

Spektrometrija žarkov γ s scintilacijskim spektrometrom

Martin Šifrar

3. januar 2022

8.1 Naloga

1. Ojačene signale iz scintilacijskega detektorja si poglej na osciloskopu. K poročilu priloži sliko zaslona ali pa skico signalov.
2. S pomočjo dveh črt γ iz ^{22}Na z energijo $E_1 = 0.51 \text{ MeV}$ in $E_2 = 1.277 \text{ MeV}$ umeri energijsko skalo scintilacijskega spektrometra in izmeri energijo črt iz ^{137}Cs in ^{60}Co . Pri analizi od izmerjenega spektra odštej spekter ozadja. 3. Izmeri energijsko ločljivost za vrh popolne absorpcije tako, da podatkom v okolici vrha prilagajaš gaussovo funkcijo. Izmeri ločljivost za vrhove pri različnih energijah - uporabi meritve spektrov ^{22}Na , ^{137}Cs in ^{60}Co . Ali se ločljivost spreminja z energijo?
3. Izračunaj izkoristek kristala za vrh popolne absorpcije (določi z izvorom ^{137}Cs).
4. Oцени energijo vrha povratnega sipanja.

8.2 Vprašanja

1. Razloži energijsko lego vrha fotonskega pobega, če ti je znan podatek, da so vezavne energije elektronov v atomu joda za K lupino 33.2 keV, za L_{III} in L_{II} pa 4.54 keV oziroma 4.85 keV.
2. Kako bi se kvalitativno spremenil spekter, če bi bil izvor γ 2 MeV v sredi zelo velikega kristala NaJ?
3. Če bi hotel dobiti iz fotopomnoževalke pozitiven signal, bi ga odvzel namesto iz anodnega upora iz zadnje dinode. Razloži zakaj! Ali bi bil signal manjši?
4. Ali lahko ozemliš pri fotopomnoževalki anodo namesto katode? Kakšne prednosti oziroma slabosti bi to povzročilo (pomni napetosti pri fotopomnoževalki gredo tudi do 2500 V!).
5. Oglej si tabelo energij žarkov pri razpadih različnih elementov (priloženo navodilom vaje). Ali lahko jasno identificiraš element, ki najbolj prispeva k spektru ozadja?

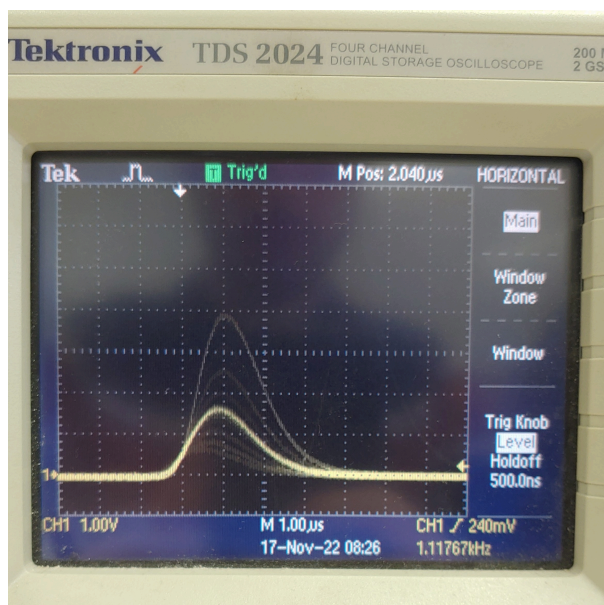
8.3 Meritve

Prvo pomerimo spekter z enokanalnim analizatorjem. Za vsak interval energije nastavimo spodnjo vrednost napetosti $U \propto E$, širina intervala pa stalno ostane 0.3 V. Izmerjen spekter predstavimo skupaj s kasneje pomerjenim spektrom na sliki 2. tako, da napetostni interval [1.5, 3.75] V preslikamo v energijski interval [511, 1277] keV.

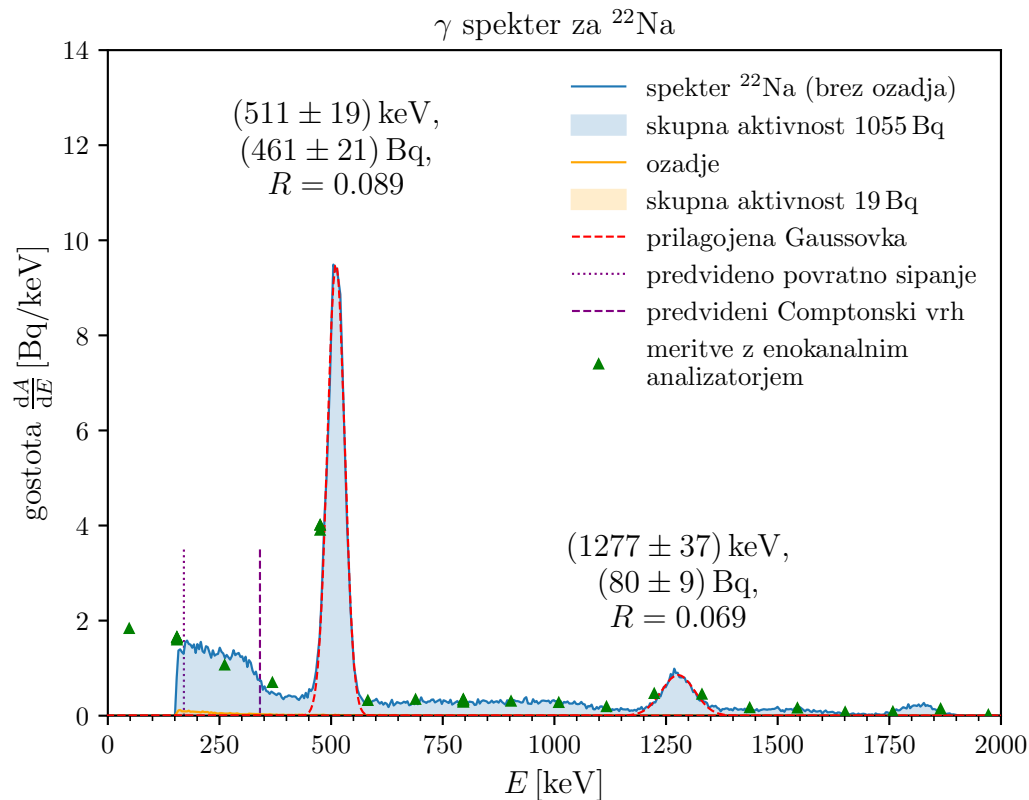
Spekter nato pomerimo še z večkanalnim analizatorjem, ki sledi vsem energijskim (napetostnim) intervalom hkrati (slike 2, 3). Pomerimo tudi spekter ozadja, ki ga kasneje odštejemo od izmerjenih spektrov. Za lažje primerjanje gledamo gostoto aktivnosti, izračunamo jo tako, da število sunkov delimo s časom (*livetime*) in z dolžino energijskega intervala. Na posamezne fotovrhove prilagodimo Gaussove oblike

$$f(x) = \frac{A_0}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\frac{x-\mu}{\sigma^2}},$$

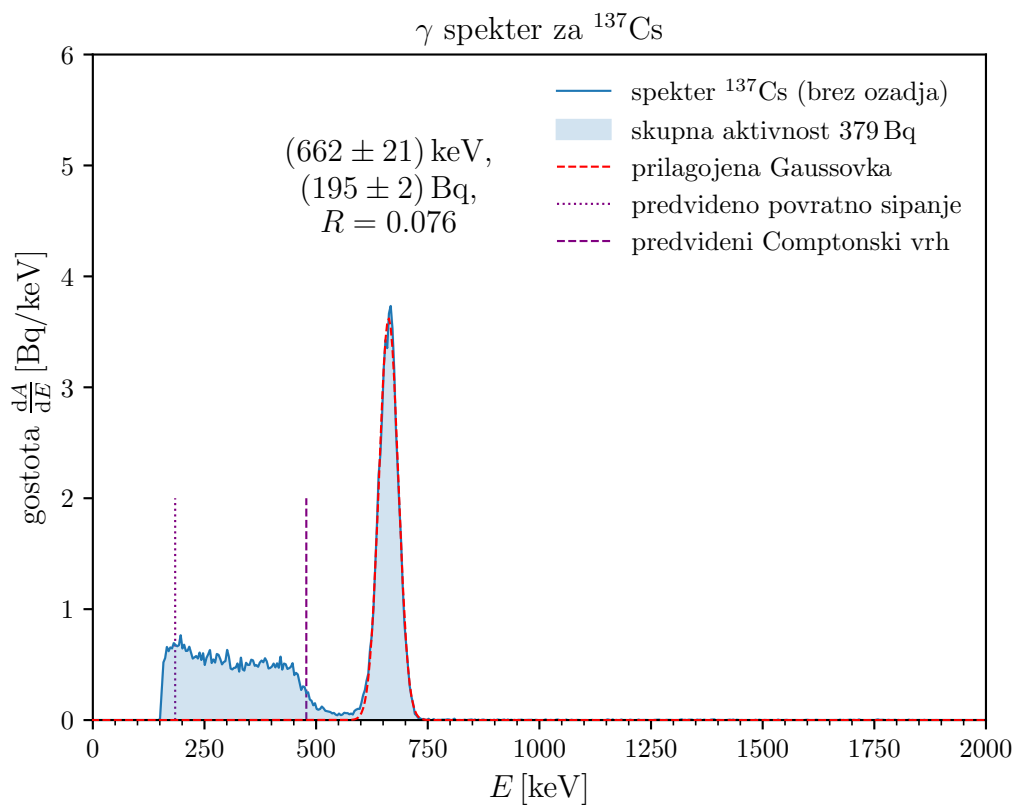
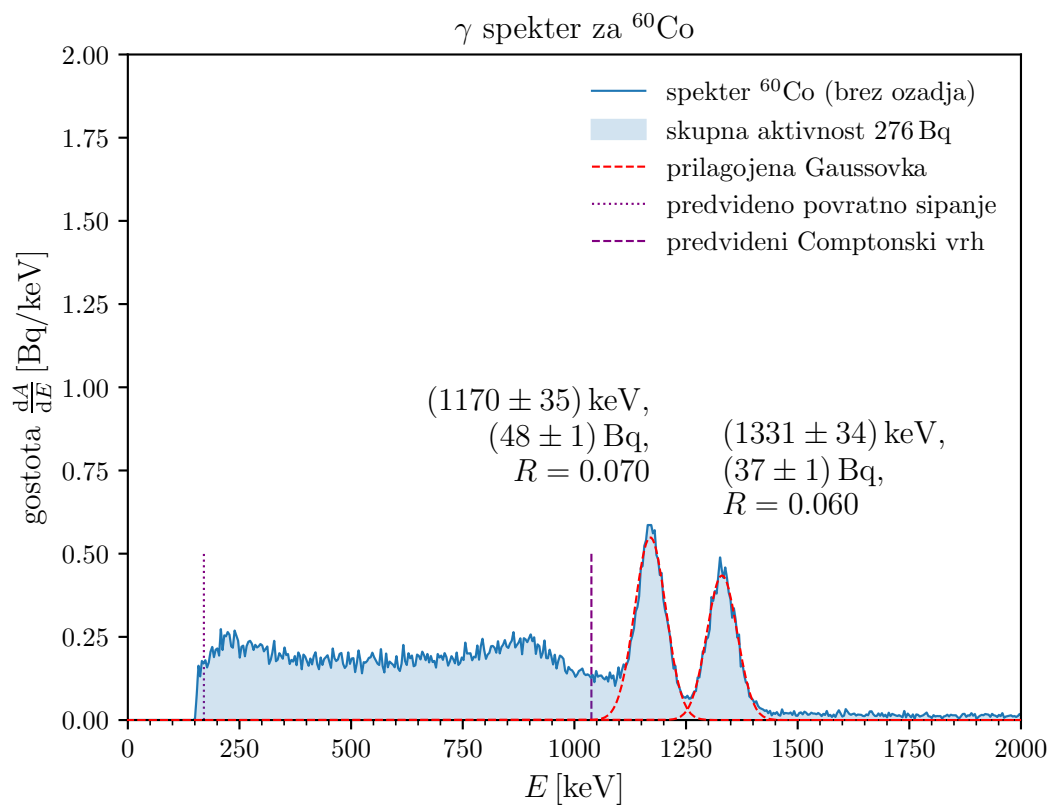
katerega površina predstavlja zaznano aktivnost tega fotovrha. Vse tako izračunane aktivnosti so predstavljene na slikah 2, 3. Za vzorec ^{137}Cs poznamo začetno aktivnost 9250 Bq, izmerjeno 9 ± 0.25



Slika 1: Signali, sunki iz scintilacijskega detektorja na osciloskopu. Amplituda sunka je sorazmerna z energijo elektrona. Jasno vidimo, da je ena izmed energij mnogo bolj zastopana kot ostale. V nadaljnjih meritvah to pogostost kvantificiramo kot spekter.



Slika 2: Spekter zaznanih elektronov za ^{22}Na , izražen kot gostota aktivnosti.



Slika 3: Spekter zaznanih elektronov za ^{60}Co in ^{137}Cs , izražen kot gostota aktivnosti.

mesecev nazaj. Če primerjamo polovico¹ te aktivnosti s površino fotovrha v 3, izračunamo, da je učinkovitost našega detektorja

$$\eta = (5.2 \pm 0.1) \%.$$

Za vse energije gamma fotonov izračunamo še predvidene položaje Comptonskega *backscattering* vrha in jih prikažemo na 2, 3.

¹Pokrijemo prostorski kot 2π .