

# Spontaniczne rozpady ciężkich jąder atomowych

**Anna Zdeb<sup>1</sup>**

M. Warda<sup>1</sup>, A. Dobrowolski<sup>1</sup>, K. Pomorski<sup>1</sup>, L.M. Robledo<sup>2</sup>

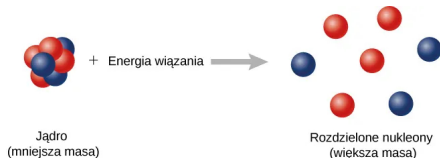
<sup>1</sup>UMCS Lublin

<sup>2</sup>UAM Madryt

27.10.2023



# Energia wiązania jądra atomowego

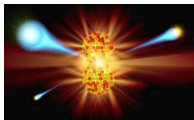


- Siły wiążące nukleony w jądrze atomowym są znacznie większe niż te, które wiążą elektron w atomie przez przyciąganie elektrostatyczne.
- Energia niezbędna do odłączenia nukleonu od jądra jest zatem znacznie większa niż energia wymagana do usunięcia elektronu z atomu.
- Każda zmiana stanu jądra wiąże się ze znaczną zmianą energii przypadającą na nukleon.

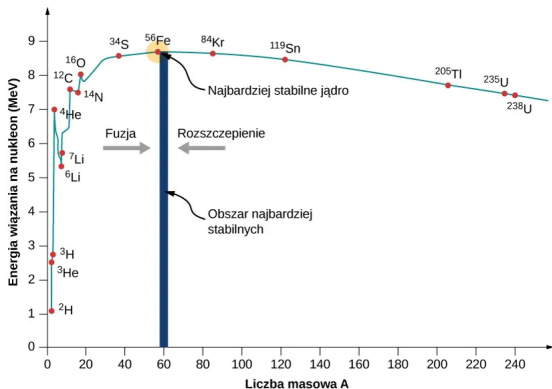
# Rozpad jądrowy

**Przemiany jądrowe** prowadzą do powstania jąder atomowych innych pierwiastków, innych izotopów tego samego pierwiastka lub jądra tego samego izotopu danego pierwiastka w innym stanie energetycznym.

Jednym z rodzajów reakcji jądrowej jest rozpad radioaktywny. Niestabilne jądra spontanicznie emitują promieniowanie w postaci cząstek i energii, co skutkuje powstaniem bardziej stabilnego nuklidu.



# Dlaczego ciężkie jądra się rozpadają?

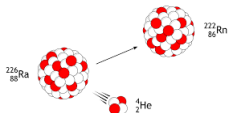


Rozpadają się jądrowe badane w naszej grupie:

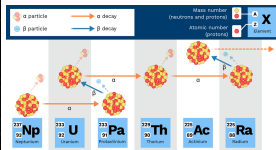
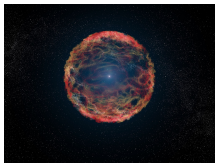
- Rozpad  $\alpha$
- Spontaniczne rozszczepienie
- Emisja ciężkich klastrów

# Dlaczego warto badać rozpady jądrowe?

## Rozpad $\alpha$

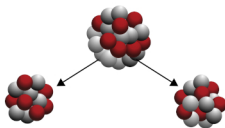


- Datowanie skał i minerałów, czas erupcji wulkanów, zmian klimatu ...
- Synteza ciężkich pierwiastków w gwiazdach poprzez wychwyt cząstki alfa
- Testowanie modeli teoretycznych, badanie właściwości i stabilności jąder atomowych

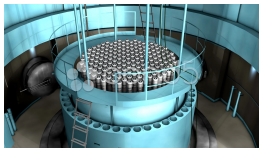


# Dlaczego warto badać rozpady jądrowe?

## Spontaniczne rozszczepienie

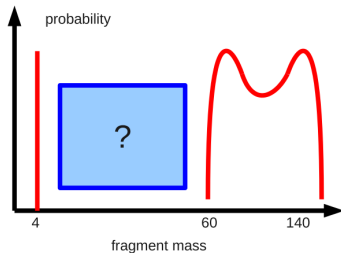


- Reaktory jądrowe - spontaniczne rozszczepienie jako źródło dodatkowych neutronów
- Synteza jąder superciężkich
- Wyjaśnienie rozpowszechnienia ciężkich izotopów we Wszechświecie - Supernowa i nukleosynteza ciężkich jąder



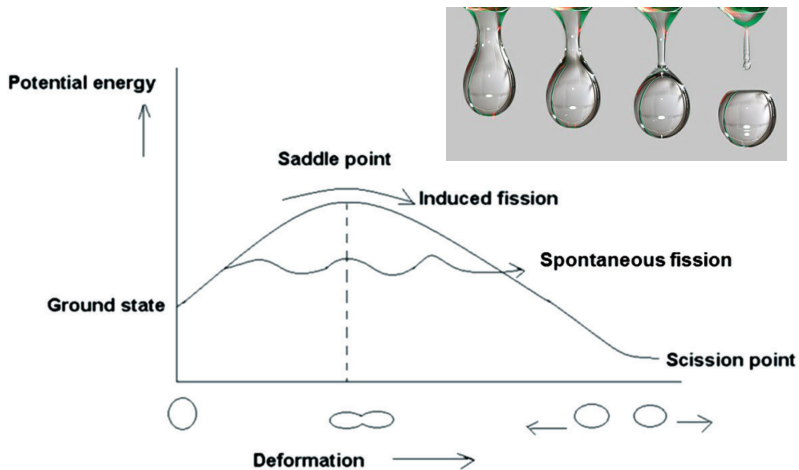
# Dlaczego warto badać rozpady jądrowe?

## Emisja klastrow - egzotyczny proces



- Badanie struktury i właściwości jąder
- Badanie sił jądrowych
- Testowanie modeli teoretycznych

# Jak opisać rozszczepienie jądra atomowego?



Zadanie: Obliczyć energię jądra odpowiadającą jego deformacji.



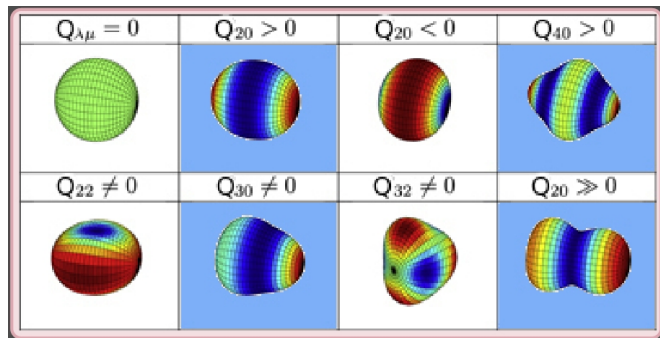
# Kształt jądra a energia

## Mikroskopowy model Hartree'go-Fock'a-Bogolibova

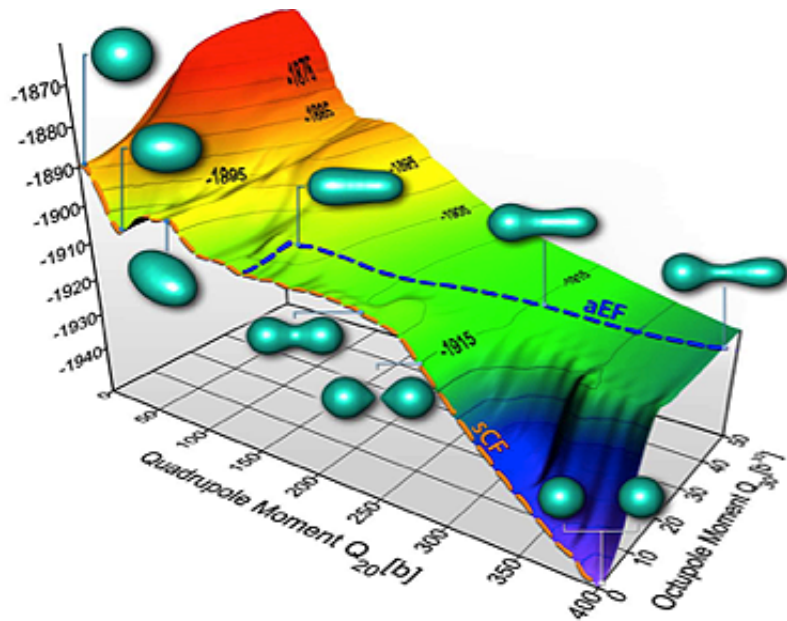
Rozwiązania HFB otrzymuje się przy zastosowaniu zasady wariacyjnej, minimalizując energię względem zadanych więzów:

$$\delta(\langle \text{HFB} | \hat{H} - \lambda_Z \hat{Z} - \lambda_N \hat{N} - \sum_i \lambda_i \hat{Q}_{i0} | \text{HFB} \rangle) = 0$$

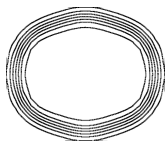
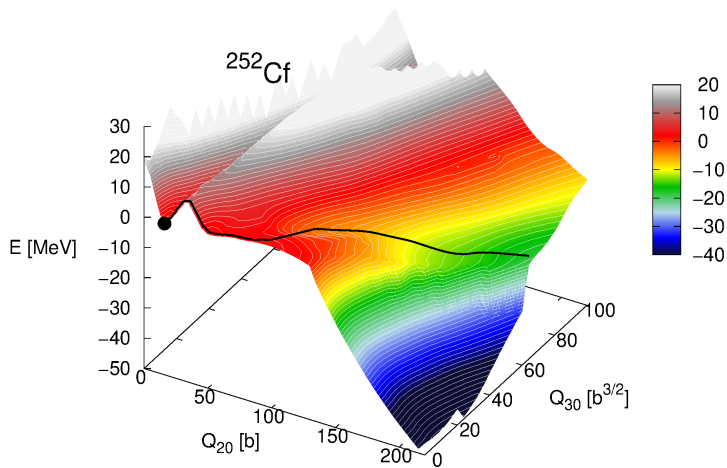
$Q_{i0}$  - momenty multipolowe



# Mapa powierzchni energii potencjalnej jądra atomowego



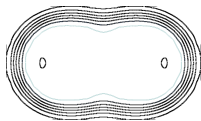
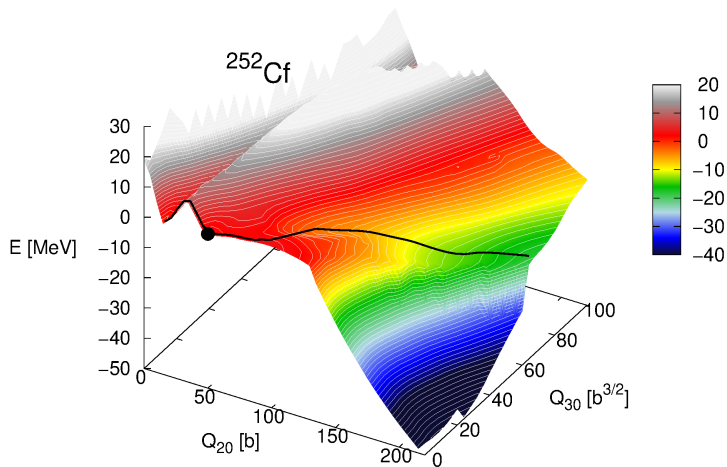
# Ścieżka do rozszczepienia



$Q_{20}$  - wydłużenie

$Q_{30}$  - kształty  
"gruszkowate"

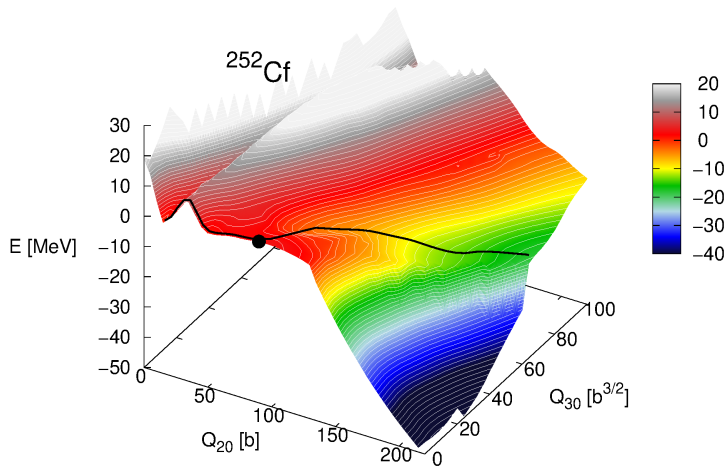
# Ścieżka do rozszczepienia



$Q_{20}$  - wydłużenie

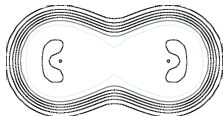
$Q_{30}$  - kształty  
"gruszkowate"

# Ścieżka do rozszczepienia

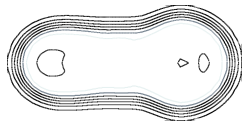
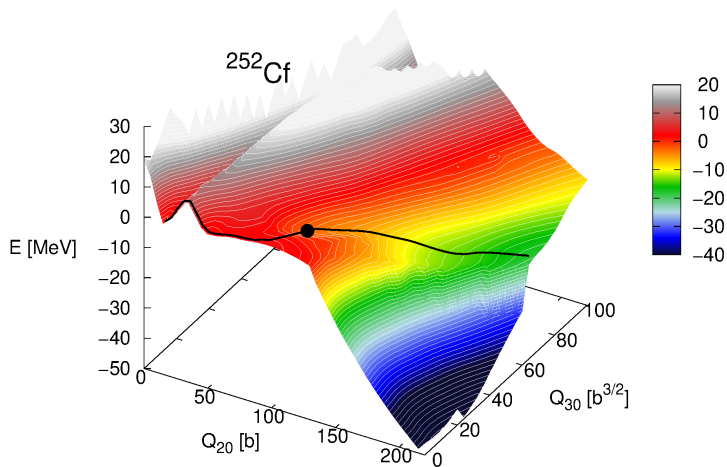


$Q_{20}$  - wydłużenie

$Q_{30}$  - kształty  
"gruszkowate"



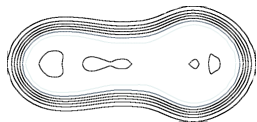
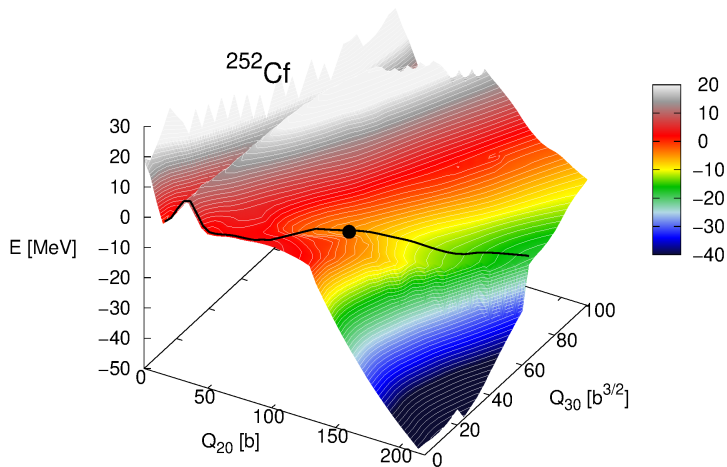
# Ścieżka do rozszczepienia



$Q_{20}$  - wydłużenie

$Q_{30}$  - kształty  
"gruszkowate"

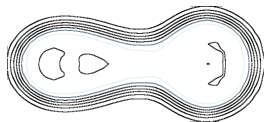
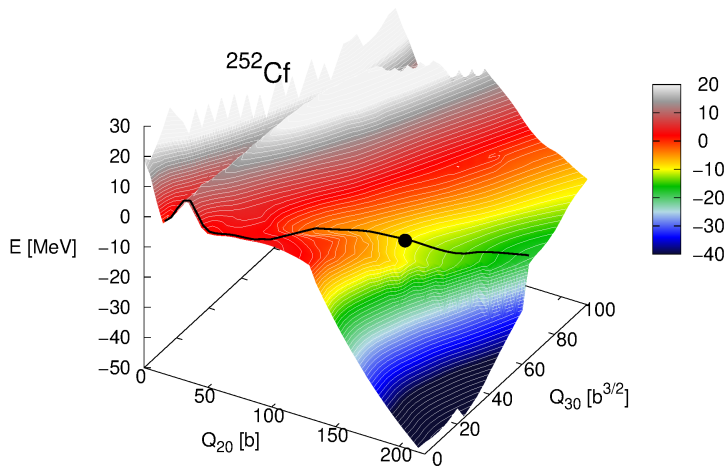
# Ścieżka do rozszczepienia



$Q_{20}$  - wydłużenie

$Q_{30}$  - kształty  
"gruszkowate"

# Ścieżka do rozszczepienia

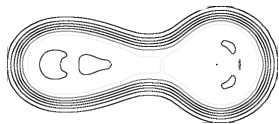
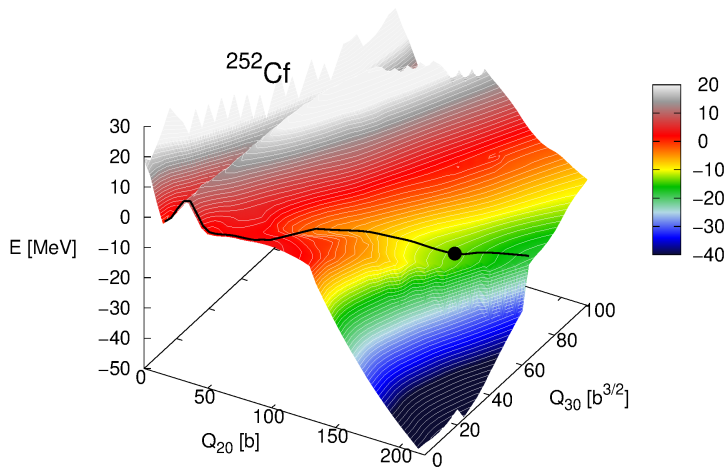


$Q_{20}$  - wydłużenie

$Q_{30}$  - kształty  
"gruszkowate"



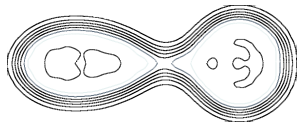
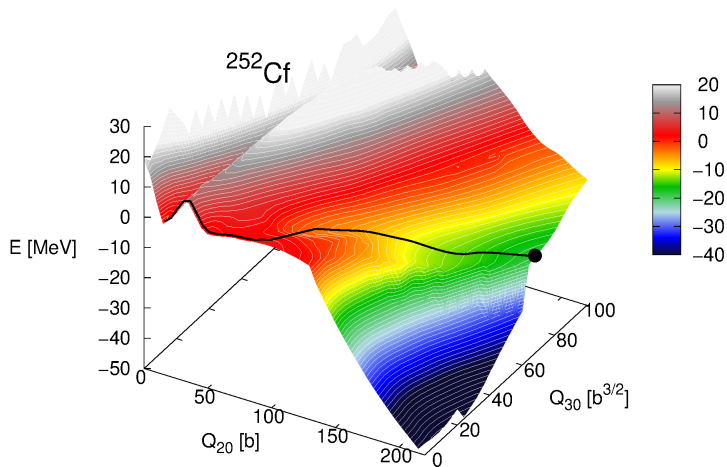
# Ścieżka do rozszczepienia



$Q_{20}$  - wydłużenie

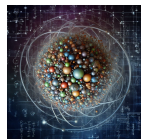
$Q_{30}$  - kształty  
"gruszkowate"

# Ścieżka do rozszczepienia



$x_s Q_{20}$  - wydłużenie

$Q_{30}$  - kształty  
"gruszkowate"



Rachunki mikroskopowe pozwalają wyznaczyć m. in.:

- $T_{1/2}$  dla emisji klastrow i spontanicznego rozszczepienia
- Rozkłady mas fragmentów rozszczepienia
- Stany jednocząstkowe
- ...

Otrzymanie wyników zbliżonych do eksperymentalnymi pozwala wnioskować o słuszności założeń modelowych.

# Dlaczego fizyka jądrowa?

Postanowiłam studiować fizykę jądrową, ponieważ:

- chcę poznać sekret spontanicznych rozpadów jądrowych,
- chcę zrozumieć naturę oddziaływań pomiędzy nukleonami,
- w środowisku fizyków jądrowych panuje fantastyczna atmosfera sprzyjająca rozwojowi.

## Dziękuję za uwagę!

