



ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

eclass: MED808

Π. Παπαγιάννης

Αν. Καθηγητής,
Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής,
Ιατρική Σχολή Αθηνών.

Γραφείο 21

210-746 2442

ppapagi@phys.uoa.gr

Ο ατομικός πυρήνας

ή

σύγχρονη αλχημεία...

Ο πυρήνας του ατόμου, σύσταση-μάζα

Πυρήνας = p^+ και n **περιορισμένα** σε μια περιοχή του ατόμου

Μάζα πυρήνα?

Πίνακας 1 Φορτίο μάζα και ενέργεια ηρεμίας των τριών βασικότερων υποατομικών σωματιδίων.

	Φορτίο	Μάζα (kg)	Μάζα (u)	Μάζα ηρεμίας MeV/c ²
Ηλεκτρόνιο	-e	9,109 10 ⁻³¹	5,48597 10 ⁻⁴	0,511
Πρωτόνιο	+e	1,672 10 ⁻²⁷	1,007277	938,27
Νετρόνιο	0	1,674 10 ⁻²⁷	1,008665	939,57

$$m_{atom}(Z, A) \cong A u \cong A \text{ GeV} / c^2$$

$$m_{nucleus}(Z, A)c^2 = m_{atom}(Z, A)c^2 + b_e - Z \times m_e c^2$$

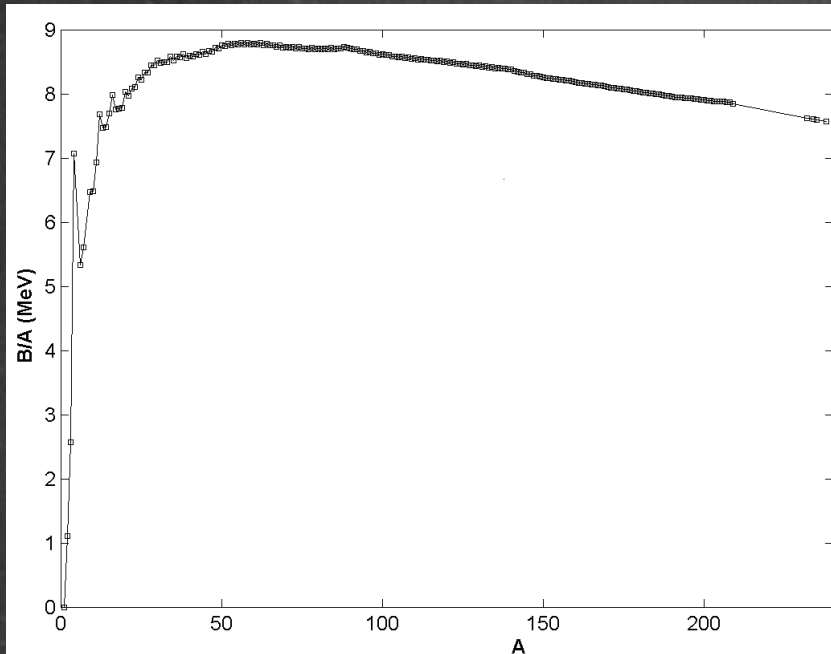
Ο πυρήνας του ατόμου, έλλειμμα μάζας-ενέργεια σύνδεσης

$$B = \{Z \times m_p + N \times m_n - m_{nucleus}(Z, A)\} \times c^2$$

$$B = \{Z \times (m_p + m_e) + (A - Z) \times m_n - m_{atom}(Z, A)\} \times c^2$$
$$= \{Z \times m_{^1H} + (A - Z) \times m_n - m_{atom}(Z, A)\} \times c^2$$

Μεγαλύτερη ενέργεια σύνδεσης → αυξημένη σταθερότητα...?

Ο πυρήνας του ατόμου, σταθερότητα



➤ Μεγαλύτερη ενέργεια
σύνδεσης ανά νουκλεόνιο



αυξημένη σταθερότητα

➤ $B \sim A$

➤ Γιατί η B/A έχει αυτή τη
μορφή?

➤ Είναι όλα τα ισοβαρή
νουκλίδια εξίσου σταθερά?

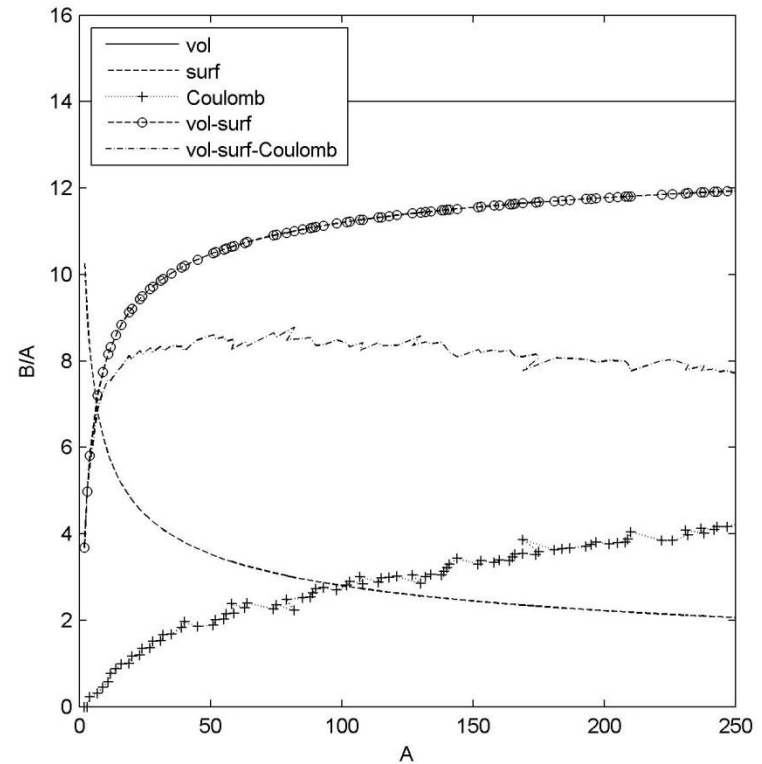
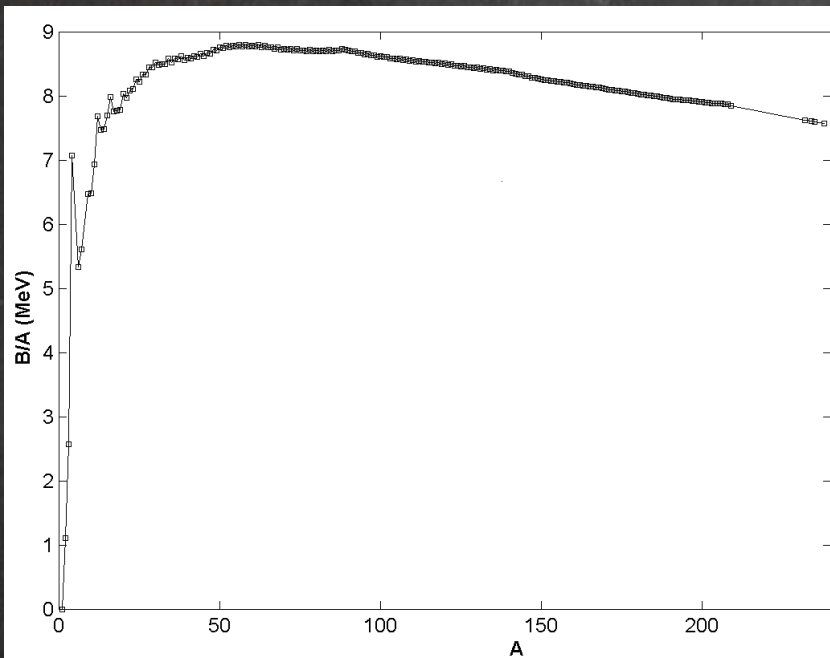
Ο πυρήνας του ατόμου, το πυρηνικό μοντέλο της σταγόνας υγρού

υγρό	πυρήνας
Δυνάμεις Van Der Waals	Ισχυρή πυρηνική δύναμη
Ελεύθερη σταγόνα υγρού έχει σφαιρικό σχήμα	$R = R_0 \times A^{1/3}$
Σταθερή πυκνότητα	$d \cong 10^{14} \text{ gcm}^{-3}$

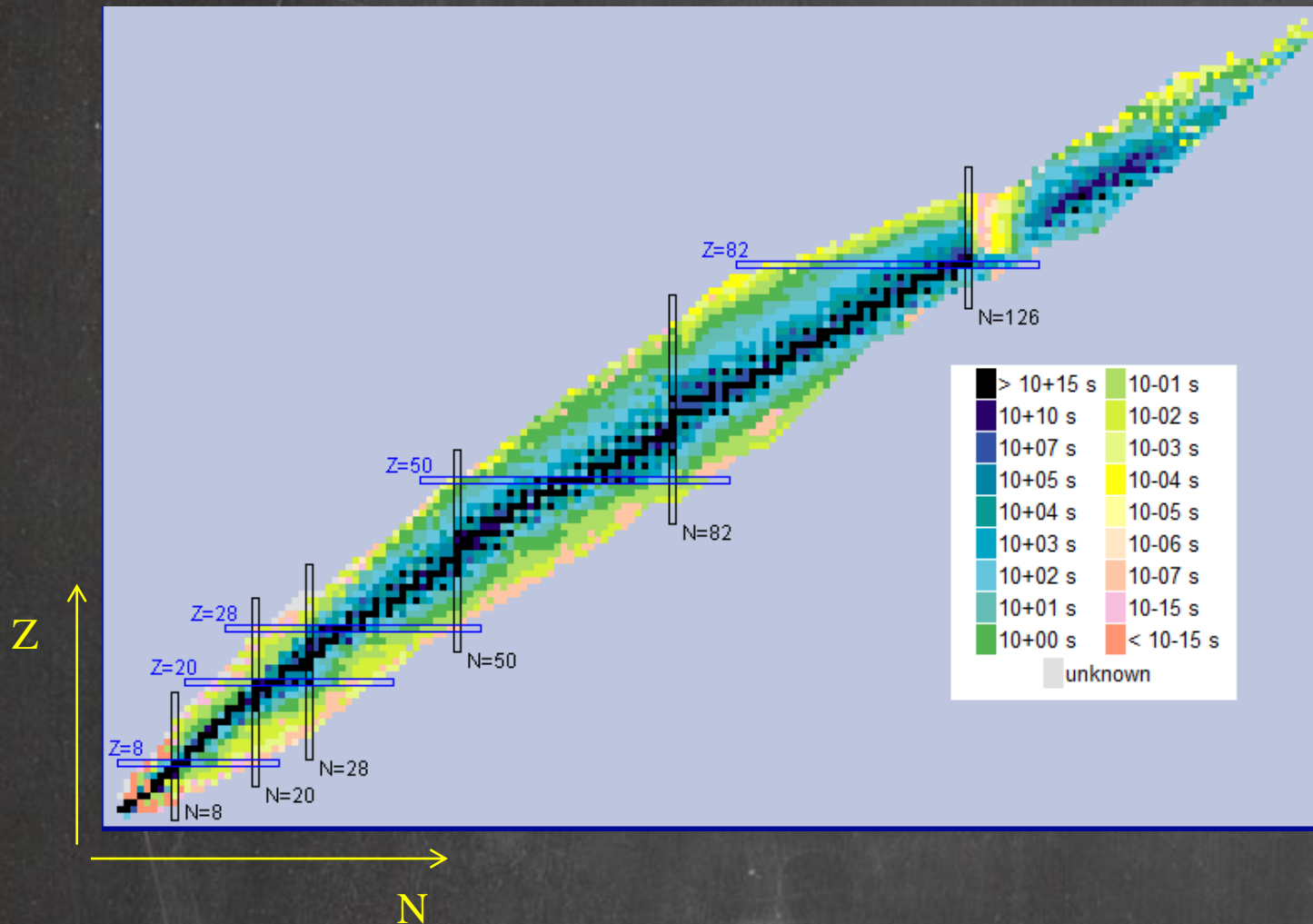
$$B(Z, A) = \alpha_{Volume} A - \alpha_{Surface} A^{2/3}$$

Ο πυρήνας του ατόμου, ημι-εμπειρική σχέση Weizsacker

$$B(Z, A) = \alpha_{Volume} A - \alpha_{Surface} A^{2/3} - \alpha_{Coulomb} \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} - \alpha_{Asymmetry} \frac{(A-2Z)^2}{A} - \alpha_{Pairing} \delta A^{-3/4} + a_{Z,N}$$



Ο πυρήνας του ατόμου, ο χάρτης των νουκλιδίων – διάγραμμα Segre



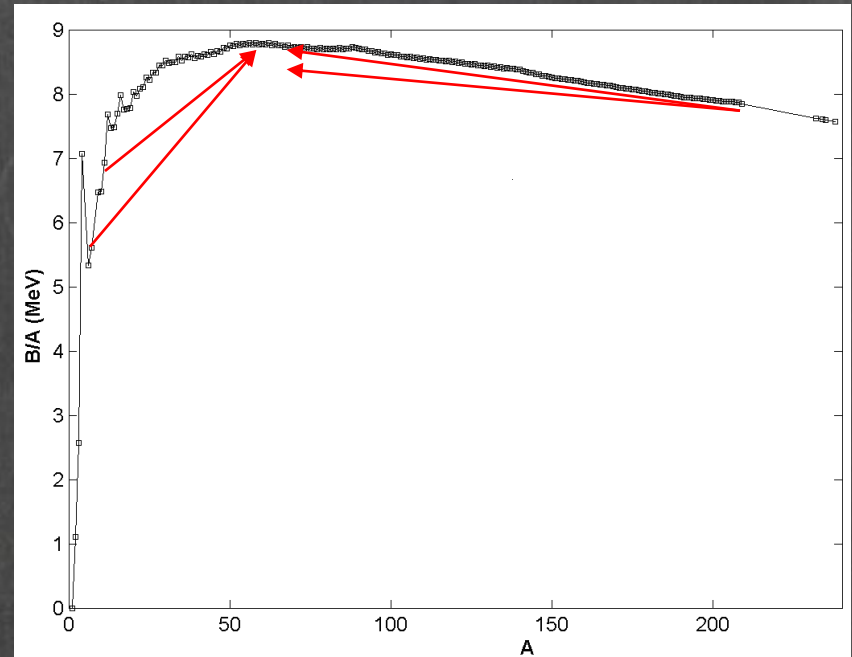
Ο πυρήνας του ατόμου, μεταστοιχειώσεις

➤ Νουκλίδια με μεγάλο A:

Σχάση

➤ Νουκλίδια με μικρό A:

Σύντηξη



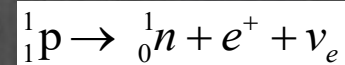
Ο πυρήνας του ατόμου, μεταστοιχειώσεις

Γενικά μεταξύ **ισοβαρών** (νουκλίδια με ίδιο A):

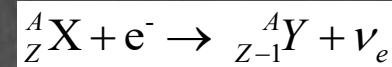
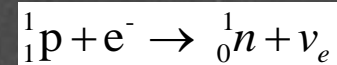
➤ Αποβολή πλεονάζοντος νουκλεονίου

➤ α διάσπαση: ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$

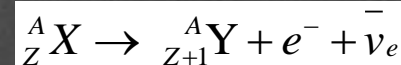
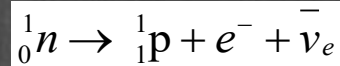
➤ Πλεόνασμα πρωτονίων → β⁺ διάσπαση:



→ Σύλληψη ηλεκτρονίου:

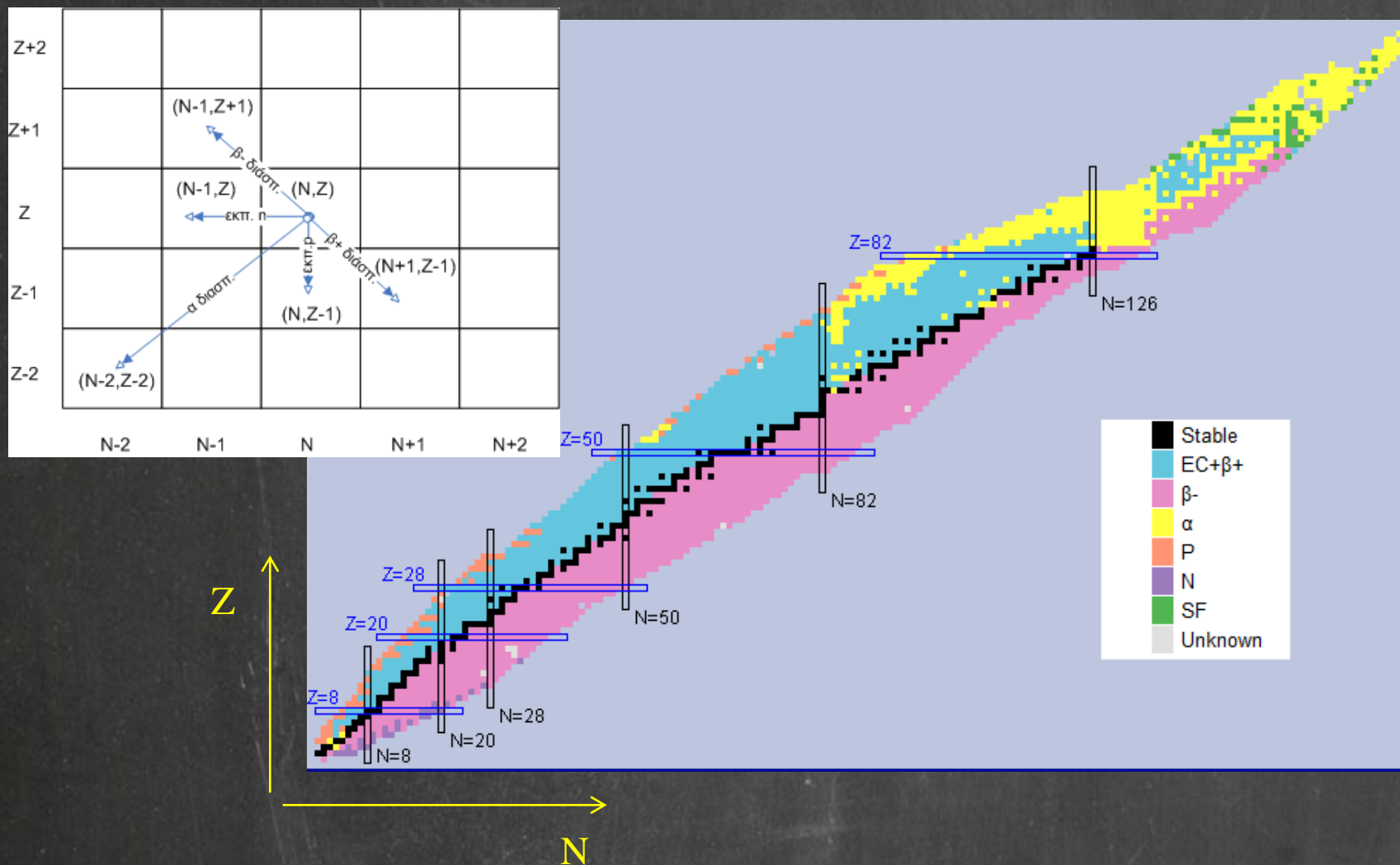


➤ Πλεόνασμα νετρονίων → β⁻ διάσπαση:



➤ Διάσπαση γ ...;

Ο πυρήνας του ατόμου, ο χάρτης των νουκλιδίων – διάγραμμα Segre



ΑΣΤΑΘΕΙΣ
ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΙ
ΠΥΡΗΝΕΣ



- **Ραδιενέργεια** : ιδιότητα ορισμένων πυρήνων να διασπώνται **αυθόρμητα** με παράλληλη εκπομπή ακτινοβολίας
- **Ακτινοβολία** : ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικού κύματος (φωτονίου) ή σωματιδίων

ΡΟΣ ΠΥΡΗΝΑΣ

ΡΓΕΙΑ