



Detektory promieniowania jądrowego

Detekcja promieniowania jądrowego jest ściśle związana z jego oddziaływaniem z materią. W detektorach wykorzystuje się procesy fizyczne zachodzące w ośrodku do zarejestrowania cząstki lub kwantu promieniowania, określenia energii, kierunku przejścia. Do rejestracji promieniowania wykorzystuje się najróżniejsze **detektory** - metody i przyrządy do detekcji promieniowania jądrowego i innych rodzajów promieniowania jonizującego, jak promieniowanie X , γ , neutrony, protony itp. W detektorach wykorzystujących oddziaływanie danego rodzaju promieniowania z materią.

ZE WZGLĘDU NA SZYBKOŚĆ UZYSKIWANIA INFORMACJI ROZRÓŻNIA SIĘ TRZY RODZAJE DETEKTORÓW:

Detektory pasywne:

- Emulsje jądrowe
- Klische rentgenowskie
- Detektory luminescencyjne
- Detektory dielektryczne
- Detektory aktywacyjne
- Detektory chemiczne

-są stosowane do pomiaru silnego promieniowania
i w trudno dostępnych miejscach
(wewnątrz reaktorów jądrowych, przestrzeń kosmiczna)

Detektory aktywne:

- Detektory gazowe
- Detektory półprzewodnikowe
- Licznik scyntylacyjny
- Licznik Czerenkowa

Grupa pośrednia:

- detektory śladowe
(komora mgłowa,
komora, pęcherzykowa)

DETEKTORY GAZOWE: -LICZNIK GEIGERA – MÜLLERA

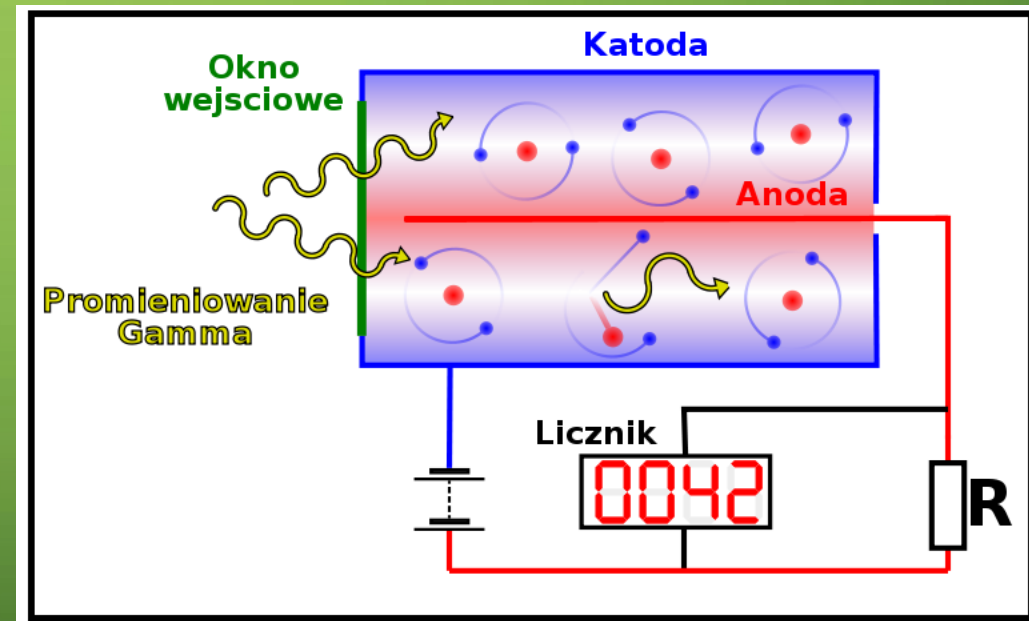
Licznik promieniowania jonizującego opracowany przez Hansa Geigera wraz z Walterem Müllerem w 1928 roku, służący do detekcji promieniowania jądrowego.

Ponieważ jonizacja gazów wewnątrz licznika zachodzi nie tylko w wyniku promieniowania alfa, ale także innych rodzajów promieniowania jonizującego (beta i gamma), toteż licznik Geigera zlicza w istocie niemal całkowity poziom czynników jonizujących w otoczeniu. Licznikiem Geigera można oceniać także liczbę fotonów światła i promieniowania rentgenowskiego, ale nie można nim badać bezpośrednio natężenia strumienia neutronów – cząstek niewywołujących jonizacji. Jednak istnieje rozwiązanie pomijające wspomnianą przeszkodę. Licznik taki albo wypełnia się wodorem (neutrony zderzają się z jądrami wodoru – protonami, powodując ich ruch), lub też otacza się folią kadmową.



BUDOWA LICZNIKA GEIGERA – MÜLLERA

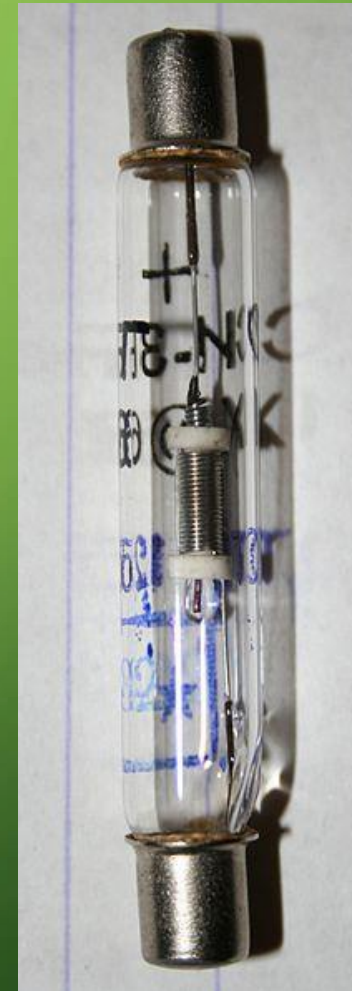
Konstrukcja licznika sprowadza się do szczelnego szklanego cylindra i umieszczonej w nim rury metalowej (z miedzi lub aluminium – na rysunku niebieskiej), która stanowi elektrodę ujemną – katodę. Przez środek rury katody przebiega cienki drut stanowiący elektrodę dodatnią – anodę (na rysunku czerwony). Cylinder szklany wypełniony jest mieszaniną gazów: ok. 90 % argonu lub innego gazu szlachetnego i ok. 10 % par alkoholu. Ciśnienie mieszaniny gazów w cylindrze wynosi kilkadziesiąt hektopaskali, a zatem znacznie mniej od atmosferycznego. Z elektronicznego punktu widzenia jest to zatem lampa gazowana podobna trochę do gazotronu albo gazowanej fotodiody z usuniętym elementem światłoczułym.



SCHEMAT DZIAŁANIA LICZNIKA GEIGERA – MÜLLERA

Elektrody muszą być spolaryzowane napięciem rzędu kilkuset woltów. Jeśli do wnętrza licznika trafi np. cząstka alfa, to wywoła jonizację atomów gazu wzdłuż swojego toru ruchu. Powstałe w wyniku jonizacji wolne elektrony i jony gazu przyspieszane są w polu elektrycznym, a następnie zderzają się z innymi atomami, powodując dalsze jonizacje i w efekcie wyładowanie lawinowe. Wyładowanie to objawia się w zewnętrznym obwodzie elektrycznym zamkniętym rezystorem R powstaniem impulsu napięcia, będącym skutkiem wychwytywania przez cylindryczną katodę jonów gazu. Impuls ten przez kondensator kierowany jest do układu pomiarowego. Czas trwania impulsu, wywołanego pojedynczą cząstką, tzn. czas upływający od chwili rozpoczęcia wyładowania lawinowego do jego wygaśnięcia, nazywany jest czasem martwym licznika. Istotne jest, aby był on jak najkrótszy. Wówczas możliwe jest odróżnienie od siebie kolejnych, szybko po sobie nadlatujących cząstek. Wpływ na to ma zarówno konstrukcja elektrod (ich wielkość i odległość od siebie), ciśnienie mieszaniny gazów, jak i skład tej mieszaniny: np. pary alkoholu tłumią wyładowania. Czas martwy przeciętnego licznika jest rzędu stu mikrosekund.

Za kondensatorem układ pomiarowy typowego licznika zawiera obwody zliczające pojawiające się impulsy i przekształcające je w sygnały dźwiękowe (trzaski – to najwcześniej stosowana wersja), błyski, albo na wskazania bądź to wskaźnika wychyłowego, bądź to wyświetlacza alfanumerycznego.



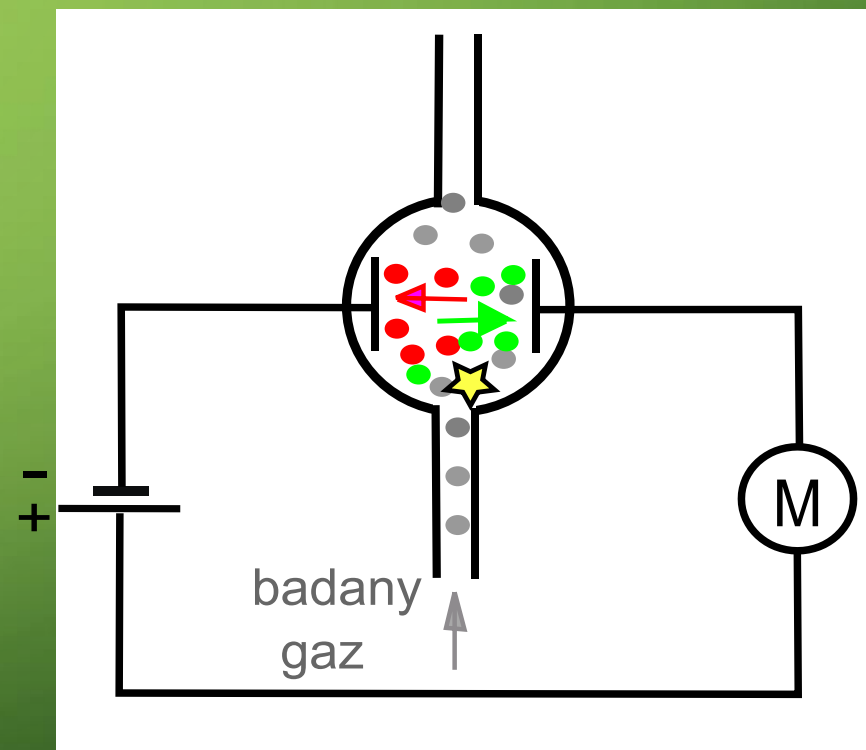
-KOMORA JONIZACYJNA

urządzenie do pomiaru i rejestracji promieniowania wywołującego jonizację gazu (promieniowanie jądrowe, promieniowanie rentgenowskie, cząstki elementarne). Komorami jonizacyjnymi nazywa się te detektory jonizacyjne promieniowania, w których ładunek zbierany na elektrodach powstaje jedynie w wyniku jonizacji przez rejestrowane cząstki (jonizację pierwotną).

W gazie wypełniającym komorę w wyniku promieniowania powstają jony oraz uwolnione elektrony, które pod wpływem pola elektrycznego elektrod wędrują do odpowiednich elektrod. Pomiar odbywa się poprzez pomiar prądu jonizacyjnego (komora prądowa) lub zliczania oddzielnych impulsów (komora impulsowa). Zastąpienie gazu w komorze cieczą (np. ciekły argon) lub ciałem stałym (półprzewodnik) umożliwia uzyskanie przy danym promieniowaniu większych sygnałów na elektrodach.

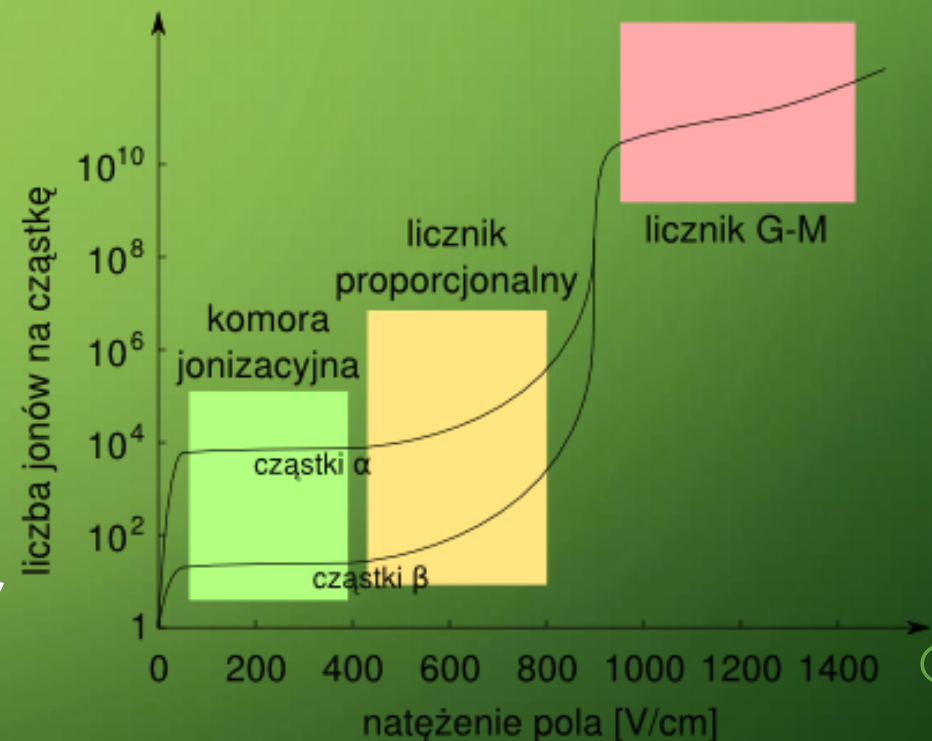
Występowanie w komorze tylko jonizacji pierwotnej odpowiada współczynnikowi wzmocnienia gazowego $A=1$.

Jednym z parametrów charakteryzujących komory jonizacyjne (i liczniki Geigera) jest długość plateau, czyli długość płaskiego odcinka charakterystyki prądowo-napięciowej komory, podana w woltach.



-LICZNIK PROPORCJONALNY

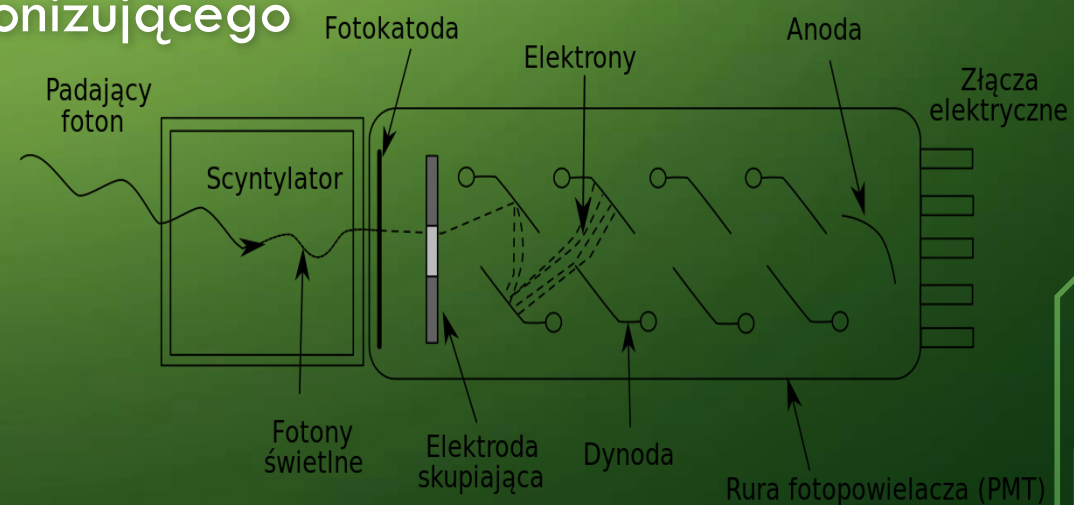
gazowy detektor promieniowania jonizującego pracujący w zakresie napięć, dla których występuje zjawisko wzmocnienia gazowego, czyli proporcjonalnego wzrostu ładunku docierającego do elektrody względem ładunku jonizacji pierwotnej. Zjawisko to występuje wokół anody wykonanej z cienkiego napiętego drutu, wokół którego wytwarzane jest silne pole elektryczne. Elektrony przyspieszane w polu elektrycznym osiągają energię wystarczającą do wywołania jonizacji wtórnej. Jeden elektron powoduje powstanie lawiny elektronów wtórnych, jonów dodatnich i pewnej liczby wzbudzonych atomów i cząsteczek. Maksymalna wartość współczynnika wzmocnienia zależy od właściwości gazu oraz od gęstości jonizacji pierwotnej, dla cząstek α jest to między 10^2 a 10^4 . W przypadku pojedynczych elektronów osiąga się wzmocnienia rzędu 10^6 .



-LICZNIK SCYNTYLACYJNY

Licznik scyntylacyjny jest detektorem promieniowania jonizującego, podczas przechodzenia przez scyntylator cząstki jonizującej wytwarzają jony i elektrony, które z kolei są źródłem emisji fotonów, obserwowanych w postaci błysków świetlnych, czyli scyntylacji.

Scyntylacja to zjawisko powstawania błysku świetlnego w wyniku przechodzenia promieniowania jonizującego przez niektóre substancje.



-LICZNIK CZERENKOWA

Działanie oparte na wykorzystaniu powstałego w ośrodku czynnym promieniowania Czerekowa; fotony tego promieniowania są ogniskowane, a następnie rejestrowane za pomocą czułych na pojedyncze fotoelektrony detektorów gazowych.

Promieniowanie Czerenkowa – promieniowanie elektromagnetyczne emitowane, gdy naładowana cząstka (np. elektron) porusza się w ośrodku materialnym z prędkością większą od prędkości fazowej światła w tym ośrodku. Fala elektromagnetyczna jest emitowana tylko w ściśle określonym kierunku leżącym pod kątem ostrym do kierunku ruchu cząstki. Nazwa tego typu promieniowania pochodzi od nazwiska rosyjskiego fizyka Pawła A. Czerenkowa, który opisał to zjawisko fizyczne.

Promieniowanie Czerenkowa można zaobserwować w reaktorach jądrowych. W wyniku reakcji zachodzących w reaktorze powstają wysokoenergetyczne, przenikliwe cząstki, które dostając się do wody będącej chłodziwem reaktora powodują powstawanie promieniowania Czerenkowa. W rezultacie woda dookoła rdzenia świeci na niebiesko. W Polsce można to zjawisko obserwować w reaktorze Maria w podwarszawskim Świerku.

-KOMORA PĘCHERZYKOWA

Komora pęcherzykowa, urządzenie służące do obserwacji śladów cząstek elementarnych (promieniowania jonizującego).

Budowa i działanie

Komora pęcherzykowa zbudowana jest z cylindra wypełnionego przezroczystą cieczą (np. wodorem, deuterem, helem w stanie ciekłym) skonstruowanego w taki sposób, aby szybko można było zmienić jego pojemność (np. przesuwając tłok zamykający komorę), wprowadzając w ten sposób daną ciecz w stan przegrzania - stan, w którym ciało występuje w stanie ciekłym mimo temperatury wyższej niż temperatura wrzenia tego ciała w stałym ciśnieniu. Cząstki jonizujące przelatujące przez przegrzaną ciecz pozostawiają po sobie ślad w postaci pęcherzyków pary.

Obecnie podstawową rolę w fizyce wysokich energii i fizyce jądrowej detektory, które pozwalają na szybką (10^{-7} - 10^{-9} s) detekcję cząstek, charakteryzują się krótkim czasem martwym (10^{-5} - 10^{-8} s) i umożliwiają elektroniczne przetwarzanie pierwotnego sygnału; takie detektory są zazwyczaj łączone w zespoły (zw. detektorami hybrydowymi) złożone z wielu typów detektorów do detekcji różnorodnych cząsteczek w szerokim obszarze energetycznym (np. ALEPH). Sygnały do współczynników układów detekcyjnych są z reguły analizowane za pomocą odpowiednio oprogramowanych komputerów.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Wykorzystane źródła:

www.pl.wikipedia.org

www.if.pw.edu.pl

www.nuclear.pl

Opracowane przez: Oskar Syncerz IIa