



Caracterizarea dozimetrică a unei incinte de fond redus

Absolvent:
Dumitru Ilie-Cristian

Coordonator Științific:
Prof. Univ. Dr. Ing. Gheorghe Căta-Danil

Acest proiect, inclusiv măsurătorile, a fost realizat în cadrul laboratorului LaMAR al Departamentului de Fizică din UPB

Cuprins

1. Scopul lucrării și cunoștințe utilizate
2. Spectrometria radiației Gamma folosind un detector cu scintilație
3. Instalația experimentală
4. Date experimentale
5. Rezultate
6. Concluzii

Scopul lucrării

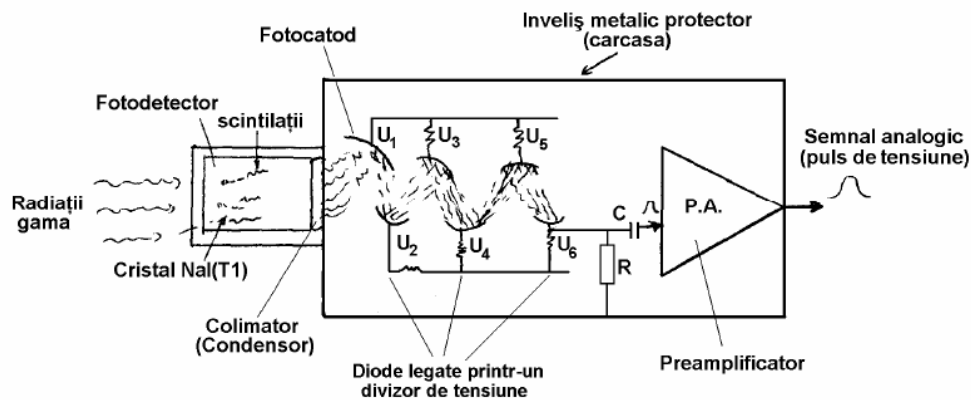
1. Determinarea activității unei surse reale, ^{22}Na , utilizând o incintă de fond redus.
2. Determinarea pragurilor de decizie statistică pentru măsurarea activității într-o incintă de fond redus.

Cunoștințe utilizate

- Elemente de statistica dezintegrărilor radioactive
- Electronică nucleară
- Elemente de dozimetrie și detecție a radiațiilor

Spectrometria radiației Gamma folosind detector cu scintilație

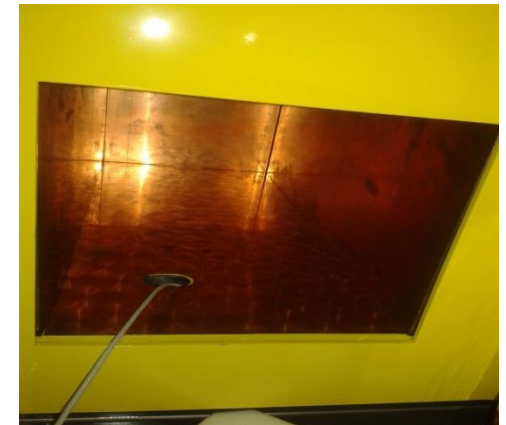
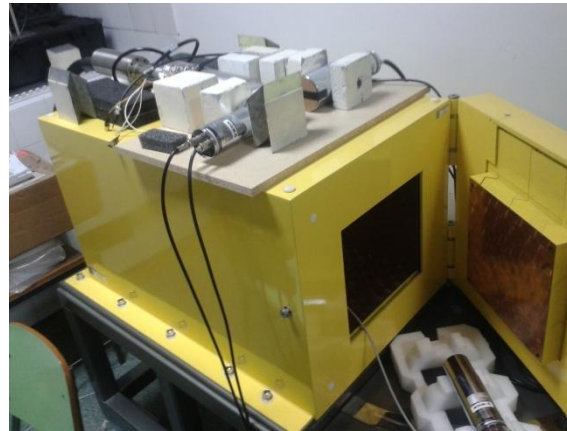
- Radiațiile Gamma:
 - de natura electromagnetică
 - cu frecvență foarte mare
 - au energii mari de ordinul keV sau MeV



Detector cu scintilație

Instalația experimentală

- Incinta de fond redus



Dimensiuni:

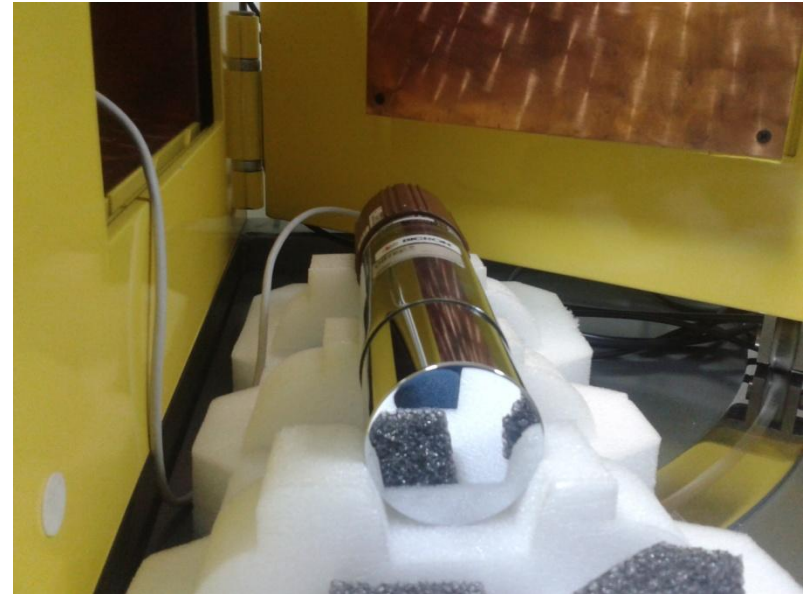
Lungime interior/exterior: 72/95 cm

Lațime interior/exterior: 30/55 cm

Înălțime interior: 28/51 cm

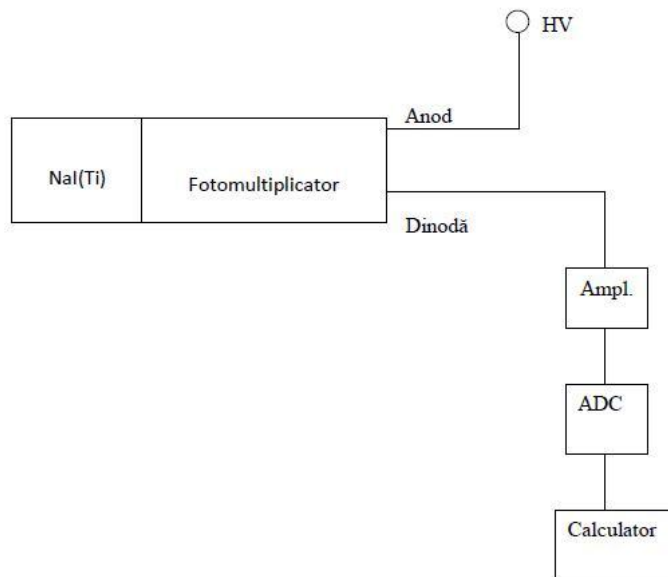
Grosimea pereților: 13 cm

Instalația experimentală

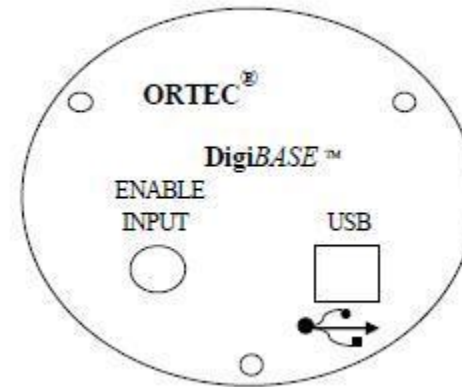


Instalația experimentală

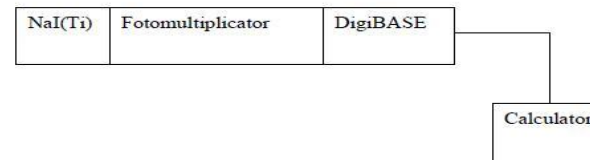
■ DigiBASE



**Lanț spectroscopic clasic cu
detector de scintilație**

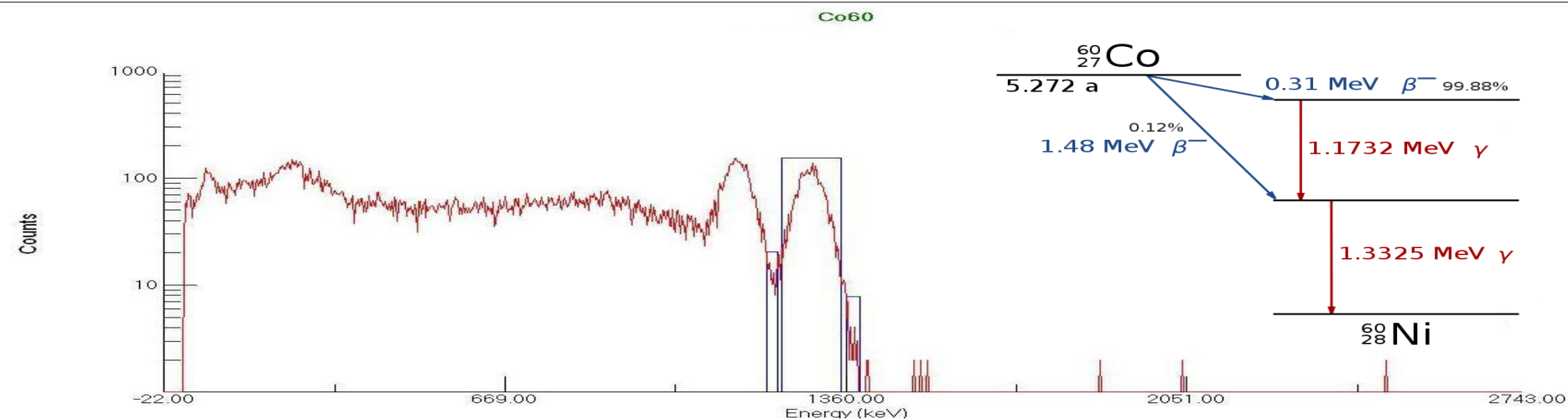
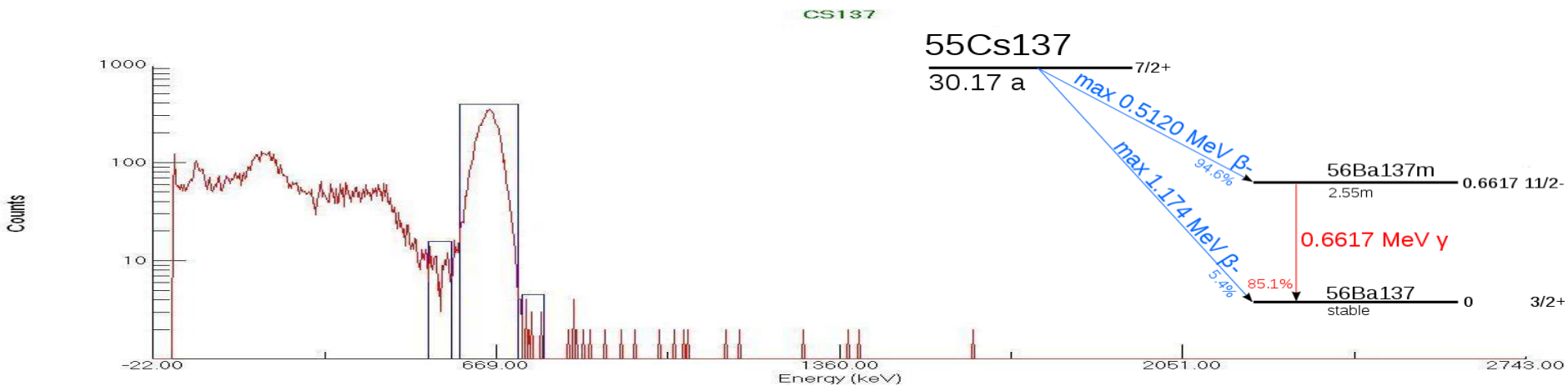


**Conectorii digiBASE de pe
panoul superior**

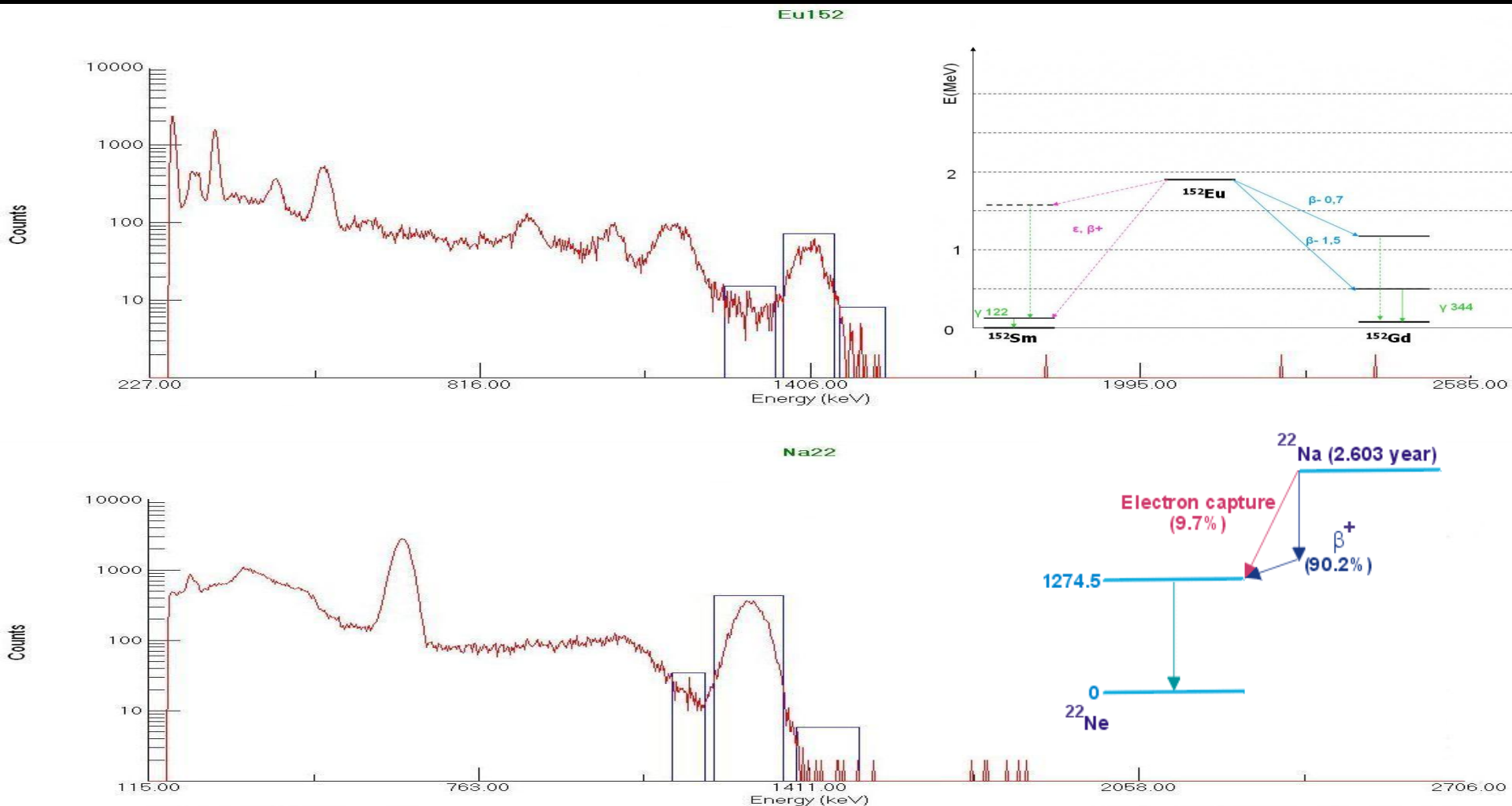


**Lanț spectroscopic cu detector de
scintilație utilizând digiBASE**

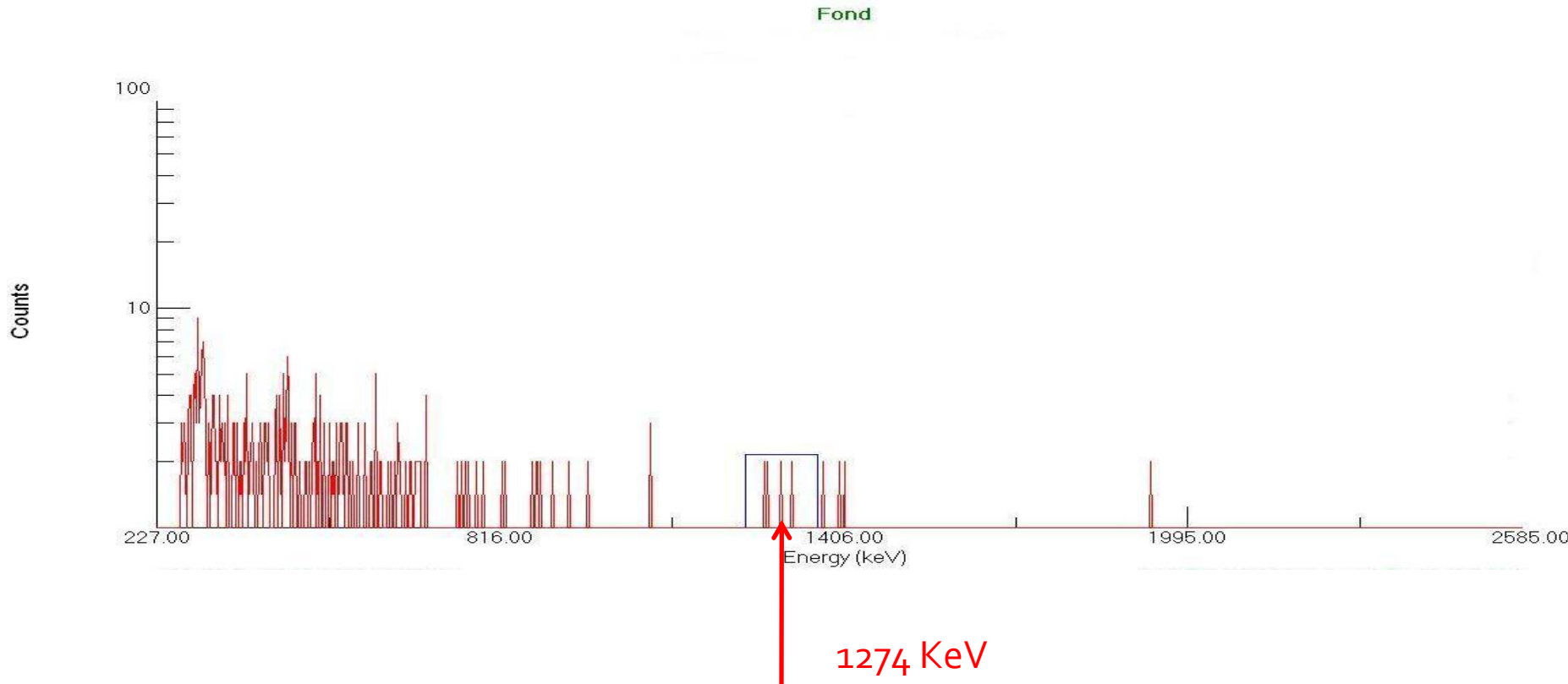
Determinarea activității sursei de ^{22}Na - date experimentale



Determinarea activității sursei de ^{22}Na - date experimentale



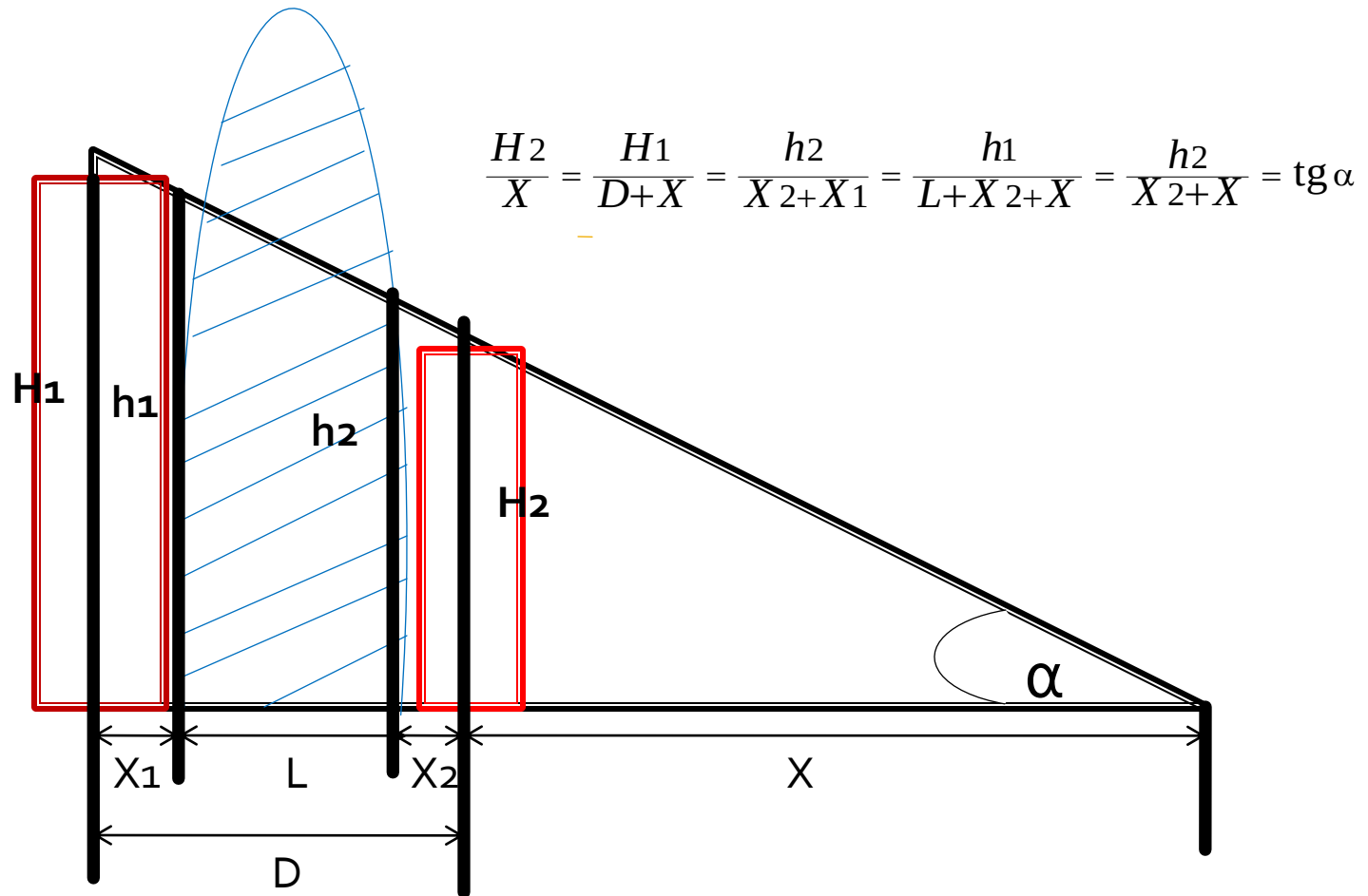
Determinarea activității sursei de ^{22}Na - date experimentale



$$R_{\text{fond}} = 19 \text{ counts}/600 \text{ s} = 0,03 \text{ counts/s}$$

$$R_{\text{Na}} = 9531 \text{ counts}/600 \text{ s} = 15,85 \text{ counts/s}$$

Determinarea activității sursei de ^{22}Na - date experimentale



Determinarea activității sursei de ^{22}Na – date experimentale

Laboratorul de Metrologie al Radionuclizilor
Certificat de Etalonare 11680 (1.07.2009)

Sursă	$\Lambda(t_0)$ (kBq)	$\sigma_{\Lambda(t_0)}$ (kBq)
^{137}Cs	21,3	0,6
^{60}Co	35,8	1,1
^{152}Eu	47,9	0,9

X-Ray and Gamma-Ray standards for Detector Calibration
IAEA TECDOC-109

Sursă	$T_{1/2}$ (ani)	E_γ (keV)	I_γ
^{137}Cs	30,17	661,657(3)	0,8499(20)
^{60}Co	5,27	1332,492(4)	0,999826(6)
^{152}Eu	13,51	1408,013(3)	0,2085(9)
^{22}Na	2,602	1274,537(3)	0,9994(14)

Legea dezintegrării radioactive

$$\Lambda(t) = \Lambda(t_0) \cdot e^{-\lambda(t-t_0)}$$

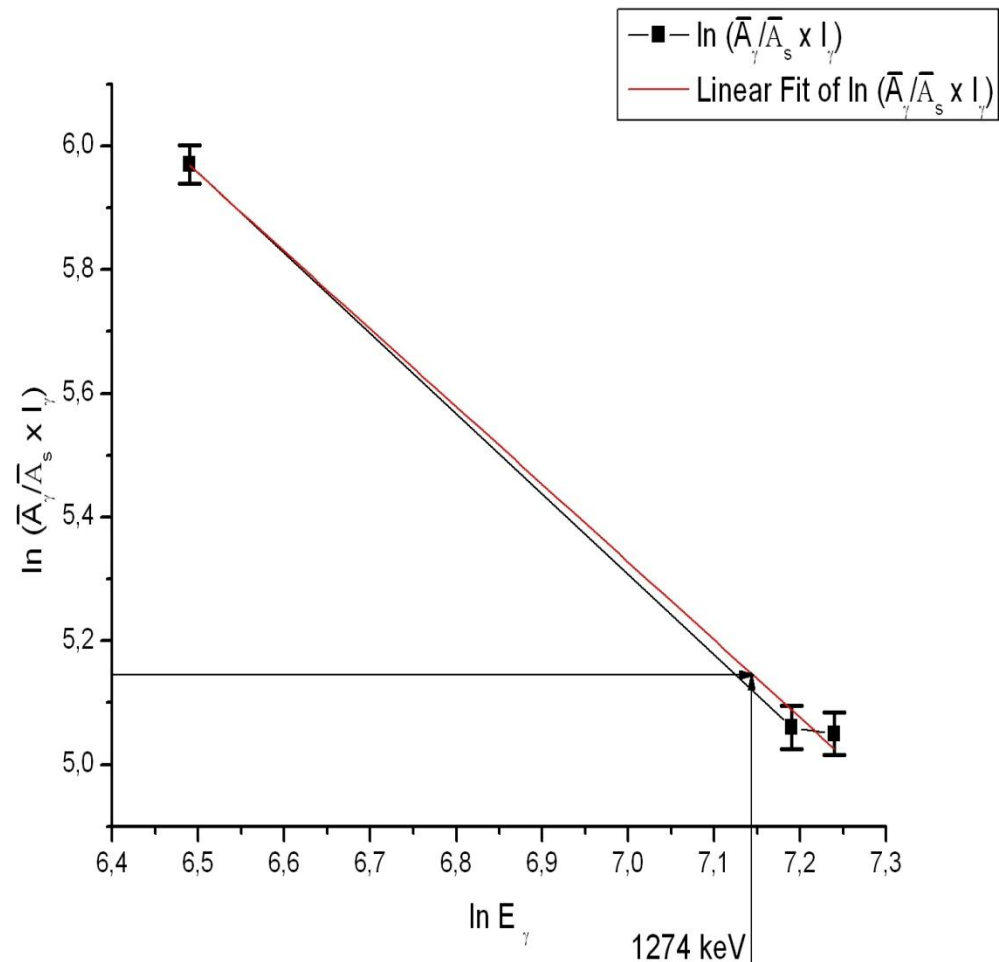
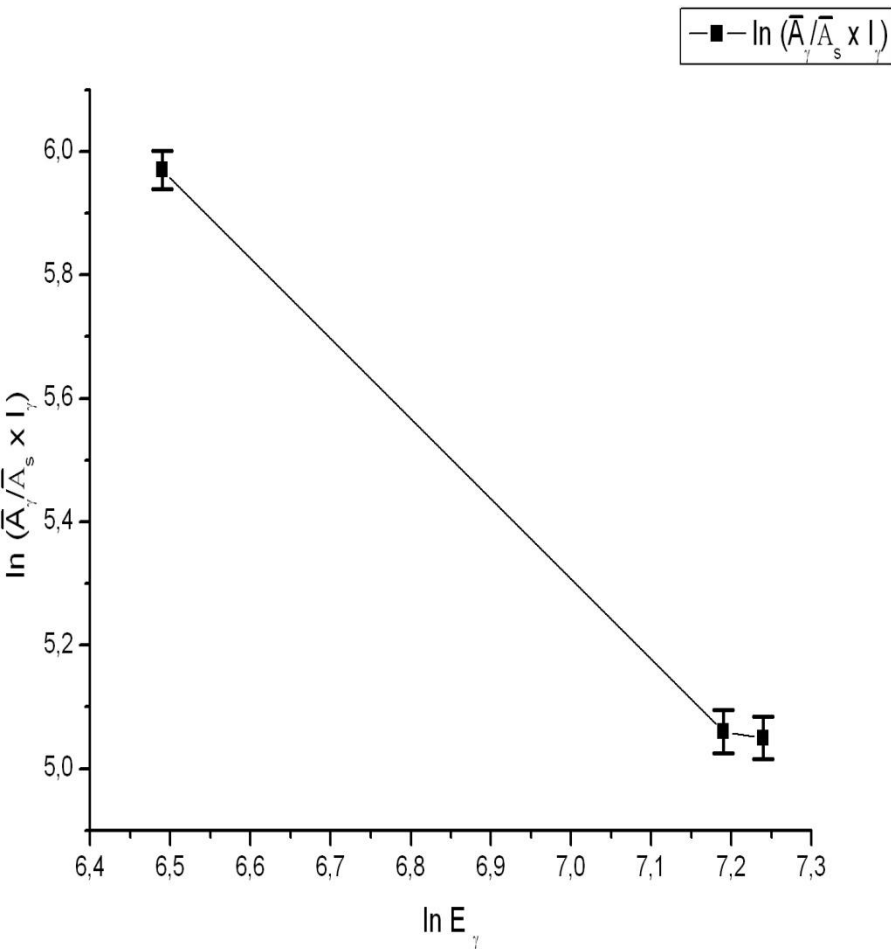
unde $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$

Determinarea activității sursei de ^{22}Na - rezultate

Distribuție Poisson $\longrightarrow \sigma = \sqrt{\bar{A}_\gamma}$

E_γ (keV)	$\ln E_\gamma$	Sursa	$\bar{A}_S$ (kBq)	$\sigma_{\bar{A}_S}$ (kBq)	$\bar{A}_\gamma$ (counts)	$\sigma_{\bar{A}_\gamma}$ (kBq)	$\bar{A}_\gamma / (\bar{A}_S \cdot I_\gamma)$ (counts/kBq)	$\sigma_{\bar{A}_\gamma / \bar{A}_S}$ (counts/kBq)	$\ln(\bar{A}_\gamma / \bar{A}_S \cdot I_\gamma)$	$\sigma_{\ln(\bar{A}_\gamma / \bar{A}_S)}$
661	6,49	^{137}Cs	15,74	0,44	6186	78	393,01	12,05	5,97	0,03
1332	7,19	^{60}Co	16,10	0,48	2556	50	158,65	5,66	5,06	0,04
1408	7,24	^{152}Eu	7,38	0,13	1156	34	156,63	5,36	5,05	0,03

Determinarea activității sursei de ^{22}Na - rezultate



Determinarea activității sursei de ^{22}Na - rezultate

^{22}Na

$T_{1/2}$	E_γ (keV)	$\ln E_\gamma$	I_γ	$\overline{A}_\gamma$ (counts)	$\sigma_{\overline{A}_\gamma}$	$\ln(\overline{A}_\gamma/\overline{\Lambda}_S)$	$\sigma_{\ln(\overline{A}_\gamma/\overline{\Lambda}_S)}$	$\overline{\Lambda}_S$ (kBq)	$\sigma_{\overline{\Lambda}_S}$	$\overline{\Lambda}_{0S}$ (kBq)	$\sigma_{\overline{\Lambda}_{0S}}$
2,602	1274	7,14	0,9994	8977	94,74	5,15	0,03	51,93	1,35	259,49	6,75

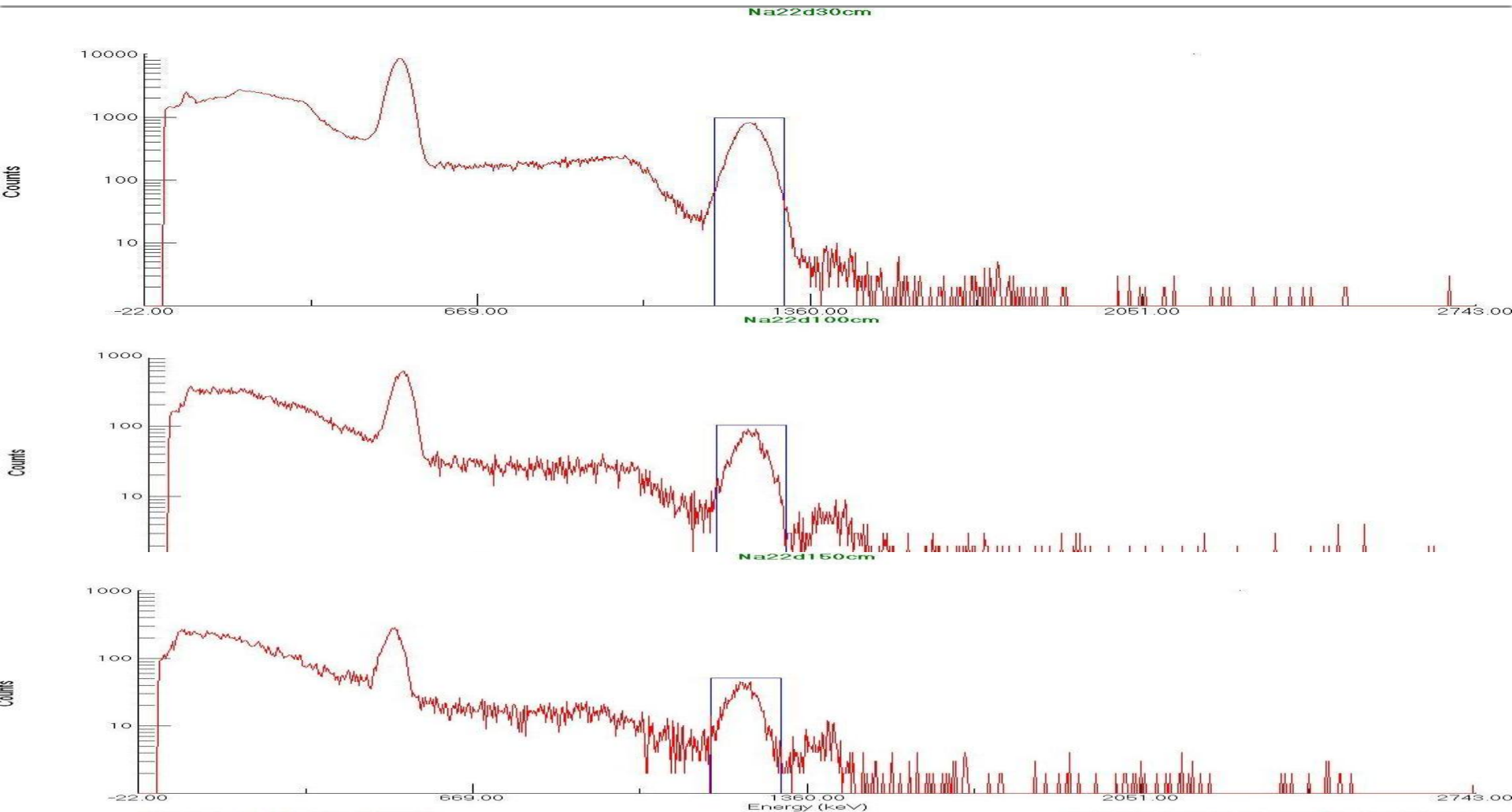
Activitate estimată de producător

6 μCi

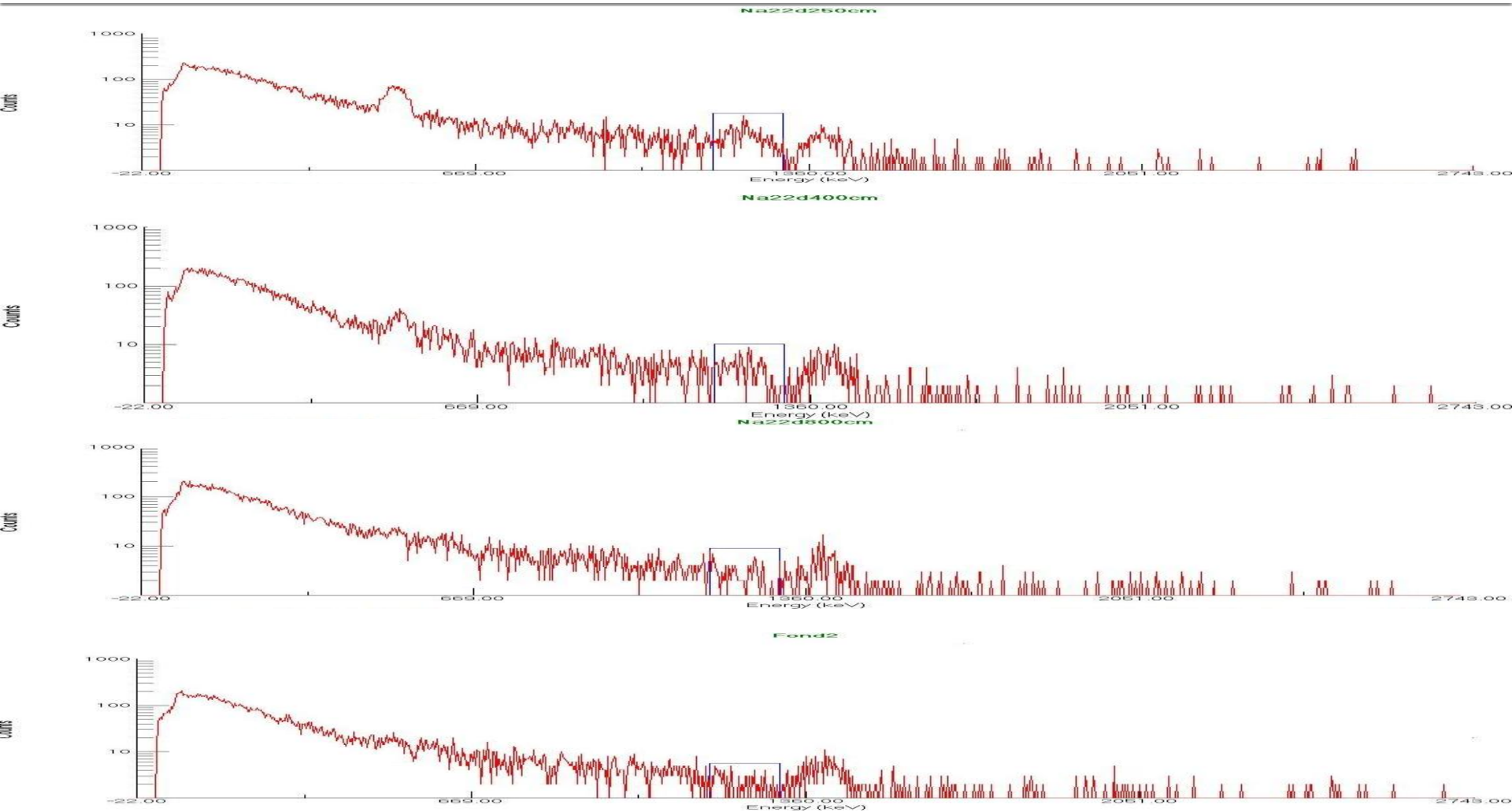
Activitate reala măsurată cantitativ în
laboratorul LaMAR

7,01 $\pm$ 0,18 μCi

Determinarea pragurilor de decizie statistică - date experimentale



Determinarea pragurilor de decizie statistică - date experimentale

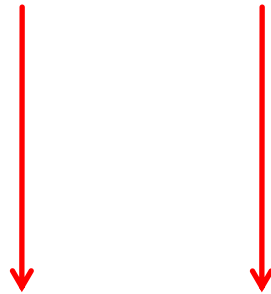


Determinarea pragurilor de decizie statistică - rezultate

- L_c - este numărul net de evenimente (counts) semnificativ?
 - $L_c = 2,33 \sqrt{A_B}$ (Gilmore G., 2008)
- L_D - care este numărul minim de evenimente ce poate fi detectat cu precizie?
 - $L_D = 2,71 + 4,65 \sqrt{A_B}$ (Gilmore G., 2008)

Determinarea pragurilor de decizie statistică - rezultate

- $A_B = 106$ counts (în 1 800 s)



$L_c = 24$ counts

$L_D = 51$ counts

Concluzii

- Valoarea estimată calitativ de producător, de 6 μCi a activității sursei de ^{22}Na este ușor eronată, dovedită prin măsurătorile cantitative efectuate în laboratorul LaMAR.
- Valoarea activității sursei de ^{22}Na a fost determinată ca fiind $7,01 \pm 0,18 \mu\text{Ci}$
- Am constatat că limita critică (L_c), limita deasupra careia putem fi siguri că un count net este valid are valoarea de 24 counts. folosind incinta de fond redus din LaMAR
- Limita de detecție (L_D), pragul care ne oferă cu o probabilitate de 95% ca un eșantion de evenimente să fie valid, a fost calculat ca fiind de 51 counts folosind incinta de fond redus din LaMAR
- Incinta de fond redus din cadrul laboratorului LaMAR are o capacitate mare de ecranare a radiatilor ionizante, fondul măsurat fiind aproape imperceptibil în interiorul acesteia, fiind potrivită pentru efectuarea viitoarelor experimente de spectrometrie gamma .

VA MULTUMESC PENTRU ATENȚIE!