

# LE UNITA' DI MISURA DELLA RADIOATTIVITA'

**Gray**

MISURA LA DOSE ASSORBITA

$$\text{Gy} = \text{J} \times \text{Kg}^{-1}$$

(UNITA' S.I.)

**Sievert**

MISURA DEL DANNO

$$\text{Sv} = \text{J} \times \text{Kg}^{-1}$$

(UNITA' S.I.)

**Röntgen**

MISURA RADIAZIONE  
IONIZZANTE

(NO S.I.)

**Bequerel**

MISURA DELL' ATTIVITA' DEL  
RADIONUCLIDE

$$\text{Bq} = 1\text{dis} \times \text{s}^{-1}$$

(UNITA' S.I.)

**Curie**

MISURA DELL'ATTIVITA' DEL  
RADIONUCLIDE

$$\text{Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

(NO S.I.)

**Rutherford**

MISURA DELL'ATTIVITA' DEL  
RADIONUCLIDE

$$\text{Rd} = 10^6 \text{ Bq}$$

(NO S.I.)

**Rad**

MISURA LA DOSE DI  
RADIAZIONE ASSORBITA

$$\text{Rad} = 0,01 \text{ Gy}$$

(UNITA' S.I.)

**Rem**

MISURA LA DOSE DI  
RADIAZIONE EQUIVALENTE

$$\text{Rem} = \text{Rad} \times Q$$

(UNITA' S.I.)

# Gray

Il **gray (Gy)** è l'unità di misura della dose assorbita di radiazione del Sistema Internazionale (S.I.).

Un'esposizione di **1 gray** corrisponde ad una radiazione che deposita un Joule per Kg di materia (sia tessuti biologici che qualsiasi altra cosa). Dimensionalmente si ha:

$$1 \text{ Gy} = 1\text{J} \times \text{Kg}^{-1}$$

Il **gray** ha sostituito il Rad, talvolta utilizzata; vale:

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ Rad.}$$

Il **gray** fu definito nel 1940 da Louis Harold Gray.

# Sievert

Il **sievert (Sv)** è l'unità di misura della dose equivalente di energia nel S I ed è una misura degli effetti e del danno provocato dalla radiazione su un organismo.

La dose equivalente ha le stesse dimensioni della dose assorbita, ovvero energia per unità di massa:

$$1\text{Sv} = 1\text{J} \times \text{Kg}^{-1}$$

CAUSA O PRATICA MEDICA	DOSE EQUIVALENTE
Fondo naturale di radiazione annuo (media)	2,4 mSv
Massima dose di fondo naturale annuo (Ramsar)	260 mSv
radiografia convenzionale	1 mSv
TAC, tomografia computerizzata	3 ~ 4 mSv
PET, tomografia ad emissione di positroni	10 ~ 20 mSv
Scintigrafia	10 ~ 20 mSv
Radioterapia	10 ~ 40 Sv

**Dimensionalmente si ha:**

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \times \text{Kg}^{-1}$$

**oltre al Sv si utilizza il suo sottomultiplo:**

$$\text{millisievert (mSv} = 10^{-3} \text{ Sv)}$$

**e meno significativamente:**

$$\text{microsievert (} 10^{-6} \text{ Sv)}$$

**il sievert ha sostituito il Rem, si ha:**

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

# Dosi equivalenti tipiche

(Per dare un'idea del valore di 1 Sv)

EVENTO	DOSE ASSORBITA
RADIOATTIVITA' NATURALE	$2,4 \times 10^{-3}$ Sv per anno
RADIOGRAFIA ORDINARIA	$1 \times 10^{-3}$ Sv
TAC	$3 \sim 4 \times 10^{-3}$ Sv
PET o SCINTIGRAFIA	10 ai $20 \times 10^{-3}$ Sv
RADIOTERAPIA	decine di Sv, anche oltre i 40 Sv, concentrate sul tumore

DOSE EQUIVALENTE	EFFETTI BIOLOGICI
1 Sv	alterazioni temporanee dell'emoglobina
2 ~ 5 Sv	nausea, perdita dei capelli, emorragie
4 Sv	morte nel 50% dei casi
6 Sv	sopravvivenza improbabile

# Relazione Sv - Gy

- Il **Gy** rappresenta in assoluto una **dose di energia assorbita da una unità di massa (A)**
- la dose equivalente e il **Sv** riflettono piuttosto gli **effetti biologici della radiazione** sull'organismo. I diversi tipi di radiazione possono essere infatti più o meno dannosi per l'organismo

- La **dose equivalente H** si ottiene moltiplicando la **dose assorbita A** per un fattore adimensionale  $w_r$  dipendente dal tipo di radiazione:

$$H = A \times w_r$$

RADIAZIONE	$w_r$	dose equivalente H per Gy di dose assorbita A
Raggi X, gamma o beta	1	1 Sv
Raggi alfa	20	20 Sv
Neutroni	---	da 3 a 11 Sv a seconda E del fascio

# Röntgen

- Il **röntgen (R)** è l'unità di misura della radiazione ionizzante riferibile solamente ai **raggi X** e **raggi gamma**. Non fa più parte delle unità del **SI**
- E' definito come la quantità di radiazione che produce in un campione di aria di **1 mL** a **0 °C** e **1 atm**, una ionizzazione pari ad una carica elettrica di  **$3,3356 \times 10^{-10}C$** , ovvero:

**$2,08 \times 10^9$  coppie di ioni.**

## Esempi

- Un **orologio luminoso** produce circa **5 milliroentgen (mR)** per anno.
- Una **radiografia** produce circa **500 mR**.

# Becquerel

- Il **becquerel (Bq)** è l'unità di misura del S.I. dell'attività di un radionuclide ed è definita come l'attività di un radionuclide che ha un decadimento al secondo. dimensionalmente si ha:

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ dis} \times \text{s}^{-1}$$

## EQUIVALENZE RISPETTO ALLE VECCHIE UNITÀ

1 Rd	$10^6 \text{ Bq} = 1 \text{ MBq}$ (megaBq)
1 Bq	$2,7 \times 10^{-11} \text{ Ci} = 27 \text{ pCi}$

- Il **Bq** deve il suo nome a Antoine Henri Bequerel, che nel 1903 vinse il premio Nobel per la fisica insieme a Marie e Pierre Curie.

# Curie

- Il **curie (Ci)** è un'unità di misura dell'attività di un radionuclide.  
Venne adottato durante il **Congresso Internazionale di Radiologia** di Bruxelles del 1910, presieduto da Marie Curie.
- Un **Ci** è pari approssimativamente all'attività di **1 g** di  $^{226}\text{Ra}$ , scoperto da Marie e Pierre Curie, ed equivale a:  
**37 miliardi di decadimenti al secondo.**
- Il **Ci** è stato sostituito dal **becquerel (Bq)** nel S.I.

EQUIVALENZE			
1 Ci	$3,7 \times 10^{10}$ Bq	=	37 GBq (gigaBq)
1 Bq	$2,7 \times 10^{-11}$ Ci	=	27 pCi (picoCi)

# Rutherford

- Il **rutherford (Rd)**, così chiamato in onore di Ernest Rutherford è un'unità di misura della radioattività non più in uso, corrisponde a:

UNITA'	EQUIVALENZE
1 Rd	$10^6 \text{Bq} = 1 \text{MBq}$ o anche $1 \text{Bq} = 10^{-6} \text{Rd}$

- È ora sostituito dall'unità SI **bequerel (Bq)**.

# Rad

- Il **rad** (*Radiation Absorbed Dose*) è un'unità di misura della dose di radiazione assorbita, vale:

**100 erg × grammo**

- Il **rad** è stato sostituito dal **Gy** nel SI
- **1 Rad = 0,01 Gy = 0,01 joule di energia assorbiti da un Kg di tessuto.**

# Rem

- Il **rem** è un'unità di misura della dose equivalente di radiazioni. La parola *rem* è un acronimo in lingua inglese per *radiaton equivalent man* ovvero radiazione equivalente per l'uomo; indica la quantità di radiazione necessaria a produrre un effetto biologicamente significativo non necessariamente dannoso (radiolisi della molecola dell'acqua e creazione di coppie di ioni, radicali liberi) è importante il concetto di detrimento e effetti biologici a lungo termine.

- Il **rem** è definito come il prodotto della dose assorbita espressa in **rad** per un **fattore di qualità Q** che tiene conto del differente impatto biologico riferito agli organi più o meno radio sensibili (**tiroide, gonadi, cristallino** le più sensibili) ai diversi tipi di radiazione

RADIAZIONE	FATTORE DI QUALITA' (Q)
raggi X e raggi gamma	1
neutroni	tra 5 e 20 a seconda dell'energia
radiazione alfa	20

- Nel SI il **rem** è stato sostituito dal **Sv** con la conversione:

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

- Poiché la dose di **1 rem** è piuttosto elevata, si fa spesso uso del suo sottomultiplo, il **millirem ( $10^{-3}\text{rem}$ )**.