

WFİIS	Imię i nazwisko: 1. 2.	ROK	GRUPA	ZESPÓŁ
LABORATORIUM FITJ	TEMAT:			NR ĆWICZENIA
Data wykonania:	Data oddania:	Zwrot do poprawy:	Data oddania:	Data zliczenia:
				OCENA

CEL ĆWICZENIA

Wyznaczyć wartość teoretyczną oraz doświadczalną mocy dawki teoretycznej dla ^{226}Ra . Wycechować dowolnie wybrany dozymetr oraz przeprowadzić pomiary równoważnika mocy dawki źródeł neutronowych w pracowni.

WSTĘP TEORETYCZNY

1. dawka pochłonięta:

Jednostką dawki pochłoniętej jest grej [Gy], czyli dawka pochłonięta promieniowania jonizującego, przy której energia 1J (dżula) zostaje przekazana ciału o masie 1kg

$$D = \frac{d\bar{E}}{dm} \left[\frac{J}{kg} \right] = [Gy]$$

gdzie:

$d\bar{E}$ - średnia energia przekazana przez promieniowanie jonizujące materii w elemencie objętości;

dm - masa materii zawarta w tej objętości.

Jednostką nie wchodzącą do układu SI dawki pochłoniętej jest 1rd (rad)

$$1rd = 10^{-2} Gy$$

2. moc dawki pochłoniętej:

Jednostką mocy dawki pochłoniętej jest grej na sekundę $\left[\frac{Gy}{s} \right]$.

3. dawka ekspozycyjna:

Jednostką dawki ekspozycyjnej jest kulomb na kilogram, czyli dawka promieniowania fotonowego wytwarzającego ładunek 1C postaci jonów jednego znaku w masie 1kg suchego powietrza.

$$X = \frac{dQ}{dm} \left[\frac{C}{kg} \right]$$

gdzie:

dQ -bezwzględna wartość ładunków jonów jednego znaku w masie dm powietrza.

Jednostką poza-układową dawki ekspozycyjnej jest 1 R (rentgen),

$$1R = 2,58 \cdot 10^{-4} \frac{C}{kg}$$

4. moc dawki ekspozycyjnej

Jednostką mocy dawki ekspozycyjnej jest amper na kilogram, czyli moc dawki promieniowania fotonowego, przy której dawka ekspozycyjna wzrasta o 1C na kilogram w czasie 1s

$$1 \frac{A}{kg} = 1 \frac{C \cdot s}{kg}$$
$$\dot{X} = \frac{dX}{dt} \left[\frac{A}{kg} \right]$$

Jednostką poza-układową mocy dawki ekspozycyjnej jest $\frac{R}{s}$ (rentgen na sekundę).

5. równoważnik mocy dawki H

$$H = D \cdot Q \cdot N \left[\frac{J}{kg} \right] = Sievert = Sv$$

D - dawka pochłonięta;

Q - współczynnik jakości promieniowania;

N - inne współczynniki (obecnie przyjmuje się wartość 1).

6. aktywność substancji promieniotwórczej

Jednostką aktywności substancji promieniotwórczej jest bekerel (Bq), czyli aktywność substancji promieniotwórczej, której w ciągu każdej sekundy zachodzi średnio jedna samoistna przemiana jądra. W celu obliczenia mocy dawki X od źródła punktowego stosujemy wzór:

$$\dot{X} = \Gamma_r \frac{A}{l^2} \left[\frac{cGy}{h} \right]$$

Γ_r - wartość równoważnika stałej ekspozycyjnej [$cGy \cdot m^2 / s \cdot GBq$];

A - aktywność w GBq

$$\Gamma_r = 6,55 \cdot 10^{-6} \Gamma$$

Γ - stała ekspozycyjna w [$R \cdot m^2 / Ci \cdot h$]

$$1Ci = 3,7 \cdot 10^{10} Bq$$

7. obliczanie grubości osłon

Wymaganą krotność osłabienia przez osłonę promieniowania pochodzącego zew źródła zbliżonego do punkowego i padającego bezpośrednio na osłonę oblicza się ze wzoru:

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

t - tygodniowy czas narażania osób przebywających za osłoną (w sekundach);

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

l - najmniejsza odległość źródła promieniowania od miejsca osłanianego w warunkach pracy w $[m]$.

Grubość osłony można następnie wyznaczyć z odpowiednich wykresów podających zależność krotności osłabienia od grubości danego materiału.

OPRACOWANIE POMIARÓW

1. Obliczenie mocy dawki ekspozycyjnej:

Pierwszym zadaniem było teoretyczne obliczenie mocy dawki ekspozycyjnej od źródła ^{226}Ra o aktywności $A = 1\text{mCi}$ w odległości $l = 1\text{m}$. W tym celu skorzystano z poniższego wzoru:

$$\dot{X} = \Gamma \frac{A}{l^2}$$

Dla ^{226}Ra stała ekspozycyjna $\Gamma = 0,825 \frac{\text{Rm}^2}{\text{hCi}}$.

Poniżej zestawiono teoretyczne wartości mocy dawki ekspozycyjnej wyrażoną za pomocą różnych jednostek:

$$\dot{X} = 825 \frac{\mu\text{R}}{\text{h}}$$

$$\dot{X} = 0,0591 \frac{\text{nA}}{\text{kg}}$$

$$\dot{X} = 7,91 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{h}}$$

Kolejnym krokiem było zmierzenie mocy dawki ekspozycyjnej przy użyciu czterech różnych liczników. Poniżej zestawienie otrzymanych wyników pomiarów (w nawiasach podano procentową niezgodność z wartością teoretyczną):

RK20: $\dot{X} = 0,0625 \frac{\text{nA}}{\text{kg}} \quad (5,7\%)$

model 19: $\dot{X} = 906,25 \frac{\mu\text{R}}{\text{h}} \quad (9,8\%)$

EKO-C: $\dot{X} = 8,82 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{h}} \quad (11,5\%)$

RKP-1-2: $\dot{X} = 8,05 \frac{\mu\text{Gy}}{\text{h}} \quad (1,8\%)$

Ostatnia część polegała na zbadaniu równoważnika mocy dawki dla źródeł neutronowych. Pomiar ten przeprowadzono licznikiem NM-2, a wyniki pomiarów naniesiono na mapkę pracowni dodaną jako załącznik.

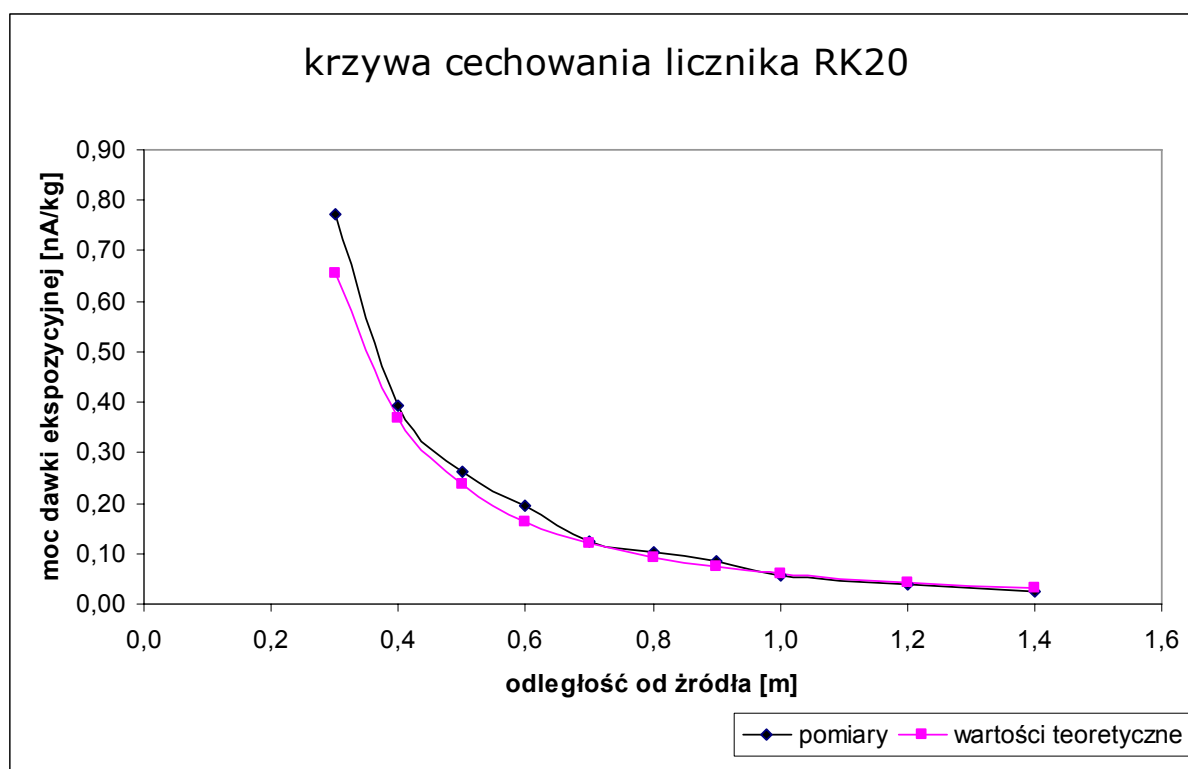
2. Cechowanie licznika RK-20

W poniższej tabelce zebrano wyniki pomiarów wykorzystanych do przeprowadzenia cechowania licznika RK-20.

RK-20	odległość [m]									
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
moc dawki ekspozycyjnej [nA/kg]	0,70	0,42	0,24	0,19	0,10	0,11	0,09	0,04	0,06	0,03
	0,72	0,36	0,24	0,21	0,13	0,10	0,07	0,06	0,03	0,02
	0,79	0,39	0,33	0,20	0,15	0,10	0,07	0,06	0,03	0,02
	0,65	0,39	0,24	0,17	0,12	0,13	0,10	0,07	0,03	0,04
	0,70	0,40	0,26	0,21	0,12	0,08	0,09	0,05	0,05	0,02
wartość średnia [nA/kg]	0,77	0,39	0,26	0,20	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04	0,03

tabela 1

Poniższy wykres przedstawia krzywą cechowania licznika RK-20 wyznaczoną na podstawie danych z tabeli 1.



wykres 1

WNIOSKI

Przy obliczaniu mocy dawki ekspozycyjnej najwięcej problemów dostarczył dozymetr Model 19, z powodu małej rozdzielczości skali stąd też największa procentowa niepewność pomiaru.

W drugiej części ćwiczenia znaleziono dwa źródła neutronów w laboratorium (beryl i pluton).

ZAŁĄCZNIKI

- [1] – wyniki pomiarów;
- [2] – mapka z naniesionymi źródłami neutronów;

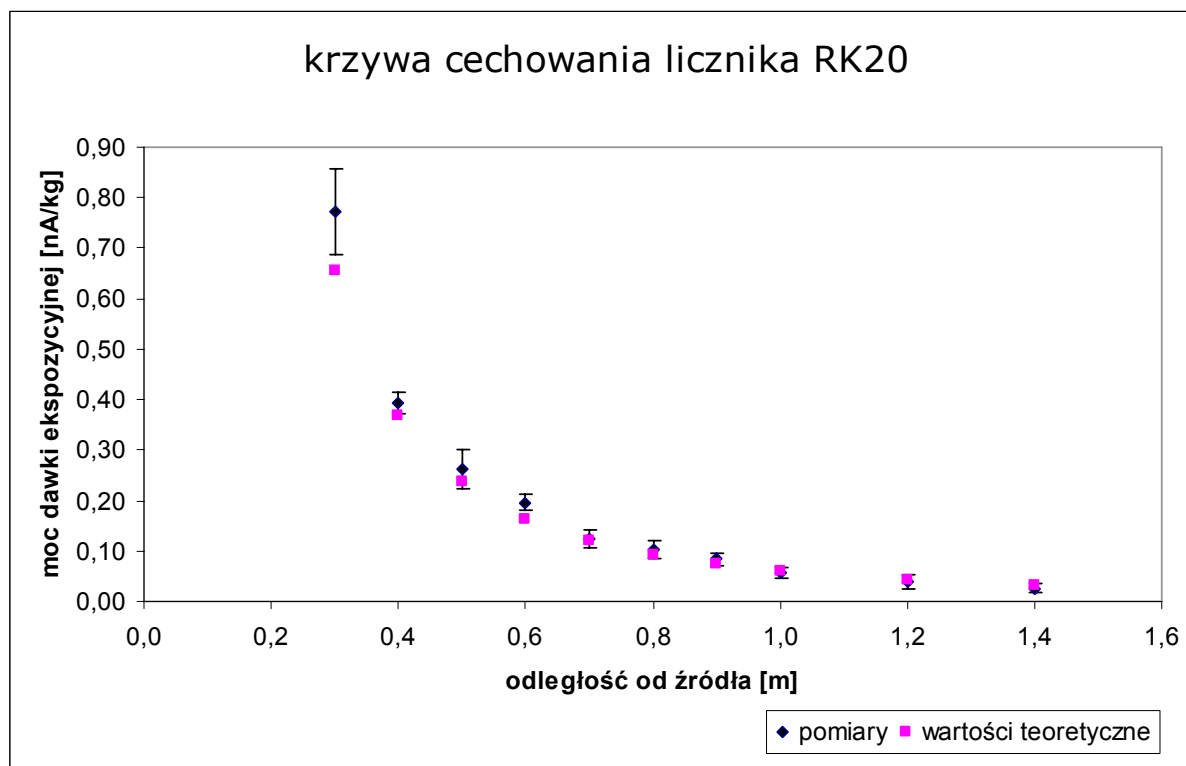
POPRAWA

W ramach poprawy sprawozdania zmodyfikowano tabelę 1 dodając wartości odchylenia standardowego dla każdej odległości licznika od źródła.

RK-20	odległość [m]									
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
moc dawki ekspozycyjnej [nA/kg]	0,70	0,42	0,24	0,19	0,10	0,11	0,09	0,04	0,06	0,03
	0,72	0,36	0,24	0,21	0,13	0,10	0,07	0,06	0,03	0,02
	0,79	0,39	0,33	0,20	0,15	0,10	0,07	0,06	0,03	0,02
	0,65	0,39	0,24	0,17	0,12	0,13	0,10	0,07	0,03	0,04
	0,70	0,40	0,26	0,21	0,12	0,08	0,09	0,05	0,05	0,02
wartość średnia [nA/kg]	0,77	0,39	0,26	0,20	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04	0,03
odchylenie standardowe [nA/kg]	±0,08	±0,02	±0,04	±0,02	±0,02	±0,02	±0,01	±0,01	±0,01	±0,01

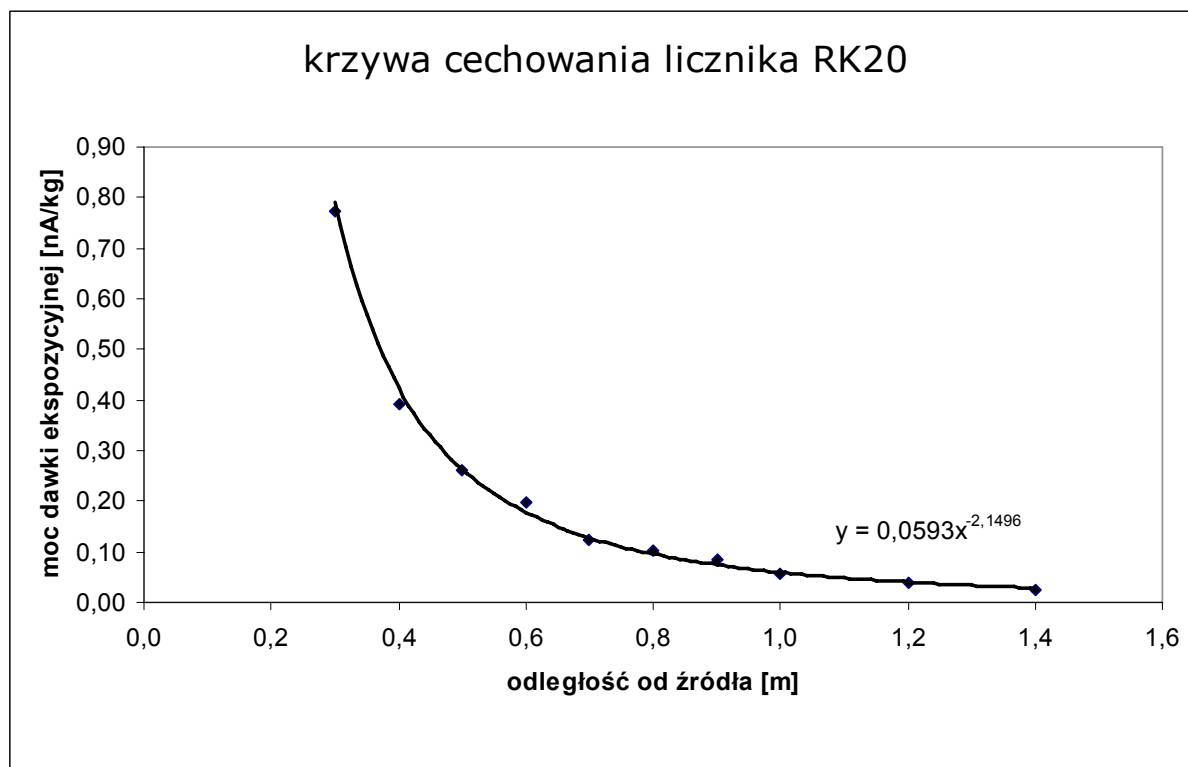
tabela 2

Na podstawie powyższej tabeli sporządzono wykres 2. Zaznaczono na nim odchylenie standardowe poszczególnych pomiarów oraz wartości teoretyczne.



wykres 2

Wykres 3 sporządzono także na podstawie tabeli 2. Do wyników dopasowano funkcję wykładniczą o wzorze podanym na wykresie. Otrzymana zależność $\sim \frac{1}{r^2}$, gdzie r jest odległością licznika od źródła, w ogólnym przypadku zgadza się ze wzorem teoretycznym.



wykres 3

Na następnej stronie znajdują się poprawiony szkic planu pracowni z zaznaczonymi źródłami neutronów. Pomiary zostały wykonane licznikiem NM-2.

Poniższa tabela zawiera zestawienie pomiarów oraz średnich wartości mocy dawki ekspozycyjnej przy źródłach neutronów numer 1 i 2.

	pomiar [mSv/h]				
	0,002	0,002	0,001	0,003	
źródło neutronów 1					
źródło neutronów 2	0,012	0,010	0,011	0,013	0,010

	wartość średnia [mSv/h]
źródło neutronów 1	0,002
źródło neutronów 2	0,011

Plan pracowni:

