

Wielkości i jednostki W rentgenodiagnostyce

mgr inż. Ryszard Kowski e-OR 002

1

1. Pojęcia – przypomnienie podstaw
2. Wielkości i jednostki

e-OR 002

2



KROTNOŚCI

0,000 000 000 001	piko	p	10^{-12}
0,000 000 001	nano	n	10^{-9}
0,000 001	mikro	μ	10^{-6}
0,001	mili	m	10^{-3}
0,01	centy	c	10^{-2}
0,1	decy	d	10^{-1}
1			10^0
1.000	kilo	k	10^3
1.000.000	mega	M	10^6
1.000.000.000	giga	G	10^9

e-OR 002

3

Jednostką energii promieniowania są elektronowolty.

1 elektronovolt – energia, jaką uzyskuje elektron przyspieszony różnicą potencjałów równą 1 V

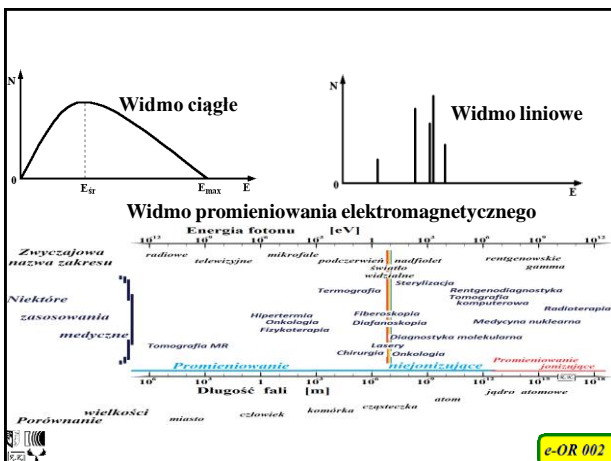
$$1 [eV] = 1,6 * 10^{-19} [J]$$

$$1 [keV] = 1,6 * 10^{-16} [J]$$

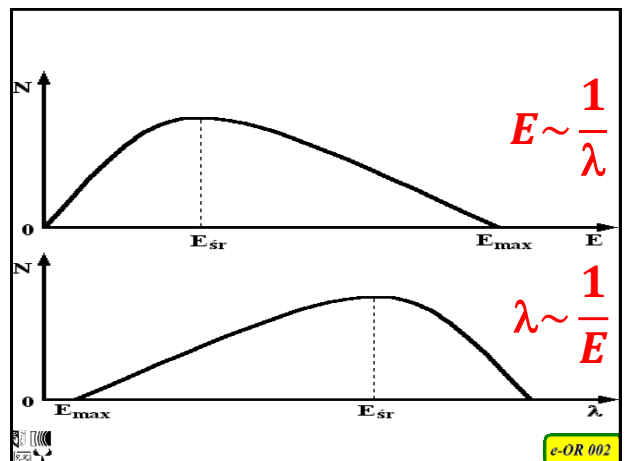
$$1 [MeV] = 1,6 * 10^{-13} [J]$$

e-OR 002

4



5



6

DAWKA – energia lub ładunek dostarczona lub wytworzony w jednostce masy / objętości

MOC DAWKI – dawka w jednostce czasu



e-OR 002

7

NAPROMIENIENIE – dostarczenie dawki do określonego obiektu

SKAŻENIE – „zabrudzenie” substancją promieniotwórczą

WCHŁONIĘCIE – skażenie wewnętrzne (np. pokarmowo, wziewnie etc)

W obrazowaniu rentgenowskim możliwe jest jedynie NAPROMIENIENIE



e-OR 002

8



Wielkości i jednostki

Wielkość mająca zastosowanie jedynie w odniesieniu do materiałów promieniotwórczych, czyli nie w rentgenologii, a jedynie w medycynie nuklearnej i radioterapii izotopowej.



e-OR 002

9

Wielkości i jednostki

AKTYWNOŚĆ - $\frac{A}{t}$

liczba rozpadów promieniotwórczych w jednostce czasu

Jednostka: bekerel [Bq] 1 [Bq] = 1 [s⁻¹]

Znaczenie: jeden rozpad na sekundę – wielkość bardzo mała, praktycznie w normalnych warunkach niemierzalna

jednostka dawna: kiur [Ci]

1 [Ci] = 3,7 * 10¹⁰ [Bq] = 37 [GBq]



e-OR 002

10

Wielkości i jednostki

Wielkości, o których będzie mowa dalej stosowane są również w rentgenodiagnostyce



e-OR 002

11

Wielkości i jednostki

DAWKA EKSPozyCYJNA - $\frac{X}{m}$

liczba par jonów wytworzonych w jednostce masy powietrza

Jednostka: kulomb na kilogram [C/kg]

Jednostka dawna: rentgen [R]

1 [R] = 2.58 * 10⁻⁴ [C/kg]

MOC DAWKI EKSPozyCYJNEJ

Jednostka: amper na kilogram [A/kg]

Jednostka dawna: rentgen na godzinę [R/h]



e-OR 002

12

Wielkości i jednostki

DAWKA POCHŁONIĘTA - D

miara energii pochłoniętej w jednostce masy

Jednostka: grej [Gy] $1\text{Gy} = 1\text{J/kg}$

Jednostka dawna: rad [rad]

$100 [\text{rad}] = 1 [\text{Gy}]$

MOC DAWKI POCHŁONIĘTEJ

Jednostka: grej na sekundę [Gy/s]

$1 [\text{Gy/s}] = 1 [\text{W/kg}]$

Jednostka dawna: rad/s



e-OR 002

13

Wielkości i jednostki

KERMA - K

Suma energii kinetycznej wszystkich naładowanych cząstek w jednostce masy.

Jednostka: $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$

Na potrzeby tego wykładu można wielkość tę uważać za tożsamą z dawką pochłoniętą



e-OR 002

14



Wielkości opisane powyżej nie mówią nic o oddziaływaniu z tkanką żywą. Poniższe pojęcia już uwzględniają takie interakcje. Różne rodzaje promieniowania z różną siłą wpływają na procesy życiowe.



e-OR 002

15

Dużo silniej uszkadza coś, co ma masę, a jeszcze bardziej, gdy ma również ładunek, niż coś bez masy i ładunku. Zatem promieniowanie cząsteczkowe oddziałuje silniej, niż elektromagnetyczne. Różnice te równoważy... dawka równoważna.



e-OR 002

16

Wielkości i jednostki

Dawka równoważna

RÓWNOWAŻNIK DAWKI - H

dawka pochłonięta w danym narzędziu lub tkance zmodyfikowana przez współczynnik jakości promieniowania $w_R (Q)$

$H = Q \cdot D$

Jednostka: siwert [Sv]

Jednostka dawna: rem [rem]

$1 [\text{Sv}] = 100 [\text{rem}]$



e-OR 002

17

Wielkości i jednostki współczynniki w_R

- | | |
|---|----|
| • fotony wszystkich energii | 1 |
| • elektrony i miony (prawie) wszystkich energii | 1 |
| • neutrony < 10 keV | 5 |
| • neutrony 10 keV - 100 keV | 10 |
| • neutrony 100 keV - 2 MeV | 20 |
| • neutrony 2 MeV - 20 MeV | 10 |
| • neutrony > 20 MeV | 5 |
| • protony > 20 MeV (z wył. protonów odrzutu) | 5 |
| • cząstki α , ciężkie jony, fragmenty rozszczepienia | 20 |



e-OR 002

18

W obrazowaniu rentgenowskim nie mamy do czynienia z promieniowaniem cząsteczkowym, a jedynie elektromagnetycznym; współczynnik wagowy dla promieniowania rentgenowskiego wynosi 1, zatem dawka równoważna będzie liczbowo równa dawce pochłoniętej.



e-OR 002

19

Różne tkanki mają różną promieniowrażliwość, zatem powstaną w nich różne ilości uszkodzeń (różny skutek) wywołanych taką samą dawką. Te z kolei różnice uwzględnia... dawka skuteczna.

Dawka skuteczna dla danego osobnika to suma dawek skutecznych w narządach i tkankach objętych wiązką promieniowania.



e-OR 002

20

Wielkości i jednostki

DAWKA SKUTECZNA (efektywna) - E

dawka równoważna zmodyfikowana przez współczynnik tkankowy W_T

$$H_E = \sum W_T * H_T$$

Jednostka: siwert [Sv]

Jednostka dawna: rem [rem]

$$1 \text{ [Sv]} = 100 \text{ [rem]}$$



e-OR 002

21

Wielkości i jednostki współczynniki tkankowe w_T :

0,08 gonady

0,12 szpik czerwony, jelito grube, płuca, żołądek

0,04 pęcherz moczowy, gruczoły piersiowe, wątroba, przełyk, tarczyca

0,01 skóra, powierzchnia kości

0,05 pozostałe (razem)



e-OR 002

22

UWAGA

Sievert (siwert) [Sv] jest jednostką wszystkich dawek związanych z efektami w tkance żywej spowodowanymi przez promieniowanie jonizujące.



e-OR 002

23

Natężenie promieniowania

Wielkością opisującą natężenie promieniowania jest **moc**. Jest to miara dawki w czasie. Jednostką jest jednostka dawki na jednostkę czasu

Moc dawki ekspozycyjnej [A/kg]

Moc dawki pochłoniętej [Gy/s]

Moc dawki równoważnej [Sv/s] etc, etc



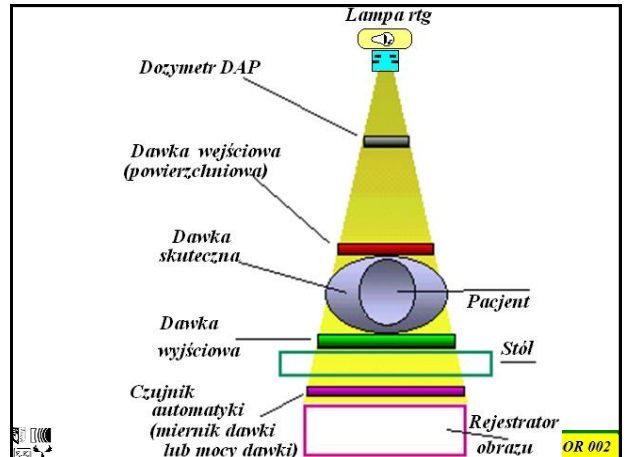
e-OR 002

24

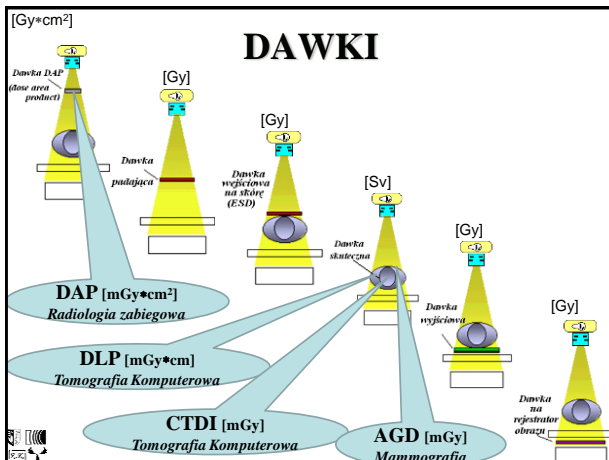
Wielkości charakterystyczne dla różnych rodzajów procedur

e-OR 002

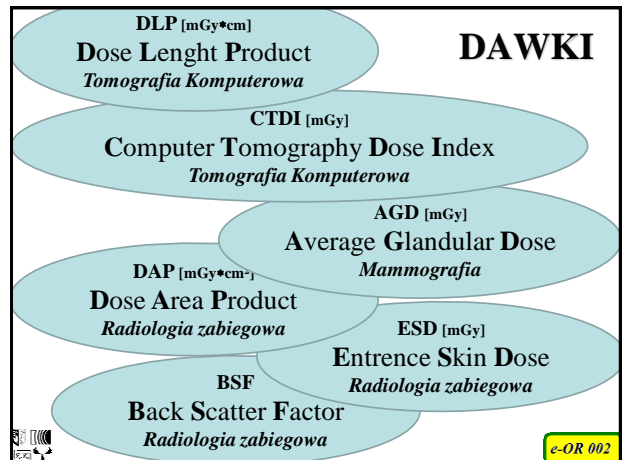
25



26



27



28

DAP / KAP

BSF – współczynnik promieniowania wstecznego – liczba, przez którą należy pomnożyć dawkę padającą (ESD), by oszacować dawkę, jaką rzeczywiście otrzymała skóra; wartość ta przekracza czasami 1,4!

Dawka na skórę =
Dawka wejściowa na skórę (ESD)
+
Dawka od rozproszenia (BSR)

BSR - do 40%

$SD = ESD + BSR$
 $ESD = DAP / \text{pole}$
 $SD = ESD * BSF$

29

W praktyce codziennej używać będziemy części z tych pojęć:

w radiografii (zdjęciach rtg) osób dorosłych –

ESD i DAP

w radiografii (zdjęciach rtg) dzieci –

tylko **DAP**

we fluoroskopii (prześwietleniach), głównie przy zabiegach –

DAP

w tomografii komputerowej –

CTDI_w i DLP

e-OR 002

30