

## ROZDZIAŁ XII

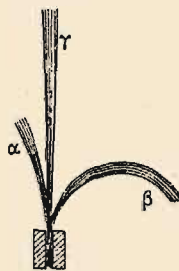
### WSTĘPNE WIADOMOŚCI O PROMIENIOWANIU CIAŁ PROMIENIOTWÓRCZYCH

#### § 64. Promienie $\alpha$ , $\beta$ i $\gamma$ . Oddzielanie promieni w polu magnetycznym. Przenikliwość.

Wkrótce po odkryciu radiopierwiastków, kilku uczonych stwierdziło jednocześnie, że istnieją trzy rodzaje promieni, które otrzymały nazwy promieni  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ : promienie  $\alpha$  są to promienie korpuskularne, niosące ładunek dodatni, promienie  $\beta$  utworzone z elektronów unoszą ładunek ujemny, promienie  $\gamma$  są natury elektromagnetycznej. Analiza promieniowania była oparta na badaniu absorpcji promieni i ich odchyłania się w polu magnetycznym<sup>1)</sup>.

Można oddzielić trzy rodzaje promieni działaniem pola magnetycznego, jak to pokazuje schemat przedstawiony na rys. 87. Wiązka promieni  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  pochodzących od ziarnka soli radowej jest ograniczona za pomocą małej rurki z ołowiu. Jeżeli promienie biegną w jednostajnym polu magnetycznym o dostatecznie wielkim natężeniu, prostopadłym do płaszczyzny rysunku i skierowanym od przodu do tyłu, to promienie  $\gamma$  nie ulegają odchyleniu, natomiast promienie  $\alpha$  są nieznacznie odchylone na lewo, promienie  $\beta$  zaś silnie zakrzywione na prawo.

Jeżeli radiopierwiastek lub grupa radiopierwiastków wysyła jednocześnie promienie  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ , to całkowita energia promieniowania  $\alpha$  jest na ogół znacznie większa od energii promieniowania  $\beta$  i  $\gamma$ . W komorze jonizacyjnej rozmiarów najczęściej używanych, w której promienie wychodzące ze źródła przebiegają w powietrzu kilka centymetrów zanim dosięgną ściany, obserwowana jonizacja jest prawie całkowicie następstwem absorpcji promieni  $\alpha$ , udział promieni  $\beta$  w jonizacji nie przekracza 1%, udział zaś promieni  $\gamma$  jest jeszcze mniejszy.



Rys. 87.

<sup>1)</sup> Opis kolejności tych prac znajduje się w dziele «*Traité de radioactivité*», M. Curie, Paryż 1910.

Pomimo jednak wielkiego natężenia efektu jonizacyjnego promieni  $\alpha$  można łatwo usunąć to działanie. Wystarczy przykryć aktywną substancję cienkim ekranem, np. arkuszem papieru, lub folią glinową o grubości 0,1 mm; promienie  $\alpha$  nie przechodzą przez taki ekran, natomiast promienie  $\beta$  mogą przejść przez kilka milimetrów glinu, promienie  $\gamma$  zaś działają nawet poprzez kilka centymetrów ciężkiego metalu, np. ołowiu.

Porównyując przenikliwość promieni  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  z przenikliwością analogicznych promieni powstających w rurce *Crookesa* stwierdzamy, że promienie  $\alpha$  są znacznie bardziej przenikliwe od promieni dodatnich (kanalikowych), co dowodzi, że ich prędkość jest znacznie większa. Podobnie promienie  $\beta$  są na ogół bardziej przenikliwe od promieni katodowych, promienie  $\gamma$  zaś od promieni X, co w pierwszym przypadku świadczy o większej prędkości, w drugim zaś przypadku o większej częstotliwości. Należy jednak zaznaczyć, że emisja ciał promieniotwórczych jest niejednorodna i obejmuje również bardzo mało przenikliwe promienie  $\beta$  i  $\gamma$ .

#### § 65. Sposoby badania promieniowania. Metoda wykrywania oddzielnych cząstek.

Do badania promieni  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  używa się tych samych metod, co do promieni powstających w rurce *Crookesa*. Najczęściej posługujemy się pomiarami jonizacji wytworzonej w powietrzu lub w innych gazach (metoda elektrometryczna), działaniem promieni na kliszę (metoda fotograficzna) lub na ekran fosforyzujący.

Szczególnie interesujące są metody dające możność obserwacji oddzielnych cząstek promieniowania korpuskularnego. Do tego celu nadaje się kilka metod, z których każda pozwala *liczyć* cząstki wysłane w ciągu danego czasu. Opiszemy sposoby używane obecnie w celu wykrywania indywidualnych cząstek.

*Scyntylacje.* Promienie  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  wzbudzają świecenie ciał fluoryzujących lub fosforyzujących, np. platynocyjanku baru lub siarczku cynku. Świecenie wywołane przez promienie  $\beta$  lub  $\gamma$  wydaje się ciągłe, nawet oglądane przez mikroskop. Natomiast promienie  $\alpha$  wytwarzają świecenie, które wydaje się nieciągłe, jeżeli oglądamy je w słabo powiększającym mikroskopie; na ekranie widzimy mrowie punktów świetlnych, z których każdy trwa w ciągu bardzo krótkiego czasu i które nazywamy *scyntylacjami*; każda scyntylacja jest następstwem pojawienia się jednej cząstki  $\alpha$  na ekranie fosforyzującym.

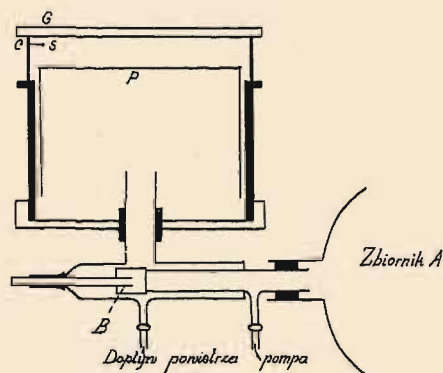
Jako substancji fosforyzującej odpowiedniej do oglądania scyntylacji używa się najczęściej siarczku cynku, przyrządzonego w specjalny sposób, mianowicie zawierającego ślady odpowiednio dobranego metalu, czyli tzw. *fosforogenu*; najczęściej dodaje się w tym celu miedzi. Wilemit i diament, używane niekiedy również, dają znacznie słabsze scyn-

tylacje. Scyntyllacje należy oglądać bądź w zupełnej ciemności, bądź w niezmiernie słabym czerwonym świetle.

Jonizacyjne metody wykrywania cząstek. Ilość elektryczności, wyzwolona w komorze jonizacyjnej wskutek przejścia jednej cząstki  $\alpha$ , jest znacznie większa od ładunku, który może być dostarczony przez cząstkę  $\beta$ ; jest to jednak ilość co najwyżej rzędu  $10^{-4}$  j.es, zbyt mała, aby spowodować dostrzegalne odchylenie w zazwyczaj używanych przyrządach elektrometrycznych. Można jednak wykryć ten ładunek za pomocą metod elektrometrycznych, opartych na zjawisku jonizacji spowodowanej zderzeniami lub za pomocą odpowiednich urządzeń wzmacniających. Metody te, opisane w § 72, mogą być również zastosowane do wykrywania cząstek  $\beta$ , a nawet fotonów  $\gamma$ ; w tym ostatnim przypadku mamy do czynienia z działaniem promieni wtórnych, fotoelektronów lub elektronów *Comptona* (§§ 29 i 30). Istnieją również elektrometry niezmiernie czułe, pozwalające wykryć działanie jonizacyjne jednej cząstki  $\alpha$  bez pomocy przyrządu wzmacniającego.

Metoda śladów mgiełkowych. Metoda ta, o której już była mowa poprzednio i której twórcą jest *C. T. R. Wilson*, urzeczywistnia niejako materializację toru cząstki  $\alpha$  lub  $\beta$ . Jeżeli promienie przenikają do przestrzeni wypełnionej powietrzem, zawierającym parę wodną, przesyconą w odpowiednim stopniu, to dookoła każdego jonu tworzy się natychmiast kropelka i przy dostatecznie silnym oświetleniu stają się widoczne wskutek rozpraszania światła szeregi kropelek rozmieszczonych wzdłuż toru; zjawisko to może być również fotografowane. Stwierdzamy, że promienie  $\alpha$  posiadają tory prostolinijne, które z powodu wielkiej gęstości liniowej utworzonych kropelek wydają się idealnie ciągłe; te tory urywają się nagle i posiadają długość rzędu kilku centymetrów. Tory cząstek  $\beta$  są utworzone z oddzielnych mniej lub więcej oddalonych punktów i często są zakrzywione. W przypadku promieni  $\gamma$  (podobnie jak promieni *X*) nie widzimy własnego ich toru, lecz wykrywamy ciekłą wiązkę obserwując tory promieni  $\beta$ , których punkty początkowe są rozmieszczone wzdłuż wiązki (fotoelektrony lub elektrony *Comptona*).

Aparat *Wilsona* składa się w zasadzie ze zbiornika cylindrycznego *C* zamkniętego płytą szklaną *G* (rys. 88); wskutek nagłego opadnięcia cylindrycznego tłoka *P*, którego górna powierzchnia jest wilgotna, w zbiorniku powstaje rozprężenie, którego następstwem jest chwilowy stan przesyconia pary wodnej. Jeżeli promienie  $\alpha$  lub  $\beta$  przebie-



Rys. 88.



gają przez komorę w tej samej chwili i jeżeli stopień rozprężenia jest odpowiednio dobrany, to tory stają się widoczne. Dla wywołania rozprężenia należy pociągnąć wentyl *B*, wskutek czego przestrzeń znajdująca się pod tłokiem uzyskuje połączenie ze zbiornikiem *A*, częściowo opróżnionym. Źródło promieni *S* może być umieszczone bądź wewnątrz komory rozprężen, bądź na zewnątrz; w tym ostatnim przypadku promienie przenikają do komory poprzez otwór zrobiony w ścianie i zamknięty cienką blaszką (metal, mika itd.), przylegającą w sposób dokładnie szczelny. Za pomocą odpowiedniej ruchomej zasłony można regulować chwilę i trwanie przenikania promieni.

Inne metody obserwacji i liczenia. Działanie promieni na kliszę fotograficzną znajduje częste zastosowanie w badaniach odchylenia magnetycznego i elektrycznego promieni  $\alpha$  i  $\beta$ , a także w pomiarach natężenia promieniowania za pomocą mikrofotometru.

Wykonano wiele doświadczeń w celu wykrycia indywidualnego działania cząstek na kliszę; trudność polega na tym, że obserwując kliszę przez mikroskop nie zawsze możemy odróżnić ziarna wyświetlone działaniem cząstki od różnych efektów wtórnych, których nie sposób uniknąć nawet wtedy, kiedy klisza została sporządzona z największą starannością. Jednakże promienie  $\alpha$ , przenikające bardzo skośnie do emulsji, wytwarzają szereg ziaren stanowiący obraz toru cząstki w emulsji (tabl. 22, rys. 1 do 4).

Możemy mierzyć natężenie promieniowania  $\alpha$  lub  $\beta$  nie tylko na podstawie wytworzonej jonizacji, lecz również przenoszonego ładunku elektrycznego; ten drugi sposób jest mniej czuły i z tego powodu używany znacznie rzadziej. Pomiar ładunku może jednak służyć do liczenia cząstek, ponieważ wiemy, że ładunek cząstki  $\beta$  wynosi  $-e$ , ładunek cząstki  $\alpha$  zaś  $+2e$ , gdzie  $e$  jest to ładunek elementarny. W celu poprawnego oznaczenia ładunku cząstek należy wykonywać doświadczenia w doskonałej próżni.

---



Fig. 1.



Fig. 2.

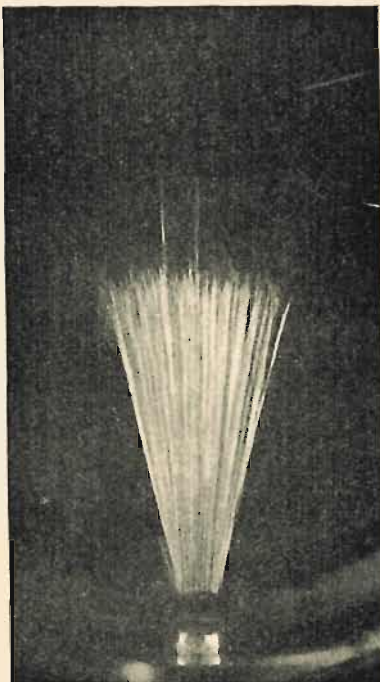


Fig. 3.

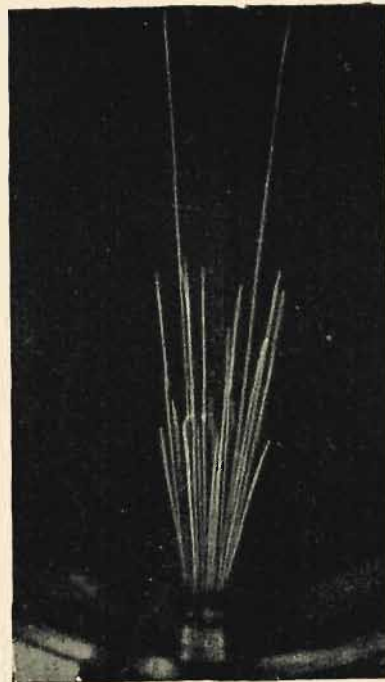


Fig. 4.

Promienie  $\alpha$  wychodzące ze źródła małych rozmiarów i tworzące wiązkę płaską  
(Irena Curie).

Fig. 1. Źródło  $Po$ . Jedna grupa cząstek  $\alpha$ .

Fig. 2. Źródło  $RAc$ , 2 grupy zbliżonych do siebie zasięgów.

Fig. 3. Źródło  $Ac(C+C')$ . Widzimy 2 promienie  $\alpha$   $ACC'$ .

Fig. 4. Źródło  $RTh$  wraz z pochodnymi  $ThX$ ,  $Tn$ ,  $ThA$ ,  $Th$  ( $C+C'$ ). Sześć grup.