

# METODI DI RIVELAZIONE DI $n$ LENTI

$n$  RIVELATI TRAMITE REAZIONI NUCLEARI (CON EMISSIONE  $p$  o  $n$  o  $\gamma$ )

2 GROSSI FILONI

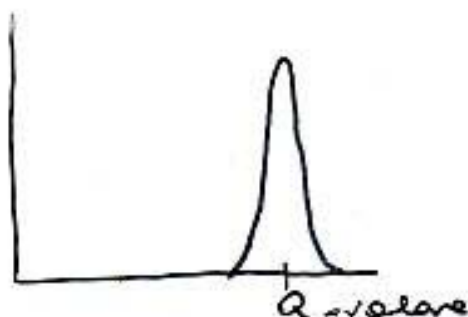
- ① RIVELATORI PER  $n$  LENTI ( $E_n \leq 0.5$  eV - Col. Aut. off.)  
(REATTORI)
  - ② RIVELATORI PER  $n$  VELOCI ( $E_n > 0.5$  eV)
- soprattutto RIVELAZIONE più che SPETTROSCOPIA  
(spettrometri a cristallo)

## REAZIONI NUCLEARI D'INTERESSE

Aspetti generali

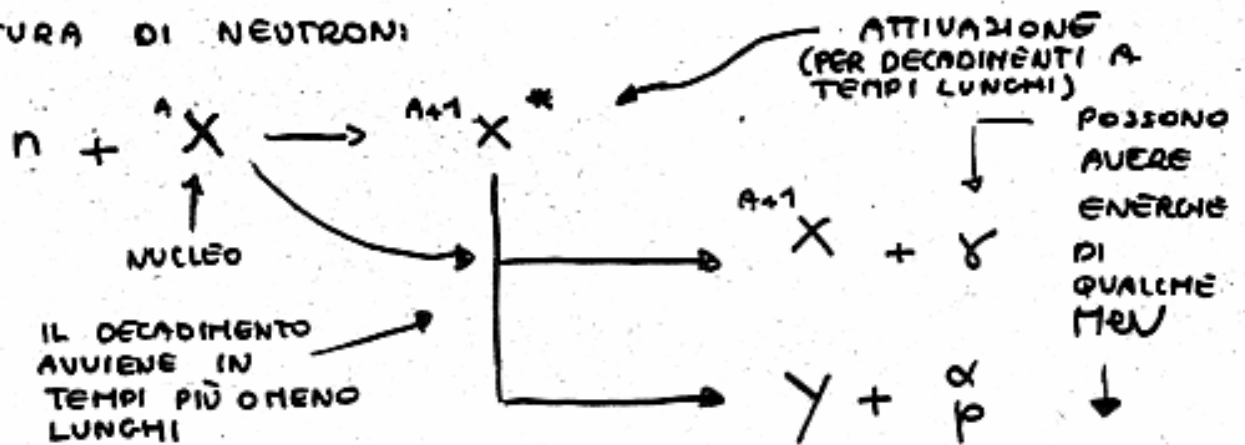
- $\sigma$  grande  $\rightarrow$  dim. ridotte dei rivelatori  
eff. buona anche con riv. a gas
  - $N$  bersaglio: col alta A, I. naturale o con arricchimento a basso costo
  - capacità di discriminare i  $\gamma$  associati alla reazione
  - $Q$ -valore grande
  - Reazioni ESOTERMICHE per svincolarsi da  $E_n$
  - Range dei prodotti piccolo rispetto alle dim. del rivelatore  
 $\hookrightarrow$  importante solo nel gas
- SE RISPETTATO  
(prodotti completamente arrestati nel rivelatore)

SPETTRO OSSERVABILE MOLTO SEMPLICE



un singolo picco di  
en. piena SENZA FONDO

• CATTURA DI NEUTRONI



$\gamma, \alpha$  o  $p$  ACQUISTANO ENERGIA GRAZIE ALLA MAGGIORE ENERGIA DI LEGAME DEI NUCLEI PRODOTTI

$M_{\text{NUCLEO PRODOTTO}} < M_X + M_n$

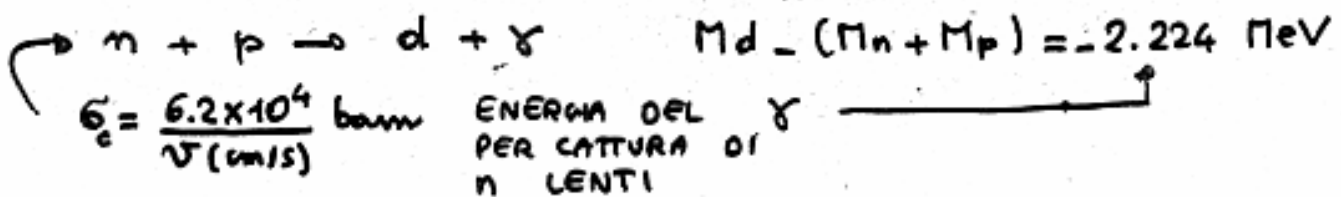
SEZIONI D'URTO: DIPENDONO PESANTEMENTE DALLA STRUTTURA NUCLEARE DEL BERSAGLIO, E QUINDI VARIANO MOLTO A SECONDA DI ESSO

OCCORRE CHE  $n$  PASSI MOLTO TEMPO VICINO AL NUCLEO:

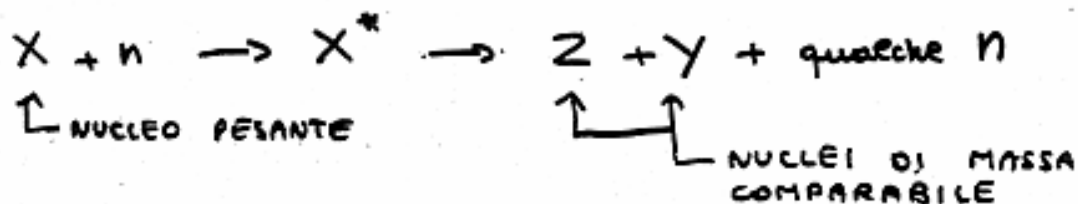
$\sigma_c \propto \frac{1}{v_n} \Rightarrow$  SONO IMPORTANTI A BASSE ENERGIE (NEUTRONI LENTI E TERMICI)

TIPICI VALORI:

NEUTRONI TERMICI O LENTI	POCHI mbarn	→	MIGLIAIA DI barn
CATTURA MOLTO IMPORTANTE:			${}^{164}_{Dy}$ 2'000 barn ${}^{113}_{Cd}$ 20'000 barn



• FISSIONE

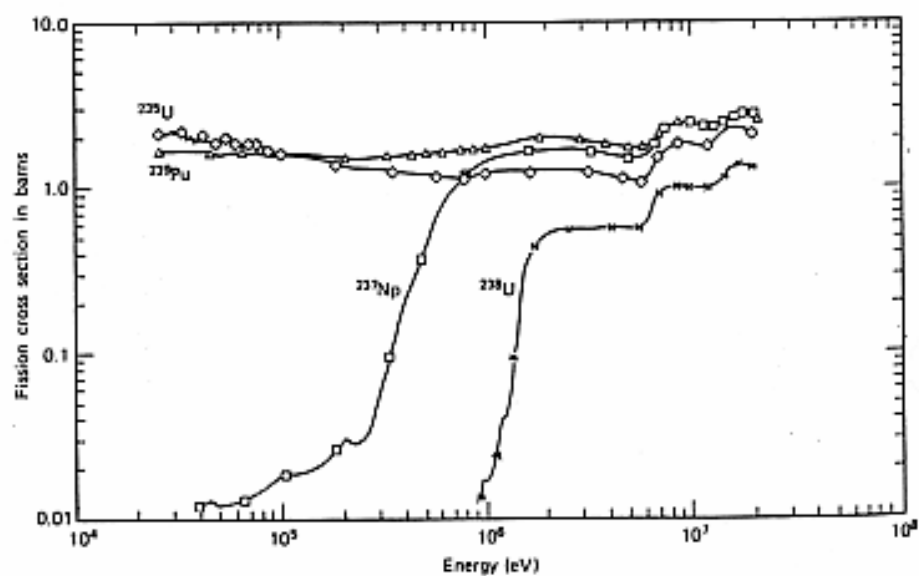
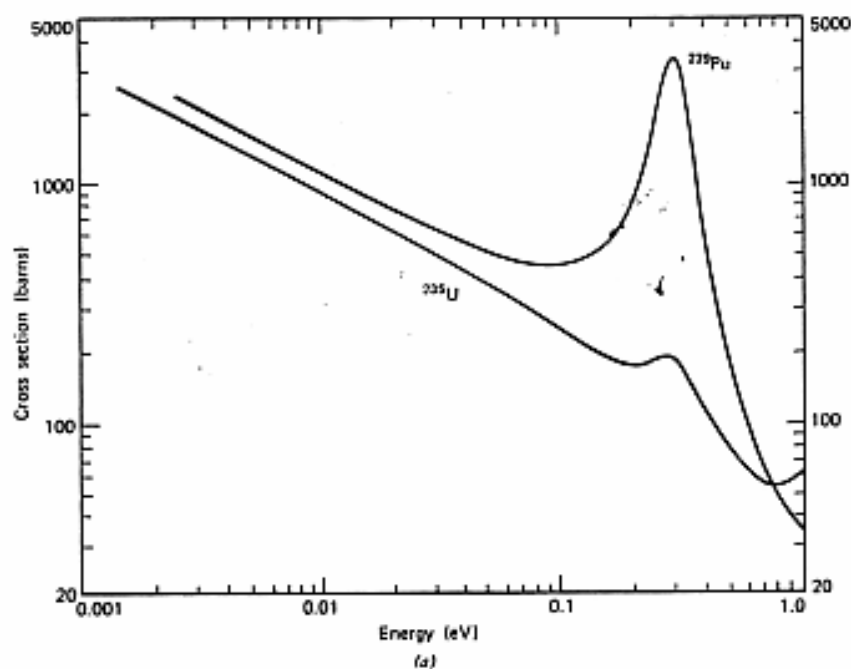
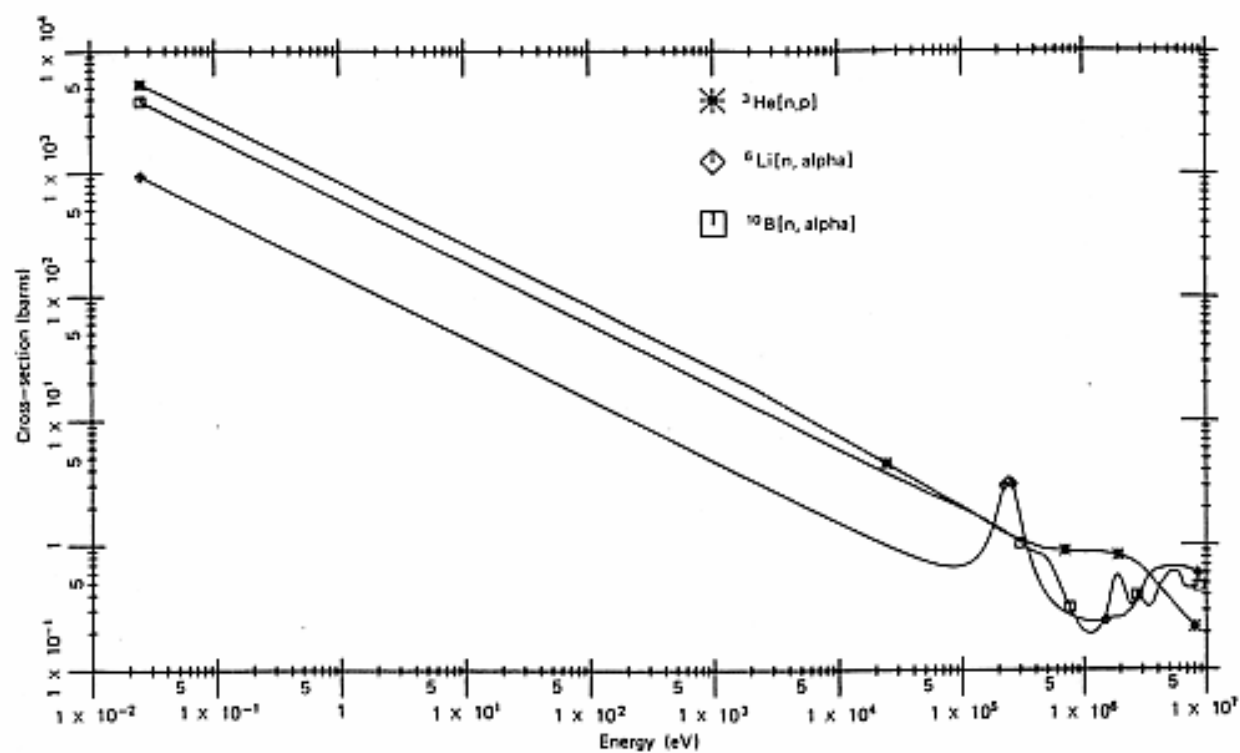


$\sigma_f \propto \frac{1}{v}$  500-700 barn

$\sigma_f ({}^{235}\text{U}) = 577 \text{ barn}$

PER NEUTRONI TERMICI







# RIVELATORI BASATI SUL $^{10}\text{B}$

## (A) Tubo proporzionale a $\text{BF}_3$ (gas)

Spesso con B arricchito in  $^{10}\text{B}$  ( $E_{\text{aw}} \sim 5 E_{\text{nat}}$ )

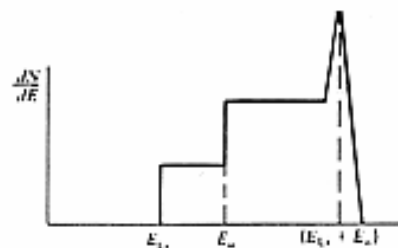
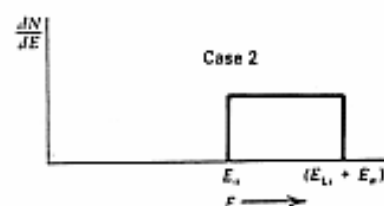
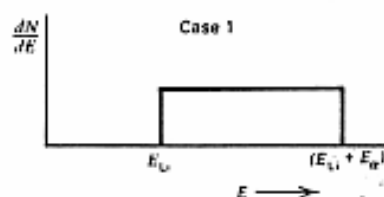
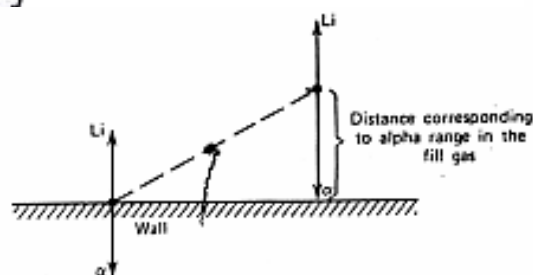
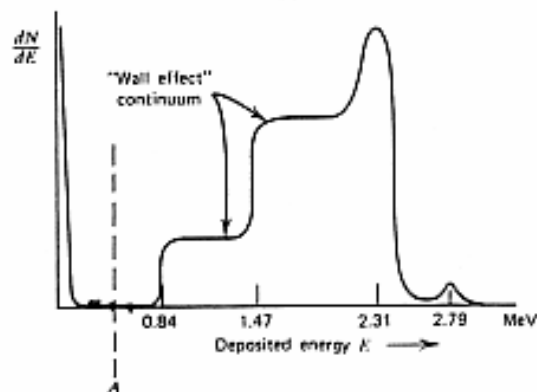
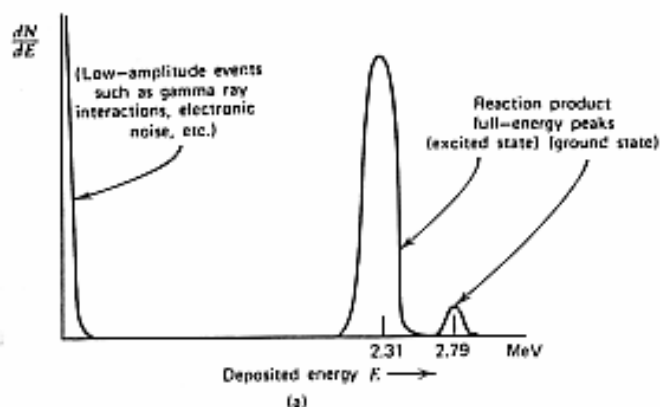
Pressione d'esercizio: 0.5 - 1 bar

Spettro ideale e spettro reale: vedi fig.

"Effetto parete":  $R_{\alpha} \sim 1 \text{ cm}$

NON SI USA PER SPETTROSCOPIA, MA COME CONTATORE

Ottimizzazione dell'H.V. tramite curva di conteggi ( $\rightarrow$  plateau)  
(massima stabilità d'esercizio)



## CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Cilindri. Anodo  $\phi \lesssim 0.1 \text{ mm}$   $U, V \sim 2-3 \text{ kV}$   $P \sim 100-500$

catodo in Al (o per n piccola, ma contaminata)  
SS

Impulsi spurii: fluttuaz. della corrente di fuga (pb dell'umidità)  
shock o vibrazioni violente

I  $\text{BF}_3$  INVECCHIANDO depositi su anodo e catodo dei prodotti di dissociazione indecolore

## DISCRIMINAZIONE $\gamma$

- FACILE a bassi rate  $\gamma$  impulsi da  $\gamma$  molto più piccoli
- AD ALTI RATE: pile-up ( $\rightarrow$  impulsi + alti)  
 $\rightarrow$  SHAPING TIME ADEGUATO
- PEGGIORAMENTO da invecchiamento  
 $\rightarrow$  impulsi degradati  $\rightarrow$  discrim. + difficile  
 $\rightarrow$  PURIFICAZIONE gas e tubo  $\rightarrow$  100 volte + RESISTENTI

## EFFICIENZA

per incidenza "assiale"  $E(E) = 1 - e^{-\sum_a(E)/L}$   $\uparrow$  lunghezza tubo  
 per def sono i  $n$  assorbiti

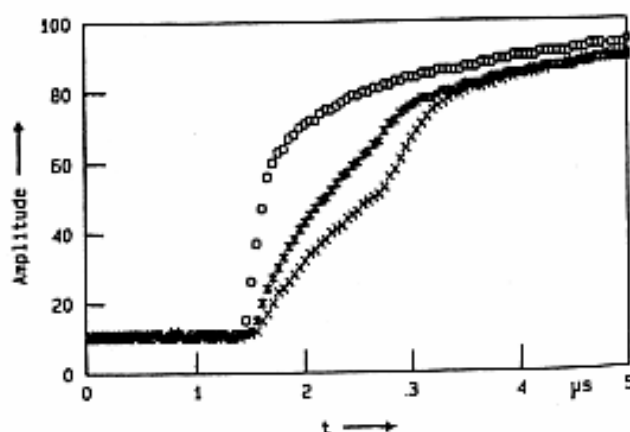
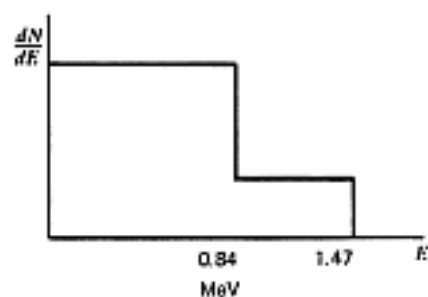
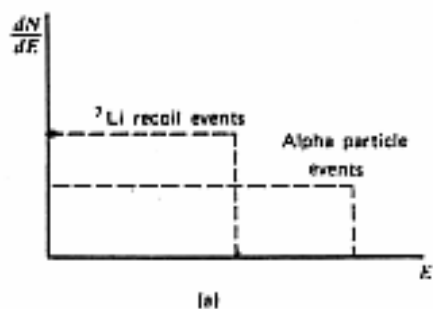
valori tipici: 51.5% per termici  
 3.8% @ 100 eV

## ③ Contatori proporzionali rivestiti internamente con B

- Il  $\text{BF}_3$  non è un gas OTTIMALE per contatori proporzionali
- Il gas che sopportano meglio alti flussi di  $\gamma$   
 $\rightarrow$  Deposizione pari a  $\sim R_d$  (1 mg/cm<sup>2</sup>)

## SPETTRO IDEALE real life.

- Non hanno "counting plateau"  $\rightarrow$  MISURA MENO STABILE
- Discriminazione dei  $\gamma$  peggiore



## © Scintillatori caricati con B

Veil  $\text{BF}_3$  • grosso "spread" nel risetime ( $\rightarrow$  a  $5 \mu\text{s}$ )  
 $\rightarrow$  non utilizz. per T.O.F. di n

• non ricostruz. del pto d'interazione con T.O.F.  
 $\rightarrow$  SCINTILLATORI  $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnS}$  sottili (opacità)  
Plastici drogati B

Ma discrim.  $\delta$  molto inefficiente

$\rightarrow$  scint. liquidi con granuli  $\neq$  nella comp. lenta  
del segnale tra imp.  $\delta$  e imp. da n o da  $\alpha$

## RIVELATORI AL LITIO

No gas  $\rightarrow$  SCINTILLATORI  $\text{LiI}(\text{Eu})$

- resa in luce  $\sim 35\%$  del NaI
- $\tau_{\text{LCE}} \sim 0.3 \mu\text{s}$
- con  $s \gtrsim 1 \text{ cm}$   $E_i \approx 1$  per  $E_n \leq 0.5 \text{ eV}$

SENZA EFFETTO PARETE  $\rightarrow$  solo picco di en. piena (4.7 ptev)

$(4.7 \text{ ptev})_{\alpha+n} \approx (4.1 \text{ ptev})_{e^-} \rightarrow$  discrimin.  $\delta$  non buona  
( $R_{e^-}$  piccolo in LiI  
 $\rightarrow$  totalm. assorbiti)

Pb:  $E'$  IGROSCOPICO

## ALTRI SCINTILLATORI

Li F in matrice di  $\text{ZnS}(\text{Ag})$

Scint. liquidi caricati

Fibre di vetro scintillanti caricate con  $^6\text{Li}$

## CONTATORI PROPORZIONALI A $^3\text{He}$

Q - valore basso ma R non piccoli  $\rightarrow$  effetto parete

$\rightarrow$  discrimination  $\delta$  non ottimale

- counting plateau stretto
- pressione d'esercizio  $> 1 \text{ bar} \rightarrow E_i > E_i(\text{BF}_3)$