

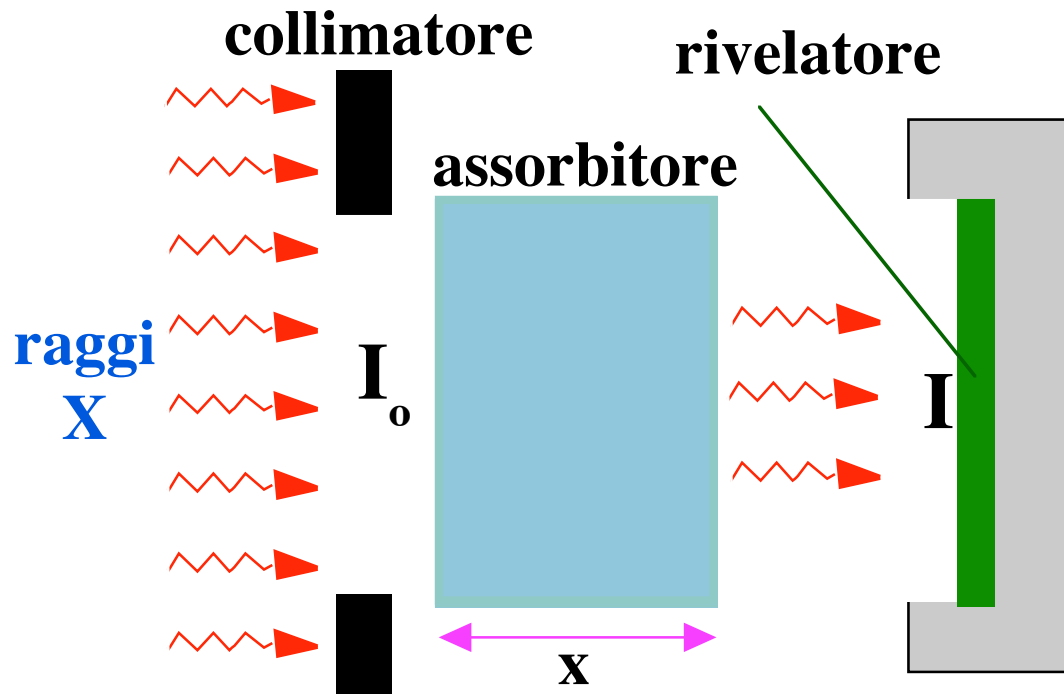


**Corso di Laurea Specialistica in
MEDICINA e CHIRURGIA
corso integrato FISICA - disciplina FISICA**

RAGGI X : assorbimento parte I^a

- ASSORBIMENTO RAGGI X MONOCROMATICI
- DIFFUSIONE
- EFFETTO FOTOELETTRICO
- EFFETTO COMPTON
- PRODUZIONE DI COPPIE e ANNICHILAZIONE

ASSORBIMENTO RAGGI X (monocromatici)



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

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

ASSORBIMENTO RAGGI X (monocromatici)

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

- μ = coefficiente lineare di attenuazione totale

dimensioni $[\mu] = [L]^{-1}$

- unità di misura: sistema pratico cm^{-1}

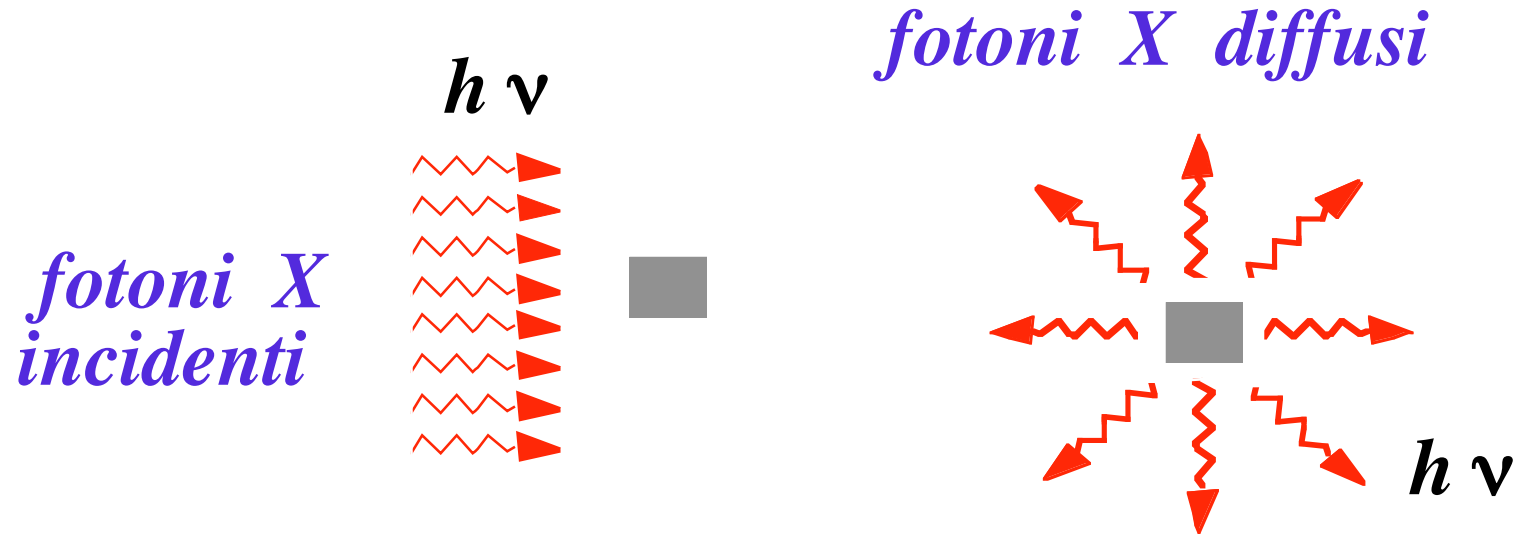
ASSORBIMENTO RAGGI X (monocromatici)

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

- **diffusione**
- **effetto fotoelettrico** → μ_{τ}
- **effetto Compton** → μ_{σ}
- **produzione di coppie** → μ_{π}

$$\mu = \mu_{\tau} + \mu_{\sigma} + \mu_{\pi}$$

DIFFUSIONE

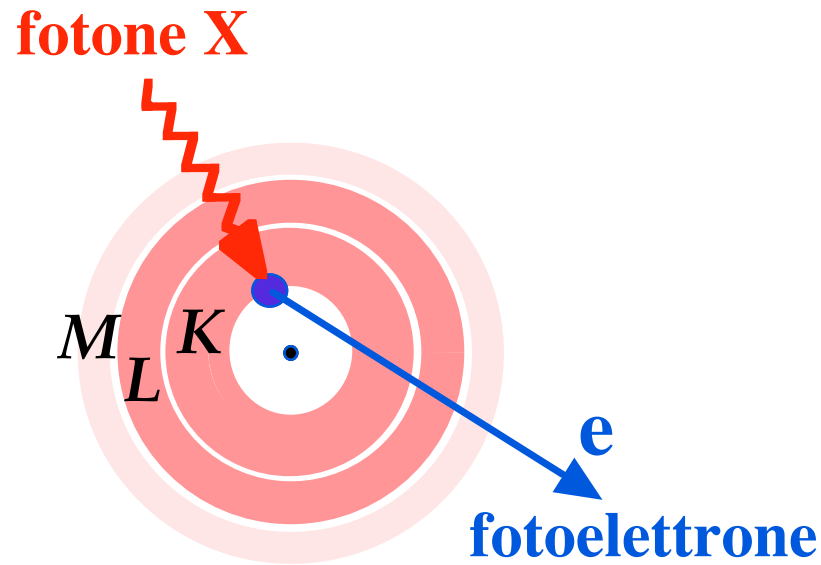


effetto velatura sulle radiografie



EFFETTO FOTOELETTRICO

μ_{τ} → coefficiente di assorbimento per
effetto fotoelettrico



$$\mu_{\tau} \approx C_n d \frac{Z^5}{E^3} *$$

C_n = costante
(funzione dell' orbitale)

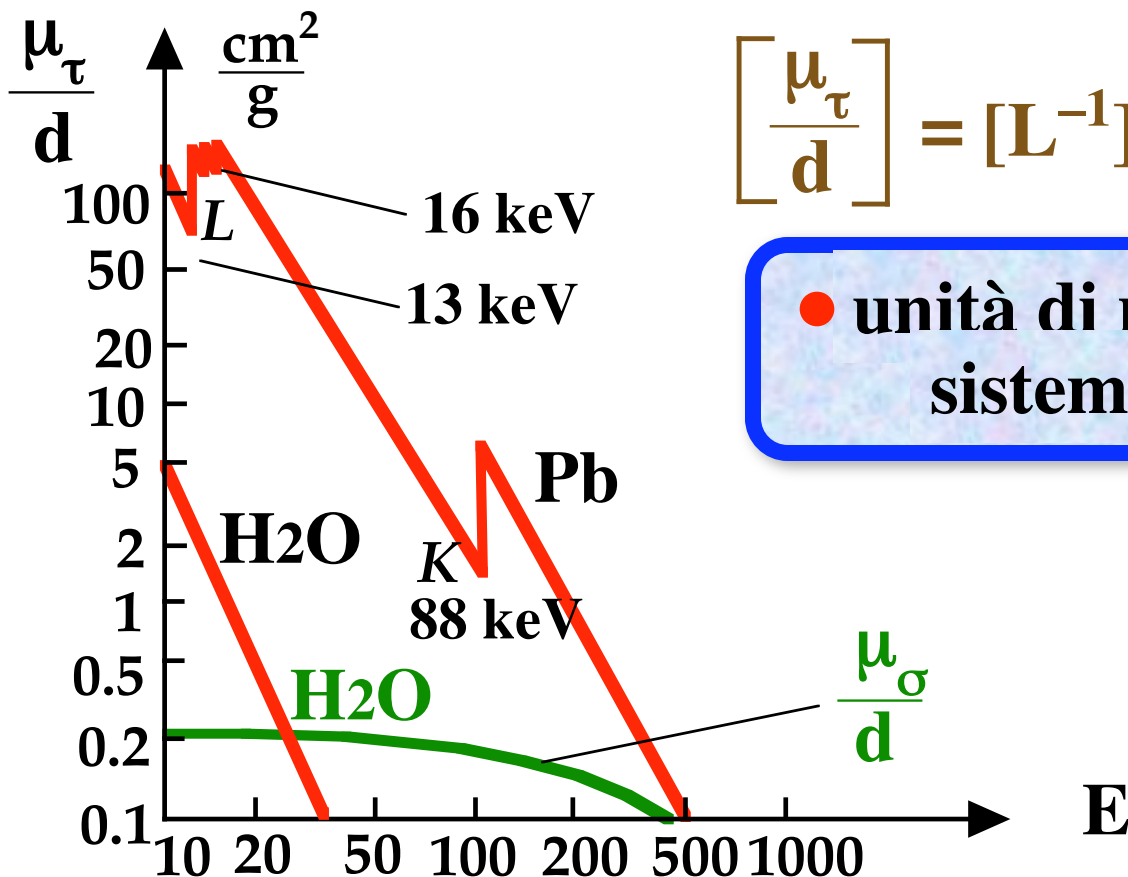
* orbitale K

EFFETTO FOTOELETTRICO

$$\left[\text{coefficiente di assorbimento di massa} \right] = \frac{\mu_{\tau}}{d}$$

$$\left[\frac{\mu_{\tau}}{d} \right] = [L^{-1}][ML^{-3}]^{-1} = [L^2M^{-1}]$$

● unità di misura:
sistema pratico cm^2g^{-1}

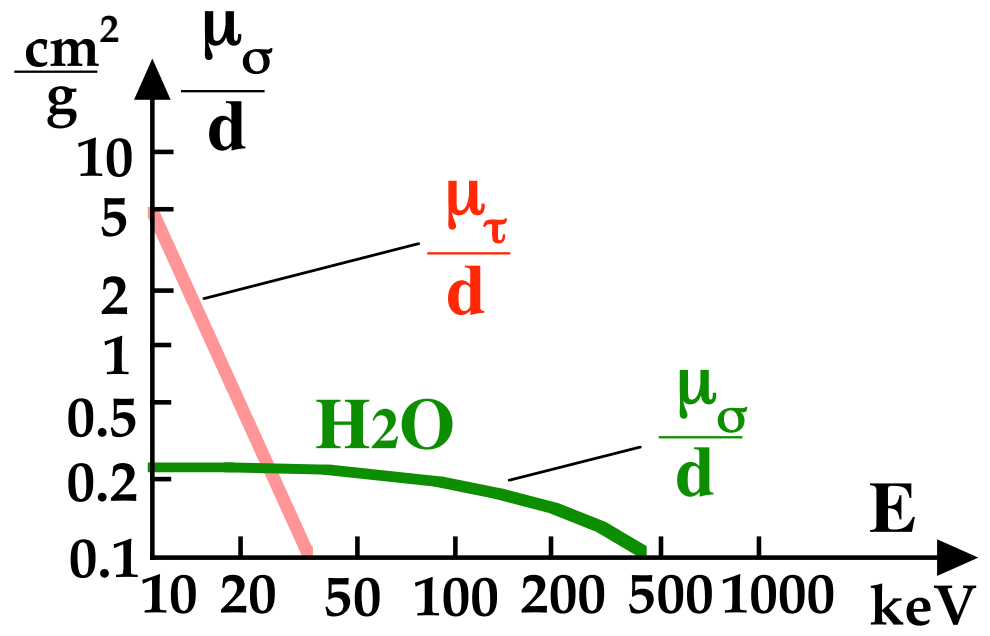
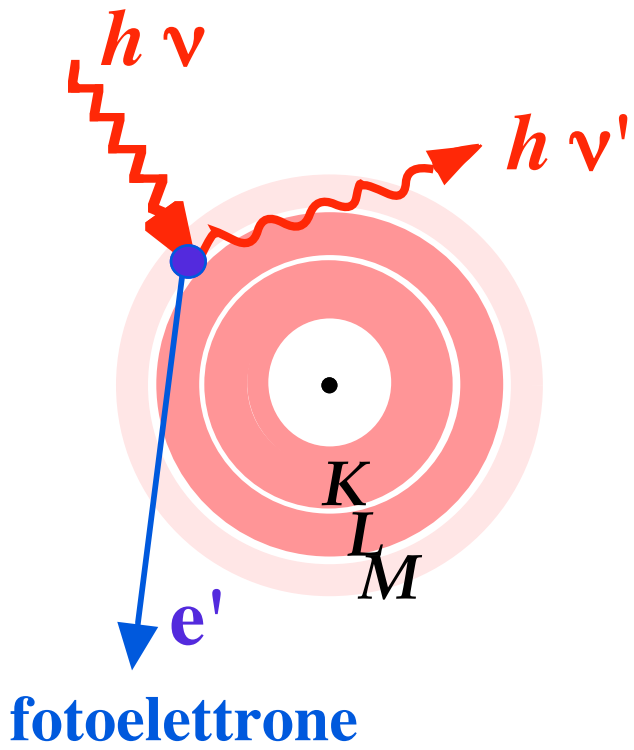


EFFETTO COMPTON

μ_{σ} → coefficiente di assorbimento per **effetto Compton**

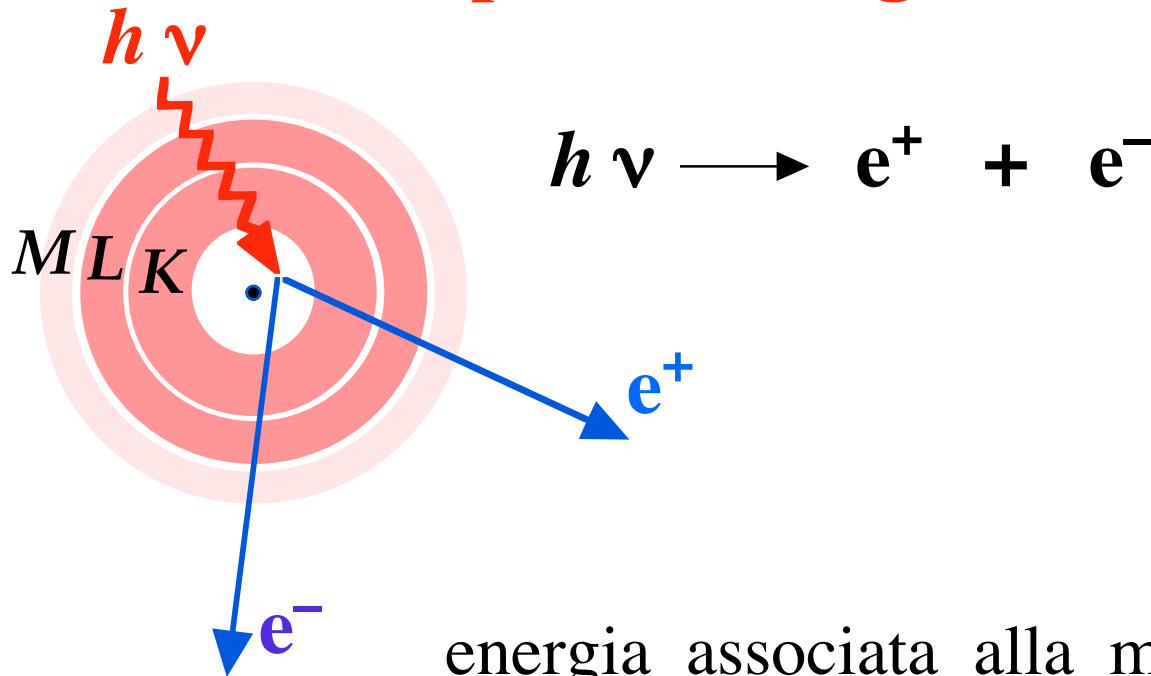
$$h\nu + e \rightarrow h\nu' + e'$$

$$\mu_{\sigma} \propto \frac{d}{E}$$



PRODUZIONE DI COPPIE

μ_{π} → coefficiente di assorbimento per
produzione di coppie di elettroni
positivi e negativi



$$\mu_{\pi} \propto Z, E$$

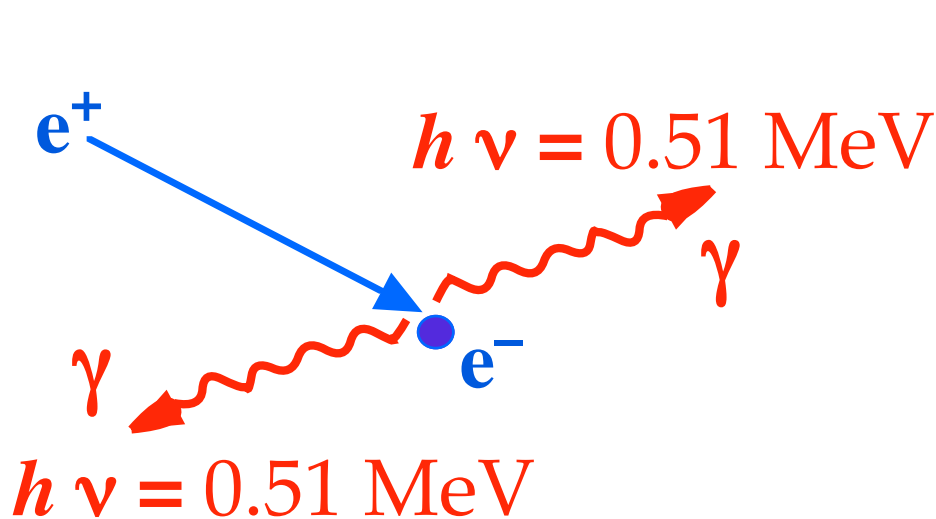
energia associata alla massa dell'elettrone

$$m_e c^2 = 0.51 \text{ MeV} = 510 \text{ keV}$$

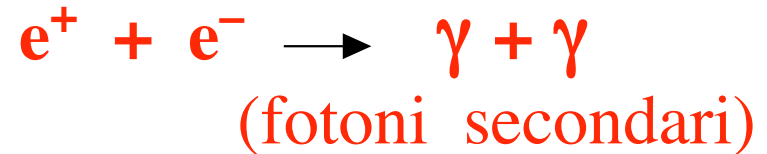
$$h\nu \geq 2 \cdot 0.51 = 1.02 \text{ MeV} \text{ (soglia del processo)}$$

ANNICHILAZIONE

produzione di coppie di elettroni: $h\nu \longrightarrow e^+ + e^-$



annichilazione con e^- :



- attrazione coulombiana $e^+ \rightarrow e^-$
(elettroni atomici circostanti)
- annichilazione
- produzione di 2 fotoni
 - stessa energia (510 keV)
 - collineari

ASSORBIMENTO COMPLESSIVO

$$\mu = \mu_{\tau} + \mu_{\sigma} + \mu_{\pi}$$

esempio

$$\lambda = 0.5 \text{ \AA} \approx 25 \text{ keV}$$

$$I = I_0 e^{-2} \approx \frac{I_0}{7}$$



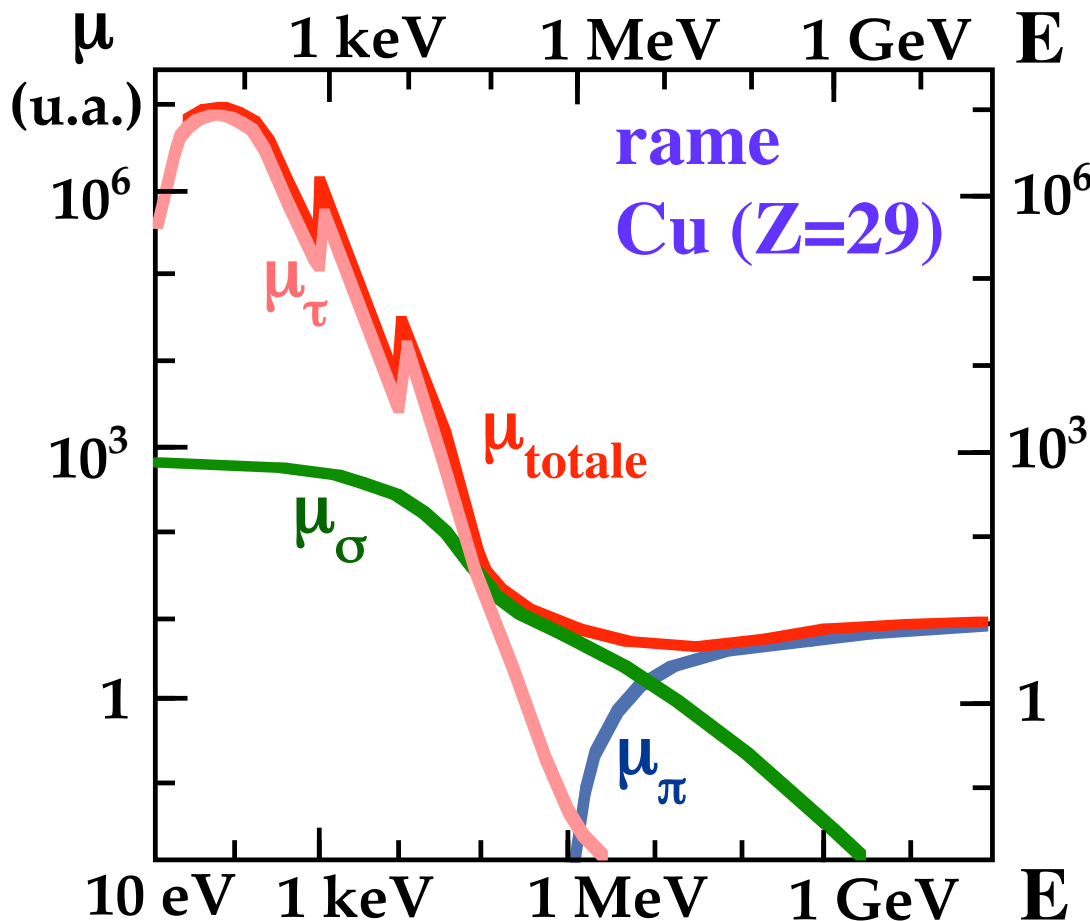
30 m O₂ (1 atm)

oppure

0.12 mm Cu

oppure

32 μm Pb



ASSORBIMENTO COMPLESSIVO

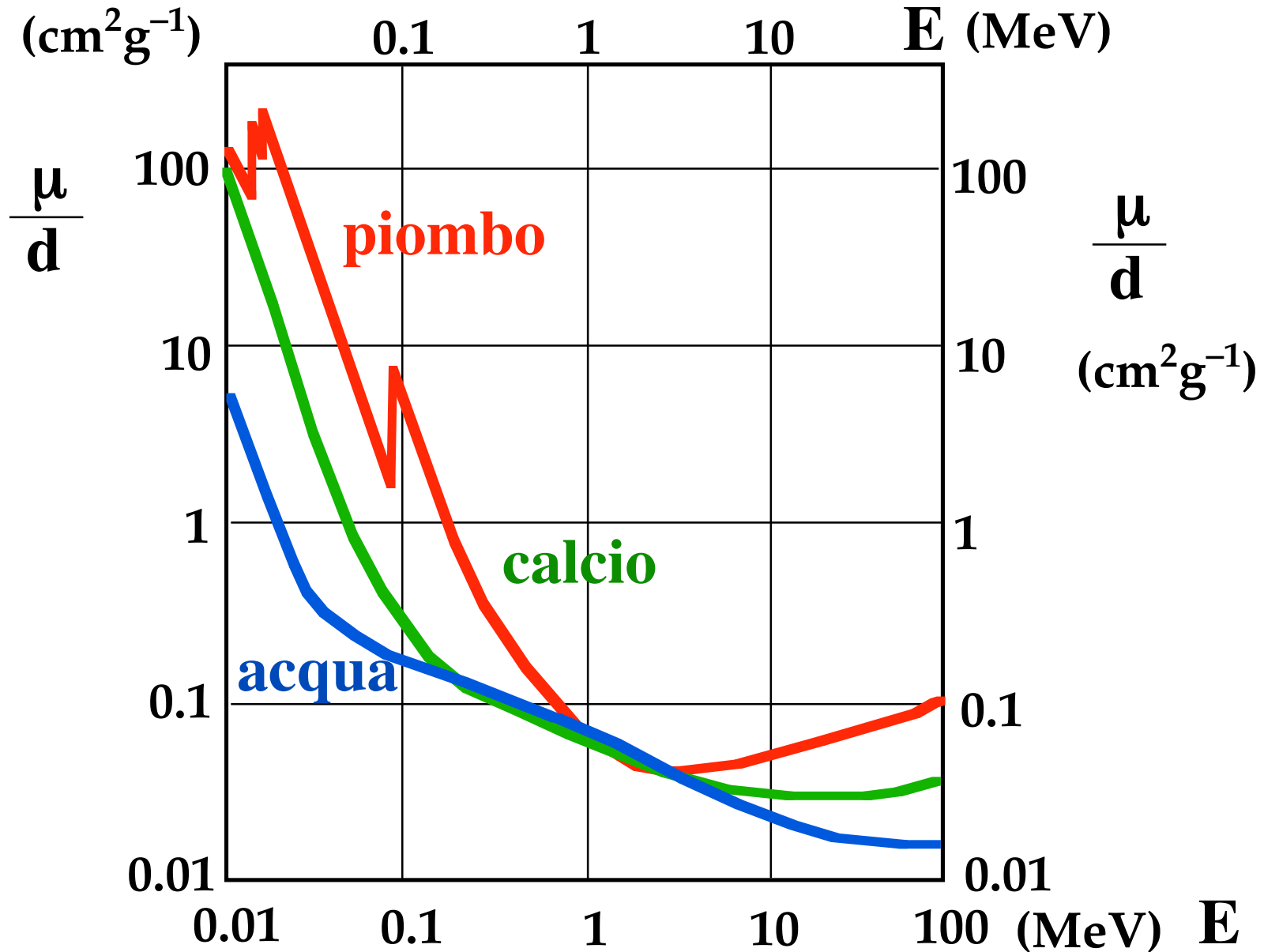
$$\mu = \mu_{\tau} + \mu_{\sigma} + \mu_{\pi}$$

$\frac{\mu}{d}$ = coefficiente di assorbimento di massa

$$\left[\frac{\mu}{d} \right] = [\text{L}^{-1}][\text{ML}^{-3}]^{-1} = [\text{L}^2\text{M}^{-1}]$$

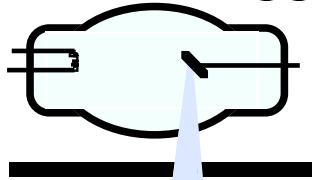
- unità di misura: sistema pratico cm^2g^{-1}

ASSORBIMENTO COMPLESSIVO



RADIOSCOPIA

tubo a raggi X



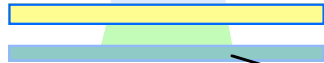
struttura
biologica



diaframmi



schermo
fluorescente



vetro al piombo

osservatore



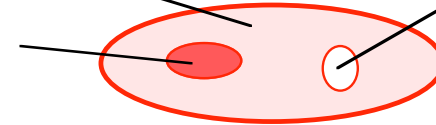
fascio X incidente

muscolo



aria

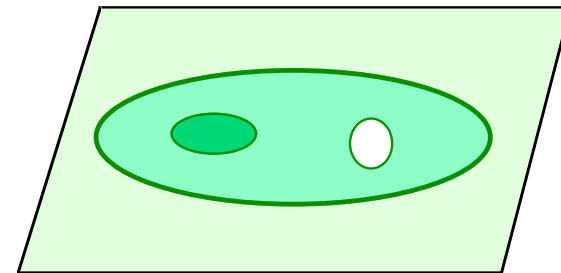
osso



fascio X trasmesso



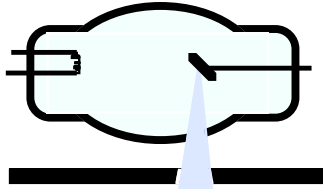
schermo
fluorescente



- immagine **positiva**
- **osservazione diretta limitata**
- **osservazione via telecamera e monitor**

RADIOGRAFIA

tubo a raggi X



struttura
biologica



diaframmi



schermo
fluorescente

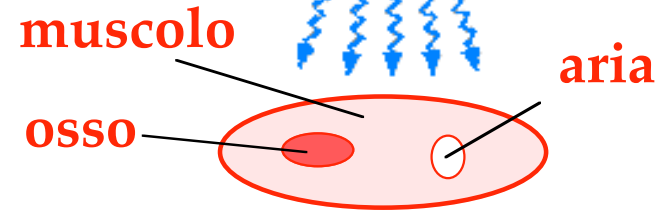


pellicola radiografica



- immagine **negativa**
- sviluppo della pellicola
- **radiografia digitale**

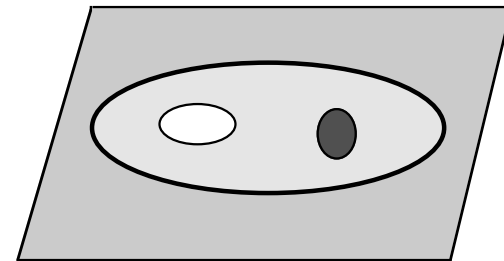
fascio X incidente



fascio X trasmesso



schermi di rinforzo
fluorescenti



pellicola radiografica

