

ESTRUCTURA DE LA MATERIA 4

2DO CUATRIMESTRE 2025

CLASE 2

RODOLFO SASSOT

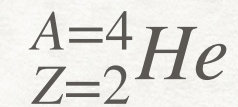
CLASE 2: Fenomenología nuclear

Temas: Núcleos, modelos nucleares.

núcleo atómico: (Rutherford 1911)

Z protones (Rutherford 1918)

A-Z neutrones (Chadwick 1932)



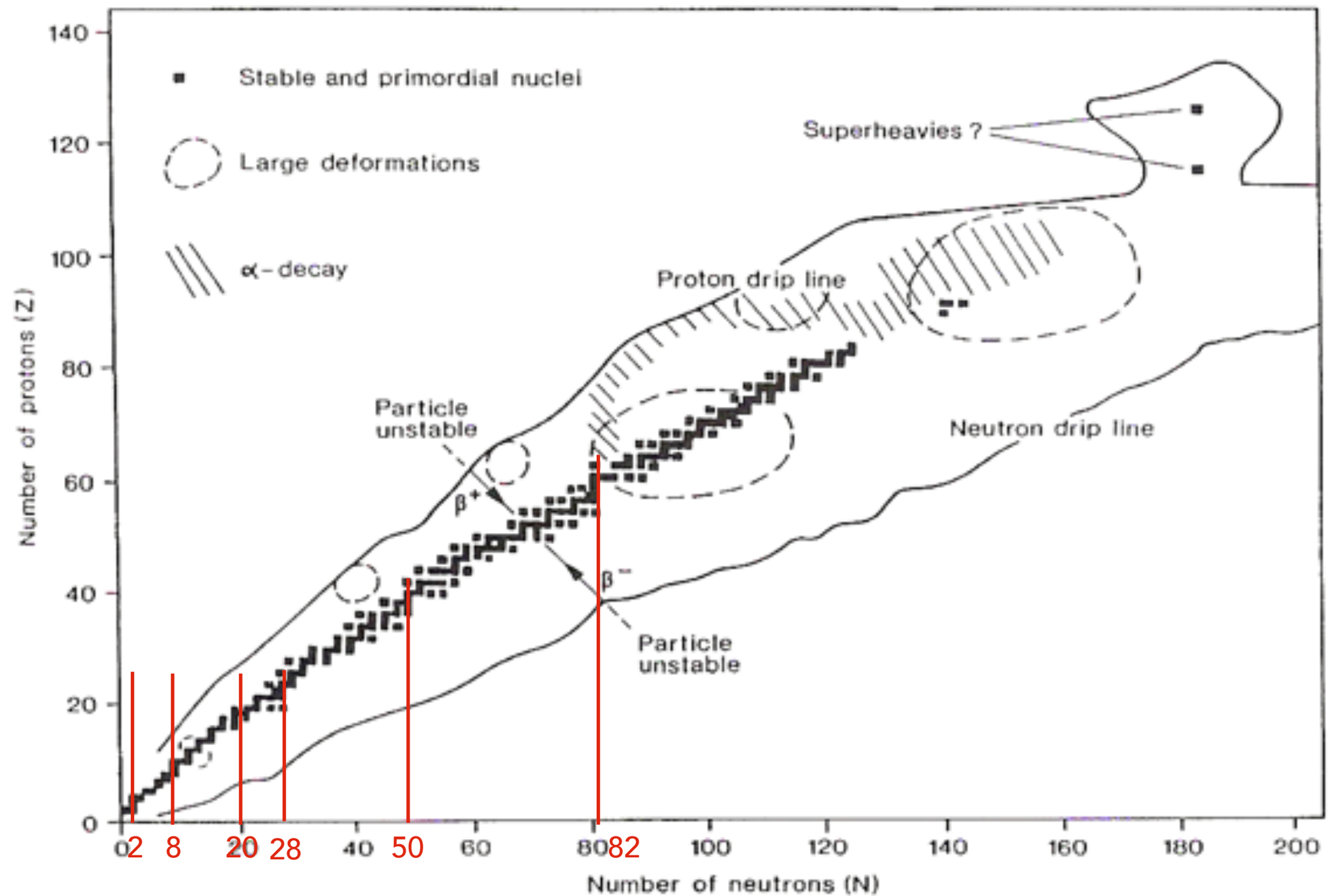
275 núcleos "estables"
> 2000 núcleos "inestables"

($\tau \sim 10^{-7}s - 10^{18}y$)

→ gran variedad de fenómenos a describir

→ descubrir regularidades: pistas sobre las interacciones nucleares

CLASE 2: Fenomenología nuclear



la interacción distingue entre p/n, pero los trata en pie de igualdad ($p \leftrightarrow n$)
corrección electrostática
más de un isótopo (isóbaros) estable; cuántos?

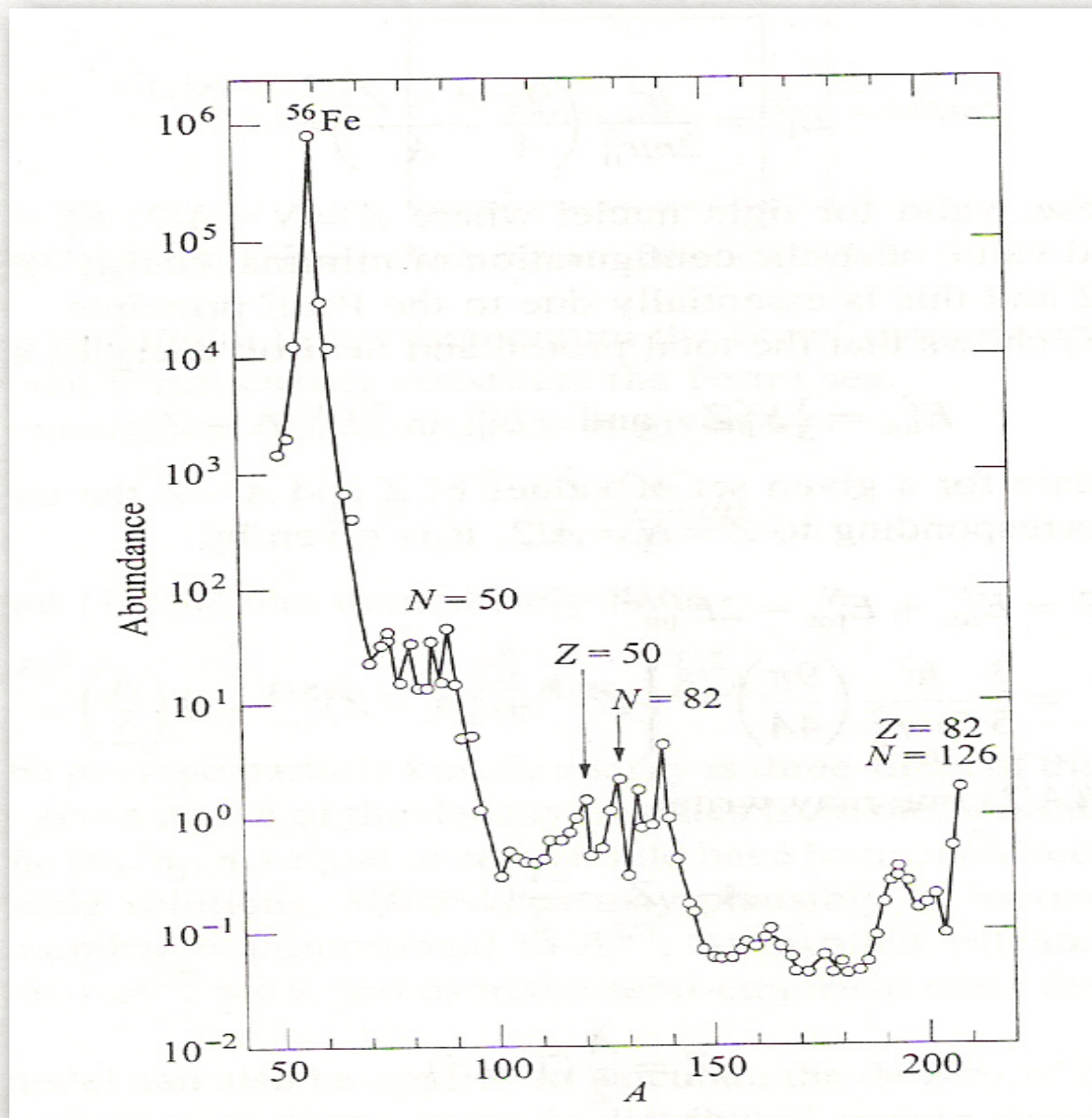
simetría!
aproximada
~ corto alcance
~ números mágicos

CLASE 2: Fenomenología nuclear

números mágicos: Z o $N = 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126$

~ discontinuidades en propiedades nucleares (~orbitales átomo de hidrógeno?)

doble mágicos: ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{40}_{20}\text{Ca}$, ${}^{208}_{82}\text{Pb}$

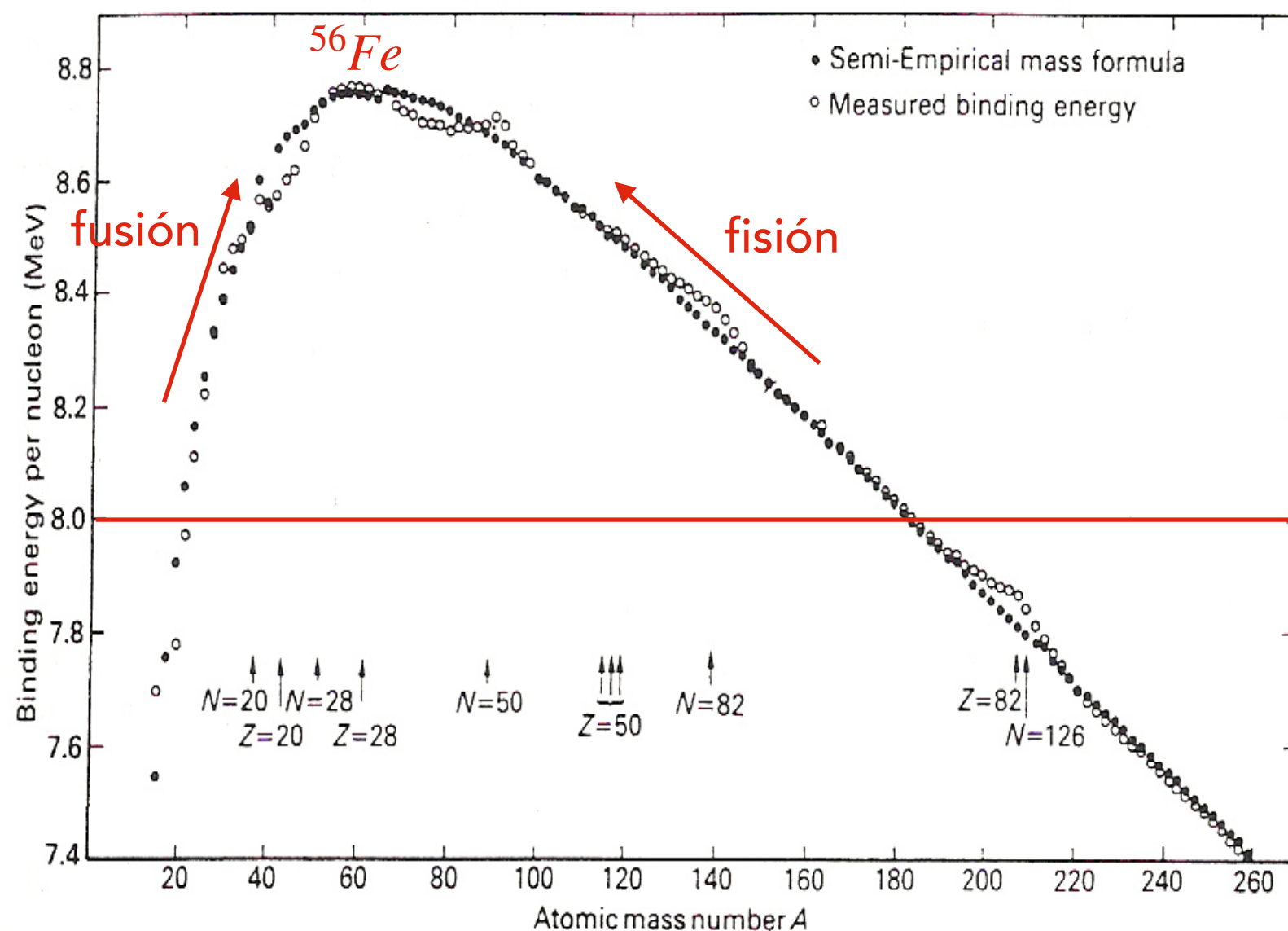


CLASE 2: Fenomenología nuclear

masas nucleares: función (bastante) suave de A , Z , N

$$M = Z m_p + (A - Z) m_n - B \quad B \text{ binding energy/energía de ligadura } (B > 0)$$

$$M = Z m_p + (A - Z) m_n - a_v A + a_s A^{2/3} + a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} + a_{\text{sym}} \frac{(N-Z)^2}{A} + \Delta(A)$$



$$r(A) \simeq r_0 A^{1/3}$$

$$\Delta(A) \begin{array}{ll} +\Delta & \text{impar} - \text{impar} \\ 0 & A \text{ impar} \\ -\Delta & \text{par} - \text{par} \end{array}$$

$8 \text{ MeV} \pm 10 \%$

primeros vecinos enorme!

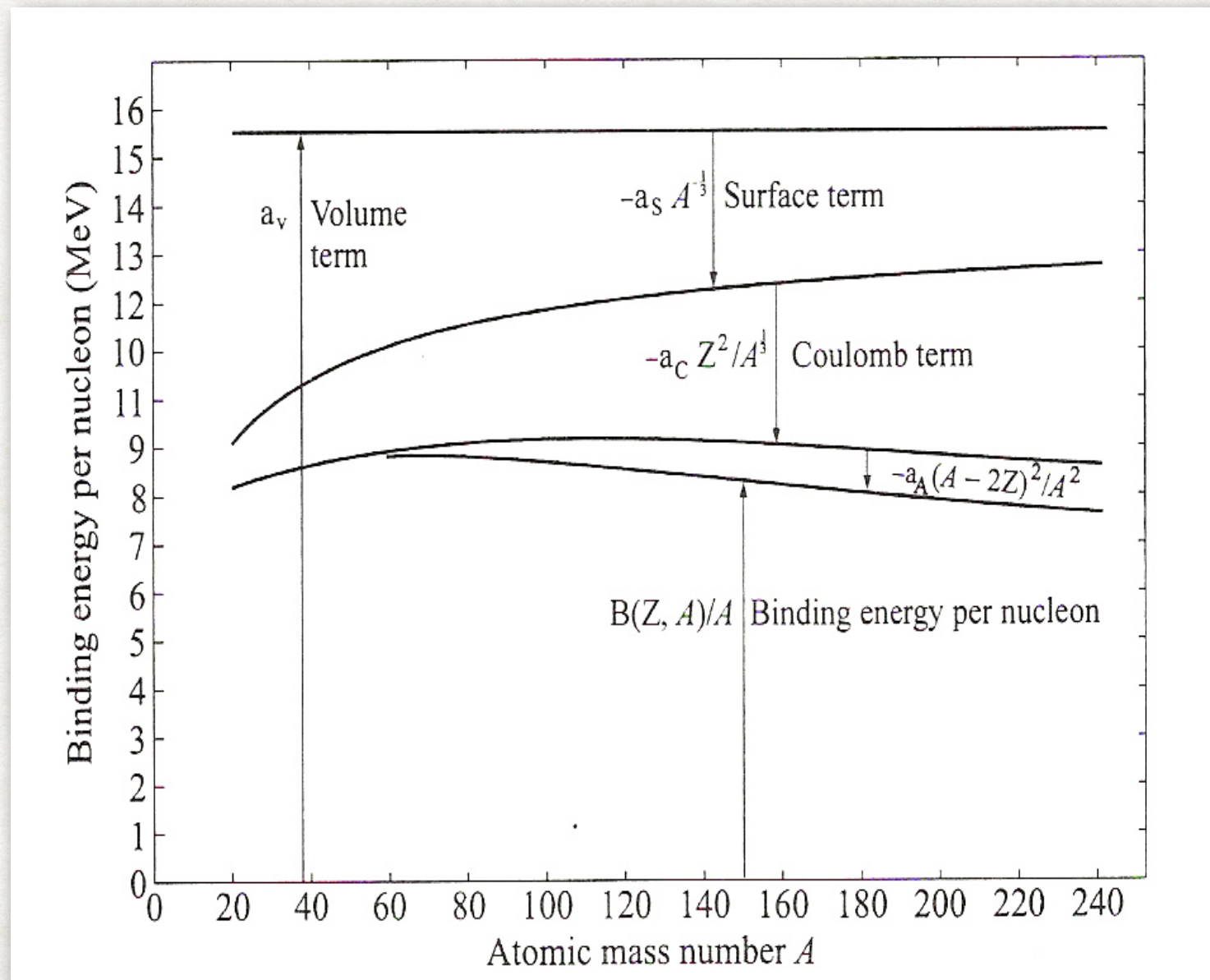
B/A

CLASE 2: Fenomenología nuclear

masas nucleares: función (bastante) suave de A , Z , N

$$M = Z m_p + (A - Z) m_n - B \quad B \text{ binding energy/energía de ligadura } (B > 0)$$

$$M = Z m_p + (A - Z) m_n - a_v A + a_s A^{2/3} + a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} + a_{\text{sym}} \frac{(N-Z)^2}{A} + \Delta(A)$$



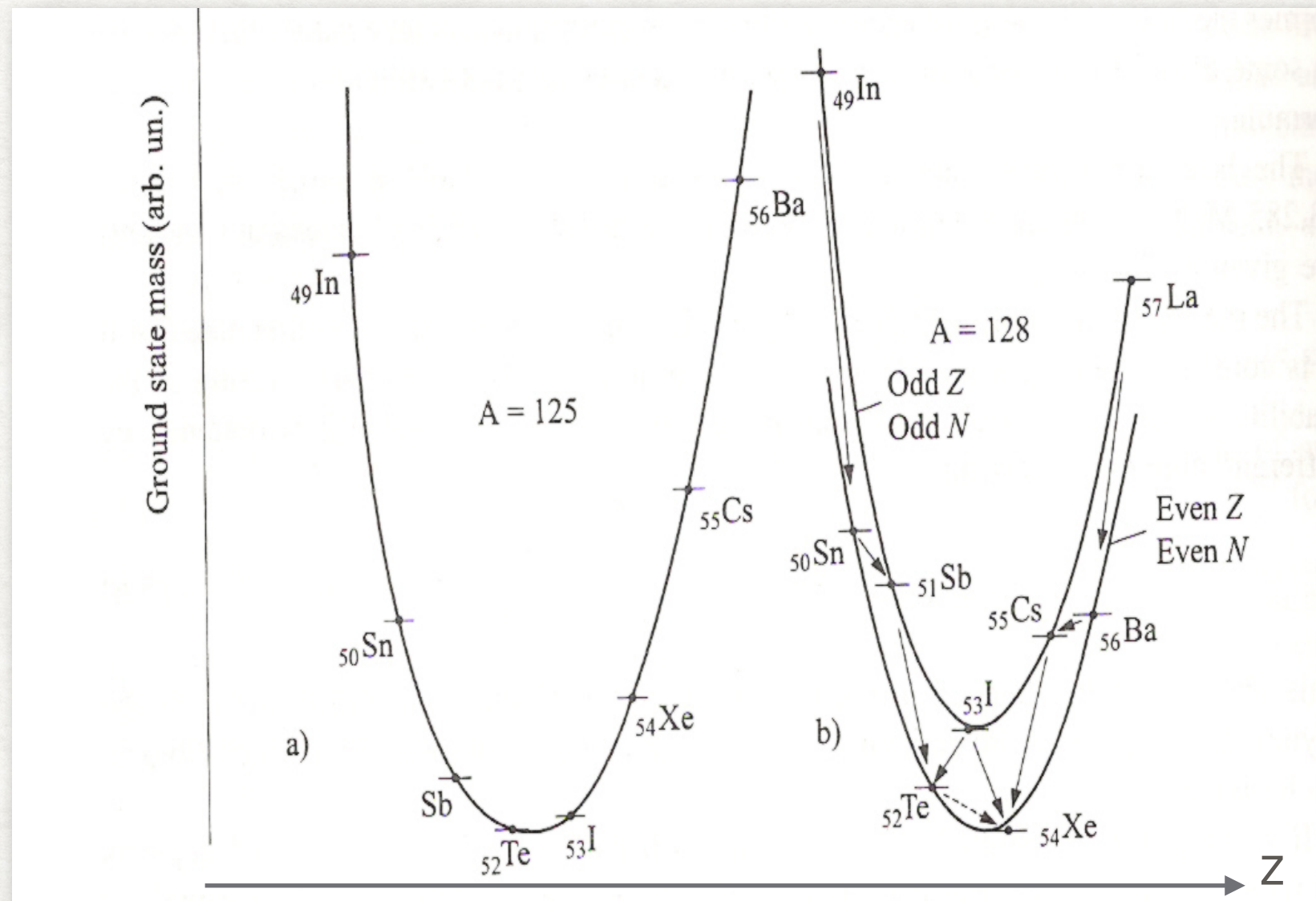
Геóргий Анто́нович Га́мов

CLASE 2: Fenomenología nuclear

masas nucleares: función (bastante) suave de A , Z , N

$$M = Z m_p + (A - Z) m_n - B \quad B \text{ binding energy/energía de ligadura } (B > 0)$$

$$M = Z m_p + (A - Z) m_n - a_v A + a_s A^{2/3} + a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} + a_{\text{sym}} \frac{(N-Z)^2}{A} + \Delta(A)$$



$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$$

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu$$

CLASE 2: Fenomenología nuclear

masas nucleares: función (bastante) suave de A , Z , N

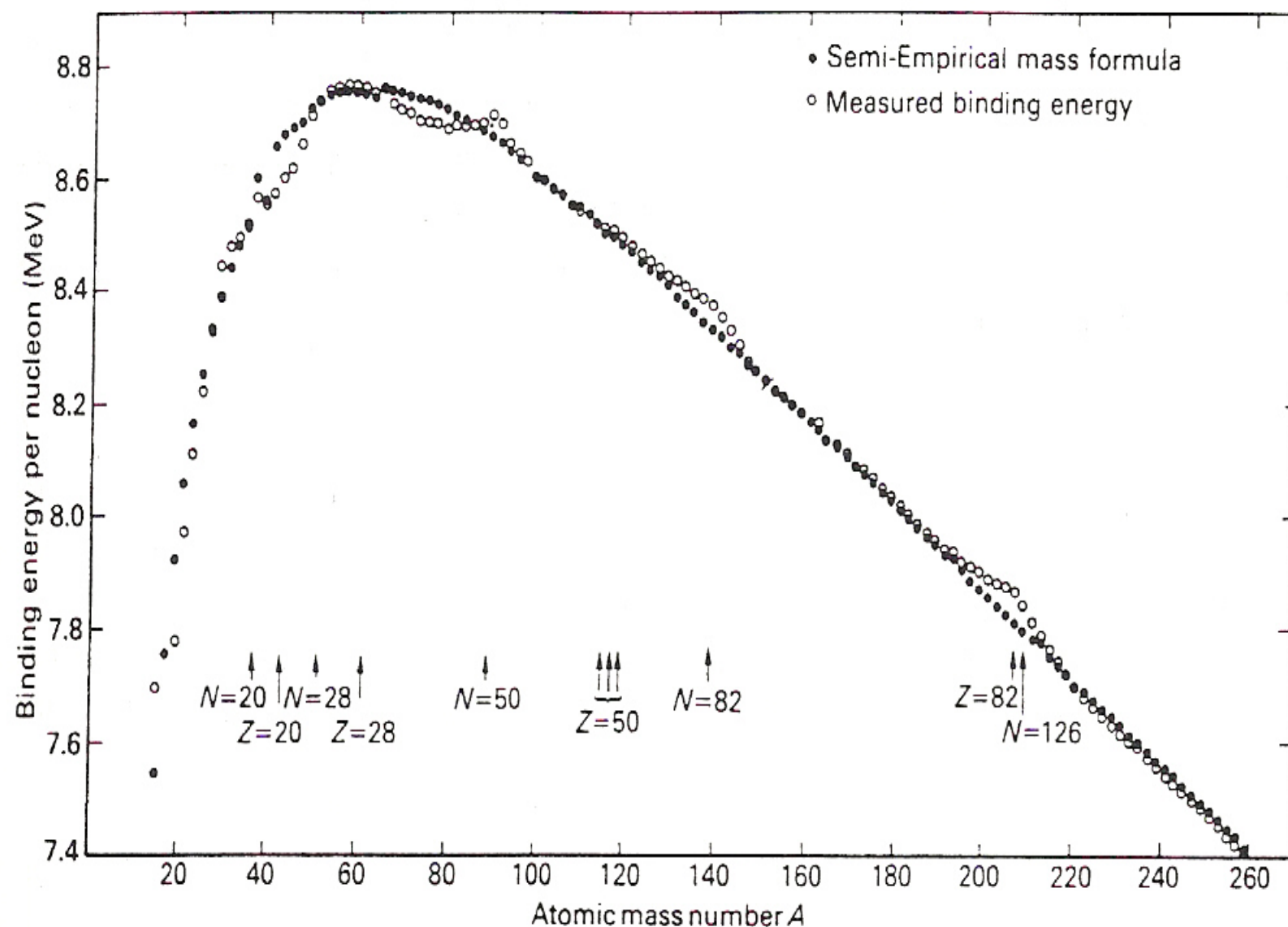
$$M = Z m_p + (A - Z) m_n - B \quad B \text{ binding energy/energía de ligadura } (B > 0)$$

$$M = Z m_p + (A - Z) m_n - a_v A + a_s A^{2/3} + a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} + a_{\text{sym}} \frac{(N-Z)^2}{A} + \Delta(A)$$

fórmula semi-empírica
(gota líquida)

números mágicos?

esquema de niveles
~ potencial cuántico



CLASE 2: Fenomenología nuclear

modelo de capas:

números mágicos del átomo de hidrógeno $\sim$ potencial central $\rightarrow$ L buen número cuántico

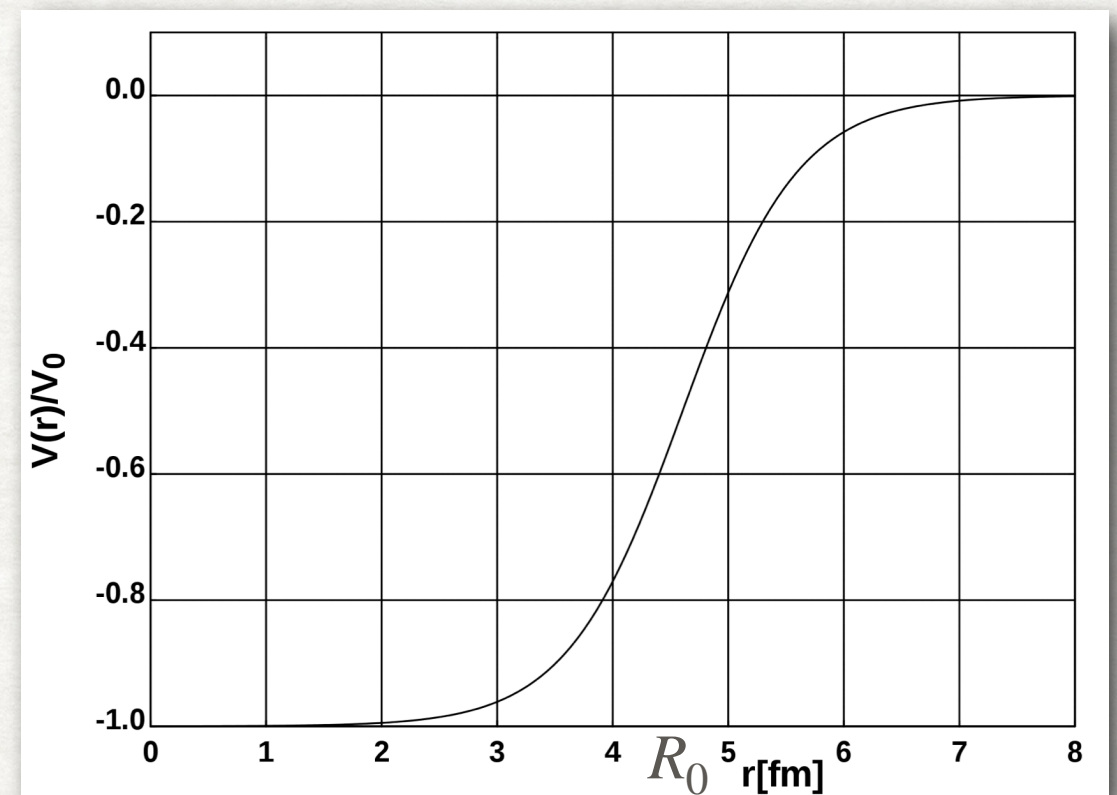
degeneración $2L + 1$

espín $\rightarrow$ factor 2

según la dependencia radial del potencial $V(r)$, surgen distintos esquemas de niveles

$$V(r) = \frac{-V_0}{1 + e^{\frac{r-R_0}{a}}}$$

potencial de Woods-Saxon



$$a = 0.5 \text{ fm}$$

CLASE 2: Fenomenología nuclear

modelo de capas:

aproximación con un oscilador armónico tridimensional

$$\psi_{N,l,m} = R_{N,l}(r) \Phi_{l,m}(\theta, \phi)$$

$$N = 0, 1, 2, \dots \quad \# \text{ nodos}$$

$$l = 0, 1, 2, \dots$$

$$m = -l, \dots, +l$$

$$N = 2(n - 1) + l$$

$$V(r) = -V_0 + \frac{1}{2}M\omega^2 r^2$$

$$E = (N + \frac{3}{2})\hbar\omega - V_0$$

acumula

$N = 0$	$n = 1 \quad l = 0$	$1s$	1 estado l_Z	2 e. espín	2 estados
$N = 1$	$n = 1 \quad l = 1$	$1p$	3 estados l_Z	6 e. espín	8 estados
$N = 2$	$n = 1 \quad l = 2$	$1d$	5 estados l_Z	10 e. espín	
	$n = 2 \quad l = 0$	$2s$	1 estado l_Z	2 e. espín	20 estados

CLASE 2: Fenomenología nuclear

modelo de capas:

${}^4_2\text{He}$	(2,2)	$1s$	doble mágico	$J^P = 0^+$
${}^5_2\text{He}$	(2,3)	$1p^{3/2}$		$J^P = 1^-$
${}^5_3\text{Li}$	(3,2)	$1p^{3/2}$		$J^P = 1^-$
${}^3_2\text{He}$	(2,1)	$1s$		$J^P = \frac{1}{2}^+$
${}^{16}_8\text{O}$	(8,8)	$1p$	doble mágico	$J^P = 0^+$
${}^{17}_8\text{O}$	(8,9)	$1d^{5/2}$		
${}^{17}_9\text{F}$	(9,8)	$1d^{5/2}$		

