

DOSE DI RADIAZIONE IONIZZANTE

PERICOLO DA RADIAZIONI IONIZZANTI



DOSE ASSORBITA

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$$

energia assorbita nell'unità di massa

UNITA' DI MISURA

dose **assorbita**

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$$

dimensioni $[D] = [ML^2t^{-2}][M]^{-1} = [L^2t^{-2}]$

● unità di misura

S.I.

$$\text{gray (Gy)} = \frac{\text{joule}}{\text{kg}}$$

sistema pratico $\text{rad} = \frac{100 \text{ erg}}{\text{grammo}}$

$$\text{gray} = \frac{10^7 \text{ erg}}{10^3 \text{ g}} = \frac{10^4 \text{ erg}}{\text{g}} = 100 \text{ rad}$$

*differente azione radiazioni ionizzanti :
tipo di radiazione, energia*

UNITA' DI MISURA

*differente azione radiazioni ionizzanti :
tipo di radiazione, energia*

azione nei materiali biologici :

radiazione riferimento : raggi X (200 keV)

■ **Radiation Biological Efficiency (RBE)**
(ionizzazione globale)

■ **Quality Factor (QF)**
(ionizzazione globale e per unità di percorso)

$$\text{RBE, QF} = \frac{D_{\text{raggi X 200 keV}}}{D_{\text{radiazione R}}}$$

UNITA' DI MISURA

dose fisica : D

dose assorbita da tessuto biologico D_B :

$$D_B = D \times \text{RBE}$$
$$D_B = D \times \text{QF}$$

- unità di misura

S.I. sievert (Sv) = RBE \times gray

sievert (Sv) = QF \times gray

sistema pratico rem = RBE \times rad

rem = QF \times rad

1 sievert = 100 rem

UNITA' DI MISURA

radiazione

QF

fotoni e $\beta > 30 \text{ keV}$	1.0
$\beta < 30 \text{ keV}$	1.7
neutroni e protoni $< 10 \text{ MeV}$...	10 (30 occhi)
alfa da radionuclidi naturali ...	10
nuclei pesanti	20

esempio : $1 \text{ Gy (alfa)} = 10 \text{ Sv}$

$1 \text{ Gy (X da } 200 \text{ keV)} = 1 \text{ Sv}$



UNITA' DI MISURA

D = dose **assorbita**

dose **irraggiata (esposizione) R** :

ionizzazione



produzione di carica elettrica

$$R = \frac{Q}{\Delta m}$$

dimensione $[R] = [Q] [M]^{-1}$

● unità di misura S.I. $C kg^{-1}$

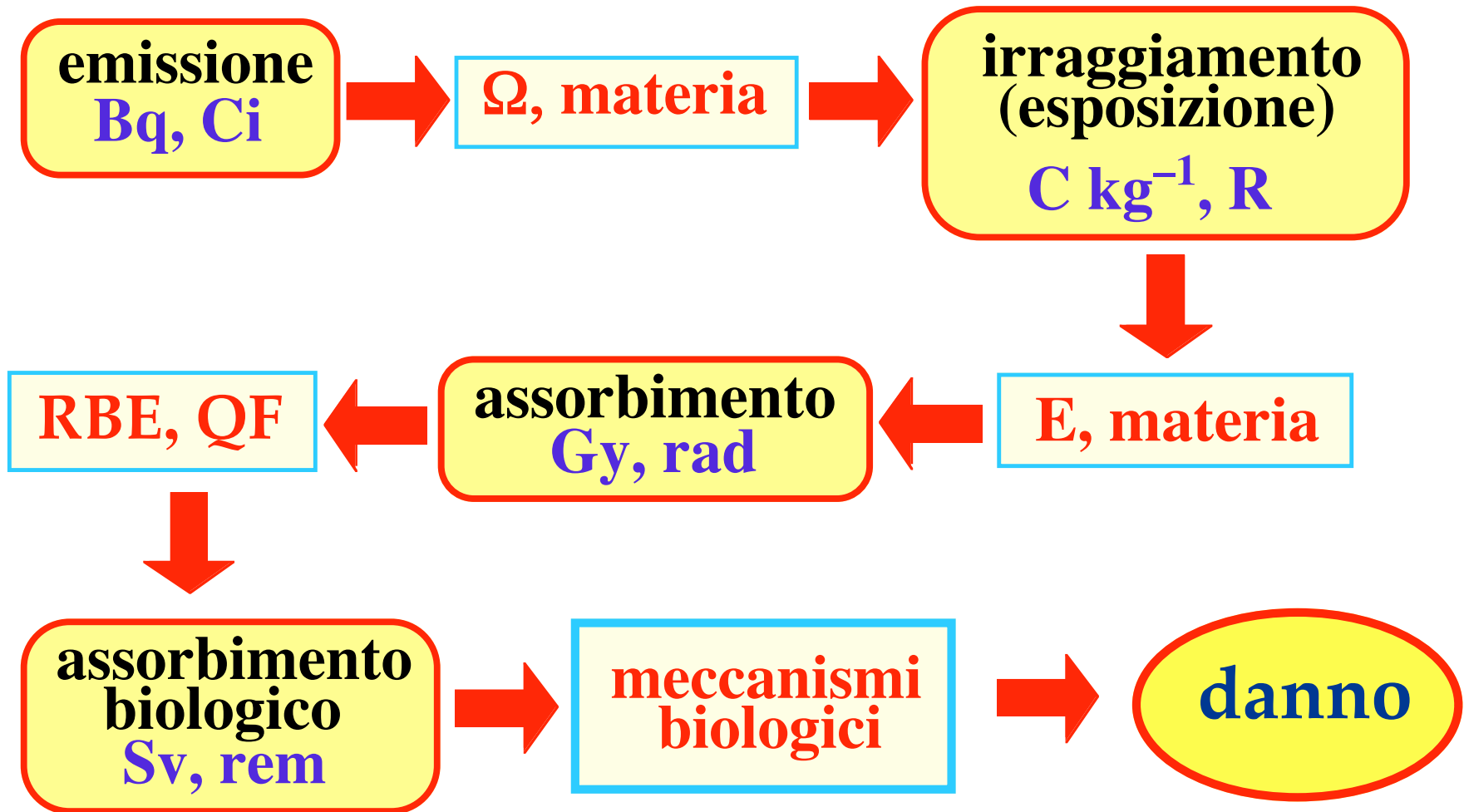
sistema pratico roentgen (R)

radiazione X, $\gamma \rightarrow Q = 0.33 \cdot 10^{-9} C cm^{-3}$
(in aria secca NTP)

* roentgen (R) = $2.58 \cdot 10^{-4} C kg^{-1} = 25.8 mC kg^{-1}$

* $C kg^{-1} = 3876 R = 3.876 kR$

UNITA' DI MISURA



EFFETTI BIOLOGICI

radiazioni naturali

sorgenti	dose media annuale
<i>esterne</i> raggi cosmici radiazione ambiente	≈ 0.5 mSv ≈ 0.5 mSv
<i>interne</i> ^{40}K , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Pb , ^{14}C , ^{222}Rn (nel sangue)	≈ 0.25 mSv
totale	≈ 1.25 mSv



EFFETTI BIOLOGICI

radiazioni artificiali

- medicina :
 - dispositivi diagnostici
 - dispositivi terapeutici
 - sterilizzazione

- industria :
 - produzione energia nucleare
 - propulsione nucleare
 - radiochimica

- ricerca :
 - acceleratori di particelle
 - laboratori radiochimica
 - reattori nucleari di ricerca



DANNO da RADIAZIONI IONIZZANTI

■ *deposizione macroscopica di energia*

trascurabile rialzo termico locale per ogni gray depositato in acqua :

calore specifico H₂O = 4180 J kg⁻¹

$$\Delta T = \frac{\Delta E}{c m} = \frac{1}{c} D = \frac{1 \text{ J kg}^{-1}}{4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = 2.4 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$$

!!!

■ *danno microscopico (intracellulare)*

$\Delta E \gg$ energie di legame atomico e molecolare

▼
produzione di ioni

DANNO da RADIAZIONI IONIZZANTI

dose limite per radiazioni artificiali

1 mSv/anno (popolazione normale)

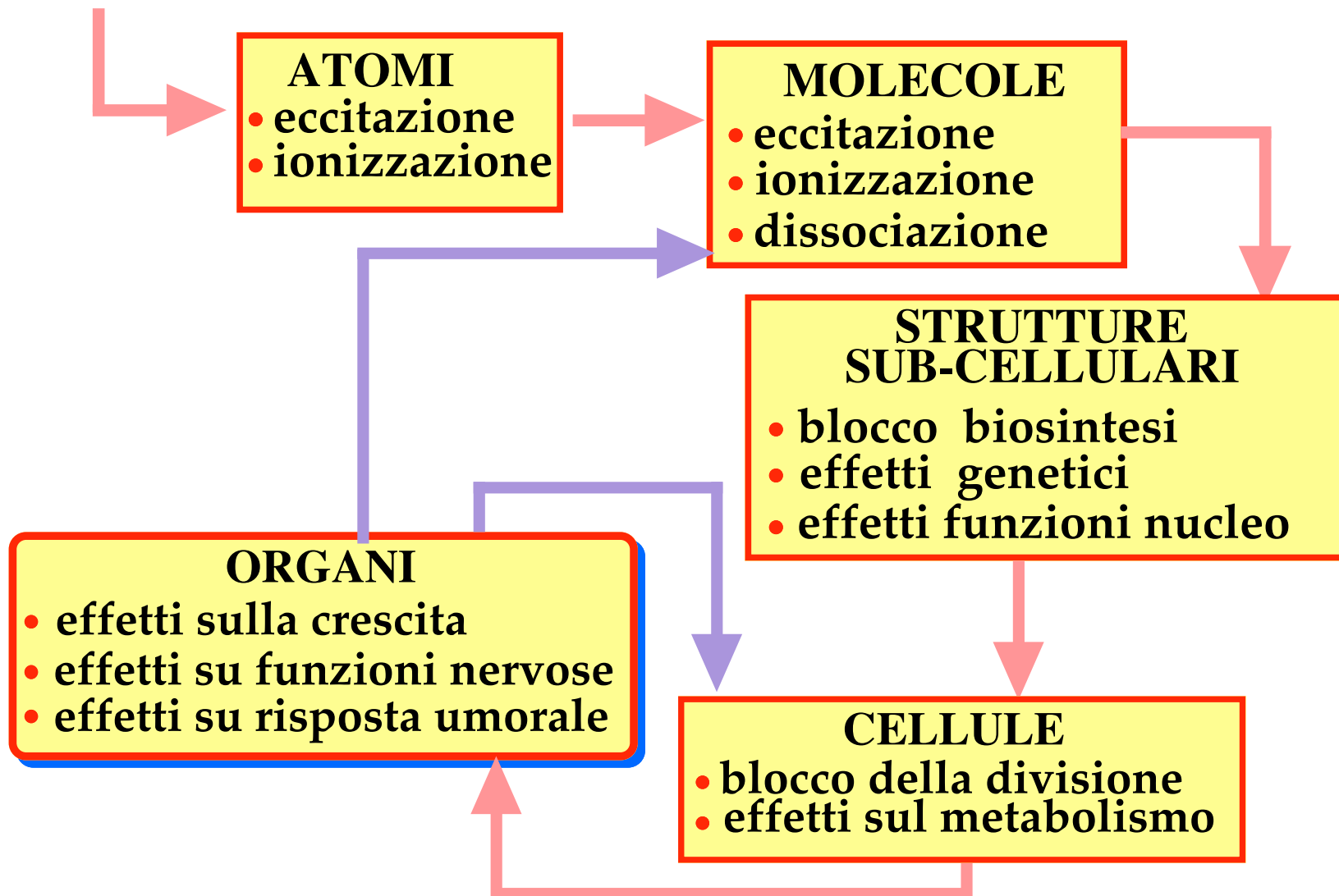
50 mSv/anno (professionalmente esposti)

dose media assorbita (esami radiologici)

addome	10 mGy
urografia endovenosa	30 mGy
colonna lombare	20 mGy
torace	7 mGy
radioscopia	100 mGy (per minuto)

EFFETTI BIOLOGICI


RADIAZIONI
IONIZZANTI



EFFETTI BIOLOGICI

dose assorbita in qualche ora (irraggiamento acuto)

soggetto irraggiato (tutto il corpo)	dose assorbita (Sv)	effetti
uomo	0.25	nessuno
uomo	0.25÷1.0	piccole variazioni formula sangue, raddoppio rischio spontaneo leucemia e malattie genetiche
uomo	1÷2	notevoli variazioni formula sangue, nausea, lievi emorragie intestinali, rischio elevato di leucemia e malattie genetiche
uomo	2÷3	emorragie gravi, shock, prostrazione
uomo	4÷5	morte nel 30% dei casi
uomo	6÷7	morte nel 60% dei casi
uomo	8÷10	morte nel 100% dei casi
rana	7	morte nel 50% dei casi
insetti	600	morte nel 50% dei casi
batteri	200	morte nel 50% dei casi
cellule cancerose	4	morte nel 50% dei casi



EFFETTI BIOLOGICI

dose assorbita in qualche ora (irraggiamento acuto)

soggetto
irraggiato
(tutto il corpo)

dose
assorbita
(Sv)

effetti

uomo

8÷10

morte nel 100% dei casi

$1.6 \cdot 10^5 \div 2 \cdot 10^5$ volte
la dose di 50 mSv/anno
(professionalmente esposti)