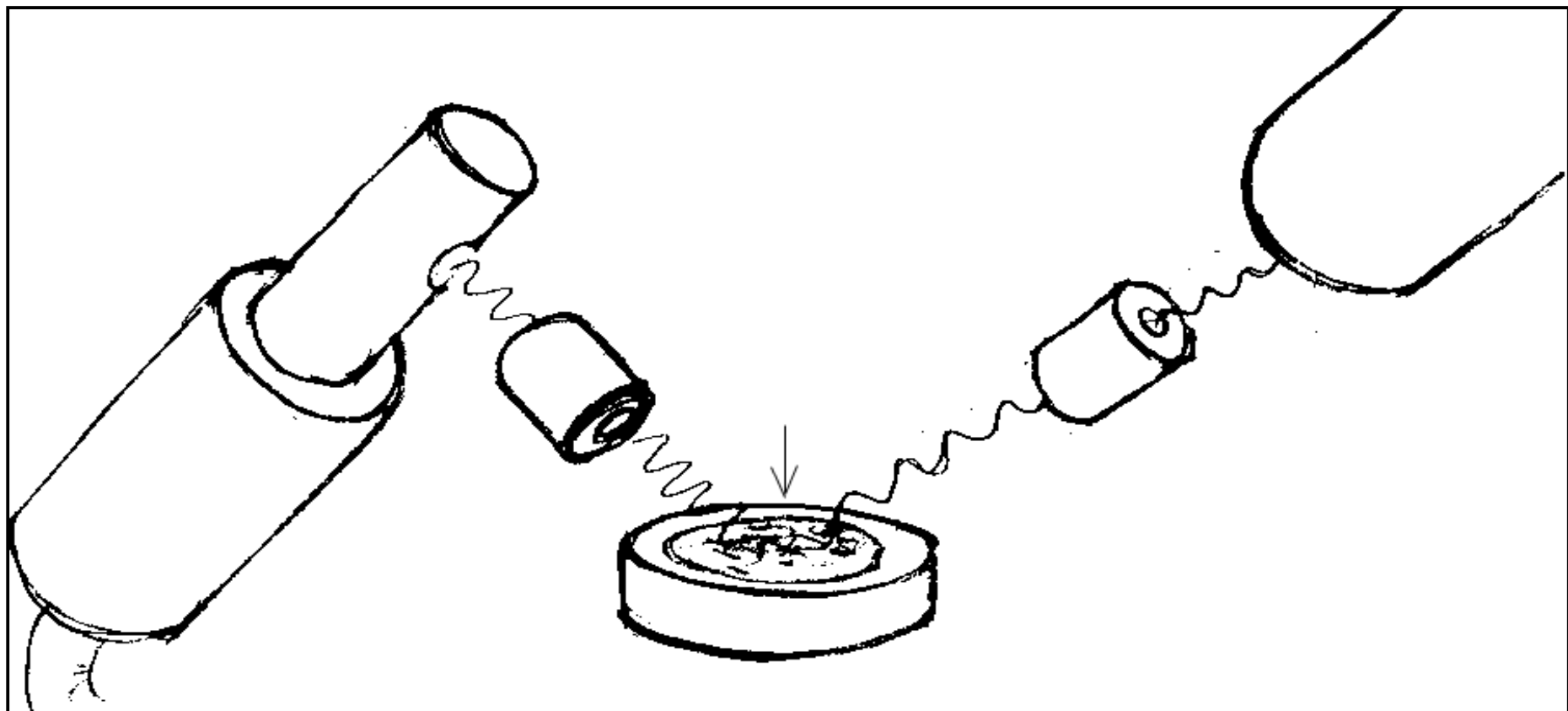
XRF Analysis



XRF

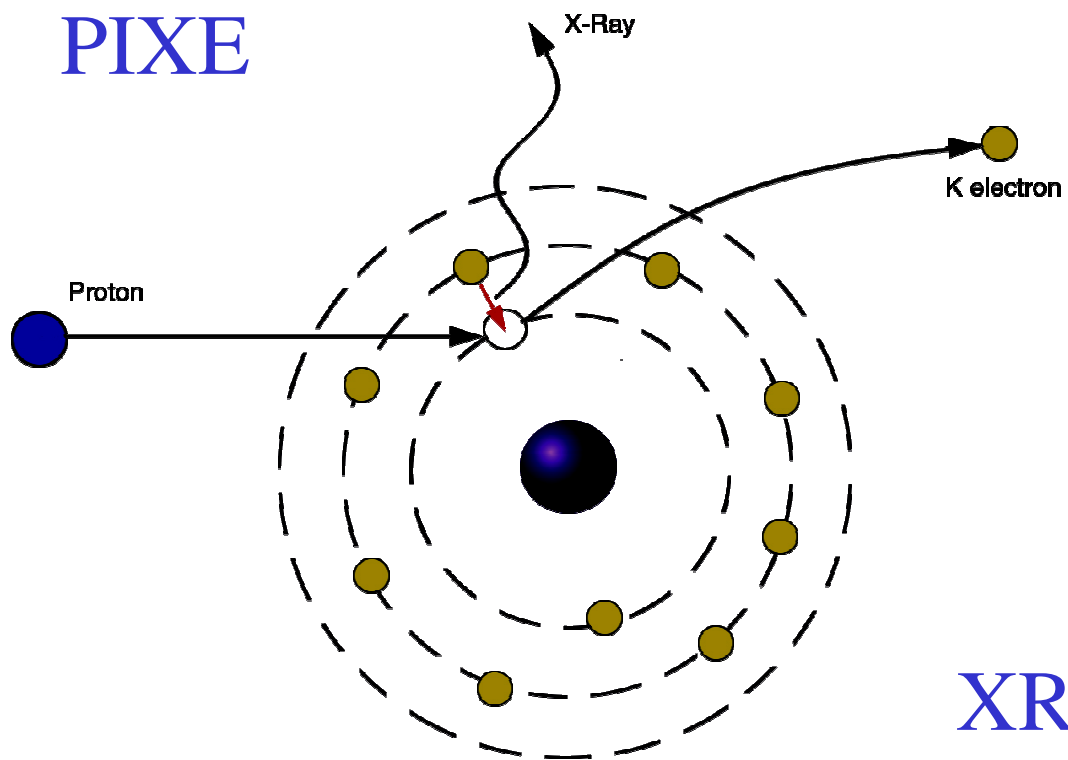




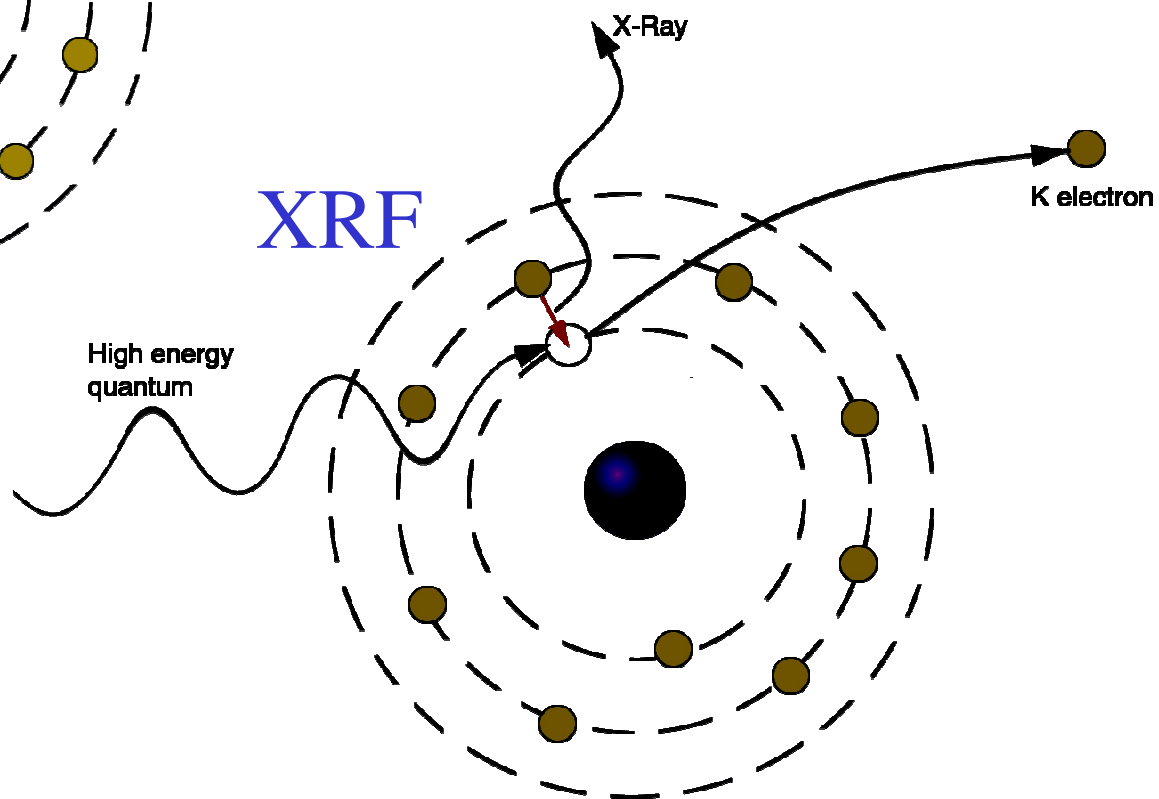


XRF SET UP

PIXE

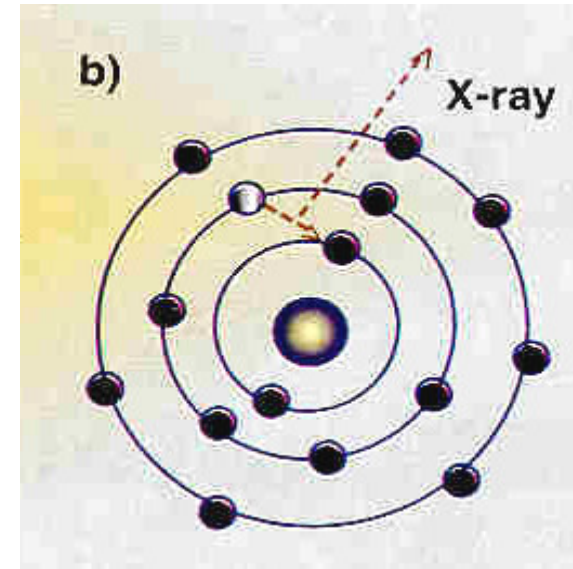


XRF

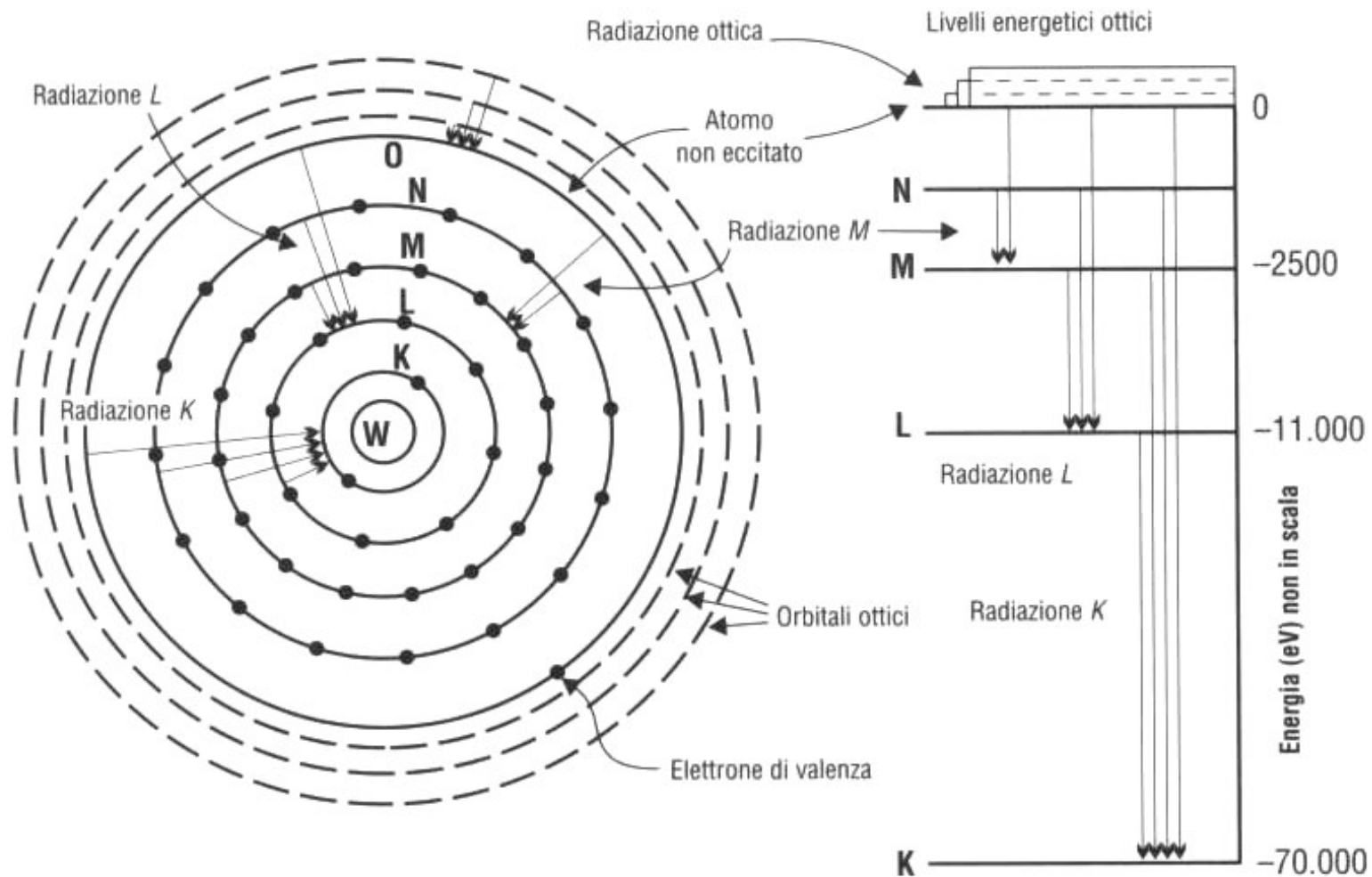


*Principio dell'analisi **PIXE** ed **XRF***

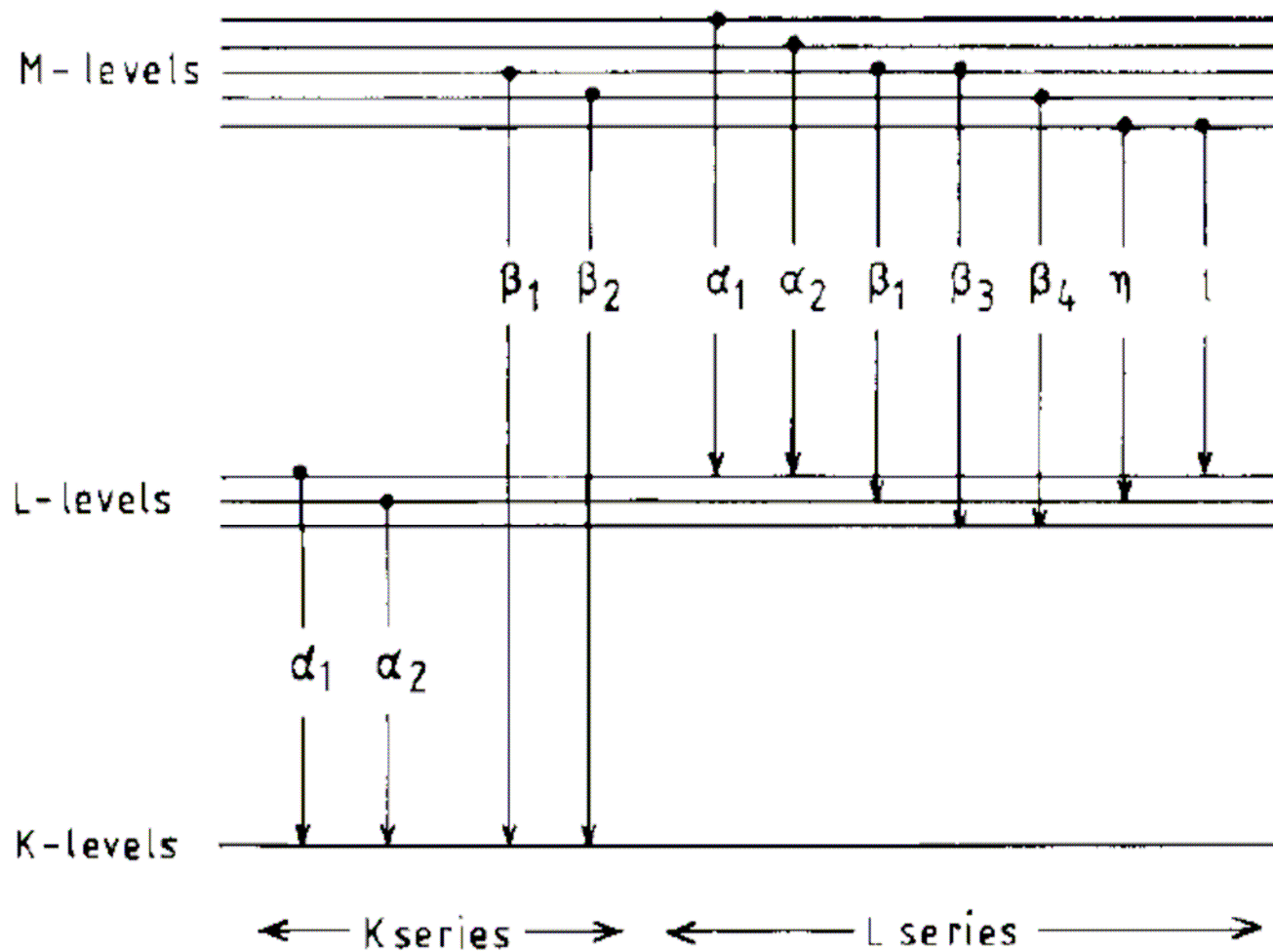
- le energie degli elettroni nei diversi livelli atomici sono caratteristiche di ciascuna specie atomica
 - dunque, anche le differenze tra di esse, cioè le energie dei raggi X, sono caratteristiche della specie atomica da cui sono emessi
- la rivelazione e classificazione delle energie X permette di identificare e quantificare i differenti elementi presenti nel campione-bersaglio del fascio



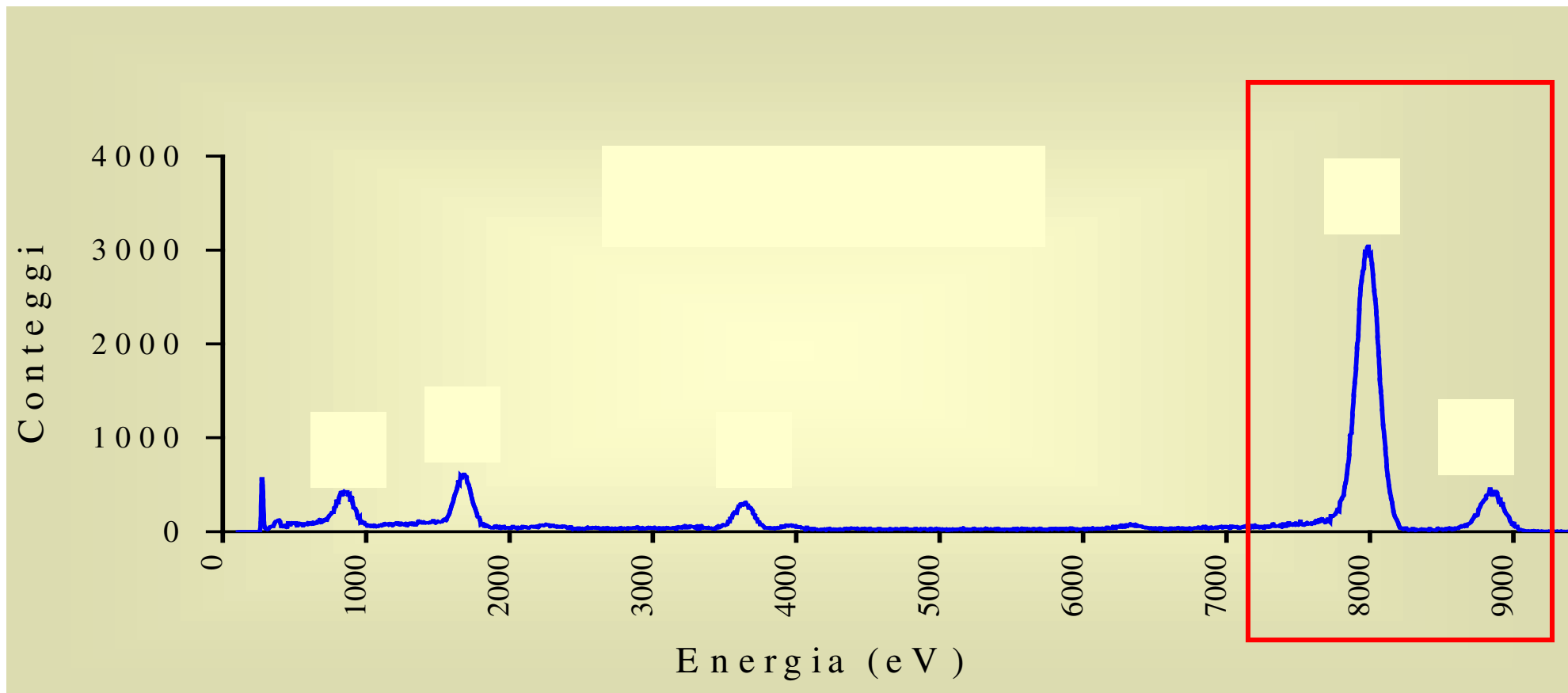
Rappresentazione delle transizioni elettroniche

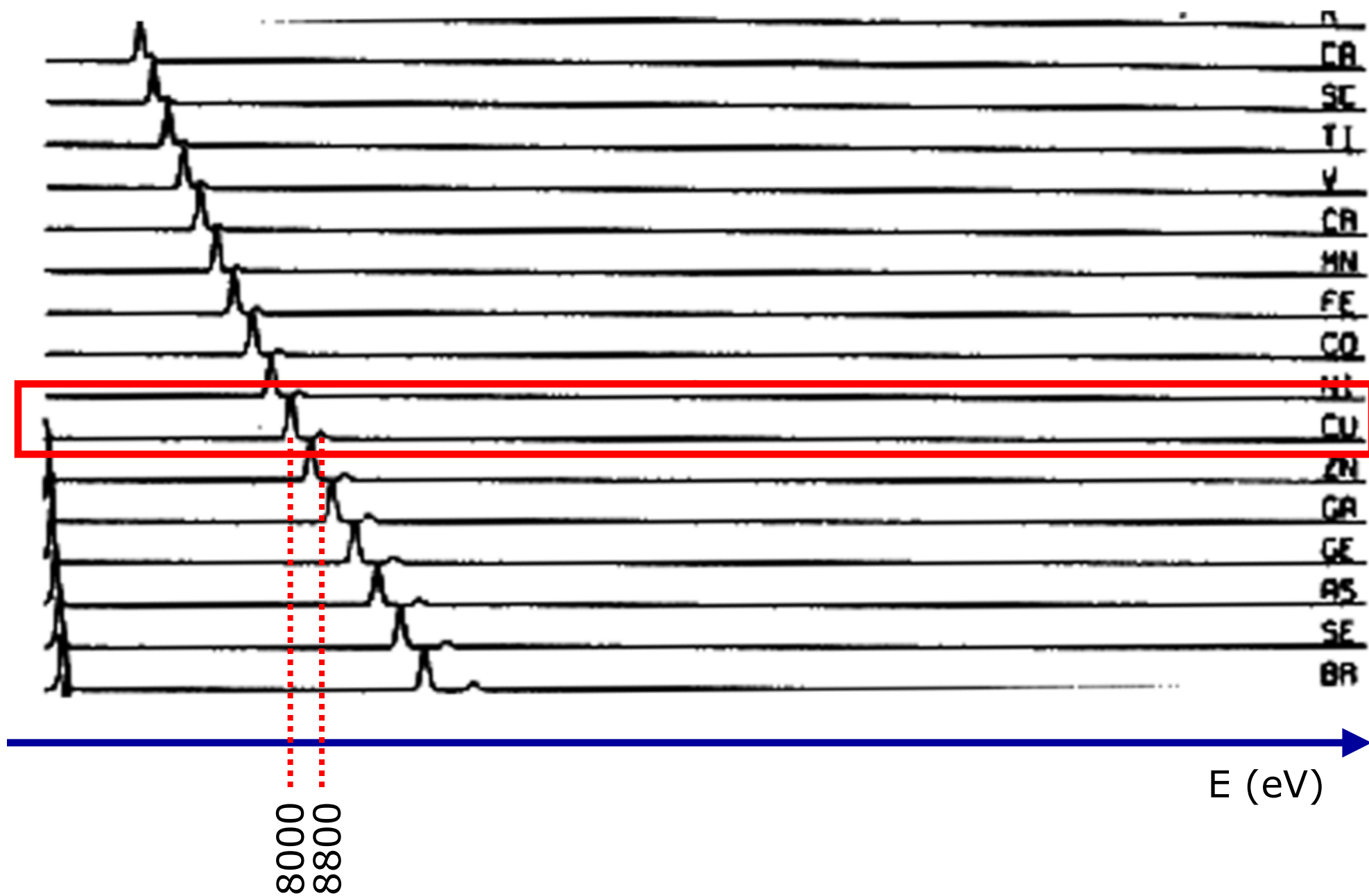


Transizioni atomiche

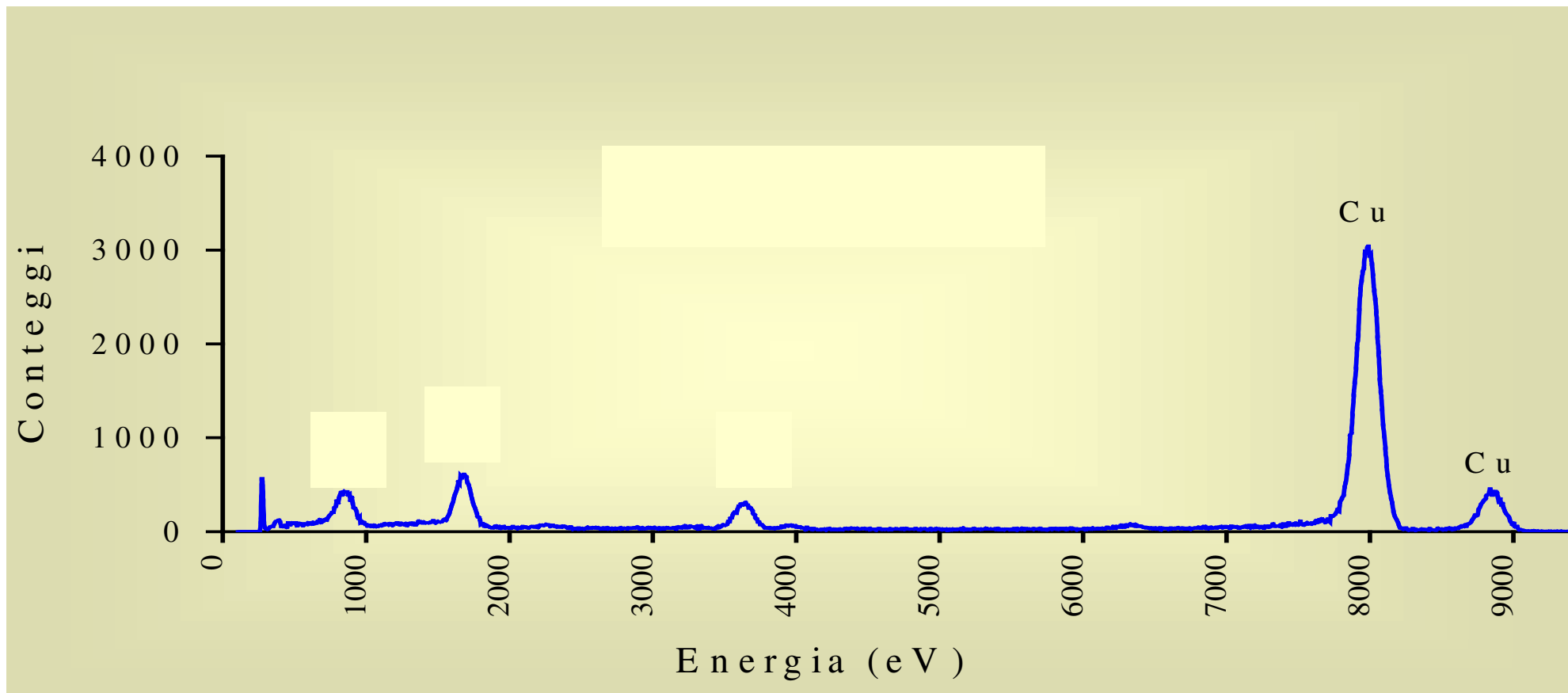


Esempi di spettri





Esempi di spettri



*Principi dell'analisi **RBS***

(Rutherford Back Scattering)

Per collisioni *all' indietro* con nuclei di una data massa M , l'energia della particella retrodiffusa è tanto più piccola quanto maggiore è la massa del nucleo urtato

==> spettro di energia

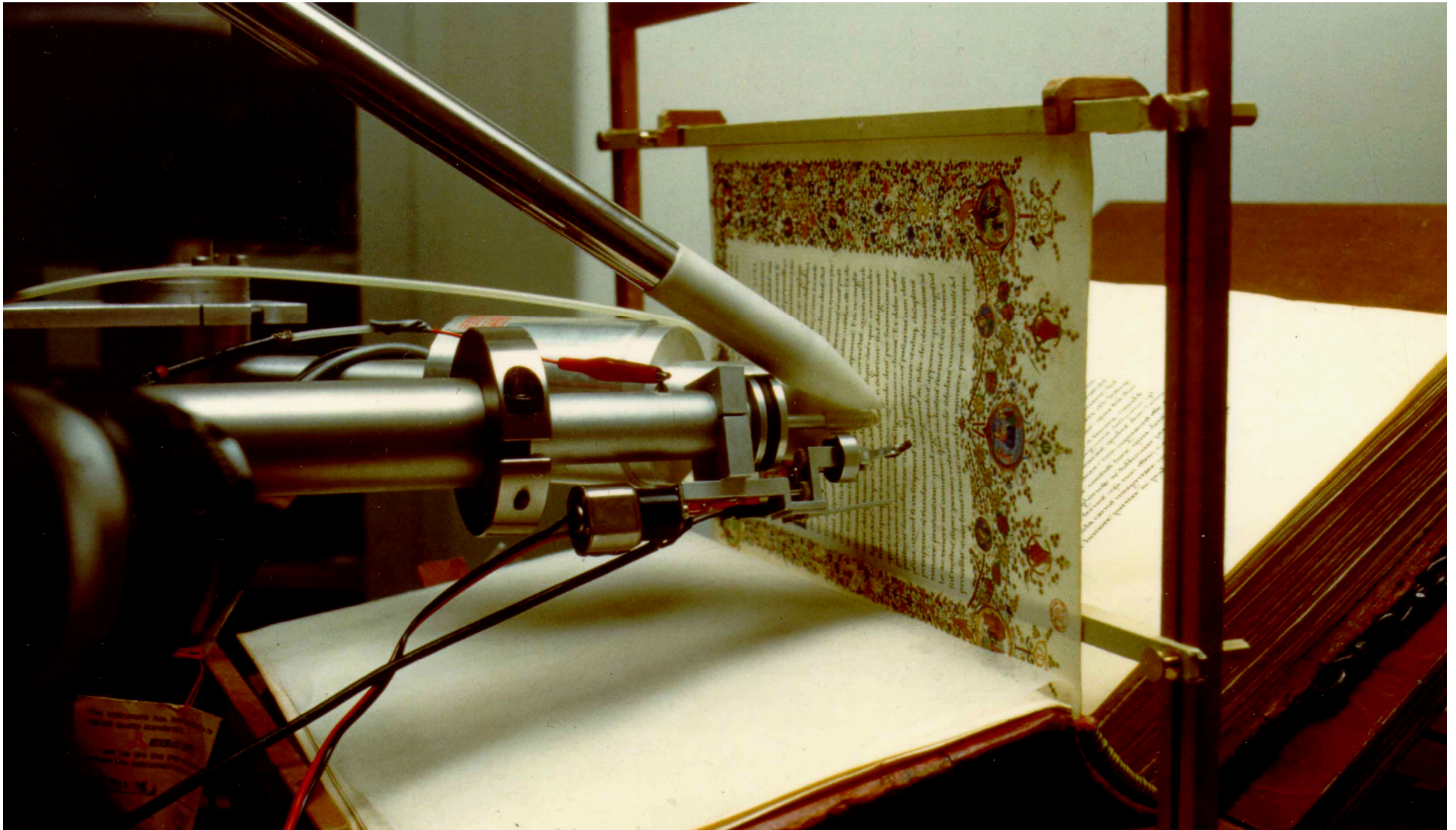
==> spettro di massa

==> composizione

Esempi di applicazioni della tecnica PIXE nel campo dei Beni Culturali

Fonte Prof. Mandò dell'Università degli Studi di Firenze

Analisi di miniature



Misure con PIXE su miniature

analisi del blu

- **uso esteso del lapislazzuli fin dal secolo XII**
- **probabilmente il carattere “sacro” del contenuto dei testi implicava l’uso di un materiale prezioso, indipendentemente dal valore artistico della decorazione**

Miniatura inizio XII secolo



Miniatura fine XII secolo



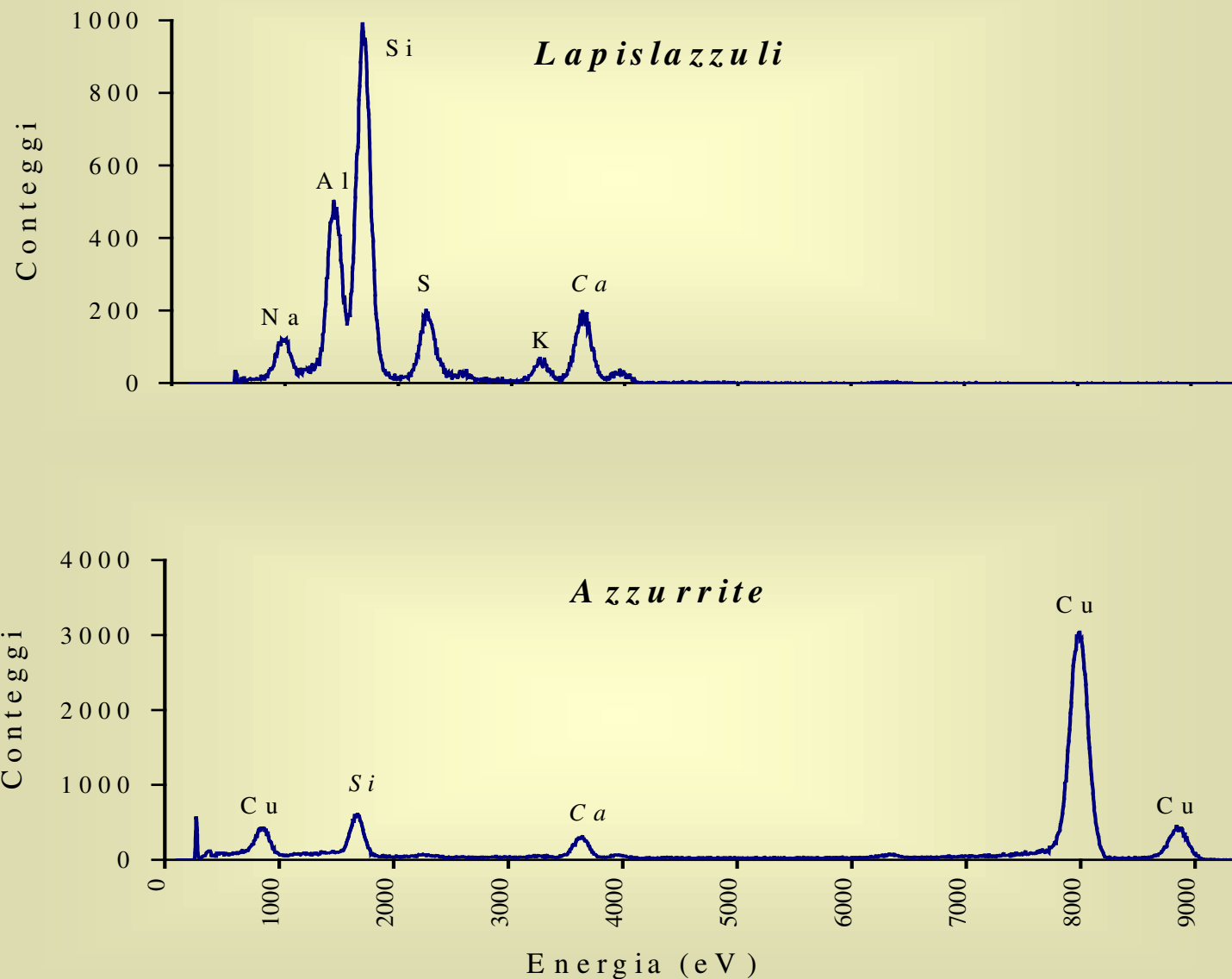


Miniatura da
una Bibbia
del XIII
secolo

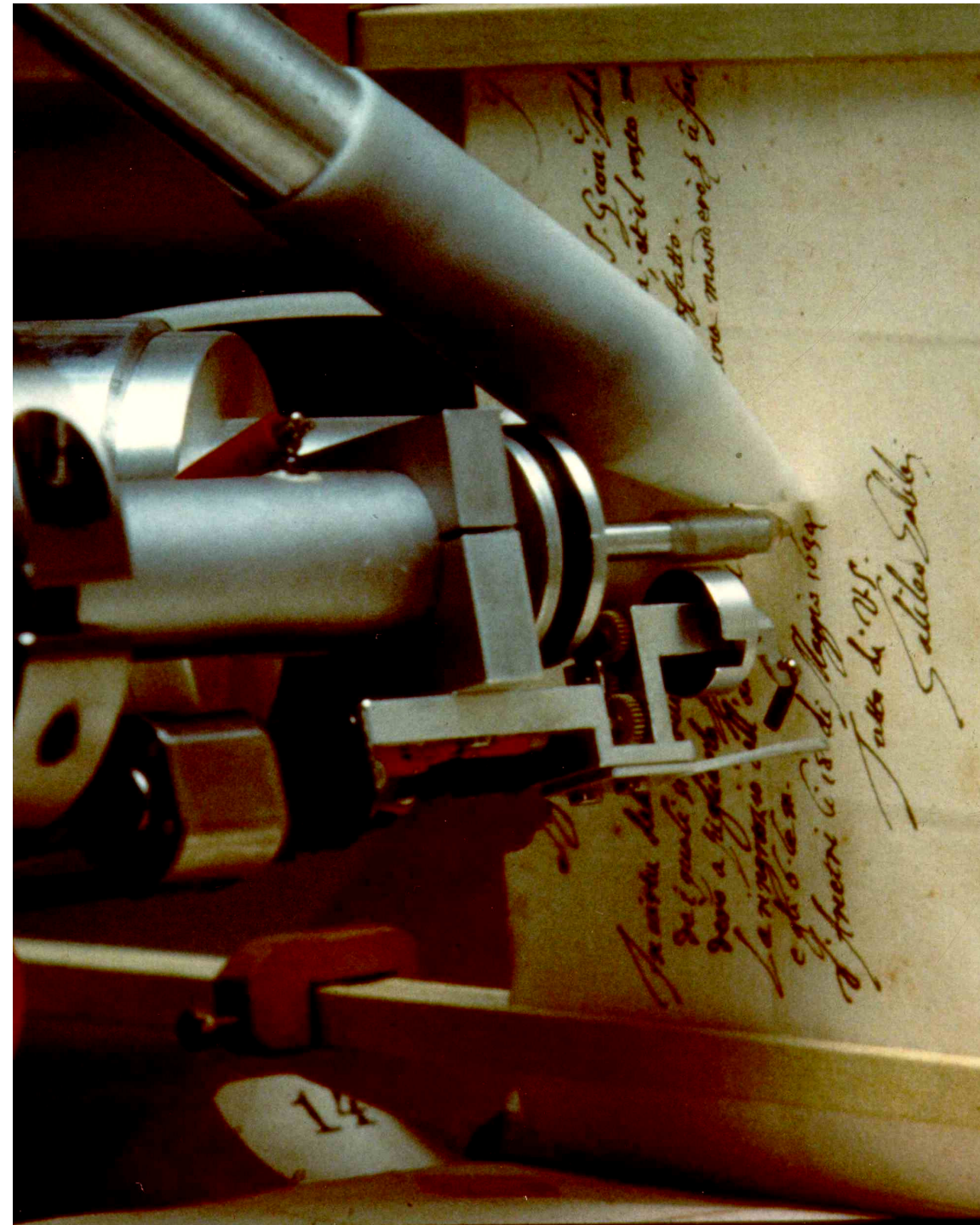


Frontespizio
Pl.16,22
(XV secolo)

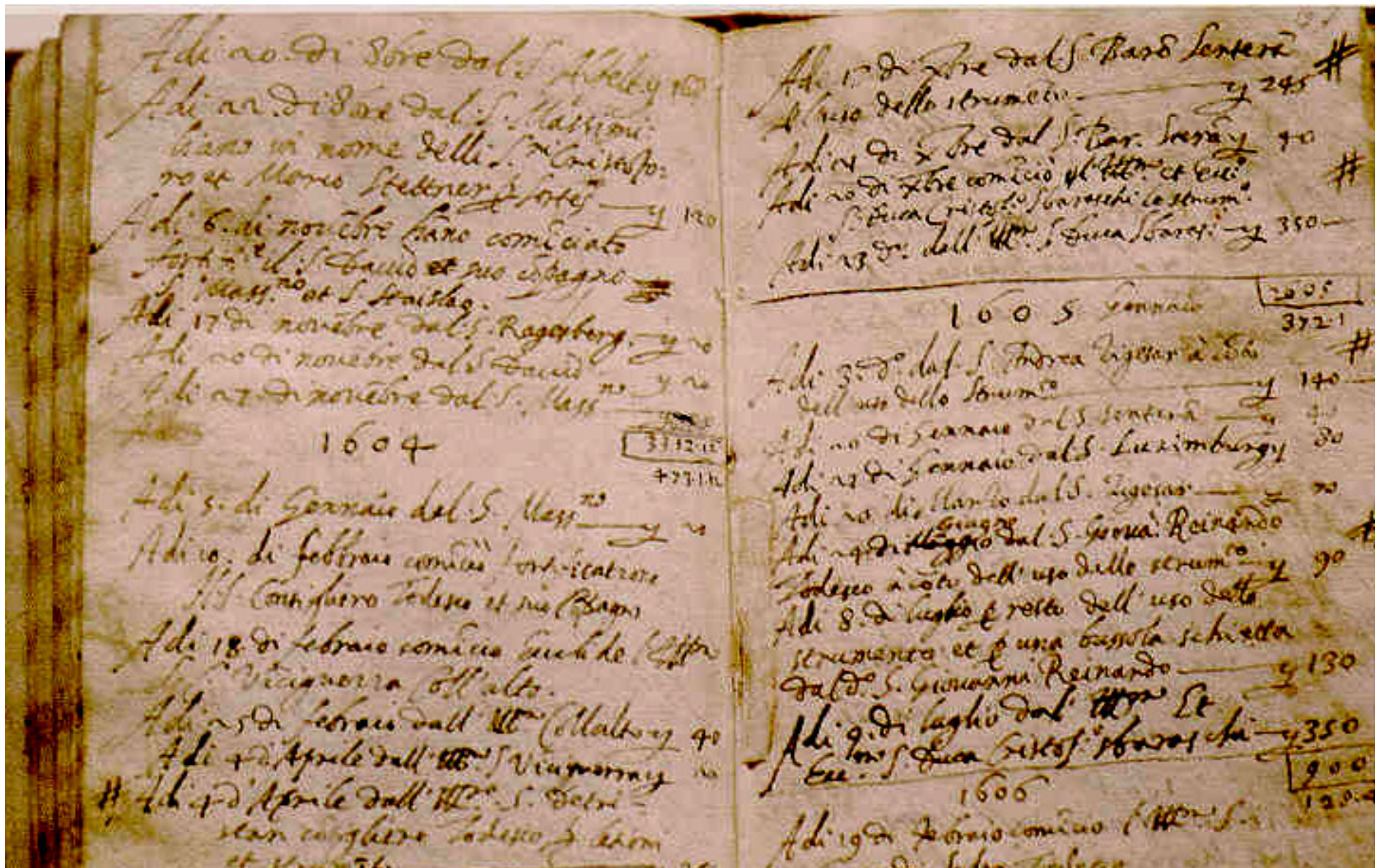
*Esempi di
spettri PIXE
(pigmenti di
miniature)*



Analisi di inchiostri in manoscritti di interesse storico



Note di spesa nel *Ms. Gal. 26*



Il riordino cronologico delle note manoscritte sul moto è importante per la storia della scienza

- **per ricostruire l'evoluzione del pensiero di Galileo**
- **per correlarlo agli eventi della sua vita**
e allo sviluppo parallelo del pensiero scientifico

Misura della composizione degli inchiostri - Obbiettivi

- **confronto della composizione con ricette antiche e con suoi inchiostri riferiti a date certe (note di spesa)**

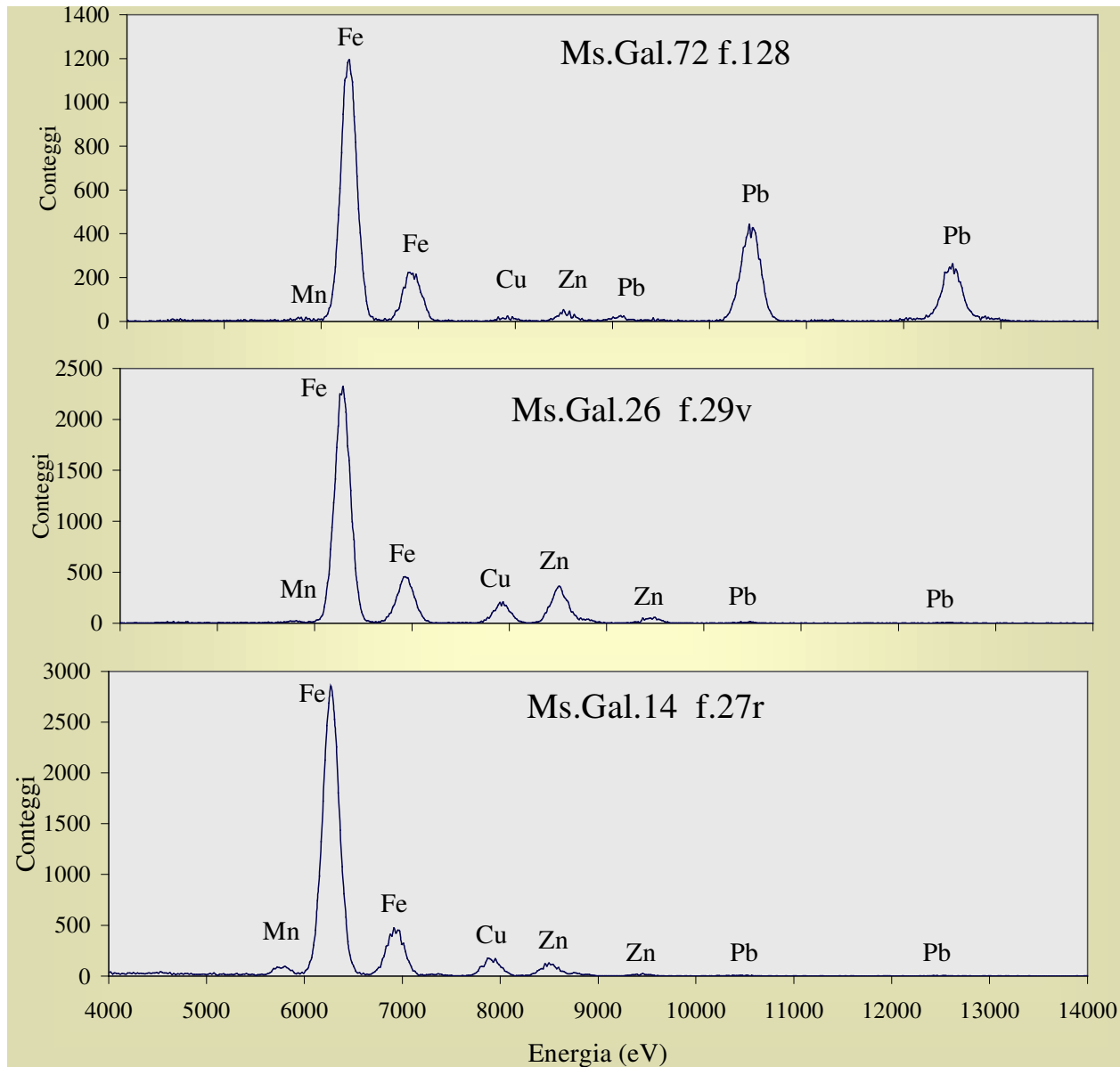
Inchiostri metallo-gallici

miscele di *vetrioli* (solfati di ferro e altri metalli, che spesso ne contengono diversi in quantità rivelabili) con *tannini* (essenze vegetali estratte dalle noci di galla)

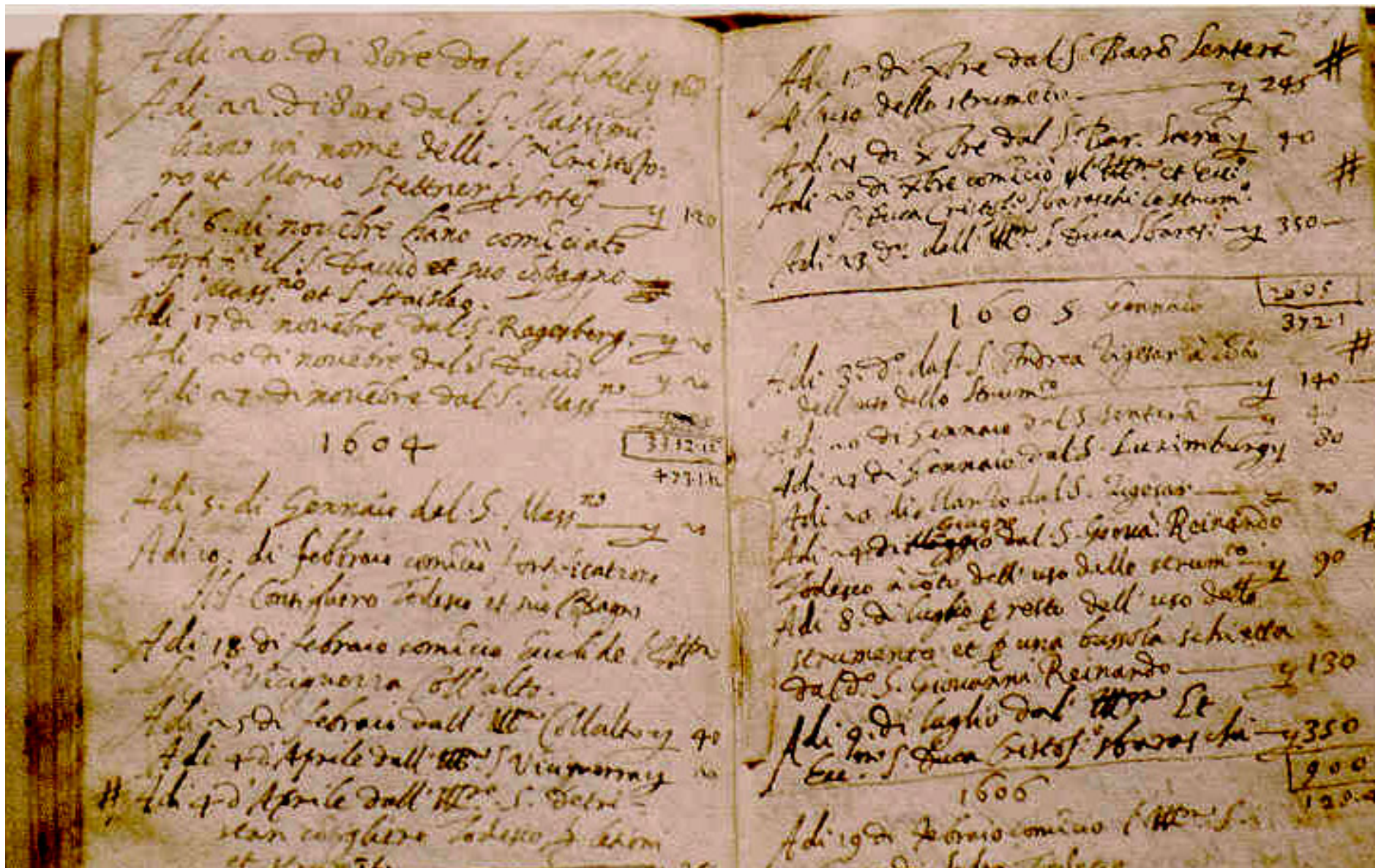
Caratterizzazione PIXE degli inchiostri metallo-gallici

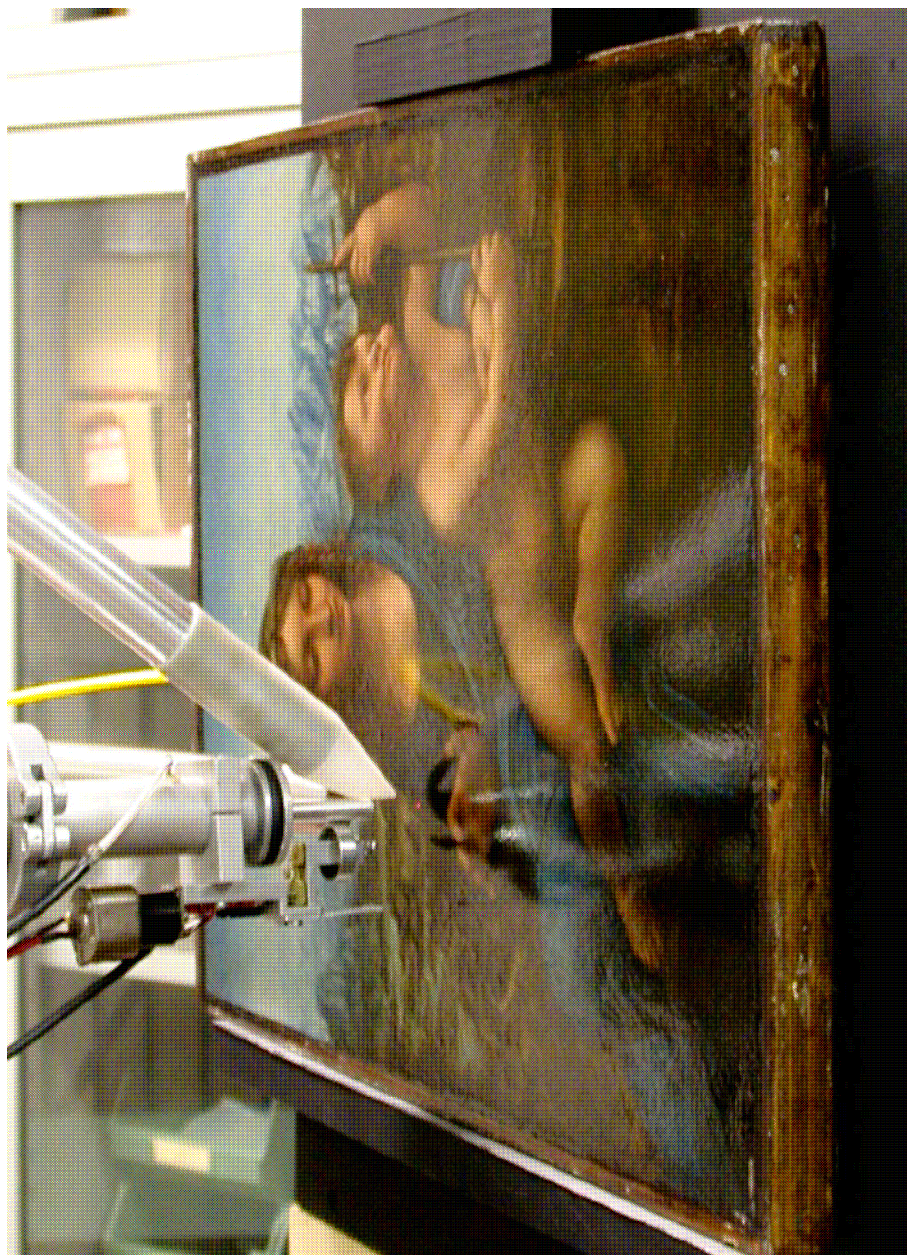
- **i parametri caratterizzanti più utili sono i rapporti fra le quantità dei diversi metalli**
- **le quantità relative di Fe, Ni, Cu, Zn, Pb possono variare di molto fra inchiostro e inchiostro**

Esempi di spettri X di inchiostri differenti

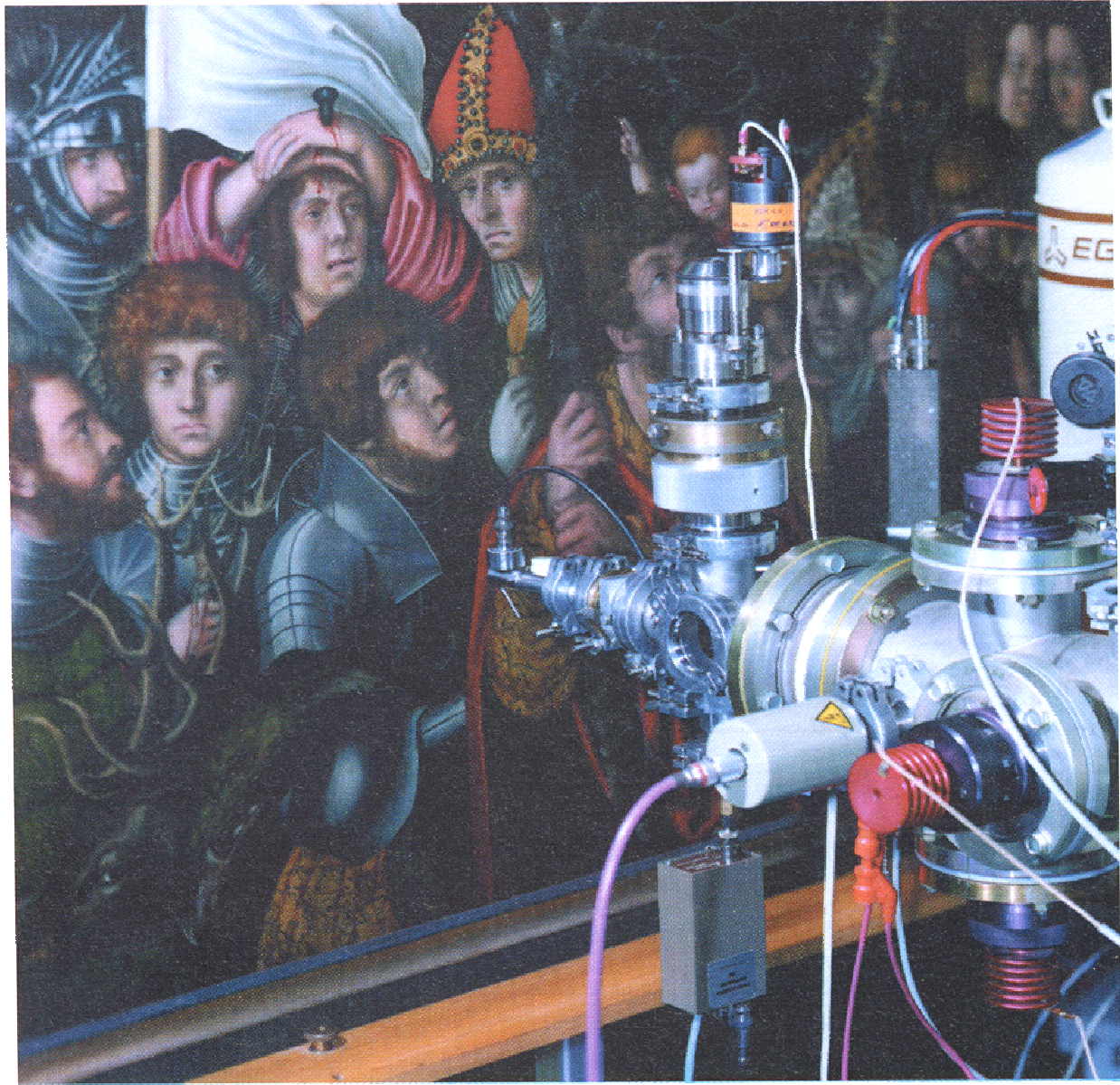


Note di spesa nel *Ms. Gal. 26*





**Analisi di
dipinti su
tavola o tela**



Energia e lunghezza d'onda

$$\left. \begin{array}{l} E = h\nu \\ c = \lambda\nu \end{array} \right\} \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$

Unità di misura

$$\left. \begin{array}{lll} \bullet \text{ Energia} & J & \Rightarrow keV \\ \bullet \text{ Lunghezza} & m & \Rightarrow \text{\AA} \end{array} \right\} \Rightarrow hc = 12.4 \text{ keV} \cdot \text{\AA}$$

$$E [keV] = \frac{12.4}{\lambda [\text{\AA}]}$$

$$\lambda [\text{\AA}] = \frac{12.4}{E [keV]}$$

$$\lambda [\text{\AA}] = \frac{12.4}{E [\text{keV}]}$$

