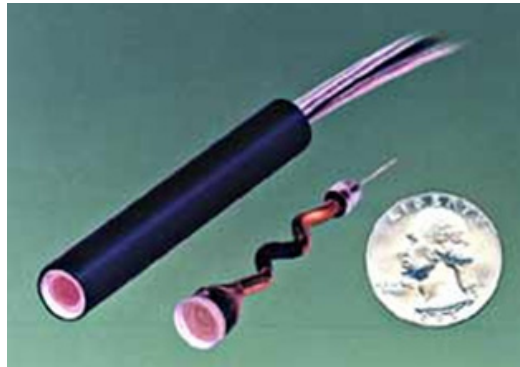
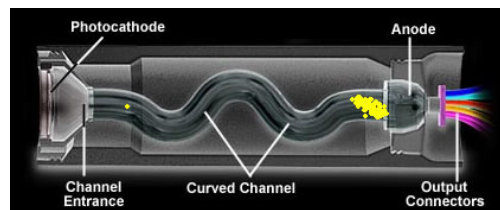


Klasické kanálové fotonásobiče - CPM



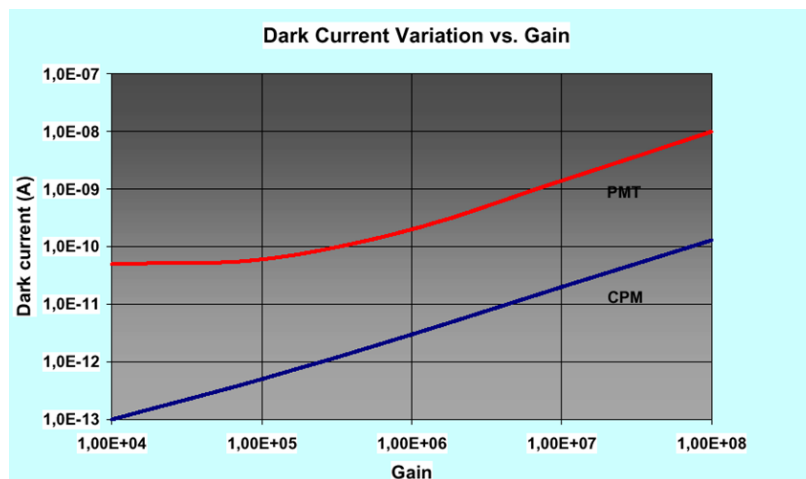
Kanálové fotonásobiče, anglicky **Channel Photo Multiplier**, reprezentují nový design tradičně používaného fotonásobiče, anglicky označovaného **Photo Multiplier Tube**.

Kanálové fotonásobiče jsou unikátní robustní detektory se semitransparentní fotokatodou napařenou na vnitřní straně vstupního sklíčka fotonásobiče. Fotony, které dopadají na tuto semitransparentní fotokatodu, vybudí elektrony, které vlivem potenciálu dále putují do zakřiveného kanálu. Pokaždé když elektron narazí na vnitřní stěnu zakřiveného kanálu, dojde k jeho znásobení (viz obr 1.). Míra násobení je přímo úměrná potenciálu, tedy napětí, které na kanálový fotonásobič přivádíme. Kanál je navržen tak, aby při průchodu elektronu došlo k maximálnímu možnému počtu kolizí se stěnou kanálu.



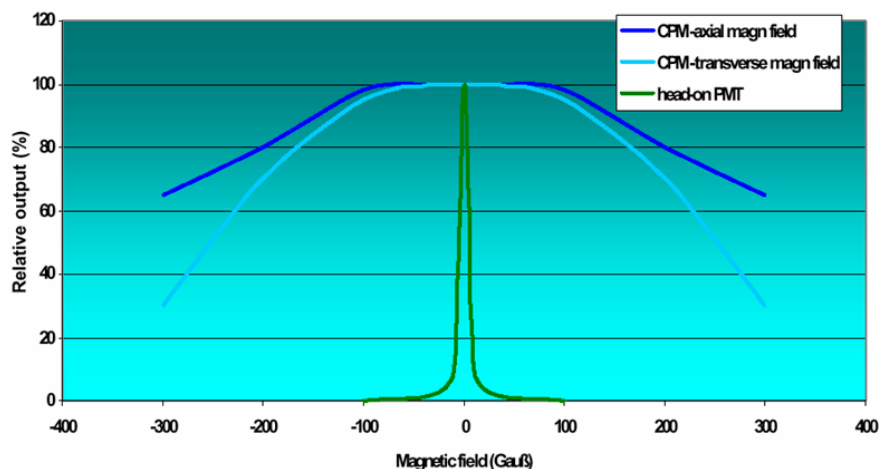
Obr. 1.: Princip CPM. Odkaz na animované funkční schéma: www.bas.cz/cpm.php

Tento nový revoluční design přináší řadu technologických a analytických výhod. Konstrukce CPM umožňuje detekovat každý dopadající foton, a CPM tak mají zcela výjimečnou **citlivost** při zachování enormně **širokého dynamického rozsahu** a **linearity**. Spolu se **zesílením v řádu až 10^9** jsou CPM předurčeny jak pro analýzy stopových koncentrací, tak pro analýzu běžných koncentrací a referenčních prvků. Velmi důležitým parametrem u všech fotonásobičů je **temný proud**, tedy signál z fotonásobiče bez dopadajících fotonů. Obecně platí, že temný proud musí být co nejnižší, a to zejména u stopových koncentrací, protože čím nižší je temný proud, tím nižší jsou dosahované limity detekce. Na obr. 2 je uveden graf srovnání temných proudů CPM a PMT. Je nutné podotknout, že CPM má až **3x nižší temný proud než PMT**. Proto CPM umožňují měřit ještě nižší koncentrace než PMT.



Obr.2.: Porovnání temného proudu klasického PMT a kanálového CPM fotonásobiče

U každého fotonásobiče je důležitá jeho **stabilita** a **odolnost vůči elektromagnetickému rušení**. Zatímco klasický fotonásobič PMT již při mírném elektromagnetickém poli vykazuje významnou ztrátu citlivosti, a tedy i stability. Fotonásobiče CPM jsou proti těmto běžným vlivům imunní. Na obr. 3 je uveden graf srovnání citlivosti fotonásobičů CPM a PMT na magnetickém poli.



Obr. 3.: Srovnání citlivosti PMT a CPM na magnetickém poli. Osa X intenzita pole, osa Y relativní výstup z fotonásobiče.

Velkou výhodou CPM je jeho **kompaktní rozměr**. CPM je ve srovnání s PMT několikrát menší, a umožňuje tak optický systém spektrometru osazovat bez kompromisů. Do jednoho optického systému tak lze bezproblémově osadit potřebné množství fotonásobičů, aniž by bylo nutné vybírat kompromisní vlnové délky.

Je známé, že PMT v jiskrové spektrometrii mají životnost běžně přes 30 let. **Životnost CPM v jiskrové spektrometrii přesahuje se značnou rezervou hranici 60 let.**

Zajisté mnoho z Vás zná hmotnostní ICP spektrometry, tedy ICP-MS. V těchto spektrometrech jsou používány Channel Multiplier, které mají odlišný princip než CPM. Zásadní rozdíl je ten, že v ICP-MS na CM násobič dopadají ionty s vysokou kinetickou energií. Protože CM násobič nemá semitransparentní fotokatodu, která by dopadající ionty převáděla na elektrony, dochází tak k přímému kontinuálnímu bombardování kanálu ionty a značnému opotřebování napařené vrstvy CM násobiče.

Zatímco v ICP-MS dochází ke kontinuálnímu vystavení CM toku iontů, u jiskrového spektrometru dochází ke krátkodobému vystavení CPM fotonům, tedy fyzikálně zcela odlišným částicím s nižší energií. Navíc kanál CPM je oddělen fotokatodou, která převádí fotony na elektrony. CM násobič je tedy oproti CPM principiálně zcela odlišný detektor. V ICP-MS jsou CM násobiče používány tzv. „nadoraz“, zatímco v jiskrové spektrometrii je u CPM stále dostatečná rezerva. Obecně tedy nelze srovnávat životnost CM násobičů v ICP-MS spektrometrii s životností CPM v jiskrové spektrometrii.

Bezesporu zásadním parametrem každého detektoru je **rychlost odezvy** na dopadající částice. Fotonásobiče jsou obecně nesrovnatelně rychlejší a citlivější než prvky CCD. Tato rychlost fotonásobičů a zcela odlišný princip snímání vlnových délek umožňují použití technologie **Time Resolved Spectroscopy**, která dále zlepšuje analytické parametry jiskrového spektrometru. TRS zlepšuje jak **detekční limity**, tak samotnou **linearitu kalibračních křivek**. Popis technologie TRS přesahuje rámec tohoto článku.

Závěr

Kanálové fotonásobiče CPM jsou klasickými detektory světla s výbornými parametry a dlouhou životností. Jedná se o revoluční technologii s řadou výhod oproti tradičním PMT. CPM jako první v jiskrové spektrometrii začala používat firma Quantron ve spektrometrech Magellan a Columbus. Technologie TRS je pro spektrometry Quantron standardem. Díky CPM, novému designu a plně digitální elektronice tvoří Quantron mezi spektrometry High-End.

Více informací www.bas.cz a www.quantron.info.