

Radiazioni ionizzanti

Lucidi del Prof. D. Scannicchio

ASSORBIMENTO RADIAZIONI IONIZZANTI

radiazioni ionizzanti : $E > 100$ eV
(ionizzazione nella materia attraversata)

☀ **radiazioni elettromagnetiche** $E = h \nu$

- **fotoni X e fotoni γ**

☀ **radiazioni corpuscolari** ($m \neq 0$) $E = T = \frac{1}{2} m v^2$

- **alfa** (nucleo ${}^4\text{He}$)
- **beta** (elettroni e^- , positroni e^+)
- **protoni**
- **neutroni**
- **ioni** (nuclei)

assorbimento →

**cessione di energia alla
struttura atomica e molecolare
del materiale attraversato**

ASSORBIMENTO X e GAMMA

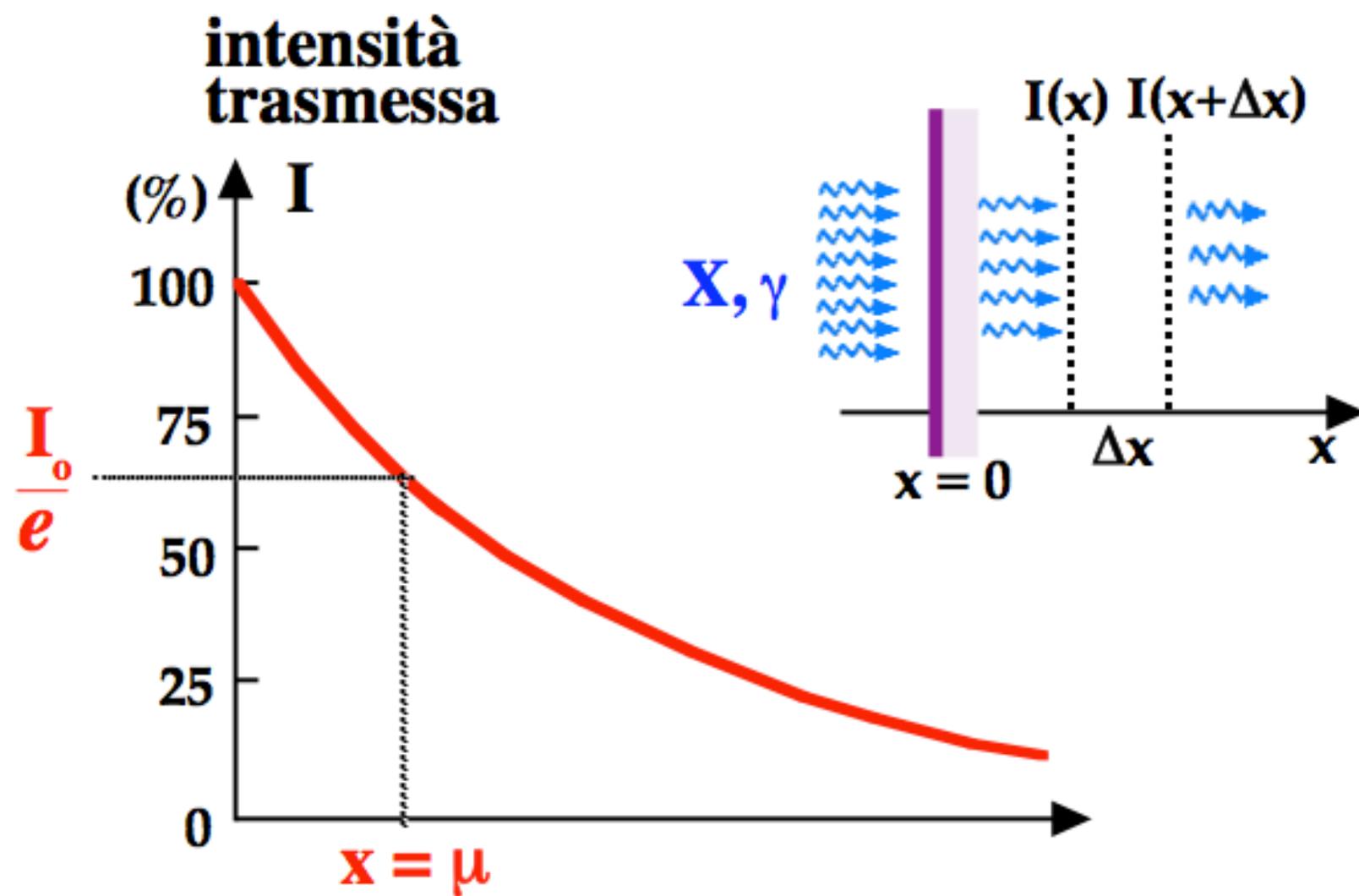
$$-\frac{\Delta N}{\Delta x} = \mu N(x) \rightarrow -\frac{\Delta I}{\Delta x} = \mu I(x)$$

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$
$$-\frac{dI(x)}{dx} = \mu I(x)$$

μ = coefficiente lineare di attenuazione totale
oppure

$\mu = \mu_E$ = coefficiente lineare di assorbimento

ASSORBIMENTO X e GAMMA



ASSORBIMENTO di RADIAZIONI CORPUSCOLARI

☀ **particelle cariche : α , β , p , ioni , π^\pm**

■ **ionizzazione : $\frac{\Delta E}{\Delta x}$** ■ **range R**

☀ **particelle neutre (neutroni)**

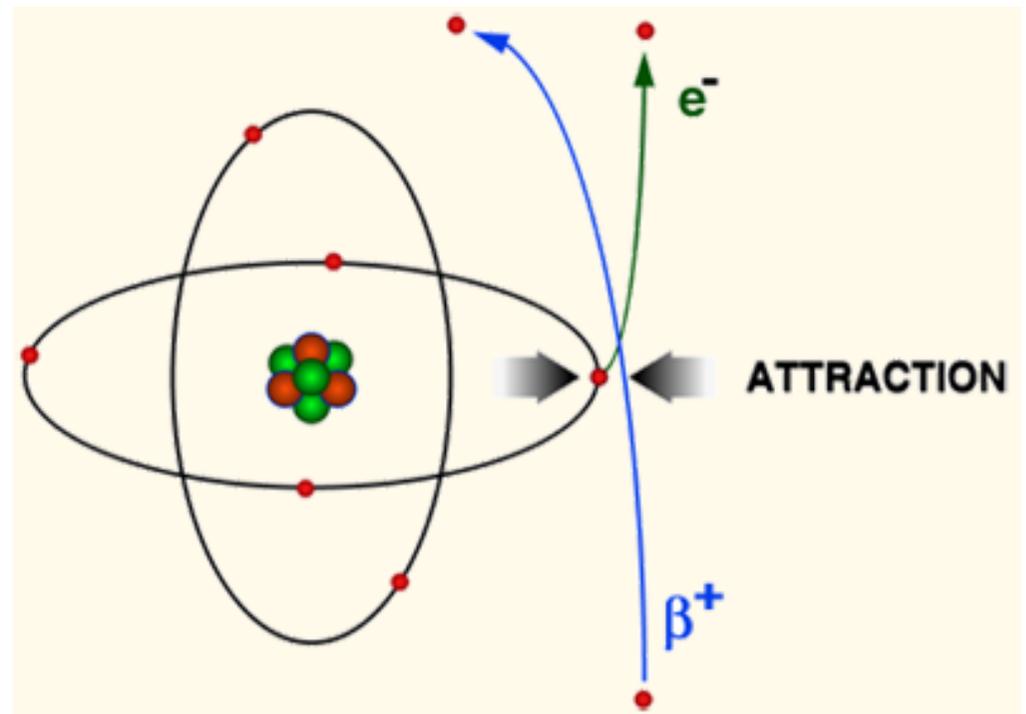
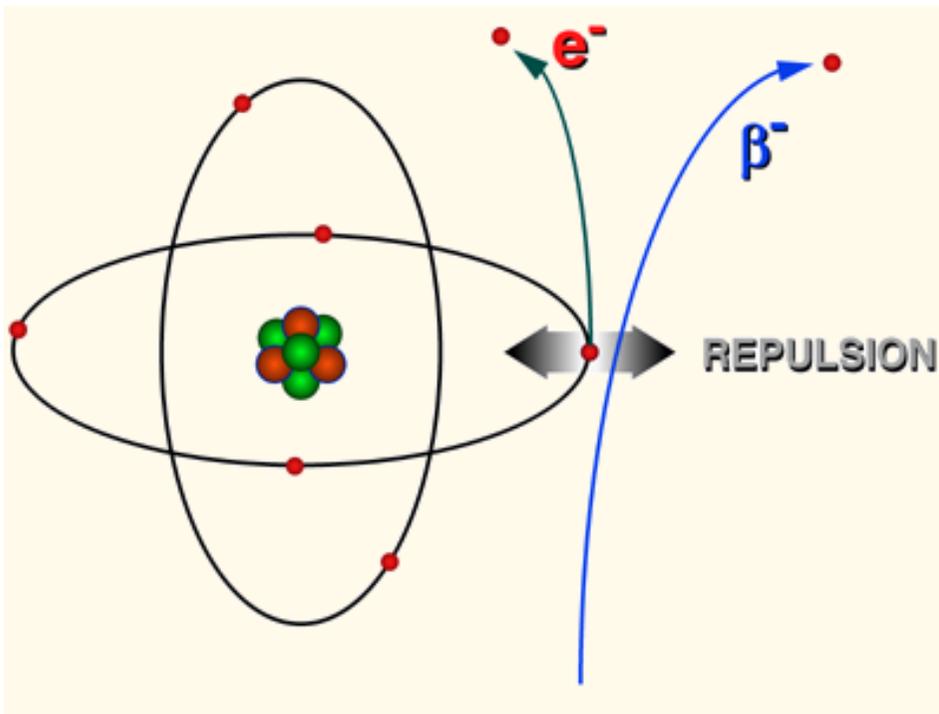
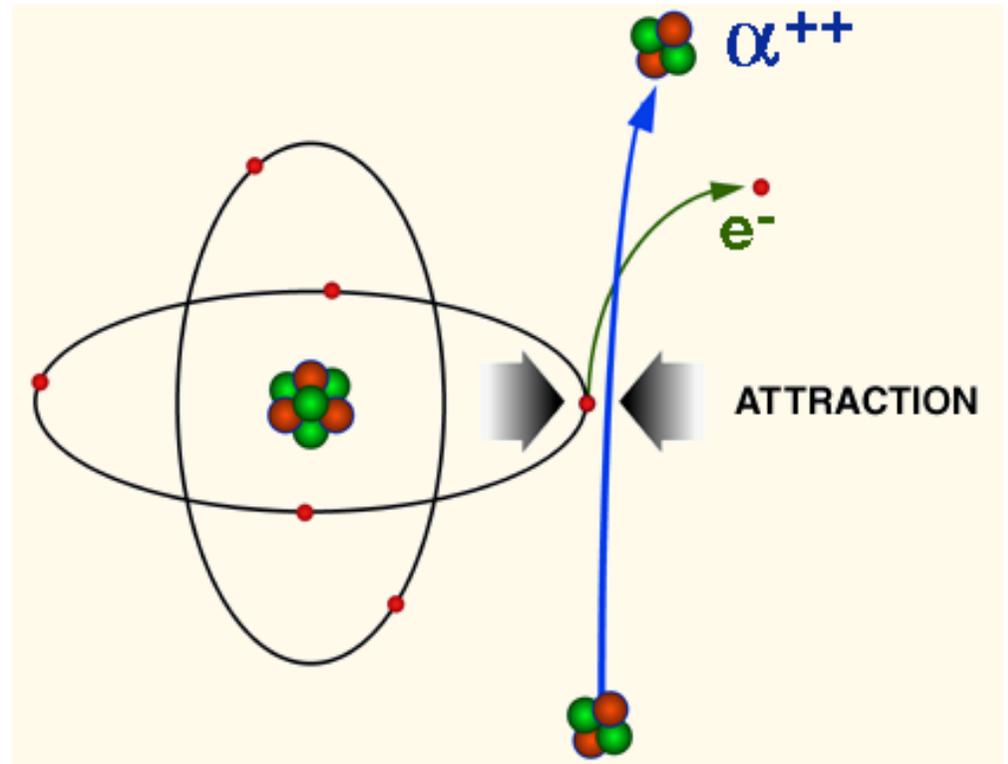
■ **ionizzazione secondaria**



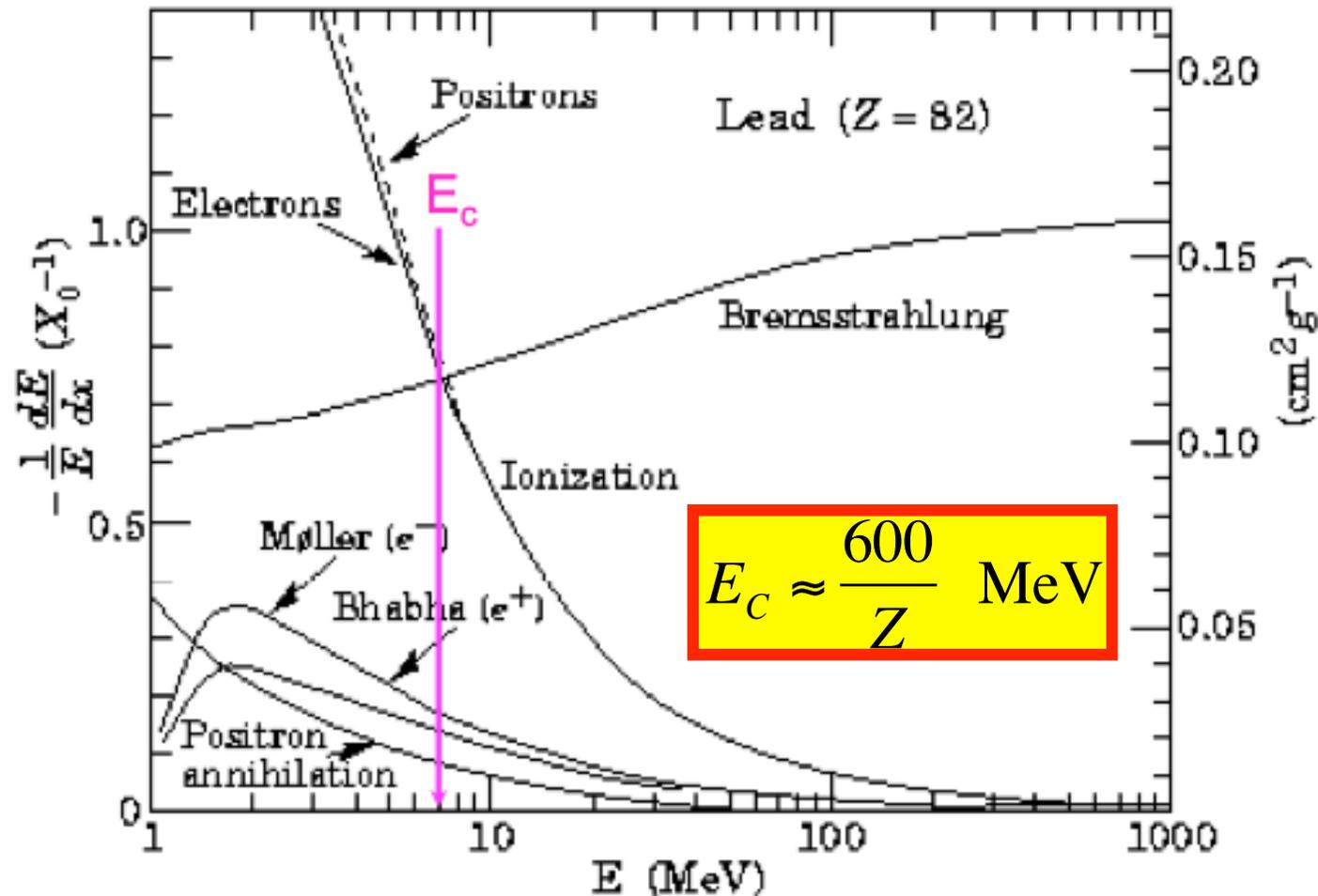
7

PERDITA DI ENERGIA PER IONIZZAZIONE

(esempi)



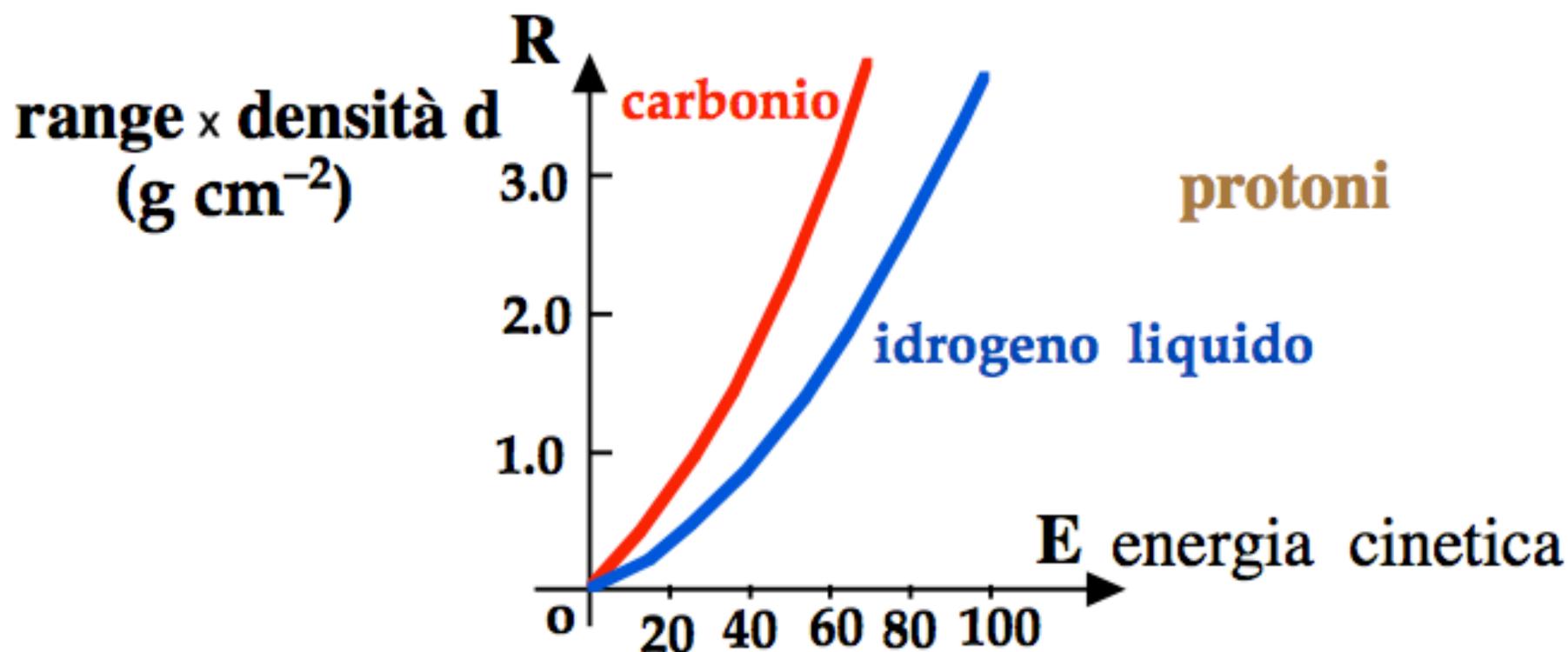
Elettroni & Positroni



Energia critica: quando perdita di energia per ionizzazione eguaglia perdita di energia per bremsstrahlung

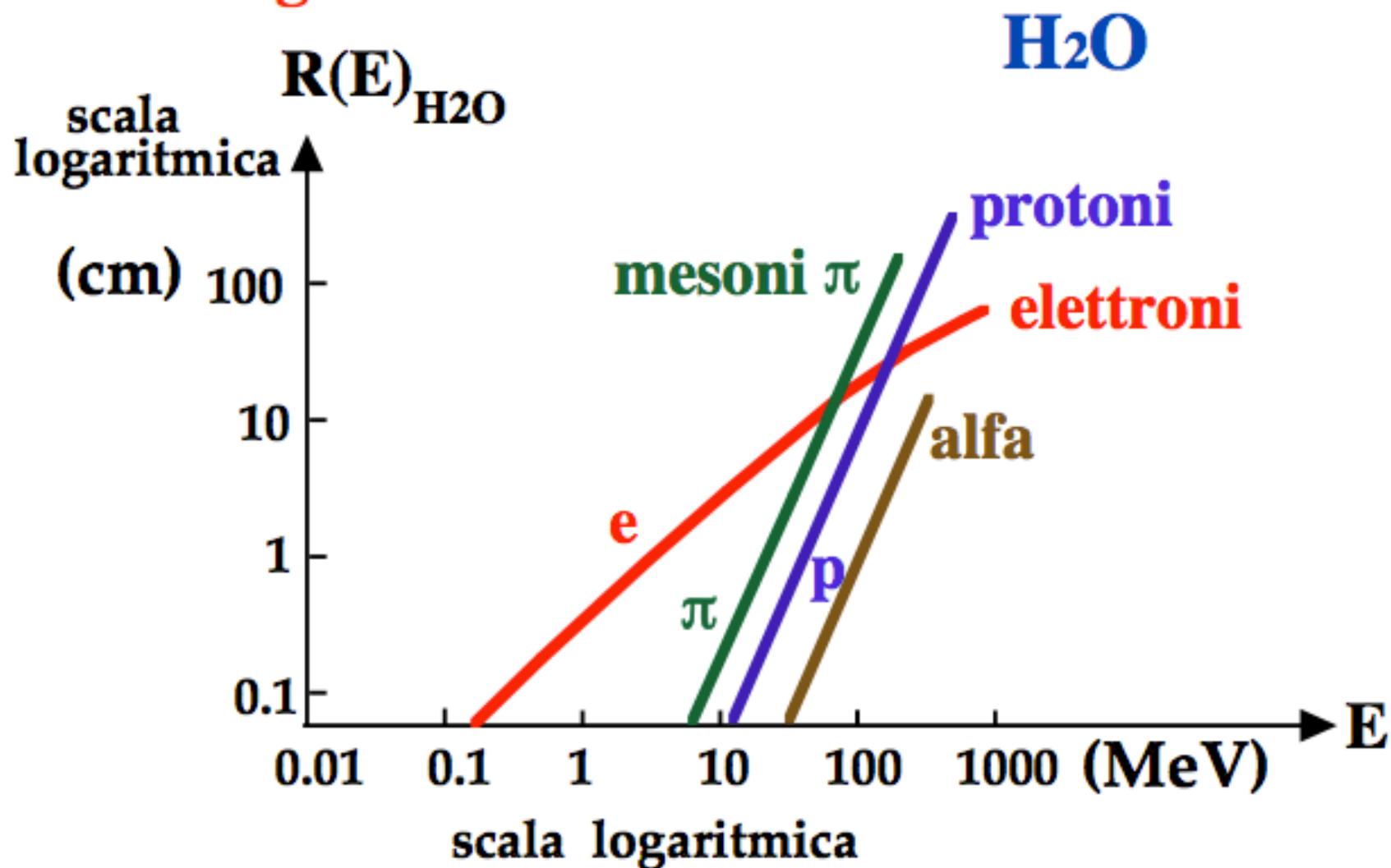
ASSORBIMENTO di RADIAZIONI CORPUSCOLARI

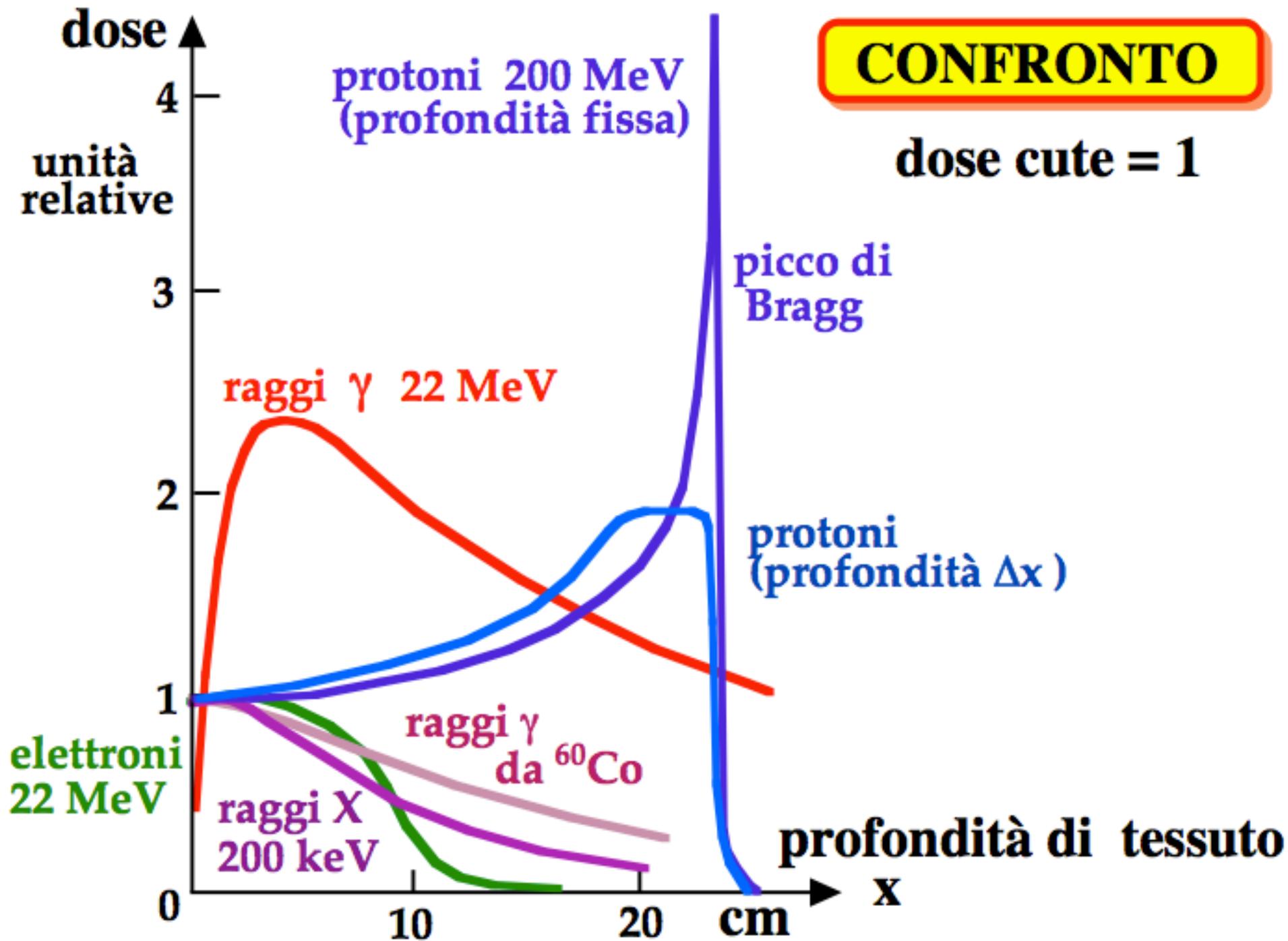
■ range R



ASSORBIMENTO di RADIAZIONI CORPUSCOLARI

■ range R





IMPIEGO IN DIAGNOSTICA

radiodiagnostica

radioisotopi →

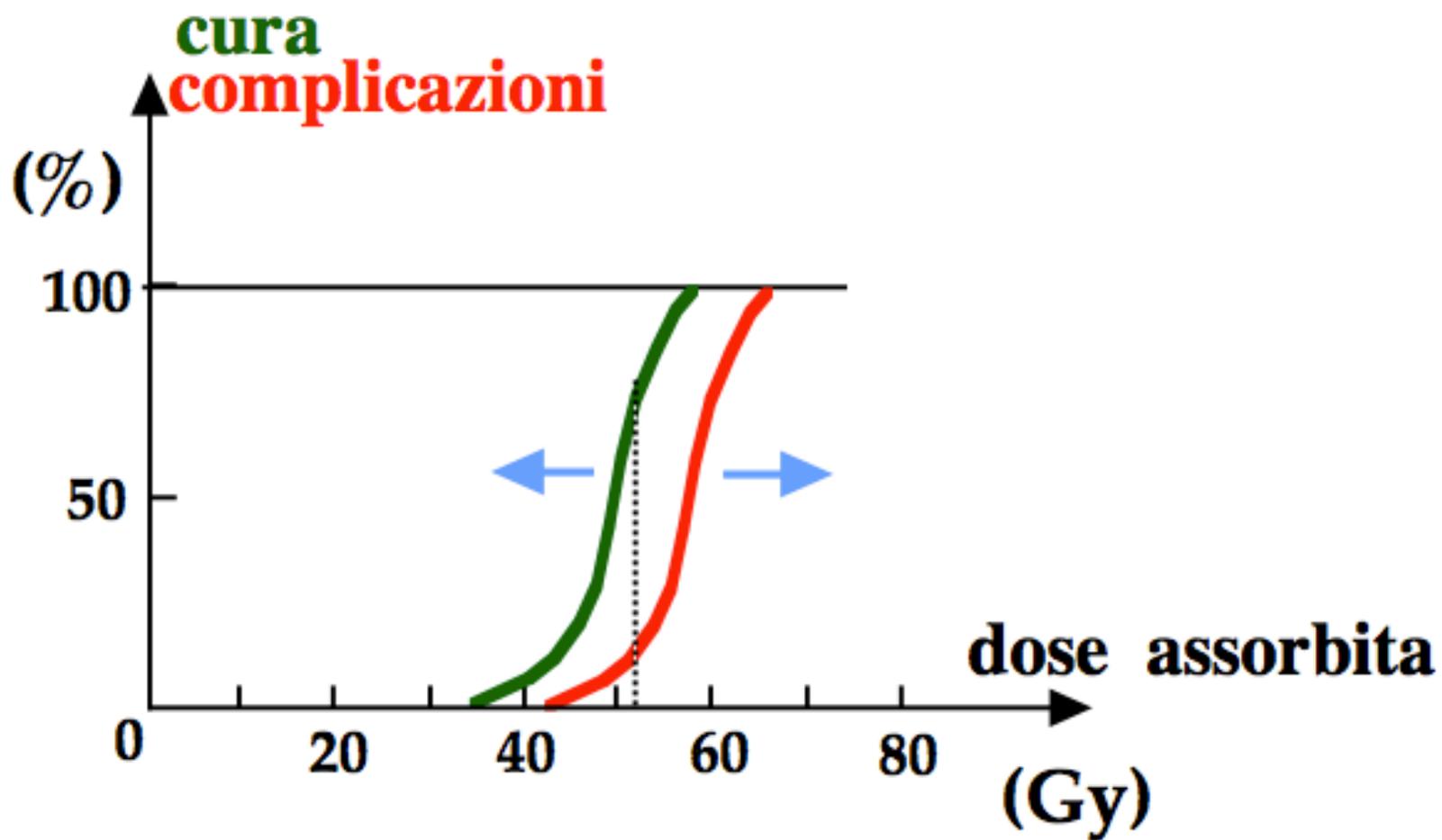
- **radiofarmaci**
- **diffusione nell'organismo**
- **decadimento radioattivo**
- **rivelazione radiazione**

immagine

**conteggio
dosimetrico**



IMPIEGO IN TERAPIA



IMPIEGO IN TERAPIA

☀ **cobaltoterapia** ^{60}Co γ (1.3 MeV)

☀ **fasci di elettroni**

☀ **fasci gamma**

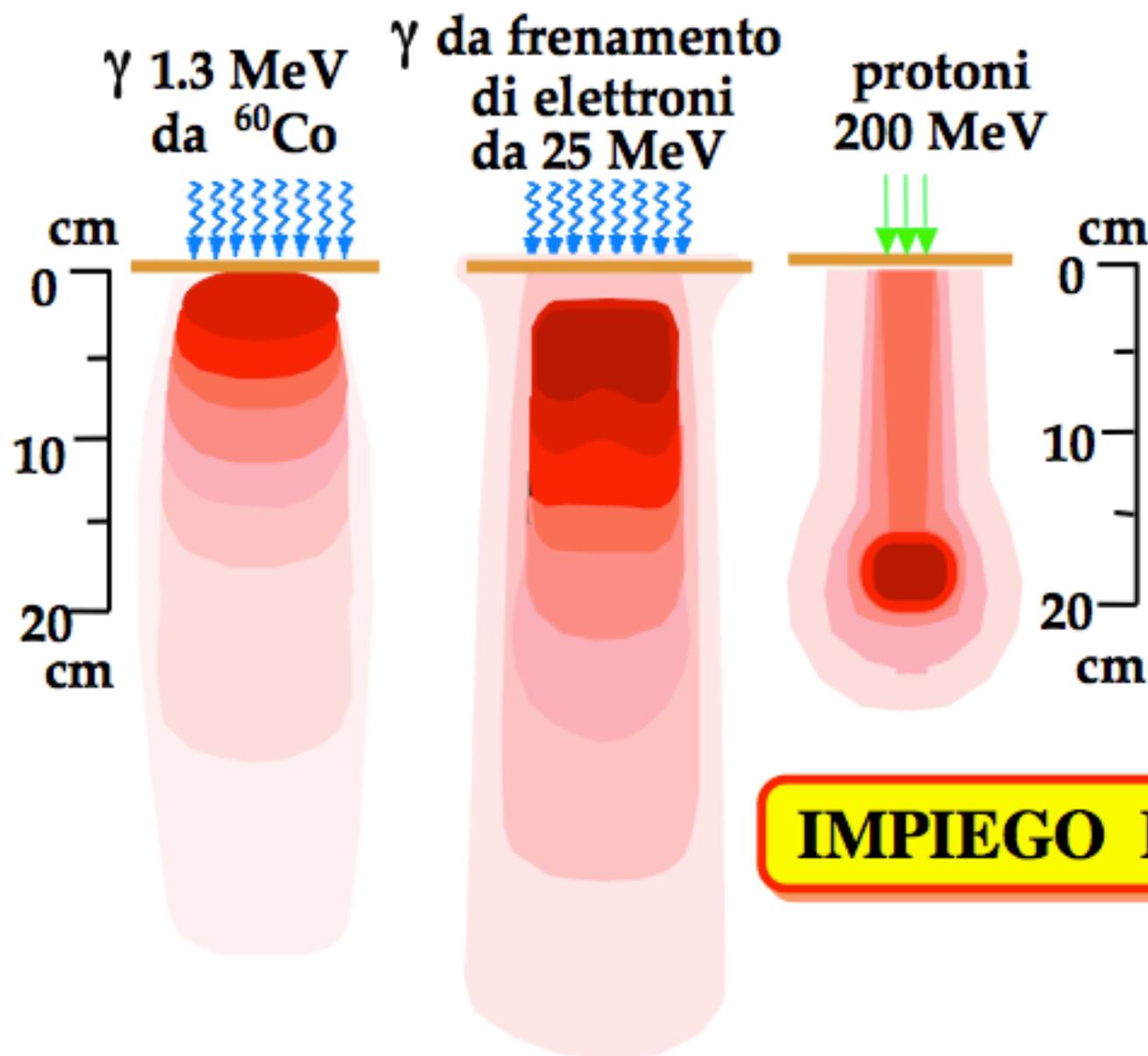
☀ **adroterapia**

- **protoni**
- **neutroni (BNCT)**
- **ioni pesanti**



Boron Neutron Capture Therapy





IMPIEGO IN TERAPIA



Tabelle riepilogative dei principali processi di interazione radiazione-materia

TIPO DI RADIAZIONE	DESCRIZIONE	CARATTERISTICHE	INTERAZIONE CON LA MATERIA	AD ENERGIA CINETICA DI ~ 1 MeV IN ACQUA
α , p , ione	nucleo di elio, nucleo di idrogeno (protone), nucleo generico	particella carica pesante	ionizzazione	Range(p)~20 μm Range(α)~5 μm poco penetrante
β^- , β^+ (altro simbolo equivalente: e^- , e^+)	elettrone, positrone	particella carica leggera	ionizzazione, bremsstrahlung (solo e^+ : annichilazione)	Range(e)~4 mm mediamente penetrante
γ	fotone (raggio γ oppure X)	particella neutra massa nulla	fotoelettrico, Compton, produzione di coppie	Cammino libero medio $\lambda=1/\mu \sim 10 \text{ cm}$ penetrante
n	neutrone	particella neutra pesante	ionizzazione secondaria	Cammino libero medio $\lambda=1/\mu \sim O(10 \text{ cm})$ penetrante

PARTICELLA INCIDENTE	TIPO INTERAZIONE CON LA MATERIA	PROCESSO (A = atomo)
p, α, ione, e ⁺ , e ⁻ (β ⁺ ,β ⁻)	perdita energia per ionizzazione [7] (con eccitazione ed emissione radiativa [2])	$p + A \rightarrow p + e^- + A^+$ $(p + A \rightarrow p + e^- + A^{*+} \rightarrow p + e^- + A^{++} + \gamma)$
e ⁺ , e ⁻ (β ⁺ ,β ⁻)	radiazione di frenamento [1] (anche detta: bremsstrahlung)	$e^- + A \rightarrow e^- + A^+ + \gamma$
e ⁺ (β ⁺)	annichilazione [6]	$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$
γ	effetto fotoelettrico [3]	$\gamma + A \rightarrow e^- + A^{*+} \rightarrow e^- + A^+ + \gamma'$
γ	effetto Compton [4]	$\gamma + e^- \rightarrow \gamma' + e^-$
γ	creazione di coppie [5]	$\gamma + A \rightarrow A + e^- + e^+$
n	ionizzazione secondaria	$n + p \rightarrow n + p$ $(e \text{ poi } p + A \rightarrow p + e^- + A^+)$