

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Ralph A. Nobles

Detekce nabitých částic plynovými scintilačními počítači

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 2 (1957), No. 2, 210--213

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137284>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1957

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.

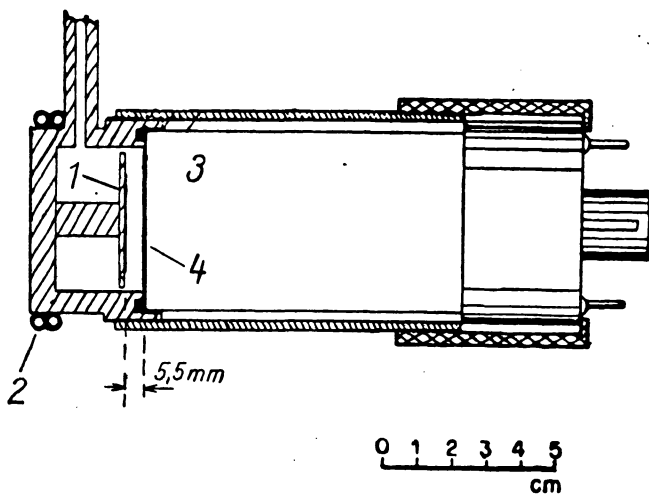


This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

## DETEKCE NABITÝCH ČÁSTIC PLYNOVÝMI SCINTILAČNÍMI POČITAČI\*)

Plynové scintilační počítače se začaly používat k detekci nabitých částic v řadě laboratoří koncem roku 1954. Plynový scintilační počítač se skládá z plynové komůrky, do které přichází ionisující částice, a fotonásobiče, který zachycuje na fotokathodu světlo ze vzniklých scintilací. Protože vzniklé scintilační spektrum nespadá do oboru největší citlivosti fotonásobiče, nanáší se před fotokathodu vrstva (t. zv. posouvač vlnové délky), která má tu vlastnost, že absorbuje vzniklé scintilační spektrum a emituje spektrum v oboru největší citlivosti fotonásobiče. Plynové počítače mají obecně několik výhod jako na příklad velkou strmost čela pulsů, lineární závislost výšky pulsů na energii a poměrně malou citlivost k záření  $\gamma$ .

Schema plynového počítače je znázorněno na obr. 1. Používá se fotonásobiče, který má krátké náběhové doby a nedává dodatečné parazitní pulsy. Jako »posouvač vlnové« délky se hodí buď kvarterní fenyl nebo tetrafenylbutadien. Tyto látky jsou napařovány ve vakuu na stěnu fotonásobiče v místě fotokathody. Používané scintilační látky jsou vzácné plyny jako argon, krypton a xenon. Tyto látky mají tu nevýhodu, že jsou citlivé na nečistoty, které zmenšují výšky pulsů. Nečistoty jsou pravděpodobně zaviněny buď plyny, které okludují



Obr. 1

na stěnách komůrky, nebo výpary těsnící hmoty a »posouvače vlnové délky«. Tyto nečistoty lze částečně odstranit snížením teploty počítače.

Počítač uvedený na obr. 1 byl použit ke studiu relativních výšek pulsů v závislosti na náplni a k určení vlivu vrstvy kvarterního fenylu na výšku impulsu.

\*) Výtah z práce Ralph A. Noblese z Los Alamos Ss. Lab. — (Foto Fr. Kundrát.)

Jako zdroj záření byl použit  $U^{234}$ , který byl nanesen na folii umístěné 5,5 mm od čela fotonásobiče. Na čelo fotonásobiče byla napařena vrstva kvarterního fenylu (tloušťka  $30 \mu g/cm^2$ ). Tlak plynu se pohyboval v rozmezí 3,7—4,8 mm/Hg. Výšky pulsů bylo nutno korigovat, protože doběh částic  $\alpha$  v těchto plynech je různý: v argonu (7,5 mm), v kryptonu (5,2 mm) a v xenonu (4 mm).

V tabulce I. jsou uvedeny některé výsledky. Nebyly brány v úvahu změny způsobené různými vzorky náplně a vliv tloušťky napařené vrstvy.

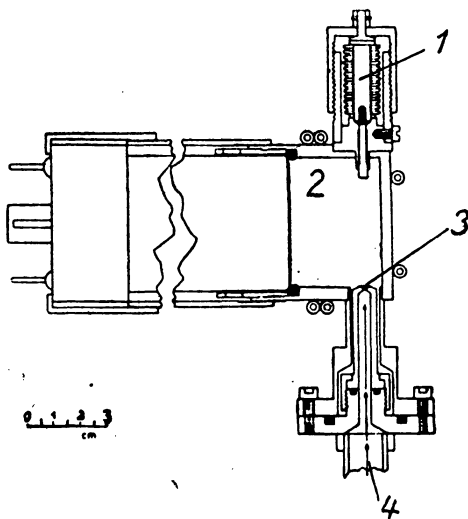
Tabulka I.

Scintilační plyn	Posouvač vlnové délky	Opravená relativní výška pulsu
Argon	Kvaterní fenyl	1,76
Krypton	"	4,85
Xenon	"	17,50
Argon	žádný	<0,15
Krypton	"	0,34
Xenon	"	1,12

Tetrafenylbutadienové nánosy mají výhodu v tom, že se nemusí napařovat, protože lze je formovat do tenkých folií, které se připevní na čelo fotonásobiče. Naproti tomu však není tato látka stálá na vzduchu jako kvaterní fenyl.

Počítač, který je znázorněn na obr. 1, byl používán ke studiu náběhových dob pulsů z xenonu excitovaného částicemi  $\alpha$  z  $U^{234}$ . Jako »posouvač vlnové délky« byla použita destička z kvaterního fenylu tloušťky  $37 \mu g/cm^2$ . Dynody fotonásobiče (RCA 6342) byly připojeny na zdroj pulsů »sedlového« tvaru, čímž se dosáhlo lepších náběhových dob pulsů a snižuje se proudové nasycení. Potenciální rozdíl mezi jednotlivými elektrodami byl 175 voltů. Potenciální rozdíl mezi kathodou a první dynodou byl 375 voltů a mezi desátou dynodou a anodou 260 voltů. Fokusační elektroda měla napětí stejné jako první dynoda. Celkové napětí bylo 2400 voltů a výška výstupních pulsů na zatěžovacím odporu 171 ohmů byla 50 voltů. Náběhová doba pulsů byla asi 3,5 m $\mu$  sec. Tato náběhová doba je omezena samotným fotonásobičem.

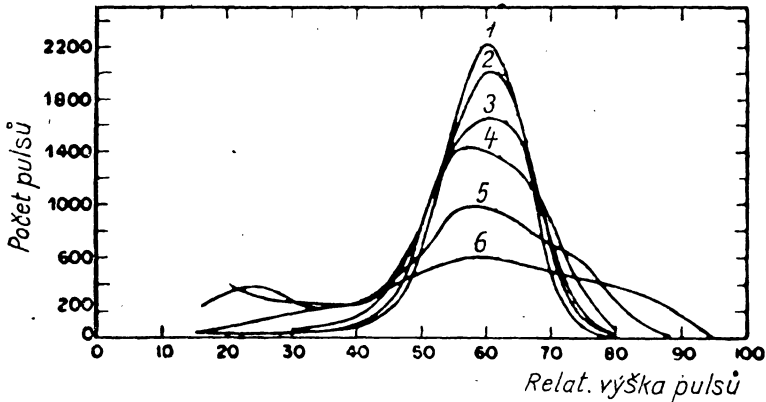
Měření výšky pulsů v závislosti na energii bylo provedeno v uspořádání znázorněném na obr. 2. Monoenergetické částice  $\alpha$  vcházely do počítače niklovým okénkem (tloušťka 0,00013 cm). Do počítače byl zabudován zdroj částic  $\alpha$  ( $Pu^{239}$ ), který se dal použít k cejchovním účelům. Z provedených měření vyplývá, že výšky pulsů jsou téměř nezávislé na délce dráhy excitující



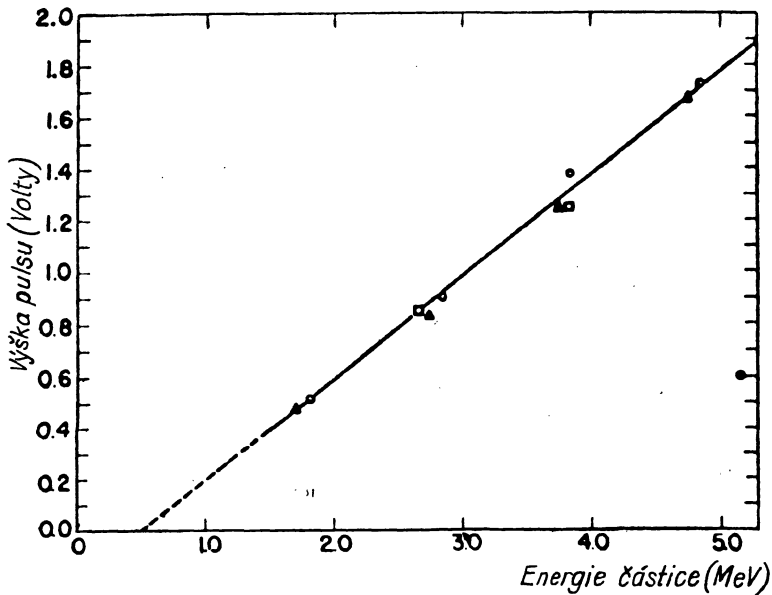
Obr. 2

částice. Tato měření byla provedena pomocí kalibračního zdroje při různém tlaku plynu v počítači. Tlak plynu byl měněn tak, aby doběh částic se pohyboval mezi 4–13,5 mm. Obr. 3. znázorňuje závislost počtu pulsů na relativní výšce pulsů. Z obrázku je vidět, že poloha maxim zůstává přibližně ve stejné poloze.

Na obr. 4. je uveden zdroj znázorňující závislost výšky pulsu (ve voltech) na energii částice pro scintilační počítač plněný xenonem. Přesnost, s jakou jsou určeny body pro protony a deuterony, je asi 3%, pro heliové ionty asi 6%. Extra-



Obr. 3



Obr. 4

polovaná přímka protíná vodorovnou osu v bodě odpovídající energii asi 500 keV. V případě pevných nebo kapalných scintilačních látek se tato okolnost vysvětluje nasycením; to znamená, že množství vycházejícího světla se stává více nelineárním s rostoucí hustotou ionisace. V případě plynné scintilační látky nenastává nasycení. Je to možno pozorovat z toho, že body odpovídající protonům, deuteronům a heliovým iontům leží všechny na jedné přímce. Není prozatím jasné, proč přímky protínají osu v kladné hodnotě energie.

Tento typ počítače má řadu výhodných vlastností, které by bylo možno použít při konstrukci teleskopických aparatur. Dále je možno použít počítač k detekci několika velkých pulsů v přítomnosti intenzivního pozadí malých pulsů — na příklad při počítání štěpných jevů v látkách s velkou aktivitou  $\alpha$ . Vzhledem k velké linearitě by bylo možno použít tohoto druhu počítače pro spektroskopii nabitých částic.

*Výňatek z práce Ralph A. Noblese z Los Alamos Sc. Lab. — Foto: Fr. Kundrát.*

*Aleš Fořt*

## CHARAKTERISTIKY SCINTILAČNÍCH LÁTEK\*)

Článek se zabývá převážně jen scintilačními látkami a scintilacemi, které jsou způsobeny vysokoenergetickými částicemi. Scintilační látky jsou seřazeny podle chemické podobnosti.

Rozborem scintilačního procesu si objasníme zákony, jimiž se řídí spektrální rozložení a časovou závislost emise ultrafialových nebo viditelných fotonů, které vznikají při absorpci vysoceenergetické nabitě částice scintilační látkou. Při většině případů, se kterými se setkáváme v nukleární fyzice, se energie částic spotřebuje na excitaci elektronů a na ionisaci v absorpční látce. Přitom vznikají všechny možné excitované stavy včetně ionisace s přebytkem kinetické energie. To je způsobeno přebytečnou energií dopadající částice. Vznik různých primárních excitovaných stavů je hlavně určen silou oscilátorů při přechodech ze základního stavu. V monoatomárním plynu při nízkém tlaku na příklad následuje při excitaci emise spektrálních čar příslušejí různým přechodům z excitovaných k nižším nebo základním stavům. Látky kapalně nebo tuhé ukazují při ozáření rychlými částicemi nepatrnou luminiscenci. Přitom spektra těch látek, které účinně scintilují, ukazují na to, že nastává jeden, nanejvýš několik přechodů z nižších excitovaných stavů do základního stavu. Je možno celkem říci, že scintilační zjevy jsou variací fluorescenčních zjevů, kde excitace jsou způsobovány polem pohybujícího se náboje.

Je ovšem mnoho faktorů, které značně komplikují celý scintilační proces. Harrison (1) ve svých výpočtech ukázal, že fluorescence excitované v benzenu jsou mnohem větší, než by se dalo předpokládat při přímé excitaci nabitou částicí. V tomto případě (a pravděpodobně i v mnoha případech jiných) hlavní část fluorescence, excitovaných částicemi vzniká degenerací vyšších energetických stavů na ty stavy, kde nastává fluorescence. Částice, která způsobí excitaci (přímo nebo nepřímou) do stavu fluorescence může též mít vliv na proces emise. Tento vliv může mít příčinu výlučně v lokálních jevech, jako je chemická disociace, zahřívání, elektrická pole a vzájemné zhášení sousedních excitovaných molekul.

\*) Zpracováno podle článku K. Swanka, Annual Reviews of Nuclear Science.