

Studio e caratterizzazione

di rivelatori al silicio

stagisti

Carliseppe Laura

Caverni Sara

Napoli Clio

Nocioni Daniele

Starnoni Daniele

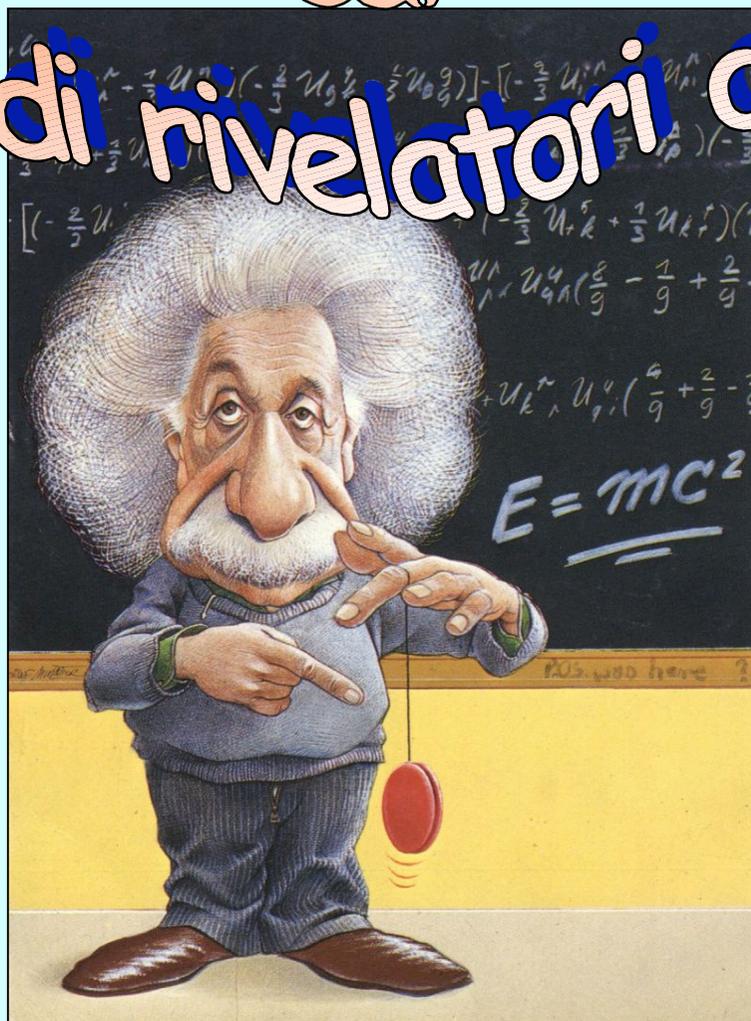
Zavattini Angelo

tutors

M. Catitti

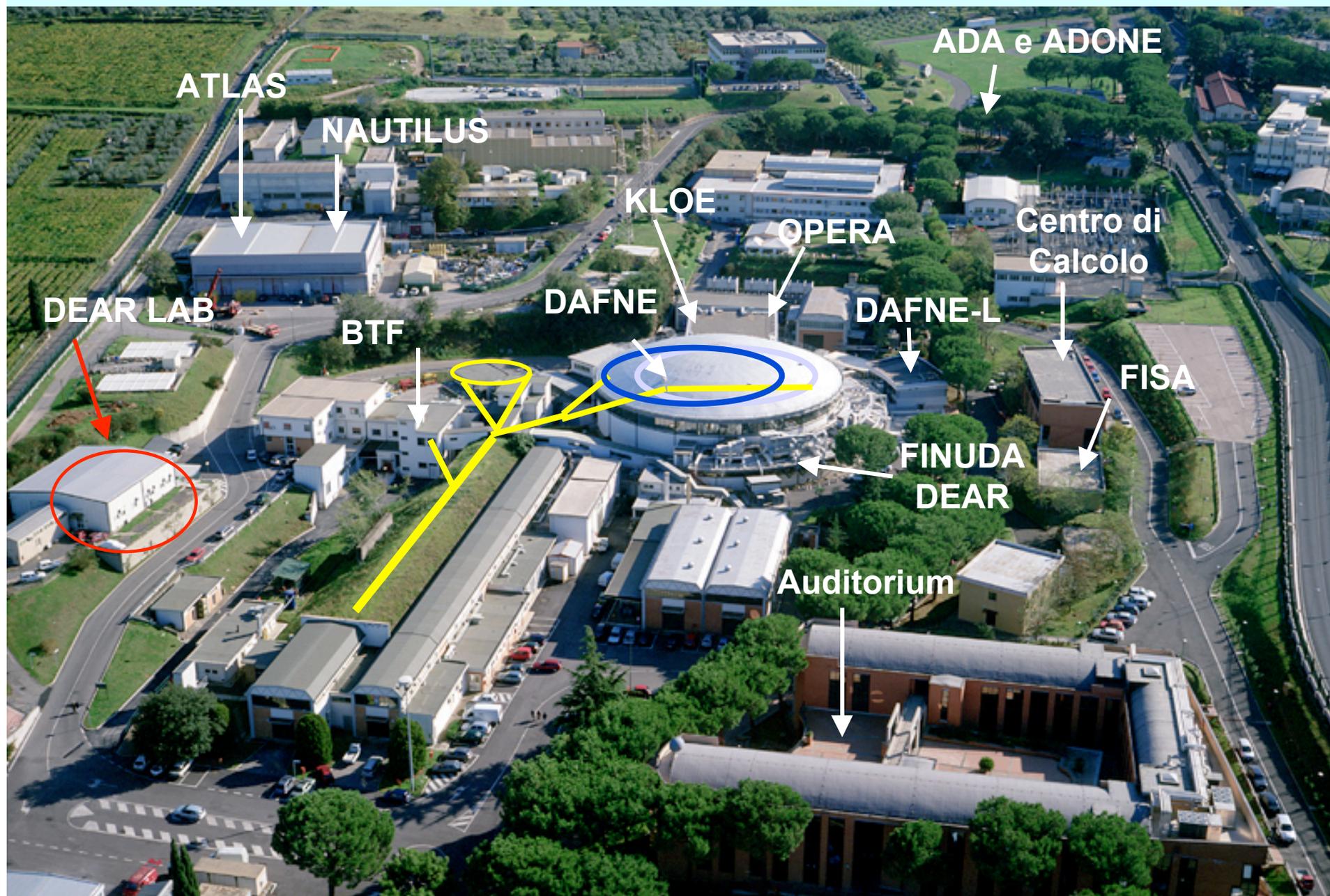
F.Sirghi

D.Sirghi

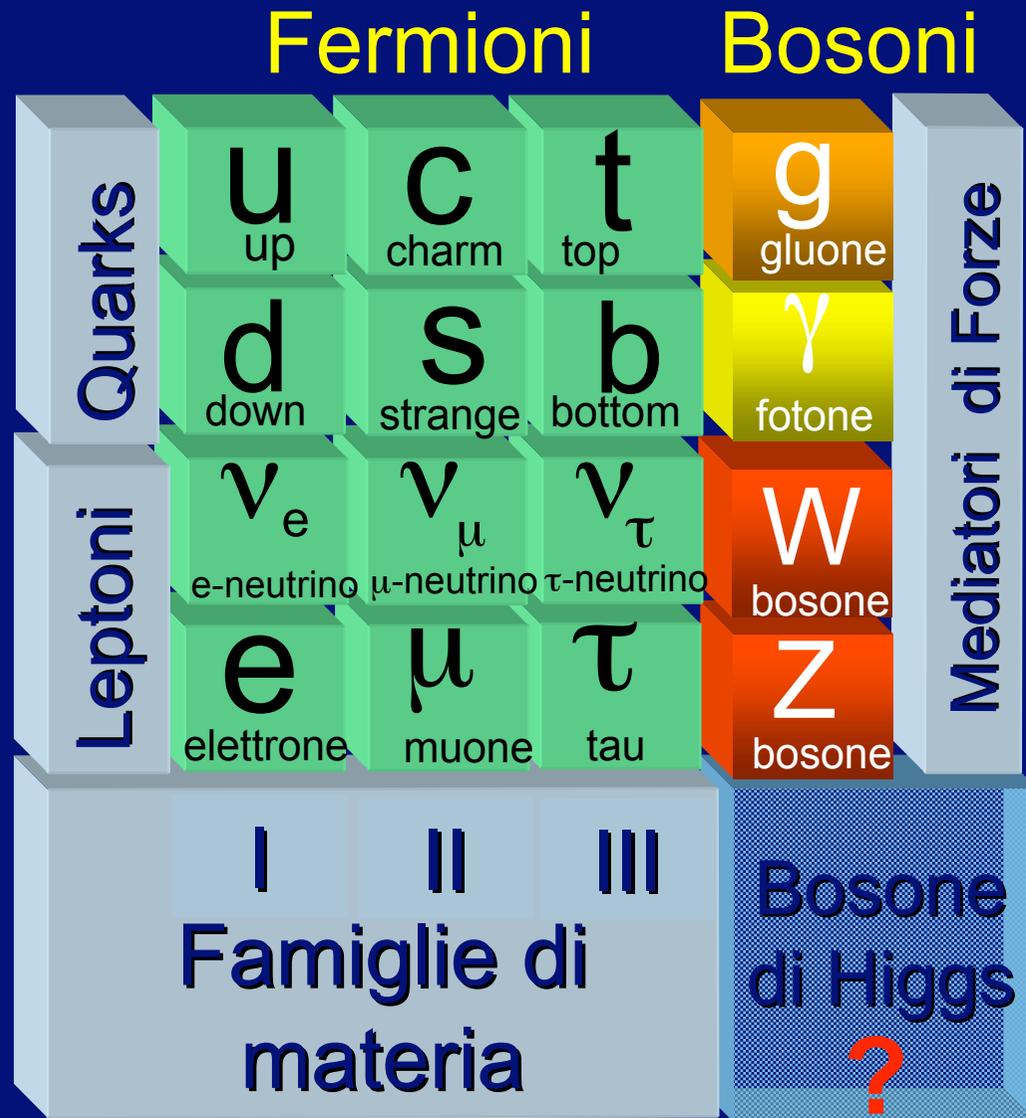


14 febbraio - 24 maggio 2005

Laboratori Nazionali di Frascati, info: <http://www.lnf.infn.it/sis/>



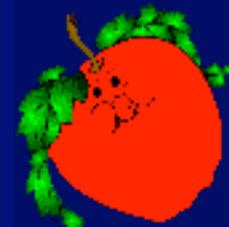
Il Modello Standard



Gravit 



il
fantasma
dell'opera



Le forze fondamentali



forza	intensità	effetto
Gravitazionale	1	Vi tiene seduti

Debole

10^{29}

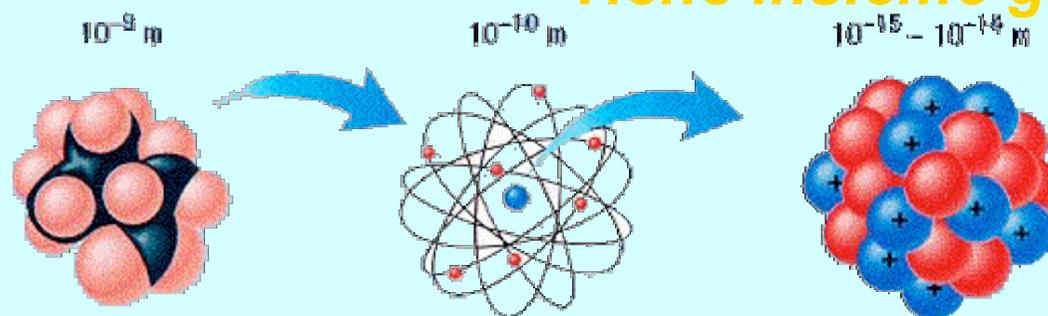
Decadimenti:
 $n \rightarrow p + e^- + \nu$



Elettromagnetica

10^{40}

Tiene insieme gli atomi



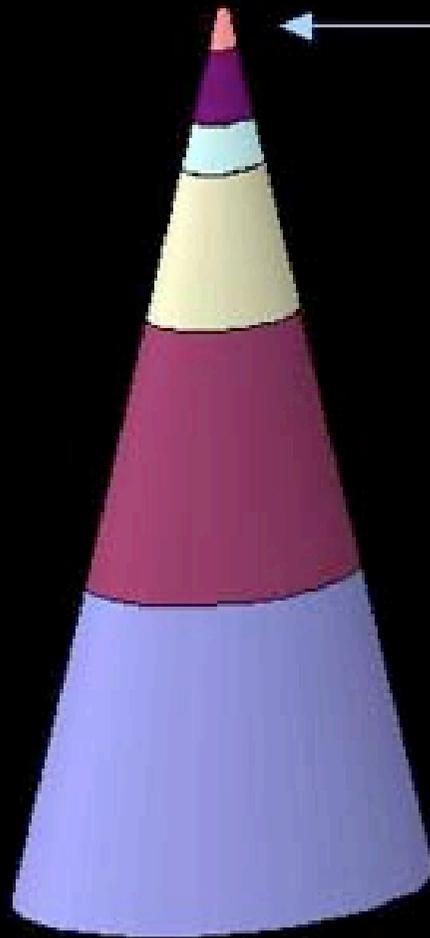
Forte

10^{43}

Tiene insieme i nuclei



Composizione dell'Universo



We are here

Other elements	0.03%
Neutrinos	0.3%
Stars	0.5%
Free H and He	4%
Dark matter	23%
Dark energy	72%

**Non sappiamo di cos'e' fatto
95% dell'Universo**

Se quello che sappiamo e'

The Standard Model describes everything that we have seen to extreme accuracy.



Allora quello che NON sappiamo
potrebbe essere...

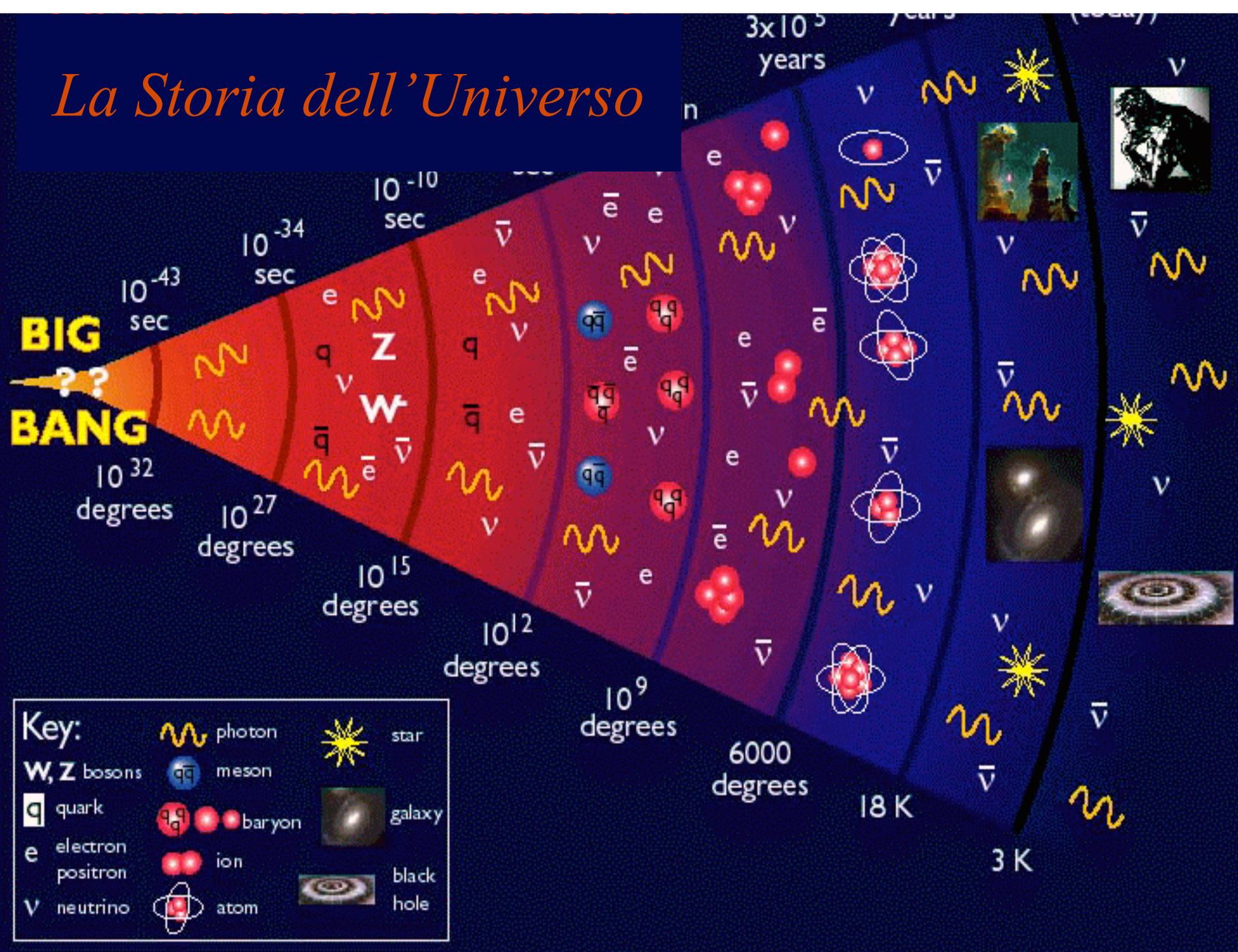


Ian Shipsey's bird

Now we want to extend the model to
higher energies and get the **whole** picture

**C'e' bisogno di nuovi esperimenti
nonche' di nuove idee**

La Storia dell'Universo



Indice Argomenti

- ➔ Introduzione alla Fisica Moderna
- ➔ L'esperimento SIDDHARTA
- ➔ I rivelatori al silicio SDD
- ➔ Analisi dati e raggi X
- ➔ Esperienze di laboratorio
 - Resistenze
 - Peltier
 - Amplificatori
 - Diodi
- ➔ Conclusioni



SIDDHARTA

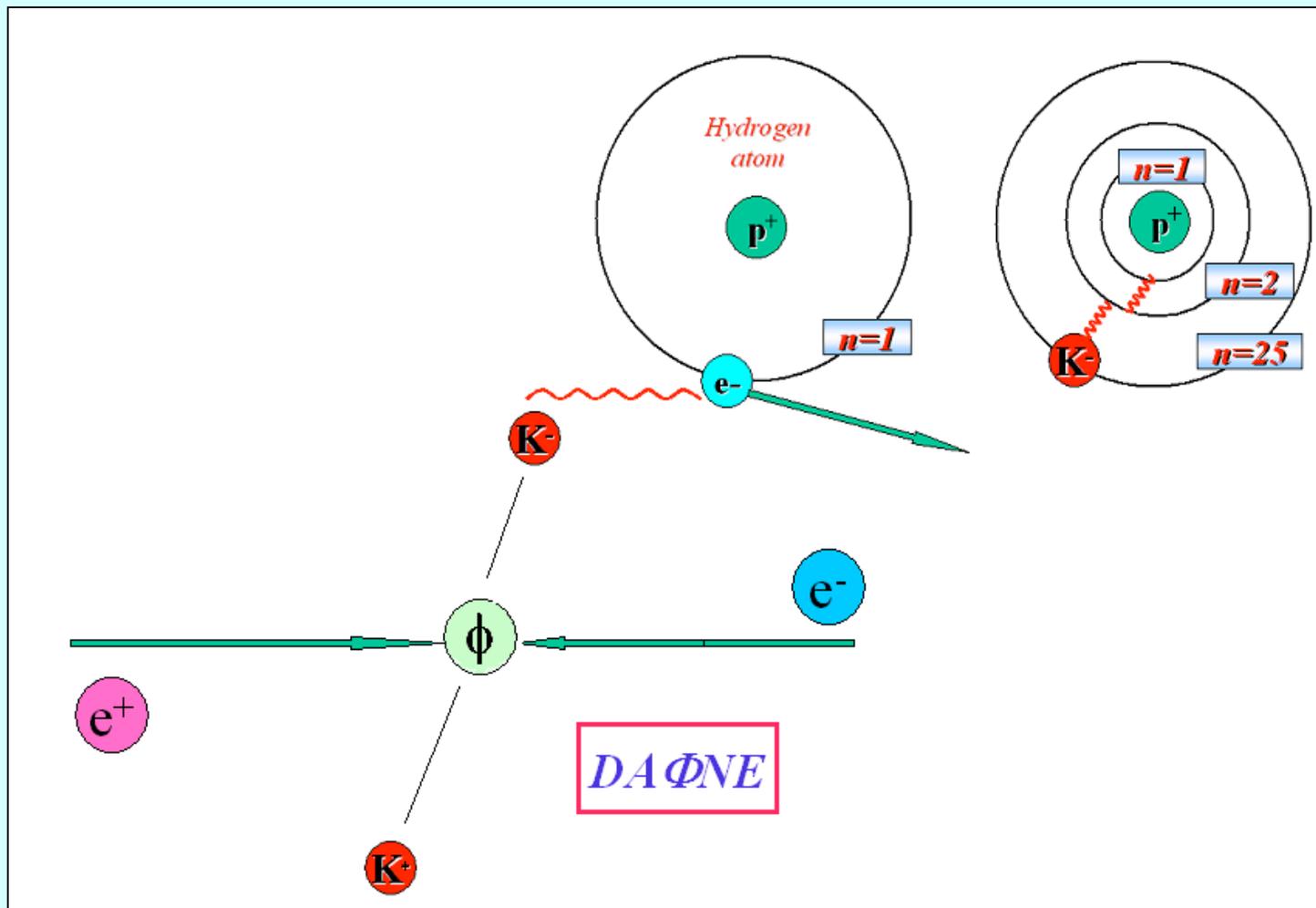
SILICON DRIFT DETECTOR for **HADRONIC ATOM RESEARCH** by **TIMING** **APPLICATION**

studia gli
atomi esotici
in DA_NE



L'atomo esotico (idrogeno kaonico)

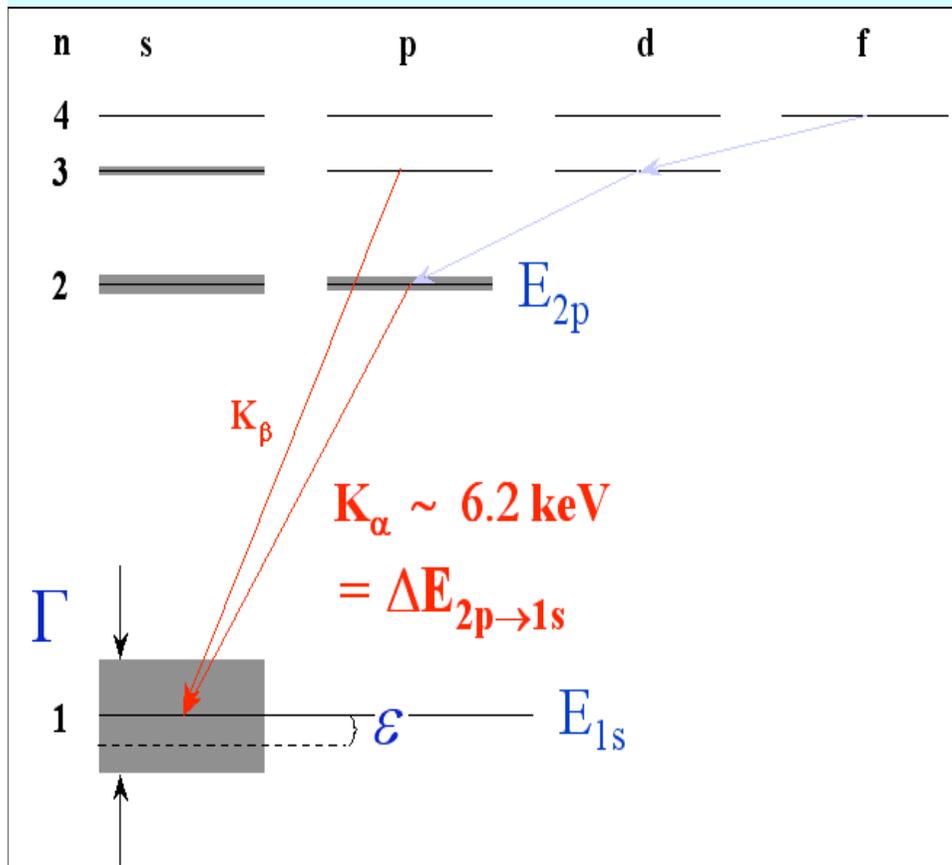
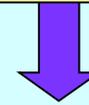
➔ L'atomo esotico ha al posto dell'elettrone un particella chiamata **KAONE**



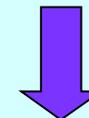
L'atomo esotico



Il \bar{K} dell'atomo esotico si trova nello stato eccitato in un'orbita esterna, **non è stabile**



Dopo un certo tempo avviene la “diseccitazione” dell'atomo ci interessa la transizione $2P \rightarrow 1S$ di \bar{K} pari a 6,2 Kev cioè radiazioni nello spettro dei raggi X – **informazioni importanti sulle interazioni forti** (es. massa delle particelle)!!!

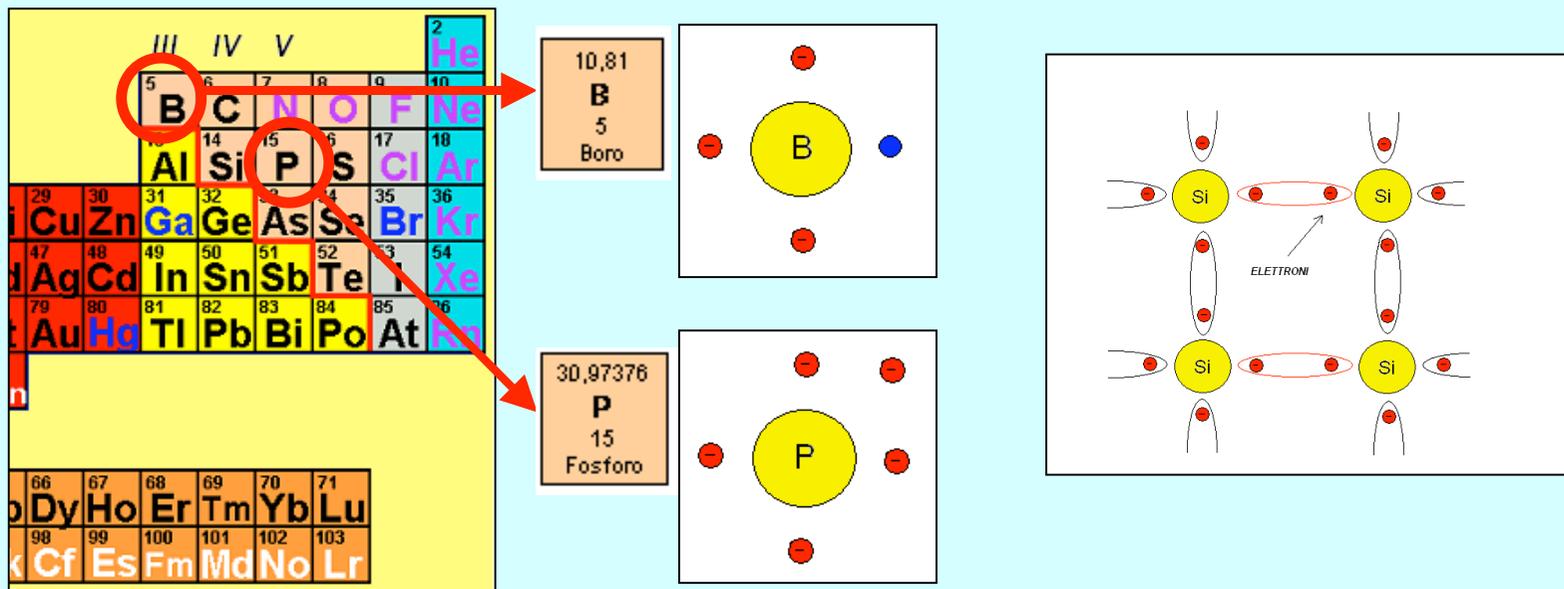


Nasce la necessità di usare rivelatori al silicio sensibili a raggi X

Rivelatori al silicio

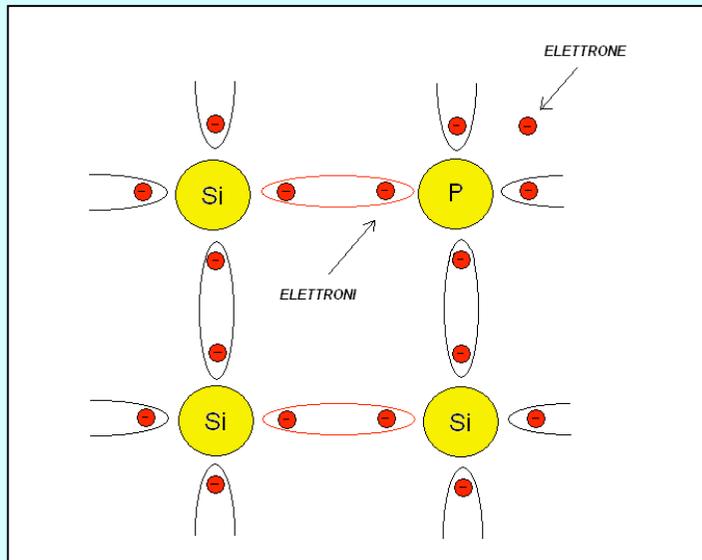
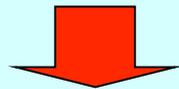
Il Silicio intrinseco a temperatura ambiente non presenta caratteristiche conduttive (pochi elettroni-lacune che si formano).

Si utilizza il silicio "**DROGATO**" cioè cristalli di silicio dove alcuni atomi sono stati sostituiti da altri elementi rispettivamente del III e V gruppo

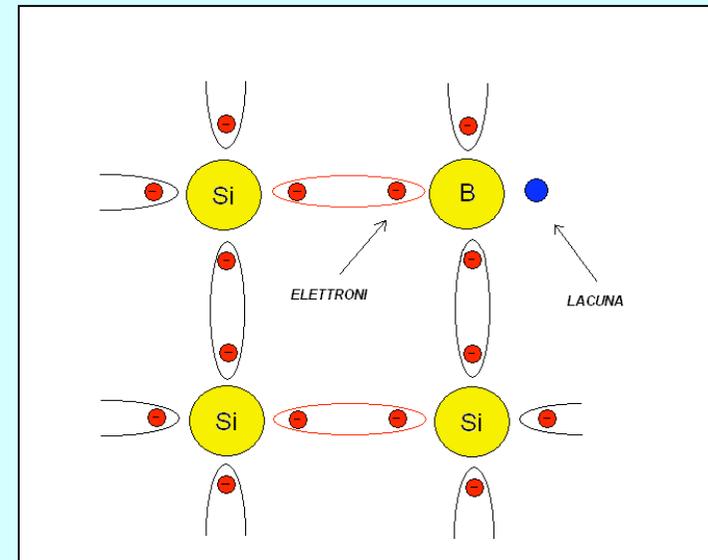
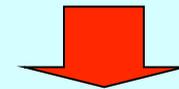


Rivelatori al silicio

Il SILICIO drogato con Fosforo e chiamato di **TIPO N** (negative)



Il SILICIO drogato con Boro e chiamato di **TIPO P** (positive)

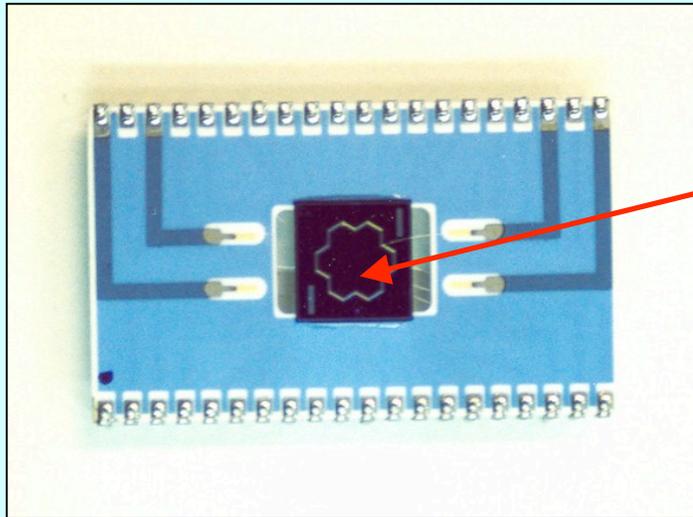


Concentrazione atomi droganti $\approx 10^{12} - 10^{15} \text{ cm}^{-3}$

Rivelatori al silicio

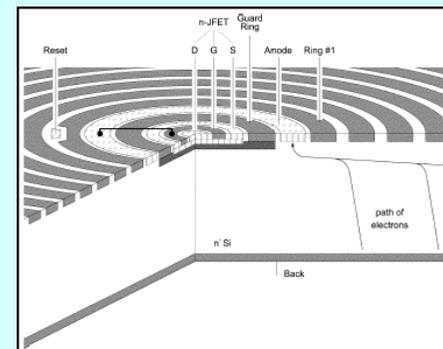
Il tipo di rivelatore usato in Siddharta e' un **SDD (Silicon Drift Detector) triggerabile (veloce)**

Il **TRIGGER** limita il tempo di acquisizione ad una finestra temporale prefissata diminuendo il rumore di fondo, ma non si può applicare alle CCD (usati in DEAR)



Rivelatore **SDD** con 7 canali da 5 mm²

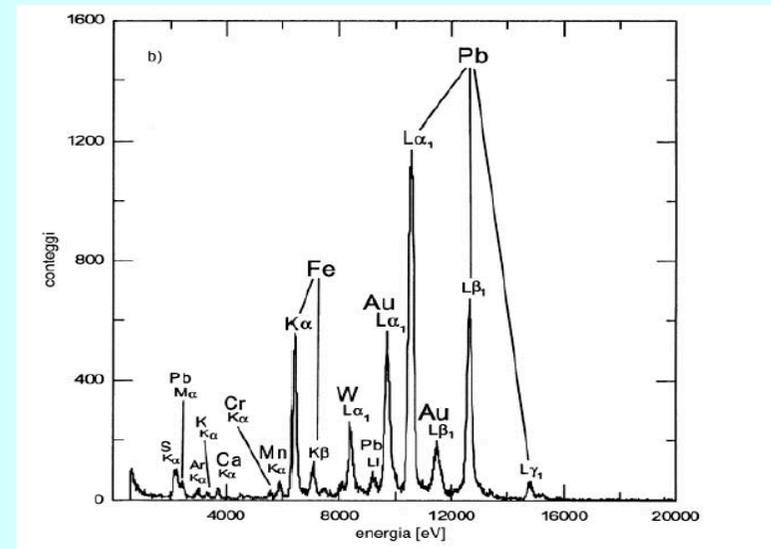
2



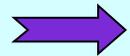
Analisi dati

- ➔ La fluorescenza è la capacità di alcuni materiali di emettere luce quando vengono colpiti da raggi ultravioletti o da altri tipi di radiazioni
- ➔ L'analisi spettrale delle radiazioni emesse per effetto della fluorescenza e la successiva analisi dei dati ci permette di individuare gli elementi costituenti di un campione

Nello spettro di fluorescenza dell'affresco di Lorenzo Lotto si nota la presenza di ferro (Fe) e di oro (Au)



Analisi dati



Effettuando un “fitting” dei dati forniti, possiamo affermare che il nostro spettro ottenuto segue una distribuzione di Gauss, del tipo:.

- La posizione del picco indica l'energia dei raggi X
- la larghezza invece determina la risoluzione del rivelatore

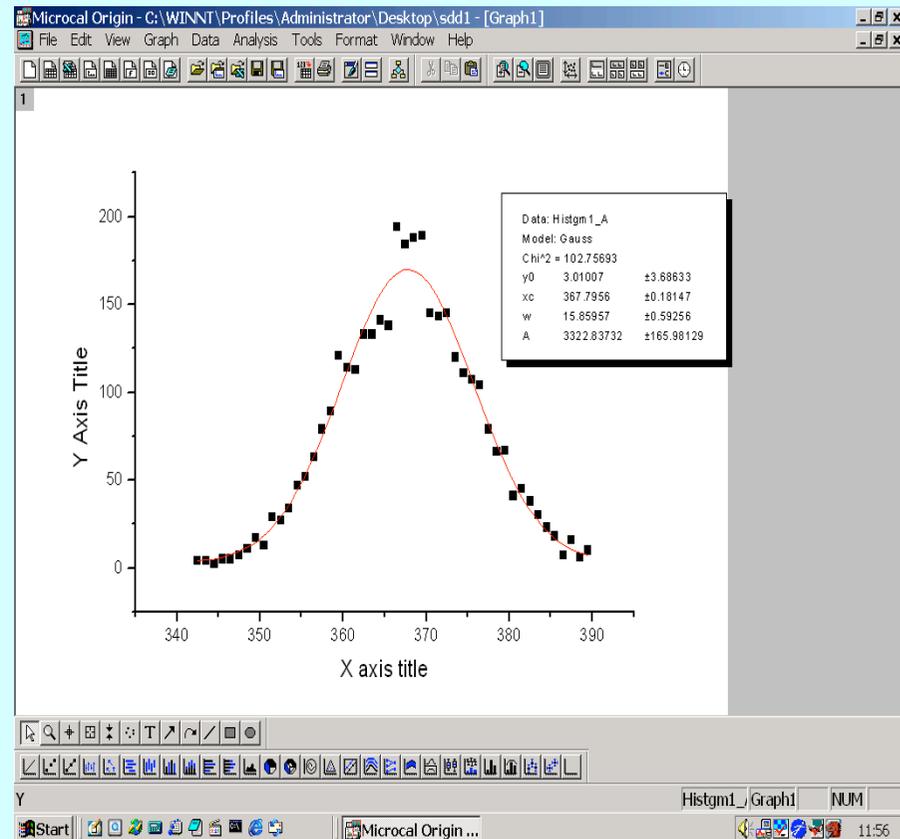
$$P_g(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

I parametri della funzione ottenuta sono:

μ = valore medio (ossia la posizione del picco);

σ = deviazione standard;

$\sigma = 2,354 \times \Delta$ (risoluzione del rivelatore)

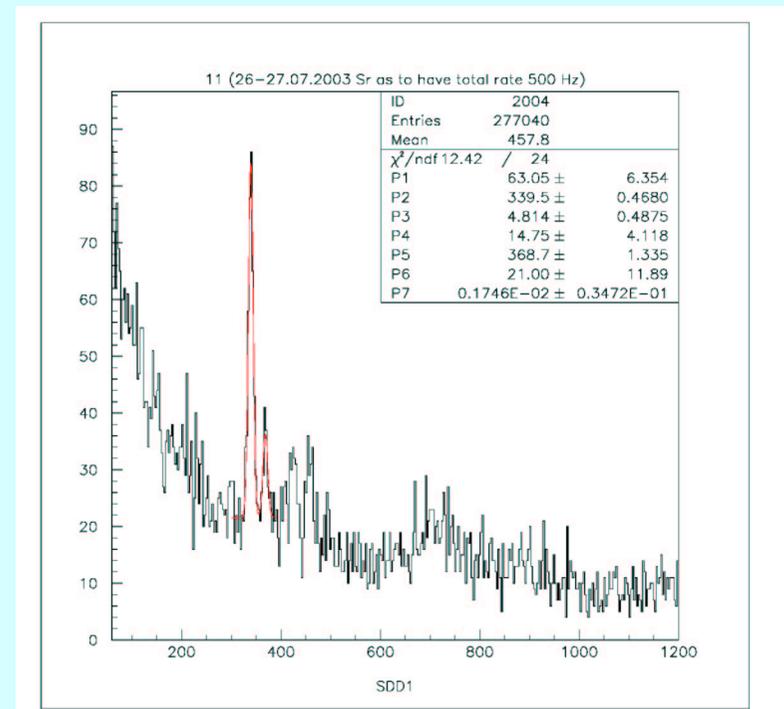


Analisi dati

➔ Gli spettri di emissione dei dati sperimentali acquisiti dalle SDD vengono analizzati tramite il programma ORIGIN 5.0

➔ Il grafico in figura rappresenta lo spettro delle radiazioni emesse da una sorgente di Fe che dà luogo a due righe di energia nota

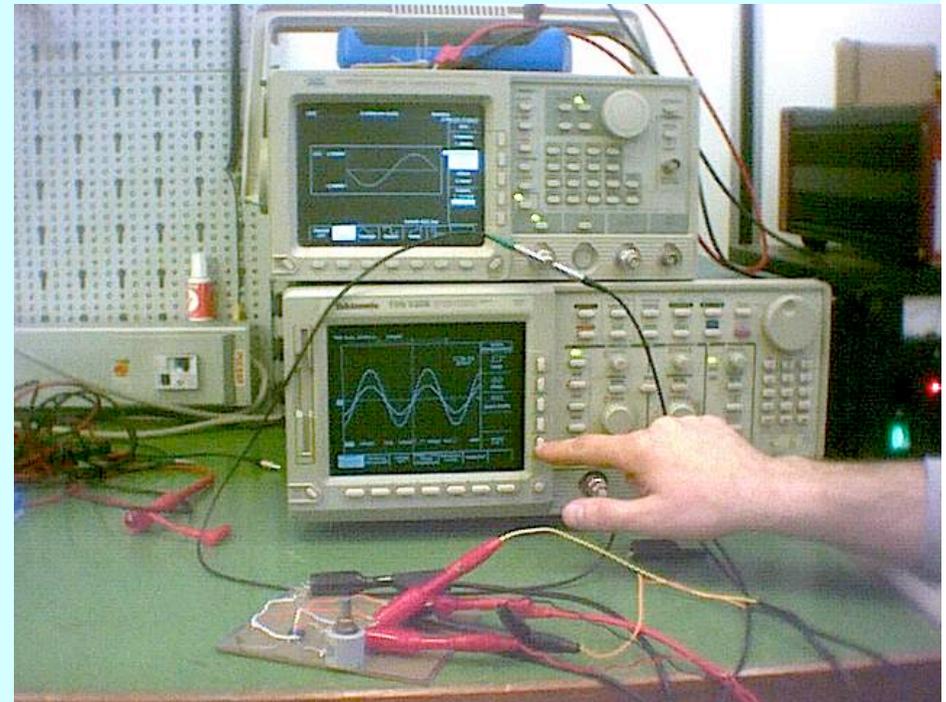
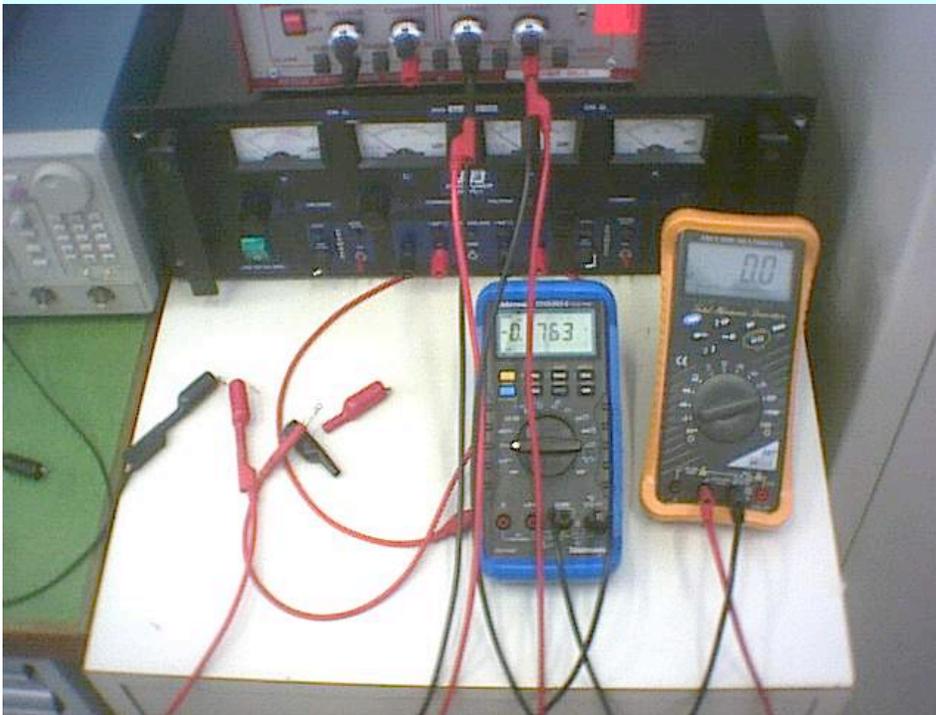
➔ In questo modo si può calcolare quanta energia corrisponde ad ogni canale (Calibrazione energetica) conoscendo l'energia di picco del ferro



In questo modo si possono individuare tutti gli elementi dello spettro

Esperienze di laboratorio

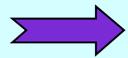
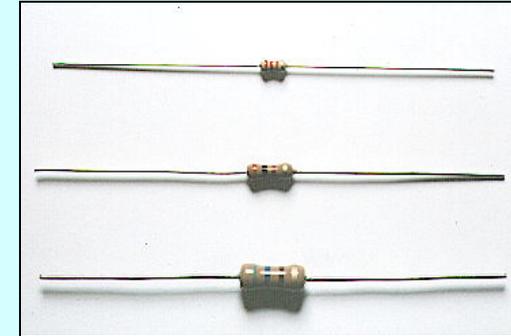
- ➔ Durante lo stage abbiamo approfondito a livello pratico alcuni concetti di elettronica di base montando alcuni circuiti ed effettuando alcune misure, imparando ad utilizzare i principali strumenti di misura come: il multimetro digitale e l'oscilloscopio.



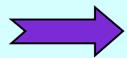
Esperienze di laboratorio



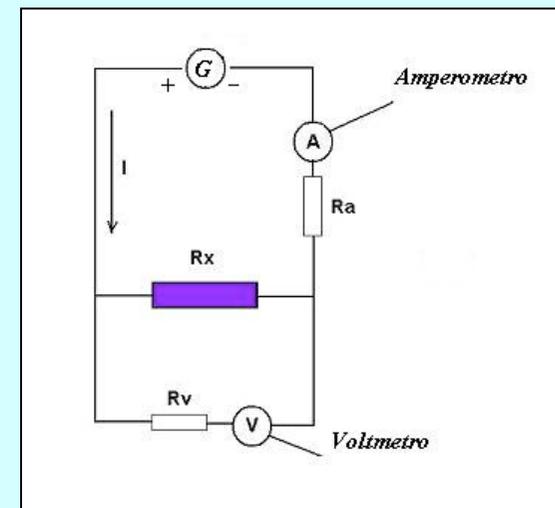
La prima esperienza è stata misurare il valore di una resistenza mediante il metodo volt-ampereometrico.



Il metodo volt-ampereometrico consiste nella determinazione del valore di una resistenza in modo indiretto utilizzando un multimetro digitale, ovvero misurando la tensione V e la corrente I da cui: $R = V/I$.



Dopo aver montato il circuito in figura, abbiamo misurato i valori di I e V e successivamente analizzati tramite il software Origin 5.0 che ci ha fornito la curva caratteristica della resistenza; ovvero una retta



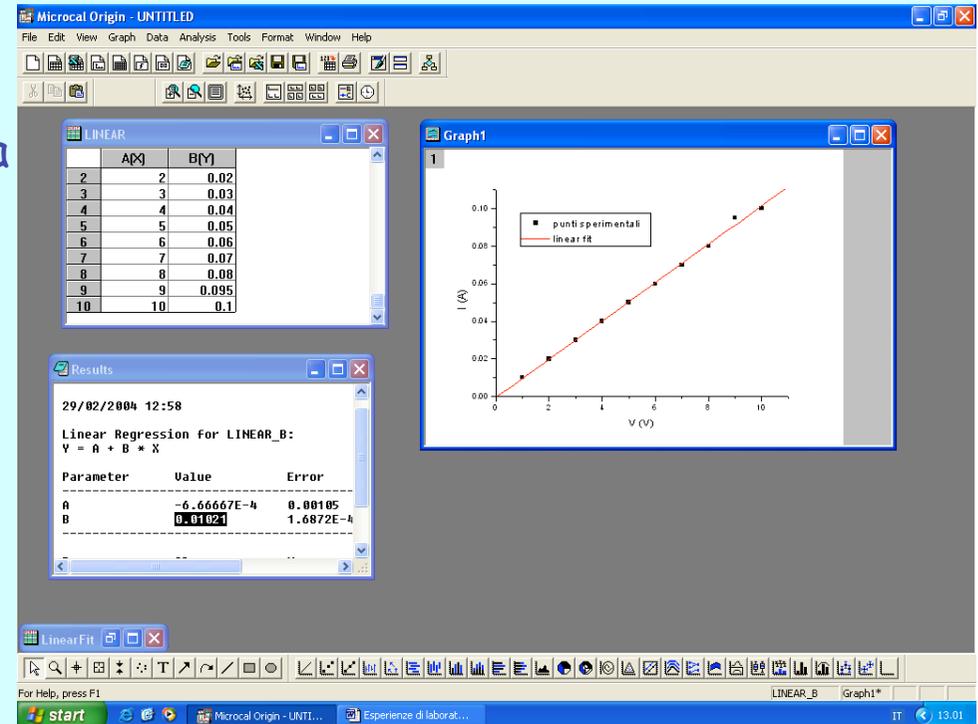
Esperienze di laboratorio

➔ Dal coefficiente angolare della retta siamo risaliti al valore della resistenza: 4,64 k_Ω.

$$Y = M \cdot X \rightarrow Y = I, X = V$$

$$V = R \cdot I \rightarrow R = 1/M \rightarrow M = 0,215$$

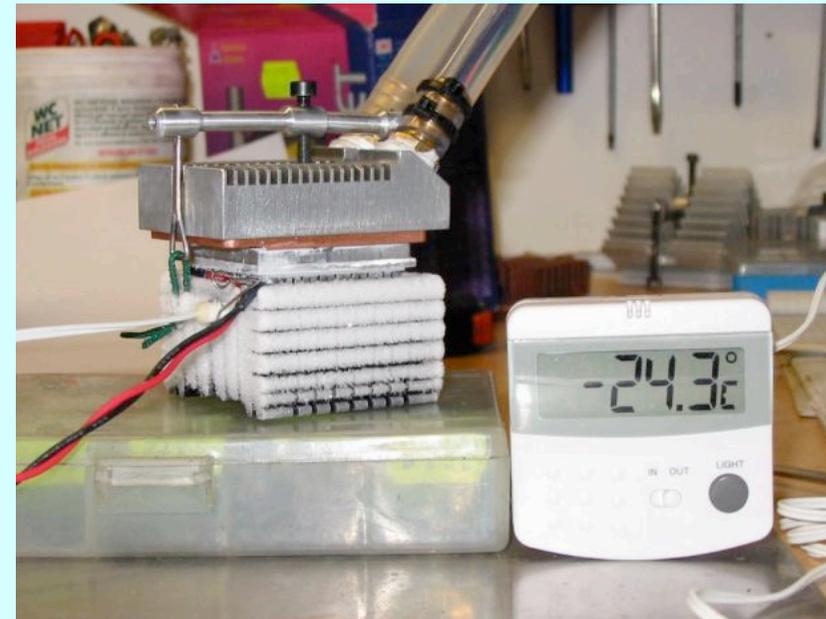
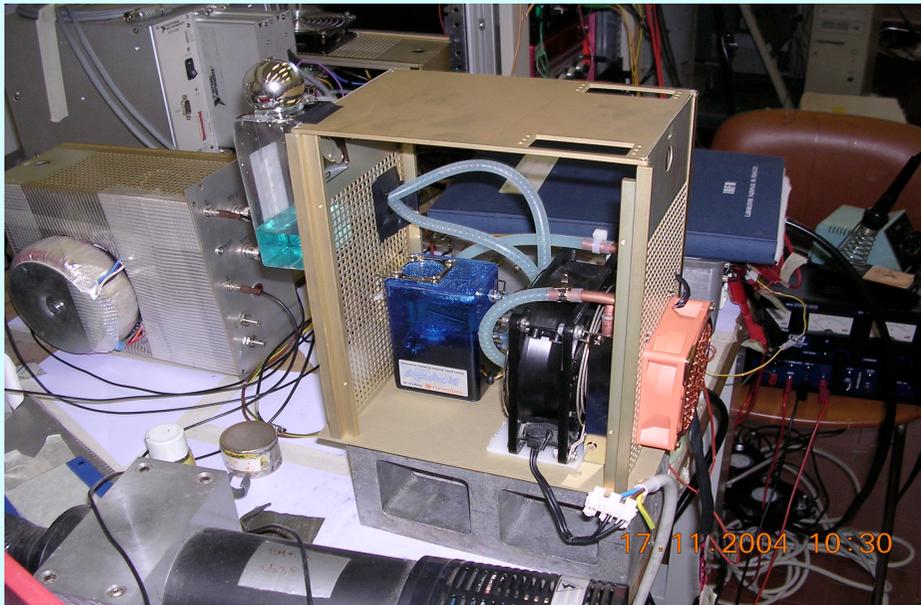
$$R = 4,64 \text{ k}_\Omega$$



V (Volt)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I (mA)	0,213	0,477	0,637	0,850	1,063	1,274	1,485	1,695	1,910	2,122

Esperienze di laboratorio

- ➔ Successivamente abbiamo costruito e testato un sistema di raffreddamento utilizzato nei rivelatori a raggi x di ultima generazione, costituito da: una cella Peltier da 30 W e un dissipatore a liquido. Utilizzando un sistema di lettura elettronico abbiamo misurato una temperatura della cella pari a $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$

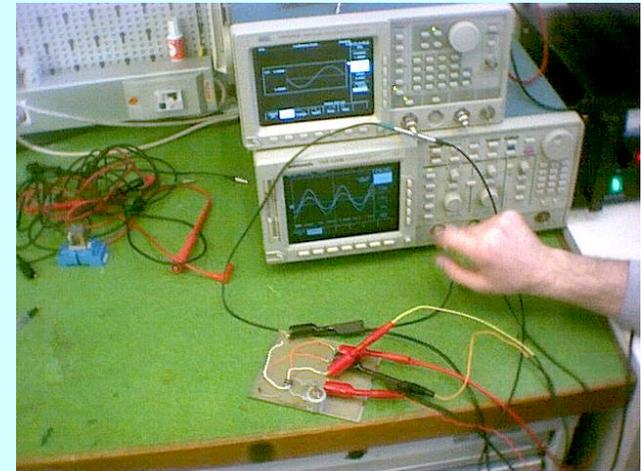


Esperienze di laboratorio

➔ Abbiamo poi analizzato il funzionamento di un amplificatore, che è un elemento fondamentale della catena di acquisizione del segnale.

➔ L'amplificatore è un dispositivo elettronico che "amplifica" il segnale d'ingresso di un determinato fattore, chiamato guadagno dell'amplificatore (A).

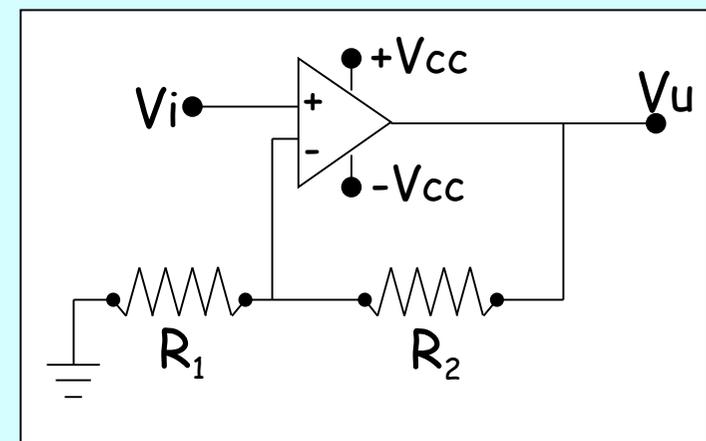
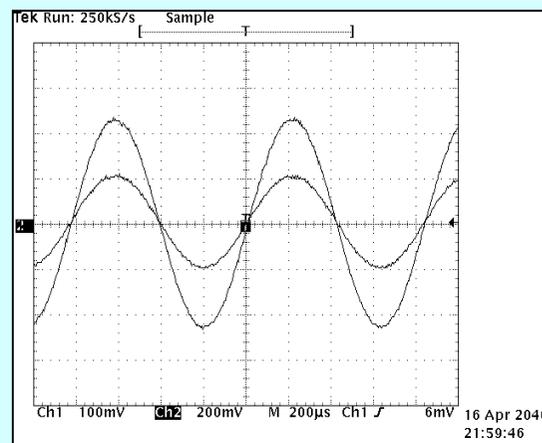
➔ Nell'amplificatore preso in esame il guadagno $A = 2$ infatti con un ingresso di 2 volt in uscita con l'oscilloscopio abbiamo misurato 4 volt



$$A = 1 + (R_2/R_1)$$

$$A = V_u/V_i$$

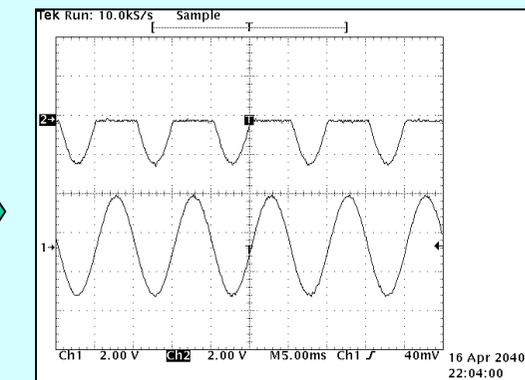
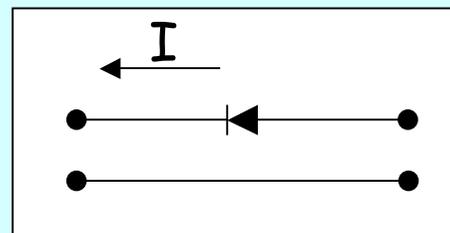
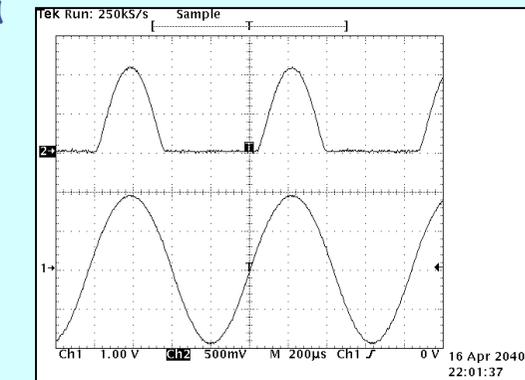
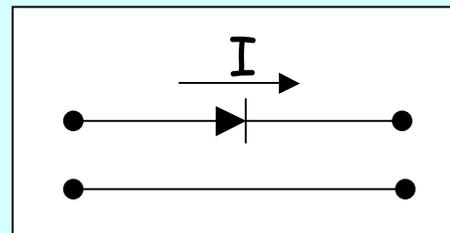
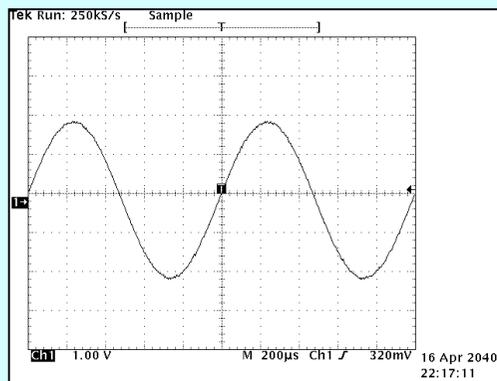
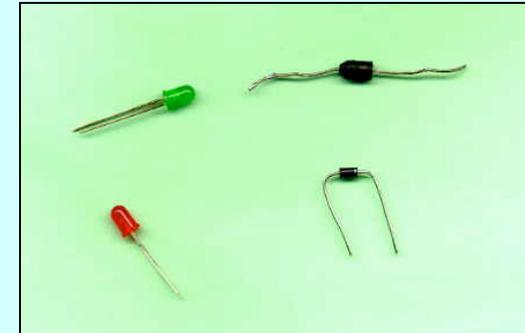
$$\rightarrow A = 2$$



Esperienze di laboratorio

➔ Tramite l'uso dell'oscilloscopio, abbiamo infine analizzato il funzionamento del diodo.

➔ Il diodo è un componente elettronico a due terminali; all'interno vi è una giunzione P-N dove la corrente circola solo in un senso.





Considerazioni finali

L'esperienza di questo stage si è rivelata molto interessante perché ci ha permesso di ampliare le nostre conoscenze al di là del programma scolastico e di sviluppare anche a livello pratico le conoscenze acquisite teoricamente. Di conseguenza tutto ciò ha contribuito a farci apprendere meglio concetti a volte complicati, che in questo modo sono rimasti impressi più facilmente nella nostra mente.

Volevamo quindi ringraziare i nostri tutors che ci hanno seguito durante questi incontri con pazienza e che ci hanno proiettato verso l'infinito mondo della fisica.