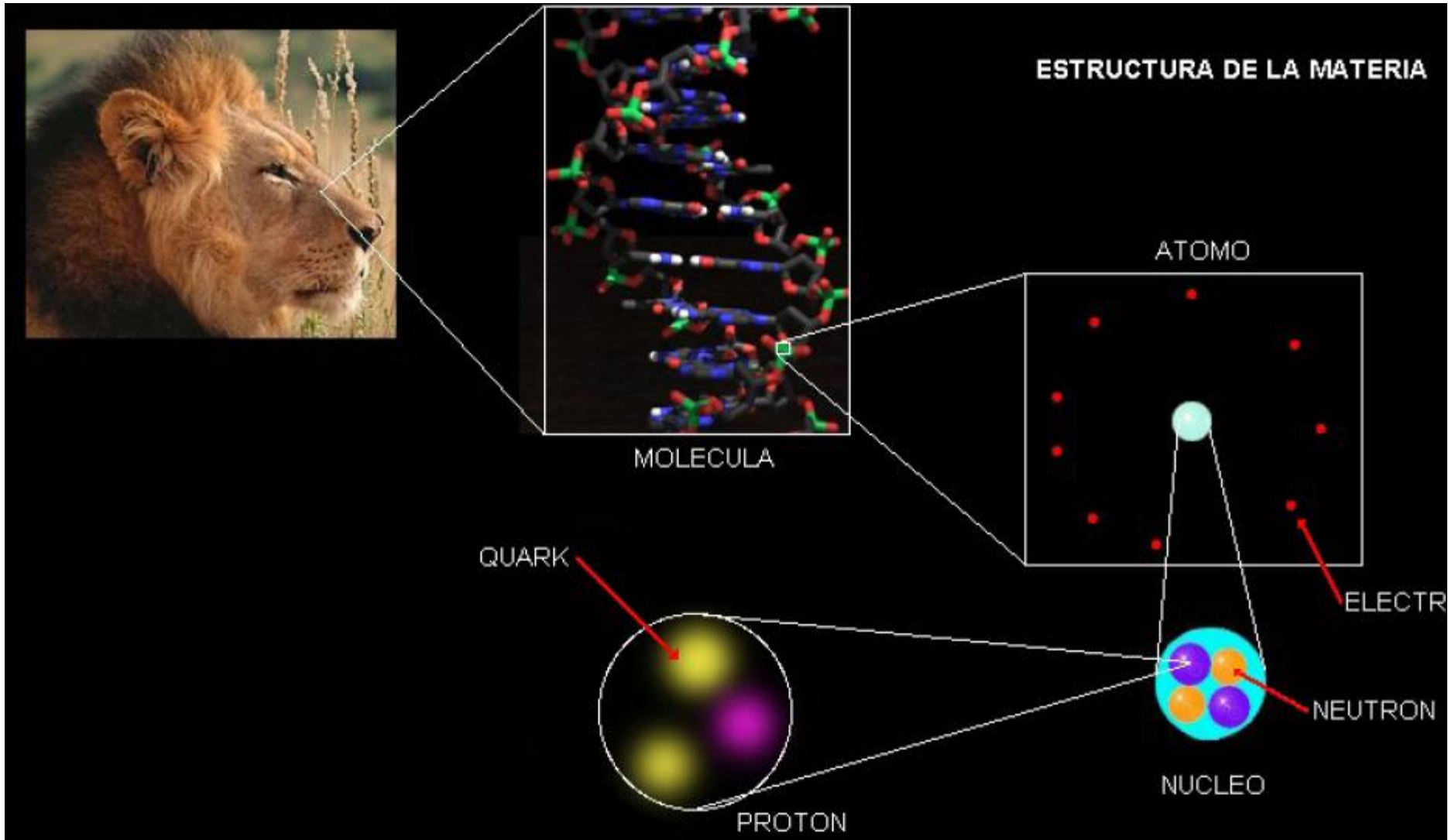




Tema 4

Estructura de la matèria



Massa en repòs i càrrega elèctrica de les partícules fonamentals

Partícula	Símbol	Massa en repòs	Càrrega elèctrica
Electró	e^-	$m_e = 9,108 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$- 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Protó	p^+	$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$+1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Neutró	n	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	--

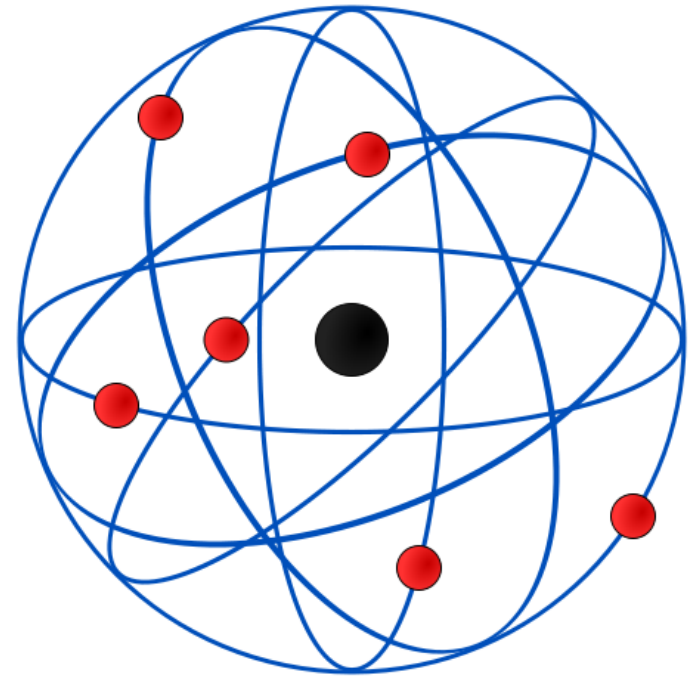
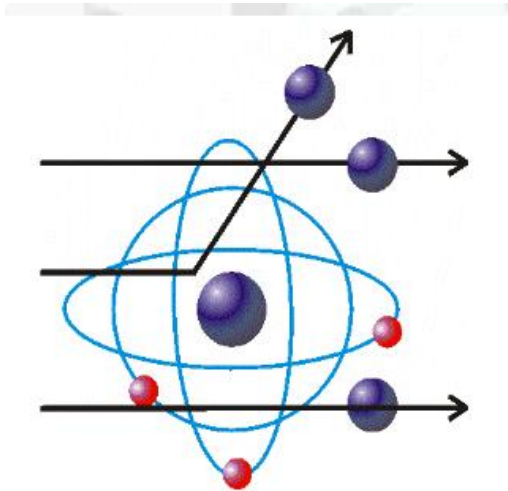
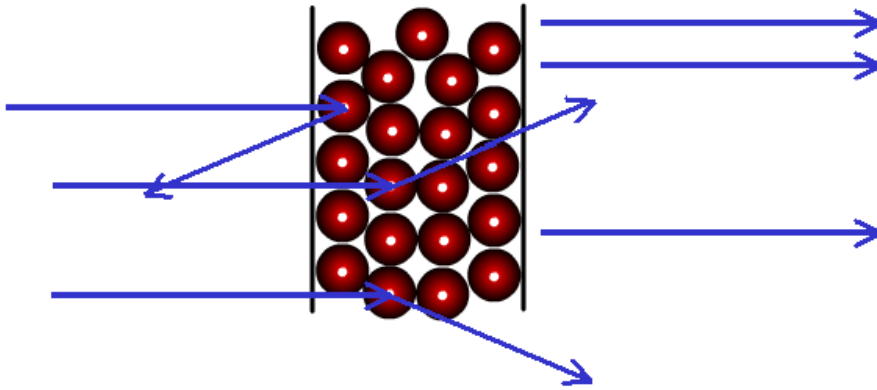
	Símbol	Magnitud	Equivalència (S.I.)	Equivalència
Unitat de massa atòmica	uma	massa	$1,66 \cdot 10^{-27}$ kg	931 MeV
Electronvolt	eV	energia	$1,602 \cdot 10^{-19}$ J	$1,074 \cdot 10^{-9}$ uma

MODELS DE L'ÀTOM:

Rutherford

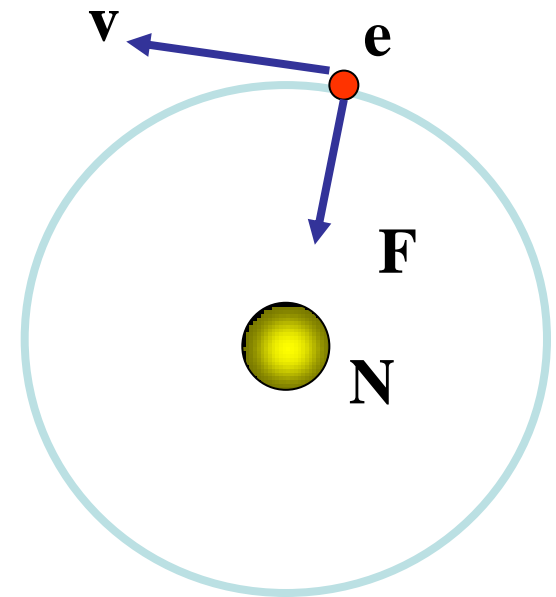
Bohr

Models quàntics



- Condició d'equilibri:

$$F = K \frac{Ze \cdot e}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



- Energia cinètica de l'electró:

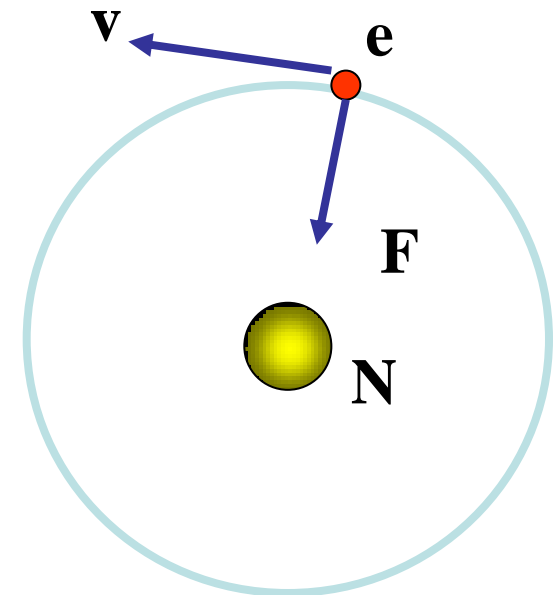
$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} K \frac{Ze \cdot e}{r}$$

- Energia potencial de l'electró:

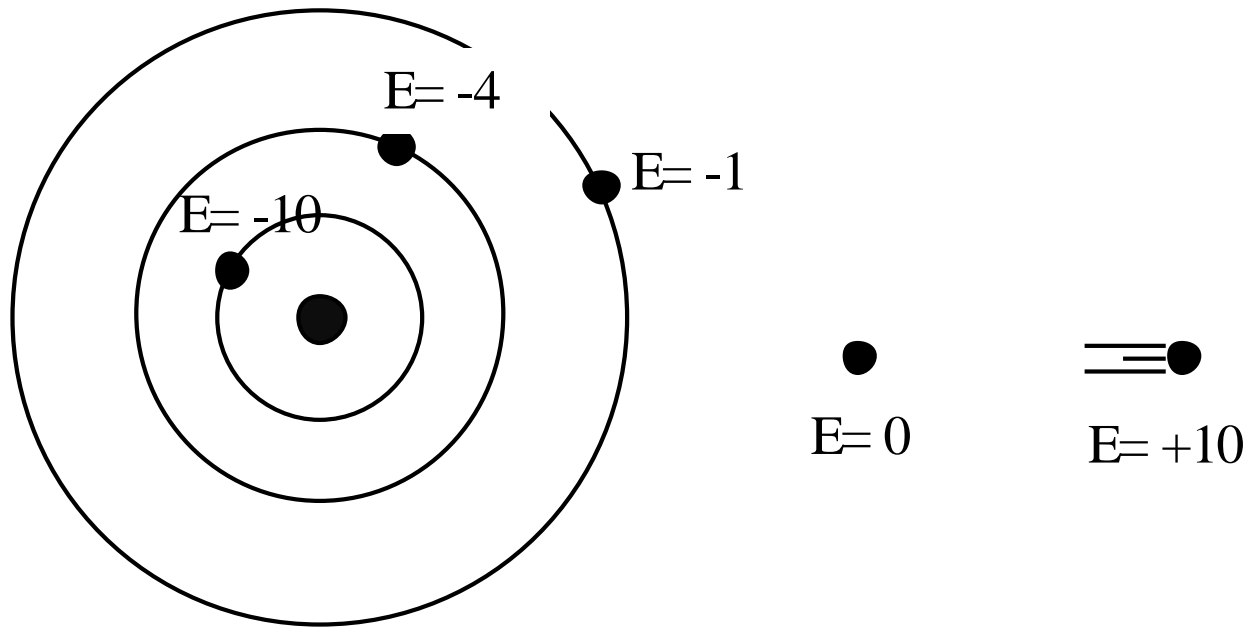
$$E_p = -K \frac{Ze \cdot e}{r}$$

- Energia total de l'electró:

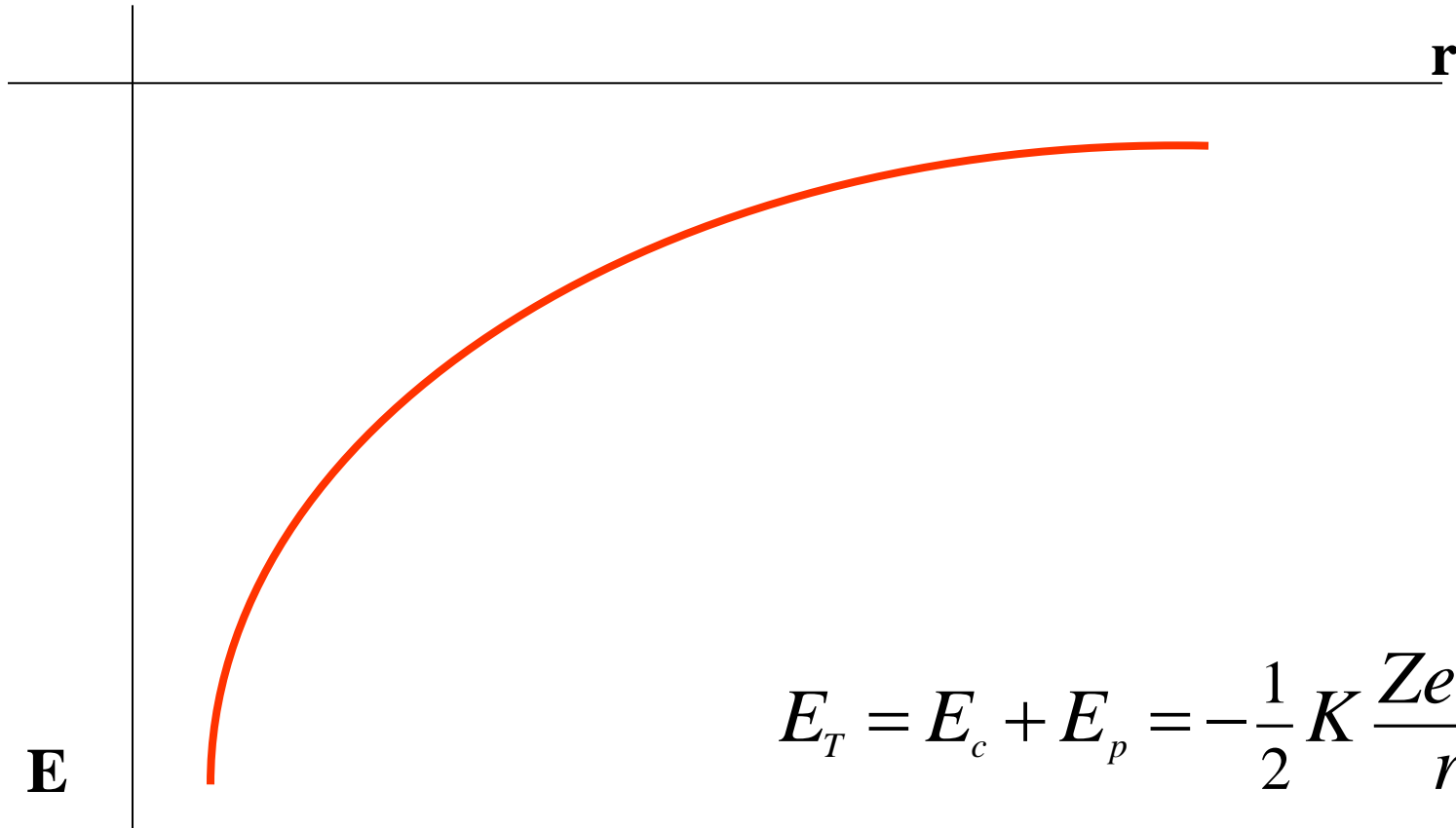
$$E_T = E_c + E_p = -\frac{1}{2} K \frac{Ze \cdot e}{r}$$



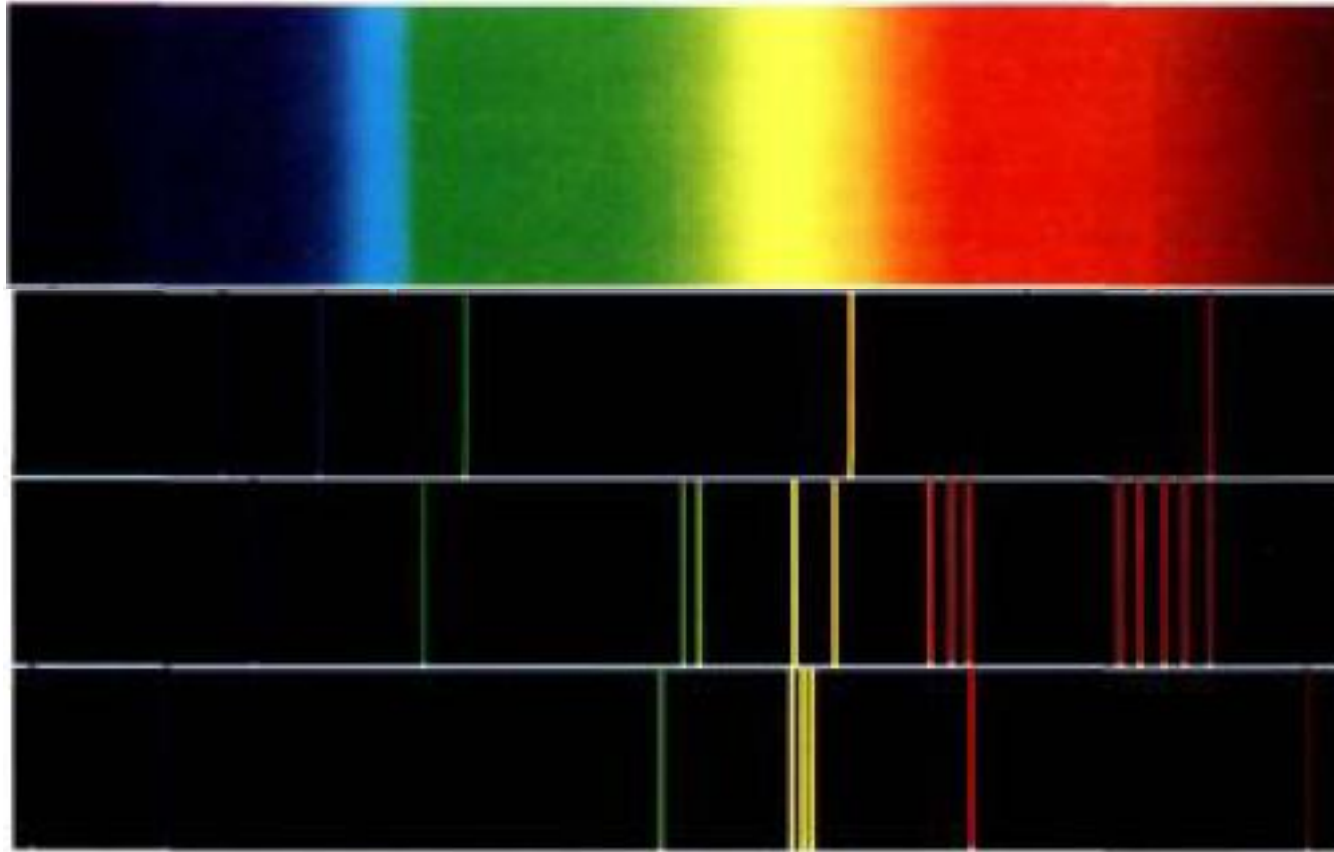
- Energia total de l'electró, $E_T = E_c + E_p = -\frac{1}{2} K \frac{Ze \cdot e}{r}$



- Energia total de l'electró



Espectros atòmics



Luz visible
(continuo)

Espectro del Na

Espectro del Hg

Espectro del Ba

Primer postulat: L'electró, gira al seu voltant en òrbites ben definides sense emetre energia ni absorbir-ne, anomenades estats estacionaris. (Model de Rutherford)

Segon postulat: Només són permeses per l'electró aquelles òrbites amb energies concretes i amb valors quantitzats. El radi i per tant l'energia d'una òrbita (estat estacionari) ve donada per la condició que el moment angular de l'electró ha de ser un múltiple sencer de $h/2\pi$, sent h la constant de Planck.

$$mvr = n \frac{h}{2\pi} \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

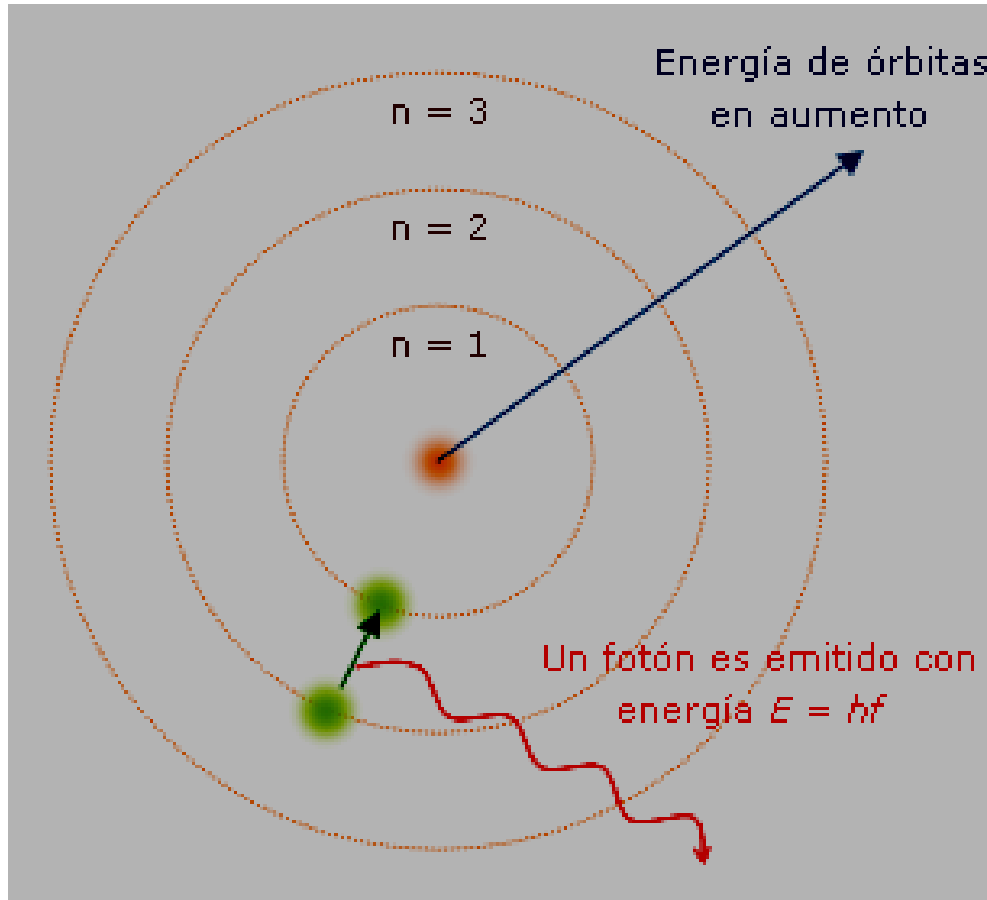
Tercer postulat: Els electrons poden efectuar transicions entre òrbites estacionàries. El pas d'un electró d'una òrbita a una altra provoca una emissió o absorció d'energia d'acord amb la diferència d'energia entre els dos nivells energètics.

$$E_i - E_f = h \cdot f$$

$$2\pi r \cdot mv = n h$$

$$h = 6,6252 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$E_n = -\frac{1}{2} K \frac{Ze^2}{r_n}$$



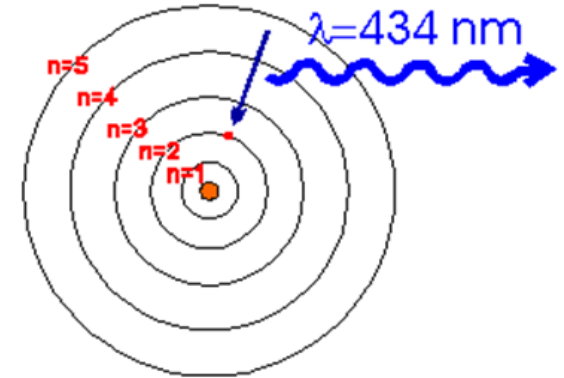
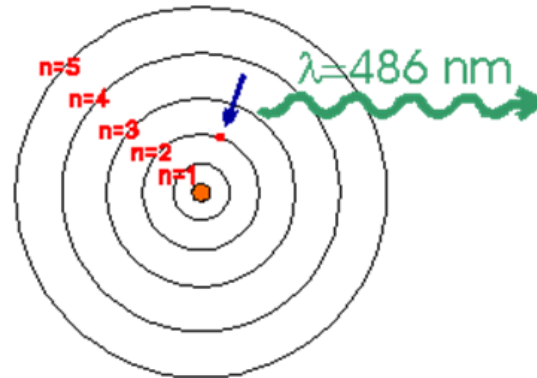
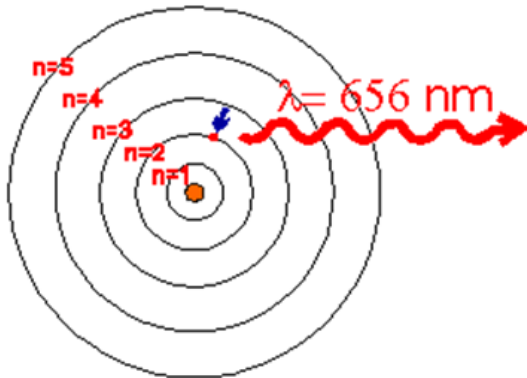
$$E = h f = E_2 - E_1$$

$$E_n \text{ (eV)} = -13,6 \frac{Z^2}{n^2}$$

• Transicions d'electrons

$$E_n \text{ (eV)} = -13,6 \frac{Z^2}{n^2}$$

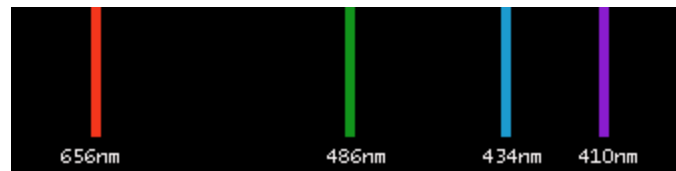
$$E = \frac{hc}{\lambda} = h \cdot f$$



$$\lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2}$$

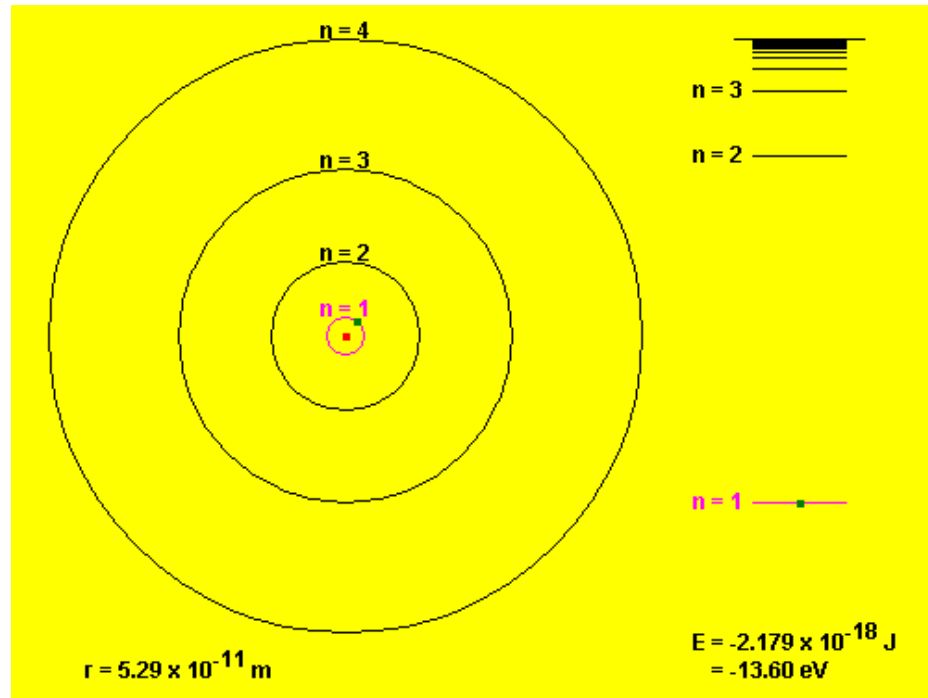
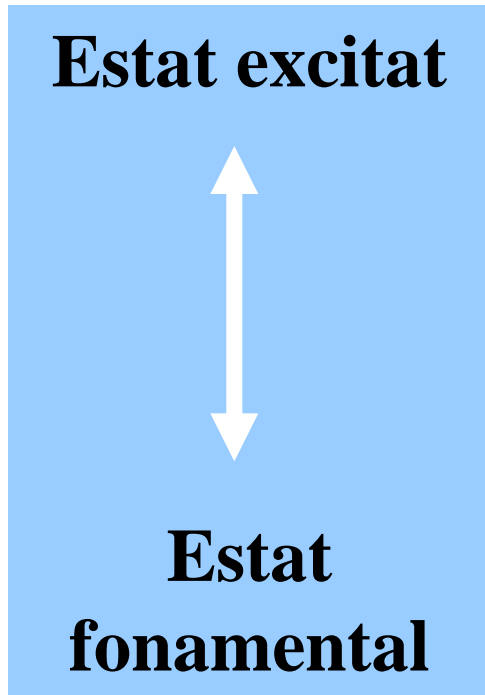
$$\lambda = \frac{hc}{E_4 - E_3}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E_5 - E_2}$$



- Energia d'enllaç

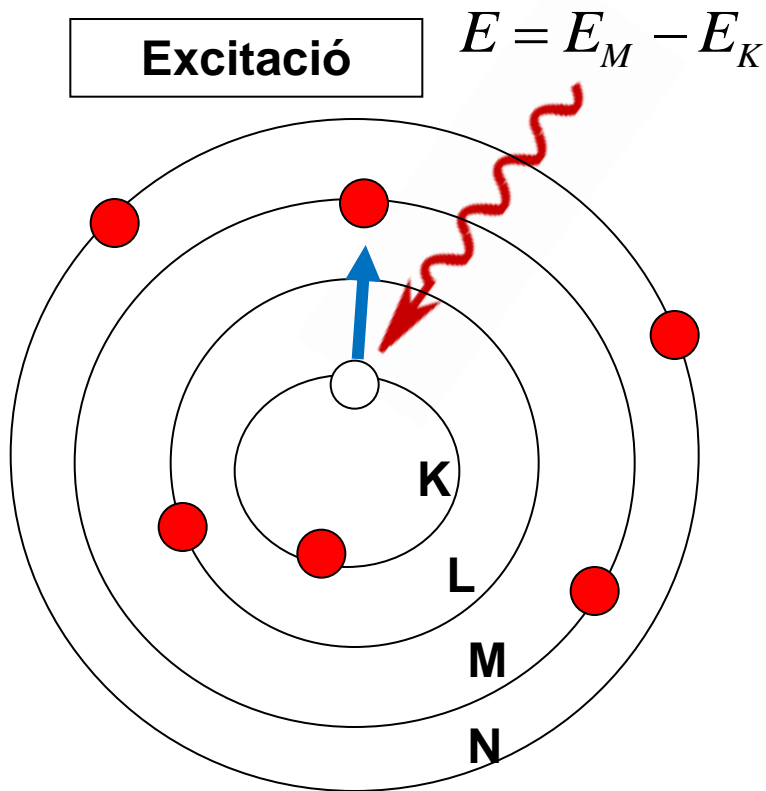
$$W_n = -E_n = \frac{1}{2} K \frac{Ze^2}{r_n}$$



http://www.walter-fendt.de/ph11s/bohrh_s.htm

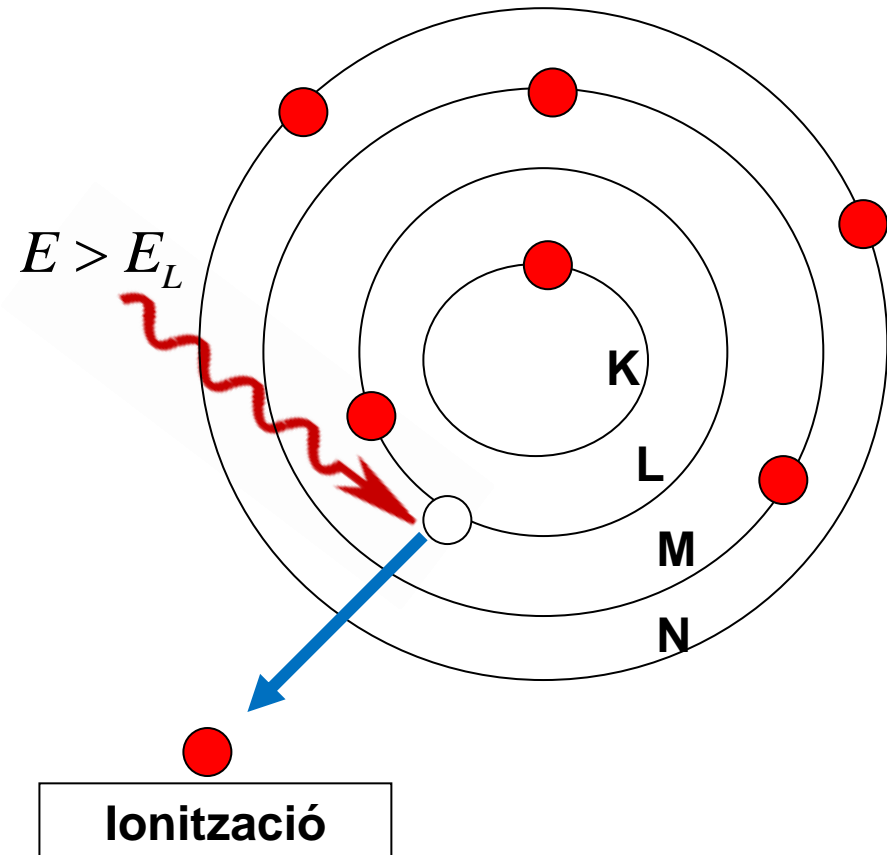
• **Excitació:**

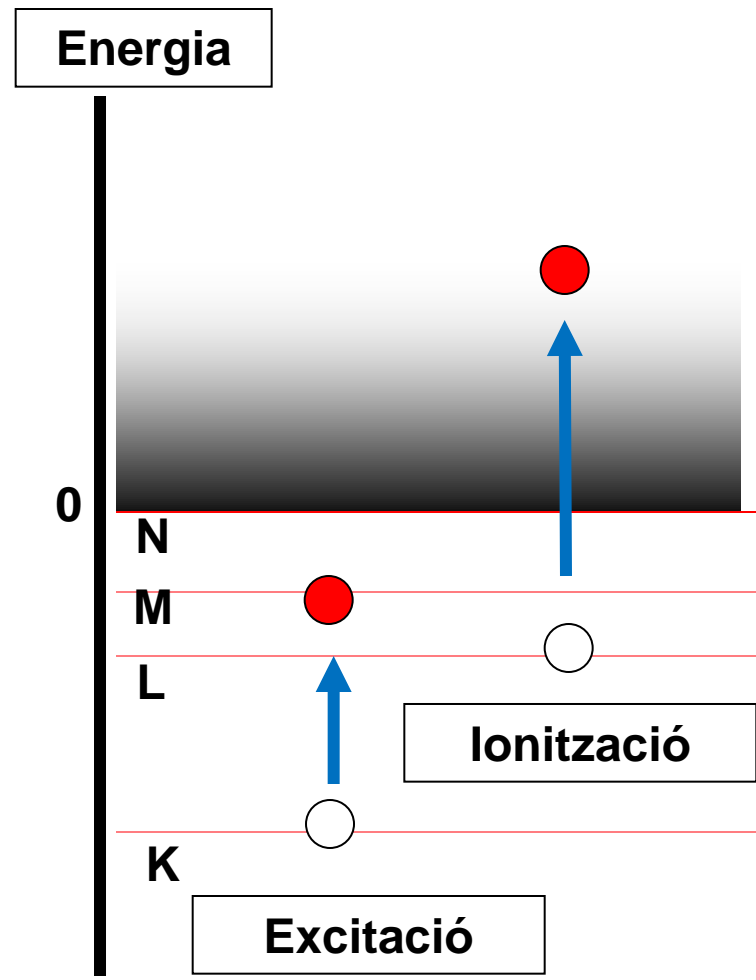
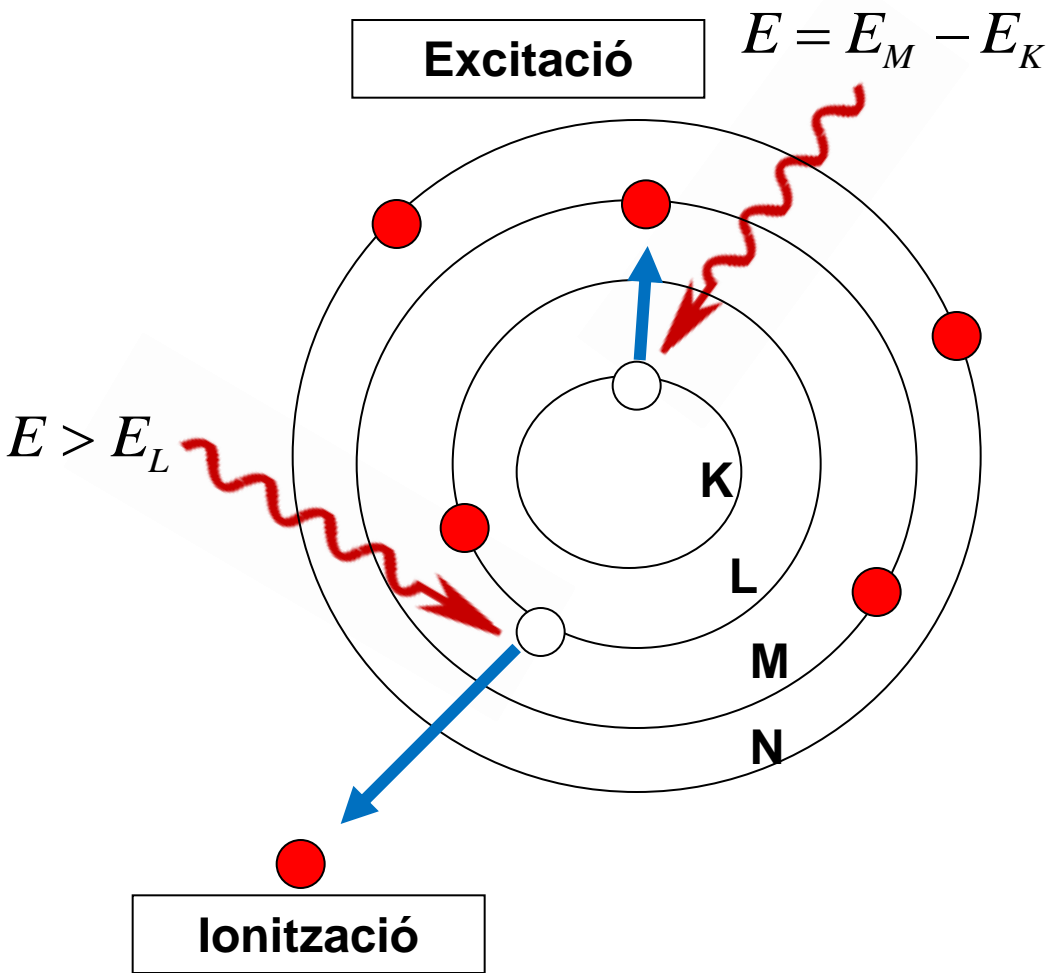
- No es perden electrons
- Àtom neutre (càrrega 0)



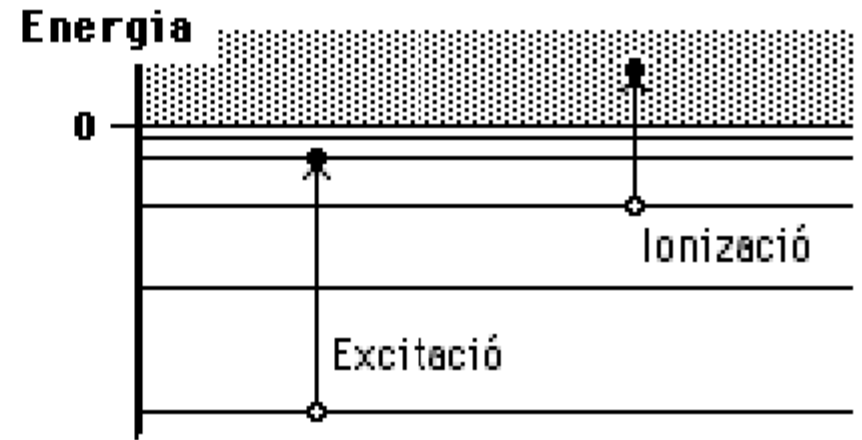
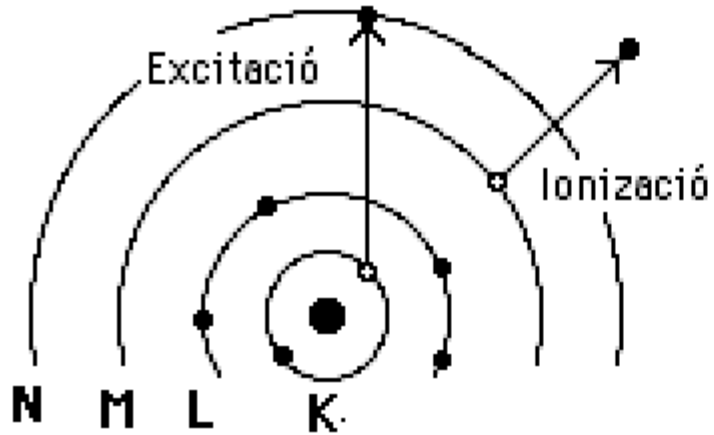
• **Ionització:**

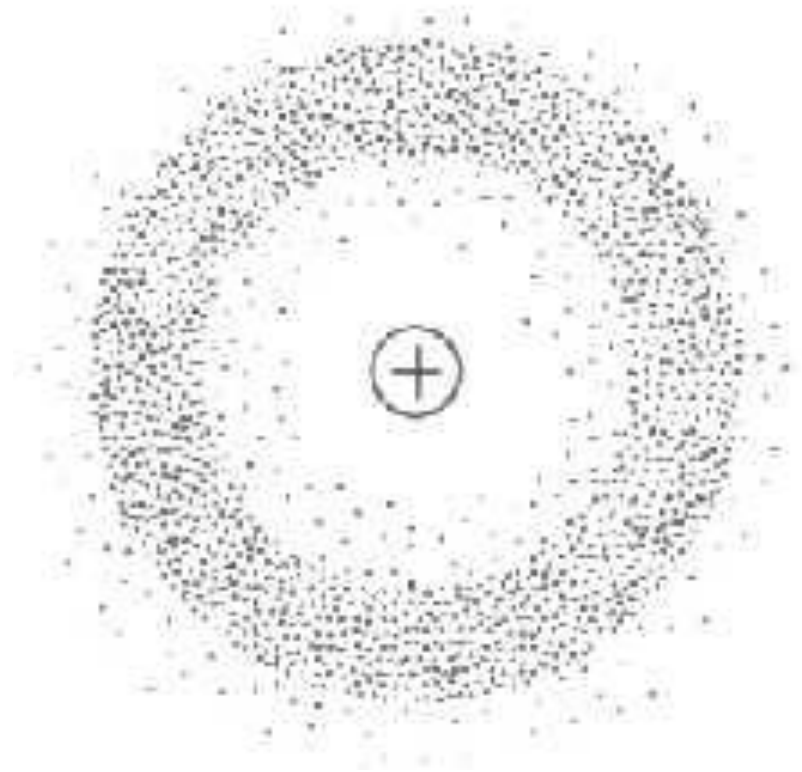
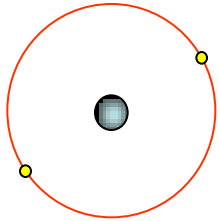
- Es perden electrons
- Àtom positiu (càrrega +)





- Energia d'enllaç





Nombre quàntic

$$n = 1$$

Principal

$$l = 0$$

Orbital

$$m = 0$$

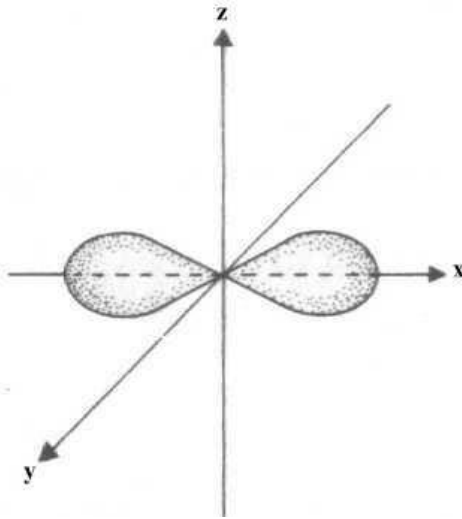
Magnètic

$$s = +1/2$$

$$-1/2$$

Spin

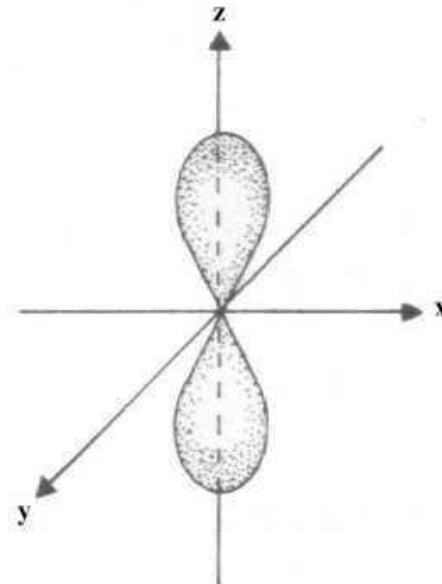
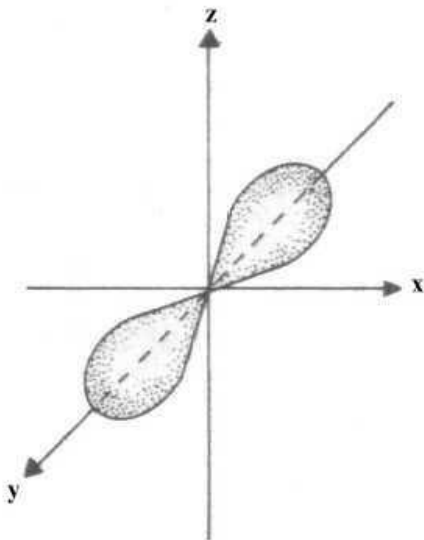
Nombre quàntic	Símbol	Significat	Rang de valors	Exemple
Principal	n	Orbital. Nivell energètic i mida	$1 \leq n$ 1,2,3...	$n = 1, 2, 3 \dots$
Azimutal	l	Suborbital. Subnivell energètic i forma	$0 \leq l \leq n-1$ 0 ... $n-1$	Per $n = 3$: $l = 0, 1, 2$ (s, p, d)
Magnètic	m_l	Orientació a l'espai	$-l \leq m_l \leq l$ $-l \dots 0 \dots l$	Per $l = 2$: $m_l = -2, -1, 0, 1, 2$
D'espín	m_s	Spín	$-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$	Només: $-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$



$$n = 2$$

$$l = 0, 1$$

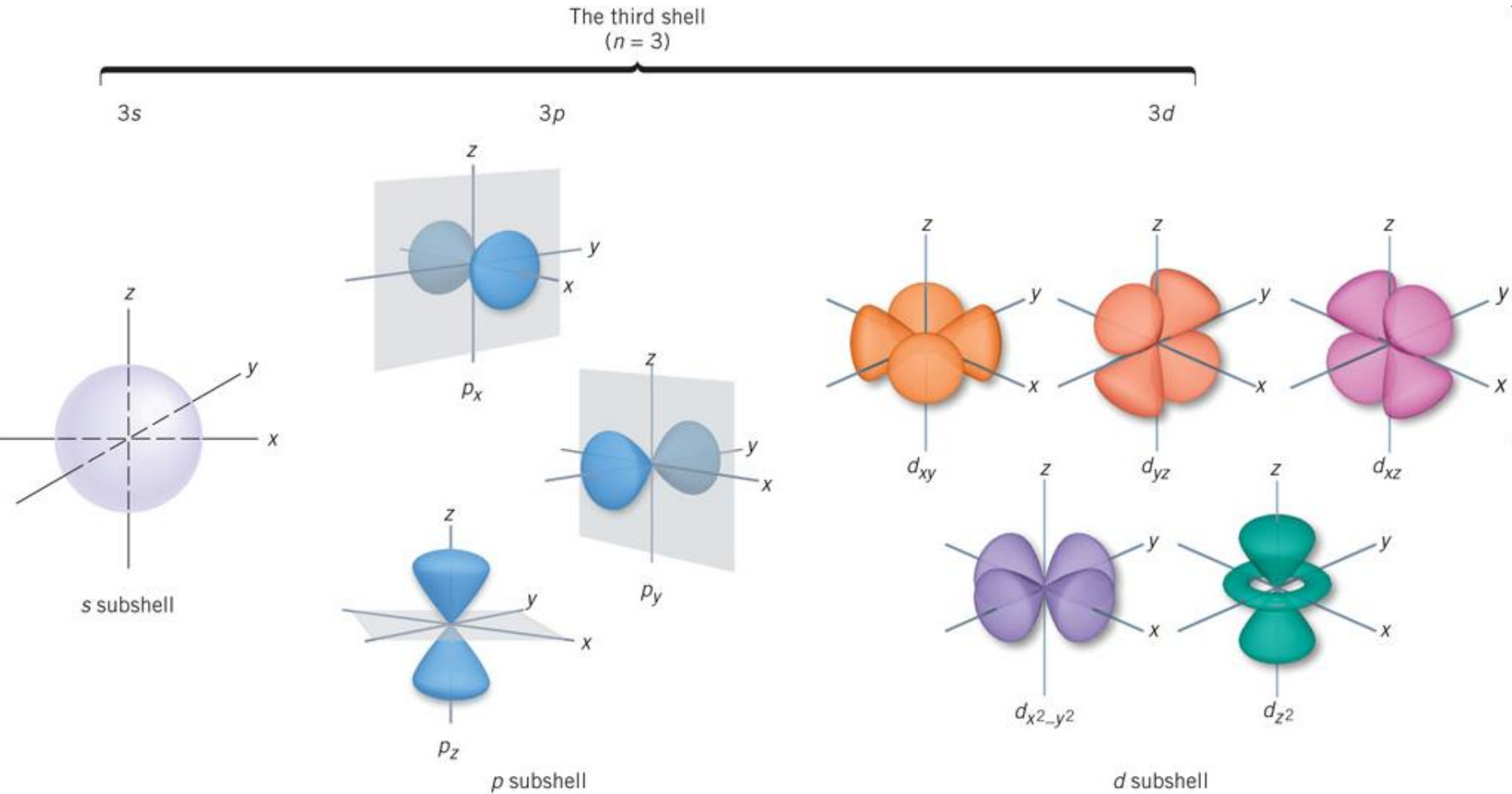
$$m = -1, 0, +1$$



$$s = +1/2$$

$$-1/2$$

Model quàntic de l'àtom



$l = 0$

$l = 1$

$l = 2$

$m_l = 0$

$m_l = -1$

$m_l = 0$

$m_l = 1$

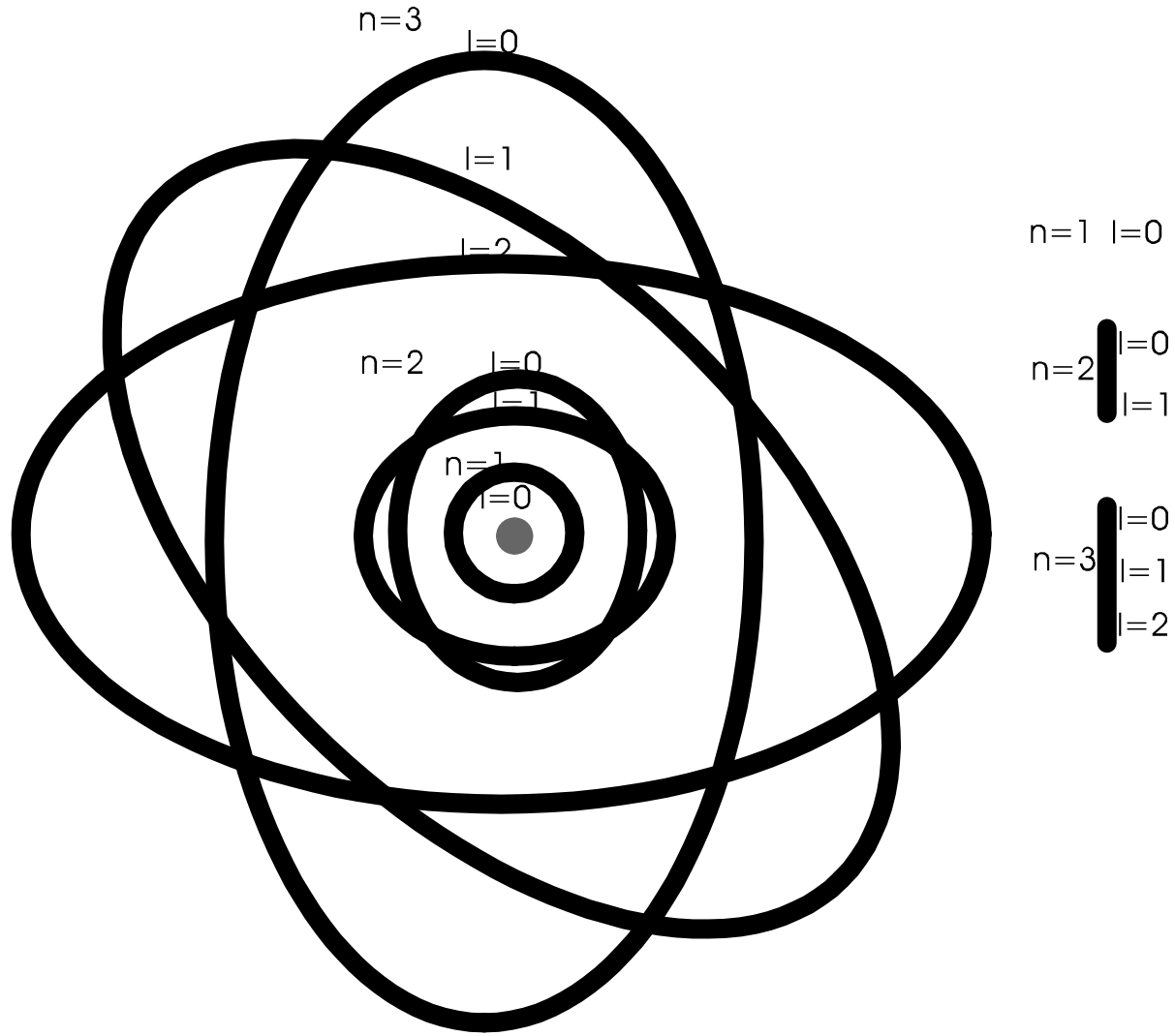
$m_l = -2$

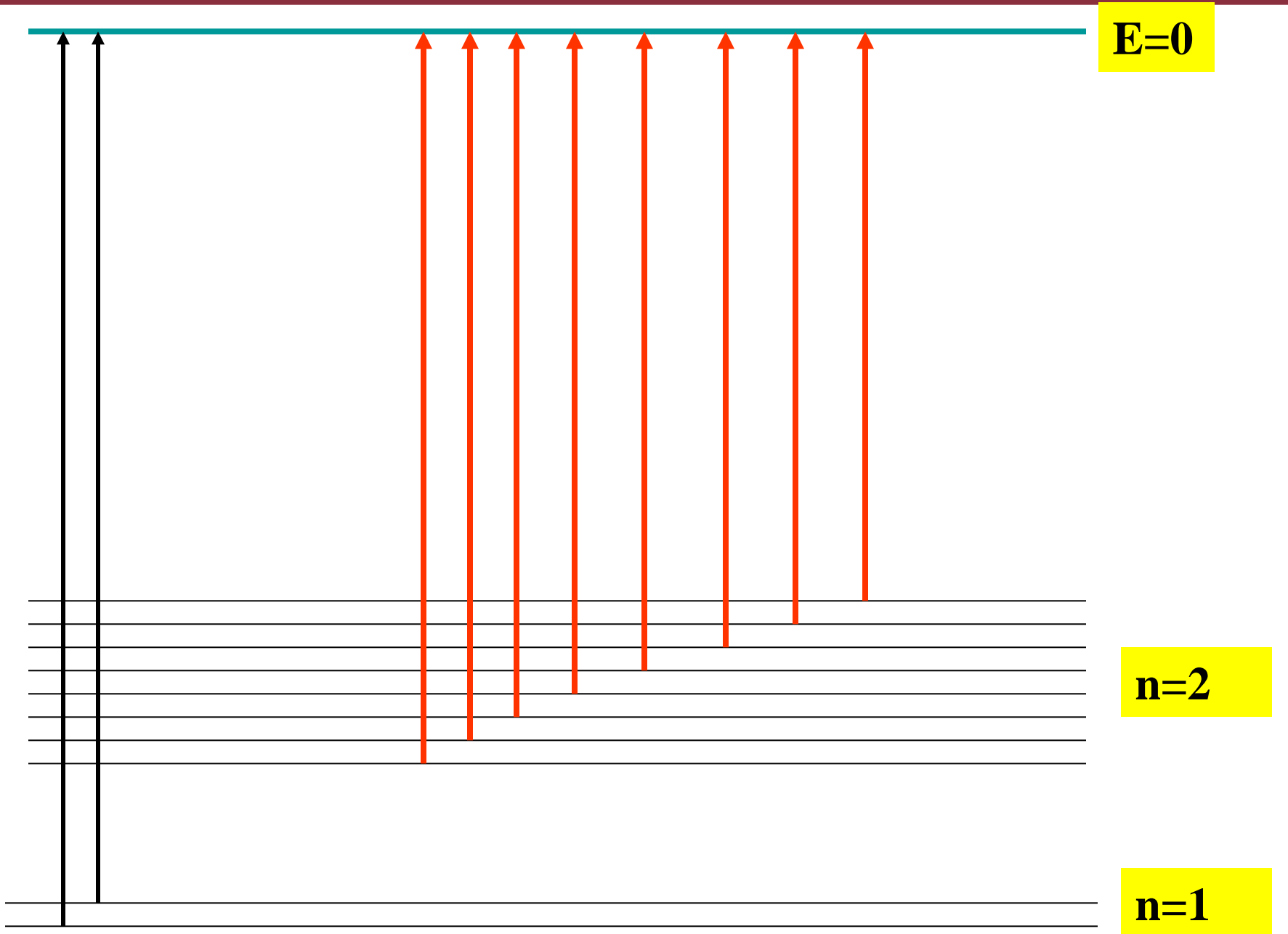
$m_l = -1$

$m_l = 0$

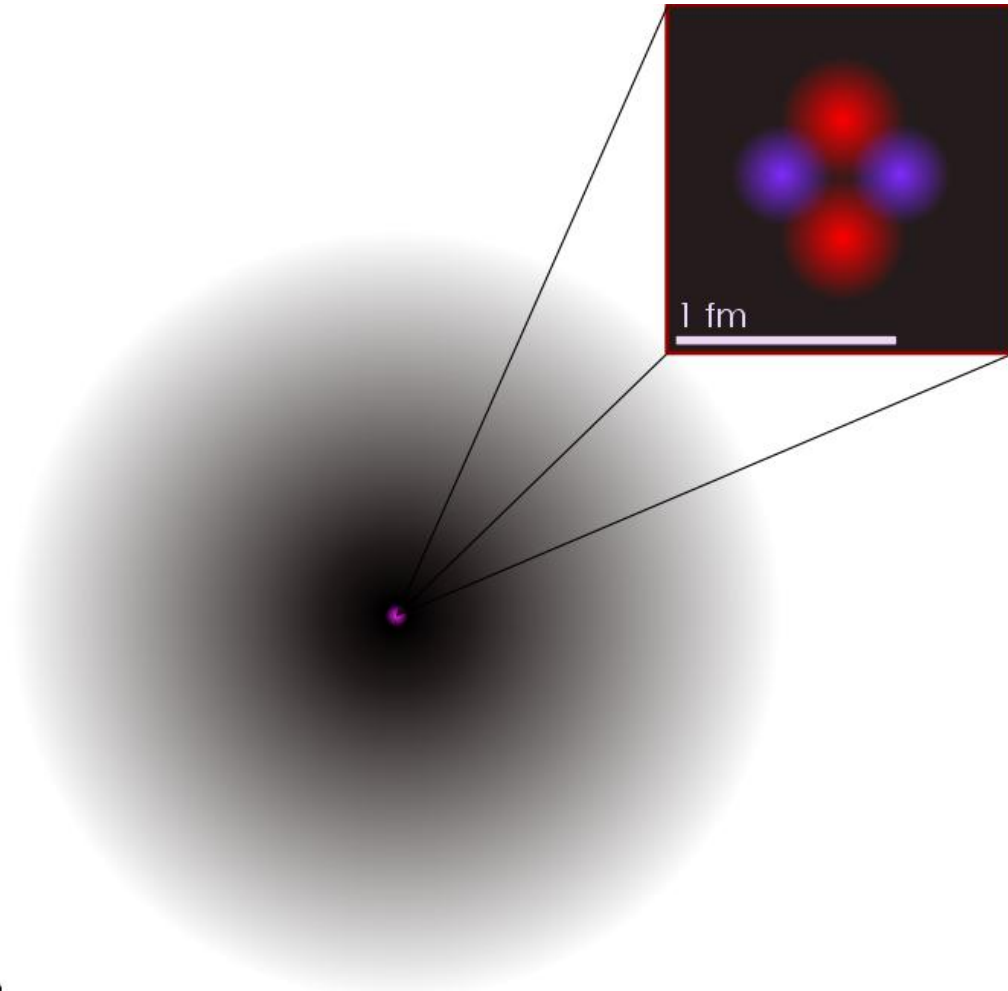
$m_l = 1$

$m_l = 2$





El nucli atòmic



1 Ångström (=100,000 fm)

(1 fermi ò femtòmetre = 1 fm = 10^{-15} m)

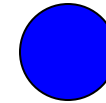
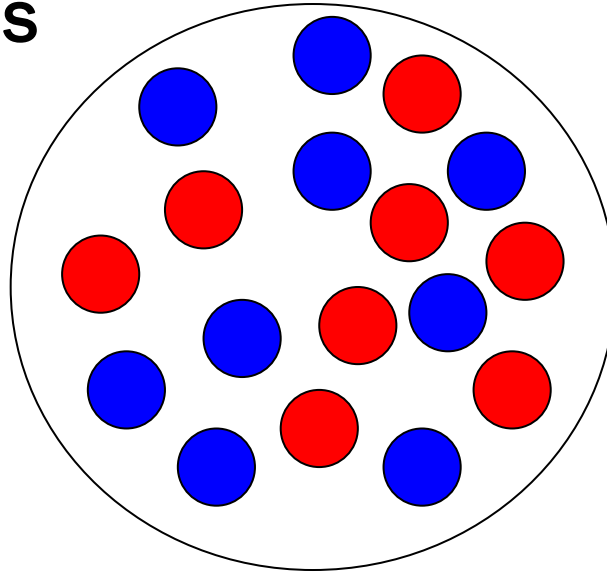


Electrons /
grades estadi

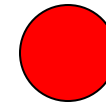
Nucli atòmic /
pèsol

“La matèria està buida”

• Núclids



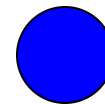
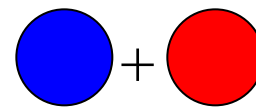
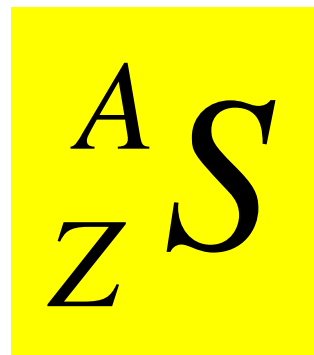
PROTONS



NEUTRONS

Nombre màssic

Nombre atòmic



$$\begin{array}{r} Z \\ + N \\ \hline A \end{array}$$



TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.

Periodo	Grupo																	VIII A		
	IA															VII A	VIII A			
	1															17	18			
1	1, 0.0797															2	4, 0.020			
1	-252.7 -268.2 0.071															-268.9 -269.7 0.126	He			
	$1s^1$															$1s^2$	Helio			
	H																			
	IIA																			
	2																			
2	3 8,94 1330 160,5 0,53	4 8,0122 2770 1277 1,85													5 14,0067 1400 14,0067 0,81	6 12,01115 2,4	7 14,0067 1400 14,0067 0,81	8 15,9994 -183 -218,8 1,14	9 16,9984 -188,2 -219,6 1,11	10 20,179 -246 -248,6 1,20
2	$1s^2 2s^1$	$1s^2 2s^2$													$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^2$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s^2 2s^2 2p^6$
2	Li	Be													B	C	N	O	F	Ne
	Litio	Berilio													Boro	Carbono	Nitrógeno	Oxígeno	Flúor	Neón
3	11 22,9898 982 97,8 0,97	12 24,305 1107 850 1,74											13 28,9815 2450 880 2,70	14 28,086 1410 2,33	15 30,9738 280 44,2 2,07	16 32,064 4 444,8 2,07	17 35,453 -34,7 -101,0 1,56	18 39,948 -185,8 -189,4 1,40		
3	$[Ne]3s^1$	$[Ne]3s^2$											$[Ne]3s^2 3p^1$	$[Ne]3s^2 3p^2$	$[Ne]3s^2 3p^3$	$[Ne]3s^2 3p^4$	$[Ne]3s^2 3p^5$	$[Ne]3s^2 3p^6$		
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
	Sodio	Magnesio											Aluminio	Silicio	Fósforo	Zufre	Cloro	Argón		
4	19 39,098 760 83,7 0,86	20 40,08 1440 838 1,55	21 44,956 2730 1539 3,0	22 47,90 3260 1668 4,51	23 50,942 3450 1900 4,51	24 51,996 2345,6	25 54,938 2346,7	26 55,847 3000 1536 7,88	27 58,93 2900 1495 8,9	28 58,71 2730 1453 8,9	29 63,54 2595 1083 8,98	30 65,37 906 419,5 7,14	31 69,72 2237 5,91	32 72,59 2830 837,4 5,32	33 74,922 4 813 5,72	34 78,96 280 44,8 2,07	35 79,908 ±1,35,7	36 83,80 -152 -157,3 2,6		
4	$[Ar]4s^1$	$[Ar]4s^2$	$[Ar]3d^1 4s^2$	$[Ar]3d^2 4s^2$	$[Ar]3d^3 4s^2$	$[Ar]3d^4 4s^1$	$[Ar]3d^5 4s^2$	$[Ar]3d^6 4s^2$	$[Ar]3d^7 4s^2$	$[Ar]3d^8 4s^2$	$[Ar]3d^9 4s^2$	$[Ar]3d^{10} 4s^2$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^2$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^3$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^4$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^5$	$[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^6$		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
	Potasio	Calcio	Escandio	Titanio	Vanadio	Cromo	Mangnesio	Hierro	Cobalto	Niquel	Cobre	Zinc	Galio	Germanio	Arsénico	Selenio	Bromo	Criptón		
5	37 86,47 688 36,9 1,53	38 87,62 1380 769 2,6	39 88,906 2927 1509 4,47	40 91,22 3580 1852 6,49	41 92,906 3300 2468 6,4	42 95,94 5560 2610 10,2	43 97 21,40 11,5	44 101,07 4900 2348,8	45 102,905 4500 234,8	46 106,4 3980 152 12,0	47 107,870 765 320,9 10,5	48 112,40 2000 980,8 10,5	49 114,82 2270 158,2 7,31	50 118,69 2270 231,9 7,30	51 121,75 1380 830,5 8,82	52 127,60 988,8 8,24	53 126,904 183 113,7 4,94	54 131,30 -108,0 -111,9 3,08		
5	$[Kr]5s^1$	$[Kr]5s^2$	$[Kr]4d^1 5s^2$	$[Kr]4d^2 5s^2$	$[Kr]4d^3 5s^1$	$[Kr]4d^5 5s^1$	$[Kr]4d^6 5s^2$	$[Kr]4d^7 5s^1$	$[Kr]4d^8 5s^1$	$[Kr]4d^9 5s^1$	$[Kr]4d^{10} 5s^1$	$[Kr]4d^{10} 5s^2$	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^1$	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^2$	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^3$	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^4$	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^5$	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^6$		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
	Rubidio	Estroncio	Itrio	Zirconio	Niobio	Volframo	Tecnecio	Rutenio	Rodio	Paladio	Plata	Cadmio	Indio	Estaño	Antimonio	Yeluro	Yodo	Xenón		
6	55 132,905 690 28,7 1,90	56 137,34 1840 714 3,5	57 138,91 3470 920 4,47	72 178,49 5400 2222 13,1	73 180,948 5425 2998 16,61	74 183,85 5930 3410 19,3	75 186,2 5900 3180 22,5	76 189,2 5500 3000 22,5	77 192,2 5300 2454 22,5	78 195,09 4530 1769 21,4	79 196,967 2970 1083 19,3	80 200,59 2,4	81 204,37 1457 303 11,85	82 207,19 1725 327,4 9,8	83 208,980 1580 271,3 9,8	84 (210) 4,8	85 (210) 4,8	86 (222) (-61,8) (-71)		
6	$[Xe]6s^1$	$[Xe]6s^2$	$[Xe]5d^1 6s^2$	$[Xe]4f^1 5d^2 6s^2$	$[Xe]4f^2 5d^2 6s^2$	$[Xe]4f^4 5d^1 6s^2$	$[Xe]4f^5 5d^1 6s^2$	$[Xe]4f^6 5d^1 6s^2$	$[Xe]4f^7 5d^1 6s^2$	$[Xe]4f^8 5d^1 6s^2$	$[Xe]4f^9 5d^1 6s^2$	$[Xe]4f^{10} 5d^1 6s^2$	$[Xe]4f^{10} 5d^2 6s^2$	$[Xe]4f^{10} 5d^2 6s^2$	$[Xe]4f^{10} 5d^2 6s^2$	$[Xe]4f^{10} 5d^2 6s^2$	$[Xe]4f^{10} 5d^2 6s^2$	$[Xe]4f^{10} 5d^2 6s^2$		
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
	Cesio	Bario	Lantano	Hafnio	Tántalo	Volframo	Renio	Osmio	Iridio	Platino	Oro	Mercurio	Talio	Plomo	Bismuto	Polonio	Astato	Radón		
7	87 (223) (27)	88 (226) 700	89 (227) 700	104 (261)	105 (282)	106 (283)	107 (282)	108 (285)	109 (286)	110 (289)	111 (272)	112 (277)	-	-	-	-	-	-		
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub	Uuq	Uuh	Uuo	Uuq	Uuh	Uuo		
	Francio	Radio	Actinio	Rutherfordio	Dubnio	Seaborgio	Bohrio	Hessio	Meitnerio	Ununnilio	Ununnilio	Ununnilio	Ununnilio	Ununnilio	Ununnilio	Ununnilio	Ununnilio	Ununnilio		

Metales alcalinos

Metales alcalinos

Metales de transición

Halógenos

Lantánidos

Actínidos

Notas:

- Metales
- Metaloides
- No metales
- Gases nobles

(1) Base en peso atómico carbono de 12 () indica el más estable o el de isótopo más conocido.

NÚCLIDOS	CARACTERÍSTICAS
ISÓTOPOS	núclidos con el mismo número atómico y distinto número másico
ISÓTONOS	núclidos con el mismo número de neutrones
ISÓBAROS	núclidos con la misma masa atómica
ISÓMEROS	núclidos con el mismo número y masa atómica pero con distinto estado energético. Los isómeros se distinguen añadiendo una "m" al número másico

↗ *Isòtopos* ⇒ $^1\text{H} - ^2\text{H}; ^{12}\text{C} - ^{14}\text{C} \quad ^{32}\text{S} - ^{35}\text{S}$

↗ *isòtonos* ⇒ $^{33}_{15}\text{P} - ^{28}_{10}\text{Ne} - ^{34}_{16}\text{S}$
 $N = 18$

↗ *isòbaros* ⇒ $^{64}_{28}\text{Ni} - ^{64}_{29}\text{Cu} - ^{64}_{30}\text{Zn}$

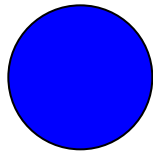
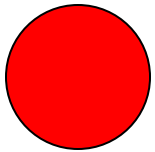
↗ *isòmeros* ⇒ $^{137\text{m}}_{56}\text{Ba} - ^{137}_{56}\text{Ba}$

- Mida i massa del nucli

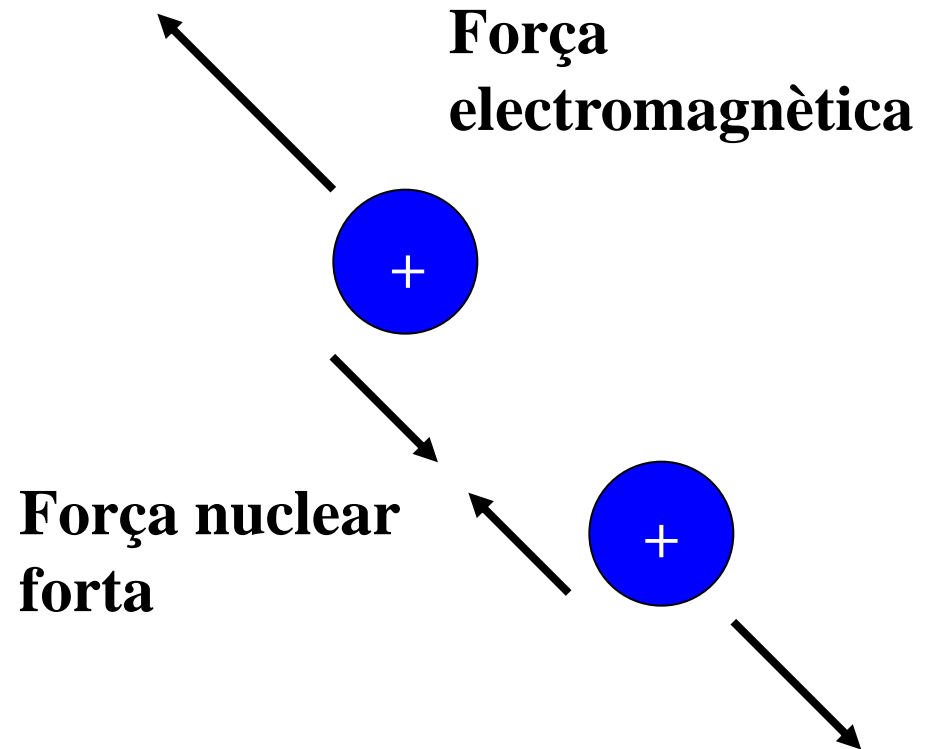
Radi	$R_{nucli} \text{ (fm)} = 1,2 \cdot A^{1/3}$
Massa	99,97 % de la massa de l'àtom
Densitat	$1,8 \cdot 10^{14} \text{ g/cm}^3$

- Forces nuclears

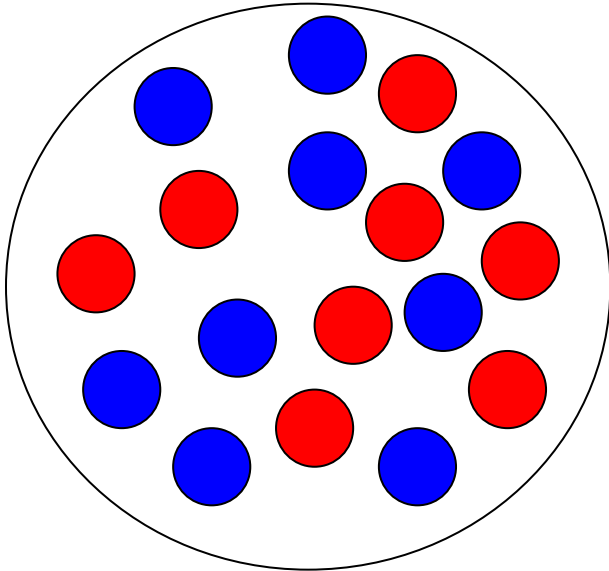
nucleons



**Atracció o repulsió segons la
distància**



- Energia d'enllaç



$$m_N < Zm_p + (A - Z)m_n$$

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_N$$

$$E_{enlace} = \Delta m \cdot c^2$$

- Energia d'enllaç ^{12}C

$$\Delta m \text{ } ^{12}\text{C} = 6 \cdot (m_p + m_n + m_e) - 12.0000 =$$

$$= 0.0989436 \text{ uma}$$

$$E_{\text{I}} \text{ } ^{12}\text{C} = 92.166 \text{ MeV}$$

Energia d'enllaç per nucleó: Estabilitat nuclear

$$E_{\text{I}}/\text{nucleó.} \text{ } ^{12}\text{C} = 7.68 \text{ MeV/nucleó}$$

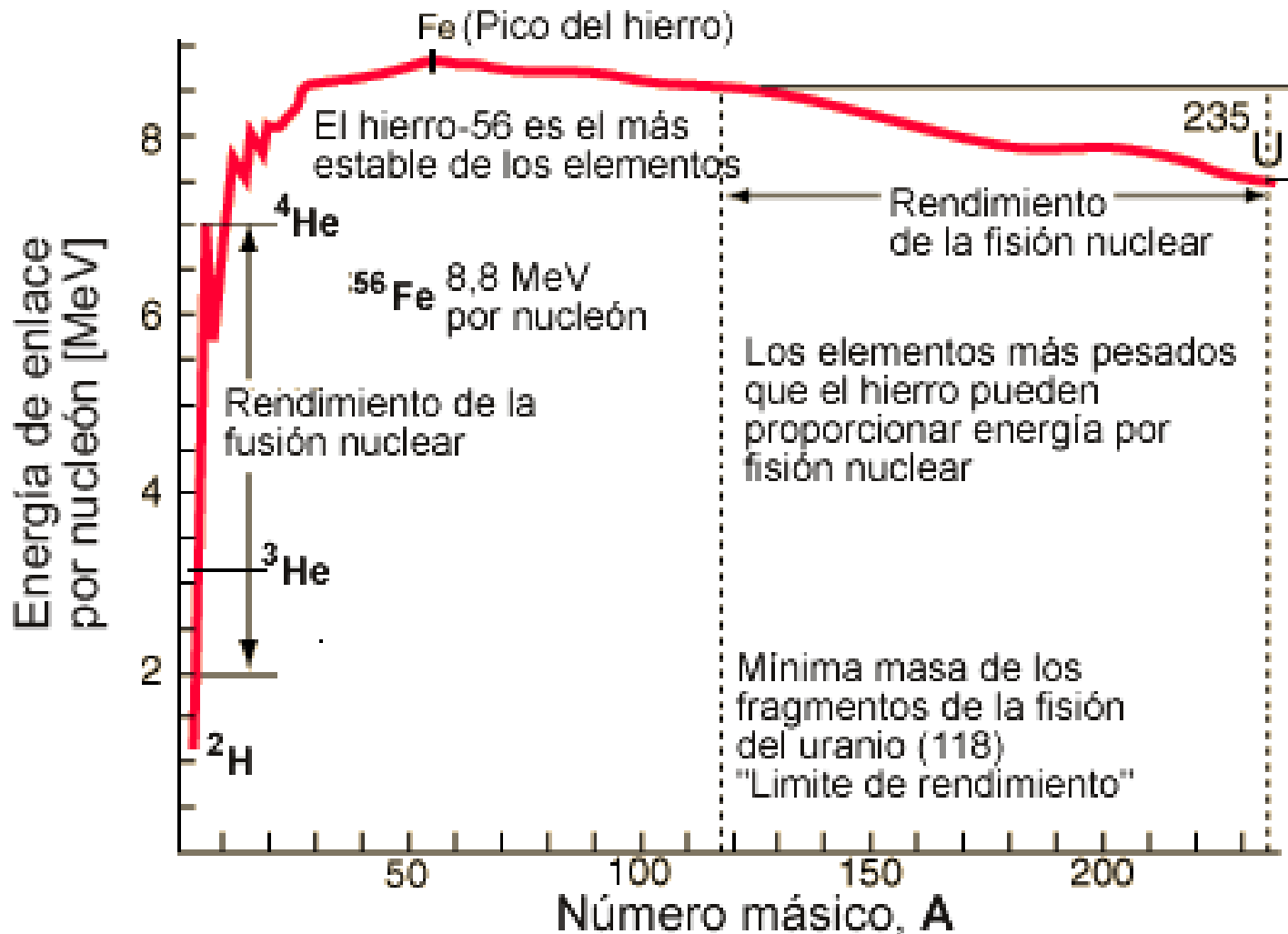
- Energia d'enllaç ^{14}C

$$\begin{aligned}\Delta m \text{ } ^{14}\text{C} &= 6 \cdot (m_p + m_e) + 8 \cdot m_n - 14.003242 = \\ &= 0.113034 \text{ uma}\end{aligned}$$

$$E_l \text{ } ^{14}\text{C} = 105.29 \text{ MeV}$$

$$E_l/\text{nucleó } ^{14}\text{C} = 7.52 \text{ MeV/nucleó}$$

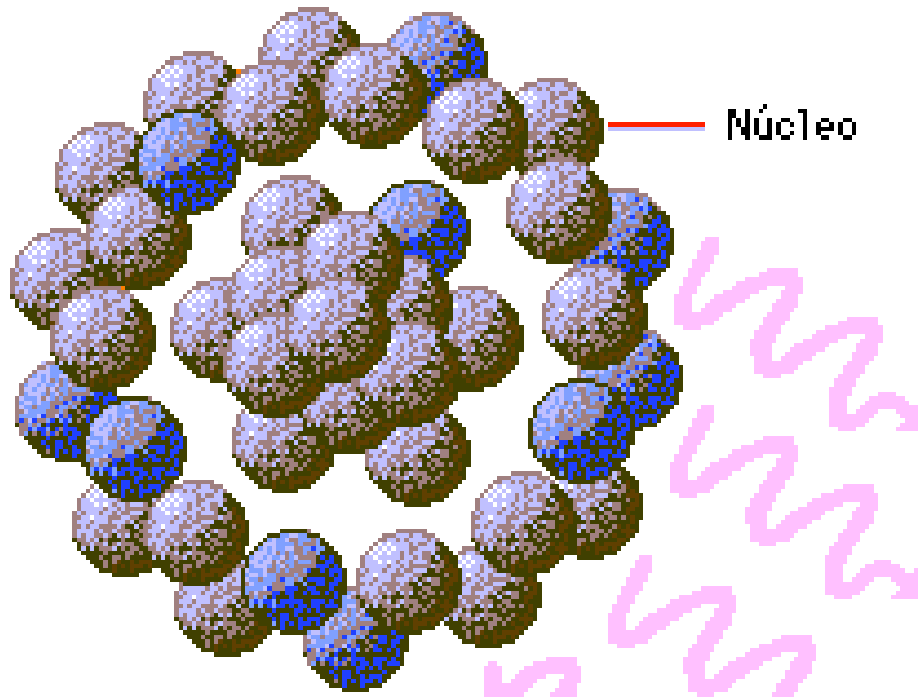
- Estabilitat nuclear



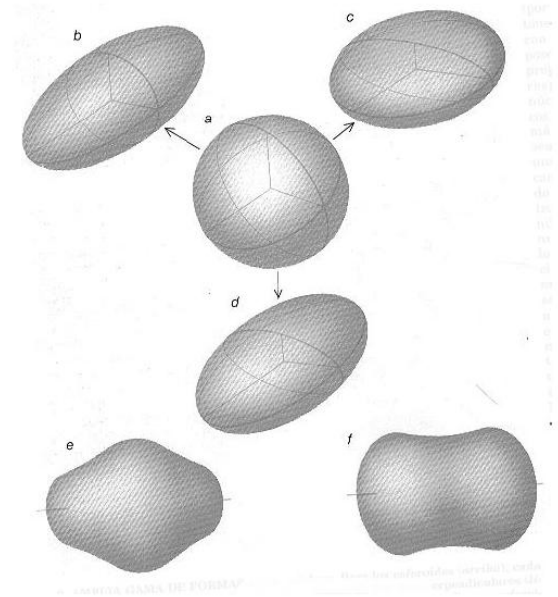
- Energia d'enllaç nuclear i atòmica

Núclid	Massa atòmica (MeV)	Energia d'enllaç (MeV)	
		nuclear	atòmica
^1H	938,768	-----	0,000136
^{16}O	14898,944	127,617	0,0020
^{57}Fe	53034,185	499,90	0,034
^{235}U	218938,706	1783,17	0,69

- Models nuclears



FORMA DE LOS NÚCLEOS



- **Models nuclears**

- 1.- Els nucleons es troben en nivells d'energia ben determinats als que anomenarem orbitals. Només són possibles determinades posicions per als nucleons.
- 2.- Els nucleons de la part més interior del nucli, és a dir dins un determinat radi r , tenen una energia potencial mitja aproximadament constant.
- 3.- Com més distant del centre es troba un nucleó, més energia té.
- 4.- Cada nivell energètic pot contenir, com a màxim, quatre nucleons: dos protons de spin diferent i dos neutrons de spin diferent.
- 5.- Els nuclis que posseeixen 2, 8, 20, 28, 50, 82 o 126 nucleons de la mateixa espècie (protons o neutrons) són particularment estables ja que tenen completes totes les seves capes de menor energia.

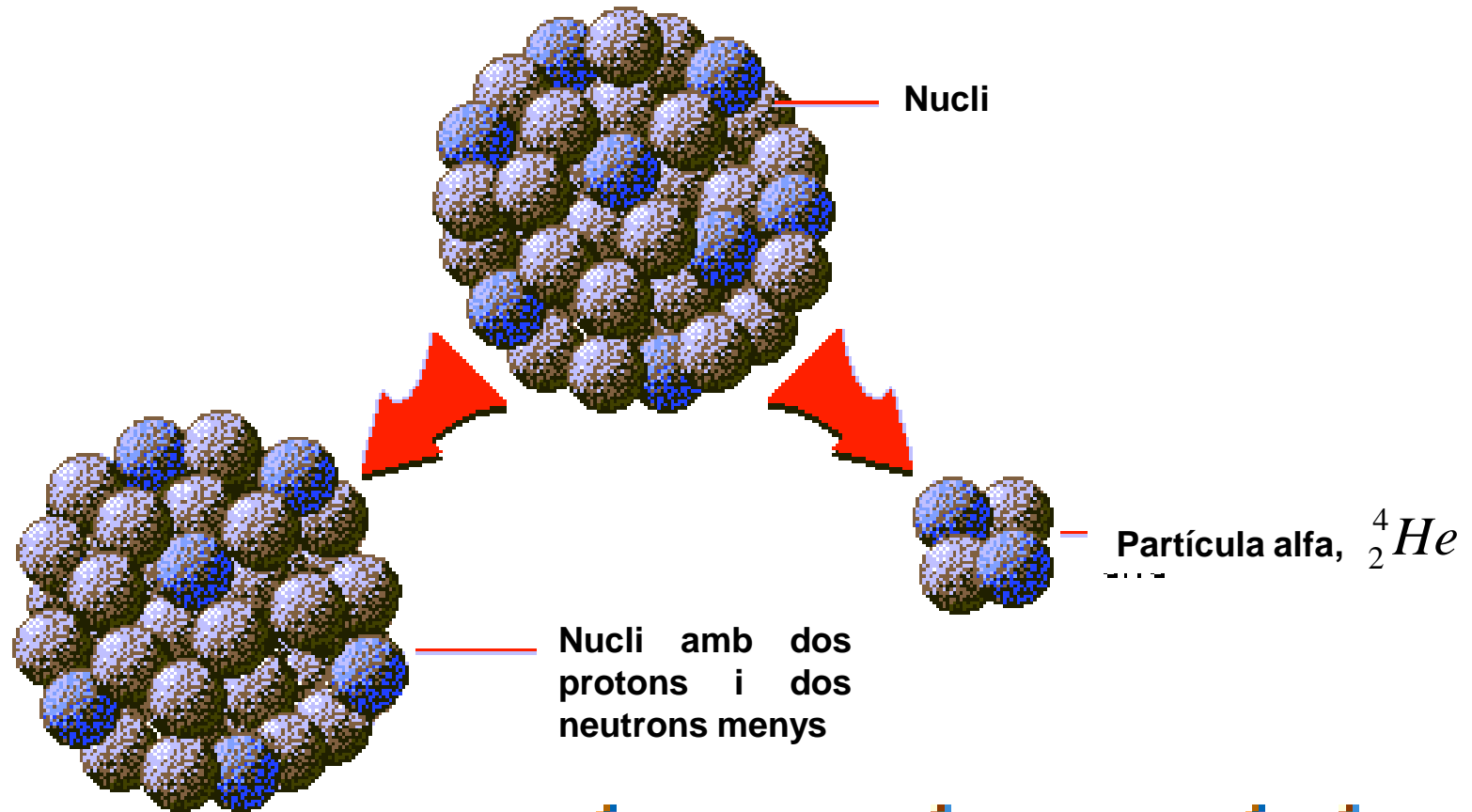
- **Desintegració nuclear**

Procés pel qual un nucli inestable o radioactiu canvia la seva estructura (A i Z o sol Z) buscant apropar-se a una configuració estable

Desintegració α : Nuclis inestables pesats ($A > 150$)

Desintegració β^+ i β^- : Nuclis inestables lleugers

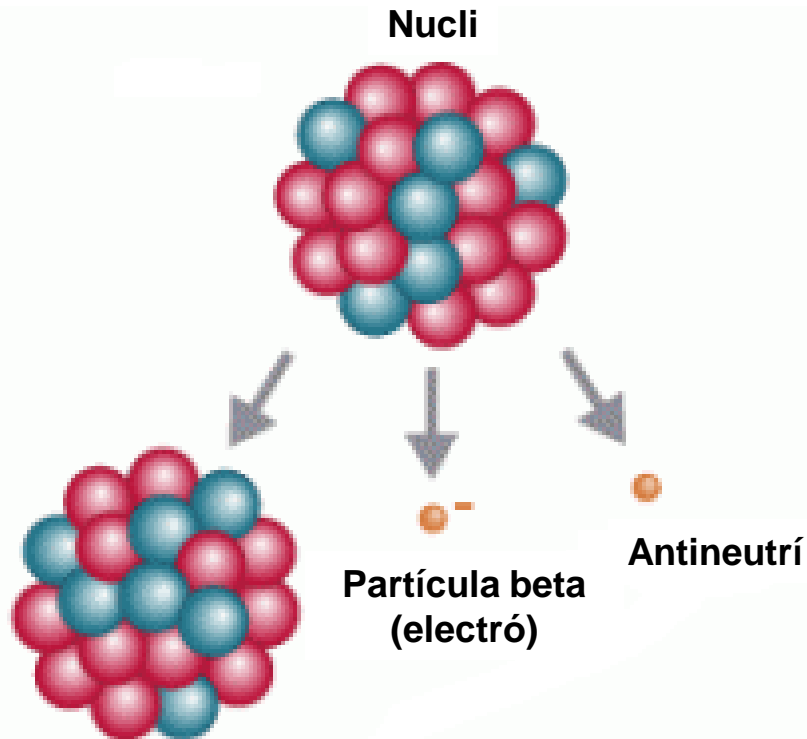
- Desintegració nuclear: Desintegració α



Partícula alfa, α

- Desintegració nuclear: Desintegració β

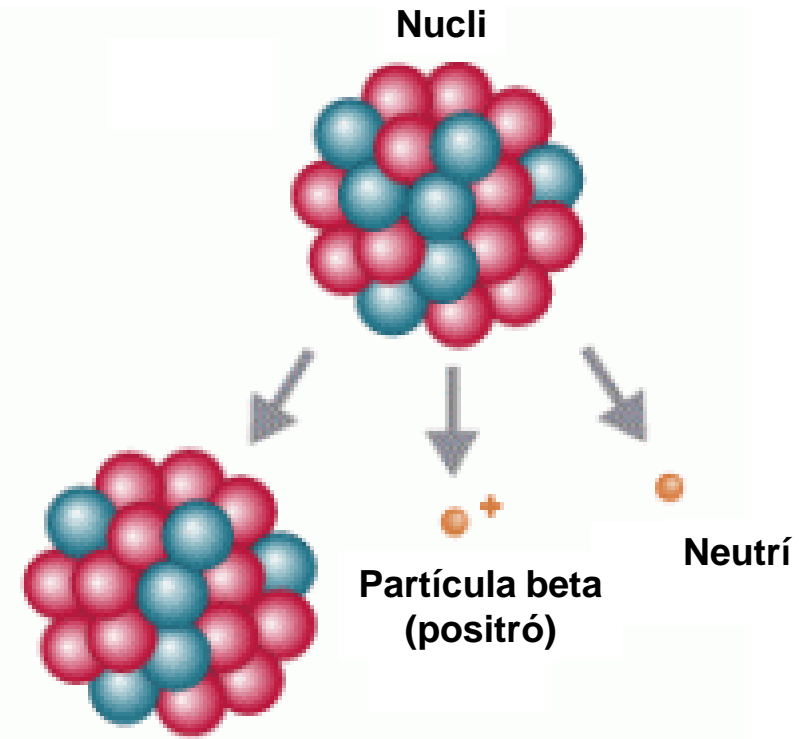
Desintegració β^-



Nucli amb un neutró menys i un protó més



Desintegració β^+



Nucli amb un neutró més i un protó menys



- Estabilitat nuclear

