

Ćwiczenie 7 Dozymetria promieniowania jonizującego

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z:

- wielkościami i jednostkami stosowanymi w dozymetrii i ochronie radiologicznej,
- wzorcowaniem przyrządów dozymetrycznych,
- obliczeniami mocy dawki od nieosłoniętego źródła promieniowania gamma,
- obliczeniami dawki rocznej.

Przygotowanie teoretyczne:

1. Wielkości stosowane w ochronie radiologicznej – aktywność, dawki – dodatek (zawiera aktualne, obowiązujące definicje), wykład, skrypt Pracowni - ćw. 7.

Uwaga – niektóre wielkości opisane w skrypcie (dawka ekspozycyjna, równoważnik dawki) nie są obecnie używane.

2. Dawki od naturalnych i sztucznych źródeł promieniowania, obecnych w środowisku (wykład).

Program ćwiczenia

1. Zestawić układ pomiarowy. Umieścić w zestawie źródło promieniotwórcze Ra-226. Zapoznać się z radiometrami obecnymi na stanowisku pomiarowym.

2. Obliczyć, ze wzoru (1) z dodatku, moc dawki pochłoniętej (w $\mu\text{Gy/h}$) w odległości 1 m od nieosłoniętego źródła punktowego Ra-226 o aktywności 1 mCi (w równowadze z pochodnymi)

przydatne przeliczenia: $1\text{mCi} = 0,037\text{ GBq}$

$1\text{ cGy} = 10\,000\ \mu\text{Gy}$

- równoważna stała ekspozycyjna Γ_r dla Ra-226 w ($\text{cGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{GBq}^{-1}$) – por. norma PN-86/J-80001, tabela 12, kolumna 3cia, (dostępna w Pracowni)

3. Porównać otrzymaną wartość z wartością zmierzoną radiometrem EKO-C.

4. Zmierzyć moc dawki pochłoniętej w odległości 30 cm, 40 cm, 50 cm, 70 cm, 90 cm i 110 cm od źródła.

- porównać otrzymane wartości z wartościami obliczonymi.

5. Zmierzyć moc dawki w wybranych punktach w Pracowni, w których jej wartość jest podwyższona.

Zmierzyć moc dawki w odległości 50 cm od szafy ze źródłami promieniotwórczymi.

Oszacować dawkę roczną, jaką otrzymałaby osoba, pracująca w tym miejscu 1h dziennie.

Opracowanie wyników

1. Przedstawić geometrię i metodę pomiaru.

2. Porównać obliczoną i zmierzoną wartość mocy dawki pochłoniętej w odległości 1m, np. wyznaczyć względną różnicę między tymi wielkościami (w proc.)

3. Przedstawić graficznie – sporządzić wykres:

a. zależności mocy dawki od odległości od źródła – obliczoną i zmierzoną dla radiometru EKO-C,

b. zależności dawki zmierzonej (os OY) od dawki obliczonej (oś OX). Na wykresie zaznaczyć prostą $y=x$, która odpowiada „wyidealizowanej” sytuacji, gdy wartość zmierzona jej równa wartości obliczonej („prawdziwej”) – por. wykres w załączonym świadectwie wzorcowania.

4. Zaproponować współczynnik poprawkowy dla radiometru EKO-C, tzn. wartość przez którą należy mnożyć wskazania przyrządu, by były one jak najbliższe wartościom rzeczywistym (w naszym przypadku obliczonym) (por. załączone świadectwo wzorcowania).
5. Oszacować dawkę roczną, jaką otrzymałaby osoba, pracująca 1h dziennie 50 cm od szafy ze źródłami promieniotwórczymi. Porównaj ją z dawką graniczną dla osób narażonych zawodowo na promieniowanie (por. Dodatek do Instrukcji).
6. Zinterpretować otrzymane wyniki.

Dodatek

1. Wielkości stosowane w ochronie radiologicznej, dawki graniczne

Na podstawie ustawy Prawo Atomowe z dnia 29 listopada 2000 roku obowiązującymi wielkościami stosowanymi w dozymetrii promieniowania są:

- **dawka pochłonięta D** – energia promieniowania jonizującego przekazana materii w elemencie objętości podzielona przez masę tego elementu, wyrażona wzorem:

$$D = \frac{d\bar{E}}{dm}$$

gdzie:

$d\bar{E}$ - oznacza średnią wartość energii przekazanej,

dm - oznacza masę materii zawartej w elemencie objętości.

Dawka pochłonięta oznacza dawkę uśrednioną w tkance lub narządzie. Jednostką miary dawki pochłoniętej jest grej (Gy).

- **dawka równoważna H_T** – dawka pochłonięta w tkance lub narządzie T, ważona dla rodzaju i energii promieniowania jonizującego R, wyrażona wzorem:

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

gdzie:

$D_{T,R}$ - oznacza dawkę pochłoniętą od promieniowania jonizującego R, uśrednioną w tkance lub narządzie T,

w_R - oznacza czynnik wagowy promieniowania jonizującego R.

Jednostką miary dawki równoważnej jest siwert (Sv).

- **dawka skuteczna (efektywna) E** – suma ważonych dawek równoważnych od zewnętrznego i wewnętrznego napromienienia tkanek i narządów, wyrażona wzorem:

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

gdzie:

$D_{T,R}$ - oznacza dawkę pochłoniętą od promieniowania jonizującego R, uśrednioną w tkance lub narządzie T,

w_R - oznacza czynnik wagowy promieniowania jonizującego R,

w_T - oznacza czynnik wagowy tkanki lub narządu T.

Ponadto można określić moc dawki pochłoniętej w powietrzu oraz krotność osłabienia promieniowania przez osłonę.

Moc dawki pochłoniętej w odległości l od nieosłoniętego punkтового źródła promieniowania gamma wynosi wyraża się wzorem:

$$\dot{D} = \frac{\Gamma_r \cdot A}{l^2} \quad (1)$$

gdzie:

Γ_r - równoważna wartość stałej ekspozycyjnej [$\text{cGy m}^2 \text{ h}^{-1} \text{ GBq}^{-1}$], czyli moc dawki pochłoniętej w powietrzu (cGy/h) w odległości 1m od źródła o aktywności 1 GBq,
 A – aktywność źródła [GBq], l – odległość od źródła [m].

Krotność osłabienia przez osłonę promieniowania pochodzącego ze źródła punkowego i padającego bezpośrednio na osłonę można obliczyć na podstawie wzoru:

$$k = \frac{\Gamma_r \cdot A \cdot t}{D \cdot l^2}$$

gdzie:

t – tygodniowy czas narażenia osób przebywających za osłoną,

D – tygodniowa dawka graniczna dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące,

l – najmniejsza odległość źródła promieniowania od miejsca osłanianego w warunkach pracy.

Dawka graniczna to, według ustawy Prawo Atomowe, wartość dawki promieniowania jonizującego, wyrażona jako dawka skuteczna lub równoważna, dla określonych grup osób, pochodząca od kontrolowanej działalności zawodowej, której poza przypadkami przewidzianymi w ustawie nie wolno przekroczyć.

Dla pracowników graniczna dawka skuteczna, wynosi 20 mSv/rok, natomiast dla osób z ogółu ludności wynosi ona 1 mSv/rok.

Dawka graniczna nie obejmuje narażenia na promieniowanie naturalne, która wynosi w Polsce około 2,4 mSv/rok.



Laboratorium Wzorcowania Przyrządów Dozymetrycznych
Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk
ul. Radzikowskiego 152, PL 31-342 Kraków
tel. 012/6628486, faks 012/6628066, e-mail: wzorcowanie@ifj.edu.pl



Laboratorium wzorcujące akredytowane przez
Polskie Centrum Akredytacji, sygnatariusza porozumień EA MLA i ILAC MRA
dotyczących wzajemnego uznawania świadectw wzorcowania.
Nr akredytacji AP 029

AP 029

ŚWIADECTWO WZORCOWANIA

Data wydania: 04 października 2011

Nr świadectwa: 7601/2011

Strona 1/2

PRZEDMIOT WZORCOWANIA	Nazwa	Miernik Skażeń Radioaktywnych
	Typ	EKO-C
	Numer fabryczny	642/2004
	Producent	POLON-EKOLAB, Gdańsk
	Rok produkcji	2004
ZGŁASZAJĄCY	Zleceniodawca	Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
	Adres	Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
METODA WZORCOWANIA		Procedura wzorcowania radiometrów promieniowaniem gamma ze źródła Cs-137 (WZOR-1 wyd. 1 z dn. 15.04.08).
WARUNKI ŚRODOWISKOWE	Ciśnienie	(993 - 994) hPa
	Temperatura	(17.4 - 18.4) °C
	Wilgotność	(66.6 - 67.6) %
DATA WYKONANIA WZORCOWANIA		04 października 2011
SPÓJNOŚĆ POMIAROWA		Wyniki wzorcowania zostały odniesione do państwowego wzorca jednostki miary mocy kermy promieniowania gamma w powietrzu utrzymywanego w GUM poprzez zastosowanie dawkomierza kontrolnego UNIDOS 10001.
WYNIKI WZORCOWANIA		Podano na stronie 2 niniejszego świadectwa wraz z wartościami niepewności pomiaru.
NIEPEWNOŚĆ POMIARU		Niepewność pomiaru została określona zgodnie z dokumentem EA-4/02. Podane wartości niepewności stanowią niepewności rozszerzone przy poziomie ufności ok. 95% i współczynniku rozszerzenia k = 2.

W



KIEROWNIK
Laboratorium Wzorcowania
Przyrządów Dozymetrycznych
INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ W KRAKOWIE
POLSKIEJ AKADEMII NAUK
Dr Paweł Bilski

Niniejsze świadectwo może być okazywane lub kopiowane tylko w całości.

ŚWIADECTWO WZORCOWANIA

wydane przez laboratorium akredytowane Nr AP 029

Data wydania: 04 października 2011

Nr świadectwa: 7601/2011

Strona 2/2

**WYNIKI
WZORCOWANIA**

Wyniki przeprowadzonego wzorcowania przedstawiono poniżej:

Wzorcowanie źródłem gamma: Cs-137, moc przestrzennego równoważnika dawki

Typ sondy: Detektor własny Numer fabryczny sondy: nie dotyczy

ZAKRES POMIAROWY PRZYRZĄDU	WARTOŚĆ WSPÓLCZYNNIKA POPRAWKOWEGO
uSv/h	-
500	0.90 +/- 0.18

Zmierzoną wartość mocy kermy (lub wielkości pochodnej) należy pomnożyć przez odpowiadającą wartość współczynnika poprawkowego dla danego zakresu pomiarowego przyrządu.

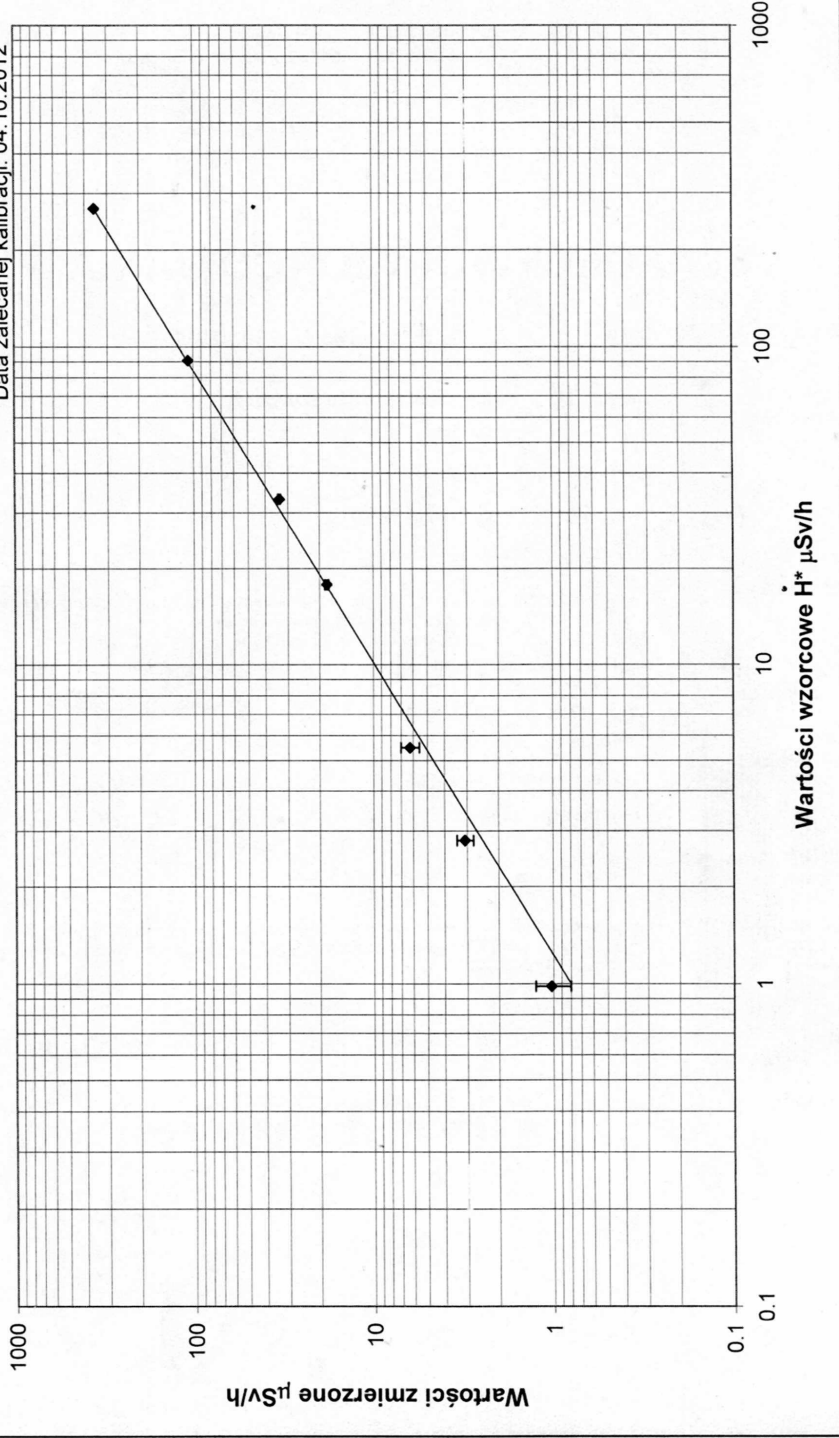
Sprawdził(a):

P. Bilski

Bilski

Wykres kalibracyjny dotyczący Świadczenia Wzorcowania nr 7601/2011

Data zalecanej kalibracji: 04.10.2012



SPRAWDZIŁ:
podpis

Bill