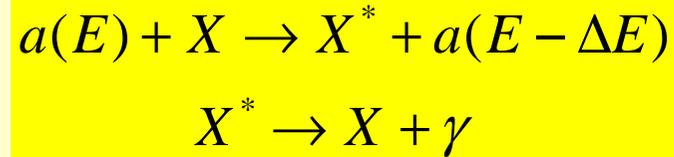


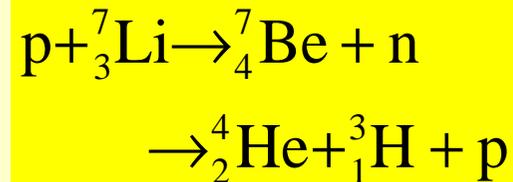
# Kernreaktionen



inelastische Streuung

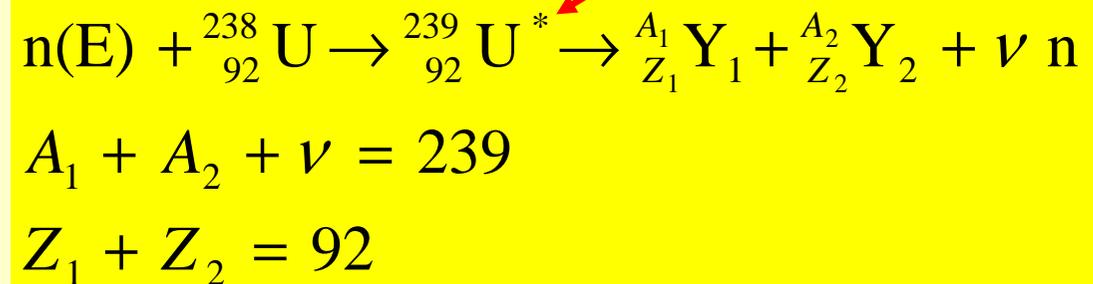


reaktive Streuung



**Compound-Kern**

stoßinduzierte Spaltung



$$M_a + M_X = M_Y + M_b + Q / c^2$$

Energiebilanz

Q: „Wärmetönung“

Q>0: exotherm (Energie wird frei)

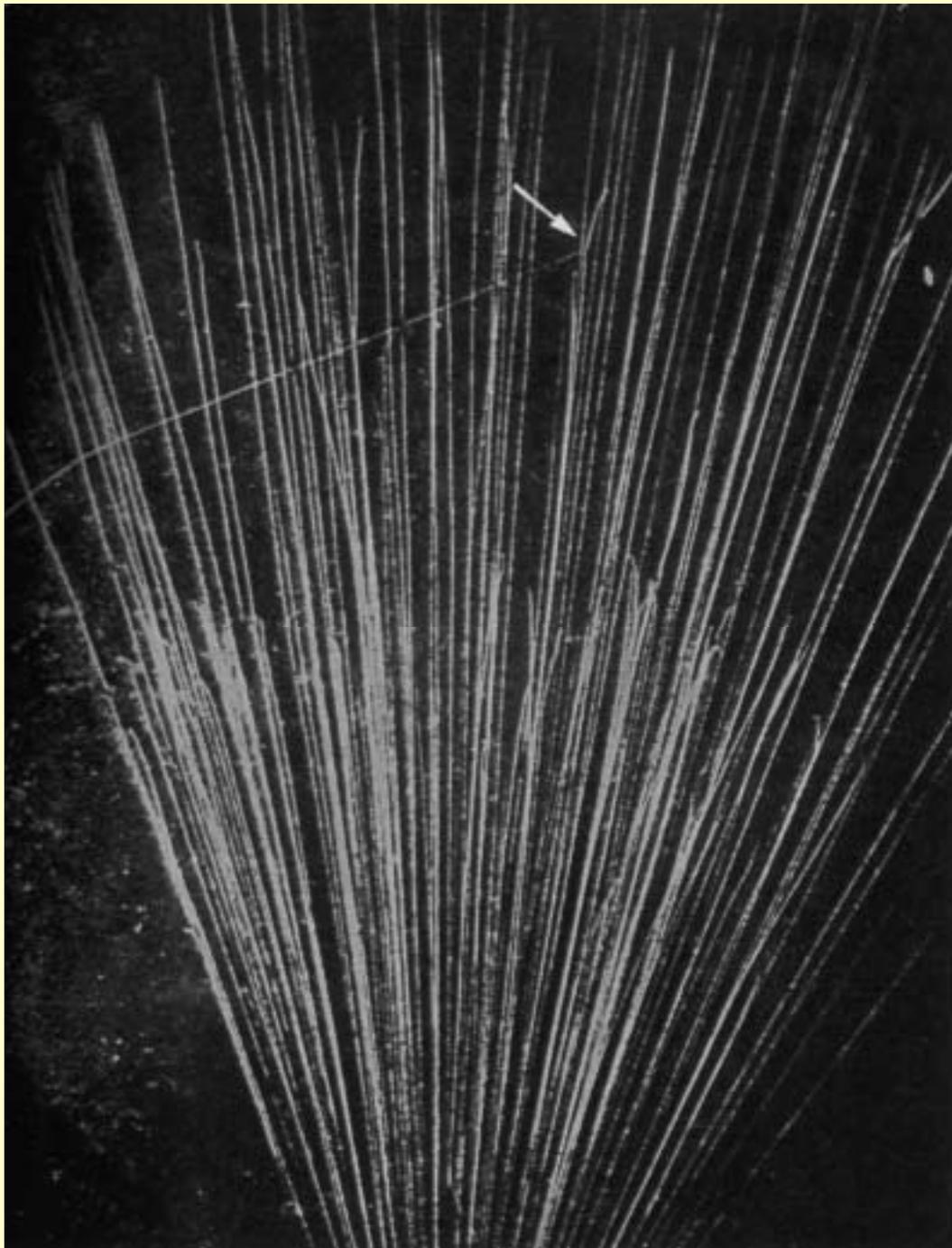
Q<0: endotherm

$$\dot{N} = \sigma n_X V \phi_{\text{in}} \quad \sigma \text{ Reaktionsquerschnitt}$$

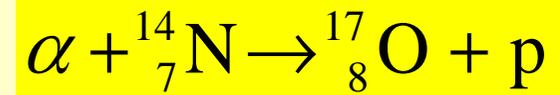
## Bei Kernreaktionen sind erhalten:

- Nukleonenzahl
- elektrische Ladung
- Drehimpuls
- Parität (Spiegelung der Koordinaten am Ursprung)
- +weitere

# Kernumwandlung



Rutherford



→  $(\alpha, \text{p})$ -Reaktion



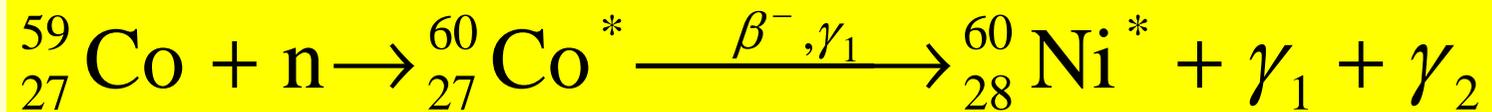
→  $(\alpha, \text{n})$ -Reaktion

# Stoßinduzierte Radioaktivität

---



„Künstliche Radiaktivität“



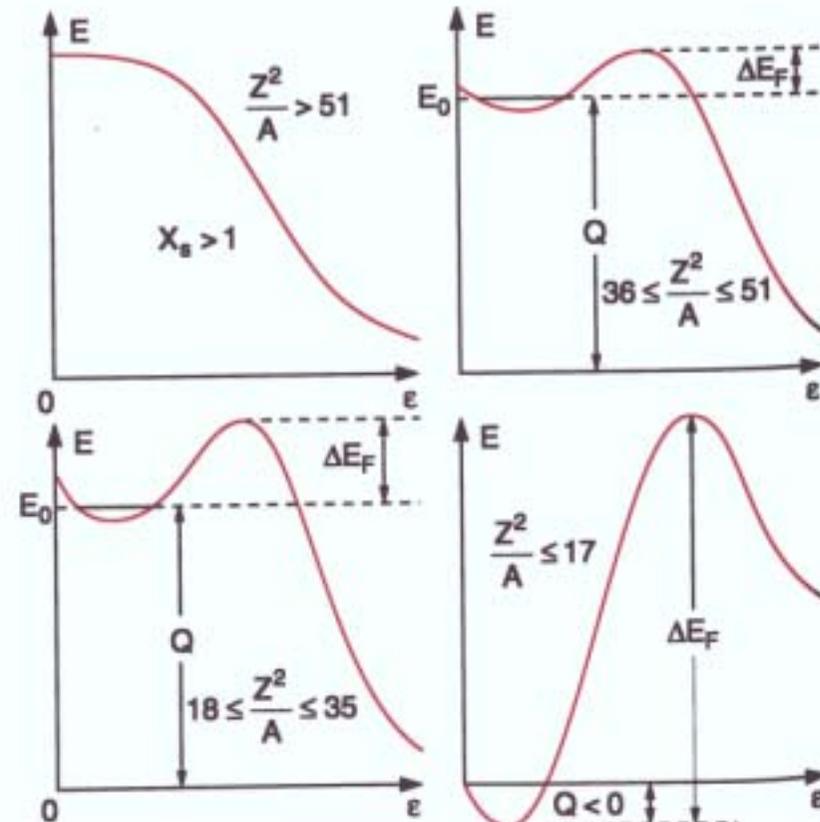
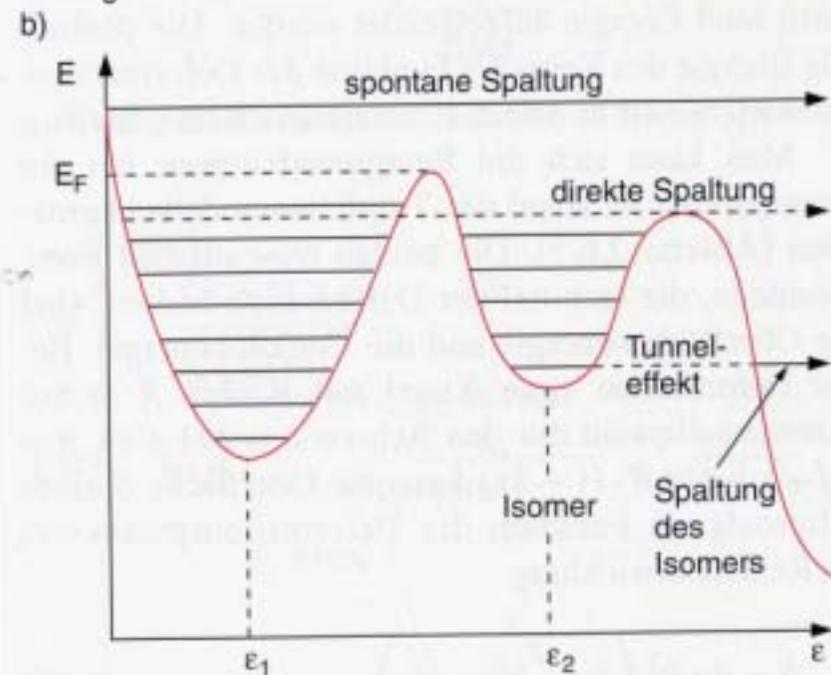
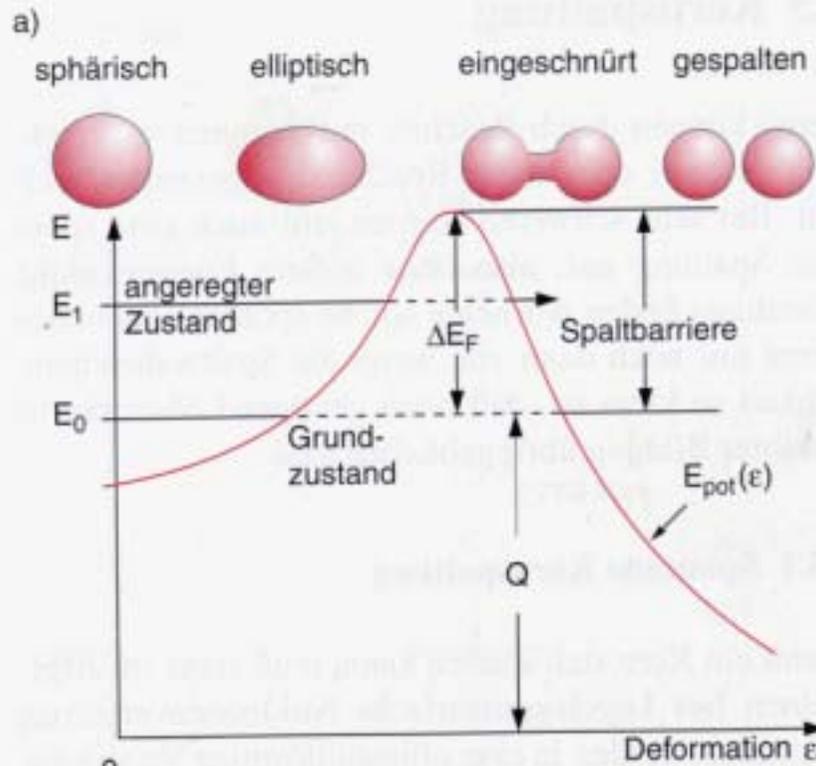
bei Bestrahlung in der Krebstherapie

# Kernspaltung

spontane Spaltung tritt auf, wenn

$$X_s = \frac{1}{2} \frac{E_0^C}{E_0^S} = \frac{a_c}{2a_s} \frac{Z^2}{A} > 1$$

$$\Rightarrow \frac{Z^2}{A} > 51$$



# Induzierte Kernspaltung

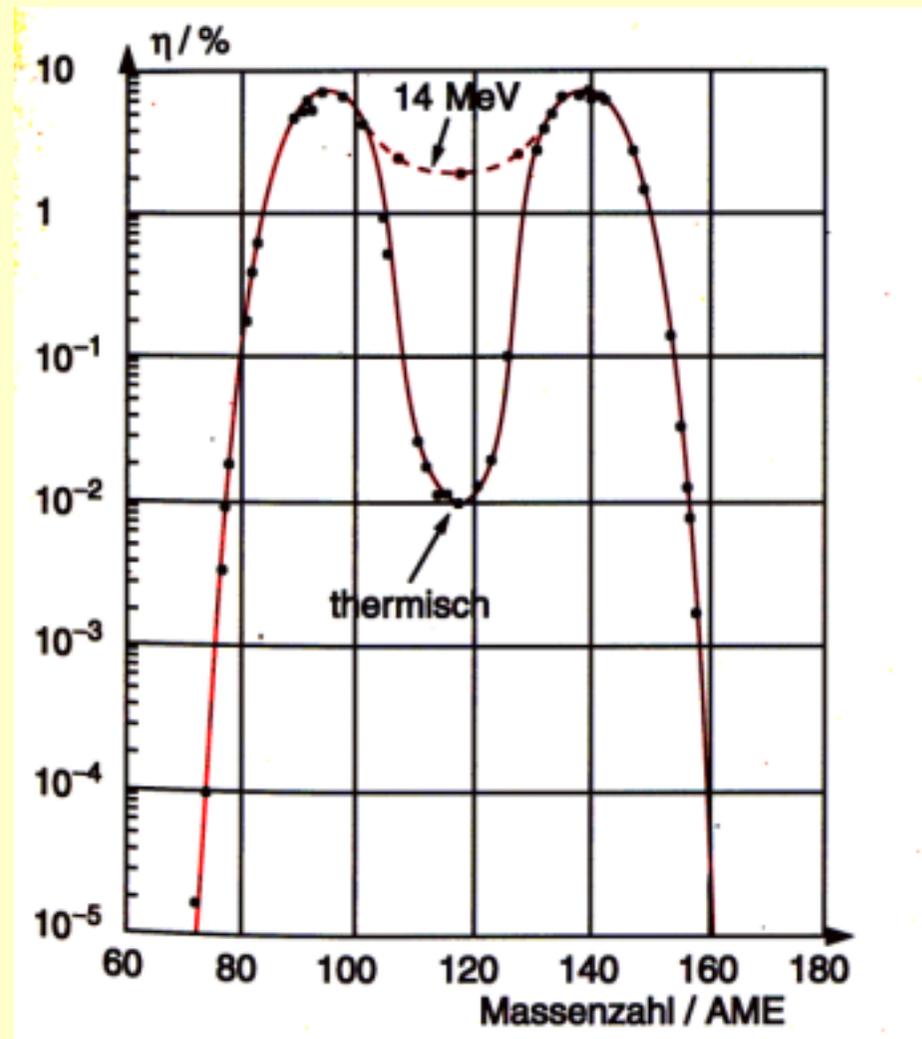
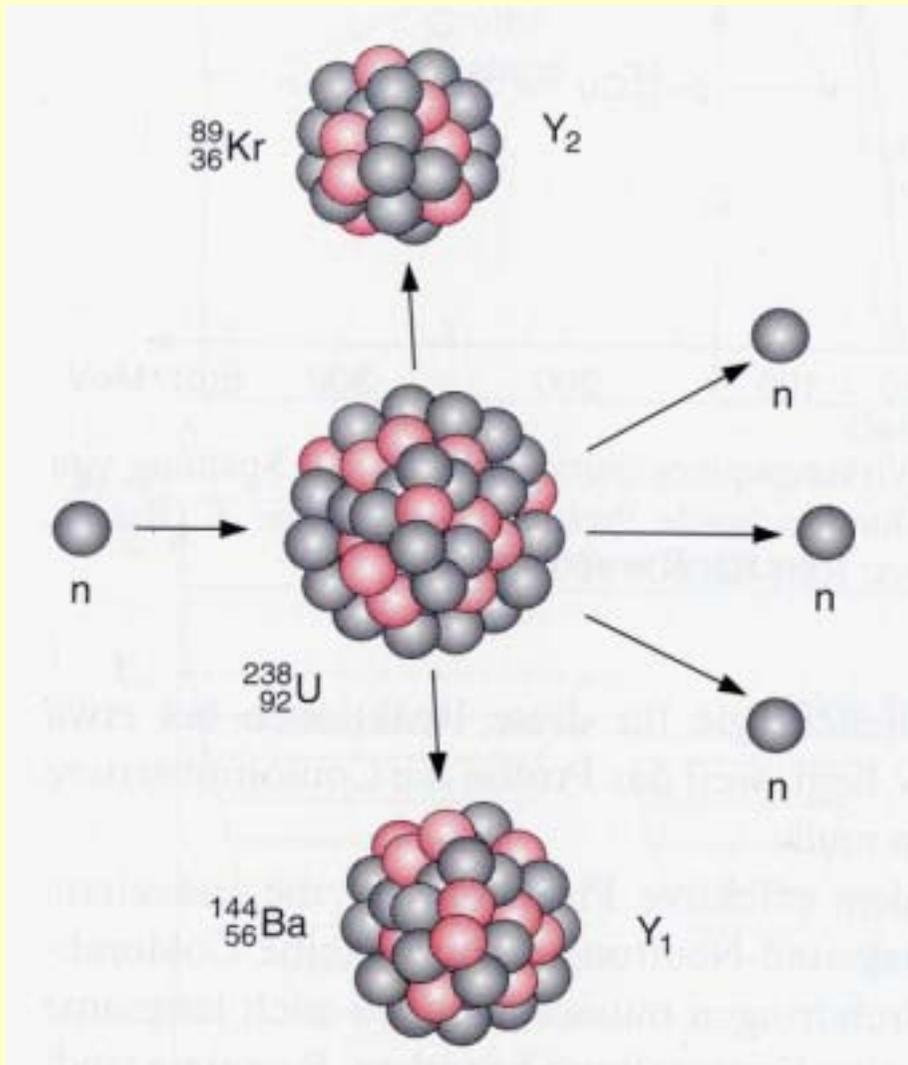


$$A_1 + A_2 + \nu = 239$$

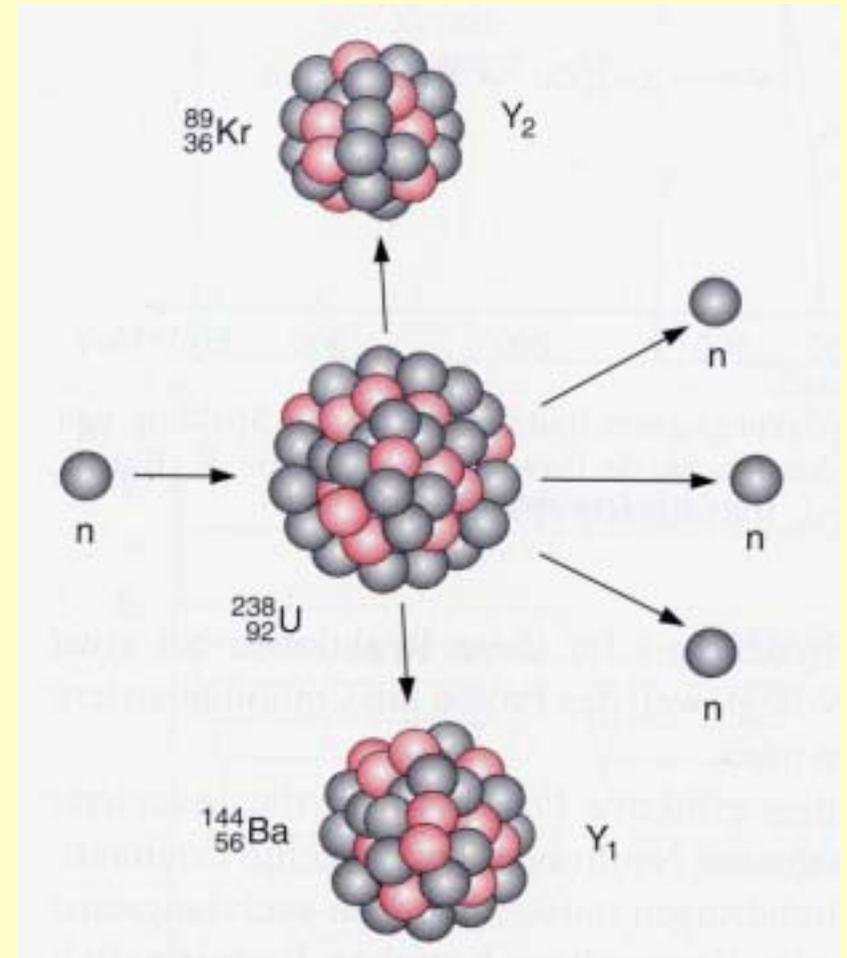
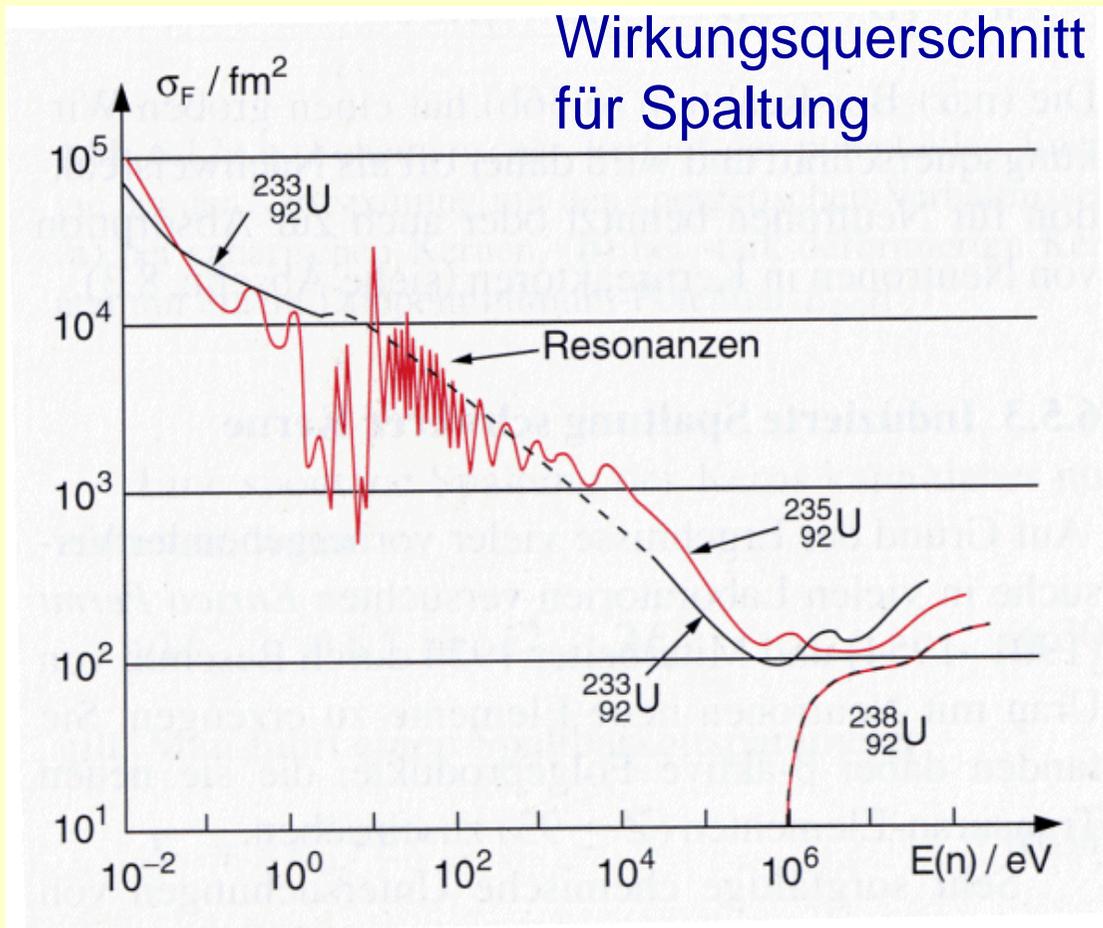
$$Z_1 + Z_2 = 92$$

1938:

Otto Hahn und Fritz Straßmann  
Erklärung durch Lise Meitner

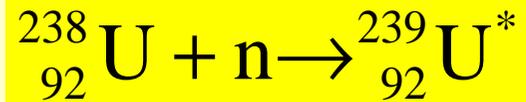


# Induzierte Kernspaltung

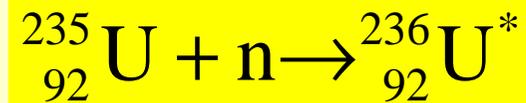


Uran-238 kann nur mit schnellen Neutronen gespalten werden, Uran-235 auch mit langsamen!

# Induzierte Kernspaltung



Compound-Kern: g-u  
Bindungsenergie relativ klein  
 $E_b < \Delta E_F$   
Spaltung nicht einfach möglich

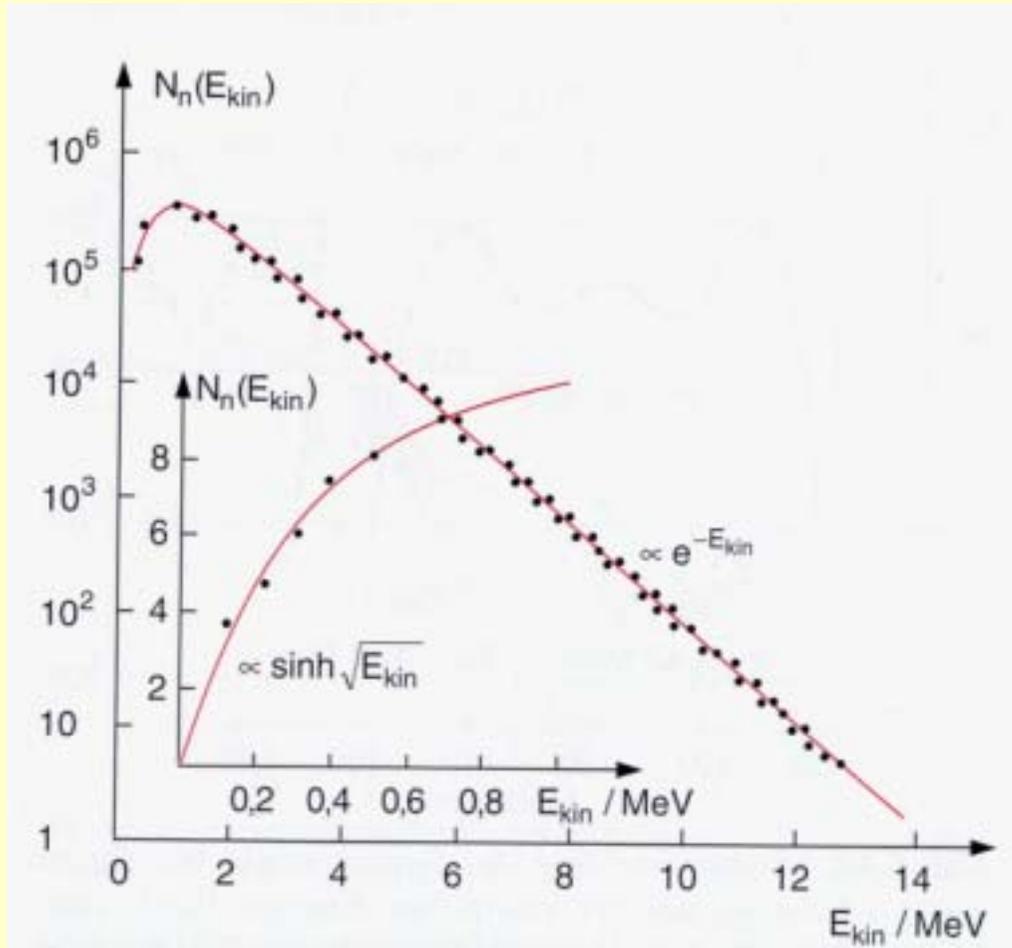


Compound-Kern: g-g  
Bindungsenergie relativ groß  
 $E_b > E_F$   
Spaltung einfach möglich

## freiwerdende Energie:

180 MeV	{	167 MeV	kin. Energie Spaltprodukte	}	sofortige Energieabgabe
		6 MeV	kin. Energie Neutronen		
		7 MeV	direkte Gamma-Strahlung		
21 MeV	{	6 MeV	Gamma-Strahlung	}	verzögerte Energieabgabe der Spaltprodukte
		5 MeV	Beta-Strahlung		
		10 MeV	(Anti)-Neutrinos		

# Induzierte Kernspaltung



Energieverteilung der  
freigewordenen Neutronen

## Wichtig:

etwa 99% der Neutronen werden sofort frei

etwa 1% wird verzögert in der Zeitspanne  $0.05s < t < 60 s$  abgegeben

➔ Regelung von Kernkraftwerken

# Kernfusion

Problem: Überwindung der Coulombbarriere

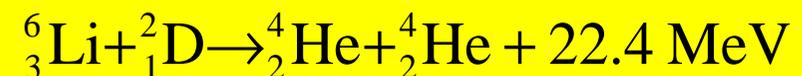
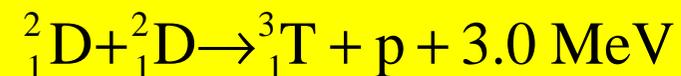
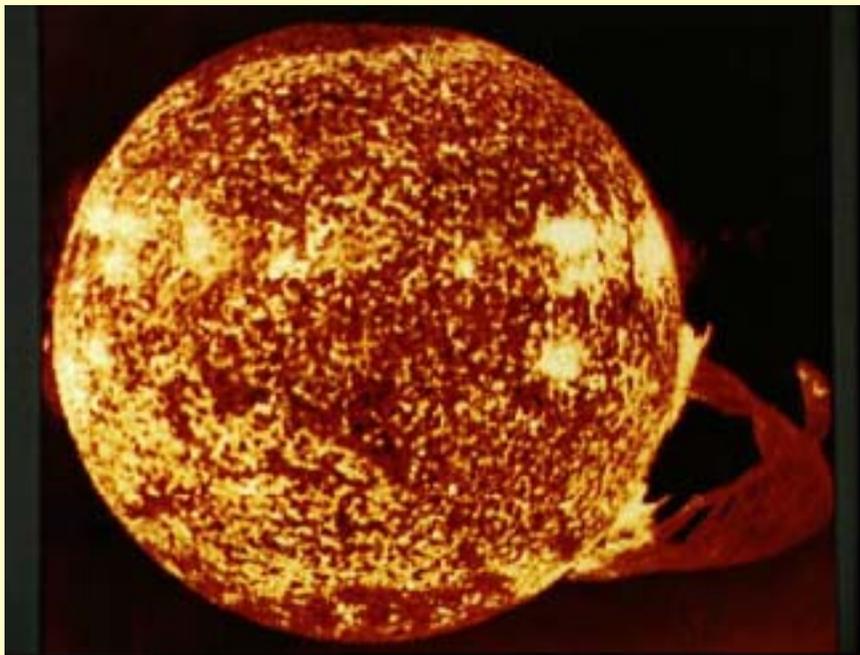
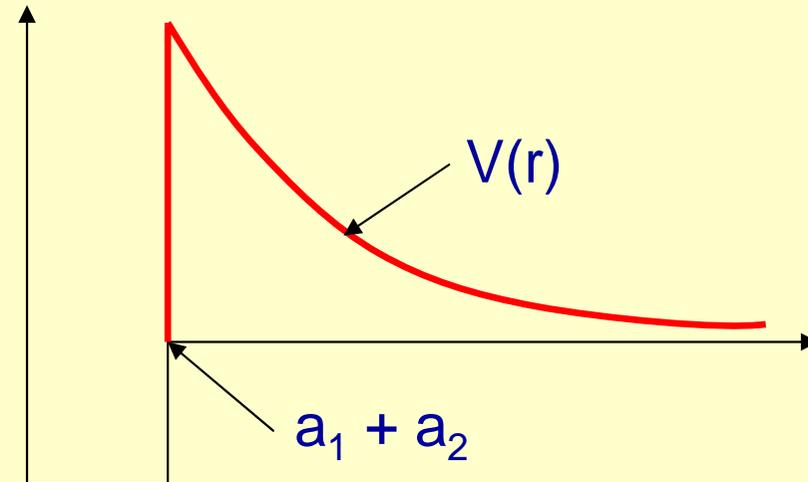
$$E_{\text{kin}} \geq \frac{Z_1 Z_2 e^2}{4\pi\epsilon_0(a_1 + a_2)}$$

$a_1$  und  $a_2$  Reichweite der Kernkräfte



$$E_{\text{kin}} > 0.5 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow T > 6 \cdot 10^9 \text{ K}$$



# Erzeugung von Transuranen

bei  $Z > 117$  Stabilitätsinsel ?

Alle Transurane radioaktiv



Erzeugung von Element 102: Nobelium

