

DIAGNOSTICA PER I BENI CULTURALI

MEDIA, ARTI, CULTURE (LM-65)

Università di Teramo

Cecilia Paolini

Università di Teramo



Facoltà di Scienze della Comunicazione

XII Lezione
FLUORESCENZA DA RAGGI X

FLUORESCENZA DA RAGGI X

- ✓ Analisi che dà informazioni sui materiali costitutivi dell'oggetto d'indagine senza necessità del prelievo microdistruttivo.
- ✓ Analisi che sfrutta la capacità dei raggi χ di ionizzare la materia. Si indirizzano fotoni di energia superiore a quella che tiene l'elettrone vincolato al suo orbitale.
- ✓ Gli orbitali più vicini al nucleo hanno minore energia: gli elettroni, eccitati dal flusso di fotoni dei raggi χ , vengono strappati dagli orbitali più interni. Si genera una reazione a catena per cui gli elettroni degli orbitali più esterni tendono a colmare l'orbitale lasciato dall'elettrone eccitato. Nel passaggio tra l'orbitale più esterno a quello più interno, l'elettrone rilascia energia dovuta alla differenza tra il livello originario, di carica energetica superiore, e quello verso cui si sposta.



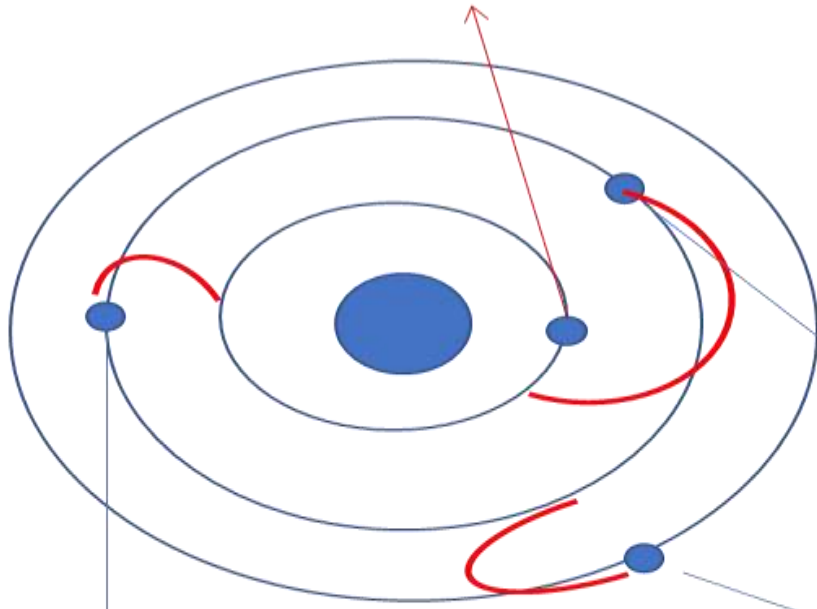
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

**CAPACITÀ DI IONIZZAZIONE
E FLUORESCENZA**

FLUORESCENZA DA RAGGI X

1. Elettrone più interno, quindi con minore carica energetica, si eccita e si strappa dall'orbitale



Flusso di Fotoni da Raggi χ

2. L'orbitale lasciato vuoto dall'elettrone eccitato tenderà a essere colmato dall'elettrone più vicino ma che comunque ha una maggiore carica energetica. Anche questo secondo elettrone, quindi, lascerà il proprio orbitale vuoto che tenderà a essere colmato dall'elettrone successivo e così via. Per colmare l'orbitale di livello inferiore gli elettroni rilasciano energia di **FLUORESCENZA**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

FLUORESCENZA DA RAGGI X

- ✓ Quando l'elettrone colma l'orbitale di livello energetico inferiore lasciato vuoto, emette fotone di fluorescenza (per liberarsi dell'energia in più) pari all'energia dell'orbitale d'origine meno l'energia dell'orbitale occupato ($N_2 - N_1 = \gamma$ dove N rappresenta il livello energetico dei vari orbitali e γ il fotone).
- ✓ Il fotone emesso costituisce l'impronta digitale della materia di cui è composto l'oggetto che si sta analizzando. Maggiore è il numero atomico della materia indagata, maggiore sarà l'energia del fotone di fluorescenza.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

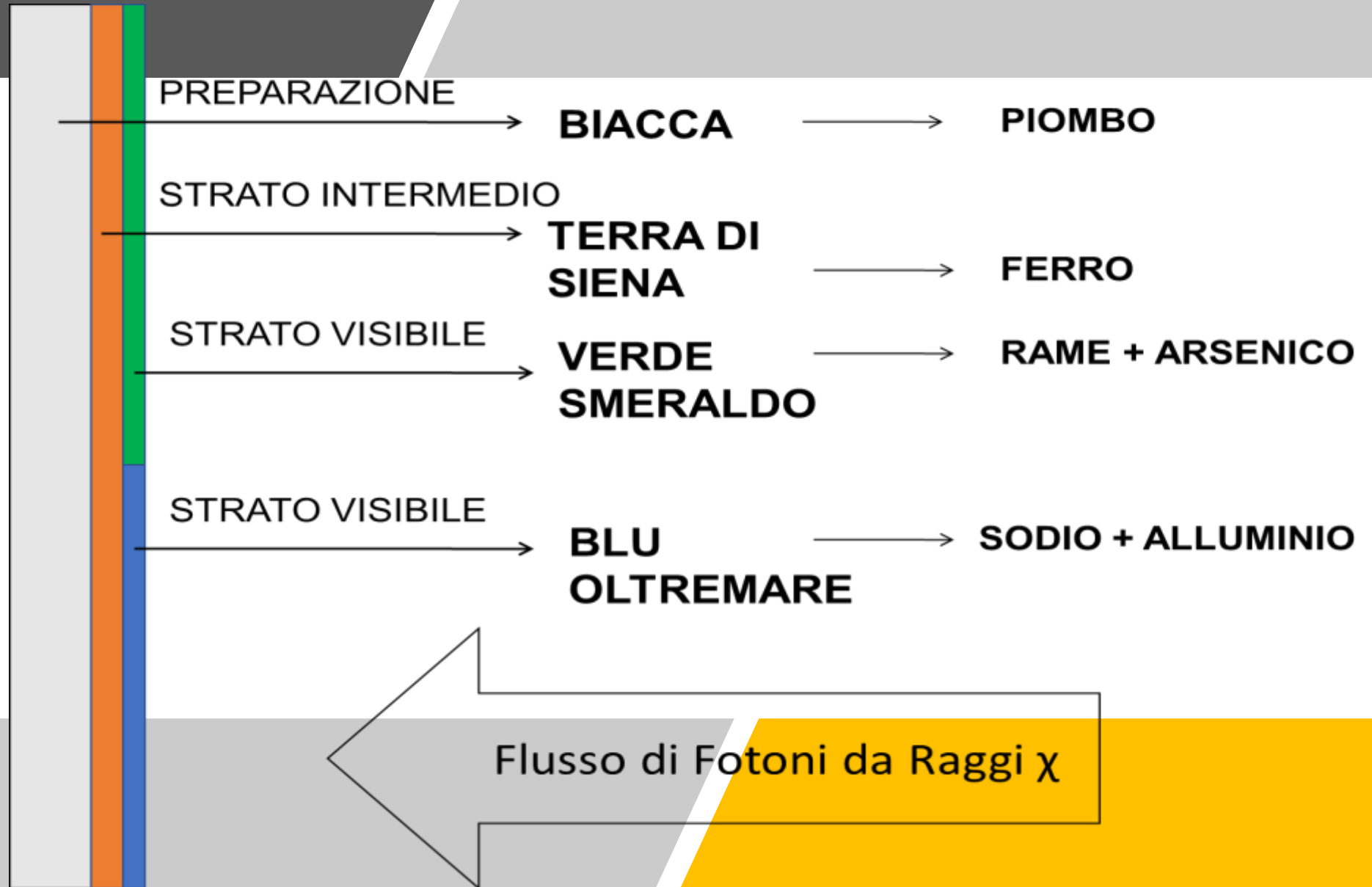
**IMPORTANZA DELLA
FLUORESCENZA**

FLUORESCENZA DA RAGGI X

1. I primi 15 elementi della TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI non sono riconoscibili con questa analisi perché troppo leggeri.
2. Non si riesce a individuare lo strato da cui proviene l'informazione se non per via deduttiva.
3. L'analisi non dà indicazioni sul tipo di pigmento ma sull'elemento di cui il pigmento è composto. Per dedurre il pigmento degli strati non visibili spesso si ricorre all'analisi comparativa con la macrofotografia in modo da osservare il colore relativo all'elemento conosciuto.



FLUORESCENZA DA RAGGI X



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

FLUORESCENZA DA RAGGI X

S
P
I
R
I
T
O
R
I
C
O



82 = PIOMBO
26 = FERRO
29 = RAME
33 = ARSENICO
13 = ALLUMINIO
11 = SODIO

Superficialmente si vedono strati blu e verde, quindi per deduzione si associa il rame con l'arsenico che compongono il verde smeraldo e l'alluminio con il sodio che compongono il blu oltremare. Lo strato preparatorio potrebbe essere composto sia da BIACCA (piombo) che da TERRA (ferro). In questo caso ci aiuta la datazione dell'opera (fino a Caravaggio la preparazione è nel 90% a biacca) altrimenti la macrofotografia.



Flusso di Fotoni da Raggi χ



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione

TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

PERIODO	GRUPPO		GRUPPO IUPAC																GRUPPO CAS				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
1	1.008 H IDROGENO																		4.0026 He ELIO				
2	6.94 Li LITIO	9.0122 Be BERILLIO			10.81 B BORO								10.81 B BORO	12.011 C CARBONIO	14.007 N AZOTO	15.999 O OSSIGENO	18.998 F FLUORO	20.180 Ne NEO					
3	22.990 Na SODIO	24.305 Mg MAGNESIO											26.982 Al ALLUMINIO	28.085 Si SILICIO	30.974 P FOSFORO	32.06 S Zolfo	35.45 Cl CLORO	39.948 Ar ARGO					
4	39.098 K POTASSIO	40.078 Ca CALCIO											58.933 Fe FERRO	58.933 Co COBALTO	58.933 Ni NICHEL	63.546 Cu RAME	65.38 Zn ZINCO	69.723 Ga GALLIO	72.64 Ge GERMANIO	74.922 As ARSENICO	78.971 Se SELENIO	79.904 Br BROMO	83.798 Kr CRIPTO
5	85.468 Rb RUBIDIO	87.62 Sr STRONZIO											101.07 Ru RUTENIO	102.91 Rh RODIO	106.42 Pd PALLADIO	107.87 Ag ARGENTO	112.41 Cd CADMIO	114.82 In INDIO	118.71 Sn STAGNO	121.76 Sb ANTIMONIO	127.60 Te TELLURIO	126.90 I IODIO	131.29 Xe XENO
6	132.91 Cs CESIO	137.33 Ba BARIO											192.22 Ir IRIDIO	195.08 Pt PLATINO	196.97 Au ORO	200.59 Hg MERCURIO	204.38 Tl TALLIO	207.2 Pb PIOMBO	208.98 Bi BISMUTO	(209) Po POLONIO	(210) At ASTATO	(222) Rn RADON	
7	(223) Fr FRANCIO	(226) Ra RADIO											(277) Hs HASSIO	(277) Mt MEITNERIO	(281) Ds DARMSTADTIO	(285) Rg ROENTGENIO	(285) Cn COPERNICIO	(287) Nh NIHONIO	(287) Fl FLEROVIO	(289) Mc MOSCOWIO	(291) Lv LIVERMORIO	(294) Ts TENNESSIO	(294) Og OGANESSON

MASSA ATOMICA RELATIVA (1)

GRUPPO IUPAC

GRUPPO CAS

NUMERO ATOMICO

SIMBOLO

NOME DELL' ELEMENTO

Metalli	Semimetalli	Non metalli
Metalli alcalini	Calcogeni	
Metalli alcalino terrosi	Alogeni	
Metalli di transizione	Gas nobili	
Lantanidi		
Attinidi		

STATO DI AGGREGAZIONE A 25 °C

Ne - gas Fe - solido

Hg - liquido Tl - artificiali

LANTANIDI

57 138.91 La LANTANIO	58 140.12 Ce CERIO	59 140.91 Pr PRASEODIMIO	60 144.24 Nd NEODIMIO	61 (145) Pm PROMETIO	62 150.36 Sm SAMARIO	63 151.96 Eu EUROPIO	64 157.25 Gd GADOLINIO	65 158.93 Tb TERBIO	66 162.50 Dy DISPROSIO	67 164.93 Ho OLMIO	68 167.26 Er ERBIO	69 168.93 Tm TULIO	70 173.05 Yb ITTERBIO	71 174.97 Lu LUTEZIO
------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

ATTINIDI

89 (227) Ac ATTINIO	90 232.04 Th TORIO	91 231.04 Pa PROTOATTINIO	92 238.03 U URANIO	93 (237) Np NETTLUNIO	94 (244) Pu PLUTONIO	95 (243) Am AMERICIO	96 (247) Cm CURIO	97 (247) Bk BERKELIO	98 (251) Cf CALIFORNIO	99 (252) Es EINSTEINIO	100 (257) Fm FERMIO	101 (258) Md MENDELEVIO	102 (259) No NOBELIO	103 (262) Lr LAWRENTIO
----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

(1) Atomic weights of the elements 2013, Pure Appl. Chem., 88, 265-291 (2016)



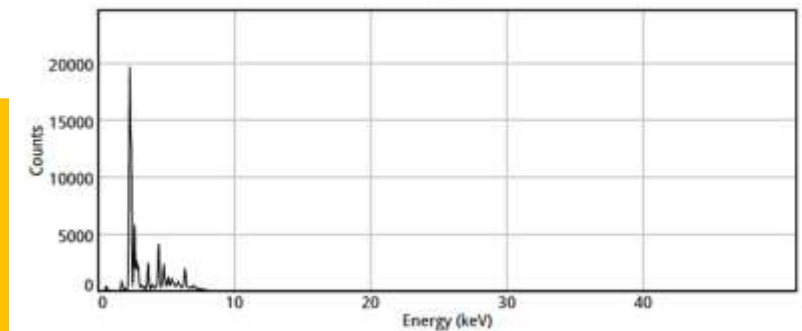
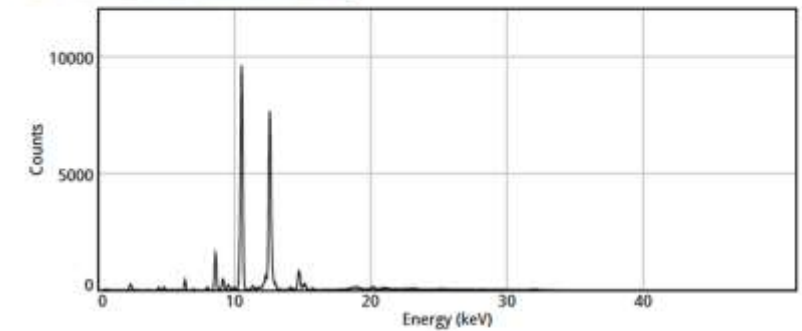
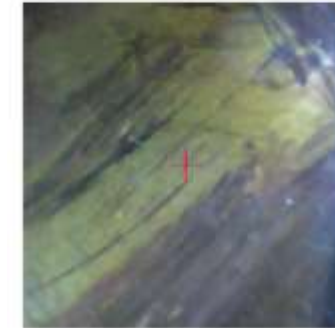
FLUORESCENZA DA RAGGI X



Device S/N: 803956

Fine Art International Switzerland AG
Frachtstrasse 17 Fracht-West
8058 Zürich
www.finals.ch

Name	Class			Date			Time			Duration
570 PY 4	Alloy_LE_FP			24/05/2022			14:45			15 s
Element	Pb %	Zn %	Tl %	Fe %	As %	Hg %	Mn %	Cr %	Cu %	
±	72.23	7.83	6.42	5.35	2.24	0.93	0.88	0.81	0.79	
	0.282	0.078	0.324	0.125	0.039	0.043	0.069	0.089	0.032	



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Facoltà di Scienze della Comunicazione