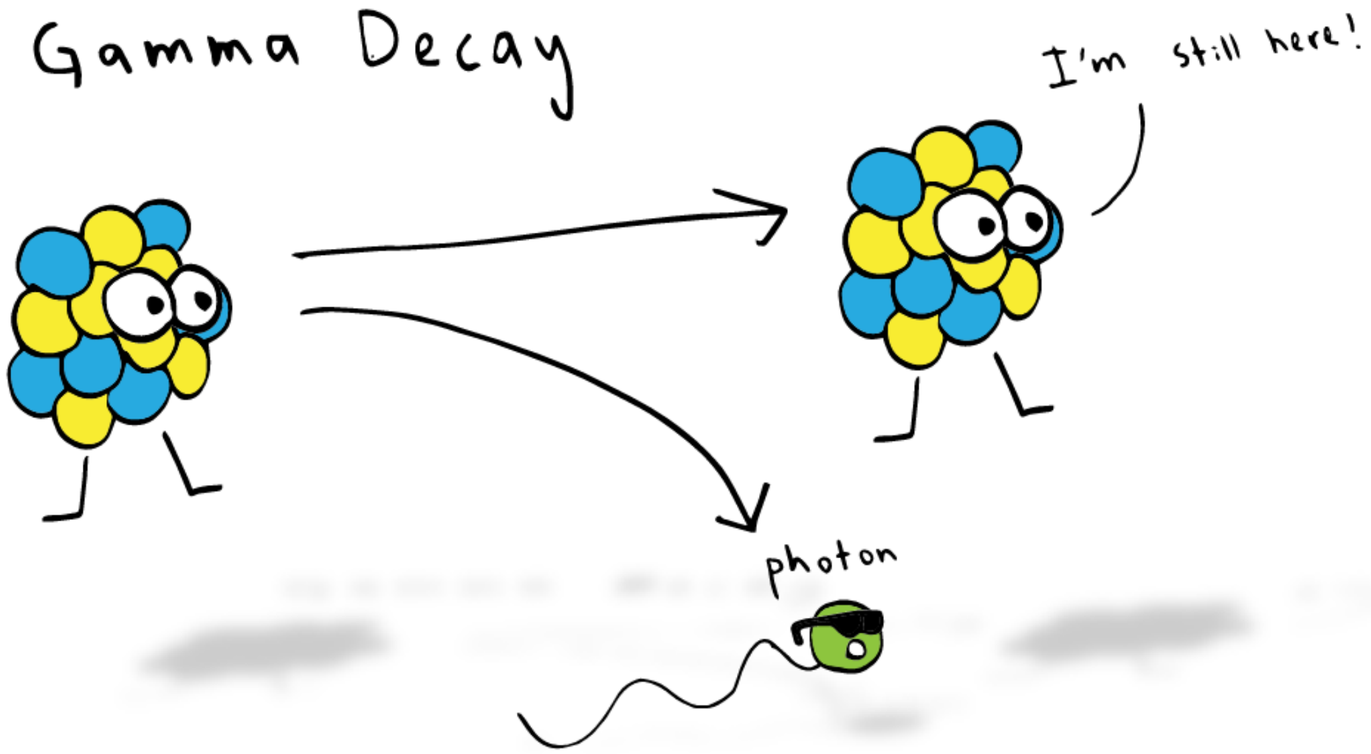
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

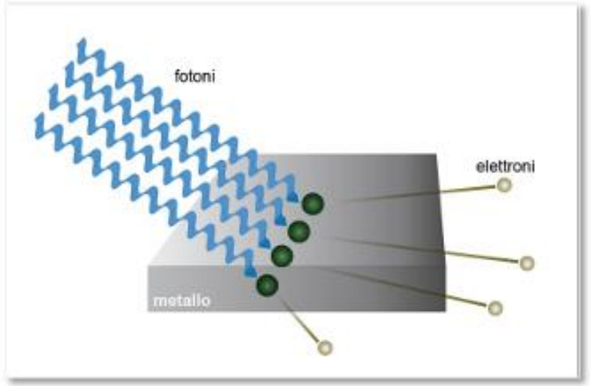
LABORATORIO DI SPETTROSCOPIA GAMMA

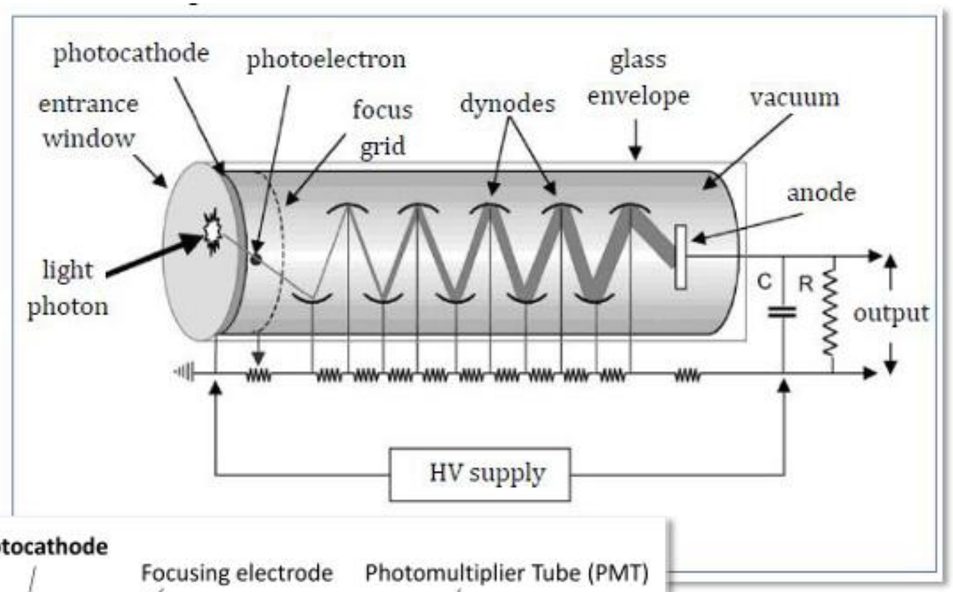
DECADIMENTO GAMMA

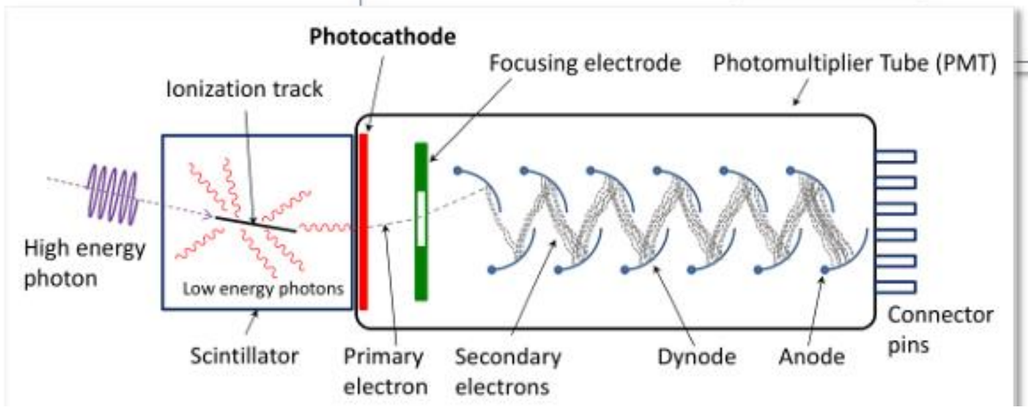


Alcuni nuclei instabili si diseccitano emettendo raggi gamma.

SCINTILLATORI







Lo scintillatore, ossia un cristallo, converte in luce visibile i raggi gamma. Lo scintillatore che usiamo in laboratorio è uno NaI.

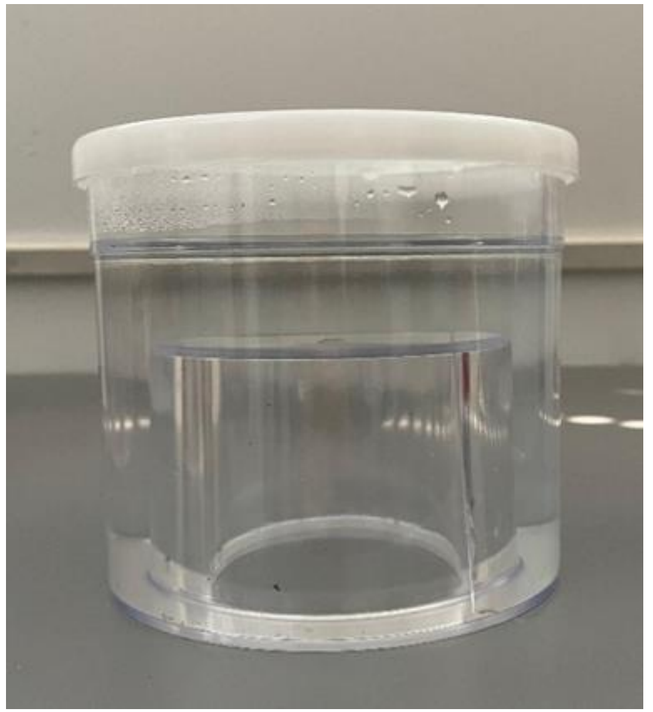
Il fotomoltiplicatore converte la luce visibile in un segnale elettrico, che viene elaborato tramite una catena elettronica. In questo modo diventa un segnale digitale visibile al computer.

SPETTROMETRIA GAMMA

Gli steps per effettuare il nostro esperimento di spettrometria gamma sono i seguenti:

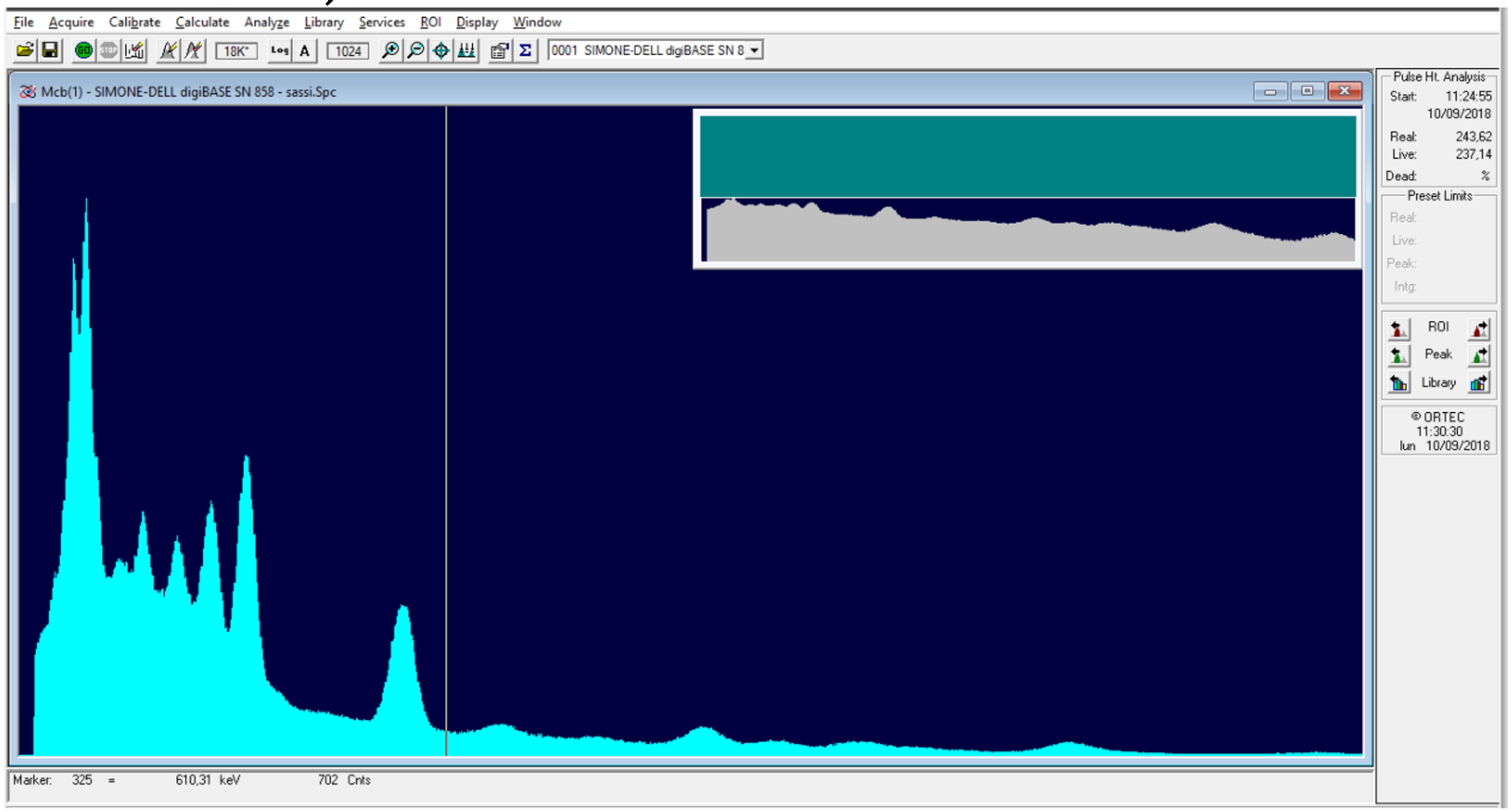
1)setup del rivelatore: collegare il rivelatore al PC e dare tensione al rivelatore;

2)preparazione dei campioni: preparare i campioni in geometria Marinelli e posizionarli sul rivelatore;



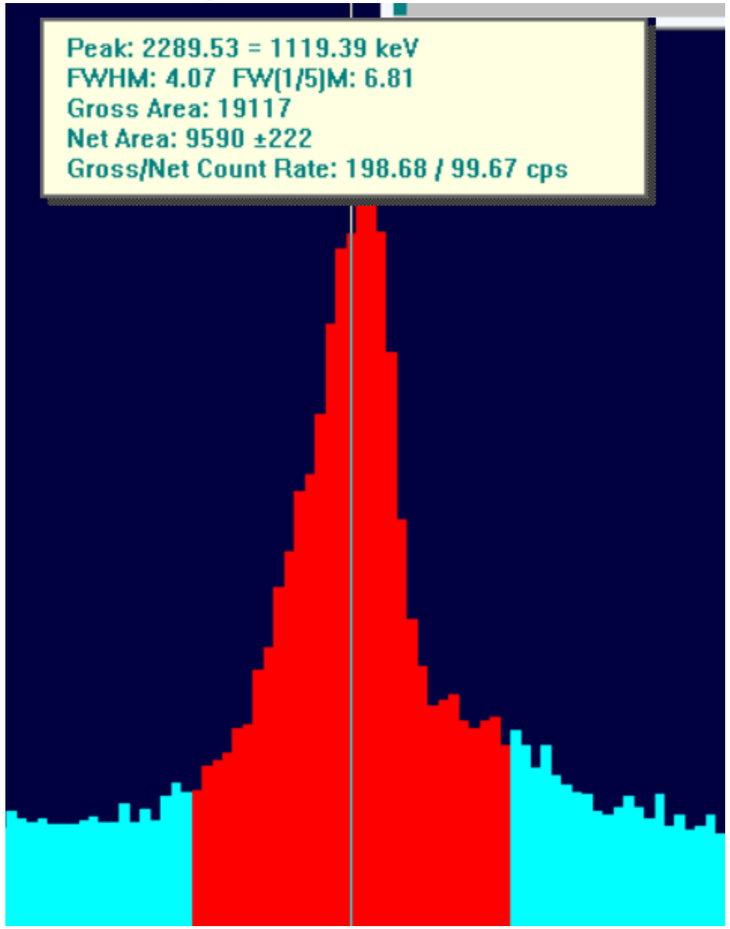
SPETTROMETRIA GAMMA

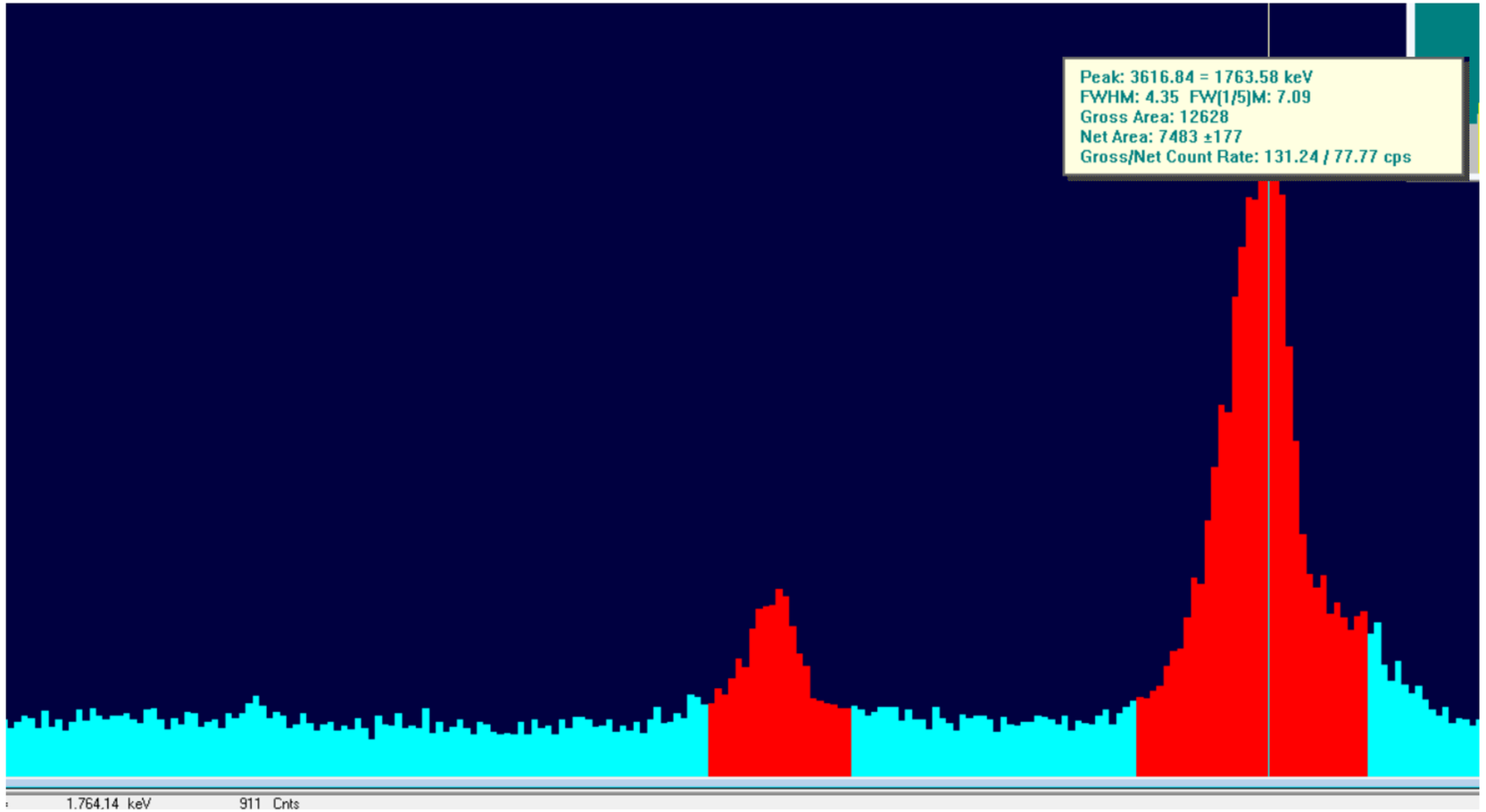
3)acquisire lo spettro tramite GammaVision (software) per un tempo sufficientemente lungo: uno spettro è un istogramma che riporta il numero di conteggi di eventi di rilascio di energia in funzione dell'energia dei fotoni incidenti sul rivelatore;



SPETTROMETRIA GAMMA

4)individuare i picchi presenti nello spettro ed individuare l'energia a cui sono centrati;





SPETTROMETRIA GAMMA

5)ciascuna energia a cui sono centrati i picchi corrisponde ad un determinato radionuclide. Le tavole nucleari sono tavole dove sono tabulate le energie dei raggi gamma di tutti i radionuclidi conosciuti.

ENERGY		ABUNDANCE		NUCLIDE		HALFLIFE	ENERGY		ABUNDANCE	
1459.3	(	2.12	)	RU-95		1.65 H	336.4	(	70.8	)
1459.3	(	26.	)	BA-129	M	2.13 H	182.3	(	47.	)
1459.3	(	.72	)	PA-228		22.0 H	911.2	(	16.0	)
1459.4	(	.57	)	AU-184		53.0 S	163.0	(	52.	)
1459.5	(	.43	)	SB-112		51.4 S	1257.1	(	96.0	)
1459.6	D (	3.5	)	HF-166		6.77 M	228.1	D (	57.	)
1459.6	(	7.81	)	LU-166	G	2.65 M	228.1	(	76.7	)
1459.8	(	1.05	)	LU-170		2.00 D	84.3	(	8.74	)
1459.8	(	.76	)	HG-193	M	11.8 H	258.0	(	58.4	)
1460.0	(	2.06	)	AR-44		11.87 H	182.6	(	62.3	)
1460.0	(	1.8	E)	TE-113		1.7 M	814.4	(	22.	)
1460.0	(	4.2	)	CS-122	M	4.2 M	331.1	(	90.7	)
1460.1	(	.61	)	RU-92		3.65 M	213.8	(	92.4	)
1460.3	(	.66	)	TL-196	G	1.84 H	425.7	(	83.7	)
1460.4	(	.6	)	PM-138		3.24 M	520.9	(	91.5	)
1460.5	(	.83	)	BR-74	M	41.5 M	634.8	(	91.9	)
1460.5	(	1.1	)	EU-148		54.5 D	550.3	(	99.0	)
1460.5	(	1.3	*)	HG-189	B	8.6 M	321.0	(100.		*)
1460.6	(	12.	*)	TM-160		9.2 M	126.4	(100.		*)
1460.8	(	10.7	)	K-40		1.28E+ 9Y				
1460.8	(	77.5	)	CL-40		1.35 M	2840.2	(	29.9	)
1461.0	(	3.2	*)	PR-133		6.5 M	134.3	(100.		*)
1461.1	(	4.5	)	AG-102	M	8.4 M	556.7	(	42.2	)
1461.1	(	.7	)	TM-157		3.3 M	455.0	(	10.	)
1461.1	(	.55	)	TM-161		38. M	45.5	(	25.0	)
1461.2	(	.33	)	GA-76		27.1 S	562.9	(	65.8	)
1461.2	(	.95	)	LA-142		1.52 H	641.2	(	47.4	)
1461.5	(	.57	)	HF-171		12.1 H	662.0	(	14.8	)
1461.5	(	1.3	)	BI-199	G	27. M	841.7	(	15.7	)
1461.6	(	.60	)	AU-190		42.8 M	295.8	(	72.5	)

Gamma Rays Ordered by Nuclide

See page 198 for Explanation of Tables

NUCLIDE	(Z - N)	HALFLIFE	DECAY MODES	BRANCHING	TO G.S. OR M.S.	SPIN AND PARITY	
	PRECURSOR(S) AND COMMENT						
	ENERGY DE	(ABUNDANCE)	ENERGY DE	(ABUNDANCE)	ENERGY DE	(ABUNDANCE)	ENERGY DE (ABUNDANCE) ENERGY
TE-137	(52-85)	3.5 S	B-/(N)	100./(2.5)			JPHP 38
	PRECURSOR: UNKNOWN						
	243.6 3 (U)						
I-137	(53-84)	24.2 S	B-/(N)	100./(6.5)		7/2 +	
	PRECURSOR: TE-137 (3.5 S 97.5)			TE-138 (1.4 S	6.3)		
	LIMIT 0.1						
	252.8 1 (.14)	867.8 2 (.12)	1456.4 1 (.21)	1974.2 1 (.15)	2629.7		
	385.2 1 (.46)	869.9 2 (.14)	1488.6 2 (.16)	1991.2 2 (.23)	2671.6		
	394.5 1 (.46)	882.1 1 (.31)	1497.2 2 (.11)	1997.0 1 (.93)	2693.5		
	435.3 1 (.34)	888.4 2 (.10)	1512.2 1 (1.24)	2013.0 3 (.12)	2767.0		
	463.9 3 (.25)	893.4 1 (.34)	1534.3 1 (3.24)	2029.8 1 (1.75)	2807.8		
	478.0 1 (.39)	909.3 2 (.11)	1543.3 3 (.10)	2036.0 3 (.12)	3117.6		
	532.5 1 (.18)	927.1 3 (.17)	1554.0 2 (.21)	2058.5 1 (.25)	3194.4		
	547.2 1 (.24)	937.2 2 (.18)	1628.4 2 (.10)	2092.8 2 (.21)	3353.0		
	565.7 1 (.11)	941.4 1 (.67)	1680.5 2 (.12)	2099.8 1 (.44)	3458.6		
	570.5 1 (.24)	973.5 2 (.12)	1696.8 2 (.10)	2114.0 4 (.11)	3570.1		
	576.0 1 (.53)	1066.9 3 (.30)	1715.5 1 (.42)	2123.2 2 (.28)	3729.4		
	578.2 1 (.40)	1127.6 1 (.17)	1720.0 2 (.20)	2147.0 2 (.10)	3795.6		
	601.0 1 (4.80)	1150.3 1 (.20)	1755.2 2 (.23)	2155.6 2 (.14)	3800.7		
	633.5 1 (.27)	1218.0 1 (12.8)	1766.1 1 (1.24)	2190.9 2 (.16)	3862.8		
	655.3 2 (.14)	1220.1 2 (3.5)	1788.2 2 (.12)	2220.5 2 (.23)	3866.1		
	659.2 1 (.40)	1224.0 2 (.24)	1804.9 1 (.32)	2230.0 2 (.10)	3911.3		
	682.0 1 (.20)	1248.5 1 (.51)	1808.7 1 (.79)	2243.4 1 (.26)	3987.0		
	694.6 2 (.16)	1302.6 1 (4.42)	1820.6 1 (.23)	2345.7 2 (.14)	3996.2		
	701.8 1 (.43)	1334.9 1 (.42)	1832.3 2 (.10)	2351.6 2 (.16)	4028.7		
	709.7 1 (.28)	1351.0 1 (.14)	1849.4 2 (.20)	2356.3 2 (.19)	4160.9		
	725.5 2 (.11)	1357.4 2 (.18)	1859.1 3 (.10)	2422.7 1 (.21)	4276.4		
	773.2 1 (.94)	1366.8 2 (.13)	1873.0 1 (1.46)	2452.5 1 (.26)	4332.8		
	796.1 2 (.10)	1396.0 1 (.15)	1926.4 3 (.15)	2474.9 2 (.10)	4402.7		
	811.8 1 (.23)	1409.8 2 (.15)	1936.0 2 (.37)	2491.3 2 (.17)			
XE-137	(54-83)	3.83 M	B-	100.		7/2 -	
	PRECURSOR: I-137 (24.2 S 93.5)			I-138 (6.45 S	7.1)		
	LIMIT 0.1						
	30.6 X (.10)	393.4 1 (.14)	982.2 1 (.21)	1576.8 1 (.10)	1916.3		
	31.0 X (.18)	455.5 1 (31.2)	1119.3 1 (.11)	1612.5 1 (.12)	2849.8		
	298.0 1 (.12)	848.9 1 (.62)	1273.2 1 (.23)	1783.4 1 (.41)			
CS-137	(55-82)	30.14 Y	B-	100.	B- TO M.S. (94.7)	7/2 +	
	PRECURSOR: XE-137 (3.83 M 100.)						
	S = .11						
	31.8 X D (2.02)	32.2 X D (3.72)	36.4 X D (1.10)	37.3 X D (.26)	661.6		

SPETTROMETRIA GAMMA

5)come si fa a riconoscere a quale radionuclide appartiene un picco?

SPETTROMETRIA GAMMA

5)suggerimento 1:

ENERGY		ABUNDANCE		NUCLIDE		HALFLIFE		ENERGY		ABUNDANCE	
1459.3		(2.12	)	RU-95		1.65	H	336.4		(70.8	)
1459.3		(26.	)	BA-129	M	2.13	H	182.3		(47.	)
1459.3		(.72	)	PA-228		22.0	H	911.2		(16.0	)
1459.4		(.57	)	AU-184		53.0	S	163.0		(52.	)
1459.5		(.43	)	SB-112		51.4	S	1257.1		(96.0	)
1459.6	D	(3.5	)	HF-166		6.77	H	228.1	D	(57.	)
1459.6		(7.81	)	LU-166	G	2.65	H	228.1		(76.7	)
1459.8		(1.05	)	LU-170		2.00	D	84.3		(8.74	)
1459.8		(.76	)	HG-193	M	11.8	H	258.0		(58.4	)
1460.0		(2.06	)	AR-44		11.87	H	182.6		(62.3	)
1460.0		(1.8	E)	TE-113		1.7	M	814.4		(22.	)
1460.0		(4.2	)	CS-122	M	4.2	M	331.1		(90.7	)
1460.1		(.61	)	RU-92		3.65	M	213.8		(92.4	)
1460.3		(.66	)	TL-196	G	1.84	H	425.7		(83.7	)
1460.4		(.6	)	PM-138		3.24	M	520.9		(91.5	)
1460.5		(.83	)	BR-74	M	41.5	M	634.8		(91.9	)
1460.5		(1.1	)	EU-148		54.5	D	550.3		(99.0	)
1460.5		(1.3	*)	HG-189	B	8.6	M	321.0		(100.	*)
1460.6		(12.	*)	TM-160		9.2	M	126.4		(100.	*)
1460.8		(10.7	)	K-40		1.28E+ 9Y					
1460.8		(77.5	)	CL-40		1.35	M	2840.2		(29.9	)
1461.0		(3.2	*)	PR-133		6.5	M	134.3		(100.	*)
1461.1		(4.5	)	AG-102	M	8.4	M	556.7		(42.2	)
1461.1		(.7	)	TM-157		3.3	M	455.0		(10.	)
1461.1		(.55	)	TM-161		38.	M	45.5		(25.0	)
1461.2		(.33	)	GA-76		27.1	S	562.9		(65.8	)
1461.2		(.95	)	LA-142		1.52	H	641.2		(47.4	)
1461.5		(.57	)	HF-171		12.1	H	662.0		(14.8	)
1461.5		(1.3	)	BI-199	G	27.	M	841.7		(15.7	)
1461.6		(.60	)	AU-190		42.8	M	295.8		(72.5	)

Supponiamo di individuare un picco a 1460 keV. Può essere Ar-44 o Hg-193 sapendo che hanno rispettivamente tempi di dimezzamento di circa 12 minuti e 12 ore?

SPETTROMETRIA GAMMA

5)suggerimento 2:

ENERGY		ABUNDANCE		NUCLIDE		HALFLIFE		ENERGY		ABUNDANCE	
1459.3		(2.12	)	RU-95		1.65	H	336.4		(70.8	)
1459.3		(26.	)	BA-129	M	2.13	H	182.3		(47.	)
1459.3		(.72	)	PA-228		22.0	H	911.2		(16.0	)
1459.4		(.57	)	AU-184		53.0	S	163.0		(52.	)
1459.5		(.43	)	SB-112		51.4	S	1257.1		(96.0	)
1459.6	D	(3.5	)	HF-166		6.77	H	228.1	D	(57.	)
1459.6		(7.81	)	LU-166	G	2.65	H	228.1		(76.7	)
1459.8		(1.05	)	LU-170		2.00	D	84.3		(8.74	)
1459.8		(.76	)	HG-193	M	11.8	H	258.0		(58.4	)
1460.0		(2.06	)	AR-44		11.87	H	182.6		(62.3	)
1460.0		(1.8	E)	TE-113		1.7	M	814.4		(22.	)
1460.0		(4.2	)	CS-122	M	4.2	M	331.1		(90.7	)
1460.1		(.61	)	RU-92		3.65	M	213.8		(92.4	)
1460.3		(.66	)	TL-196	G	1.84	H	425.7		(83.7	)
1460.4		(.6	)	PM-138		3.24	M	520.9		(91.5	)
1460.5		(.83	)	BR-74	M	41.5	M	634.8		(91.9	)
1460.5		(1.1	)	EU-148		54.5	D	550.3		(99.0	)
1460.5		(1.3	*)	HG-189	B	8.6	M	321.0		(100.	*)
1460.6		(12.	*)	TM-160		9.2	M	126.4		(100.	*)
1460.8		(10.7	)	K-40		1.28E+ 9Y					
1460.8		(77.5	)	CL-40		1.35	M	2840.2		(29.9	)
1461.0		(3.2	*)	PR-133		6.5	M	134.3		(100.	*)
1461.1		(4.5	)	AG-102	M	8.4	M	556.7		(42.2	)
1461.1		(.7	)	TM-157		3.3	M	455.0		(10.	)
1461.1		(.55	)	TM-161		38.	M	45.5		(25.0	)
1461.2		(.33	)	GA-76		27.1	S	562.9		(65.8	)
1461.2		(.95	)	LA-142		1.52	H	641.2		(47.4	)
1461.5		(.57	)	HF-171		12.1	H	662.0		(14.8	)
1461.5		(1.3	)	BI-199	G	27.	M	841.7		(15.7	)
1461.6		(.60	)	AU-190		42.8	M	295.8		(72.5	)

Prendendo in considerazione il suggerimento 1, supponiamo che il picco a 1460 keV si tratti di K-40. Il K-40 emette altri raggi gamma che si trovano nello spettro?

40 (19-21) 1.28E+ 9 Y B-/EC 89.3/10.7
PRECURSOR: NONE
ABUND. .012 S = 30. S(P) = 4.4 S(A) = .39
3.0 X (.95) 1460.8 I (10.7)

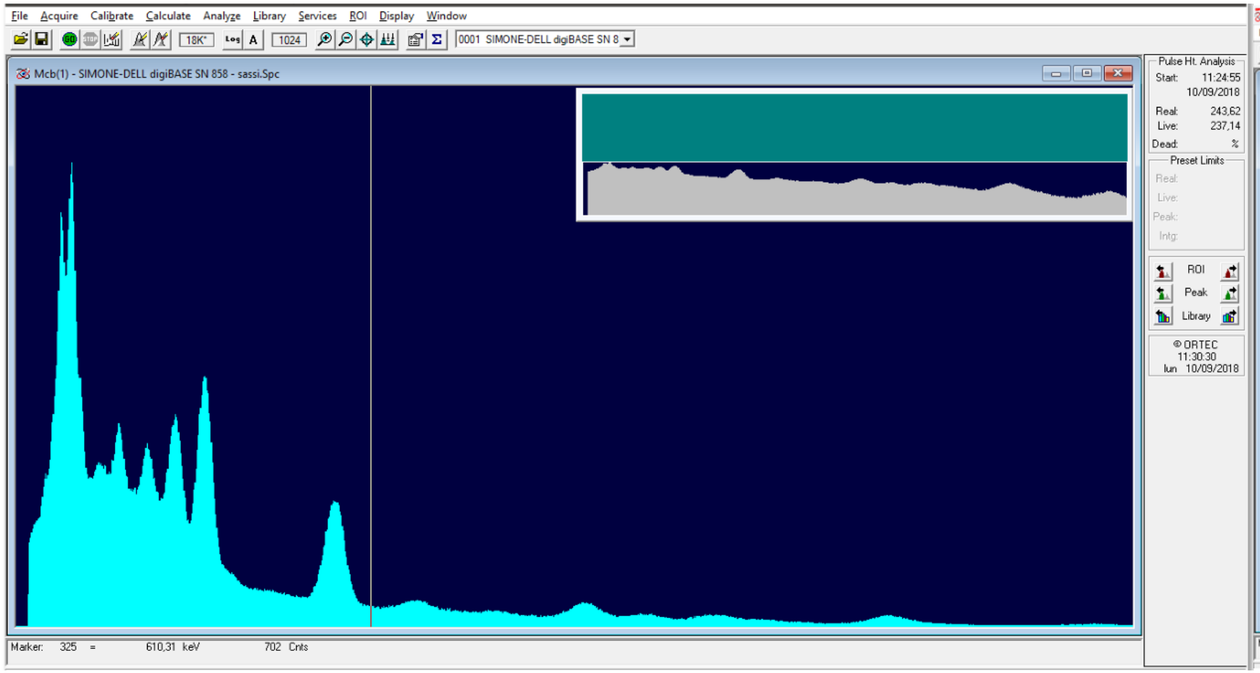
SPETTROMETRIA GAMMA

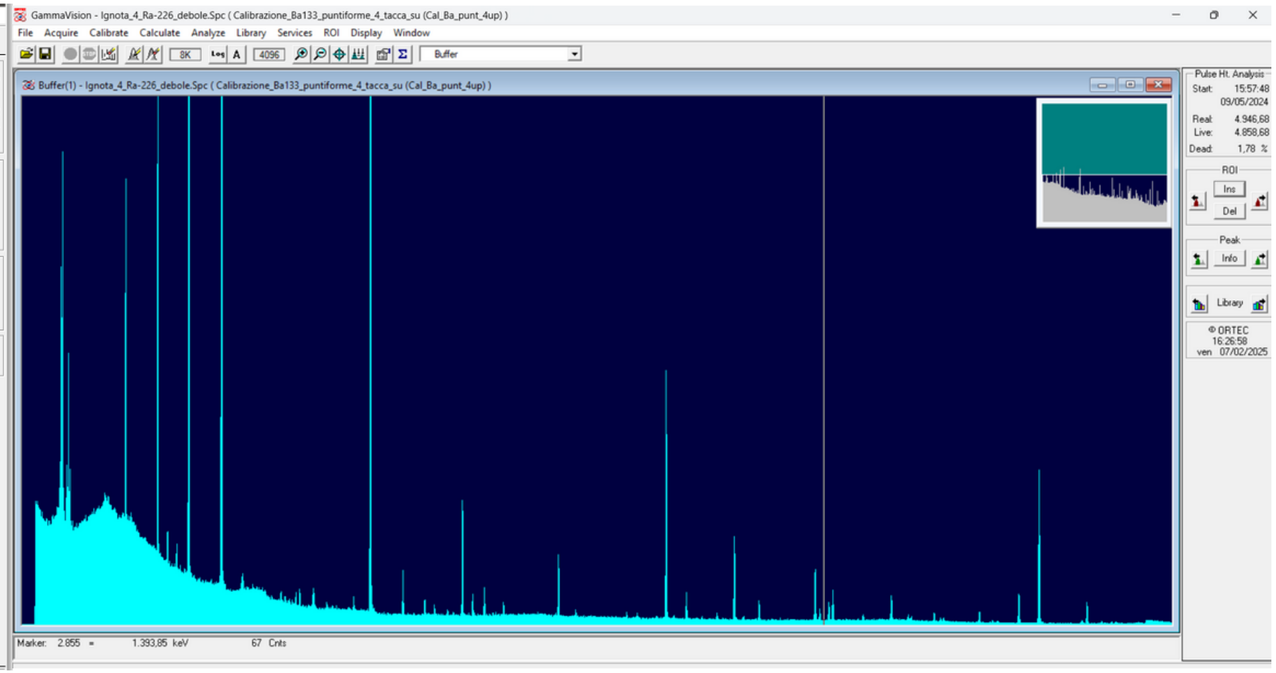
6)ripetere gli steps 2, 3, 4 e 5 per i seguenti campioni:

- fondo (tempo di acquisizione = 10 minuti);
- sale da cucina (NaCl) e sale iposodico (KCl) (tempo di acquisizione = 10 minuti): sarà vostro compito distinguere i due sali;
- sasso (tempo di acquisizione = 5 minuti);
- funghi (tempo di acquisizione = 1 ora);
- terreno di Macugnaga (tempo di acquisizione = 1 ora).

SPETTROMETRIA GAMMA

Abbiamo utilizzato uno NaI. Compariamo gli spettri con quelli ottenuti con un rivelatore a germanio iperpuro (HPGe).





NaI

HPGe

ORA TOCCA A TE!