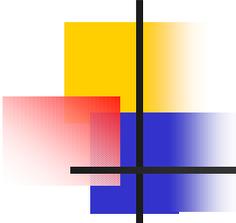


Immagini Biomediche

Patrizia Boccacci

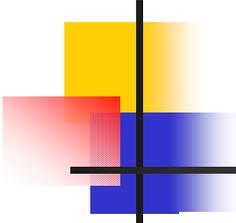
DI SI - Università di Genova

Corso di Laurea specialistica in
Informatica



Contenuti del corso

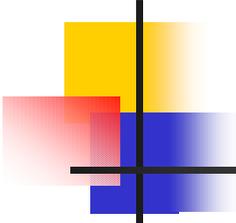
- Immagini biomediche: introduzione
- Tomografia a raggi X
- Risonanza Magnetica
- Immagini ad ultrasuoni
- Tecniche numeriche per il miglioramento delle immagini biomediche



Docenti

- Boccacci Patrizia - DI SI studio 332
tel: 010-3536732
email: boccacci@disi.unige.it
url: www.disi.unige.it/person/BoccacciP

- Michela Canfora - DI SI studio 210
tel: 010-3536610
email: canfora@ge.infm.it



Orario

- Giovedì

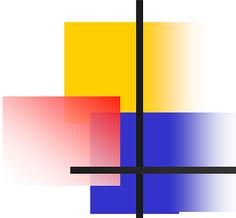
dalle 14 alle 16 aula 710

- Venerdì

dalle 9 alle 12 aula 710

Esercitazioni il venerdì in SW2

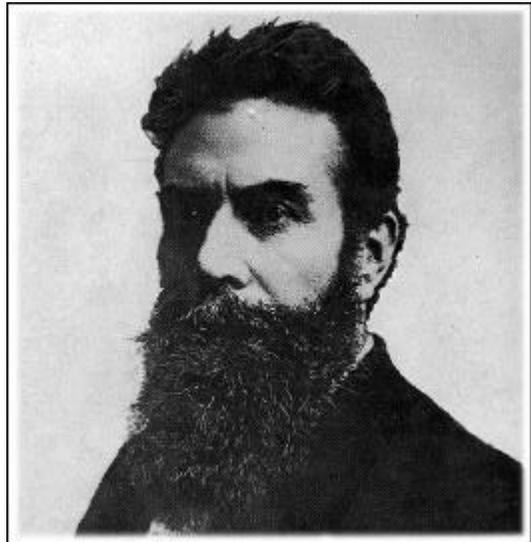
in totale se ne prevedono 5



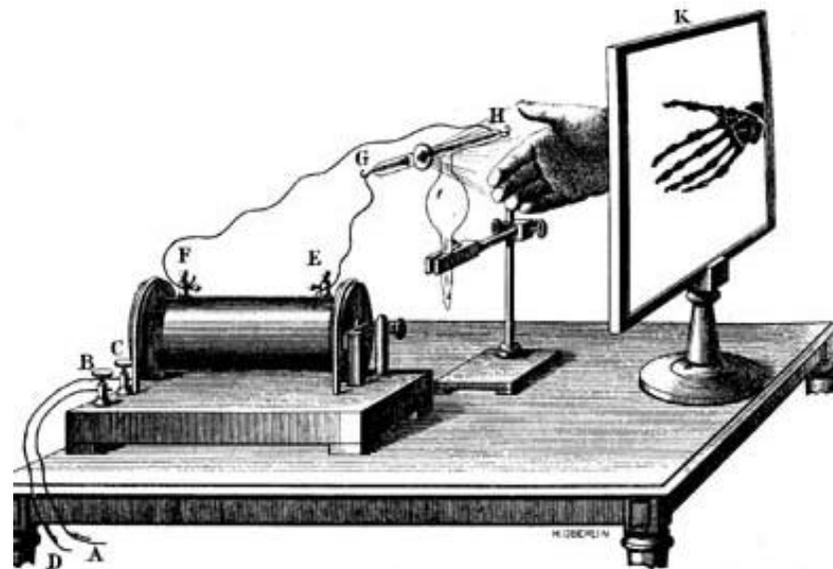
Testi di riferimento

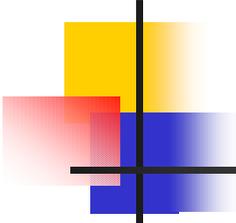
- Materiale disponibile sulla pagina web
- <http://www.disi.unige.it/person/BoccacciP/didattica/IB.html>
- "Principles of Computerized Tomographic Imaging" A.V. Kak, M. Slaney :
- <http://www.slaney.org/pct>
- "Introduction to inverse problems in imaging" P. Boccacci, M. Bertero

Roengten 1895



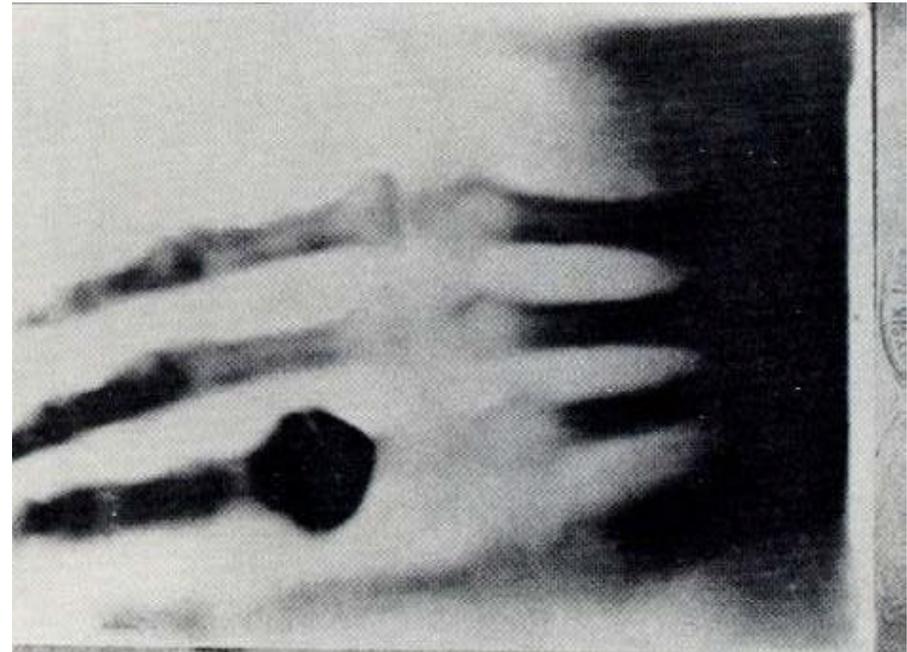
La scoperta dei raggi-X aprì l'era della diagnostica per immagini.

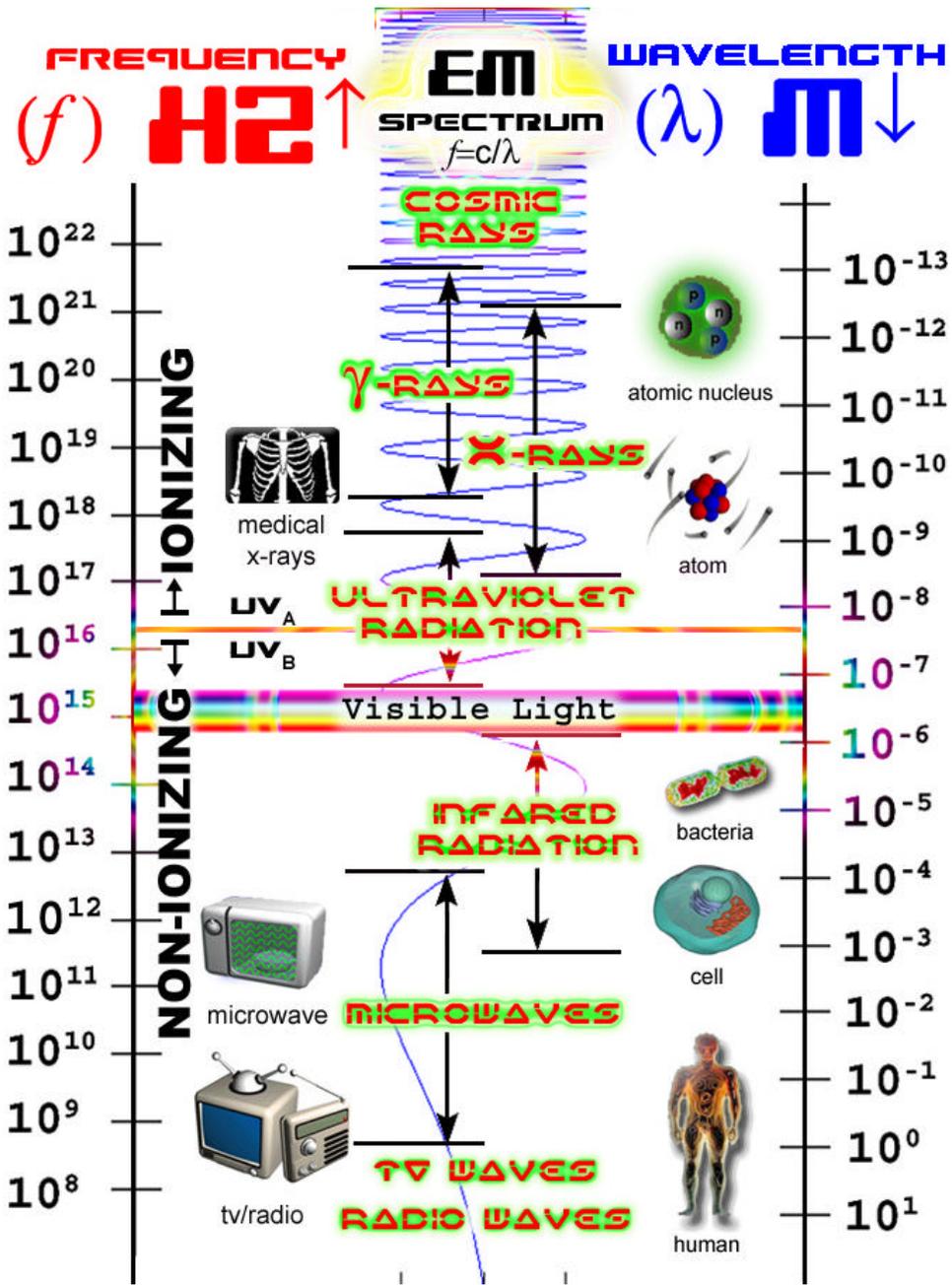




Prima radiografia

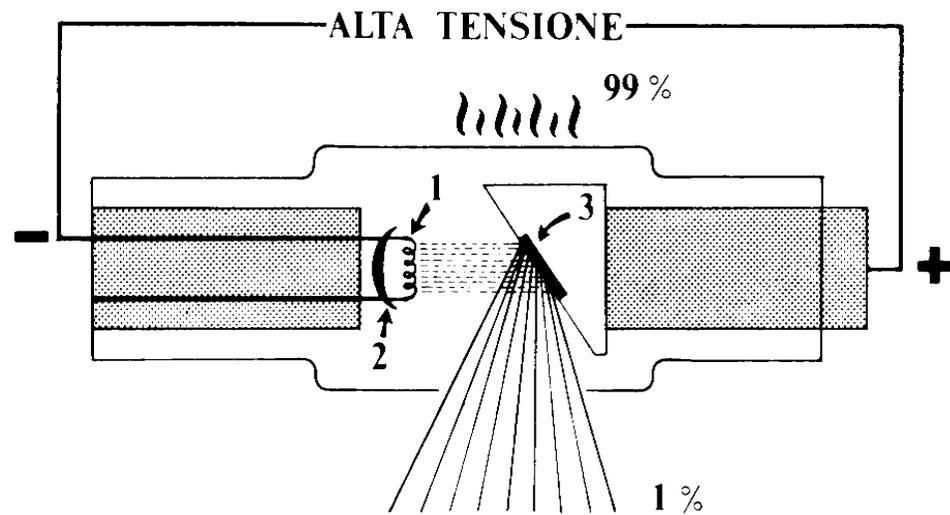
*Prima radiografia della
mano della Sig.ra Berta
Roentgen, moglie di Konrad*





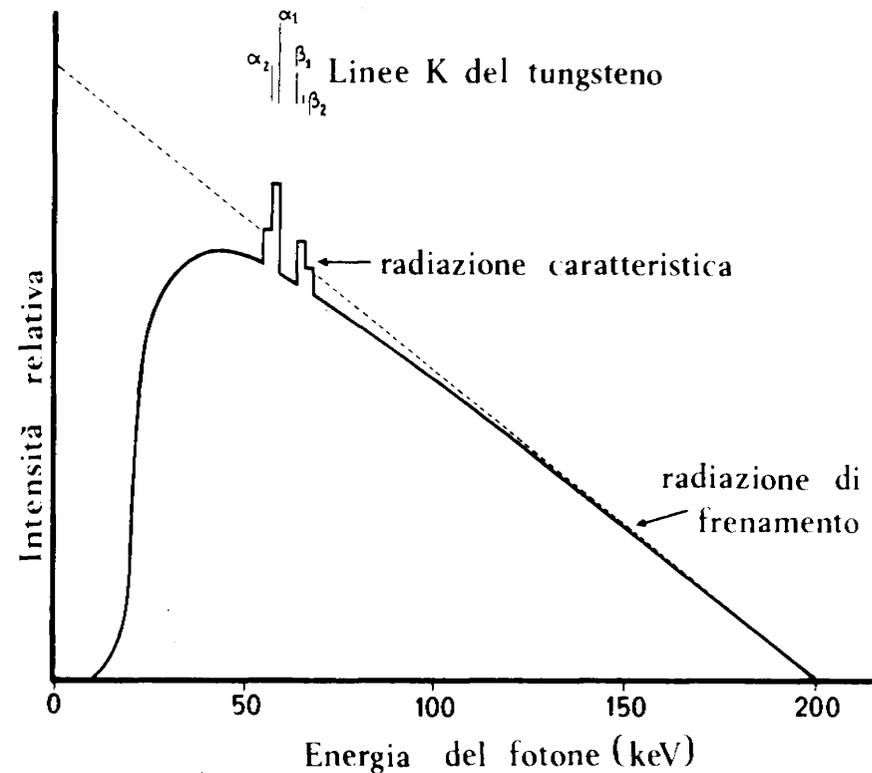
Tubi a raggi-x

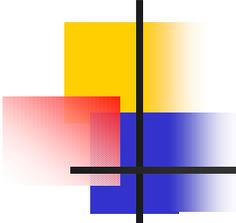
Gli elettroni accelerati dall'alta tensione incidono su di un target metallico (anodo, solitamente di tungsteno), per il 99% producono calore e per 1% producono raggi-x



Spettro dei raggi-x

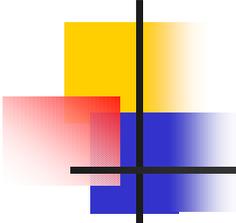
Lo spettro di radiazione è continuo (brehmsstrahlung) con sovrapposte le righe della radiazione caratteristica (dipende dal materiale dell'anodo)





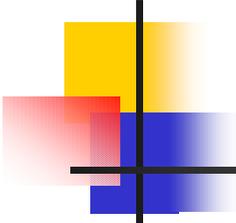
Perchè si usano i raggi-x

- I raggi-X sono quindi una radiazione ad **alta energia** (ovvero lunghezza d'onda molto piccola o alta frequenza)
- L'alta energia (20-250 keV, $1\text{eV}=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$) permette ai raggi-x di **penetrare attraverso gli oggetti** e quindi anche il corpo umano. Tuttavia al variare della densità dei tessuti si hanno delle differenze. Per esempio i raggi-x penetrano più facilmente i muscoli o il grasso piuttosto che le ossa, questo comportamento sta alla base del processo della **diagnostica per immagini** con i raggi-x
- La propagazione si può considerare rettilinea.



Limitazione della radiografia

- Registra su di una pellicola fotografica l'“ombra” dell'oggetto in esame
- Risoluzione laterale altissima, assiale nulla
- La risoluzione laterale è limitata dalla dimensione del fascio a raggi-x



Non solo raggi-x

Tutte le modalità diagnostiche contengono tre componenti:

- la **SORGENTE** e di conseguenza
- il **CAMPO di RADIAZIONE** (o fascio radiante)
- il **RIVELATORE**.

Una quarta componente (non hardware) può essere aggiunta: **l'ANALISI**.

Modalità
formazione
immagini

Sorgenti

Esterne

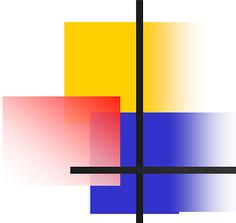
- Radiografie
- Mammografia
- Tomografia a raggi X
- Ecografia

Interne

- Single Photon Emission Computerized Tomography (SPECT)
- Positron Emission Tomography (PET)

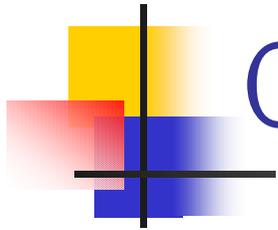
Ibride
(esterne/interne)

- Magnetic Resonance Imaging - MRI, FMRI,

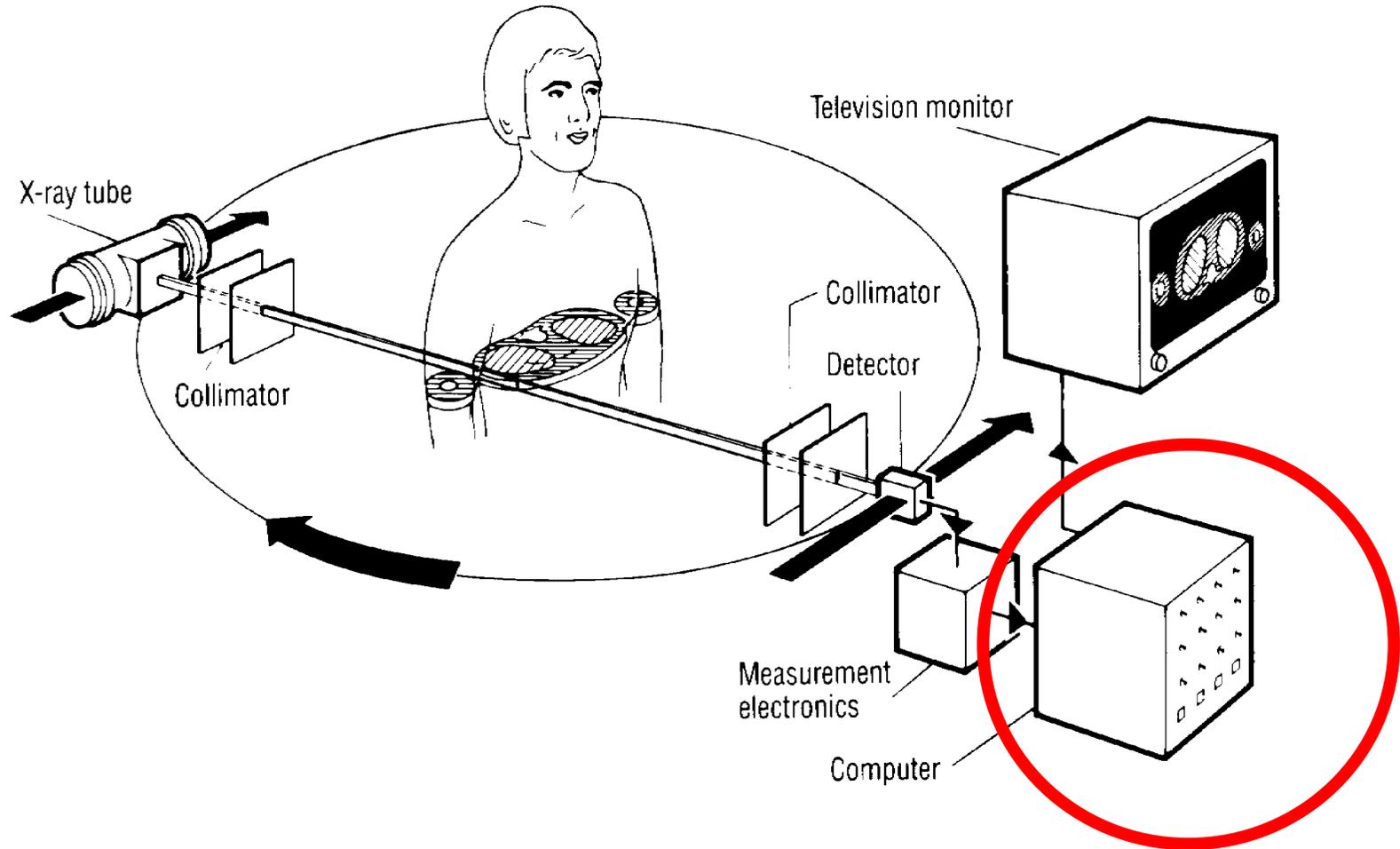


Computed Tomography (CT)

- Combina la potenza del calcolo numerico e della matematica ad una tecnica di acquisizione.
- Sviluppata a partire dal 1970
- Premio Nobel per la Medicina nel 1979 a Allan Macleod Cormack and Godfrey Newbold Hounsfield (Ingegneri)
- Primo scanner clinico chiamato EMI Brain Scanner all'ospedale Atkinson Morleys in Inghilterra

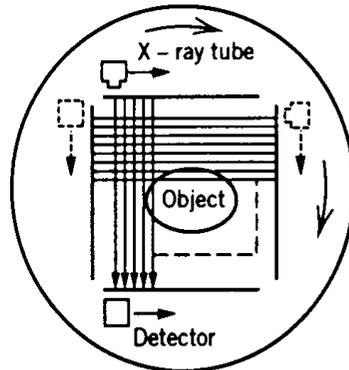


Computed Tomography



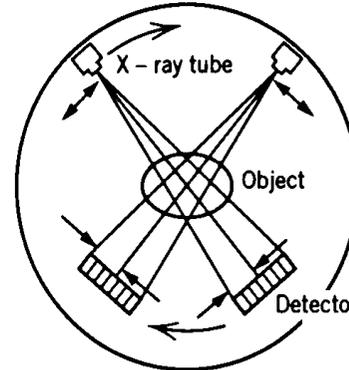
Le generazioni

Linear translation scan
(large) and rotation



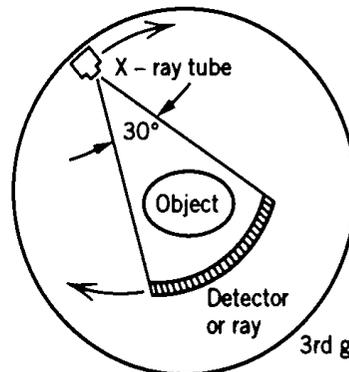
1st generation
(a)

Linear translational scan
(small) and rotation



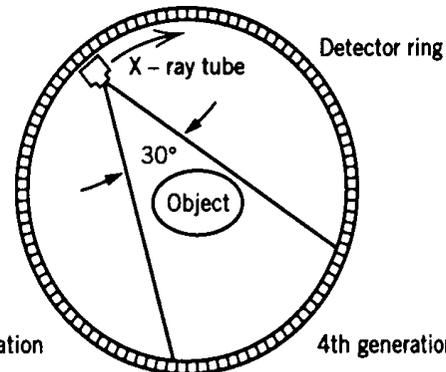
2nd generation
(b)

Rotation only



Fan-beam detector
(c)

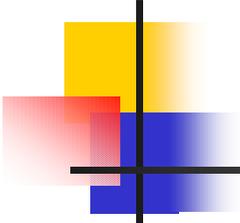
Rotation only



Circular ring detector
(d)

Spiral X-ray CT

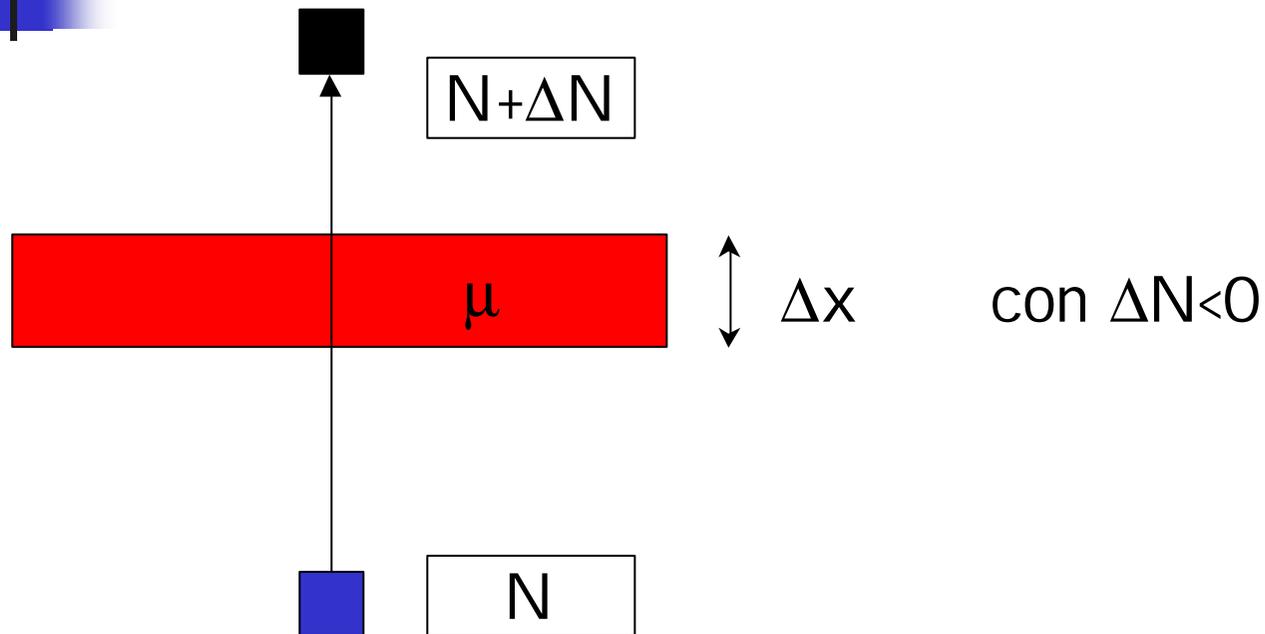




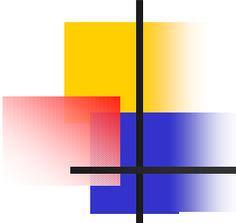
X-ray CT



Propagazione dei raggi-x



Supponiamo di avere uno strato di materia di spessore infinitesimo Δx , che viene attraversata da un fascio sottile di raggi-x. Dalla sorgente (blu) partono N fotoni, al rivelatore ne arrivano $N + \Delta N$ (con $\Delta N < 0$). Diciamo che la radiazione è stata **attenuata**.



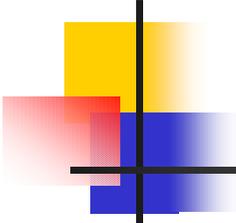
Propagazione dei raggi-x

Il fenomeno dell'**attenuazione** è dovuto principalmente a due fenomeni fisici di interazione radiazione materia: effetto fotoelettrico e lo scattering compton.

Il risultato è che arrivano meno fotoni da quanti sono partiti. La quantità persa è legata al coefficiente di attenuazione μ .

Se il coefficiente di attenuazione è costante lungo lo spessore Δx

$$\frac{\Delta N}{N} = -\mu \Delta x$$



Propagazione dei raggi-x

Passiamo ora al limite per Δx che tende a zero

$$\frac{dN}{N} = -\mathbf{m}dx$$

Integriamo sullo spessore per avere il numero di fotoni in funzione di x

$$\int_{N_0}^{N(x)} \frac{dN}{N} = -\mathbf{m} \int_0^x dx$$

$$\ln(N(x)) - \ln(N_0) = -\mathbf{m}x$$

$$\ln\left(\frac{N(x)}{N_0}\right) = -\mathbf{m}x \quad N(x) = N_0 e^{-\mathbf{m}x}$$

Propagazione dei raggi-x

Se μ non è costante in funzione di x ma è dato da $\mu(x)$

$$\int_{N_0}^{N(x)} \frac{dN}{N} = -\int_0^x \mathbf{m}(x) dx$$

$$N_{out} = N_{in} e^{-\int_L \mathbf{m}(l) dl}$$

$$\int_L \mathbf{m}(l) dl = \ln\left(\frac{N_{in}}{N_{out}}\right)$$

Lungo un generico tratto L (come in figura)

