

Lab. 2. Determinarea radionuclidului, a activității, și a adâncimii la care este îngropată o sursă

Problema

Dozimetrul personal al unui inspector indică un nivel ridicat de radiații într-o parcare. Inspectorul izolează sursa de radiații ca fiind localizată în beton. Un spectru al sursei este măsurat cu un detector 40% HPGe (high-purity germanium) care este amplasat direct deasupra locului cu activitatea cea mai ridicată. Detectorul este amplasat la 2 cm deasupra betonului. Cu ajutorul unei gropi amplasate în apropiere se estimează că betonul are o grosime de 4 cm. Nu a fost înregistrat nici un spectru al fondului și nici nu s-au efectuat măsurători pentru a utiliza $1/r^2$ pentru determinarea adâncimii sursei.

Spectrul măsurat cu ajutorul detectorului HPGe se găsește în fișierul `buried_source_40%_HPGe.n42` și este prezentat în Figura 1.

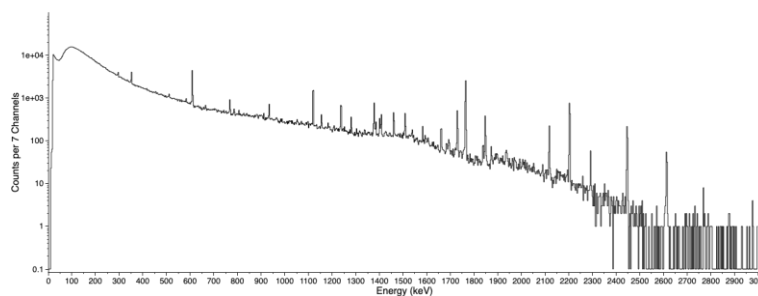


Figura 1

Se poate porni de la următoarele premise:

- Betonul are o densitate a suprafeței 2.3 g/cm^2 și un număr atomic efectiv de 11.3.
- Solul are un conținut de apă de 35%, o densitate a suprafeței de 1.6 g/cm^2 și un număr atomic efectiv de 9.8.
- InterSpec are inclusă în baza de date valori ale ecranării pentru beton și sol umed (35%).
- Pentru detector se poate utiliza DRF (detector response function - funcția de răspuns a detectorului) „HPGe 40%” inclusă în fișierul N42.
- Pentru alte programe, se poate presupune că detectorul are un diametru de 6,6 cm și o eficiență intrinsecă dată de ecuația: $\exp(-2.0333 - 0.657987 * \ln(x) + 0.0331352 * \ln(x)^8 - 0.176174 * \ln(x) - 0.077921 * \ln(x); + 0.010443 * \ln(x) < + 0.00134222 * \ln(x) =)$ (unde x este în MeV).

Se cer:

- Ce radionuclid conține sursa?
- La ce adâncime sub beton este aceasta îngropată?
- Care este activitatea sursei?

Indicii:

Hint:

- Se poate utiliza atenuarea diferitelor peak-uri caracteristice pentru determinarea cantității de sol dintre sursă și beton.
- Instrumentul InterSpec „Activity/Shielding Fit” permite utilizarea de materiale de ecranare diferite și selectiv poate potrivi grosimea acestora utilizând atenuarea relativă.

Rezolvare

Se deschide spectrul în InterSpec (Figura 2).

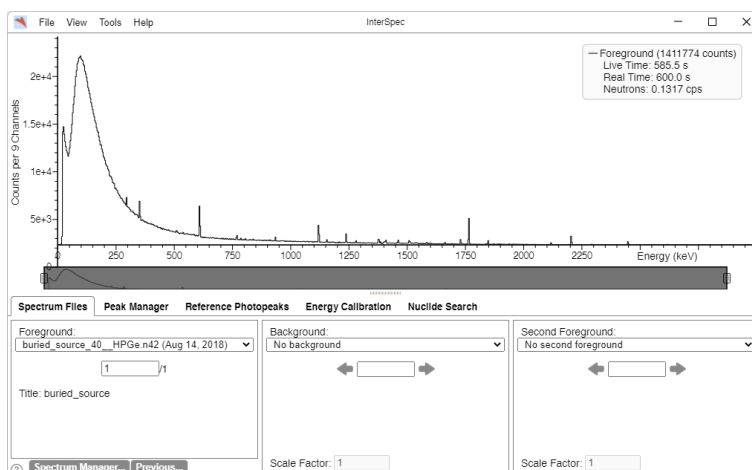


Figura 2

Utilizând funcția Peak Manager→Search for Peaks→Accept se identifică peak-urile din spectru (Figura 3).

Utilizând funcția Nuclide Search se identifică ce radioizotop este cel mai probabil în sursa găsită (Figura 4). Algoritmul de căutare indică cu probabilitatea cea mai mare Rn-222 (profile 0.82), Ra-226 (profile 0.82) și Th-230 (profile 0.82) (Figura 4). Dintre acestea, ținând cont că radonul este gaz, probabilitatea cea mai mare este ca radionuclidul să fie Ra-226.



Figura 3

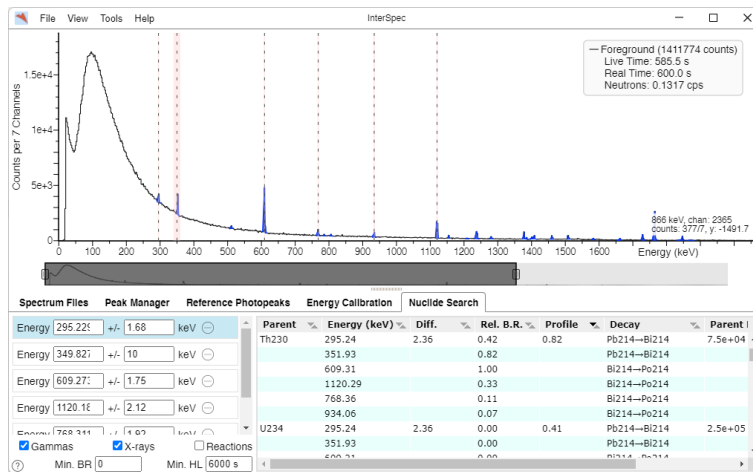


Figura 4

În meniul Reference Photopeaks se încarcă spectrul de referință al radiului 226 (Figura 5).

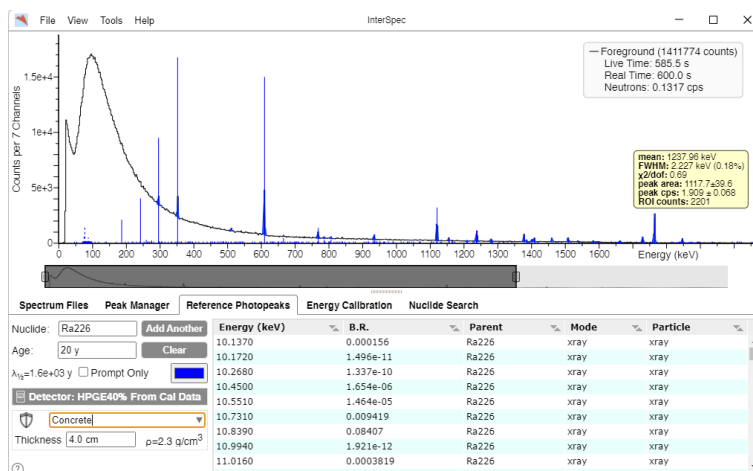


Figura 5



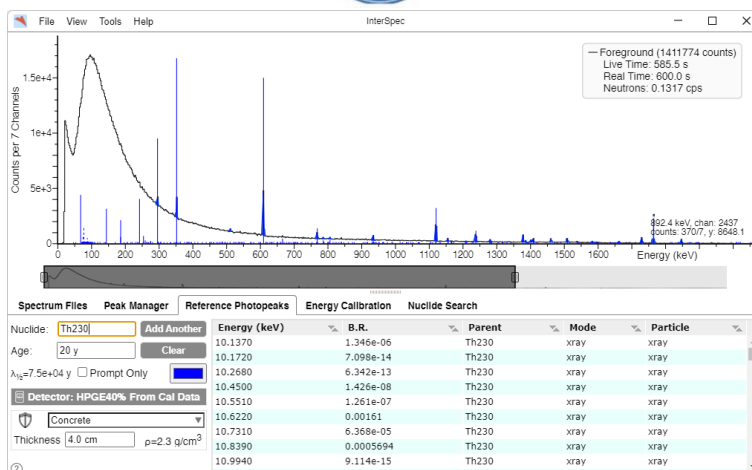


Figura 6

Spectrul de referință al Th-230 ar trebui să prezinte mai multe linii intense cu energii mai mici (Figura 6). Din aceste considerente se va utiliza ca referință Ra-226.

În meniul Peak Manager se vor șterge peak-urile identificate inițial și se vor căuta din nou utilizând peak-urile de referință pentru Ra-226 (Figura 7).

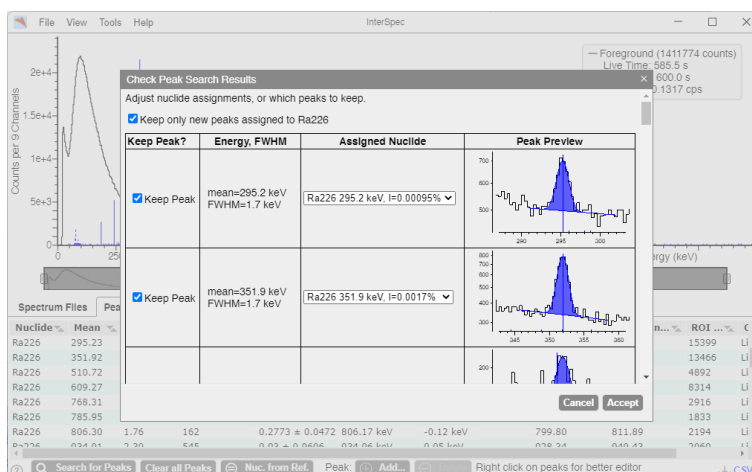


Figura 7

Se observă că toate peak-urile sunt corespund într-adevăr Ra-226, cu excepția celui de la 2614.4 keV.

Pentru calculul activității sursei se va accesa meniul Tools→Activity/Shielding Fit (Figura 8). În partea din dreapta sus se vor adăuga materialele care ecranează de la butonul Add Shielding: Material. Grosimea stratului de beton se va considera 4 cm. Grosimea stratului de sol sub care este sursa va fi căutată (se bifează Fit) deoarece este necunoscută utilizând o valoare arbitrară pentru distanța detector sursă de 100 cm.

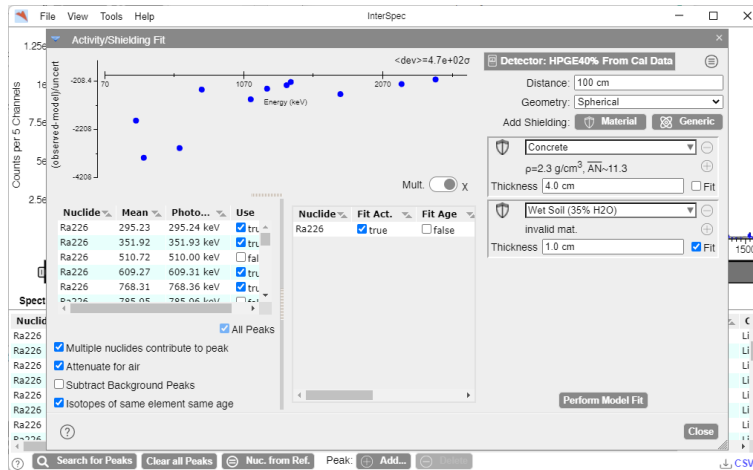


Figura 8

Din calculele efectuate rezultă că sursa este îngropată sub 24,10 cm de sol (Figura 9).

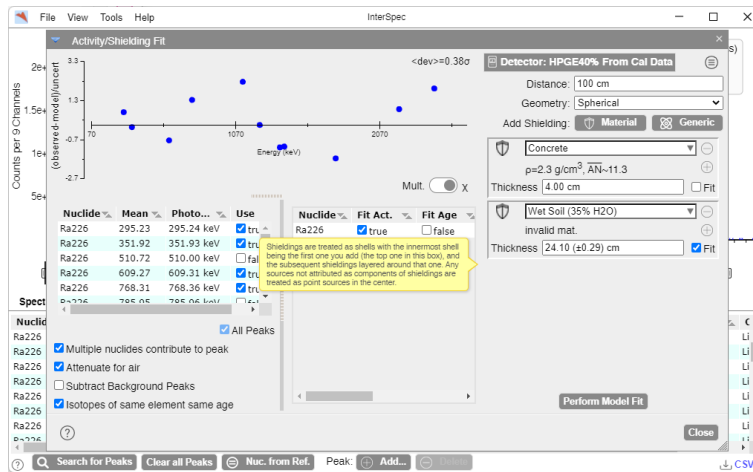
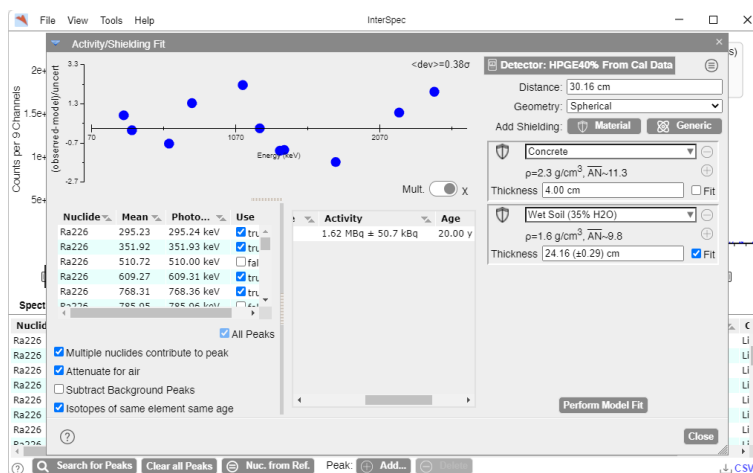


Figura 9



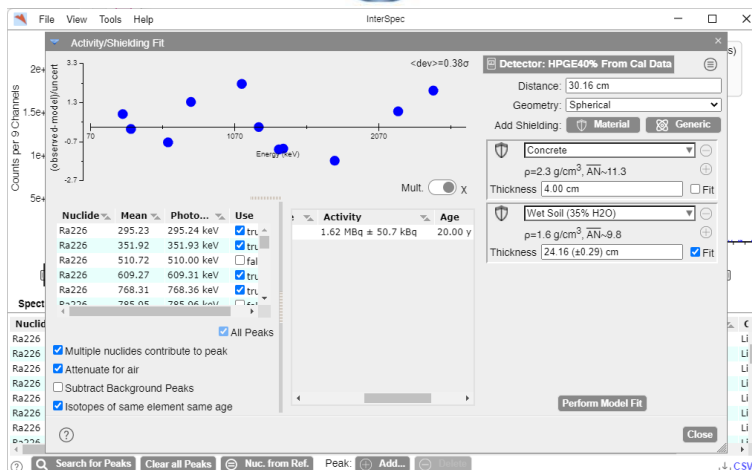


Figura 10

Deoarece distanța a fost detector-sursă a fost întâi stabilită arbitrar, după introducerea valorii calculate pentru sol rezultă o valoare de 30.16 cm ținând cont și de distanța detector-beton (Figura 10). Cu această valoare, la sursa îngropată activitatea este 1,62 MBq.

Pentru transformarea unităților de măsură programul dispune de instrumentul Tools→Units Converter (Figura 11).

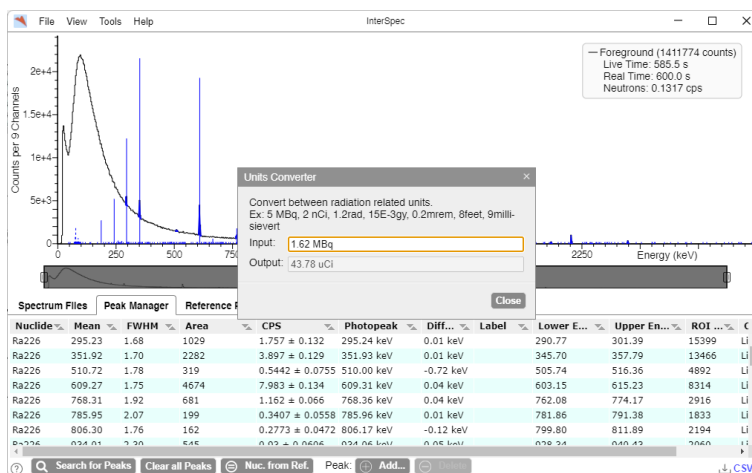


Figura 11

Pentru sursa din problemă, activitatea în μCi este de 43,78.

Programul poate furniza și informații despre radionuclizi cu ajutorul instrumentului Tools→Nuclide Decay Information. Pentru sursa din problema acestea sunt prezentate în Figura 12 și Figura 13.

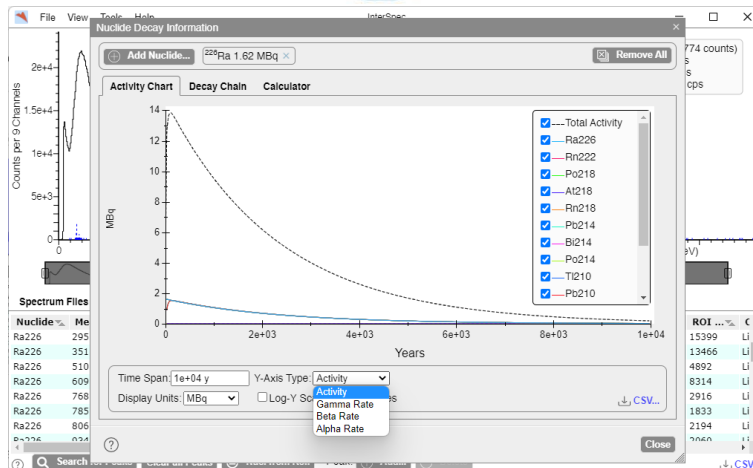


Figura 12

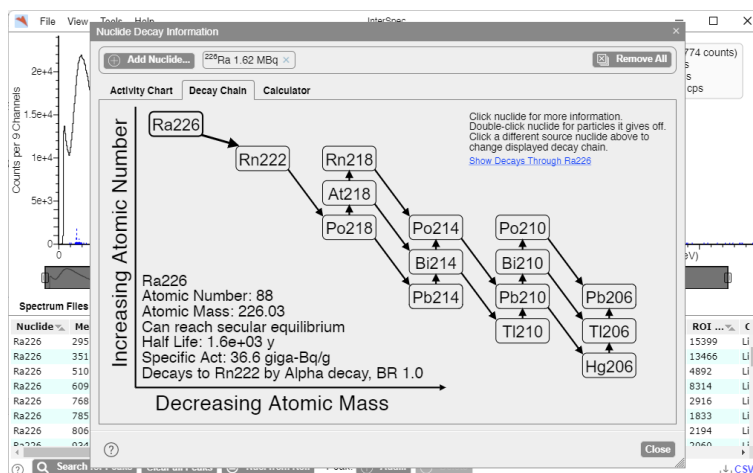


Figura 13

De asemenea, cu acest instrument se poate calcula activitatea și conținutul unei surse după o anumită perioadă de timp (Figura 14).

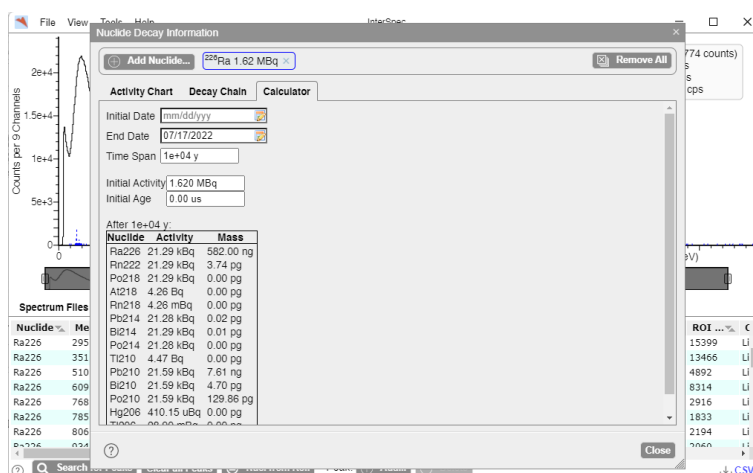


Figura 14