



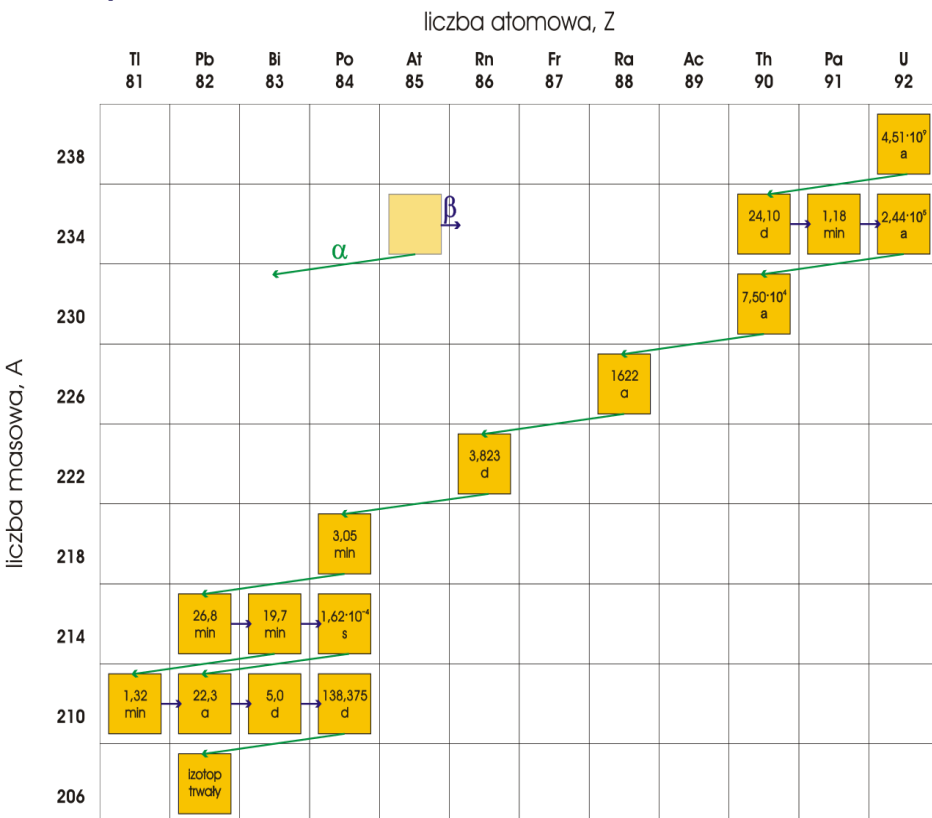
Opracowanie metody oznaczania Ra-226 i Ra-228 w wodzie przy pomocy spektrometrii ciekłoscyntylacyjnej.”.

MGR AGNIESZKA MATYSIAK, MGR KAMIL WIEPRZOWSKI

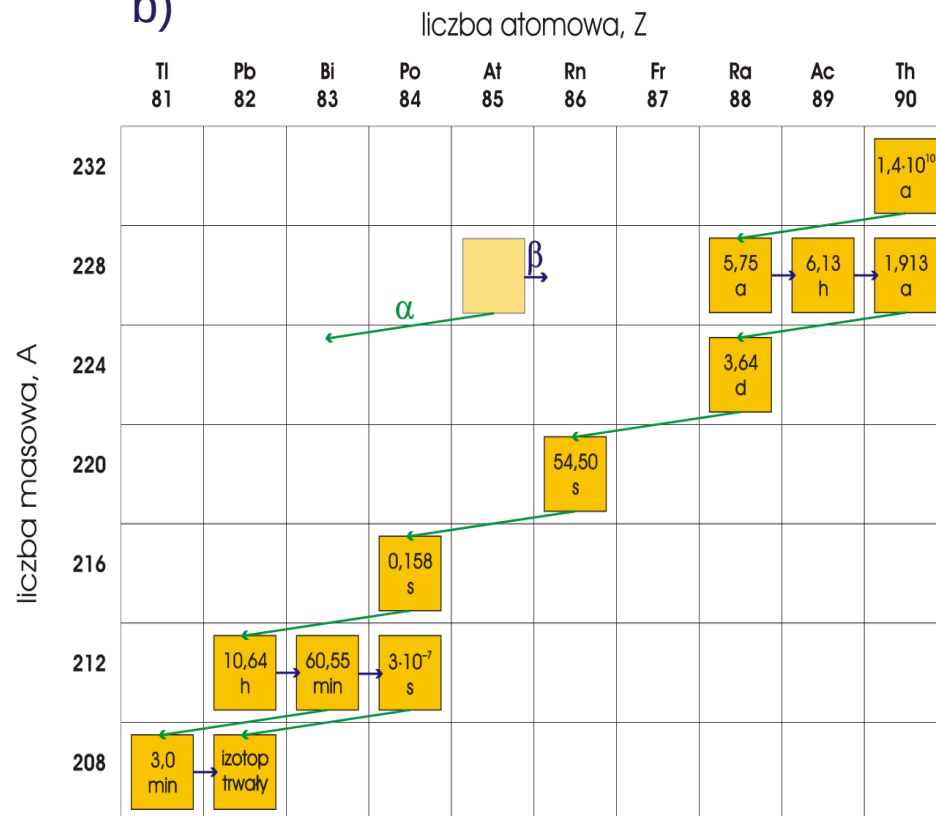
Seminarium sprawozdawcze CLOR za rok 2021

Naturalne Szeregi promieniotwórcze

a)



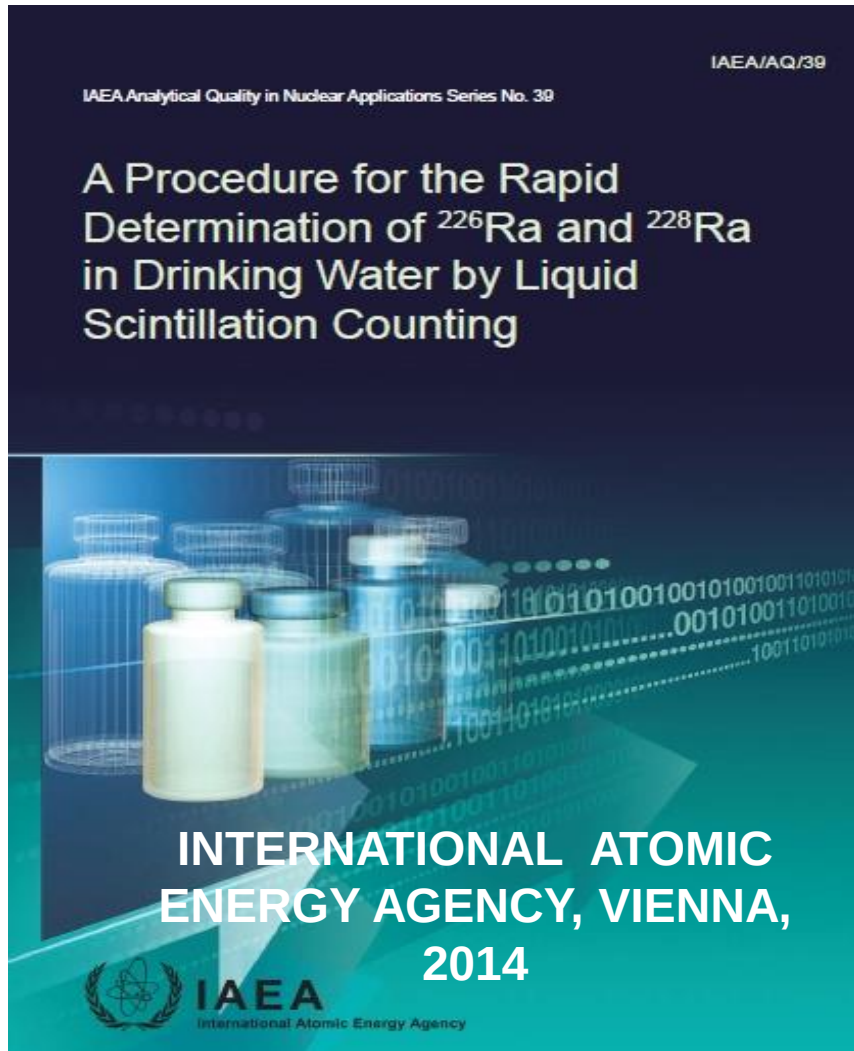
b)



Rys. 1 a) Szereg Uranowo-radowy , b) Szereg Torowy [1]

Stosowane metodyki

ISO 22908:2020 Water quality —
Radium 226 and Radium 228 — Test
method using liquid scintillation
counting



Schemat metodyki

Etap I – strącania Ba/Ra i PbSO₄:

- Zakwaszenie próby 10 M HCl
- Dodano 2ml nośnika Baru
- Dodano 2ml nośnika ołowiu
- Dodano 4 ml 9M H₂SO₄
- Dodano 5g (NH₄)₂SO₄

➤ strącanie osadu na gorąco

- Oddzielono supernatant po odwirowaniu

Etap III – Przygotowanie analitu do pomiaru:

- dwukrotnie przemyto osad wodą destylowaną
- osad rozpuszczono częściowo w 4 ml gorącego EDTA

➤ w celu uzyskania stabilnej zawiesiny, zawartość probówki wytrząsano za pomocą worteksu.

- zawiesinę przeniesiono ilościowo do naczynka scyntylicyjnego i dodano 14 ml koktajlu scyntylicyjnego.

Etap II – Odzielenie Ra/Pb:

- Rozpuszczenie osadu w 10 ml EDTA
- Dodano 3 ml r-r (NH₄)₂SO₄
- Obniżono pH r-r do ok. 4,2 - 4,5 za pomocą CH₃COOH

➤ następuje ponowne strącanie osadu

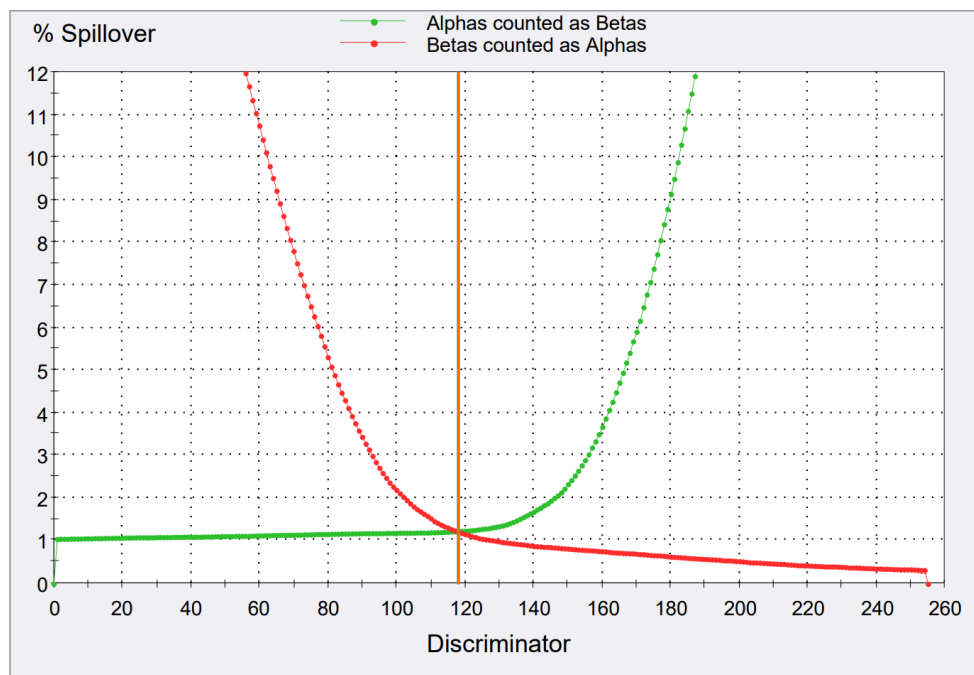
- Oddzielono supernatant po odwirowaniu

➤ Powyższe czynności powtórzyć po raz drugi

Etap IV – Pomiar :

- Przed pomiarem naczynko z próbą wstawiono na 1 h do lodówki, a następnie na 30 min do aparatury pomiarowej
- czas pomiaru: 120 min
- Czynniki dyskryminacji: 118

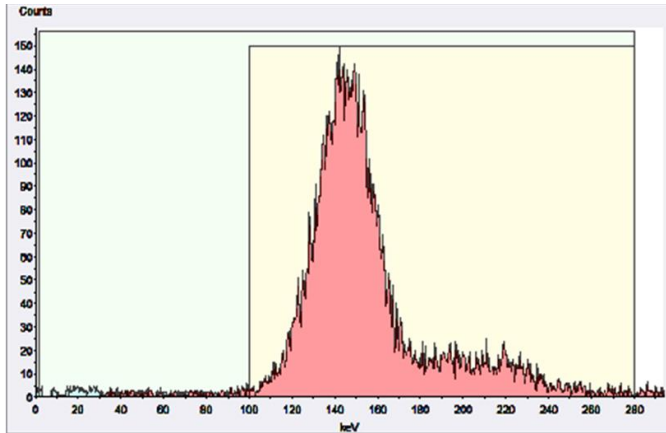
Rozdział Alfa/Beta



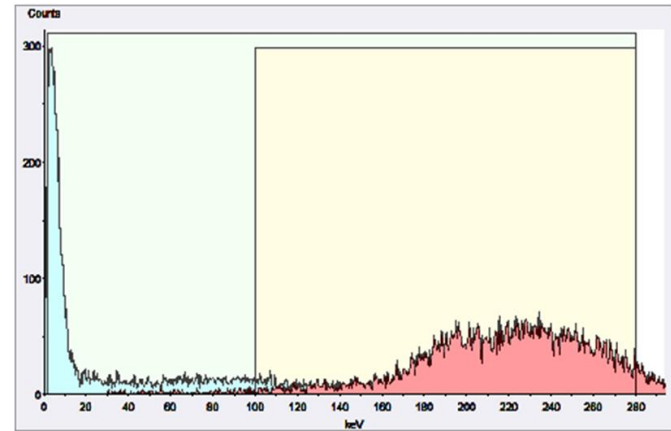
Discriminator In Use: 118-118 Computed: 71-134	Alpha % Spillover	Alpha 2 Sigma %	Alpha Figure of Merit
	1.215	5.64	8122.2
	1.136	5.84	9482.8
Discriminator In Use: 118-118 Computed: 71-134	Beta % Spillover	Beta 2 Sigma %	Beta Figure of Merit
	1.201	5.71	8030.8
	1.031	6.49	8619.9

Rys. 2. Czynn timer Dyskryminacji wyznaczony przy użyciu 90-Sr i 241-Am

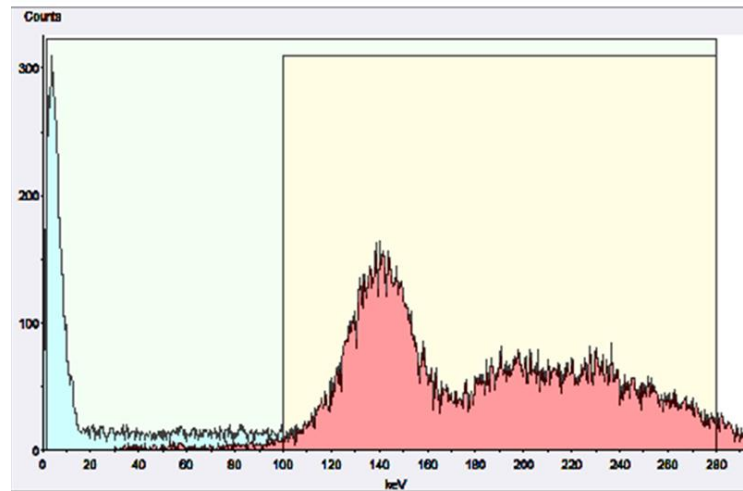
Widma pomiarów



Rys. 3. Widmo ^{226}Ra , $A = 1,337 \text{ Bq}$

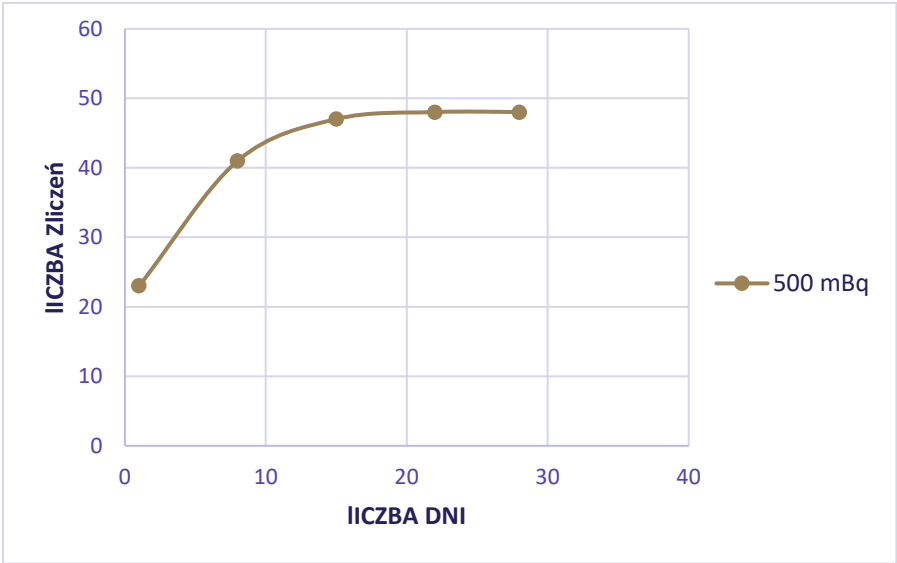


Rys. 4. Widmo ^{228}Ra , $A = 1,470 \text{ Bq}$



Rys. 5. Roztwór ^{226}Ra i ^{228}Ra

Wydajność zliczeń



$$\epsilon_{226Ra} = \frac{n_{226Ra}^s}{A_{226Ra} \times m_{s-226Ra} \times e^{-\lambda_{226Ra} \times t_{s-226Ra}}}$$

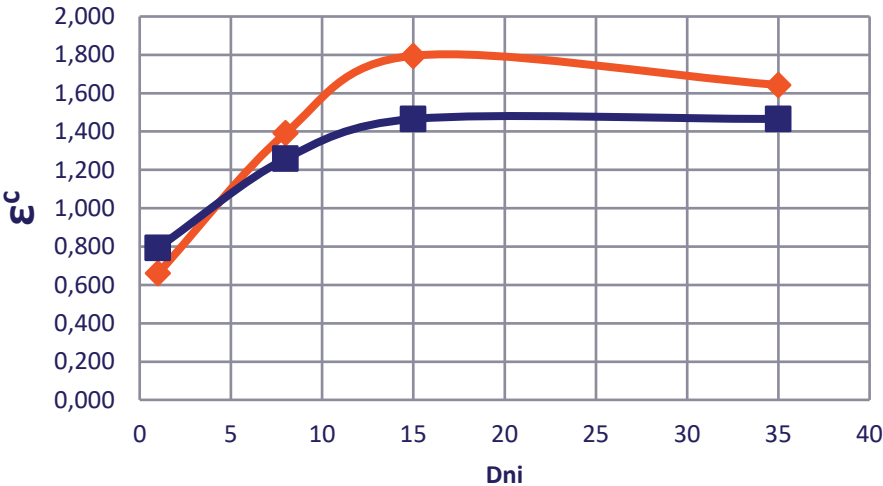
$$\epsilon_{228Ra} = \frac{n_{228Ra}^s}{A_{228Ra} \times m_{s-228Ra} \times e^{-\lambda_{228Ra} \times t_{s-228Ra}}}$$

$\epsilon_{226Ra/228Ra}$ – wydajność zliczeń dla danego izotopu
 $\lambda_{226Ra/228Ra}$ – stała rozpadu danego izotopu [1/s]
 $A_{226Ra/228Ra}$ - aktywność promieniotwórcza wzorca [Bq/kg]
 $m_{s-226Ra/228Ra}$ – masa wzorca [kg]
 n^s – zliczenia wzorca po odjęciu tła [imp/s]
 t_s – czas pomiędzy datą pomiaru, a datą referencyjną wzorca [s]

	Procedura równoczesnego oznaczania 226- Ra, 228-Ra	Badania własne
ϵ_{Ra226}	1,03	1,15
ϵ_{Ra228}	0,646	1,52

Wydajność próby kontrolnej

Próba Kontrolna



$$\epsilon_{226Ra}^c = \frac{n_{226Ra}^t}{A_{226Ra}^t \times m_{t-226Ra} \times e^{-\lambda_{226Ra} \times t_{t-226Ra}}}$$

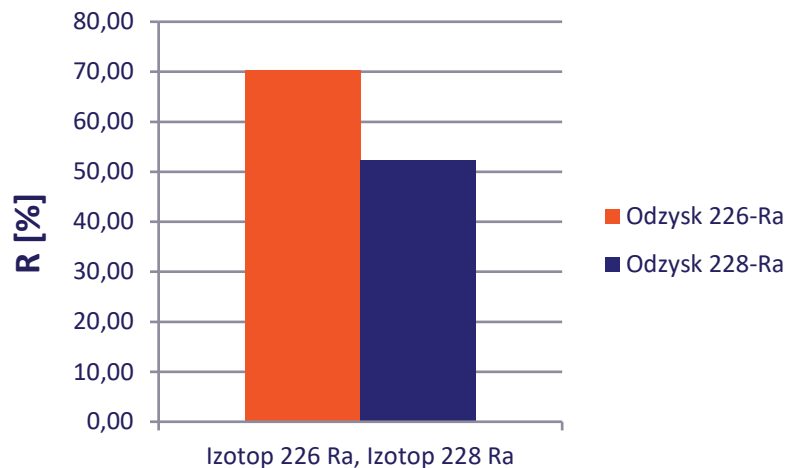
$$\epsilon_{228Ra}^c = \frac{n_{228Ra}^t}{A_{228Ra}^t \times m_{t-228Ra} \times e^{-\lambda_{228Ra} \times t_{t-228Ra}}}$$

—◆— 226-Ra
—■— 228-Ra

- ε^c_{226Ra/228Ra} – wydajność procesu
- λ_{226Ra/228Ra} – stała rozpadu danego izotopu [1/s]
- A_{226Ra/228Ra} – aktywność promieniotwórcza masowa wzorca w próbce kontrolnej [Bq/kg]
- m_{s-226Ra/228Ra} – masa wzorca w próbce kontrolnej [kg]
- n^t – zliczenia analitu po odjęciu tła [imp/s]
- t^t – czas pomiędzy datą pomiaru, a datą referencyjną wzorca [s]

	Procedura równoczesnego oznaczania 226-Ra, 228-Ra	Badania własne
ε ^c _{Ra226}	0,908	0,661
ε ^c _{Ra228}	0,516	0,794

Odzysk



$$R_{228Ra} = \frac{\varepsilon_{228Ra}^c}{\varepsilon_{228Ra}}$$

$$R_{226Ra} = \frac{\varepsilon_{226Ra}^c}{\varepsilon_{226Ra}}$$

	IAEA	Badania własne
R_{Ra226}	78-90%	52-70 %
R_{Ra228}		

Dalsze perspektywy metodyki wynikające z przeprowadzonych prac

- **Optymalizacja punktu PSA**
- Wykonanie walidacji obejmującej:
 - zakres liniowości metody
 - Precyzja pomiaru w warunkach powtarzalności
 - Precyzja pomiaru w warunkach odtwarzalności
 - wyznaczenie granicy oznaczalności
 - obciążenie metody
 - oszacowanie niepewności pomiaru

LITERATURA

1. <https://zpe.gov.pl/pdf/P2soWiGoZ>.
2. **A Procedure for the Rapid Determination of ^{226}Ra and Radium 228 in Drinking Water by Liquid Scintillation Counting, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2014**
3. **ISO 22908:2020 Water quality – Radium 226 and radium 228 – Test method using liquid scintillation counting**
4. **Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (poz. 2294).**



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

MGR AGNIESZKA MATYSIAK, MGR KAMIL WIEPRZOWSKI,

a.matysiak@clor.waw.pl k.wieprzowski@clor.waw.pl

Seminarium sprawozdawcze CLOR za rok 2021