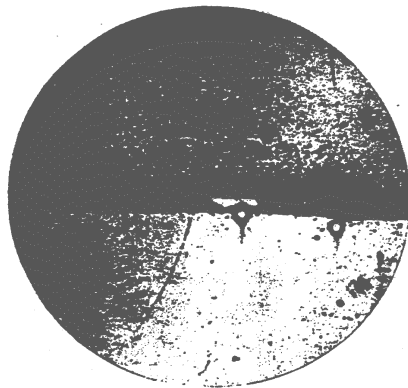


## POZYTONY, czyli dodatnie elektrony

Istnienie pozytonów zostało przewidziane teoretycznie przez Paula A.M. Diraca w 1930 r. i potwierdzone doświadczalnie podczas badania cząstek elementarnych promieniowania kosmicznego przez Carla A. Andersona w 1932 r., który napisał (Anderson 1932) „spośród 1300 śladów w komorze mgłowej, 15 świadczy o przejściu cząstki dodatniej o masie nie większej niż proton.” (zob. oryginalne zdjęcie (Anderson 1933), na rys. 1.1).

Obecność linii anihilacyjnych pozytonów została także stwierdzona w widmie galaktyki po raz pierwszy w 1970 przez Haymesa i in. (1975) za pomocą spektrometru NaI o niskiej rozdzielczości. Pierwsza bezsporna identyfikacja linii anihilacyjnej 511 keV została dokonana w 1977 r. przez Leventhala i in. (1978) za pomocą spektrometru z detektorem germanowym. Źródło pozytonów w Galaktyce wygasło w 1980 roku i pojawiło się ponownie w 1984 roku (Leventhal i in. 1986).



**Rys. 1.1.** Jedna z oryginalnych fotografii z pracy Andersona z 1933 r. przedstawiające obraz komory mgłowej z śladami pochodzącymi od pozytonów promieniowania kosmicznego. W komorze umieszczona płytko ołowiana o grubości 8 mm w polu magnetycznym zorientowanym prostopadle do strony.

Obecnie, w eksperymentach pozytonowych jako ich źródeł używa się nietrwałych (sztucznych) nuklidów, rozpadających się w rozpadzie  $\beta^+$ , korzysta się również z procesów kreacji par elektron pozyton w wyniku oddziaływań elektromagnetycznych (konwersji) kwantów gamma, powstających, np. podczas hamowania (*bremstrahlung*) wysokoenergetycznych cząstek naładowanych (np. elektronów o energii powyżej 20 MeV) (Mills 1995).

Znanych jest obecnie ponad 200 nuklidów radioaktywnych, które ulegają rozpadowi  $\beta^+$ . Jednak tylko nieliczne spośród nich znalazły zastosowanie jako źródła pozytonów w technice laboratoryjnej. Charakteryzują się one korzystnymi właściwościami jak: łatwość

otrzymywania, czystość izotopu, wydajność rozpadu promieniotwórczego, rozkład energii otrzymywanych pozytonów, obecność kwantu gamma towarzyszącego emisji pozytonu oraz czas połowicznego rozpadu. Właściwości niektórych nuklidów przedstawiono w tabeli 1.1.

Dla przykładu, izotop  $^{11}\text{C}$  był wykorzystywany jako źródło w badaniu rozpraszania pozytonów w gazach już w 1975 r. (Kauppila i in. 1977). Izotop ten jest też wykorzystywany w tomografii anihilacji pozytonów w zastosowaniach medycznych (Tsuyuguchi i in. 2002), podobnie izotop  $^{18}\text{F}$  jest używany w tomografii pozytonowej do diagnostyki nowotworowej.

**Tabela 1.1.** Niektóre własności nuklidów promieniotwórczych będących źródłami pozytonów. Podano czas połowicznego rozpadu, energię maksymalną emitowanych pozytonów ( $E$ ), wydajność emisji pozytonów ( $f$ ), energię kwantu towarzyszącego rozpadowi promieniotwórczemu ( $E_\gamma$ ). Czcionką pogrubioną zaznaczono izotopy szczególnie często stosowane.

Nuklid	Czas poł. rozpadu	$E$ (MeV)	$F$ (%)	$E_\gamma$ (MeV)
$^{11}\text{C}$	20.4min	0,96	100	–
$^{18}\text{F}$	110min	0,633	97	–
<b><math>^{22}\text{Na}</math></b>	<b>2.6 roku</b>	<b>0,546</b>	<b>90</b>	<b>1,275</b>
<b><math>^{58}\text{Co}</math></b>	<b>70.8 dni</b>	<b>0,475</b>	<b>15</b>	<b>0,811</b>
$^{64}\text{Cu}$	12.7godz.	0,653	19	–
$^{68}\text{Ge}$	271dni	1,90	90	–

Najczęściej wykorzystywany w technice defektoskopii, np. w badaniach doświadczalnych na Uniwersytecie w Trento, które stanowią część tej pracy, jest izotop  $^{22}\text{Na}$ . Izotop ten produkowany m.in. przez firmę iThemba LABS (Republika Południowej Afryki) powstaje poprzez bombardowanie  $^{24}\text{Mg}$  wiązką jąder deuteru o energii 65 MeV według reakcji

