

## **GAMAbeta 2007 – souprava pro pokusy z jaderné fyziky**

*PETER ŽILAVÝ*

*Katedra didaktiky fyziky, MFF UK Praha*

Pro demonstraci základních jevů z oblasti jaderné fyziky a ochrany před ionizujícím zářením se dnes na školách v ČR téměř výhradně používá souprava Gamabeta, jejíž výroba byla ale před několika lety ukončena. Příspěvek představuje současný stav jejího připravovaného nástupce - soupravu GAMAbeta 2007.

### **Úvod**

Pro demonstraci elementárních jevů z oblasti jaderné fyziky na základní či střední škole existuje pouze málo učebních pomůcek. Na školách v ČR se pro přímou demonstraci některých vlastností záření beta a gama a základních způsobů ochrany před tímto zářením (čas, vzdálenost, stínění) zatím téměř výhradně používá souprava Gamabeta dodávaná do škol v rámci vzdělávacího programu společnosti ČEZ, a.s. Výroba této soupravy však byla již před několika lety ukončena.

V tomto článku je představen připravovaný nástupce této soupravy (s názvem "GAMAbeta 2007") reflektující jak současné technologie, tak i nové požadavky učitelů fyziky (možnost počítačem podporovaného experimentu přes standardní rozhraní USB, rozšíření možností počítání impulsů atd.). Souprava GAMAbeta 2007 vzniká ve spolupráci s autorem původní soupravy Gamabeta, jednotlivé součásti nové soupravy jsou slučitelné (zaměnitelné) se součástmi původní soupravy.

### **Souprava GAMAbeta 2007**

Souprava se skládá z následujících částí: školní zdroj záření ŠZZ GAMA, detektor, čítač impulsů (včetně propojovacích kabelů), soubor absorpčních destiček z různých materiálů, demonstrační stativ, plastový kufřík a návod k použití (včetně příslušných certifikátů a prohlášení).

Souprava umožňuje provádět mimo jiné tyto experimenty:

- ukázka existence přírodního pozadí (kosmické záření, radioaktivita prostředí)
- vliv vzdálenosti od zdroje záření na detekovaný počet částic (demonstrace ochrany vzdáleností)
- vliv doby expozice na detekovaný počet částic
- vliv tloušťky a materiálu stínící bariéry na počet detekovaných částic (demonstrace ochrany stíněním)
- demonstrace nahodilosti (statistické povahy) děje radioaktivní přeměny
- měření vlastností zdroje záření (vyzařovací diagram).

## Školní zdroj záření ŠZZ GAMA

Klíčovou součástí soupravy je zdroj záření ŠZZ GAMA. Je osazen radionuklidovým zářičem  $^{241}\text{Am}$  kruhového tvaru o průměru 8 mm a aktivitě 30 kBq, který produkuje záření  $\gamma$  o energii 60 keV a záření  $\alpha$  o energii 5,44 MeV a 5,49 MeV (výstupu záření  $\alpha$  ze ŠZZ GAMA je však zabráněno). Parametry zářiče (aktivita, geometrie...) byly zvoleny tak, aby (i vzhledem k přírodnímu pozadí) bylo možné v poměrně krátkém čase dostupném v hodině fyziky pro fyzikální experiment prokazatelně demonstrovat například závislost počtu částic registrovaných detektorem za jednotku času na vzdálenosti od zdroje záření či na tloušťce a materiálu stínící bariéry apod. Je použit stejný radionuklidový zářič, jako byl v původní soupravě Gamabeta.



Školní zdroj záření ŠZZ GAMA je typově schválen (09/2007) Státním úřadem pro jadernou bezpečnost pro použití v rámci výuky fyziky pro demonstrační účely, žákovské experimenty a laboratorní práce studentů.

### Mechanické uspořádání školního zdroje záření

Základ mechanické sestavy ŠZZ GAMA tvoří duralové „tělo“, v jehož horní části je umístěn zářič  $^{241}\text{Am}$  kruhového tvaru. Horní část „těla“ je překryta otočnou mosaznou hlavicí (clonou) opatřenou dvěma otvory (pro získání více nebo méně kolimovaného „svazku“ částic – viz obrázek), která také umožňuje uzavření (zakrytí) samotného zářiče po ukončení měření. Clona je opatřena pružnou západkou (4 polohy) pro zajištění správné polohy otvorů clony vůči samotnému kruhovému zářiči i pro zajištění poloh, kdy je zářič „uzavřen“.



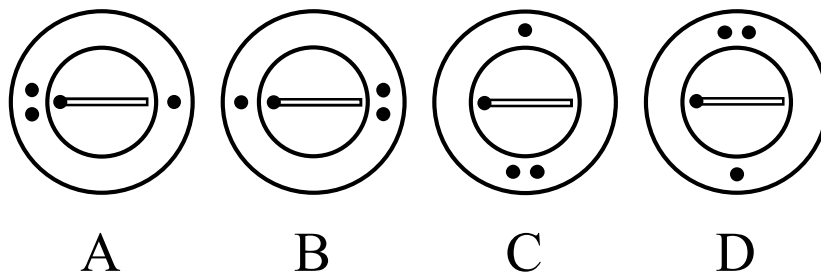
Fotografie zdroje záření ŠZZ GAMA bez ochranného plastového potahu. Na obrázku vlevo je vidět v otvoru clony radionuklidový zářič kruhového tvaru.

Clona je překryta plastovým ochranným potahem odstíňujícím složku alfa záření vycházející z použitého zářiče  $^{241}\text{Am}$ . Potah současně slouží i jako mechanická ochrana proti nahodilému rozebrání či poškození zářiče.

Spodní část „těla“ ŠZZ GAMA umožňuje jeho pohodlné a stabilní zasunutí do stativu s otvory např. pro měření závislosti počtu částic registrovaných detektorem na vzdálenosti od zdroje záření. Nově je také doplněna možnost našroubování tyčového nástavce pro umístění školního zdroje záření do standardního laboratorního stojanu či optické lavice.

### Označení polohy zářiče a otvorů clony

Umístění zářiče v těle ŠZZ GAMA je vyznačeno značkou (tečkou) na jeho horní části. Dvě značky vedle sebe na hlavici (cloně) označují polohu otvoru pro rozptýlený svazek, jedna značka pak polohu otvoru pro kolimovaný svazek částic. Hlavici je možno natočit do čtyř aretovaných poloh: A - rozptýlený svazek částic, B - kolimovaný svazek částic, C a D - poloha uzavřeno.



### Detektor

Základem detektoru je Geiger-Müllerova trubice SBM-20, která je napájena z „vnitřního“ zdroje napětí 400 V. Celý detektor je napájen 9 V destičkovou baterií. Detektor akusticky a opticky indikuje zachycenou částici. K jeho výstupu je možné připojit čítač impulsů.

### Čítač impulsů

Další součástí soupravy je čítač impulsů z výstupu detektoru. Je opatřen velkým maticovým displejem s možností podsvícení, který zobrazuje počet načítaných impulsů, čas a popis tlačítek se zvýrazněním aktuální volby.

Uživatel má možnost výběru ze třech režimů čítání: 10 s, 100 s a nekonečno. Volba režimu se provede stiskem tlačítka vedle příslušného označení na displeji (viz obrázek – zvolen režim nekonečno).

V případě režimů 10 s a 100 s čítač počítá impulzy po zvolenou dobu od stisku tlačítka START/STOP, na displeji se zobrazuje čas do ukončení čítání. Ukončení doby čítání přístroj oznámí zvukovým signálem. Po odečtení hodnot je pak možno čítač vynulovat tlačítkem *Nul*.

V případě režimu *nekonečno* přístroj počítá impulzy od stisknutí tlačítka START/STOP do jeho opětovného stisknutí. Displej v tomto režimu zobrazuje čas od začátku čítání. Po odečtení hodnot je pak možno čítač opět vynulovat tlačítkem *Nul*.



Čítač je napájen 6-ti „tužkovými“ akumulátory (lze použít i klasické „tužkové“ baterie AA) nebo přes síťový adaptér. Při použití síťového adaptéru se vložené akumulátory nabíjejí.

### Připojení čítače k PC

Čítač bude možno připojit k počítači přes standardní rozhraní USB (v době psaní příspěvku byl již připraven komunikační modul, vzniká software). Propojení s počítačem bude umožňovat:

- zobrazení údajů z čítače přes dataprojektor pro celou třídu při demonstračních experimentech
- ovládání čítače prostřednictvím počítače
- v režimu *nekonečno* možnost přenosu jednotlivých impulsů přímo do počítače (např. pro demonstraci a měření nahodilosti děje, studium rozdělení časových intervalů mezi jednotlivými impulsy atd.)
- možnost tvorby uživatelských aplikací

### Poděkování

Inovace a příprava soupravy GAMAbeta 2007 do výroby byla podporována z prostředků vzdělávacího programu ČEZ, a.s. „Svět energie“.

V případě zájmu o soupravu, její části či o další informace kontaktujte dodavatele:

RNDr. Peter Žilavý, Ph.D., Vítkova 1007, 390 01 Tábor,

e-mail: [zilavy@kdf.mff.cuni.cz](mailto:zilavy@kdf.mff.cuni.cz), tel: 602 822 831