

## **Laboratorium Technik Jądrowych, 30h**

### **Wiadomości teoretyczne wymagane do poszczególnych ćwiczeń.**

#### **Podstawy:**

1. Aparatura używana w ćwiczeniach z fizyki jądrowej (por. przesłany skan)

#### **Ćw. 1+9**

##### **Statystyczny charakter rozpadów promieniotwórczych**

1. Radioizotopowe źródła cząstek beta i fotonów gamma (DzK 1995, rozdz. 1), Cs-137 – podstawowe dane jądrowe (DzK 1995, tab. 1.2).
2. Gazowe detektory cząstek jonizujących i fotonów (DzK 1995, rozdz. 5.2 i 5.3).
3. Rozkład Poissona (DzK 1995 rozdz. 6.2), rozkłady statystyczne i ich parametry, rozkład Gaussa, przedziały ufności, test  $\chi^2$ , odrzucanie wyników wątpliwych (DzK 1995, rozdz. 7).
4. Wyznaczanie czasu połowicznego rozpadu izotopów krótkożyciowych i długożyciowych (DzK 1995, instrukcja do ćw. 9); dane jądrowe ( $T_{1/2}$ , przekrój czynny) izotopów srebra powstałych w wyniku aktywacji srebra neutronami termicznymi DzK 1995, tab. 9.1).

#### **Ćw. 3+22**

##### **Spektrometr promieniowania gamma z licznikiem półprzewodnikowym - kalibracja wydajnościowa; oznaczanie zawartości manganu metodą aktywacyjną**

1. Radioizotopowe źródła cząstek beta i fotonów gamma, Linie gamma, półokresy rozpadu (przegląd): Am-241, Ba -133, Na-22, Cs-137, Co-60 (DzK 1995 rozdz. 1, tab. 1.2). Definicja emisji (inaczej prawdopodobieństwo emisji fotonu (por. tab. 1.2)).
2. Oddziaływanie fotonów z materią (DzK 1995, rozdz. 3.1).
3. Detektory półprzewodnikowe i scyntylacyjne, zdolność rozdzielcza (DzK 1995, rozdz. 5.4-5.6).
4. Detektory - wydajność detekcji, kalibracja energetyczna i wydajnościowa (załącznik do instrukcji do ćwiczenia).
5. Definicja strumienia neutronów, analiza aktywacyjna (Dz 1991), wzór na aktywność nuklidu wzbudzonego (DzK 1995, ćw. 21, wzór 1).
6. Reakcje zachodzące w manganie w strumieniu neutronów termicznych – naturalne izotopy Mn, reakcje, przekroje czynne, nuklidy powstające w Mn wyniku aktywacji oraz ich okresy połowicznego zaniku i linie gamma (podręczniki akademickie, [http://www.nucleide.org/DDEP\\_WG/DDEPdata.htm](http://www.nucleide.org/DDEP_WG/DDEPdata.htm) lub Dz1991 lub <http://nucleardata.nuclear.lu.se/toi/nucSearch.asp>).

#### **Ćw. 6**

##### **Badanie układu koincydencyjnego**

1. Radioizotopowe źródła cząstek beta i fotonów Linie gamma: Na-22, Co-60 (DzK 1995, rozdz. 1, tab. 1.2).
2. Oddziaływanie fotonów z materią, w szczególności efekt tworzenia par i anihilacja (DzK 1995, rozdz. 3.1).
3. Detektory scyntylacyjne (DzK 1995, rozdz. 5.4).
4. Układ koincydencyjny: zasada działania, czas rozdzielczy, krzywa koincydencji opóźnionych, zastosowania (Korbel 2006, str. 181 -183).
5. Pomiaru aktywności źródeł promieniotwórczych metodą koincydencji (DzK 1995, ćw. 11).

#### **Ćw. 7**

##### **Dozymetria promieniowania jonizującego**

1. Jednostki i wielkości stosowane w ochronie radiologicznej – dawka pochłonięta, równoważna, skuteczna (Gostkowska 2011 lub Prawo Atomowe – załącznik 1 lub podręczniki akademickie; nie korzystać z pozycji DzK 1995).

2. Przyrządy służące do pomiaru dawki promieniowania jonizującego – zasada działania, budowa, przykładowe dozymetry stosowane w Polsce (podręczniki akademickie, internet) Np. monitor EKO-C: <http://www.polon-ekolab.com.pl/ekoc/ekoc.htm> ; <https://www.fuw.edu.pl/IIPRACOWNIA/home/Pracownia%20Ochrony%20Radiologicznej/por-instr-eko-c.pdf>
3. Wyliczanie mocy dawki wokół źródła punktowego promieniowania gamma i grubości osłony (DzK 1995, ćw. 7); *uwaga: we wzorze 7.6 jest błąd - powinno być  $\dot{D}$ , a nie  $\dot{X}$ .*
4. Dawka otrzymywana przez mieszkańców Polski ze źródeł naturalnych i medycznych. Dawki graniczne promieniowania jonizującego (podręczniki akademickie, RRM 2005).

## Ćw. 14

### Rentgenowska analiza fluorescencyjna

1. Gazowe detektory cząstek jonizujących i fotonów, licznik proporcjonalny – wzmocnienie gazowe (DzK 1995, rozdz. 5.2 i 5.3).
2. Radioizotopowe źródła cząstek beta i fotonów gamma; linie gamma Cd-109, Pu-239 (Dz 1995, rozdz. 1, tab. 1.2, rys. 1.4 i 1.5).
3. Fotony. Promieniowanie wtórne. Promieniowanie fluorescencyjne, zjawisko Augera, wydajność fluorescencji (DzK 1995, rozdz. 3.3).
4. Rentgenowska analiza fluorescencyjna (bez metod usuwania efektu matrycy i zastosowań) (Dz 1991).

## Ćw. 25

### Pomiar wilgotności materiałów przemysłowych metoda neutronową

1. Detektory neutronów, licznik proporcjonalny z BF<sub>3</sub> – reakcje zachodzące w liczniku, widmo licznika (DzK 1995, rozdz. 5.7.1÷5.7.3). *Uwaga: w rozdz. 5.7.2 pkt. 1, w opisie reakcji B-10 + n ma być 93,9% a nie 33,9%.*
2. Definicja strumienia neutronów, źródła neutronów – zasada działania, ze szczególnym uwzgl. źródeł izotopowych, widmo neutronów ze źródła Pu-Be (DzK 1995, Dz 1991).
3. Oddziaływanie neutronów z materią (DzK 1995), ze szczególnym uwzgl. spowalniania i termalizacji ((DzK 1995, rozdz. 4.2.2 do wzoru 4.3).
4. Zasada pomiaru i budowa urządzenia do pomiaru wilgotności materiałów przemysłowych metoda neutronową (DzK 1995, instrukcja do ćw. 25).

## Literatura

**DzK 1995** Dziunikowski B., Kalita S.J., – Ćwiczenia laboratoryjne z jądrowych metod pomiarowych, Wydawnictwa AGH, Kraków 1995.

dostępne na <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty3/0364/dziunikowski-kalita.pdf>

**Dz 1991** Dziunikowski B., Radiometryczne metody analizy chemicznej, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1991

lub (wersja rozszerzona) Dziunikowski B., Zastosowanie izotopów promieniotwórczych, Wydawnictwo AGH, Kraków 1995; dostępne na <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty3/0359/>

**Gostkowska B.**, Wielkości, jednostki i obliczenia stosowane w ochronie radiologicznej, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa 2011.

**Korbel 2006**, Korbel K., Ekstrakcja informacji z sygnału radiometrycznego, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2006

Dostępne na [http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty3/0386/Korbel\\_ekstrakcja.pdf](http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty3/0386/Korbel_ekstrakcja.pdf) lub

Korbel K., Elektronika Jądrowa, skrypt AGH cz 1, nr 878, cz 2 nr 971 1985, cz 3, nr 1078 1987  
**Prawo Atomowe** – Ustawa Prawo Atomowe z 29 listopada 2000 r., zał. 1 (tekst jednolity Dz.U. z 2021 r. poz. 1941) np.

<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20210001941/O/D20211941.pdf>

**dane jądrowe:**

<http://www.lnhb.fr/nuclear-data/nuclear-data-table/>

<http://www.lnhb.fr/nuclear-data/module-lara/>