

Ferrara 12 Maggio 2005
ITI Copernico-Carpeggiani

FISICA E SALUTE

Mauro Gambaccini

Dipartimento di Fisica Università di Ferrara
INFN Sezione di Ferrara

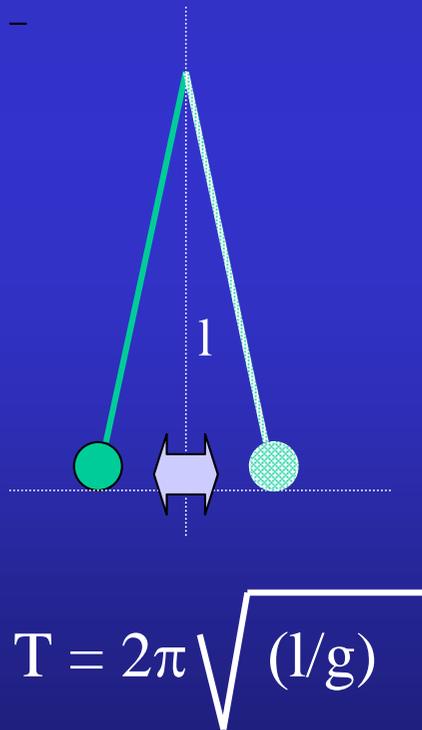


Un po' di storia

- ✓ In passato FISICA e MEDICINA non avevano una ben definita linea di demarcazione
- ✓ La medicina quantitativa venne introdotta nel 17° secolo
- ✓ Questo tipo di medicina cercava di seguire il **metodo sperimentale** proprio di Galileo
- ✓ La sede che per prima usò questo tipo di approccio fu proprio PADOVA
- ✓ Galileo fu studente di Medicina prima di passare a Matematica

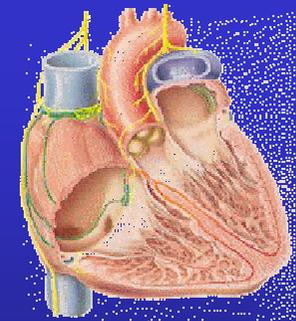
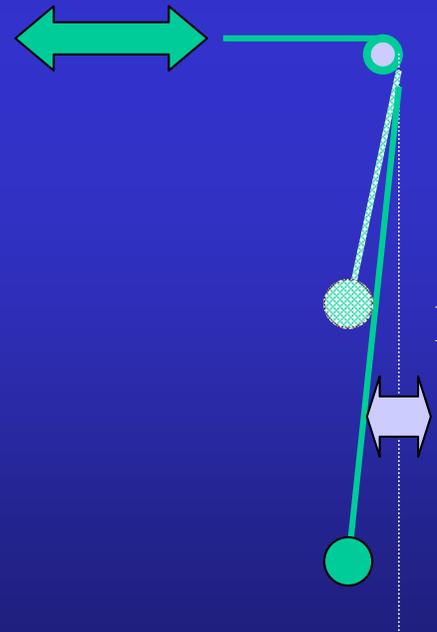
GALILEO

Verifica l'isocronia delle oscillazioni del pendolo col proprio ritmo cardiaco



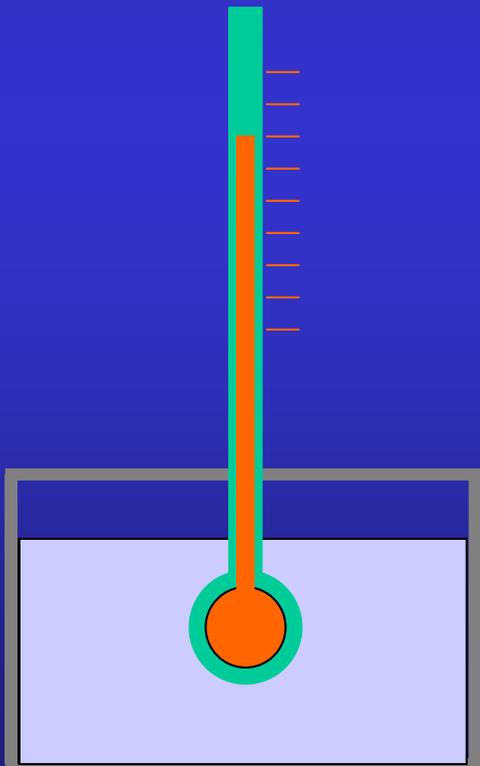
SANTORIO

Misura le pulsazioni di pazienti con un pendolo a lunghezza variabile



GALILEO

Studiando l'espansione dei liquidi inventa un termometro ad alcool



SANTORIO

Modifica il termometro e lo utilizza per la misura della febbre



Col progredire della Scienza e delle conoscenze
altre discipline assumono importante identità
nell'ambito scientifico

SCIENZE

BIOLOGICHE
MEDICHE

SCIENZE

MATEMATICHE
FISICHE
CHIMICHE

FISICA

Fisica Nucleare
Fisica delle Particelle Elementari
Astrofisica
Fisica Teorica
Fisica dello Stato Solido
Fisica Medica
Fisica Ambientale
- ecc.
-

Fisica Medica

Branca della fisica applicata ai problemi medici e biologici

Conoscenza del corretto funzionamento di organi (DIAGNOSI)

Interventi per ripristinare il corretto funzionamento (TERAPIA)

Questa branca della Fisica ha ricevuto un grandissimo impulso da due importantissime scoperte:

Raggi X

Wilhelm Conrad Roentgen

Radioattività

Henry Bequerel

Importantissime applicazioni in MEDICINA

Radiologia Diagnostica

Medicina Nucleare

Radioterapia

RADIOLOGIA



Raggi X

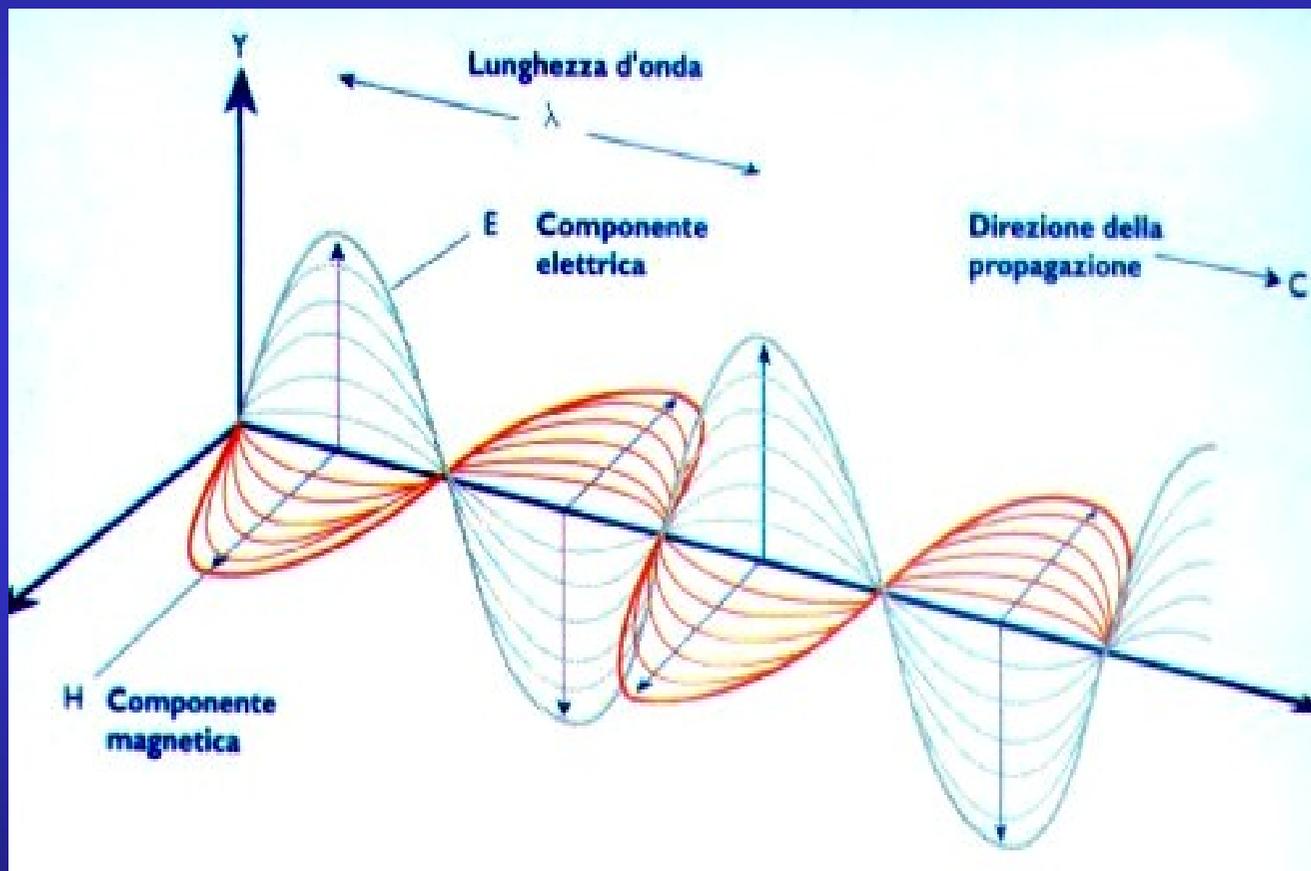
Esame radiografico del torace

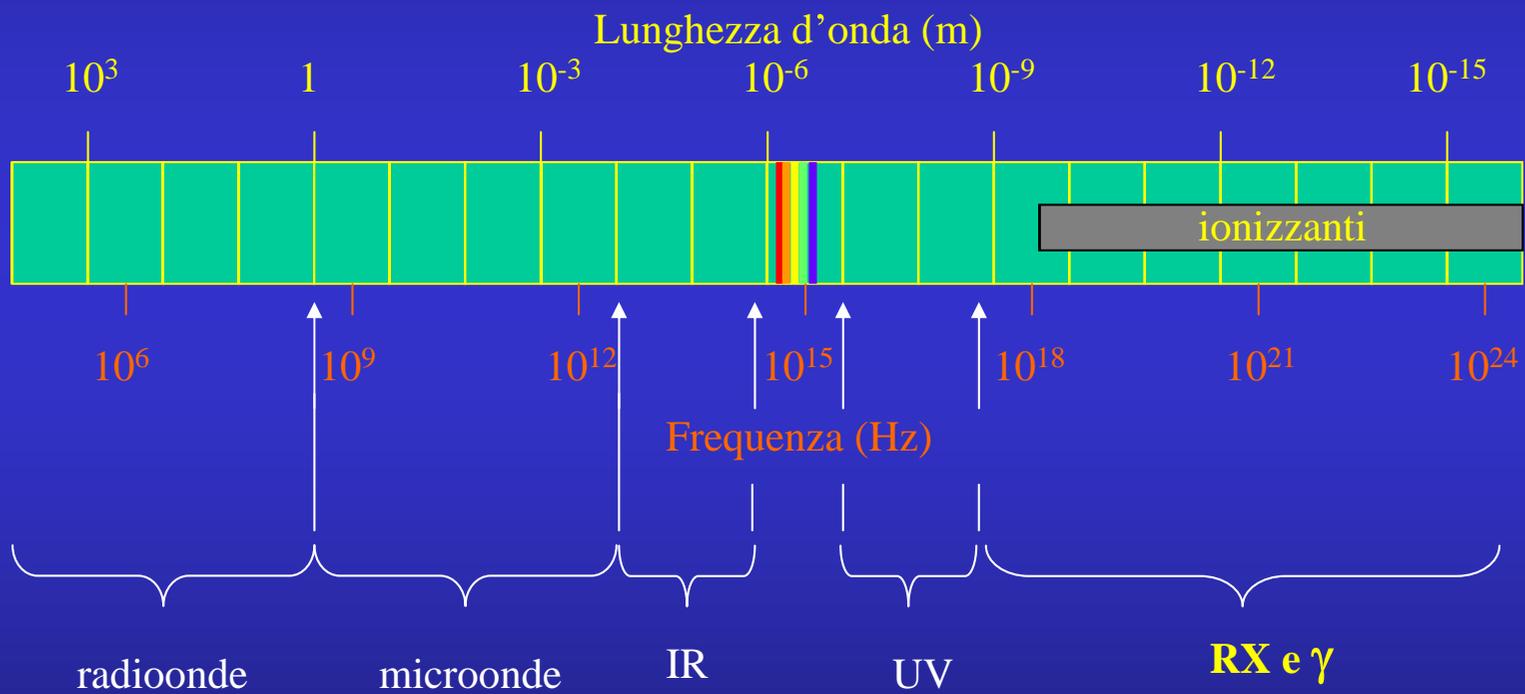
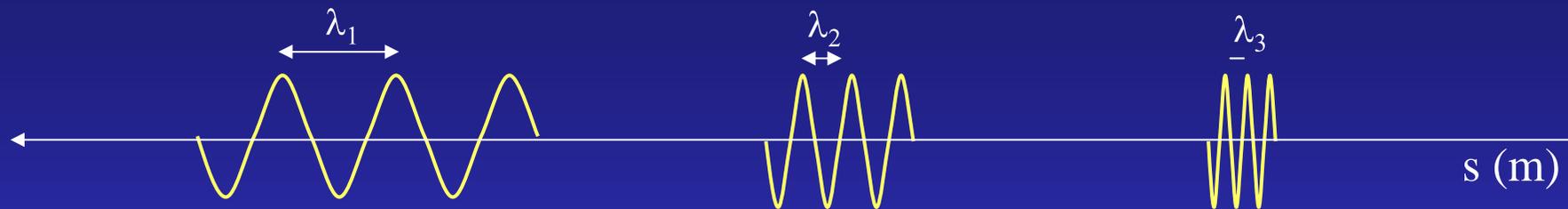


Raggi X



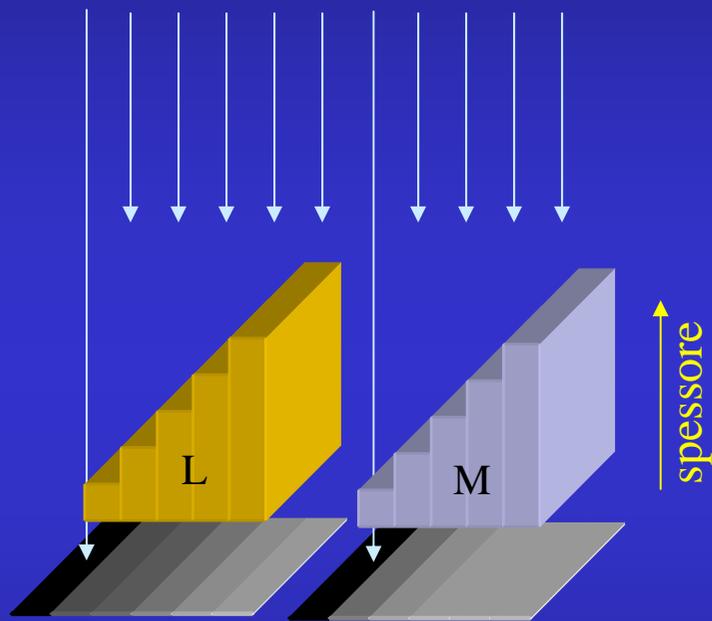
RADIAZIONE
ELETTROMAGNETICA



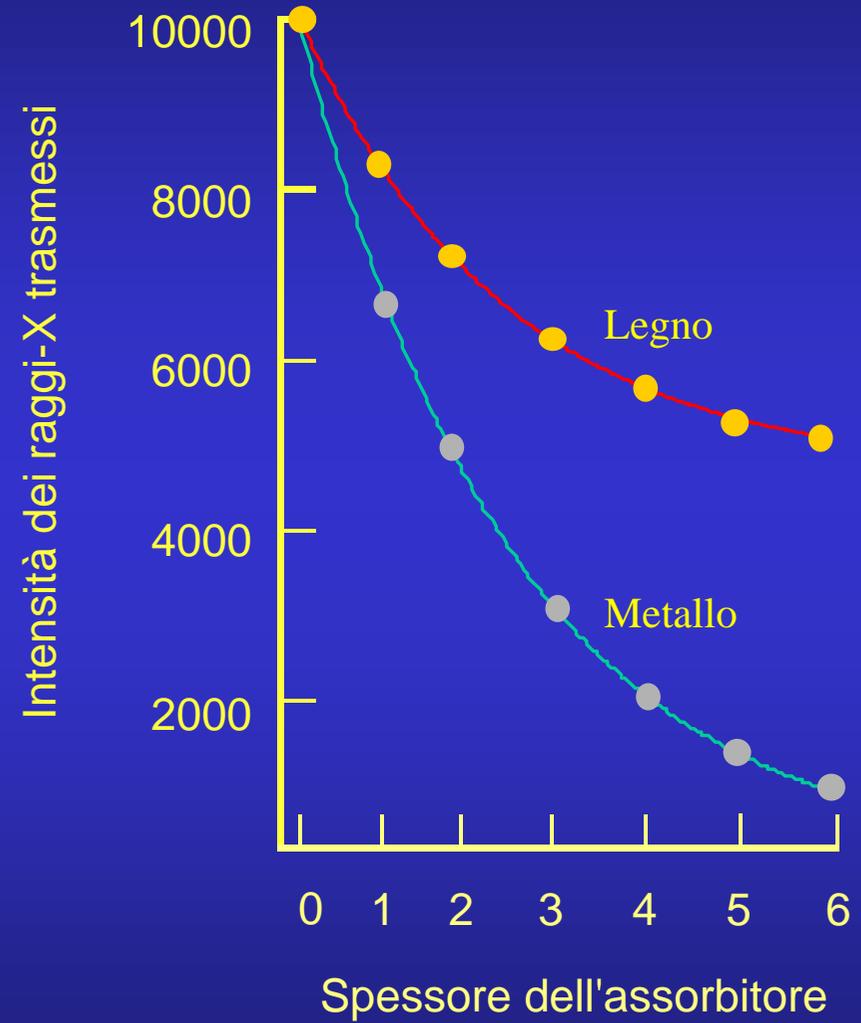


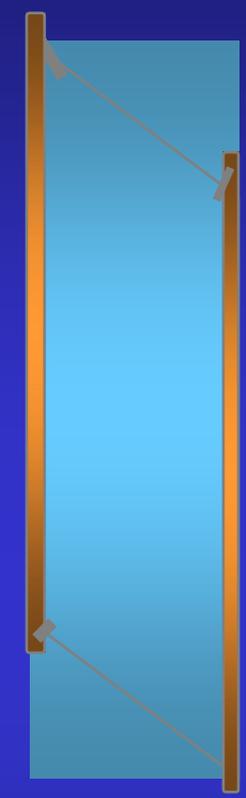
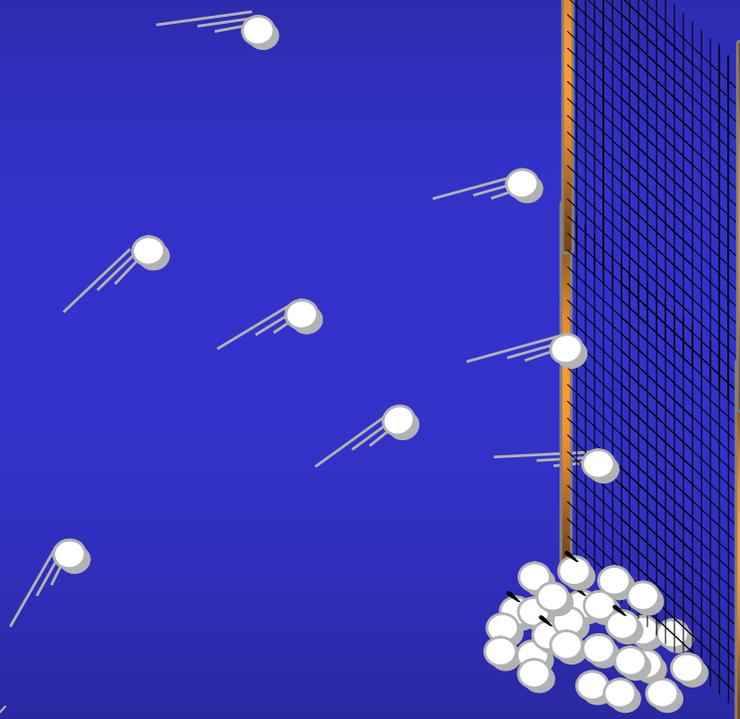
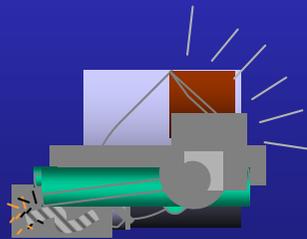
Interazione dei raggi X

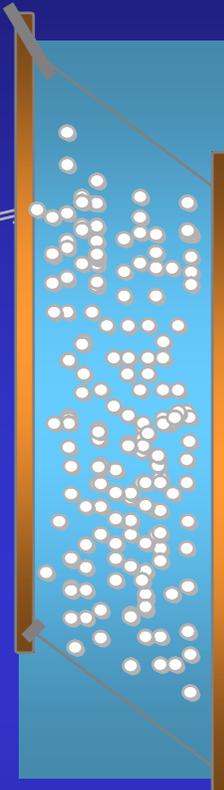
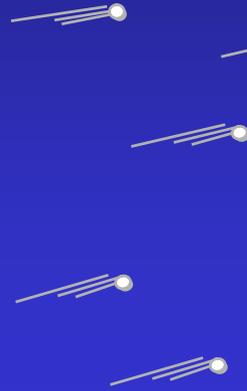
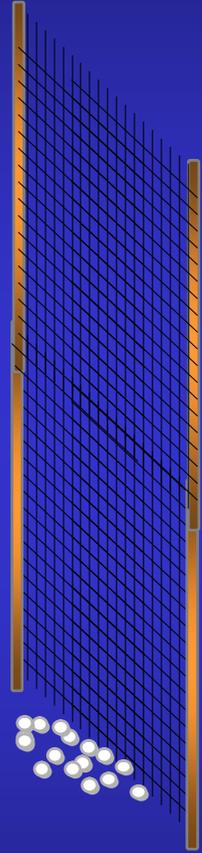
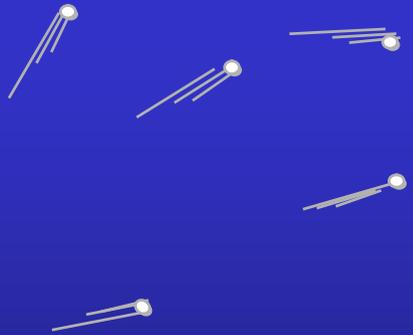
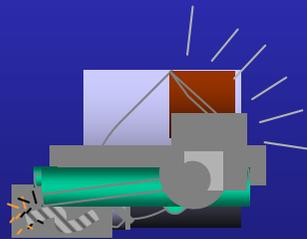
Raggi X

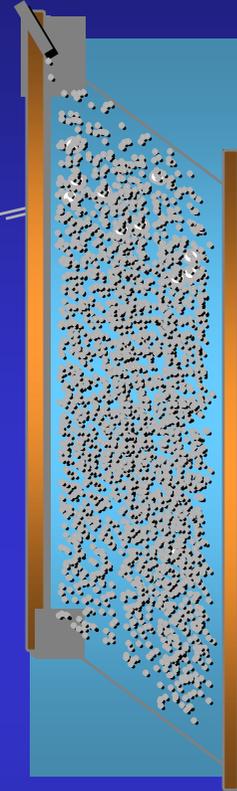
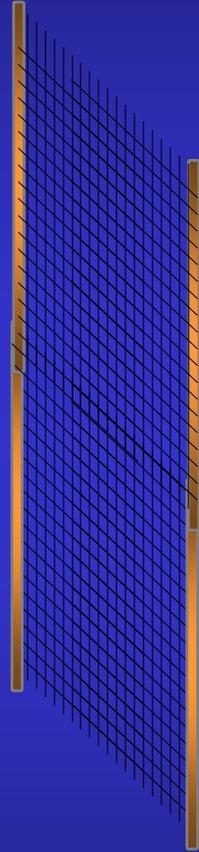
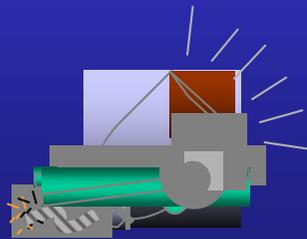


Piano immagine



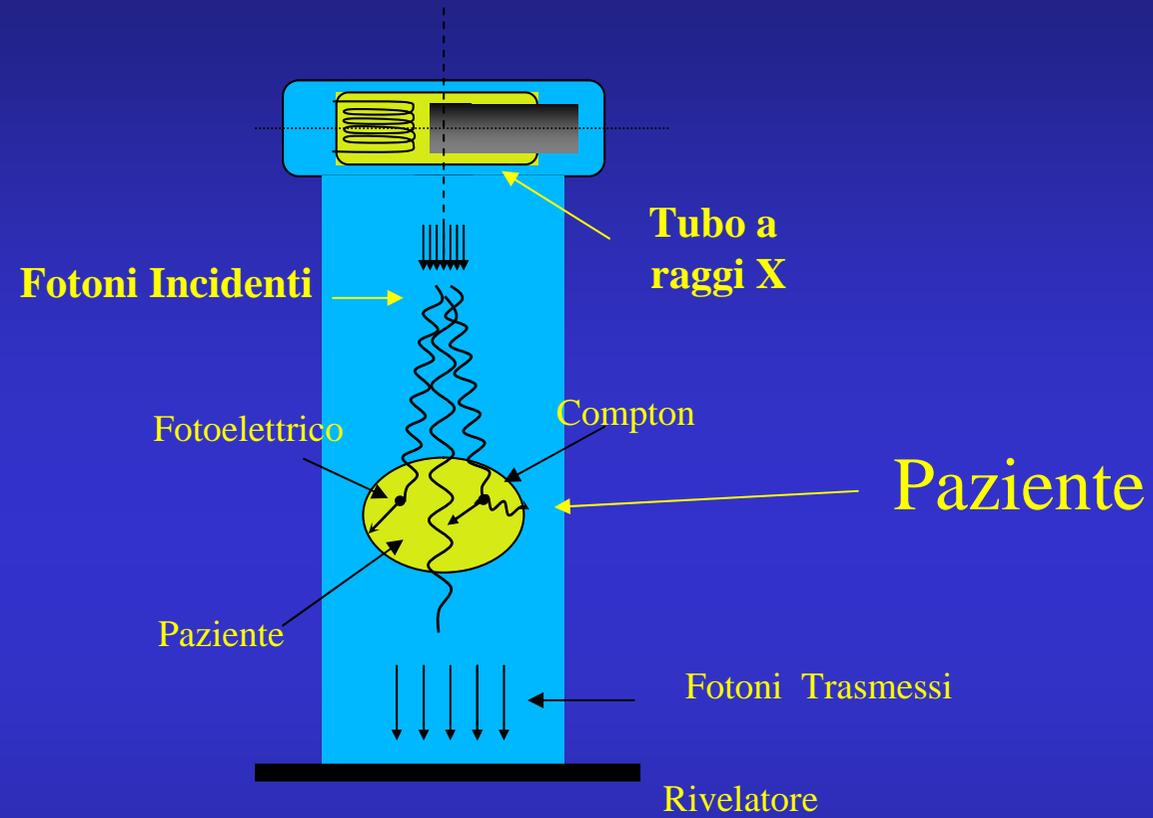


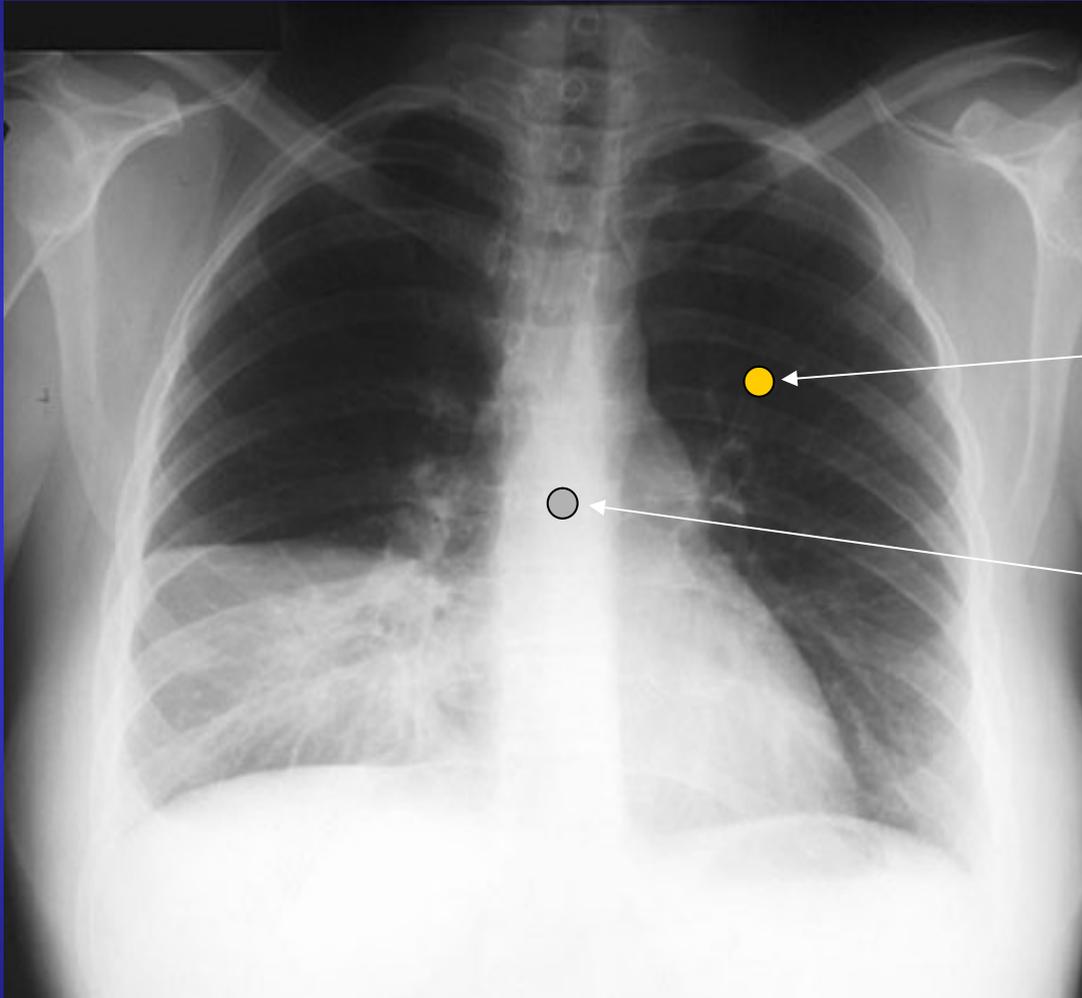


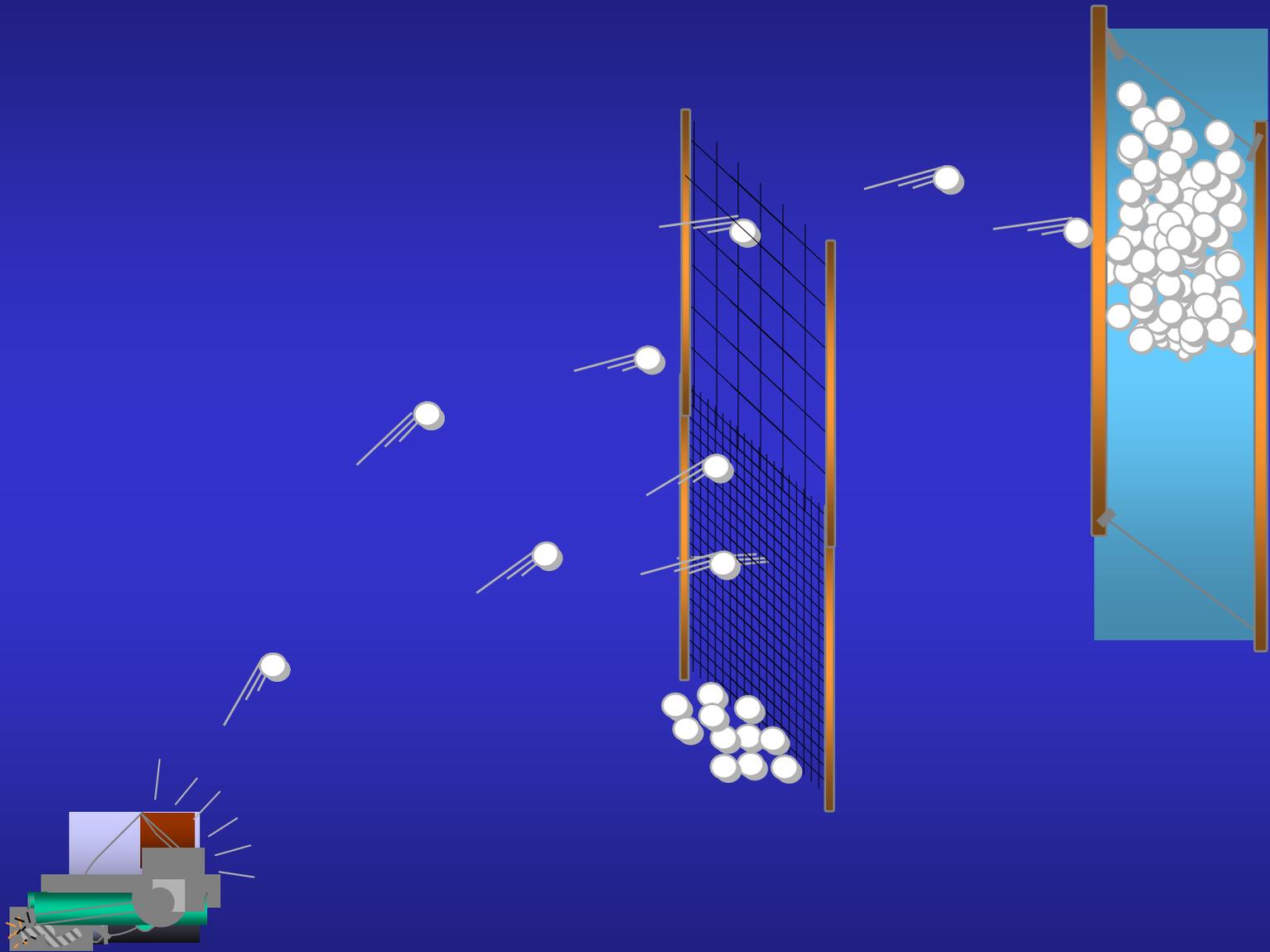


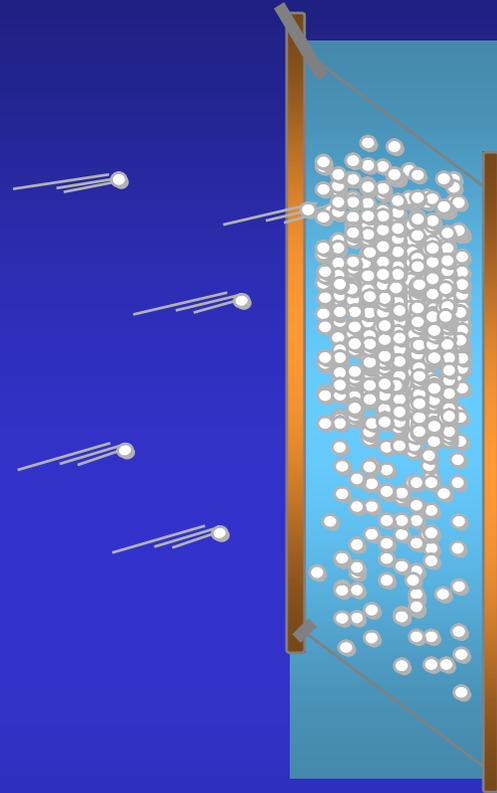
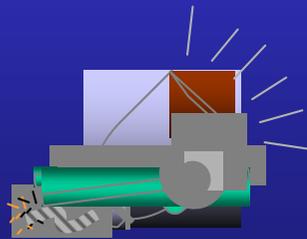
Radiografia

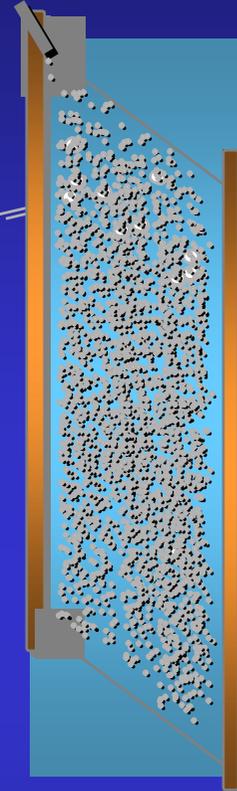
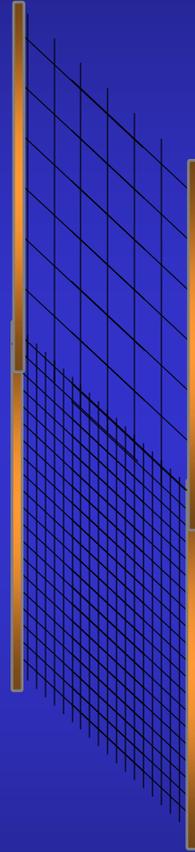
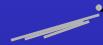
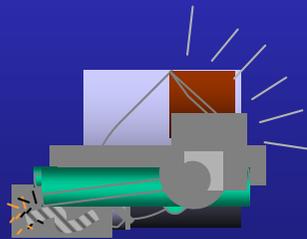
Radiazioni Ionizzanti



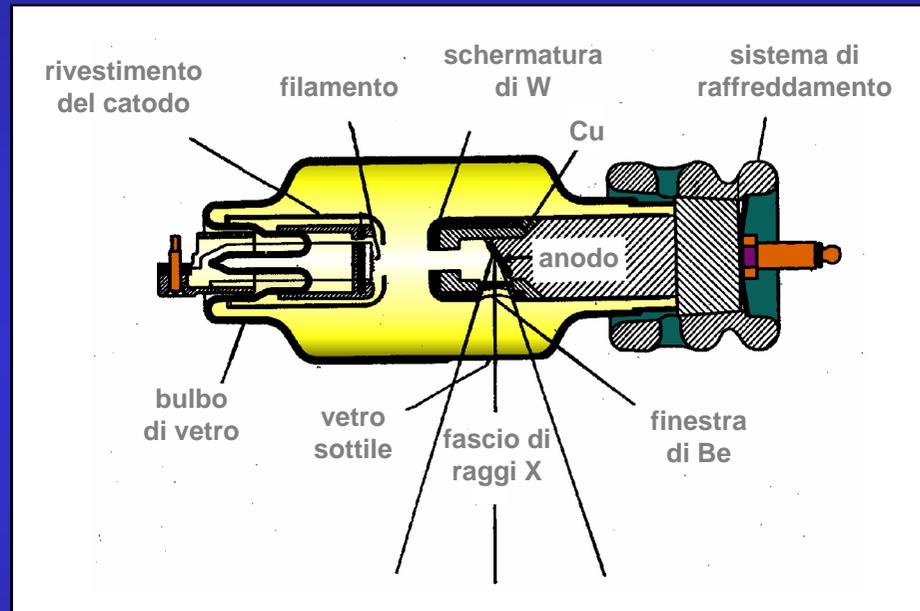








Il Tubo a Raggi X



kV

(tensione)

mA

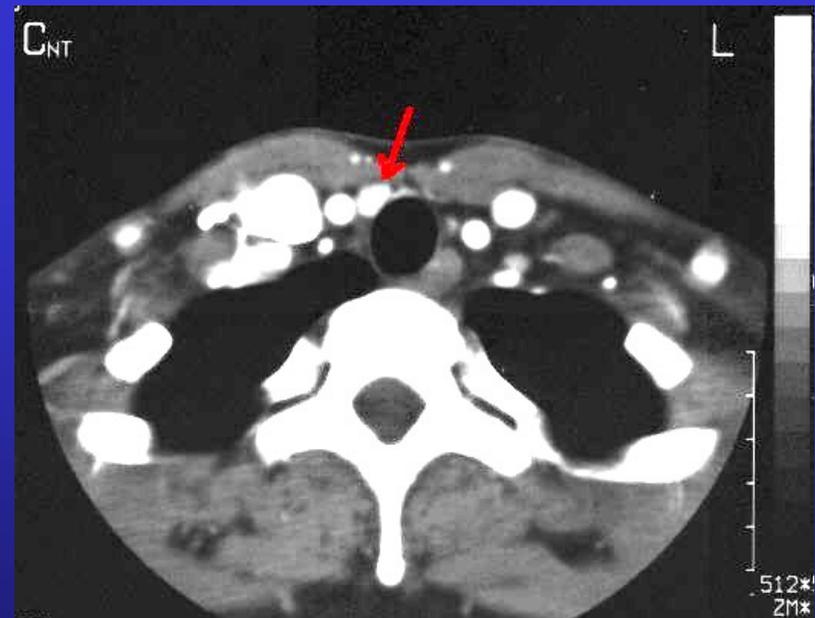
(corrente anodica)

S

(tempo di esposizione)

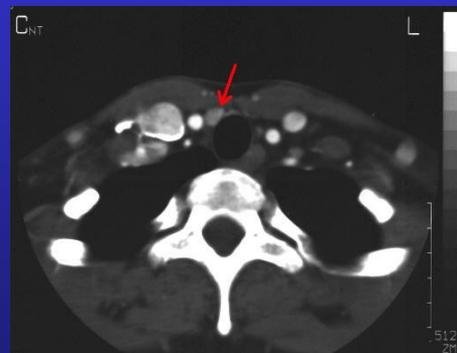
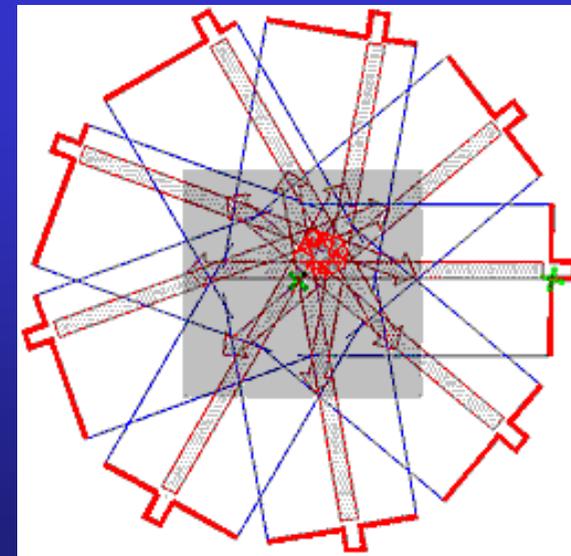
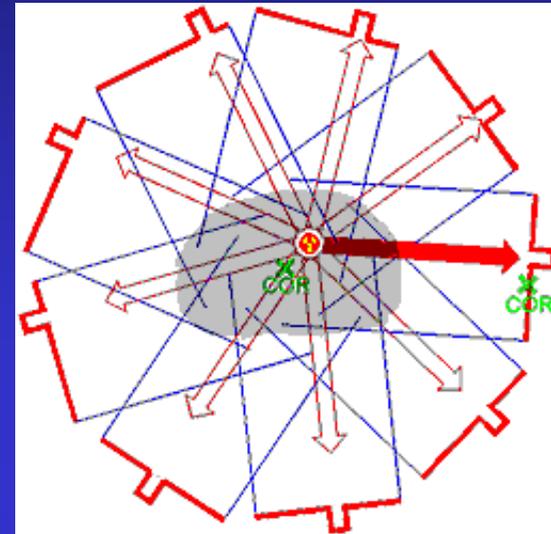
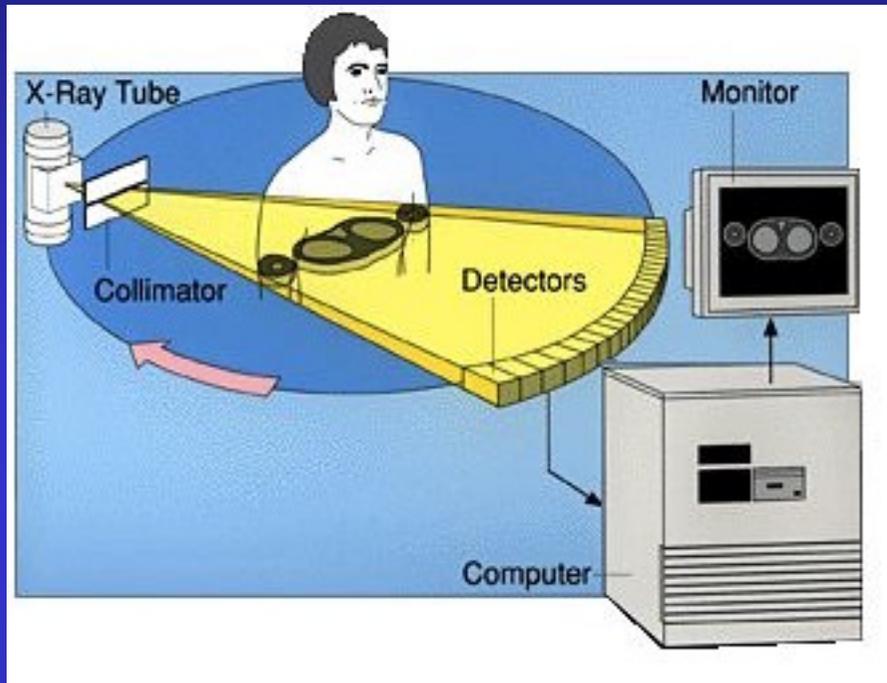
Tomografia Assistita dal Computer

La TAC è un esame diagnostico che combina l'uso dei raggi X con le tecnologie di calcolo.



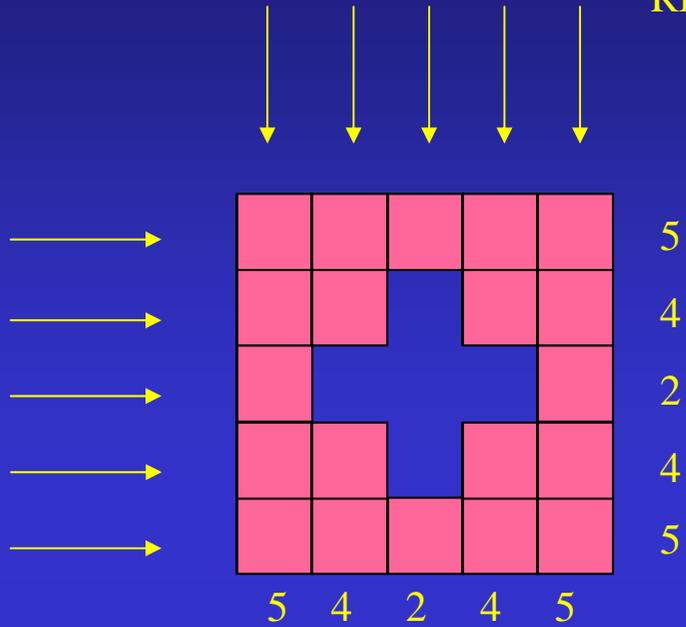
TAC

Tomografia Assistita dal Computer



RICOSTRUZIONE DELL'IMMAGINE

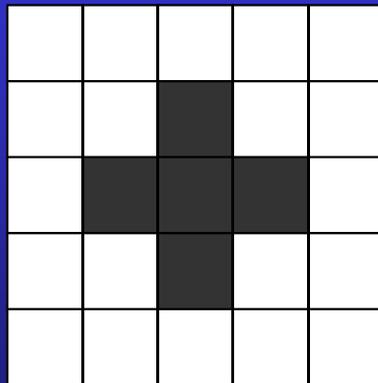
RETRO PROIEZIONE FILTRATA



Retroproiezione dei profili



	5	4	2	4	5	
10	9	7	9	10		5
9	8	6	8	9		4
7	6	4	6	7		2
9	8	6	8	9		4
10	9	7	9	10		5



immagine

10	9	7	9	10
9	8	6	8	9
7	6	4	6	7
9	8	6	8	9
10	9	7	9	10

filtraggio

10	9	7	9	10
9	8	6	8	9
7	6	4	6	7
9	8	6	8	9
10	9	7	9	10

conversione in
livelli di grigi

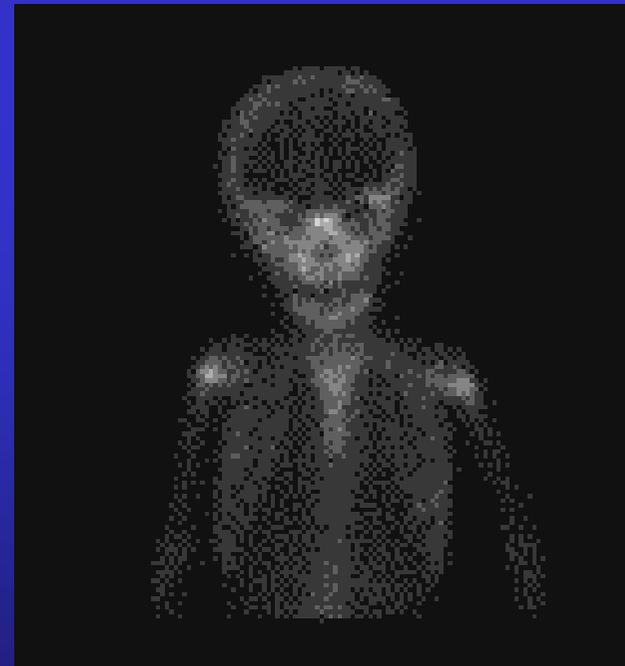
MEDICINA NUCLEARE

SCINTIGRAFIA

Gamma camera



distribuzione
radioattività gamma



Cos'è
la
radioattività

Tavola periodica degli elementi

Showing: Atomic weight

Legend

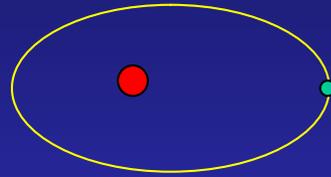
- Alkali Met.
- Alkali Earth
- Metal
- Trans. Met.
- Rare Earth
- Non-Metal
- Halogen
- Noble Gas

1	IA																										VIII B					2												
	1																						2																					
2	3	IIA																IIIB					IVB					VB					VIB					VII B					4	10
		3	4																	5	6	7	8	9	10																			
		Li	Be																	B	C	N	O	F	Ne																			
3		6.94	9.01218																	10.81	12.011	14.0067	15.9994	18.998403	20.17																			
		11	12																	13	14	15	16	17	18																			
		Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	Ar																			
4		22.98977	24.305																	26.98154	28.0855	30.97376	32.06	35.453	39.948																			
		19	20	IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA IB IIB																31	32	33	34	35	36																			
		K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																									
5		39.0983	40.08	44.9559	47.90	50.9415	51.996	54.9380	55.847	58.9332	58.71	63.546	65.38	69.735	72.59	74.9216	78.96	79.904	83.80																									
		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																									
		Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																									
6		85.467	87.62	88.9059	91.22	92.9064	95.94	98.9062	101.07	102.9055	106.4	107.868	112.41	114.82	118.69	121.75	127.60	126.9045	131.30																									
		55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86																									
		Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																									
7		132.9054	137.33	138.9055	178.49	180.947	183.85	186.207	190.2	192.22	195.09	196.9665	200.59	204.37	207.2	208.9804	(209)	(210)	(222)																									
		87	88	89	104	105	106	107	108	109	110																																	
		Fr	Ra	Ac	Unq	Unp	Unh	Uns	Uno	Une	Unn																																	
		(223)	226.0254	(227)	(261)	(262)	(263)	(262)	(265)	(266)	(272)																																	

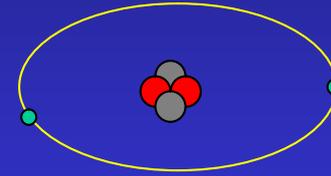
Gli elementi che si trovano in natura sono 92.

Lanthanide Series	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	140.12	140.9077	144.24	(145)	150.4	151.96	157.25	158.9254	162.50	164.9304	167.26	168.9342	173.04	174.96
Actinide Series	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	232.0381	231.0359	238.029	237.0482	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(254)	(257)	(258)	(259)	(260)

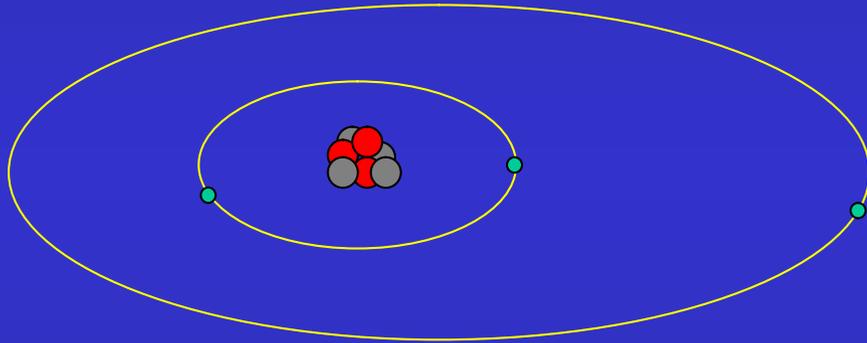
H (idrogeno) $Z = 1$ $A = 1$



He (elio) $Z = 2$ $A = 4$



Li (litio) $Z = 3$ $A = 7$



Be (berillio) $Z = 4$ $A = 9$

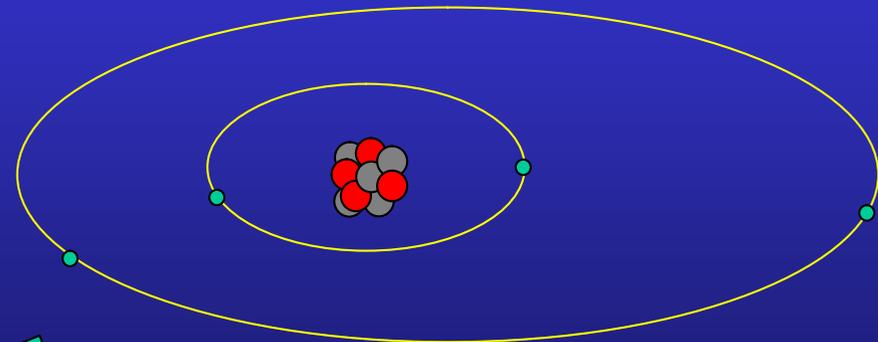
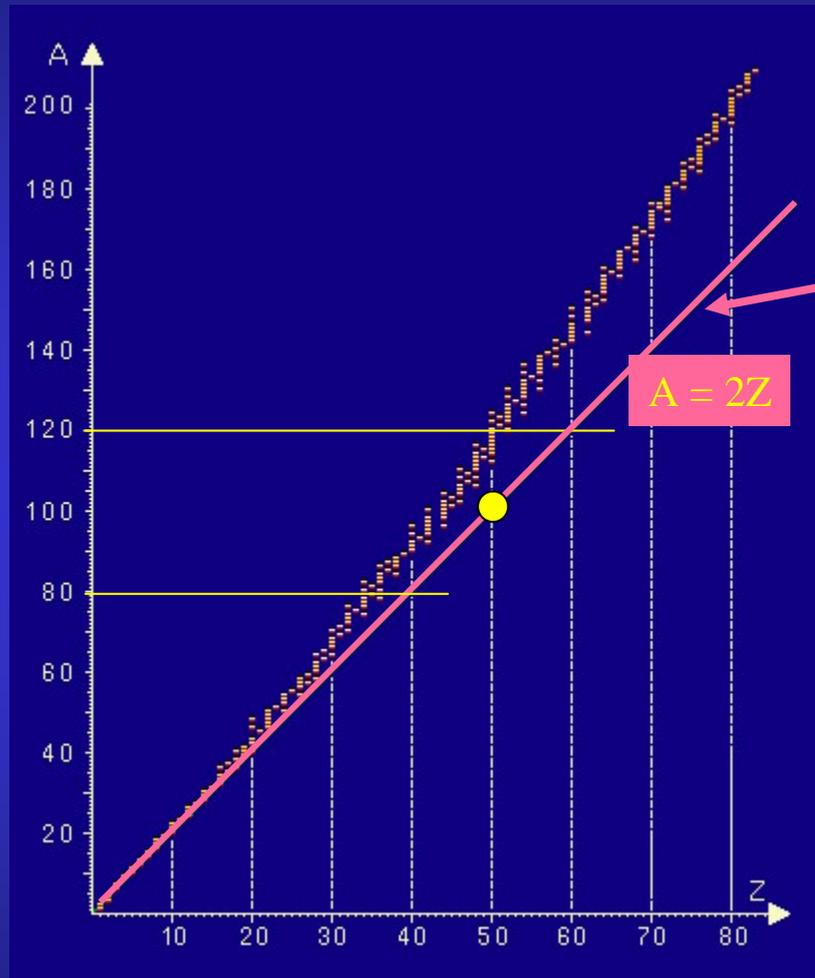


Diagramma di stabilità degli elementi



Retta che rappresenta la posizione
Nuclei aventi lo stesso numero
di neutroni e protoni

$$N_n = N_p$$

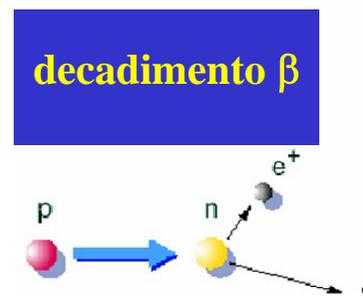
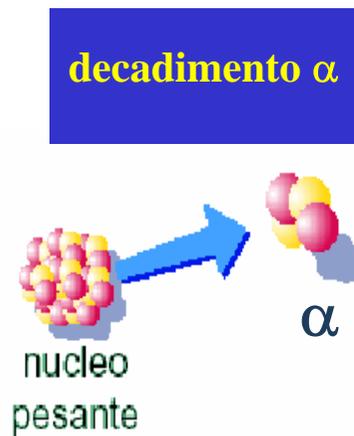
Poiché la massa del nucleo
non è cambiata alcuni protoni si
Saranno trasformati in neutroni
emettendo particelle di varia natura

RADIOATTIVITA'

Decadimenti nucleari

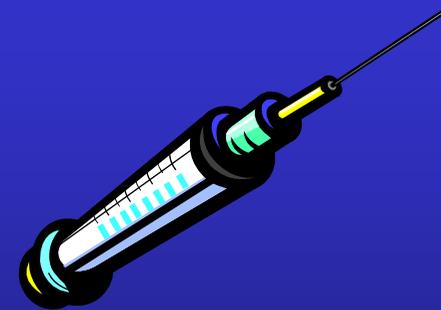
In natura esistono, o possono essere prodotti artificialmente, nuclei instabili, il cui numero di neutroni e protoni non rimane costante nel tempo. Tali nuclei emettono radiazione e si trasformano in nuclei, più leggeri, di un altro elemento chimico.

Le radiazioni emesse dai nuclei sono dette prodotti del decadimento e sono di vari tipi



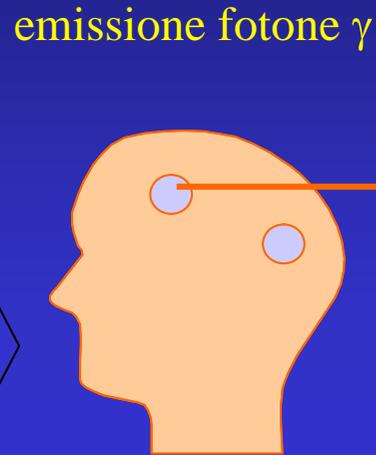
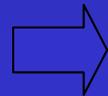
Radiofarmaco

“una sostanza per uso sanitario medicinale contenente radionuclidi”

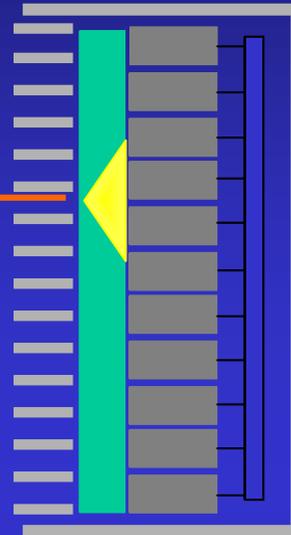


Scintigrafia

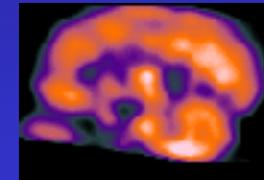
Iniezione
radiofarmaco



gamma camera

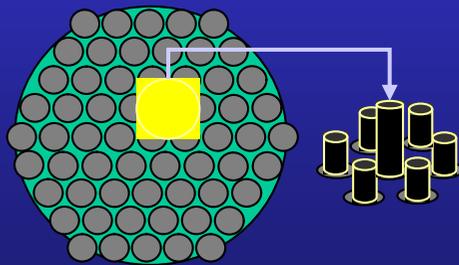


elaborazione e
visualizzazione



principio di funzionamento

collimatore
cristallo
pmt
elettronica

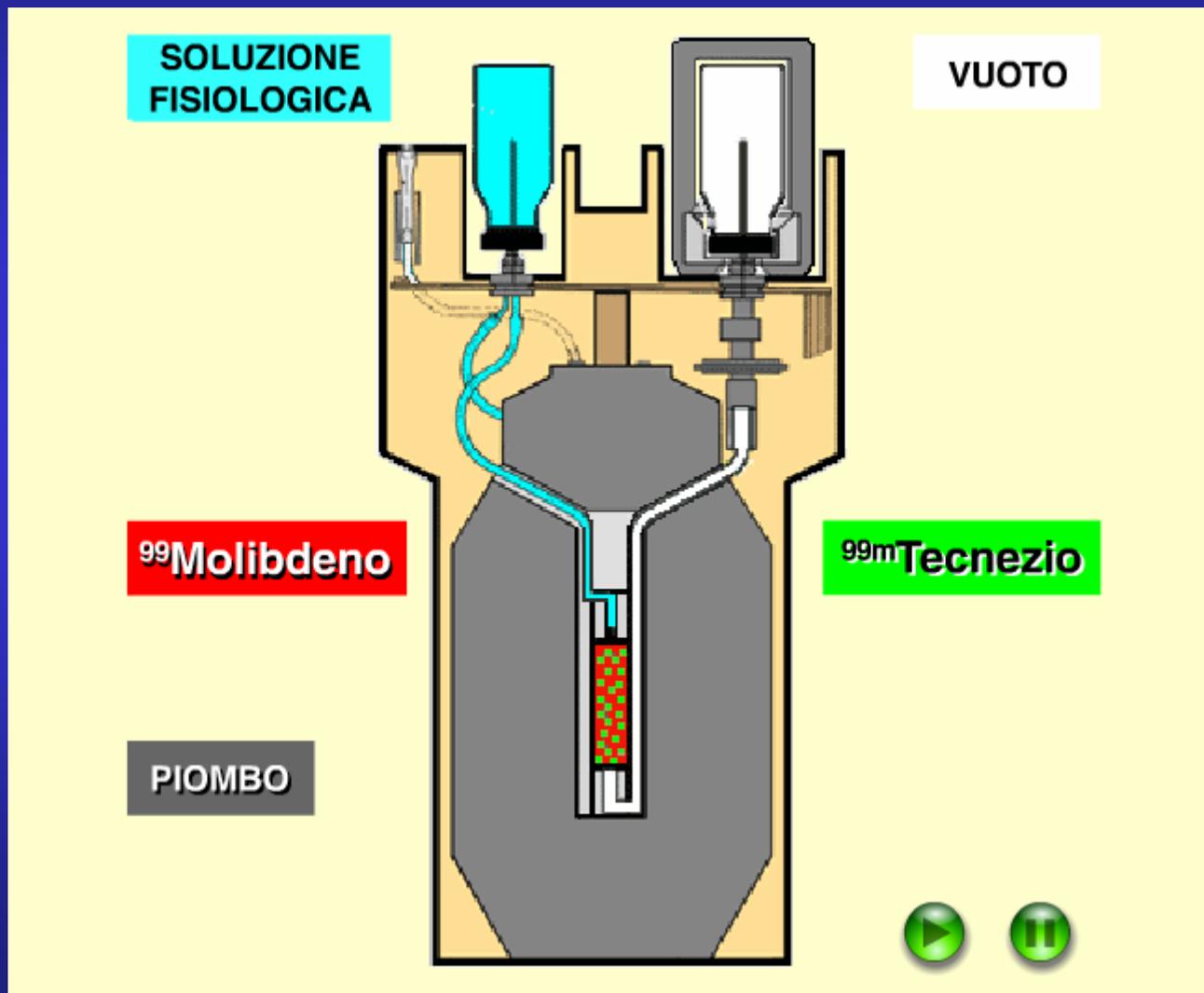


la posizione (x,y) è ottenuta come il baricentro
delle intensità luminose viste dai fototubi

Radionuclidi per scintigrafia

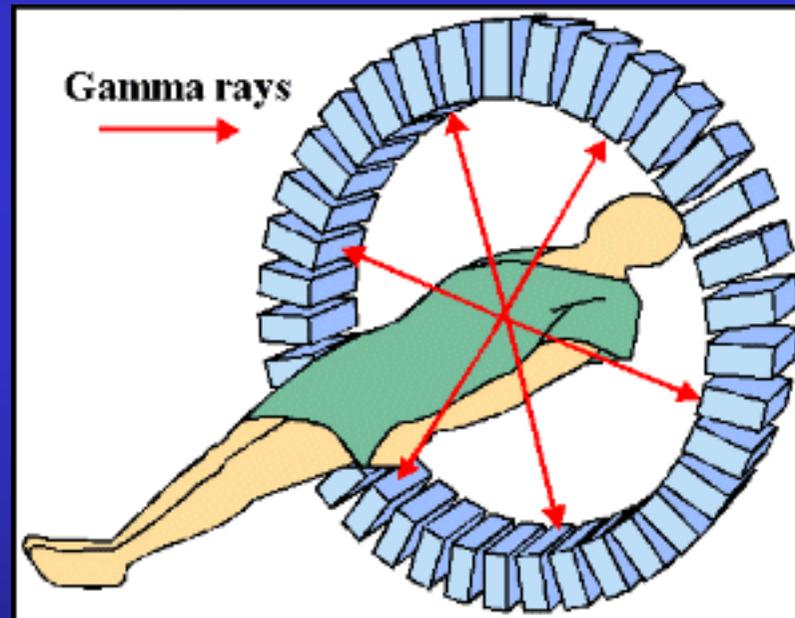
Radionuclide emivita	particella emessa	energia (keV)	(t _{1/2})
Gallio-67	γ	93,185,300	78.3 h
Tecnezio-99m	γ	142	6.02 h
Indio-111	γ	173, 247	67.3 h
Iodio-123	γ	159	13 h
Iodio-131	γ	364, b 606	8.05 d
Tallio-201	γ	135,167, X 68-82	73.5 h

Generatore portatile di Tc-99m

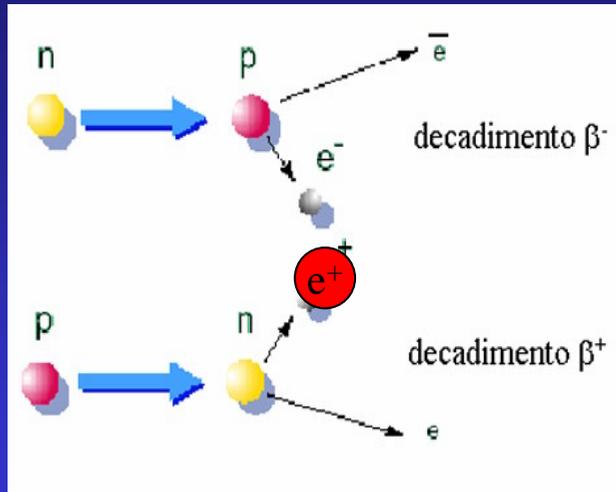


PET

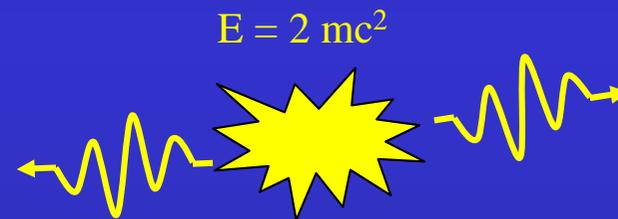
positron emission tomography



Decadimenti β



positrone
ANTIMATERIA



$$\gamma = mc^2$$

$$\gamma = mc^2$$

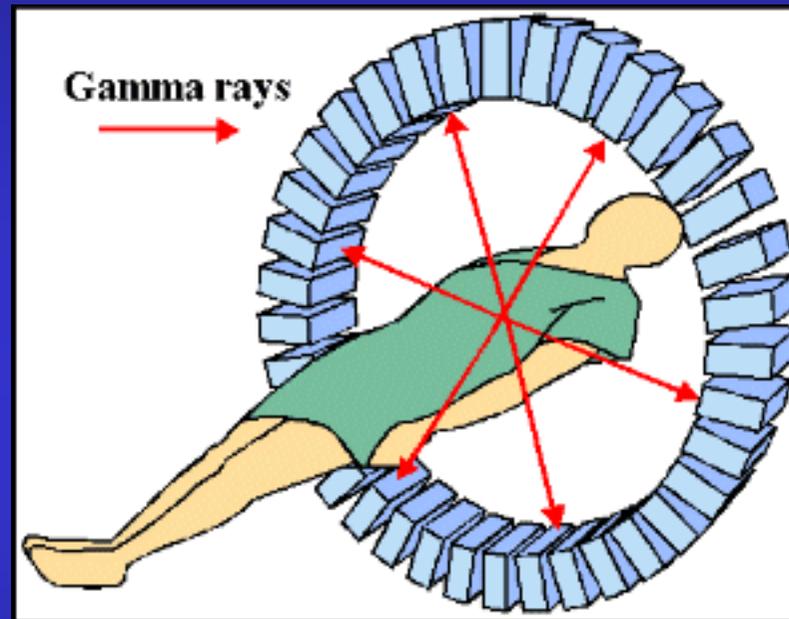
ANNICILIAZIONE

Radionuclidi PET

Radionuclide emivita	particella emessa	energia (keV)	($t_{1/2}$)
Carbonio-11	β^+	959	20.4 min
Azoto-13	β^+	1197	9.96 min
Ossigeno-15	β^+	1738	2.07 min
Fluoro-18	β^+	633	109.7 min

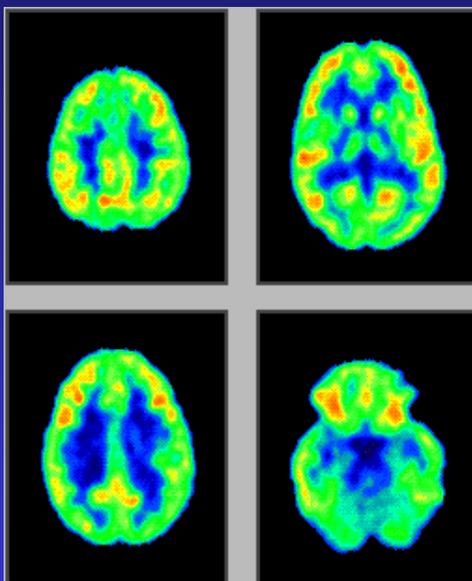
Tomografia ad Emissione di Positroni

PET

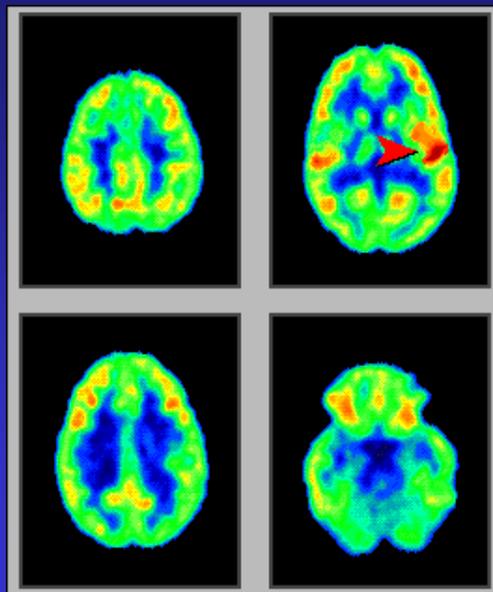


Questa tecnica di Medicina Nucleare acquisisce
profili di emissione e ricostruisce le immagini
con procedure simili alla TAC

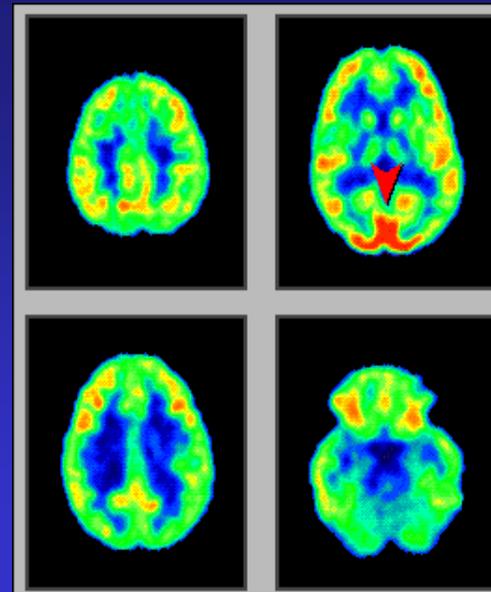
RIPOSO



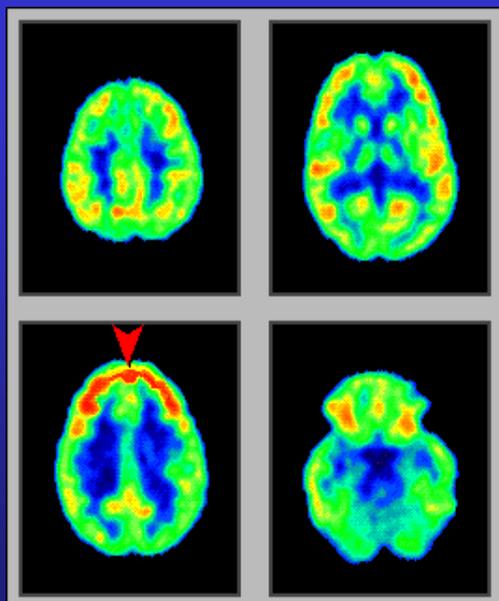
ASCOLTO MUSICA



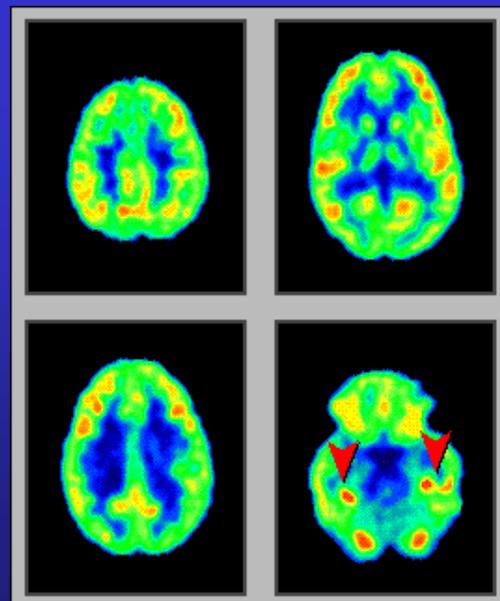
STIMOLO VISIVO



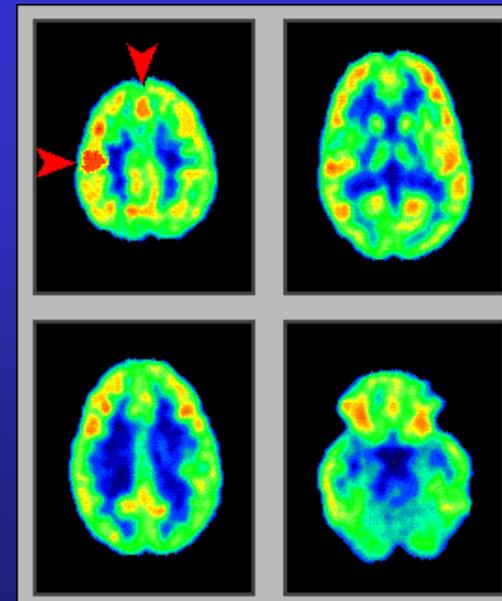
PENSIERO



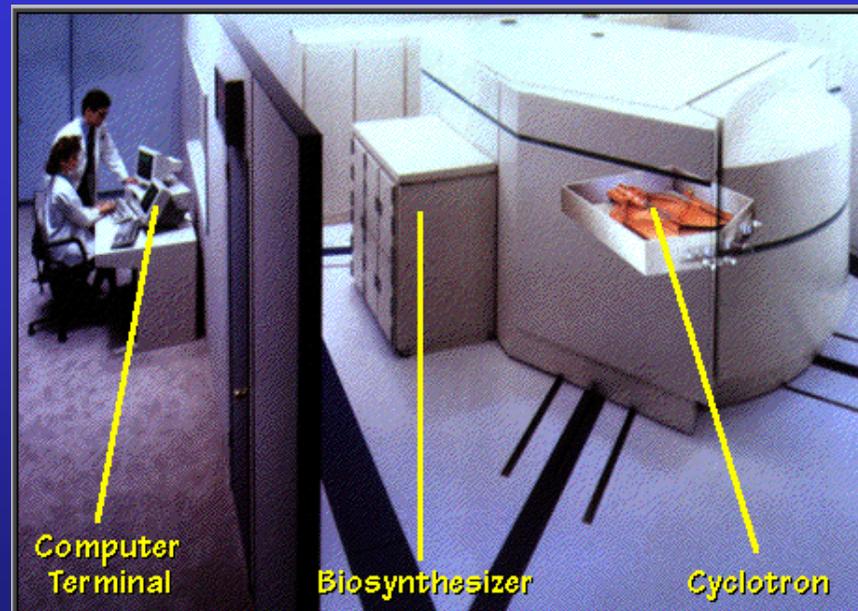
MEMORIZZAZIONE



MOVIMENTO



CICLOTRONE



Le strumentazioni diagnostiche presentate fanno uso di **radiazioni ionizzanti**;

Anche **altri tipi di radiazioni** vengono utilizzati per ottenere immagini mediche.

Queste radiazioni sono chiamate:

Radiazioni non Ionizzanti (NIR)

- 1. Radiazioni elettromagnetiche**
- 2. Radiazioni acustiche**

RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE

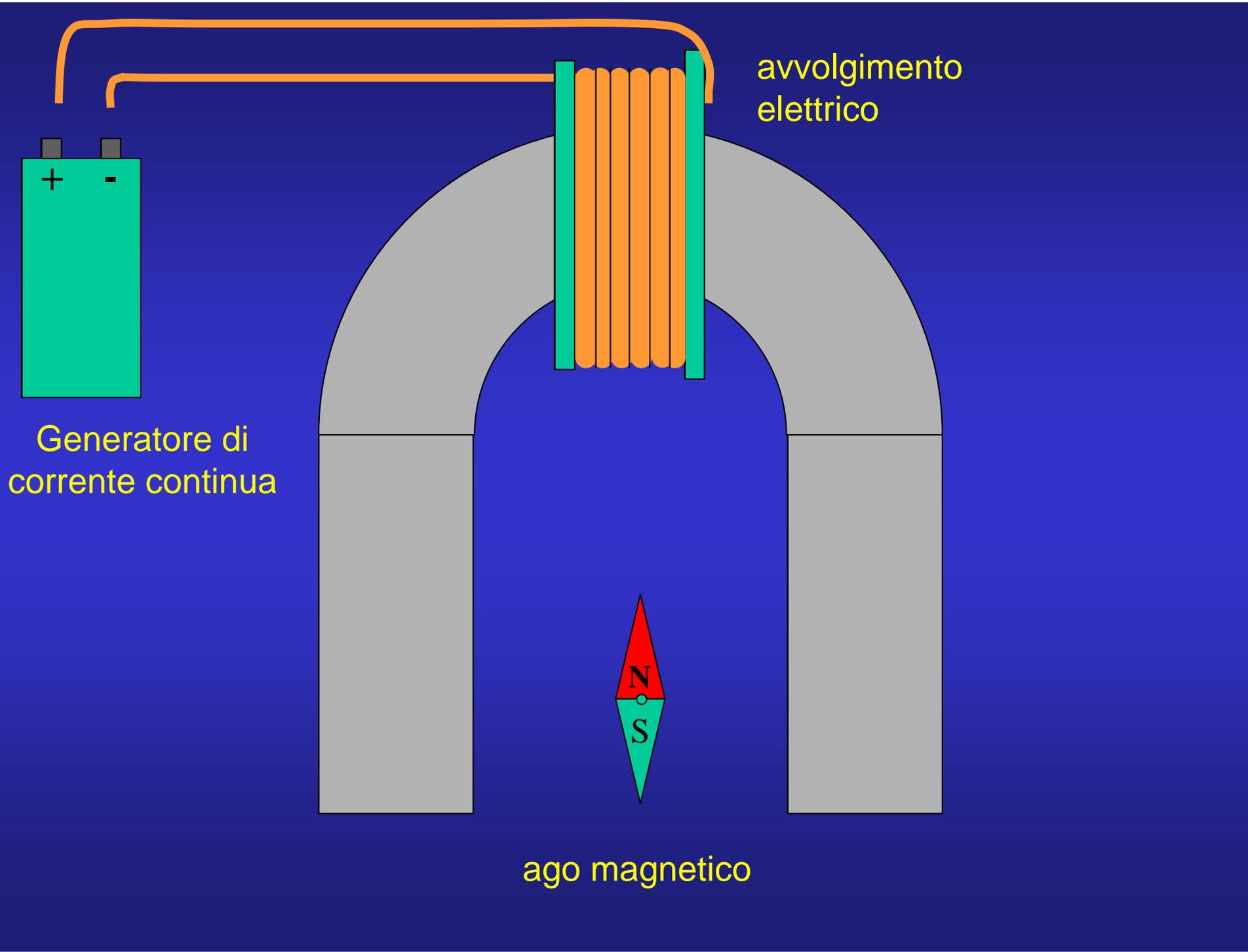
La RMN è una tecnica diagnostica basata sull'utilizzo di campi magnetici e onde radio e produce immagini di sezioni di parti del corpo.



Apparato per risonanza magnetica



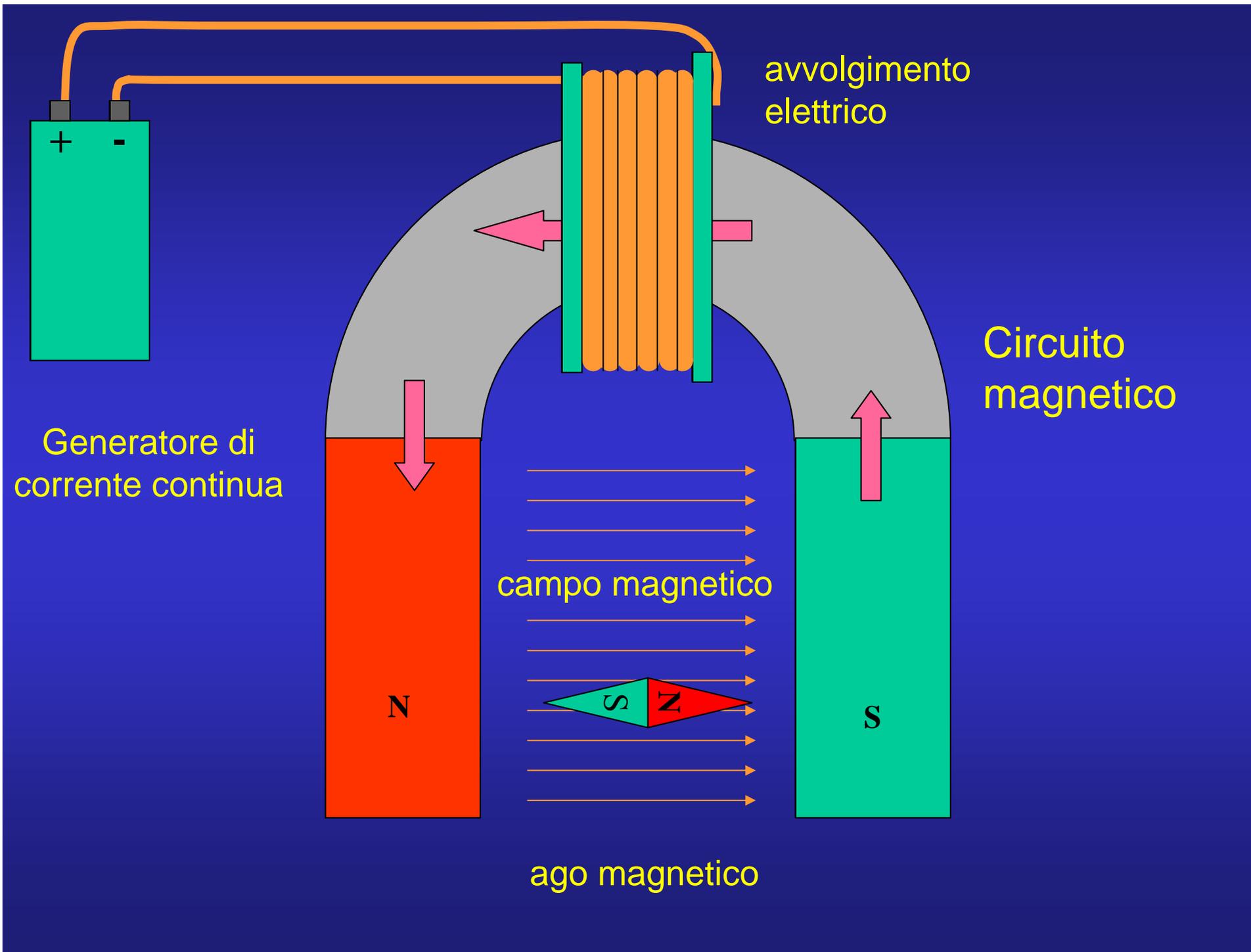
Immagine prodotta in una indagine MNR



avvolgimento elettrico

Generatore di corrente continua

ago magnetico

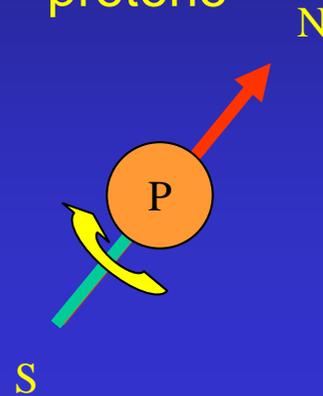


MAGNETISMO E PARTICELLE

ago magnetico



protone

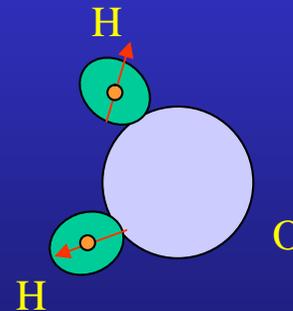


Il momento magnetico
delle particelle di chiama

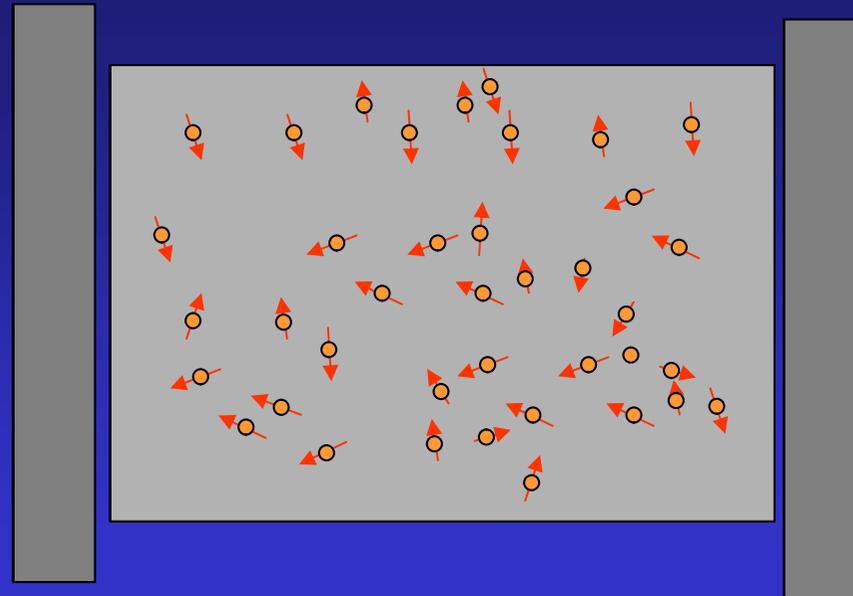
SPIN

Acqua

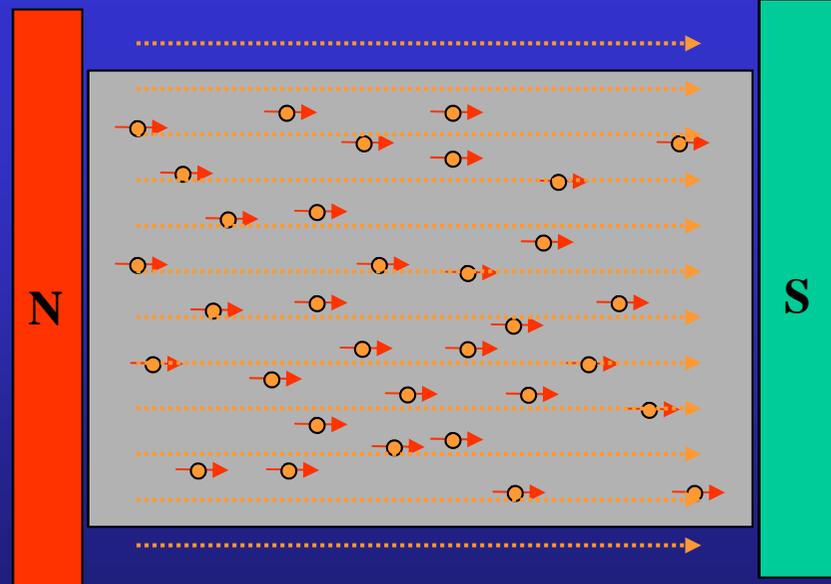
H_2O



Nell'acqua gli spin dei vari protoni sono orientati a caso

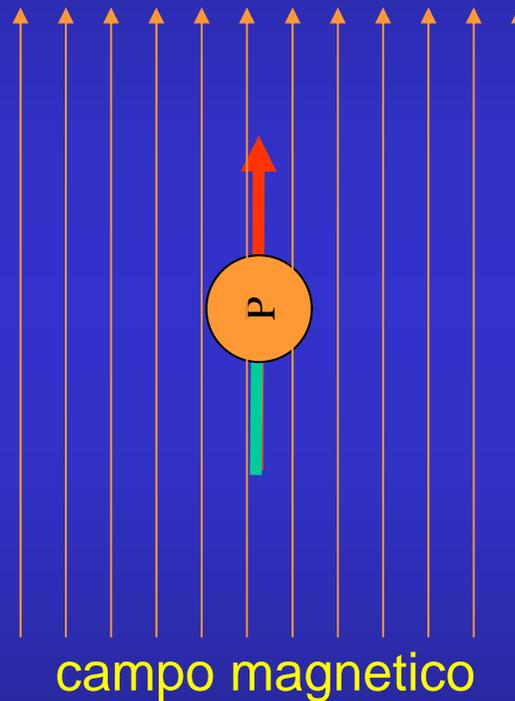


se immergiamo l'acqua in un forte campo magnetico gli spin dei vari protoni si orientano col campo



RISONANZA MAGNETICA

inviando una radio onda



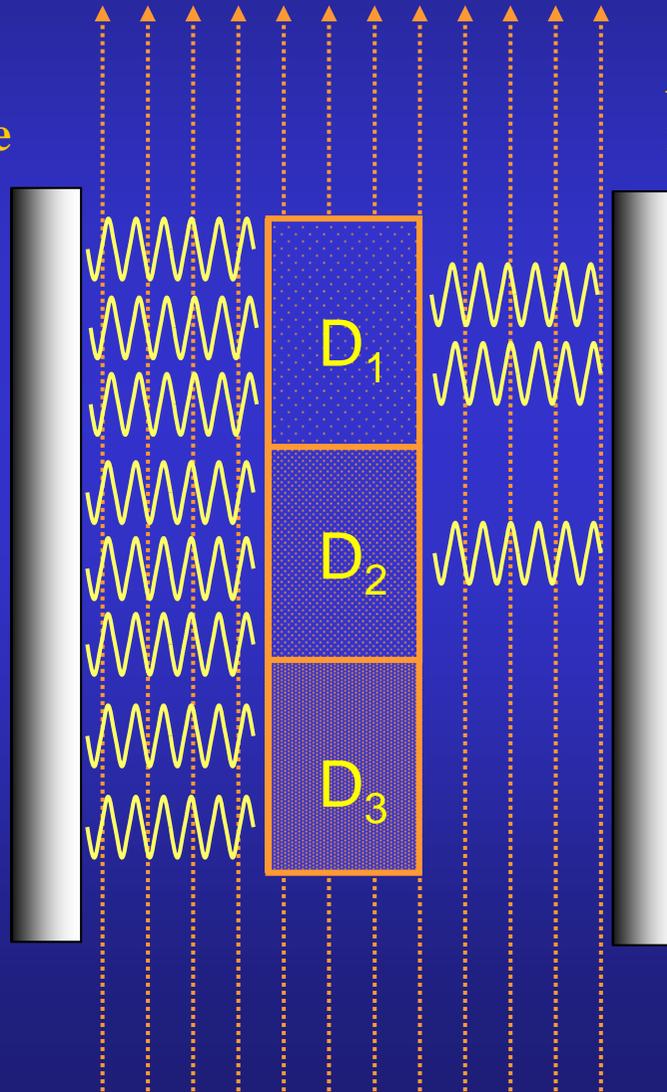
Protone con spin
allineato al campo
magnetico

La frequenza di oscillazione è proporzionale all'intensità
del campo magnetico

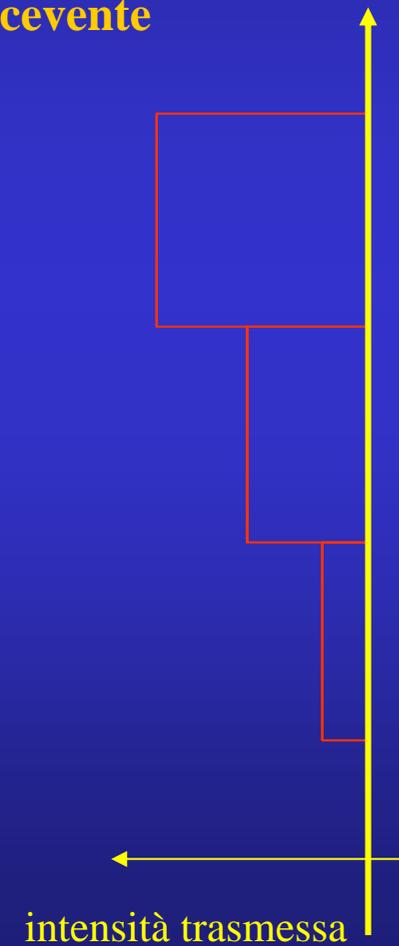
MISURA DELLA DENSITA' PROTONICA

D = densità protonica

Antenna
emittente



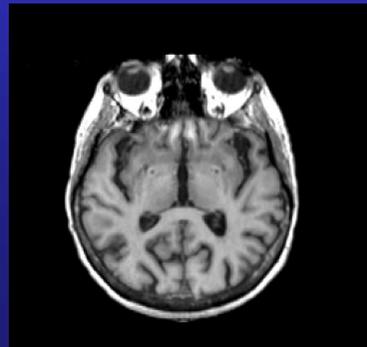
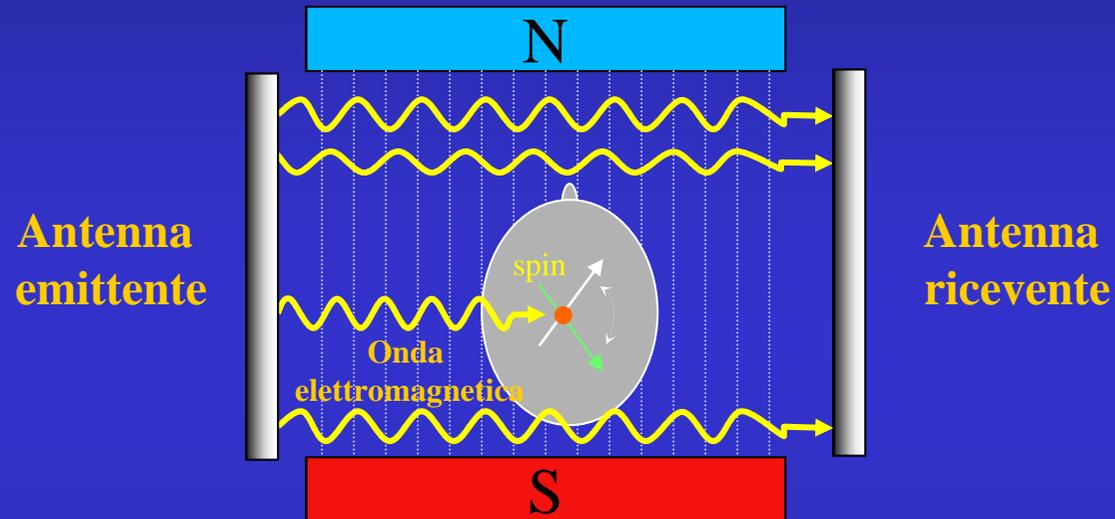
Antenna
ricevente



intensità trasmessa

Risonanza Magnetica Nucleare

Interazione tra campo magnetico e spin nucleare
In questo stato il sistema può assorbire di un'onda
elettromagnetica



ECOGRAFIA

Ultrasuoni

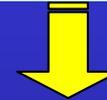
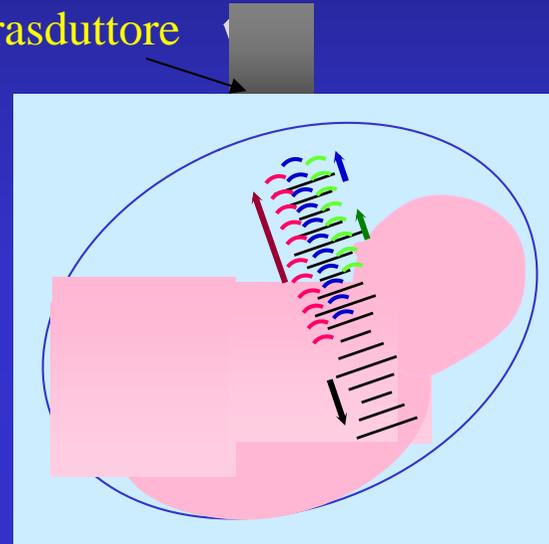
Onda meccanica

Incomprimibilità dei liquidi

Tessuti diversi impedenze acustiche diverse

Riflessione degli US in corrispondenza delle superfici di discontinuità

Trasduttore

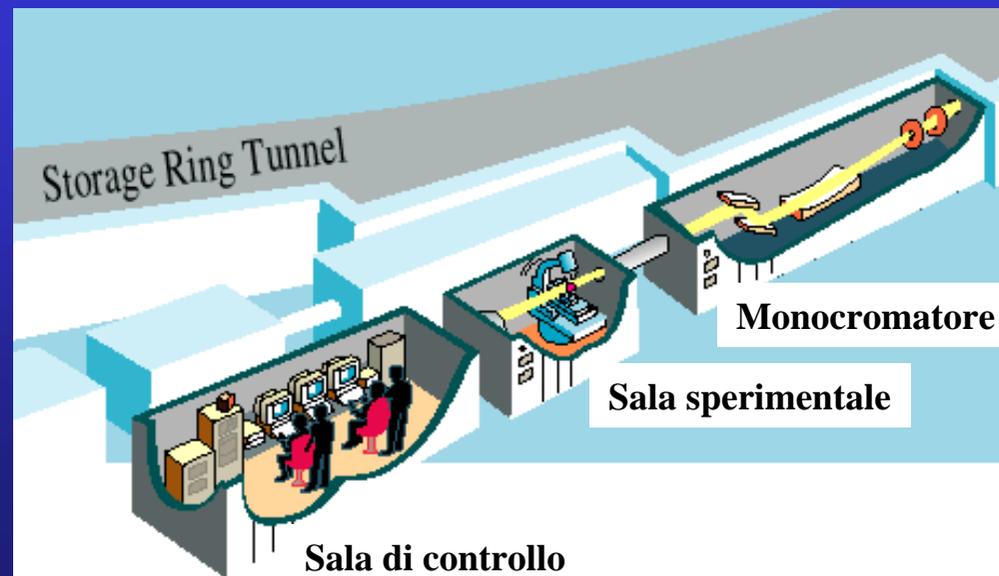


IL FISICO MEDICO

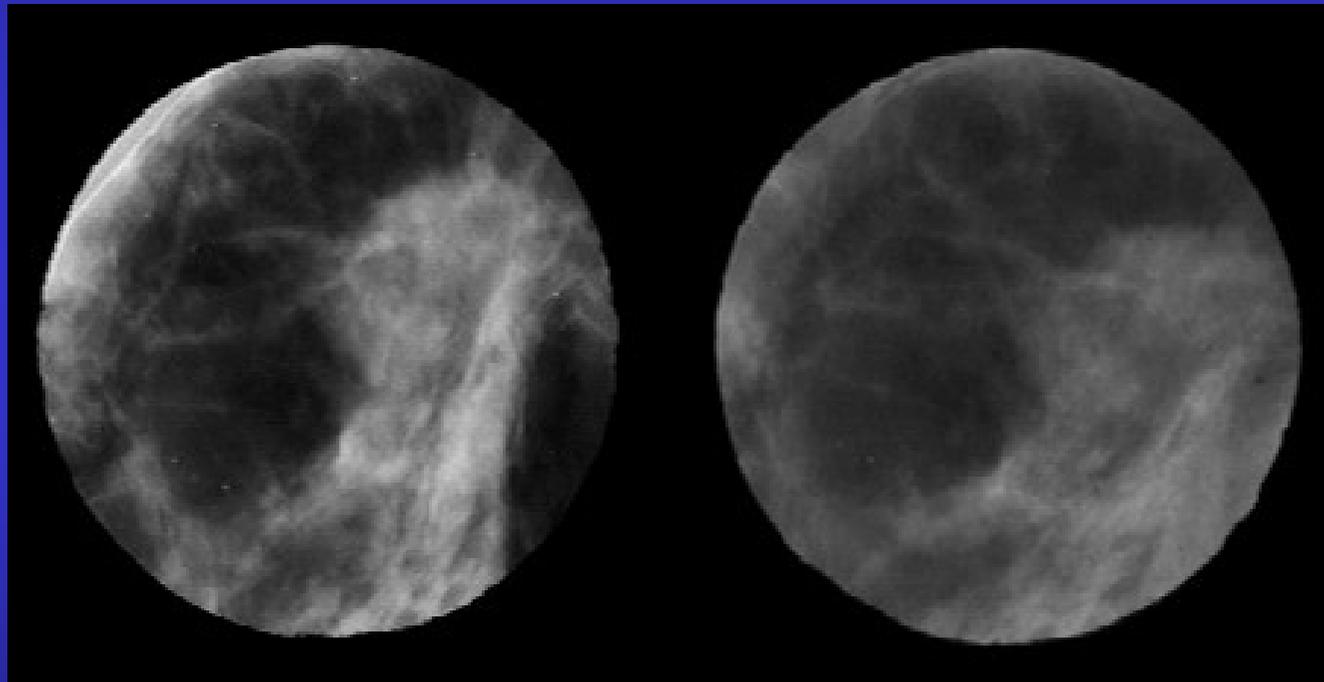
Il fisico medico si occupa dell'applicazione della fisica nell'ambito della medicina per la diagnosi, per la terapia e per la prevenzione.

Opera nei Servizio di Fisica Medica o Sanitaria, degli ospedali e nelle strutture di ricerca di fisica applicata alla medicina nelle Università e negli istituti di ricerca sia pubblici che privati

Il Sincrotrone

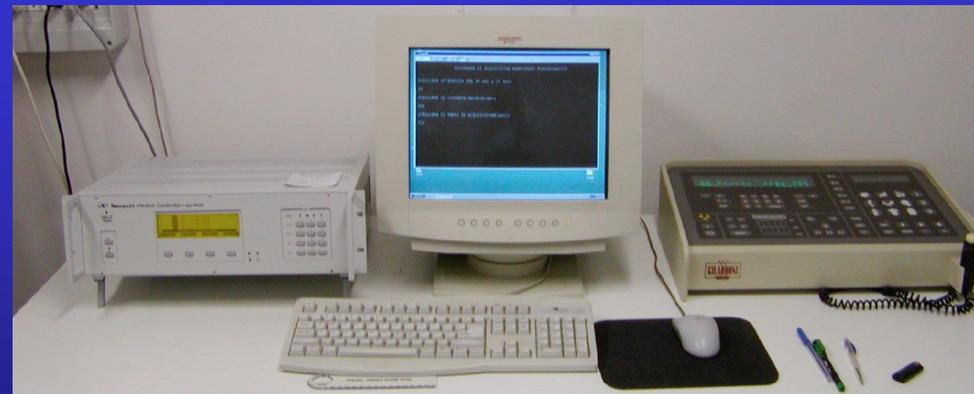


Mammografia in Luce di Sincrotrone

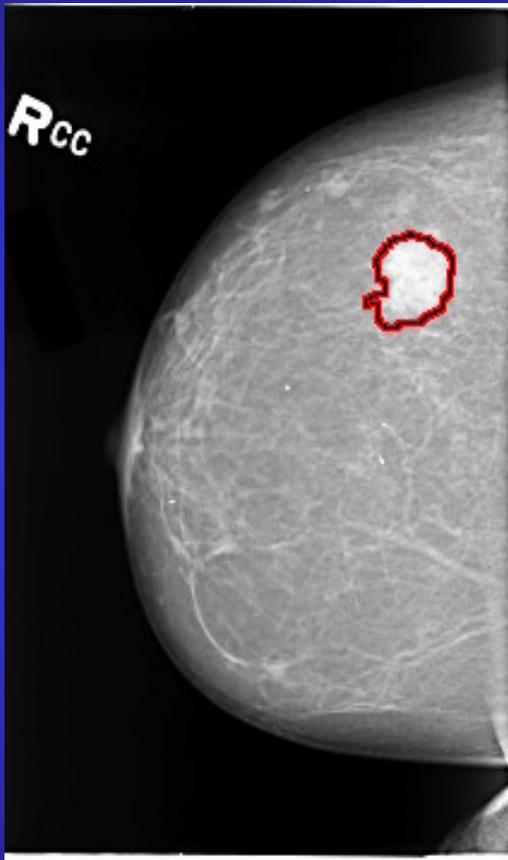




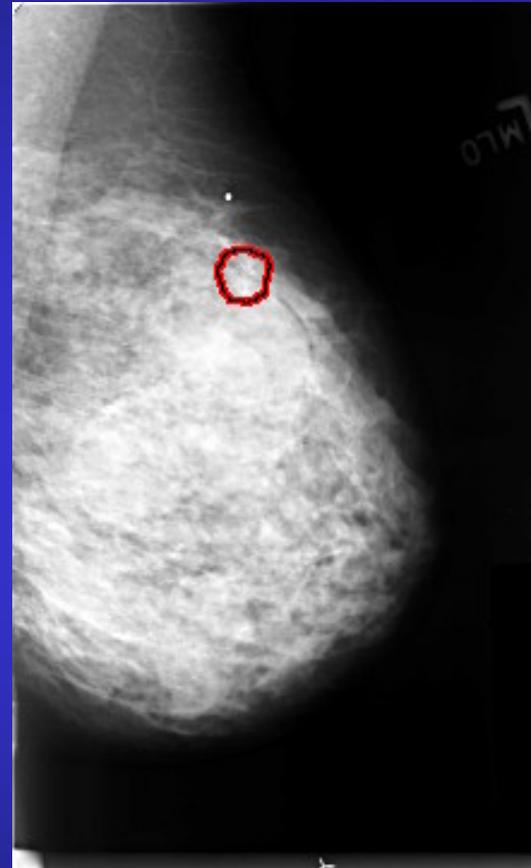
PROTOTIPO DI MAMMOGRAFO MONOCROMATICO

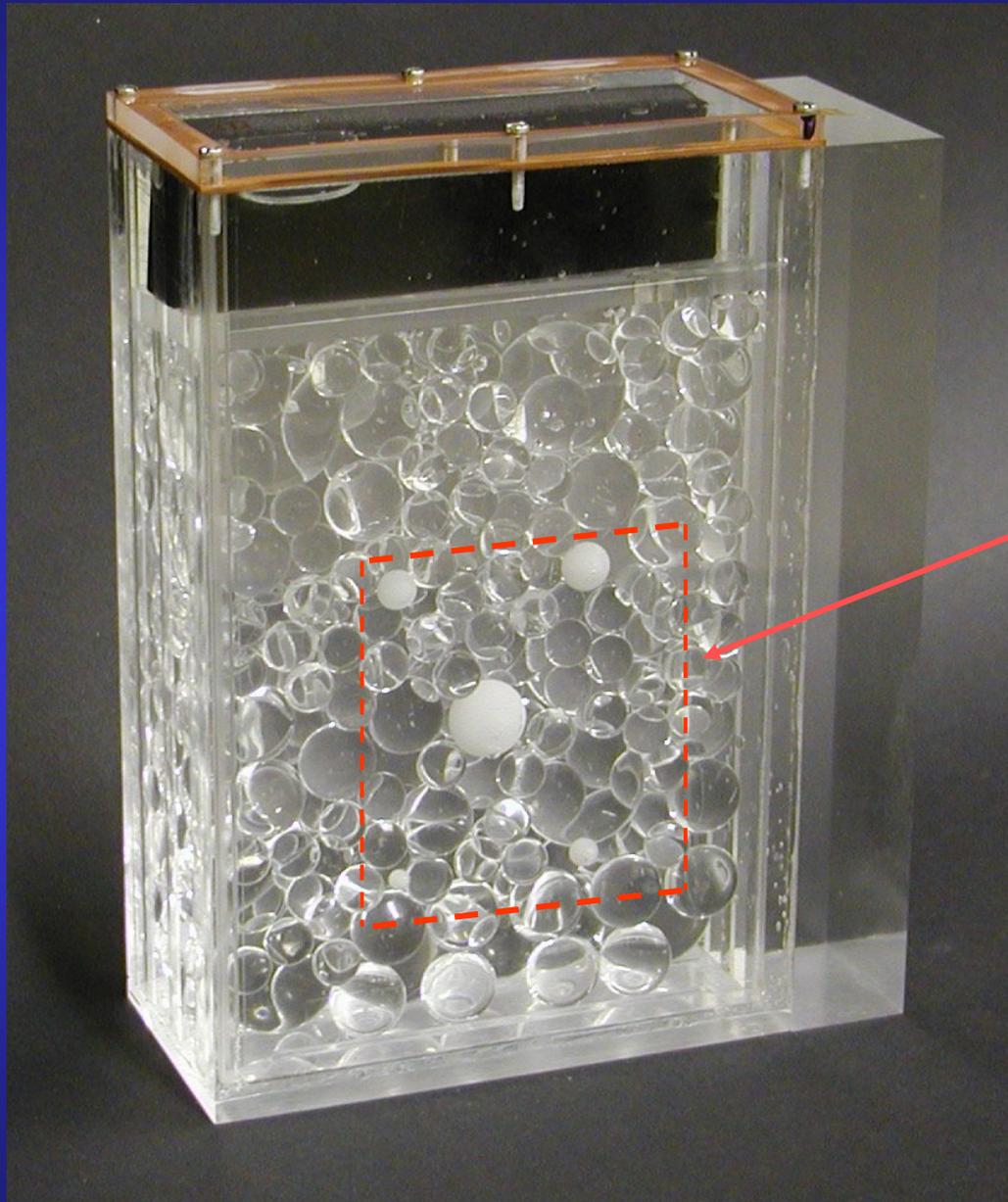


“Fatty” breast



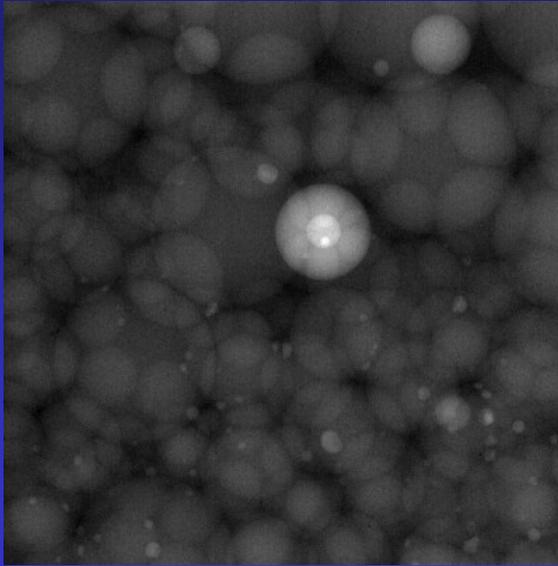
“Dense” breast



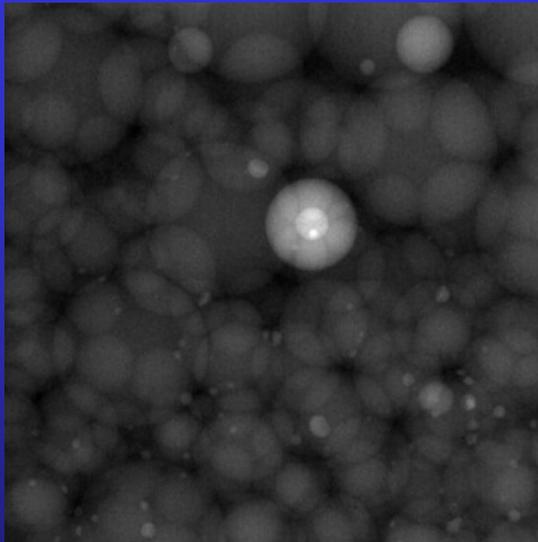


Regione con strutture
simulanti patologie

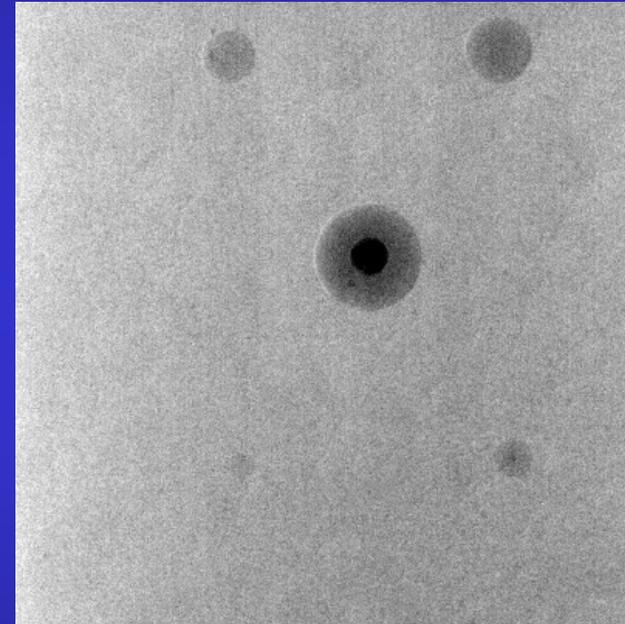
RADIOGRAFIA
A
DOPPIA ENERGIA



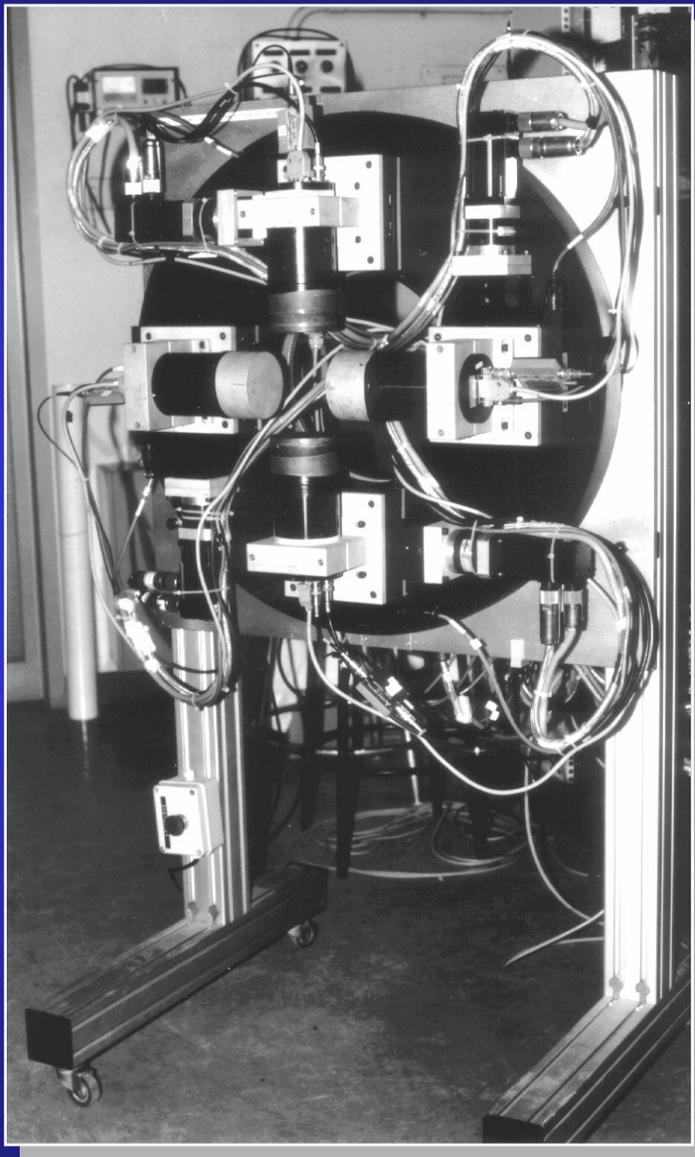
Low energy image



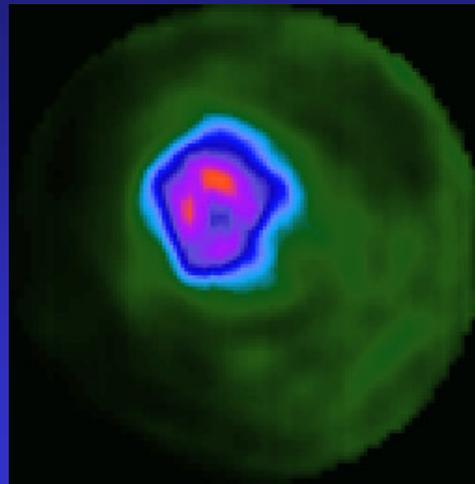
High energy image



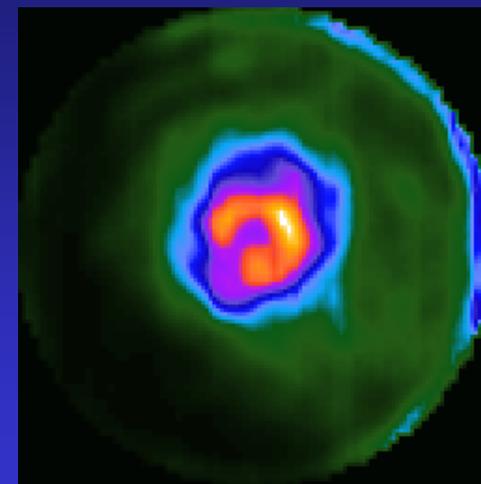
Un sistema integrato PET-SPECT per piccoli animali



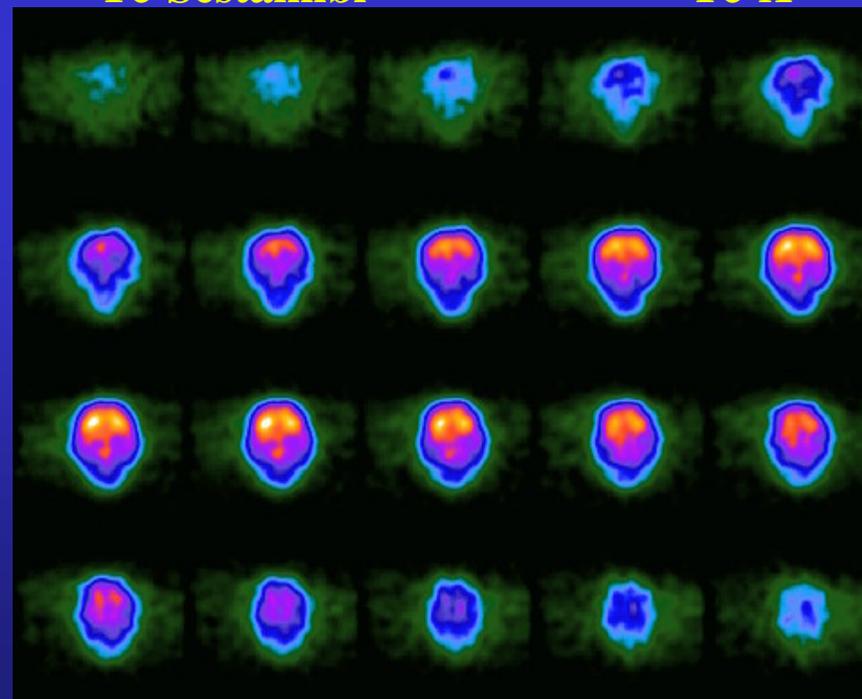
Tomografo YAPPET



^{99m}Tc -Sestamibi



^{99m}Tc -X



Topo iniettato con ^{18}F -FESP

La Fisica Medica è una branca della
Fisica in fase di grande crescita:

Le nuove tecnologie applicate alla
medicina richiedono giovani con una
buona conoscenza della Fisica e dei suoi
legami con le Scienze della Vita

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.