

Kacper Kulczycki

Zadanie 121

**Radon w powietrzu**

Warszawa 2002

## Wstęp

Celem doświadczenia jest zbadanie stężenia Radonu w powietrzu, metodą Markova, oraz znalezienie energii cząstek  $\alpha$  produktów rozpadu radonu.

## Teoria

$$I = \varepsilon \eta V (A \exp(-\lambda_A t) + B \exp(-\lambda_B t) + C \exp(-\lambda_C t)) \quad \text{wz.1}$$

$$C_A = \frac{A}{184} \quad \text{wz.2}$$

$$C_B = \frac{B - \frac{139 A}{184}}{1084} \quad \text{wz.3}$$

$$C_C = \frac{C - \frac{143 A}{184} - \frac{1060 \left( B - \frac{139 A}{184} \right)}{1084}}{275} \quad \text{wz.4}$$

$$C_A = \frac{7,3 \times 10^{-5} (N_1 - N_2)}{\varepsilon \eta V} \quad \text{wz.5}$$

gdzie:

I –intensywność promieniowania  $\alpha$  w powietrzu

t - czas

$\varepsilon$  -wydajność rejestracji  $\alpha$

$\eta$  - efektywność zatrzymywania na filtrze

V – prędkość pompowania powietrza przez filtr

A,B,C – stałe proporcjonalności

$\lambda_A, \lambda_B, \lambda_C$ , - stałe rozpadu odpowiednio dla  $^{218}\text{Po} - 3,79 \times 10^{-3}$ ,  $^{214}\text{Pb} - 4,31 \times 10^{-4}$ ,  $^{214}\text{Bi} - 5,83 \times 10^{-4} \text{1/s}$

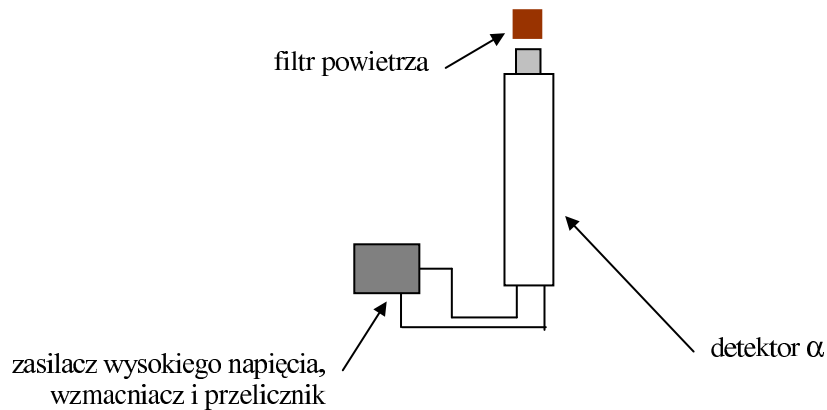
$N_1, N_2$  – kolejne ilości zliczeń w pomiarach metodą Markova dla czasów: pompowania 5 min, przerwy 1 min, pomiaru 3 min ( $N_1$ ), przerwy 3 min i pomiaru 3 min ( $N_1$ ).

## Przebieg doświadczenia

Schemat układu pomiarowego przedstawiony jest na rysunku 1. Detektor scyntylacyjny składał się z kryształu ZnS ( scyntylator ) i fotopowielacza. Do pompowania powietrza przez filtr używany był odkurzacz.

W celu usprawnienia pracy pomiary wykonywalne były na dwóch układach.

Pierwsza część polegała na wyznaczeniu zmian intensywności promieniowania od czasu. Następnie stosując metodę Markova dla czasu: pompowania 5 min, przerwy 1 min, pomiaru 3 min, przerwy 3 min i pomiaru 3 min wyznaczone zostało stężenie  $C_A$  w powietrzu z pracowni, ciemnicy i podwórka.( Po uprzednim znalezieniu prędkości pompowania. )



rys.1 Schemat układu pomiarowego.

## Wyniki i wnioski

Pomiary w obu układach dla stałego źródła, na wysokości „0”, w czasie 30 s, dały następujące wyniki aktywności:

układ I –  $9,93 \pm 0,69$  Bq

układ II –  $13,3 \pm 1,3$  Bq

Przyjmując za bazę pomiary w II pomiary w I należało przeskalować tak, że ich wartości były ok. 75 % wyników w II.

Wyniki pomiarów zależności intensywności promieniowania od czasu prezentuje wykres1.

W wyniku dopasowania zależności wz. 1 ( ale bez uwzględniania czynnika  $\epsilon\eta V$  – równy 1 ): dla zielonej krzywej ( pomiary w I ):

|   |   |  |
|---|---|--|
| $A = 0,0031 \pm ?$<br>$B = -146800 \pm ?$<br>$C = 162219 \pm ?$ | } | program nie był w stanie policzyć błędów,<br>w poprzedzających krokach wynosiły odpowiednio:<br>54, 12500000, 15600000 – w ostatnim wyskoczyły prawdopodobnie<br>poza zakres możliwości programu |
|---|---|--|

przy  $\chi^2 = 0,0145$

dla niebieskiej krzywej ( pomiary w I ):

$A = 3,92 \pm 0,66$

$B = 43 \pm 11$

$C = -45 \pm 12$

przy  $\chi^2 = 0,0041$

dla czerwonej krzywej ( pomiary w II ):

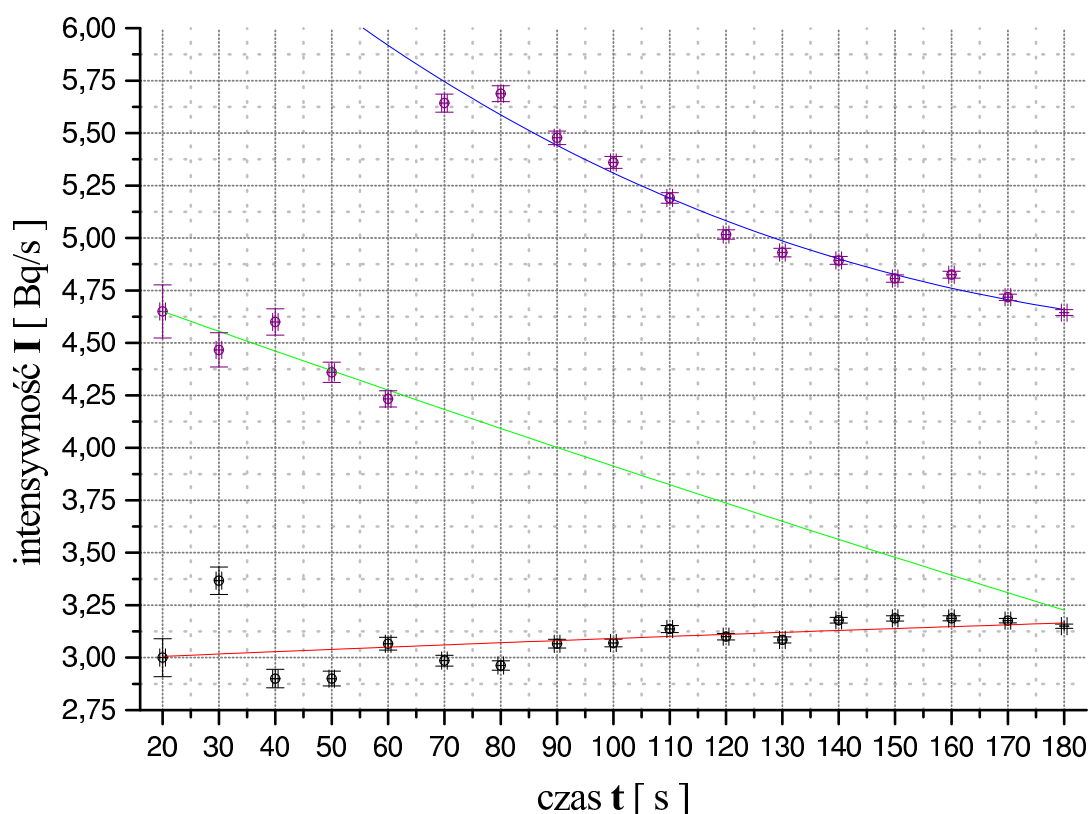
$A = 0,00007 \pm 6,14$

$B = 291000 \pm 26765000000$

$C = -246000 \pm 22650000000$

przy  $\chi^2 = 0,0133$

Widać więc że zależności wz. 1 odpowiadająca teorii nie sprawdziła się w układzie pomiarowym. ( Prawdopodobny problem z aparaturą ).



wyk. 1 Wykres zależności zmian I(t). ( Fioletowe – pomiary z układu I, czarne - z II. ) Błędy oszacowane na podstawie niepewności pomiarów czasów  $\pm 0,5$  s, i zliczeń  $\pm 1$ .  
Do pomiarów z układu I dopasowane zostały 2 zależności !

Z wyników tych dostaje się następujące wartości stężeń:

„ zielone ”:

$$C_A = 0,000001685 \pm ? \text{ Bq/m}^3$$

$$C_B = -135 \pm ? \text{ Bq/m}^3$$

$$C_C = 1111 \pm ? \text{ Bq/m}^3$$

„ niebieskie ”:

$$C_A = 0,0213 \pm 0,0036 \text{ Bq/m}^3$$

$$C_B = 0,037 \pm 0,011 \text{ Bq/m}^3$$

$$C_C = -0,318 \pm 0,061 \text{ Bq/m}^3$$

„ czerwone ”:

$$C_A = 0,00000038 \pm 0,033 \text{ Bq/m}^3$$

$$C_B = 268 \pm 24700000 \text{ Bq/m}^3$$

$$C_C = -1929 \pm 126000000 \text{ Bq/m}^3$$

Widać że takie wyniki nie mają w ogóle sensu – ujemne stężenia i błędy tej wielkości wskazują na awarię aparatury.

Nie ma więc również, większego sensu dalsza analiza wyników pod kątem sprawdzenia przewidywań teoretycznych.

Metodą Markowa uzyskane były następujące wyniki ( również dla czynnika  $\epsilon\eta V = 1$ , z uwzględnieniem pomiarów wykonanych przez zespół w zeszłym tygodniu )

dla pomiarów powietrza z pracowni ( ukł. I, II, oraz z zesz. tyg. ):  
odrzucając przypadki odstające od reszty:

$$C_A = 0,00588 \pm 0,00010 \text{ Bq/m}^3$$

bez odrzucania:

$$C_A = 1,92445 \pm 0,00010 \text{ Bq/m}^3$$

dla pomiarów powietrza z ciemnicy ( ukł. I oraz z zesz. tyg. ):  
odrzucając przypadki odstające od reszty:

$$C_A = 6,14745 \pm 0,00010 \text{ Bq/m}^3$$

bez odrzucania:

$$C_A = 4,11326 \pm 0,00010 \text{ Bq/m}^3$$

dla pomiarów powietrza z podwórka ( ukł. II oraz z zesz. tyg. ):

$$C_A = 0,00215 \pm 0,00010 \text{ Bq/m}^3$$

Te wyniki wydają się sensowniejsze ale ich poprawność ze względu na poprzednie wyniki (  $I(t)$  ) wydaje się być wątpliwa.

Z kolei pomiar prędkości pompowania ( jedyny wynik który można uznawać za poprawny ):

$$\underline{\underline{V = 0,01688 \pm 0,00087 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

czyli dla  $\epsilon\eta V = 1$

$$\epsilon\eta = 59,2 \pm 3,1 \text{ s}^2$$

Maksymalny zasięg cząstek rejestrowanych przez układ II:  $6,39 \pm 0,22 \text{ mg/cm}^2$  co odpowiada energii ok. 6,5 MeV.

Doświadczenie zakończyło się fiaskiem. Spowodowane to mogło być dużymi ruchami powietrza w pracowni lub awarią aparatury ( ewentualnie złą metodą ).

W pierwszym rzędzie należałoby sprawdzić aparaturę. I ewentualnie zastanowić się nad zmianą metody pomiarowej.