

# Le sorgenti radioattive del Gruppo di Radioprotezione dei LNF

Adolfo Esposito  
INFN-LNF-FISMEL



12-13 October 2015

Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati

Le sorgenti radioattive in dotazione e in gestione al gruppo di radioprotezione dei LNF sono destinate alle esigenze di caratterizzazione e calibrazione sia della strumentazione di radioprotezione che della strumentazione destinata alla ricerca e degli apparati sperimentali.

Le sorgenti radioattive in dotazione sono tutte del tipo sigillato. Una sorgente sigillata è formata da sostanze radioattive solidamente incorporate in materie solide e inattive, o sigillate in un involucro inattivo, che presenti una resistenza sufficiente per evitare, in condizioni normali d'impiego, qualsiasi dispersione di sostanze radioattive e qualsiasi possibilità di contaminazione.

E' vietato introdurre nei LNF sorgenti non sigillate, a parte quelle destinate esclusivamente alla taratura di strumentazione e purchè il loro impiego non richieda alcuna manipolazione della sostanza radioattiva

L'acquisto di qualsiasi sorgente radioattiva e' subordinato al benestare preventivo dell'Esperto qualificato



12-13 October 2015

Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati

## Le sorgenti in dotazione al Gruppo di Radioprotezione dei LNF

Sorgenti alfa

Tutte le sorgenti sono di attivita' modesta.

**Non sono adatte per misure di *radiation hardness***

Sorgenti beta

Sorgenti gamma

Sorgenti di neutroni

Sorgenti di raggi x

Sorgente di raggi x per XRF



12-13 October 2015

Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati

## Sorgenti alfa

Am-241 di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 38 kBq working life 15 years

Principale emissione alfa 5443, 5486 keV

<u>RADIATION</u>	<u>y(i)</u> <u>(Bq-s)<sup>-1</sup></u>	<u>E(i)</u> <u>(MeV)</u>
$\alpha$ 24	1.40E-02	5.388E 00
$\alpha$ recoil	1.40E-02	9.100E-02
$\alpha$ 26	1.28E-01	5.443E 00
$\alpha$ recoil	1.28E-01	9.193E-02
$\alpha$ 28	8.52E-01	5.486E 00
$\alpha$ recoil	8.52E-01	9.265E-02

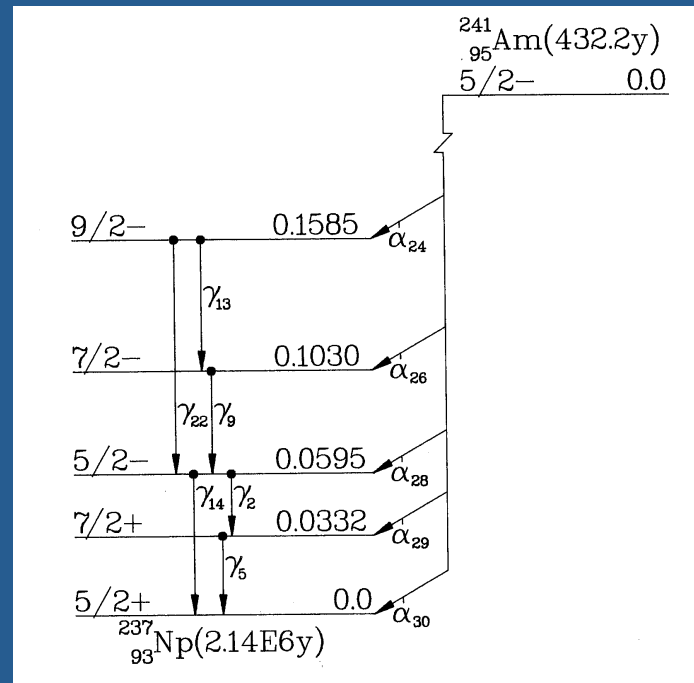
Unica sorgente disponibile in previsione la possibilita' di acquisto di una sorgente a tre picchi , senza presenza di materiali fissili.

Np-237 alfa 4.788 MeV

Am-241 alfa 5.486 MeV

Cm-237 alfa 5.805 MeV

E' previsto l'acquisto di una sorgente ad alta attivita' per tecnica di datazione mediante termoluminescenza



12-13 October 2015

Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati

## Sorgenti beta

Sr-90 di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 1.77 MBq

Sr-90 di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 2.31 MBq ( due sorgenti)

### 38-STRONTIUM-90

HALFLIFE = 29.12 YEARS

12-DEC-77

DECAY MODE(S):  $\beta^-$

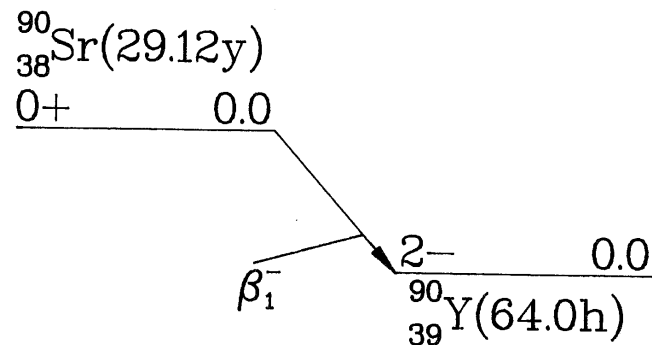
<u>RADIATION</u>	<u>y(i)</u> <u>(Bq-s)<sup>-1</sup></u>	<u>E(i)</u> <u>(MeV)</u>	<u>y(i) × E(i)</u>
$\beta^-$ 1	1.00E 00	1.957E-01*	1.96E-01

LISTED  $\beta$ , ce AND Auger RADIATIONS

1.96E-01

LISTED RADIATIONS

1.96E-01



E' previsto l'acquisto di una sorgente ad alta attivita' per tecnica di datazione mediante termoluminescenza



12-13 October 2015

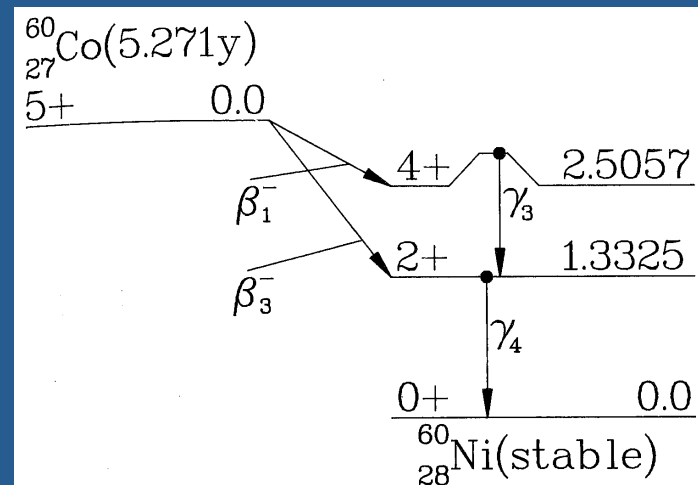
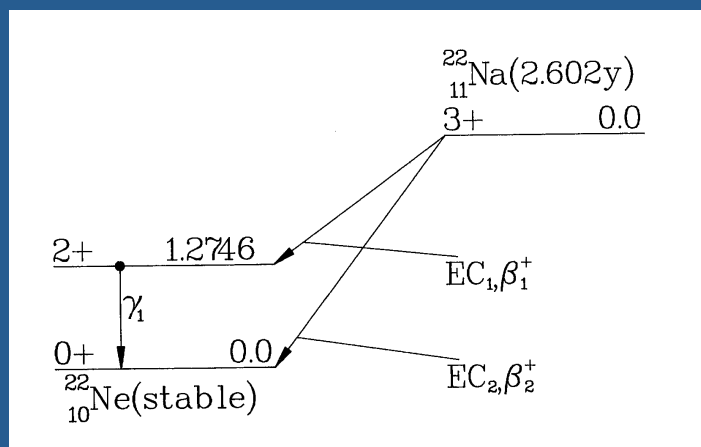
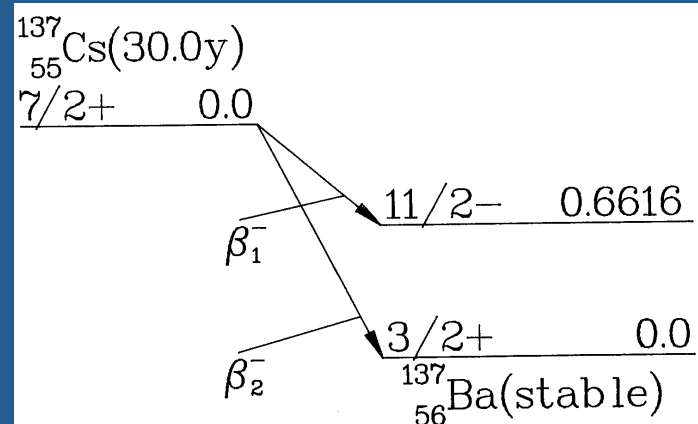
Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati

## Sorgenti gamma

Co-60 di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 3.00 MBq

Cs-137 di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 1040 MBq

Na-22 di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 0.2 kBq

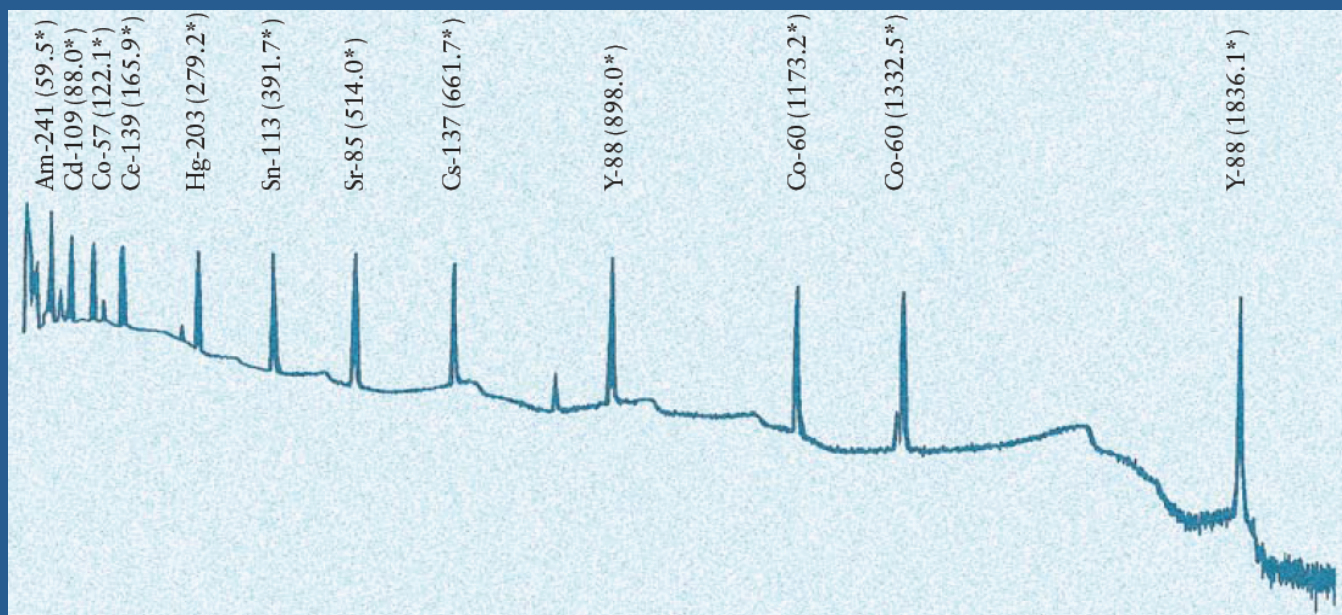


# Radionuclide Nominal activity [kBq]



Am-241	37
Ba-133	37
Cs-137	37
Co-57	37
Co-60	37
Hg-203	74
Mn-54	37
Na-22	37
Y-88	37

4.07E-02
1.97E-02
1.32E-06
9.23E-03
3.22E-02
6.04E-28
5.49E-06
1.98E-03
1.42E-13



# Calibration Facilities

$\gamma$  facility (Am-241, Cs-137, Co-60)

Am-241 1070 MBq

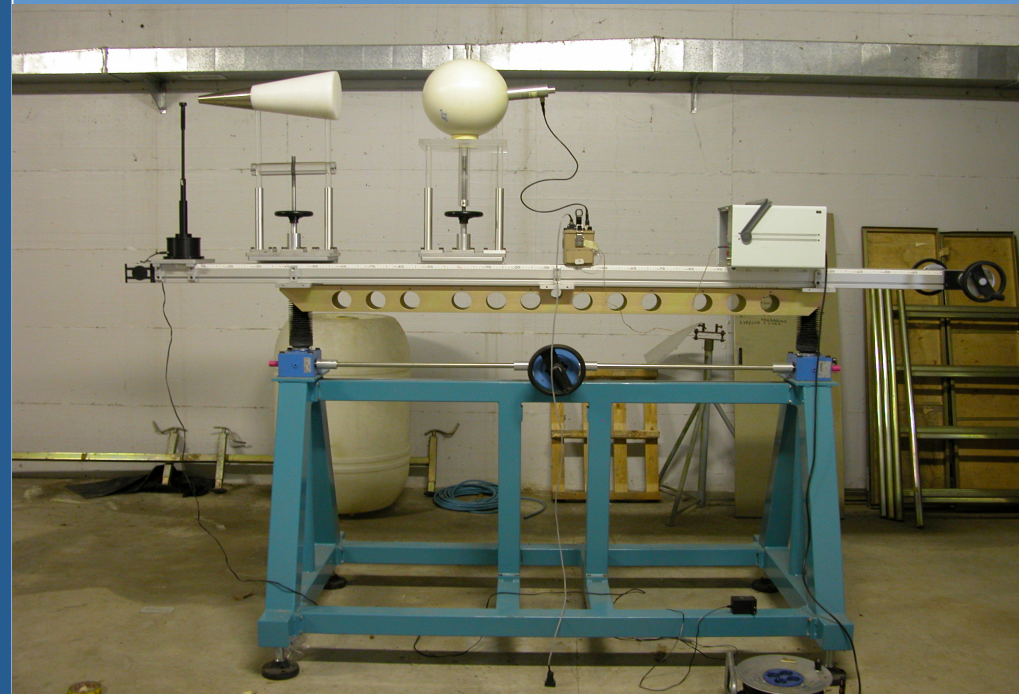
Cs-137 21500 MBq

Co-60 170 MBq

attività al 30/9/2015

n facility (Am-Be)

Am-Be di attività al 30/9/2015 pari  
a circa 35300 MBq



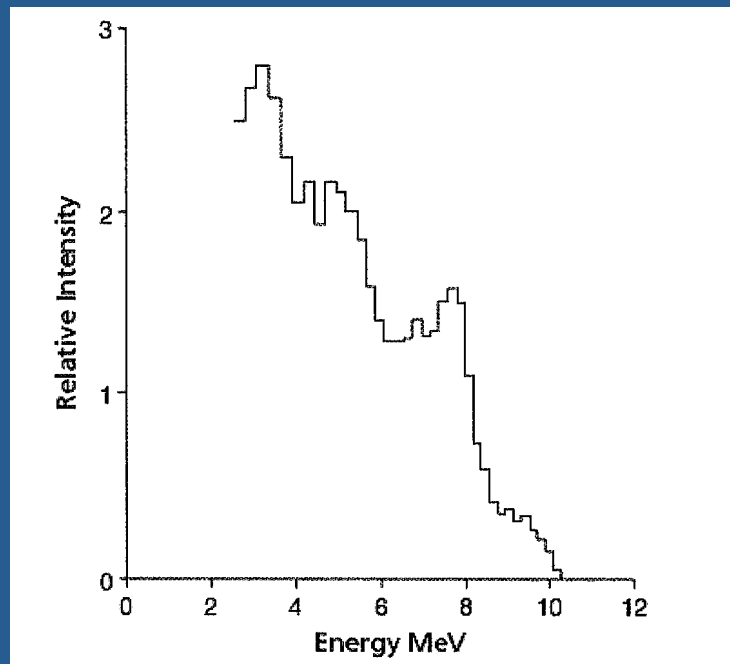


## Sorgenti Neutroni

Am-Be di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 3530 MBq

Am-Be di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 35300 MBq

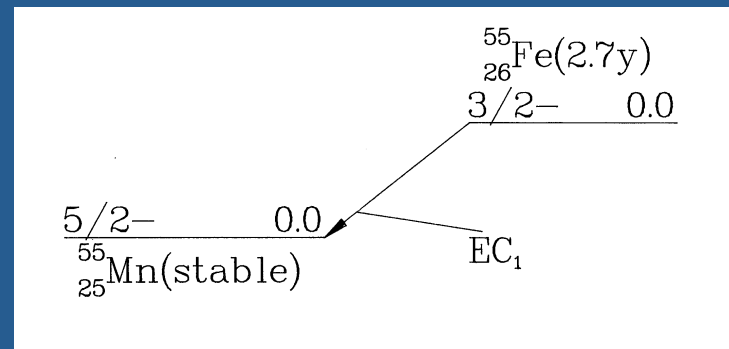
Am-Be di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 95900 MBq ( Ethernes)



Sorgenti di raggi X

Fe-55 di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 0.15 MBq

Fe-55 di attivita' al 30/9/2015 pari a circa 734 MBq



## 26-IRON-55

HALFLIFE = 2.7 YEARS

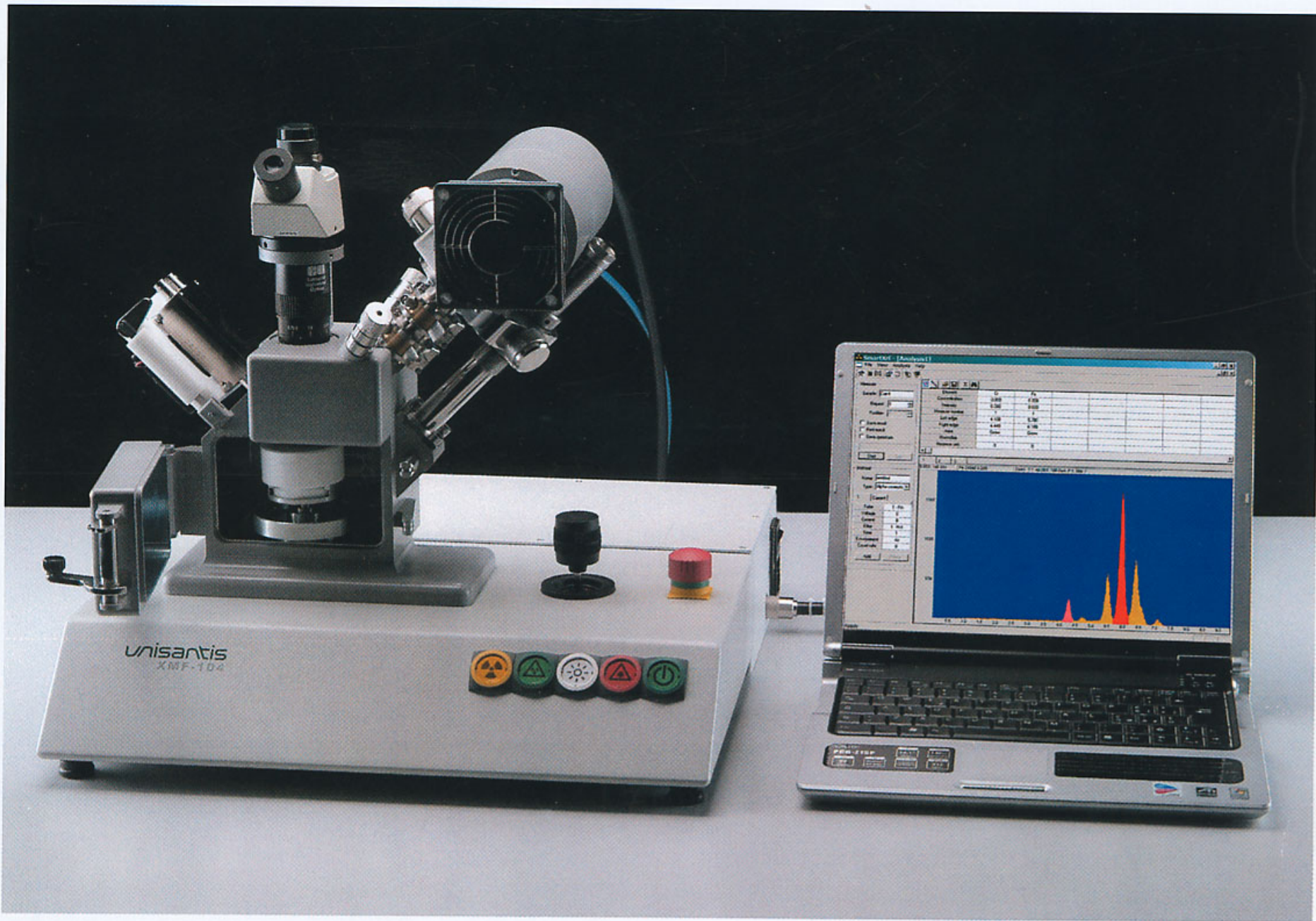
DECAY MODE(S): EC

<u>RADIATION</u>	<u>y(i)</u> <u>(Bq-s) <sup>1</sup></u>	<u>E(i)</u> <u>(MeV)</u>
$\text{K}\alpha_1$ X-ray	1.66E-01	5.899E-03
$\text{K}\alpha_2$ X-ray	8.36E-02	5.888E-03
$\text{K}\alpha_3$ X-ray	6.49E-08	5.770E-03
$\text{K}\beta_1$ X-ray	2.22E-02	6.490E-03



12-13 October 2015

Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati



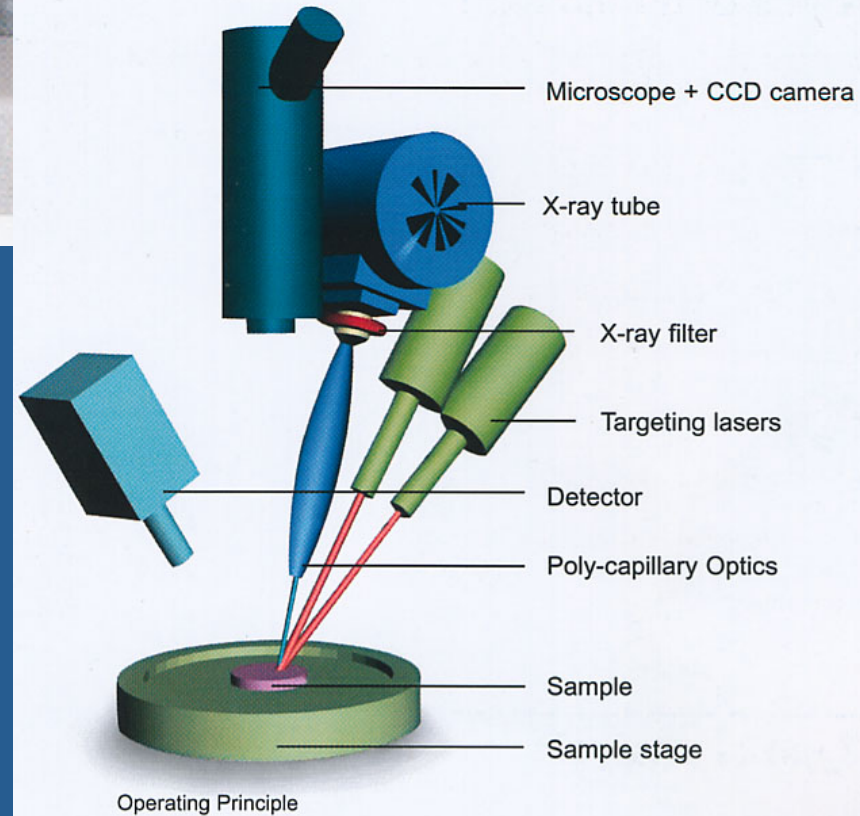
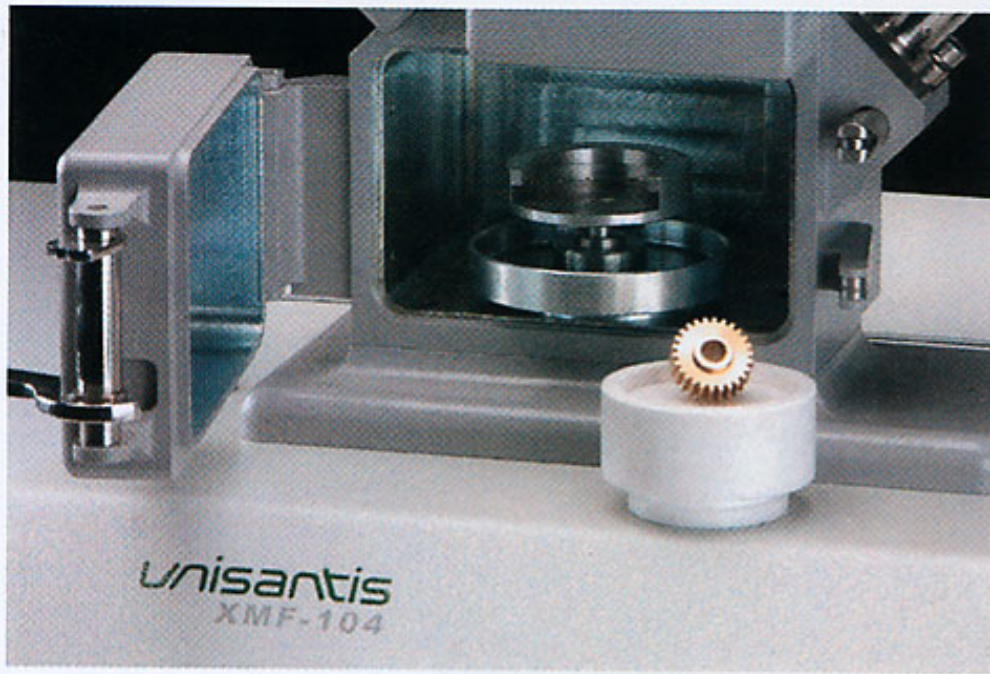
# Apparato strumentale

- Sorgente raggi X (energia  $\leq 60$  keV)
- Rivelatore a semiconduttore Si(Pin) raffreddato per effetto Peltier
- Amplificatore di segnale analogico
- Analizzatore multicanale MCA (convertitore analogico/digitale)
- Sistema di acquisizione ed elaborazione dati

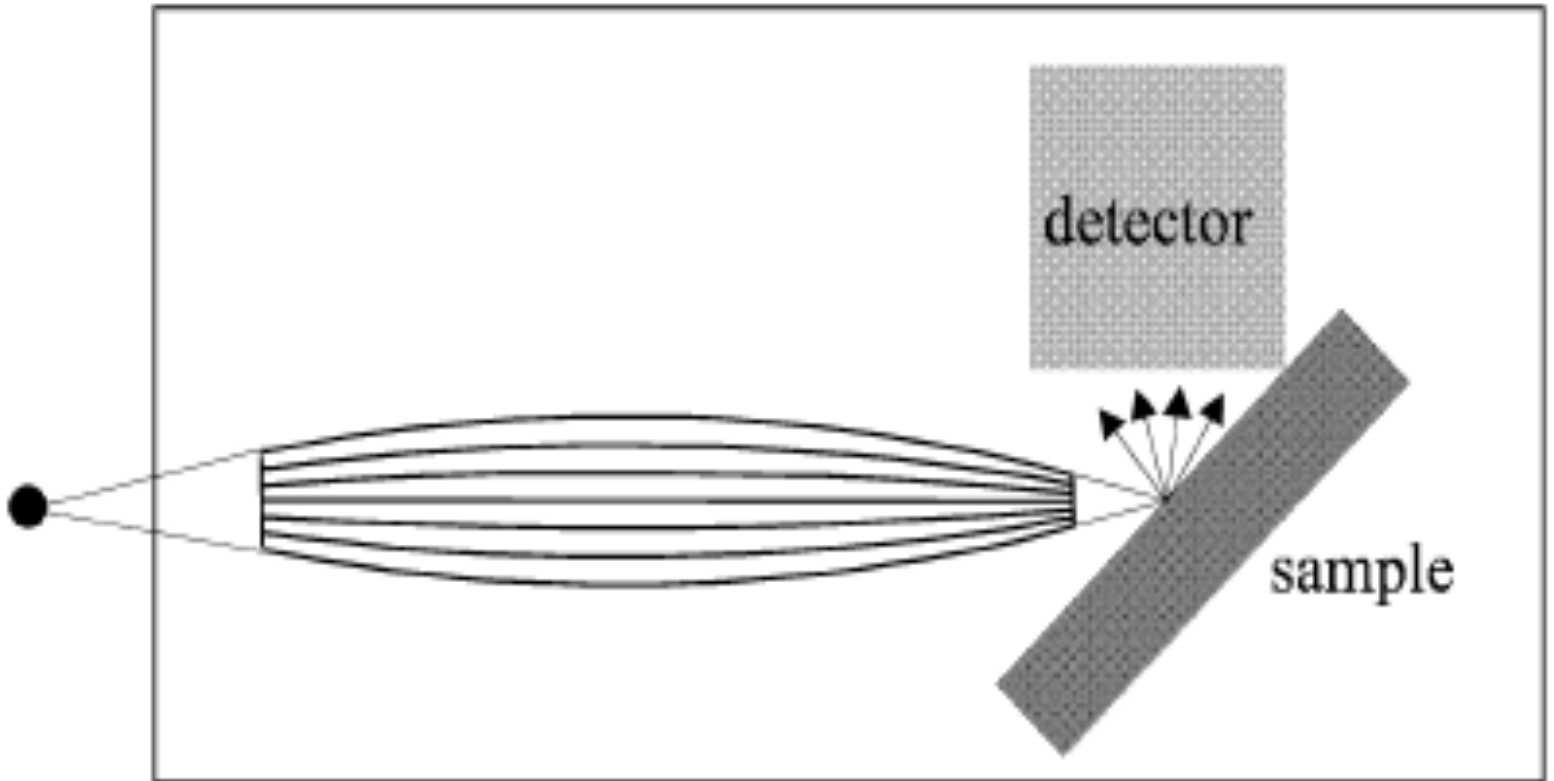


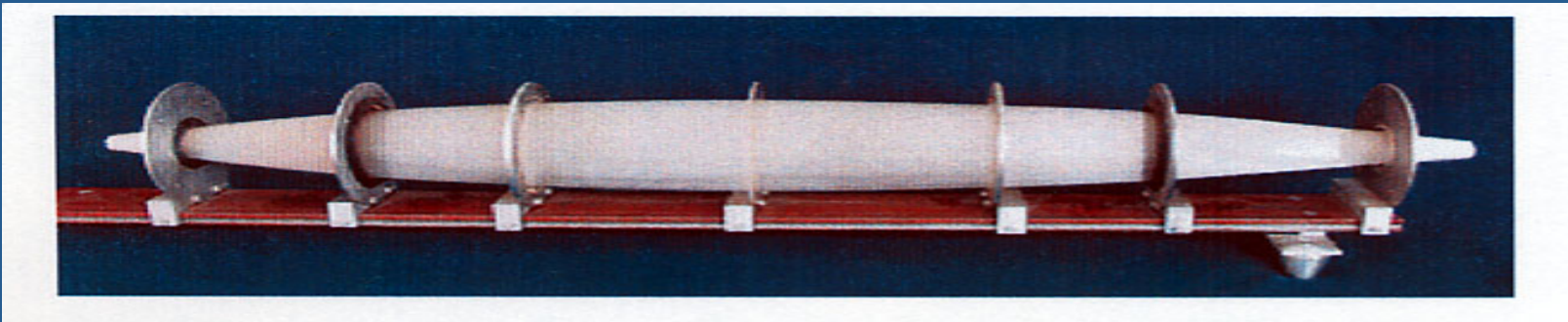
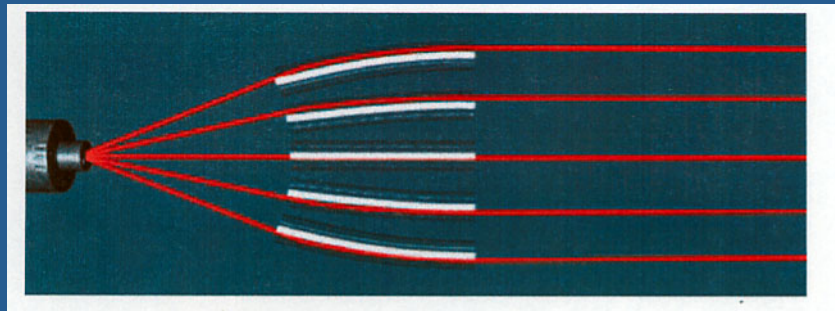
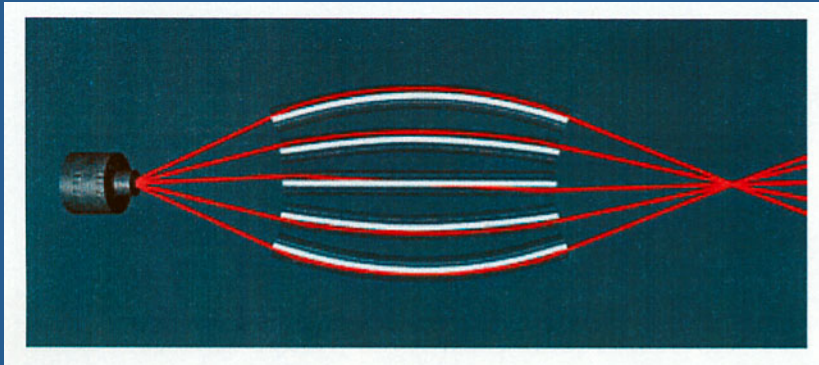
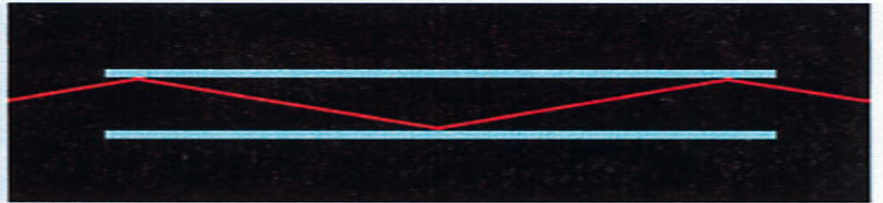
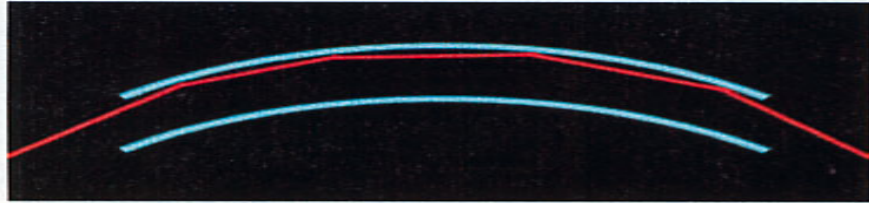
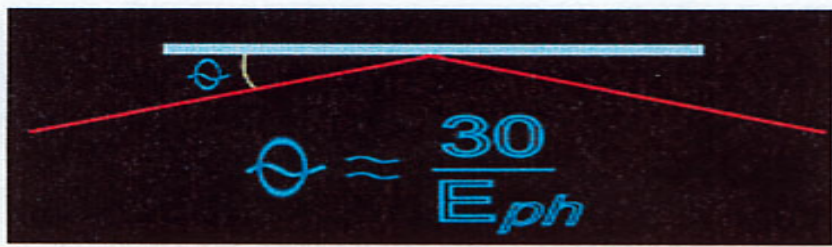
12-13 October 2015

Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati

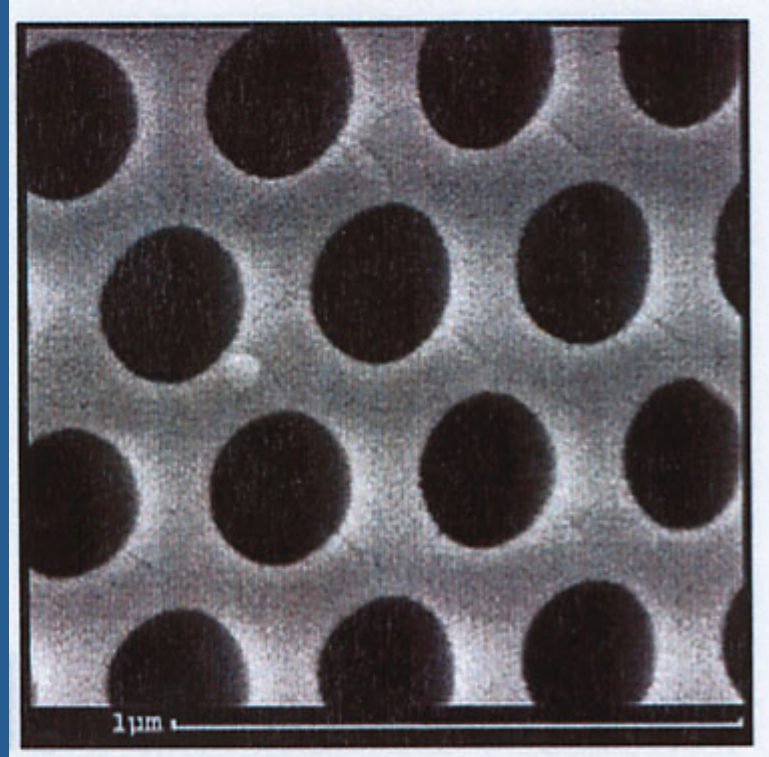
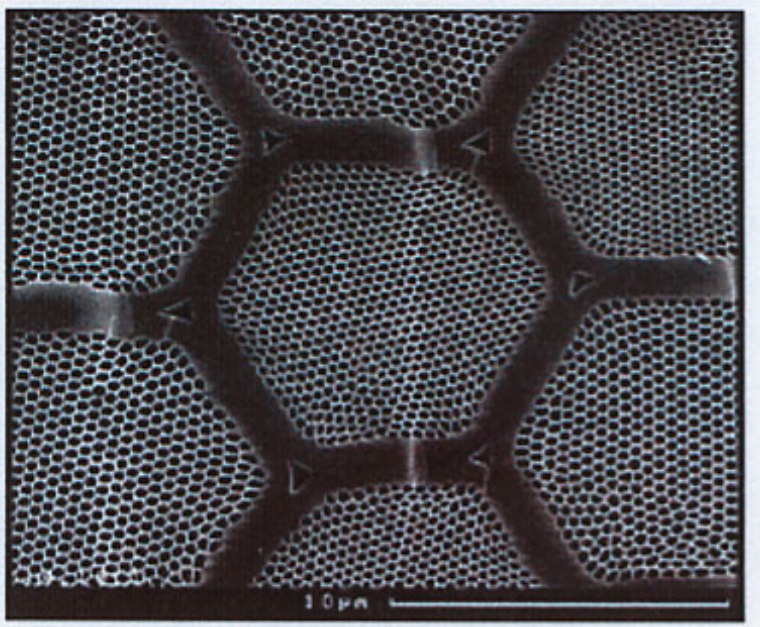
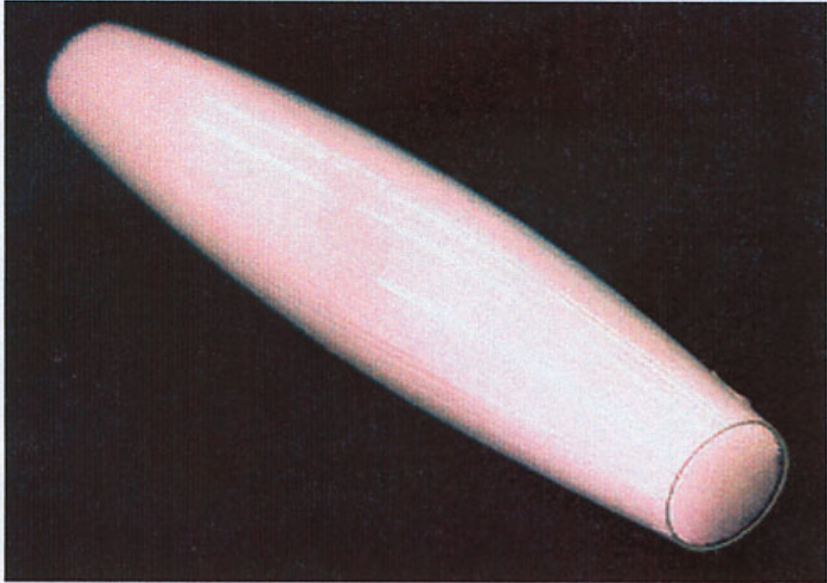


X-Ray  
source





12-13 October 2015  
Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati



12-13 October 2015  
Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati



# Applicazione della tecnica XRF

## Ai beni culturali

- Dipinti
- Manufatti metallici
- Manufatti ceramici
- Smalti

## Inquinamento ambientale

## Industria chimica

## Industria metalmeccanica

## Industria dei materiali preziosi

- Individuazione qualitativa degli elementi chimici presenti nel campione con percentuali in peso < qualche per cento
- Determinazione quantitativa, con errore di qualche per cento, degli elementi chimici presenti nel campione



12-13 October 2015

Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati



FIRENZE

Monetiere del Museo Archeologico Nazionale  
Volume I  
Caesar Augustus

L'ultimo periodo della produzione monetaria dell'età repubblicana fu caratterizzato dalla totale assenza di controllo da parte di una qualsiasi autorità centrale, con emissioni abbandonate di fatto all'iniziativa dei singoli comandanti militari o governatori provinciali. La riforma voluta da Augusto ed attuata tra il 23 e il 20 a.C., o probabilmente nell'anno 19 a.C., ebbe il merito, ma evidentemente fu anche il risultato di una necessità, di eliminare il disordine esistente e di offrire una più organica produzione monetaria.

In particolare con questo provvedimento, Augusto si prefiggeva di:

- rendere stabile la produzione della moneta d'oro, l'aureo e la sua metà, il quinario, fino a quel momento realizzata saltuariamente nel III secolo a.C. e negli anni di Silla, Pompeo, Cesare e dei protagonisti del secondo triumvirato;
- rendere stabile la produzione ma soprattutto le caratteristiche ponderali della moneta in argento, il denario e la sua metà, il quinario, controllando al tempo stesso il contenuto di fino;
- avviare una produzione consistente e continua della moneta in metallo vile, bronzo ma anche oricalco e rame;
- stabilire e far rispettare un preciso e rigoroso regime di cambio tra i diversi nominali dei tre metalli.

	aureo	quinario	denario	quinario	sesterzio	dupondio	asse	semisse	quadrante
aureo	1	2	25	50	100	200	400	800	1600
quinario		1	12,5	25	50	100	200	400	800
denario			1	2	4	8	16	32	64
quinario				1	2	4	8	16	32
sesterzio					1	2	4	8	16
dupondio						1	2	4	8
asse							1	2	4
semisse								1	2
quadrante									1

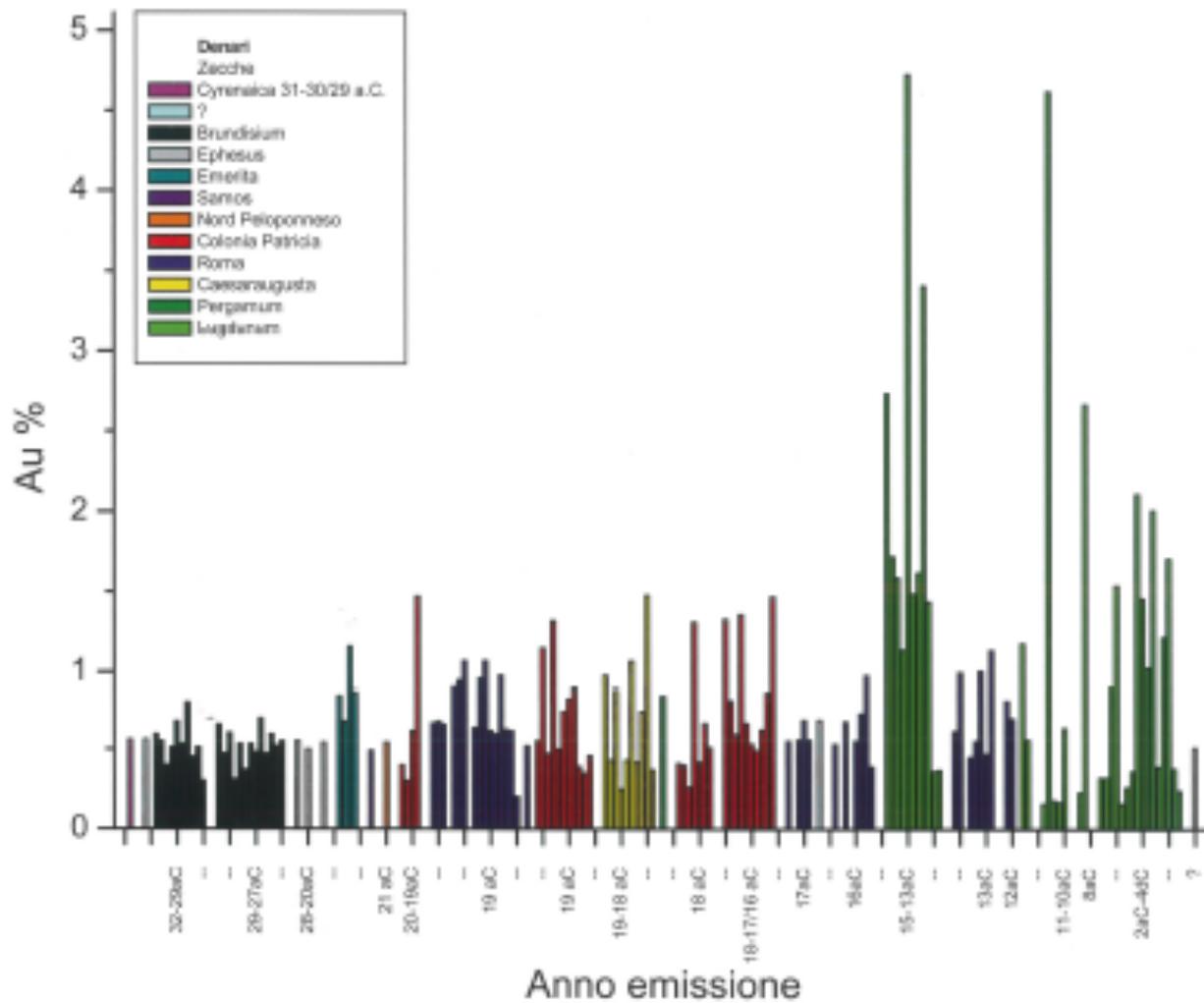


Figura 3A-Denari: diagramma a barre - La concentrazione dell'Av in funzione dell'anno di emissione. Si nota una maggior concentrazione di Av nella zecca di Lugdunum (15-13 a.C.). Le spaziature singole tra le barre indicano lo stesso anno di emissione e differente zecca (quando cambiano colore) o moneta. Le spaziature doppie indicano il cambiamento dell'anno di emissione.

# ANALISI ELEMENTARE DEI FRAMMENTI DELLA CROCE PROCESSIONALE DI NICOLA DA GUARDIAGRELE ESPOSTI NEL MUSEO DEL DUOMO DI SANTA MARIA MAGGIORE A GUARDIAGRELE

Adolfo Esposito<sup>1</sup>, Marco Ferretti<sup>2</sup>, Astrik Gorghinian<sup>1</sup>, Claudia Polese<sup>1,3</sup>

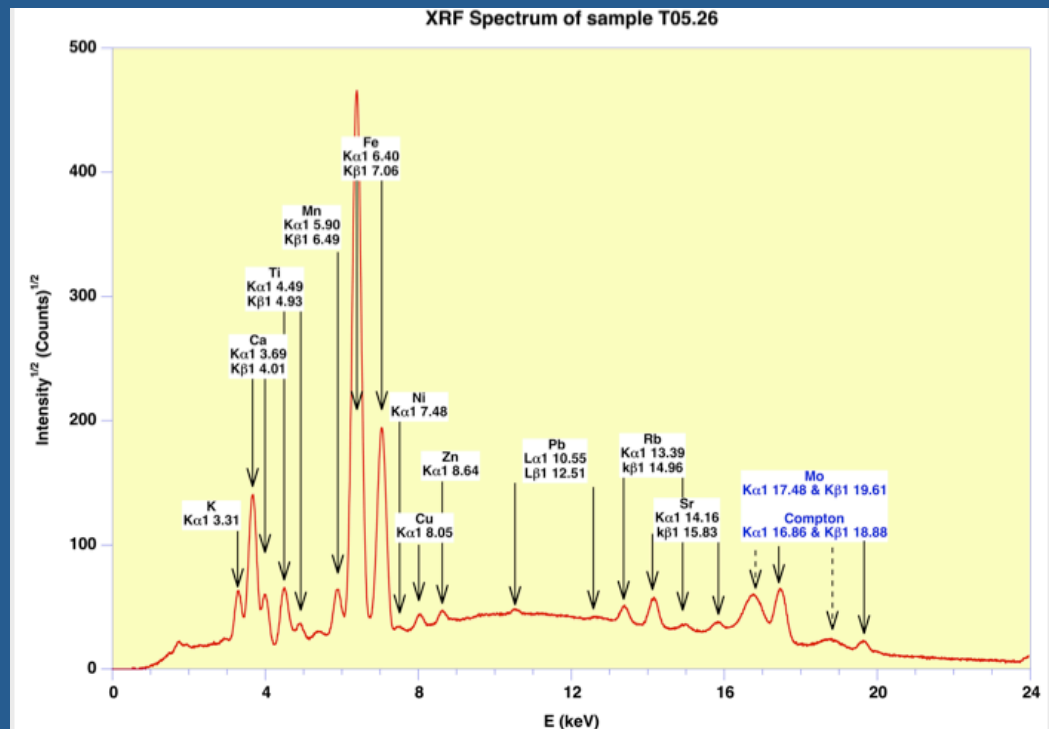
<sup>1</sup>INFN-LNF, Roma

<sup>2</sup>CNR – ITABC, Roma

<sup>3</sup>Dip. ICMA, Università “Sapienza”, Roma.



Fig.A1 (continua) – XRF: localizzazione dei punti di misura sulla superficie dei manufatti.



**RA N 15**



12-13 October 2015

Laboratori Nazionali INFN e Centro Ricerca ENEA di Frascati