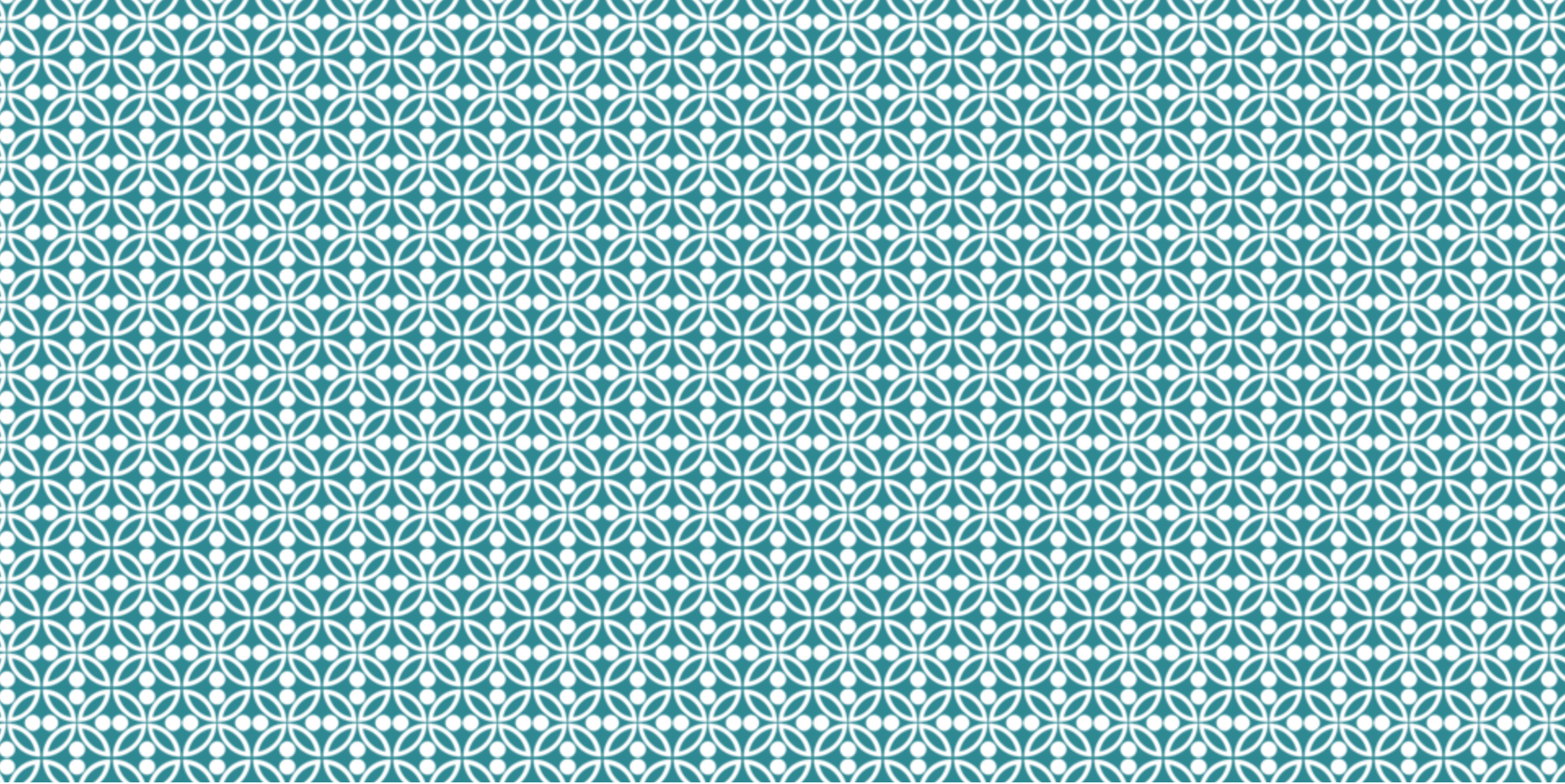




UNITAT 6. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA I LA TAULA PERIÒDICA

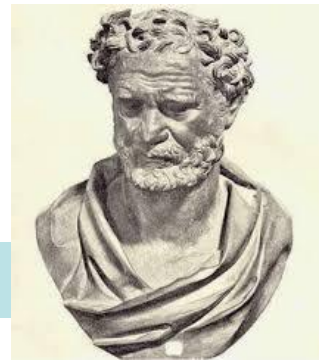
Química I Batxillerat

ÍNDEX

1. Teories atòmiques
2. Models atòmics
3. Model de Bohr
4. Model actual, quàntic o d'orbitals
5. Conclusions. Nombres quàntics
6. Configuracions electròniques
7. La taula periòdica
8. L'estructura electrònica i la TP

1. TEORIES ATÒMIQUES

TEORIA ATÒMICA DE DEMÒCRIT



Demòcrit d'Abdera (460 a.C. – 370 a.C.) ha passat a la història de la filosofia i de la ciència per la seva intuïció (no basada en l'experimentació) sobre l'existència a l'interior de la matèria d'unes partícules que va anomenar “**àtoms**” (en grec “indivisibles”).

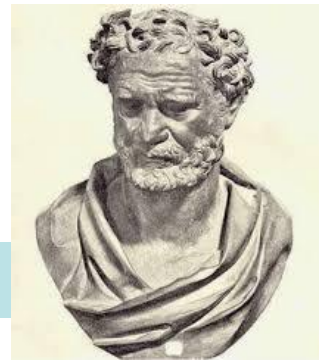
Demòcrit formava part d'una escola filosòfica anomenada **pluralista o atomista**, juntament amb Leucip, Anaxàgores i Empèdocles.

Principis de la teoria de l'atomisme de Demòcrit

- Un **àtom** és un cos simple, sense parts, “indivisible”, etern i immutable
- Els àtoms es mouen en el **buit** i és l'**atzar** el que provoca que xoquin i es combinin entre ells.
- Els àtoms només tenen 3 propietats quantitatives: **forma, mida i moviment**. Demòcrit pensava que els àtoms d'aigua eren rodons i suaus, els de foc punxeguts, els de terra aspres i dentats, etc.
- L'àtom no es pot observar empíricament. Un cos observable és sempre un conjunt d'àtoms.

1. TEORIES ATÒMIQUES

TEORIA ATÒMICA DE DEMÒCRIT



Tot i que la teoria de Demòcrit, amb la introducció dels **conceptes d'àtom, el buit i l'atzar**, es va avançar 25 segles a la concepció actual de la matèria, durant molts segles no va ser acceptada.

Durant més de 2000 anys es va imposar el **pensament idealista** de filòsofs com **Aristòtil** (384–322 a.C.), que pensaven que la matèria estava formada per combinacions de **quatre elements** fonamentals: **foc, aire, aigua i terra**.

Principis de la teoria de l'atomisme de Demòcrit

- Un **àtom** és un cos simple, sense parts, “indivisible”, etern i immutable
- Els àtoms es mouen en el **buit** i és l'**atzar** el que provoca que xoquin i es combinin entre ells.
- Els àtoms només tenen 3 propietats quantitatives: **forma, mida i moviment**. Demòcrit pensava que els àtoms d'aigua eren rodons i suaus, els de foc punxeguts, els de terra aspres i dentals, etc.
- L'àtom no es pot observar empíricament. Un cos observable és sempre un conjunt d'àtoms.

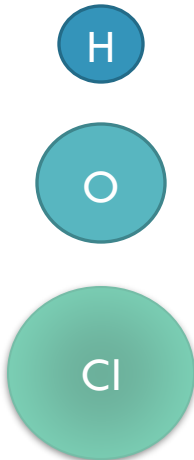
1. TEORIES ATÒMIQUES

TEORIA ATÒMICA DE DALTON



Fonaments

Les **lleis fonamentals de la química** (Llei de conservació de la massa, llei de les proporcions definides i múltiples).

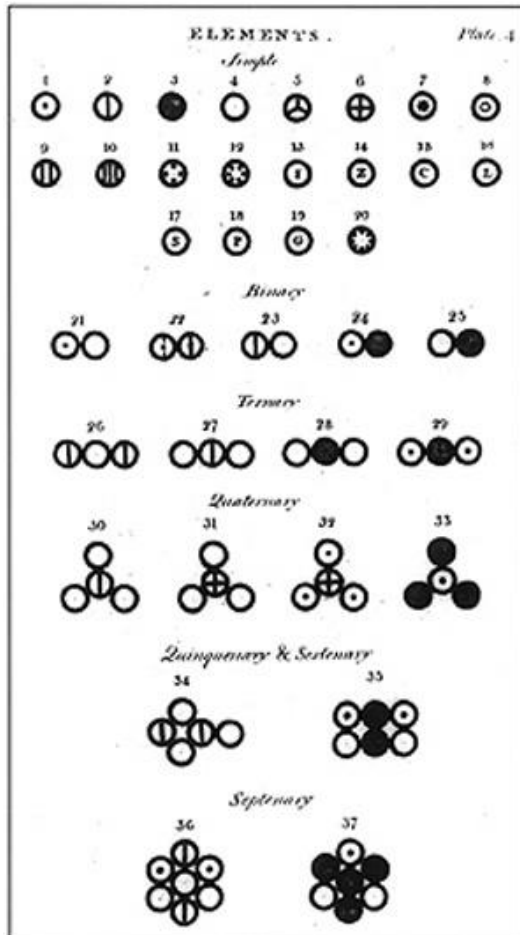


Descripció

- **Àtom indivisible (partícules esfèriques)**
- Els **elements** estan formats per àtoms iguals en **massa** i totes les altres propietats.
- Els àtoms d'**elements diferents** tenen massa, mida i propietats diferents.
- Els **compostos** es formen per unió d'àtoms en relació numèrica senzilla.

1. TEORIES ATÒMIQUES

TEORIA ATÒMICA DE DALTON



La teoria explica

- La **discontinuitat** de la matèria.
- Les **relacions estequiomètriques** en les reaccions químiques.

Limitacions

- L'àtom és **divisible** (electrons, protons, neutrons, etc.)
- Existència d'**isòtops** d'un element.

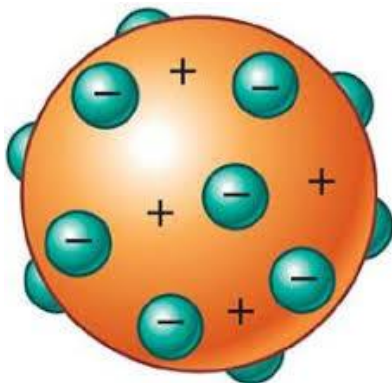
2. MODELS ATÒMICS

MODEL DE THOMSON



Fonaments

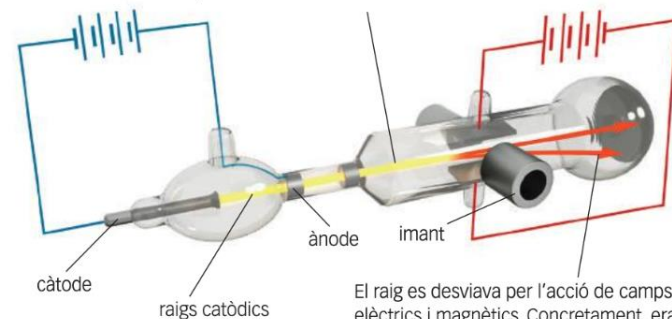
- L'àtom **no és indivisible**.
- L'àtom està format almenys per matèria carregada positivament i **partícules de càrrega negativa, els electrons** (descoberts en 1897 estudiant els raigs catòdics).



Descripció

- Àtom format per un conjunt d'electrons (càrrega negativa) incrustats en una massa esfèrica uniforme de càrrega positiva.
- El conjunt és **neutre**.

El feix de raigs es propagava en línia recta, era capaç de moure un molinet posat al seu camí i provocava luminescència a l'extrem del tub que estava darrere l'ànode.



El raig es desviava per l'acció de camps elèctrics i magnètics. Concretament, era atret per la placa elèctrica positiva. En conseqüència, els raigs catòdics eren formats per partícules de càrrega elèctrica negativa.

2. MODELS ATÒMICS

MODEL DE THOMSON

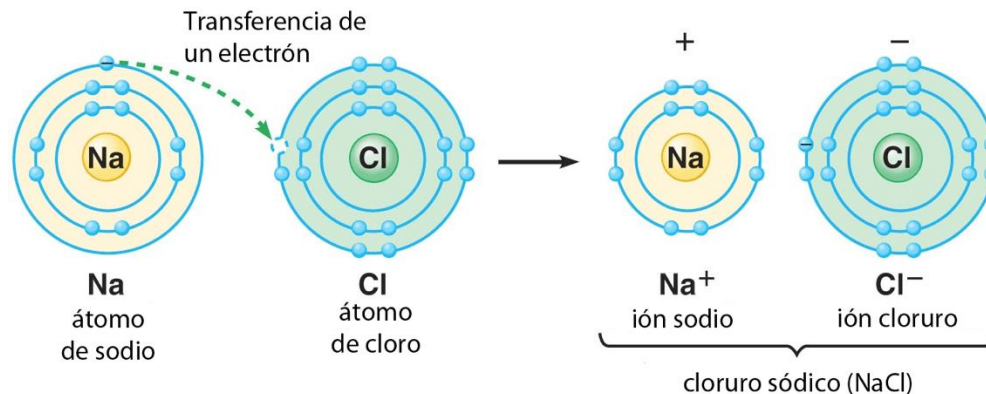


El model explica

- L'existència d'ions **negatius** i **positius**.
- La **naturalesa elèctrica de la matèria**.

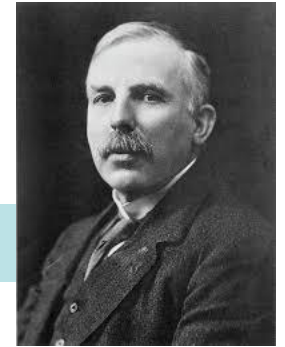
Limitacions

- No fa diferenciació entre **nucli** i **escorça**.
- No explicava per què tota la massa de l'àtom i la seva càrrega positiva estan concentrades en el **nucli**.

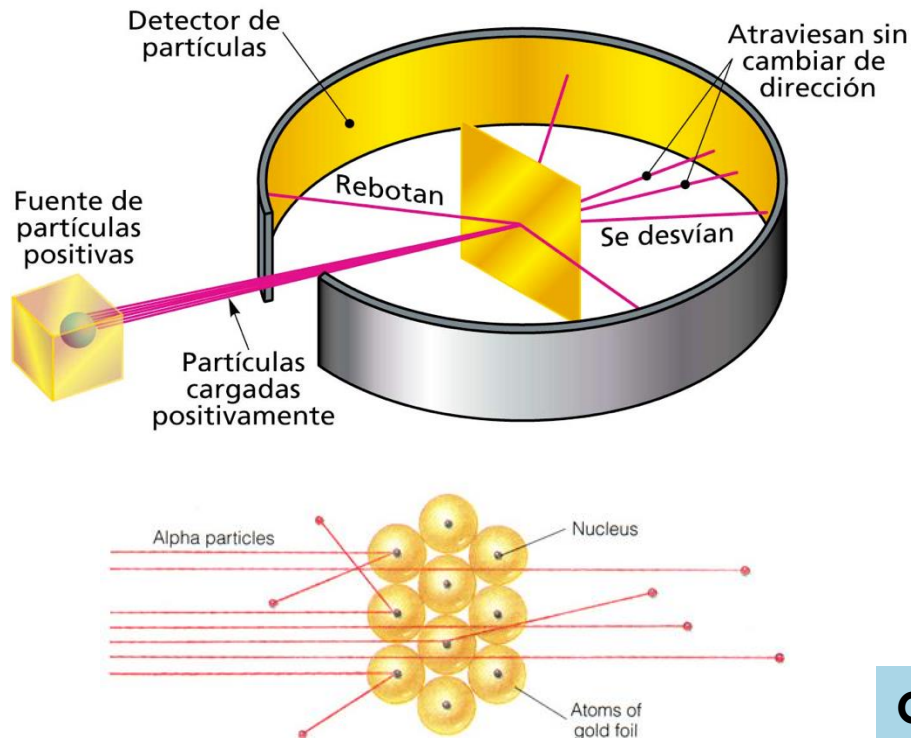


2. MODELS ATÒMICS

RUTHERFORD I EL NUCLI ATÒMIC



Fonaments – Experiment de la làmina d'or

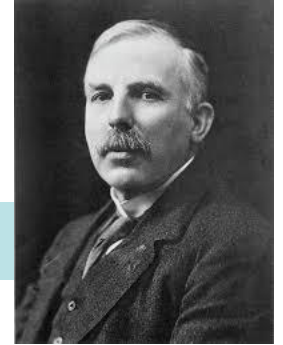


- Va bombardejar una làmina d'or amb **partícules alfa** (He^{2+}).
- La majoria de les partícules travessen la làmina sense desviar-se.
- Algunes partícules van travessar la làmina desviant-se considerablement de la trajectòria (0,1%).
- Molt poques partícules van rebotar contra la làmina i no la van travessar (1 de cada 20.000).

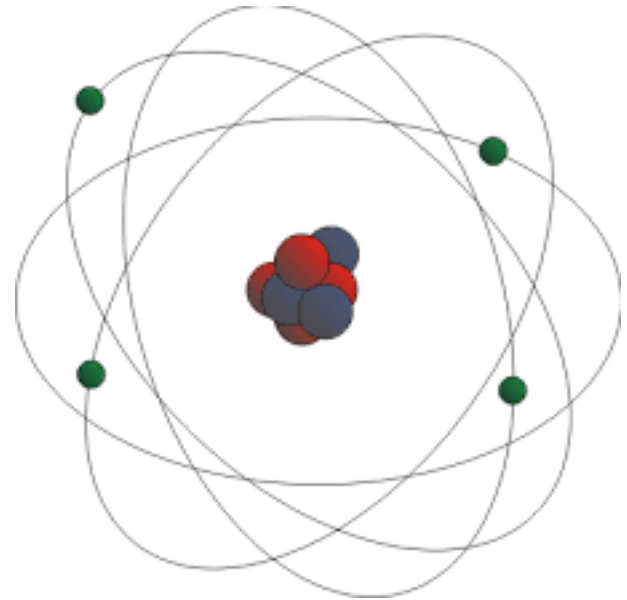
Conclusió: l'àtom està pràcticament “buit”

2. MODELS ATÒMICS

RUTHERFORD I EL NUCLI ATÒMIC

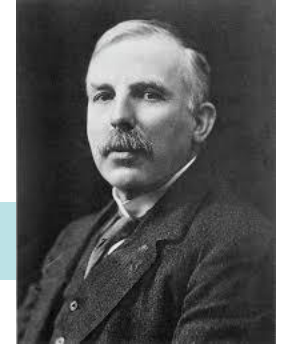


- La major part de la massa i tota la càrrega positiva es concentren en el **nucli**.
- L'àtom, molt més gran que el nucli, inclou l'**escorça electrònica**, que és la regió on els electrons fan òrbites circulars al voltant del nucli.
- Àtoms formats per **protons (p^+)**, **neutrons (n)** i **electrons (e^-)**.
- Els àtoms del mateix element tenen el mateix nombre de protons (**nombre atòmic, Z**), però poden tenir massa diferent (**isòtops**).
- L'àtom és **neutre** perquè hi ha els mateixos protons que electrons.

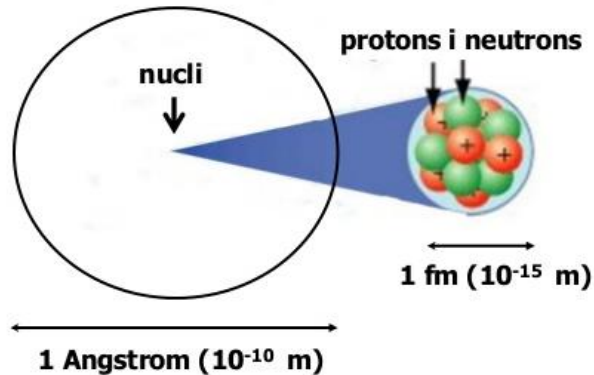


2. MODELS ATÒMICS

RUTHERFORD I EL NUCLI ATÒMIC



El **nucli** té una mida **100.000 vegades** més petita que el volum total de l'àtom.



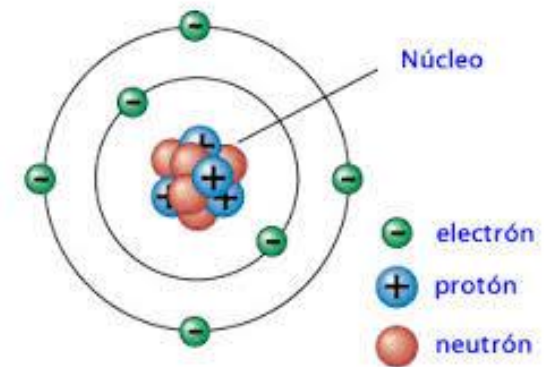
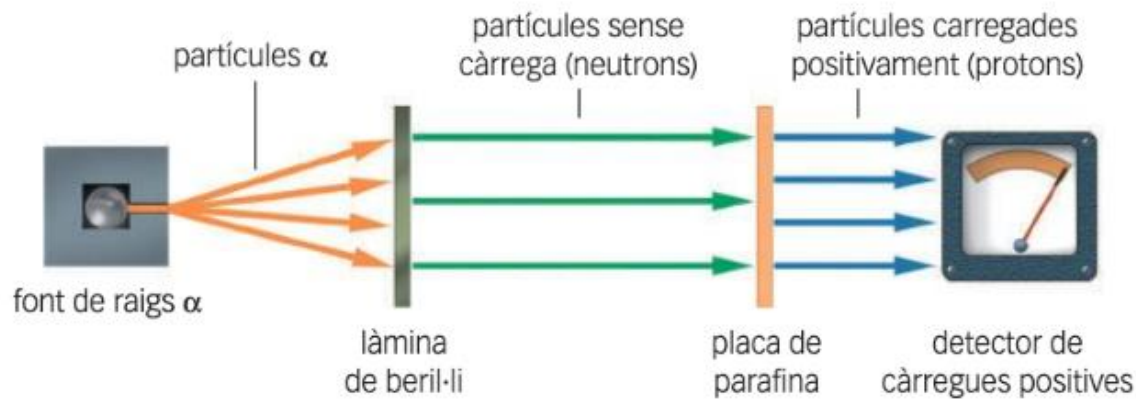
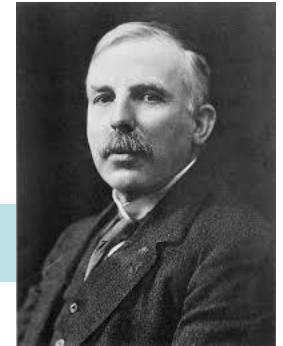
Si l'**àtom** tingués la mida d'un estadi de futbol, el **nucli** seria com una canica col·locada en el centre del camp.

2. MODELS ATÒMICS

RUTHERFORD I EL NUCLI ATÒMIC

Al 1920 va intentar justificar la diferència entre el **nombre atòmic** i la **massa atòmica** d'un àtom proposant l'existència d'una **partícula neutra** (el **neutró**) que formaria part del nucli juntament amb els protons.

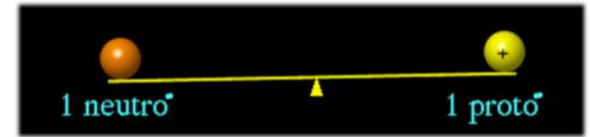
Els **neutrons** van ser descoberts per **J. Chadwick** l'any 1932.



2. MODELS ATÒMICS

RUTHERFORD I EL NUCLI ATÒMIC

Descripció de partícules subatòmiques



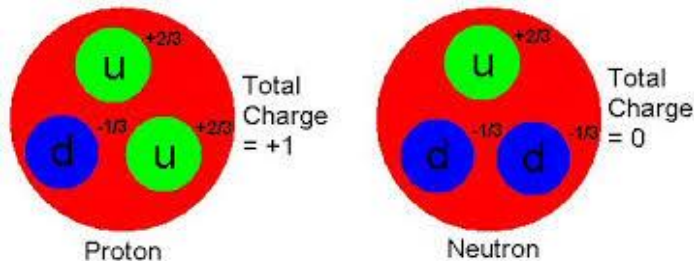
	Protó	Electró	Neutró
Massa (kg)	$1,673 \cdot 10^{-27}$	$9,11 \cdot 10^{-31}$	$1,675 \cdot 10^{-27}$
Massa (u)	1 u	$1/1.836$ u	1 u
Càrrega elèctrica (C)	$+1,6 \cdot 10^{-19}$	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	0
Càrrega (u)	+1	-1	0

2. MODELS ATÒMICS

RUTHERFORD I EL NUCLI ATÒMIC

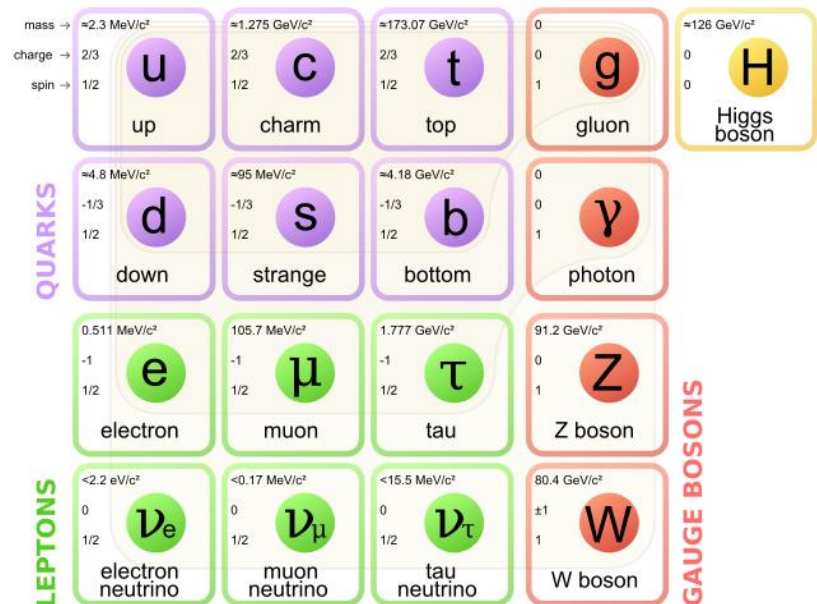
Descripció de partícules subatòmiques

Des de **1968** sabem que el **protó** i el **neutró** estan formats per partícules encara més petites, els **quarks** “up” i “down”



Els **quarks** es mantenen units per unes partícules sense massa anomenades **gluons**. Els gluons són **bosons**, és a dir, partícules mediadores de la **interacció nuclear forta** que manté units els protons i els neutrons al nucli

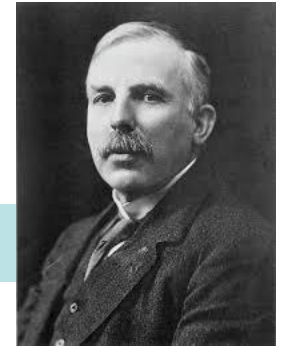
Model estàndard de la física de partícules



Però els científics han descobert moltes altres partícules

2. MODELS ATÒMICS

RUTHERFORD I EL NUCLI ATÒMIC



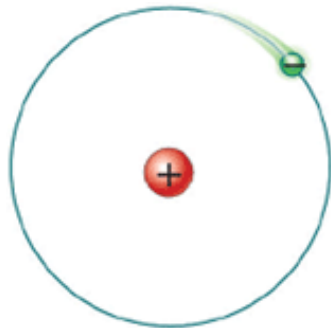
Fonaments

- L'existència d'**isòtops** (àtoms del mateix element amb massa diferent).
- La **reactivitat química** (en les reaccions químiques intervenen els electrons de l'escorça).

Limitacions

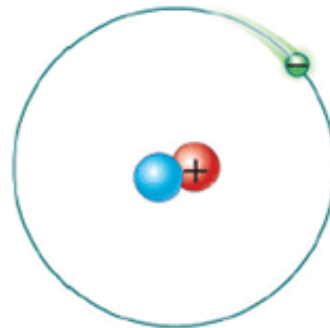
- No pot explicar l'existència de les ratlles dels **espectres atòmics**.
- No explica **perquè l'electró no va perdent energia** i cau cap al nucli.

Isòtops de l'hidrogen



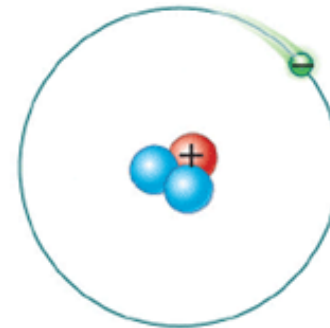
Hidrógeno ${}^1\text{H}$

1 protón
1 electrón



Deuterio ${}^2\text{H}$

1 protón
1 electrón
1 neutrón

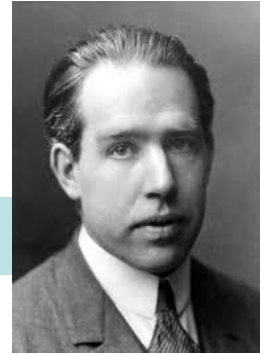


Tritio ${}^3\text{H}$

1 protón
1 electrón
2 neutrones

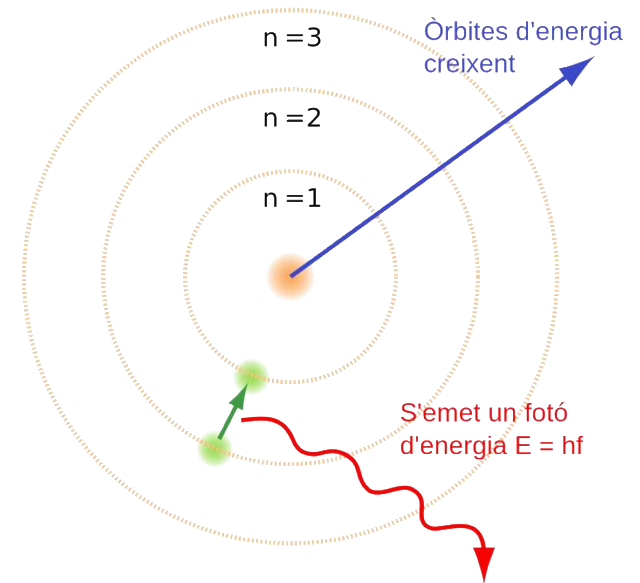
3. MODEL DE BOHR

MODEL QUÀNTIC DE BOHR



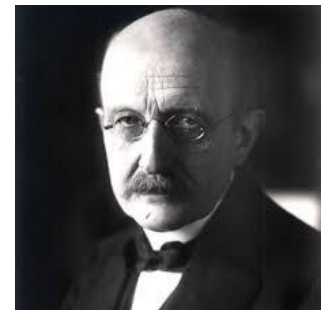
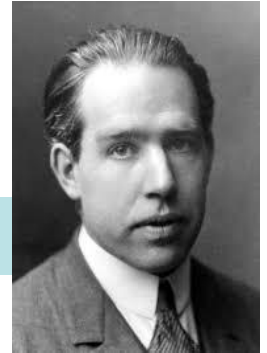
Fonaments

- **Hipòtesi de Planck:** quantificació de l'energia
- **Efecte fotoelèctric**
- **Espectres atòmics**



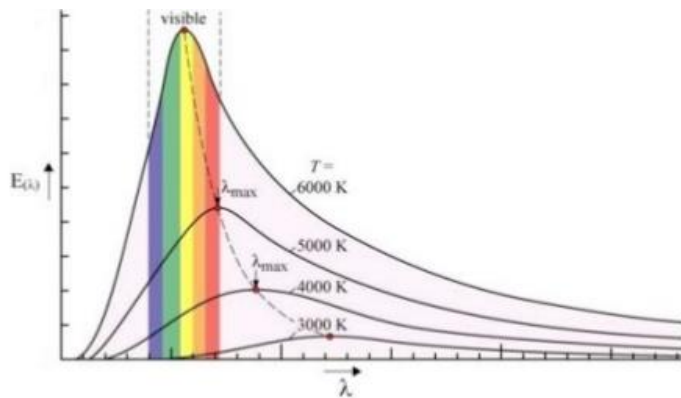
3. MODEL DE BOHR

MODEL QUÀNTIC DE BOHR



Hipòtesi de Planck: quantificació de l'energia

Max Planck (1901), estudiant la **radiació electromagnètica** emesa per un **cos negre**, va comprovar que l'energia no s'emetia de manera contínua, sinó en paquets d'energia anomenats **quàntums**.



Fonaments

L'energia d'un **quàntum** de radiació electromagnètica (**energia d'un fotó**) es pot calcular amb l'expressió:

$$E_{\text{fotó}} = h \cdot f \quad (\text{J})$$

h = Constant de Planck = $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

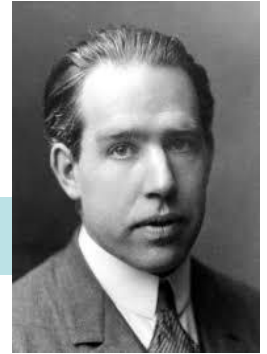
f = freqüència de la radiació (s^{-1} o Hz)

3. MODEL DE BOHR

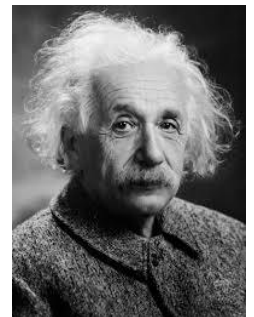
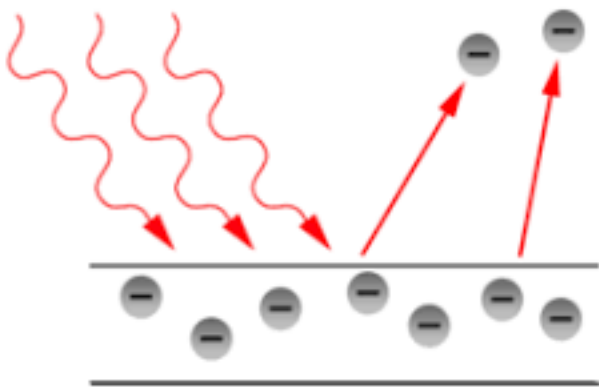
MODEL QUÀNTIC DE BOHR

Efecte fotoelèctric

Heinrich Hertz (1887), va observar que en fer incidir la llum sobre la superfície d'un metall, se'n desprenien electrons. Això només passava a partir d'una freqüència mínima (**freqüència llindar**) de la radiació incident.

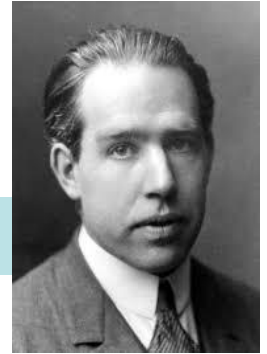


Albert Einstein (1905) va explicar el fenomen aplicant la hipòtesi de Planck (l'energia de la llum es propaga de manera discontinua en forma de quàntums de llum o fotons).



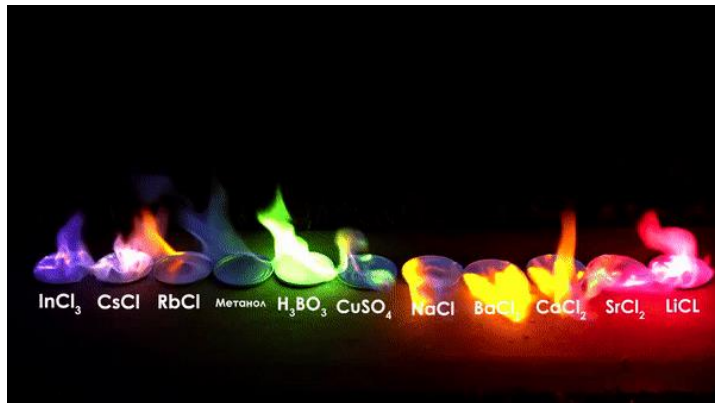
3. MODEL DE BOHR

MODEL QUÀNTIC DE BOHR



Espectres atòmics

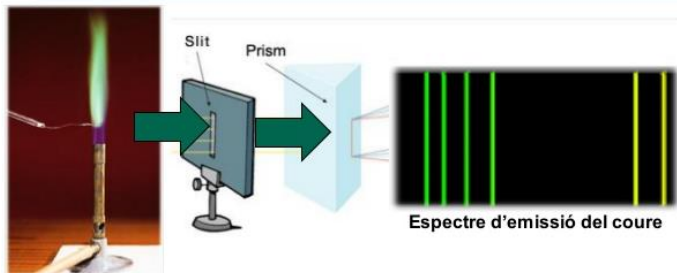
Quan escalfem les sals d'uns elements químics podem veure com **cada element emet radiacions de colors característics**.



La llum està formada per radiacions electromagnètiques → **moviment ondulatori**

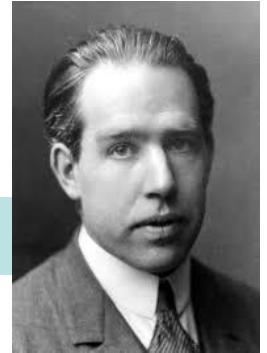
$$c = \lambda / T$$

Quan fem passar la **llum emesa per un element excitat en una flama** a través d'un **prisma òptic** es produeix l'efecte anomenat **dispersió**, que consisteix en la **separació de les diferents longituds d'ona** que formen el raig incident. Les línies obtingudes constitueixen l'**espectre d'emissió de l'element**.



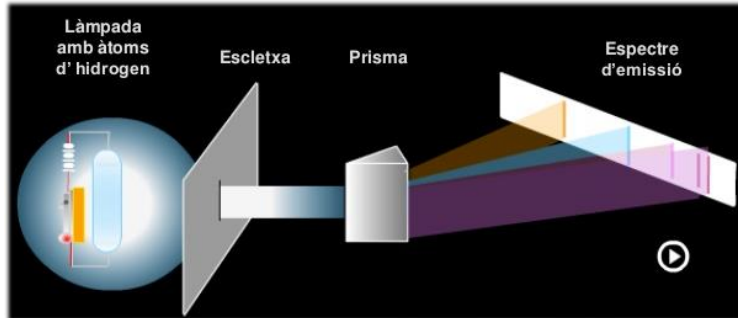
3. MODEL DE BOHR

MODEL QUÀNTIC DE BOHR



Espectres atòmics

També es poden obtenir **espectres atòmics d'emissió** a partir de **làmpades** que continguin **vapor d'àtoms d'un determinat element químic**. En aquests casos, els electrons són excitats amb energia elèctrica.



L'**espectre atòmic** d'un element és el **conjunt de radiacions absorbides (espectre d'absorció) o emeses (espectre d'emissió)** per aquest element quan se li comunica l'energia adequada.

Espectro de absorción del hidrógeno

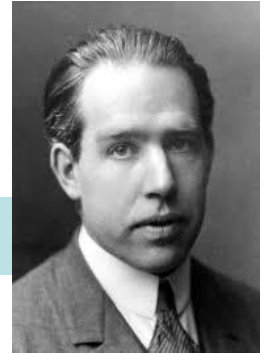


Espectro de emisión del hidrógeno



3. MODEL DE BOHR

MODEL QUÀNTIC DE BOHR



Descripció

I. L'**electró** es mou fen **òrbites circulars** al voltant del nucli sense emetre energia.

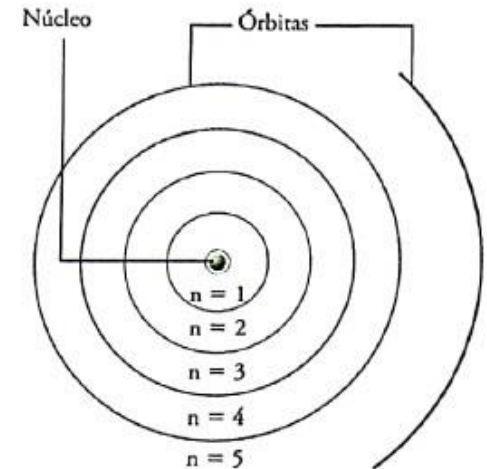
II. L'**energia de l'electró** dins l'àtom està **quantificada**. Això vol dir que l'electró només pot ocupar unes **òrbites** o **estats estacionaris** al voltant del nucli amb uns **determinats valors d'energia**.

III. Quan un electró passa d'una òrbita a una altra **emet** o **absorbeix energia** en forma de **radiació electromagnètica**.

El **salt d'energia (ΔE)** és igual a l'**energia del fotó**:

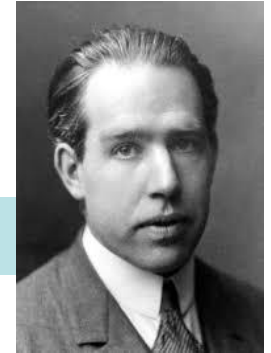
$\Delta E = E_{\text{fotó}} = h \cdot f$ (J) i la **freqüència del fotó de llum (f)** (absorbit o emès) val:

$$f = \Delta E / h \quad (\text{Hz})$$



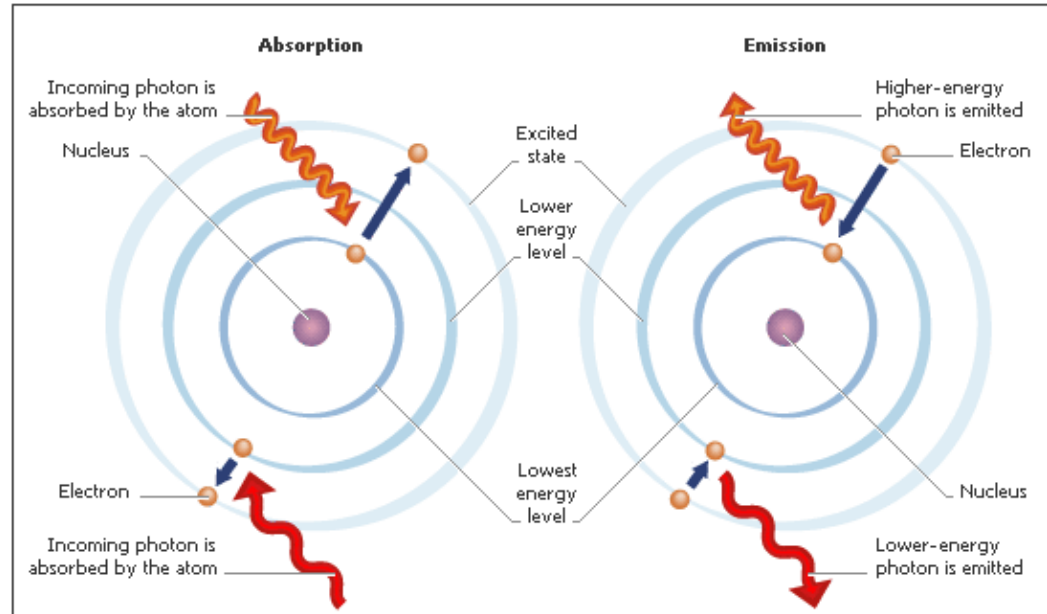
3. MODEL DE BOHR

MODEL QUÀNTIC DE BOHR



Explica l'origen de les **línies dels espectres atòmics**

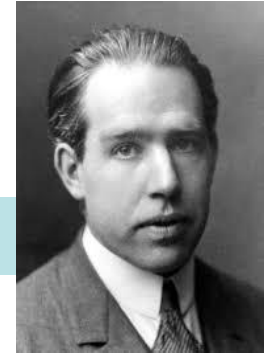
Les **línies dels espectres atòmics** es corresponen amb les **radiacions** absorbides o emeses pels electrons de l'àtom quan passen d'un orbital a un altre (**transicions electròniques** entre nivells d'energia).



3. MODEL DE BOHR

MODEL QUÀNTIC DE BOHR

Espectre de l'hidrogen



El model de Bohr explica l'espectre de l'hidrogen

L'electró dels àtoms d'hidrogen es troba en estat fonamental en el nivell quàntic $n = 1$.

Si en un tub hi posem hidrogen a molt baixa pressió i li comuniquem una diferència de potencial alta, els electrons dels àtoms d'hidrogen absorbeixen energia i salten a nivells superiors.

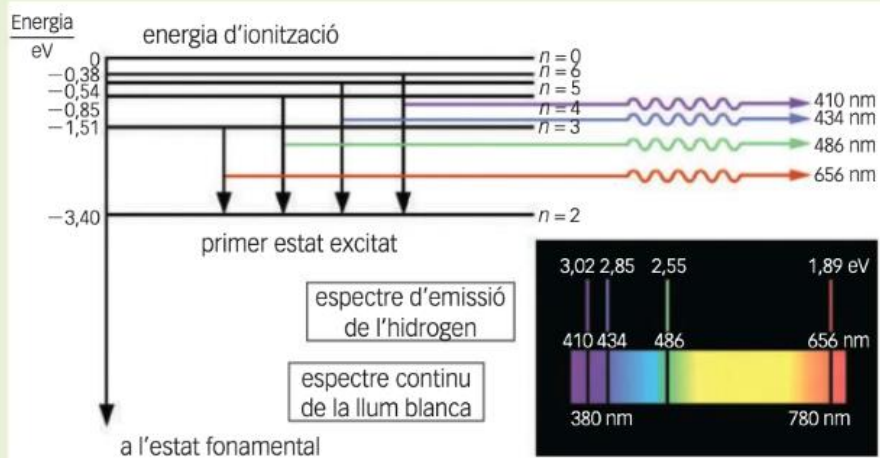
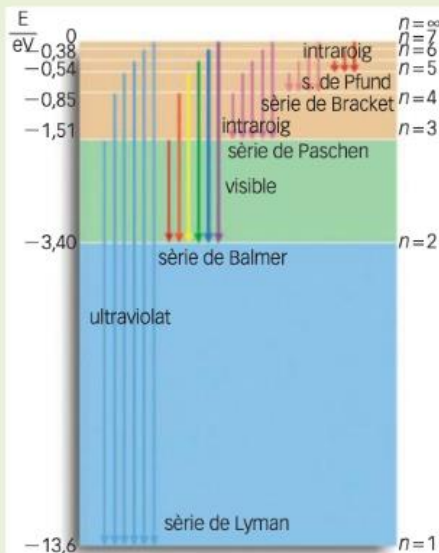
L'electró excitat retorna a l'estat fonamental mitjançant una o diverses transicions electròniques, emetent fotons d'una determinada freqüència i energia.

Cadascuna d'aquestes radiacions forma una ratlla de l'espectre quan la llum que emet l'hidrogen és dispersada amb un prisma.

Així, les ratlles de l'espectre que formen la sèrie de Lyman corresponen a salts

electrònics des de qualsevol nivell fins a $n = 1$, la sèrie de Balmer fins a $n = 2$, la de Paschen fins a $n = 3$, i la de Bracket fins a $n = 4$, etc. (► Figura 5.35).

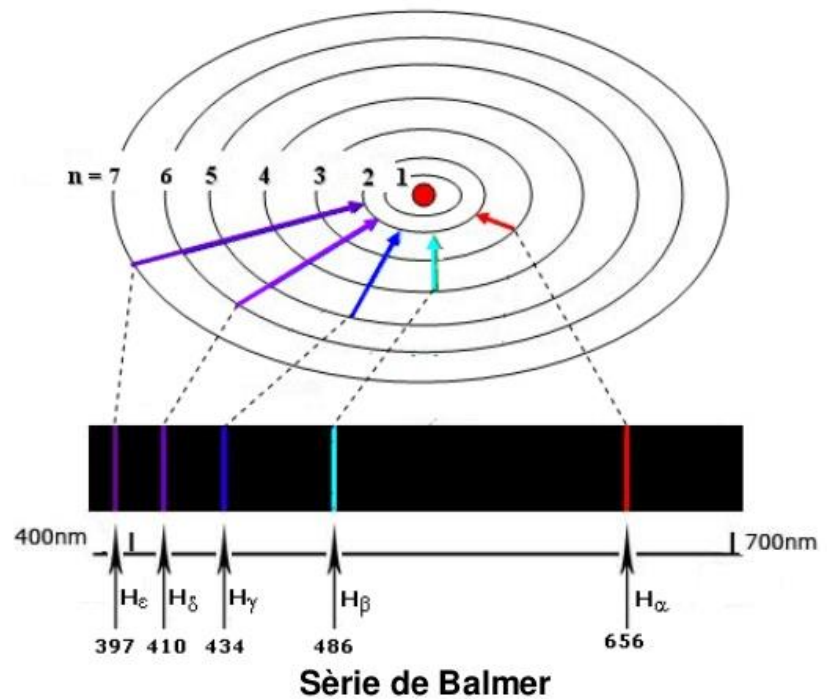
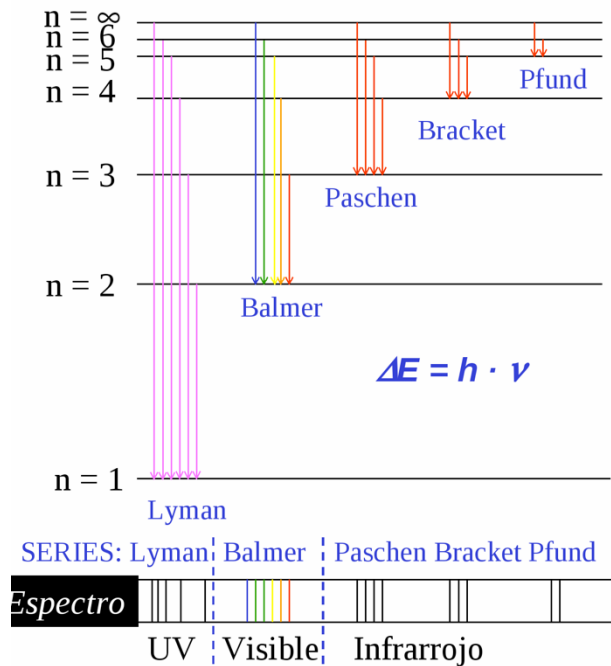
El model de Bohr va donar una bona explicació de la discontinuïtat dels espectres d'emissió de l'hidrogen i va calcular teòricament les energies dels fotons emesos en les transicions electròniques, valors que estaven d'acord amb la realitat experimental.



3. MODEL DE BOHR

MODEL ATÒMIC DE BOHR

Línies de l'espectre d'emissió de l'hidrogen

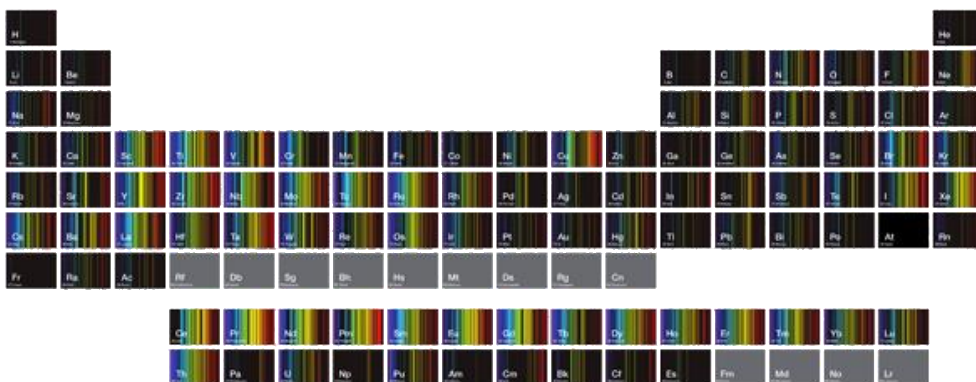


<https://www.dlt.ncssm.edu/tiger/Flash/phase/ElectronOrbits.html>

3. MODEL DE BOHR

MODEL ATÒMIC DE BOHR

Cada element químic té un espectre atòmic diferent (degut als diferents nivells d'energia dels seus orbitals atòmics).



Els electrons d'un element en estat gasós només absorbeixen o emeten radiació en unes **freqüències determinades**.

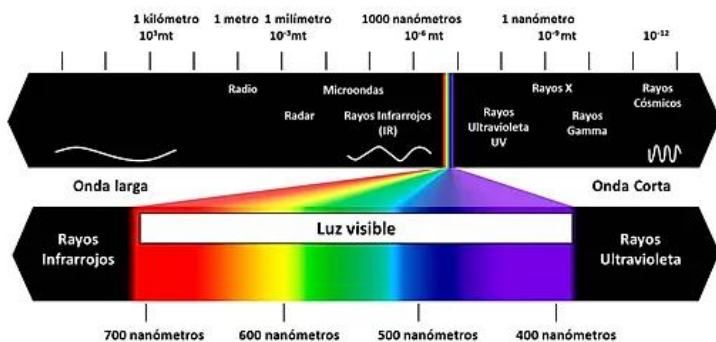
L'espectre atòmic permet identificar un element, és com la seva **“empremta dactilar”** o el seu **“codi de barres”** i això permet utilitzar els espectres com a **tècnica d'anàlisi químic (espectrometria d'absorció atòmica)**.



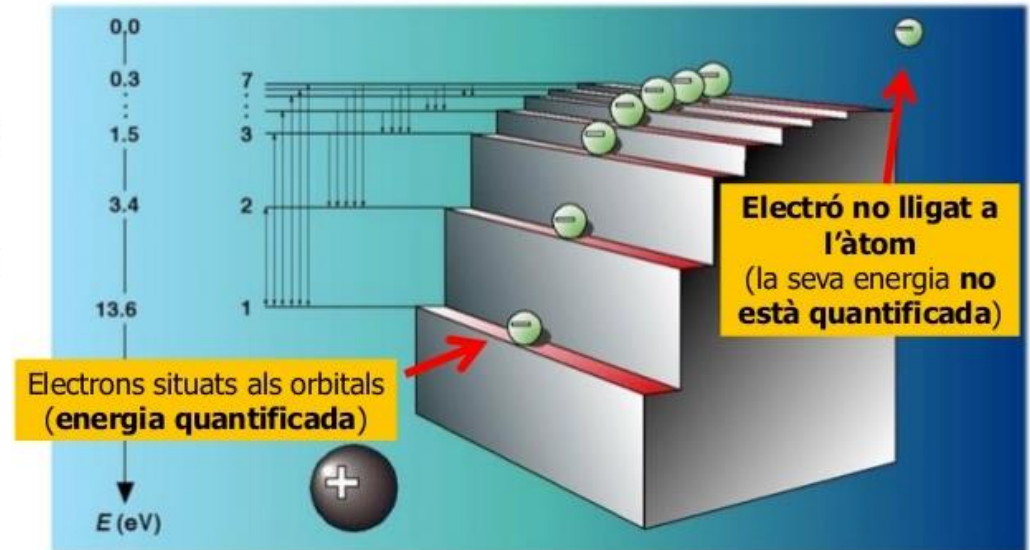
3. MODEL DE BOHR

MODEL ATÒMIC DE BOHR

L'existència d'espectres d'emissió continus



Llum blanca

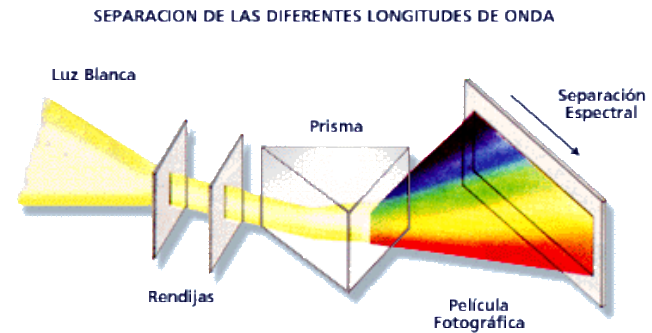
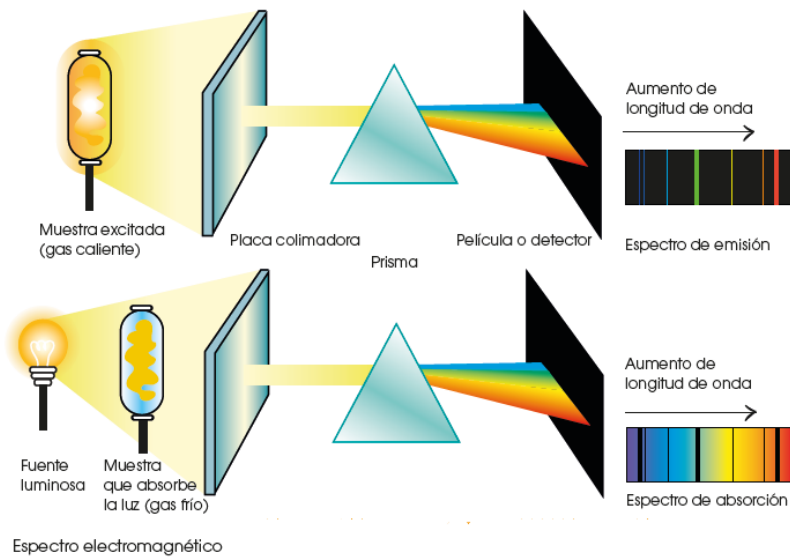


Els objectes que irradien calor (el Sol, les làmpades d'incandescència) generen **espectres d'emissió continus**, en els que **no hi ha línies** sinó una transició gradual entre les radiacions de diferents longituds d'ona.

3. MODEL DE BOHR

MODEL ATÒMIC DE BOHR

L'existència d'espectres d'emissió continuus



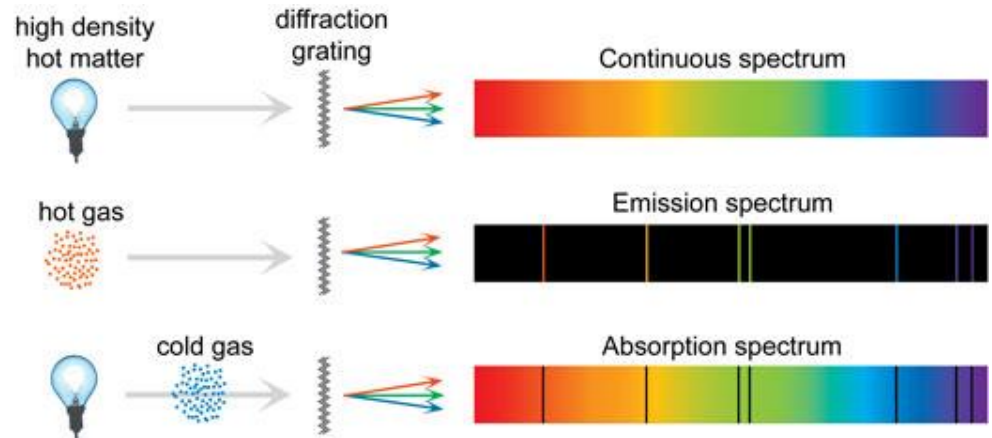
L'arc de Sant Martí és un espectre d'emissió continu de la llum blanca provinent del Sol. Engloba les radiacions visibles de longituds d'ona compreses entre 400 nm (violat) i 750 nm (roig)

3. MODEL DE BOHR

MODEL ATÒMIC DE BOHR

Limitacions

- El model de Bohr **només explica** perfectament les línies de **l'espectre atòmic de l'hidrogen**, no permet explicar l'origen de les línies dels espectres de la resta d'elements.
- Barreja la **mecànica clàssica** amb la **mecànica quàntica**.

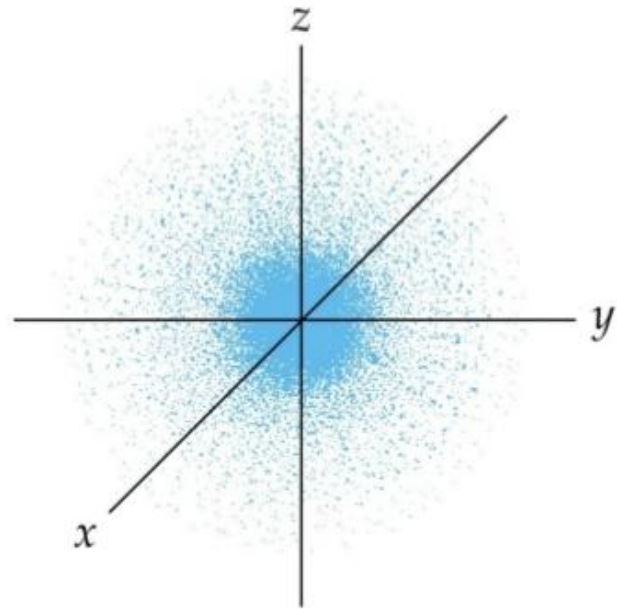


4. MODEL ACTUAL, QUÀNTIC O D'ORBITALS

MODEL D'ORBITALS

Fonaments

- **Dualitat ona-partícula** (De Broglie, 1924): L'electró és una partícula però es comporta com una ona.
- **Principi d'incertesa** (Heisenberg, 1927): No es pot conèixer simultàniament i amb precisió la posició i la velocitat d'un electró.
- **Equació de Schrödinger** (1926): Descriu l'electró amb una **funció d'ona** (ψ), la seva resolució permet conèixer els **orbitals** i els **nivells d'energia** de l'àtom.



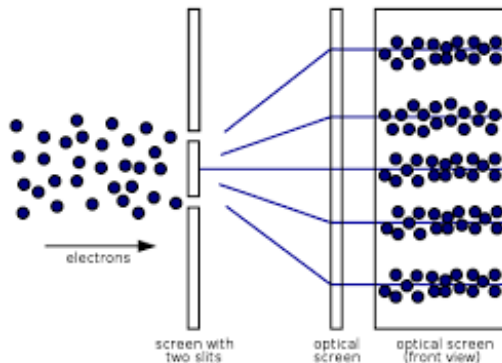
4. MODEL ACTUAL, QUÀNTIC O D'ORBITALS

MODEL D'ORBITALS



Dualitat ona-partícula

La hipòtesi de **De Broglie** va ser comprovada per Davison i Germer l'any 1927 quan van observar que els electrons experimenten **difracció**, fenomen típic de les **ones** quan es troben un obstacle o una petita obertura.



Longitud d'ona associada a una partícula

$$\lambda = h / (m \cdot v)$$

λ = longitud d'ona (m)

m = massa de la partícula (kg)

h = constant de Planck = $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

v = velocitat de la partícula (m/s)

4. MODEL ACTUAL, QUÀNTIC O D'ORBITALS

MODEL D'ORBITALS



Principi d'incertesa

Per a partícules de massa molt petita (com per exemple, l'electró) resulta impossible conèixer simultàniament i amb total exactitud la seva posició i velocitat.

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq h / 4\pi$$

Δx = error en la posició (m)

Δp = error en la quantitat de moviment (kg · m/s)

$p = m \cdot v$

h = constant de Planck = $6,626 \cdot 10^{-34}$ J · s

π = número pi = 3,141592...

<https://www.youtube.com/watch?v=TQKELOE9eY4&feature=youtu.be>



4. MODEL ACTUAL, QUÀNTIC O D'ORBITALS

MODEL D'ORBITALS



Equació de Schrödinger

La resolució d'aquesta equació permet obtenir els diferents **nivells d'energia** i els **orbitals** (funcions d'ona) per a l'àtom d'hidrogen.

$$\Delta^2 \psi + \frac{8 \pi m}{h^2} (E - V) \psi = 0$$

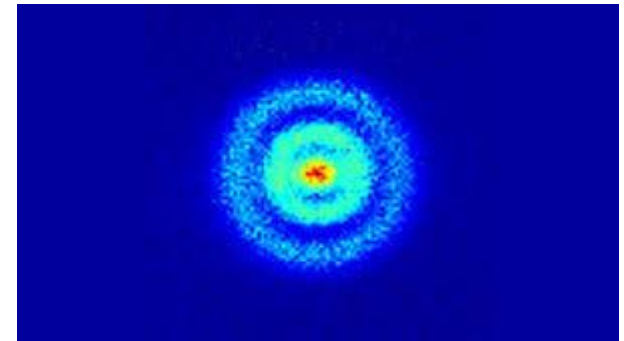
ψ = funció d'ona

m = massa de l'electró = $9,109 \cdot 10^{-31}$ kg

h = constant de Planck = $6,626 \cdot 10^{-34}$ J · s

E = energia de l'electró

V = potencial al que està sotmès l'electró



Orbitals d'un àtom d'hidrogen

4. MODEL ACTUAL, QUÀNTIC O D'ORBITALS

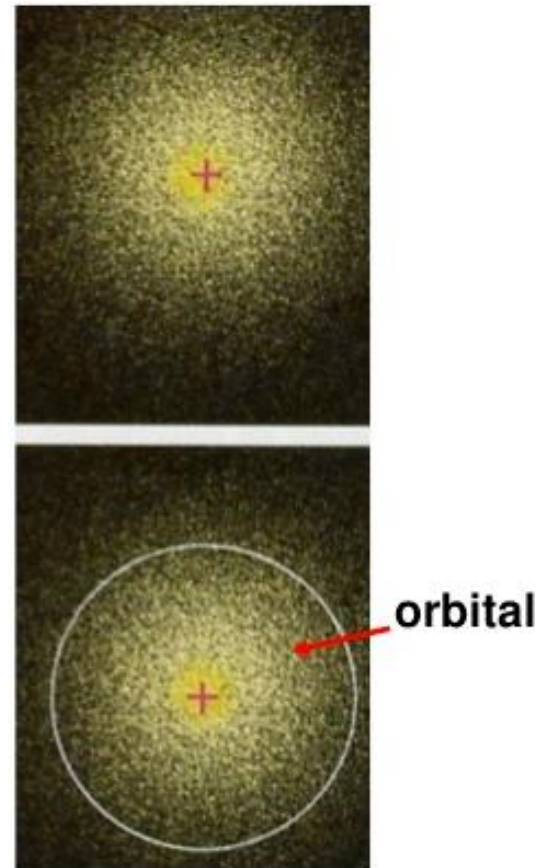
MODEL D'ORBITALS



Descripció

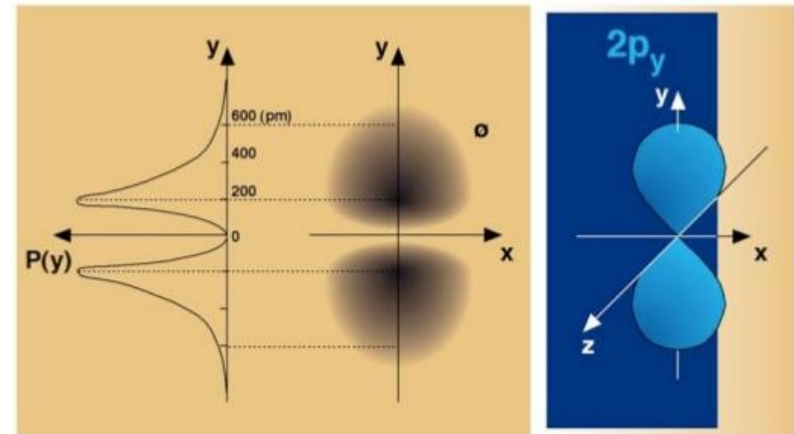
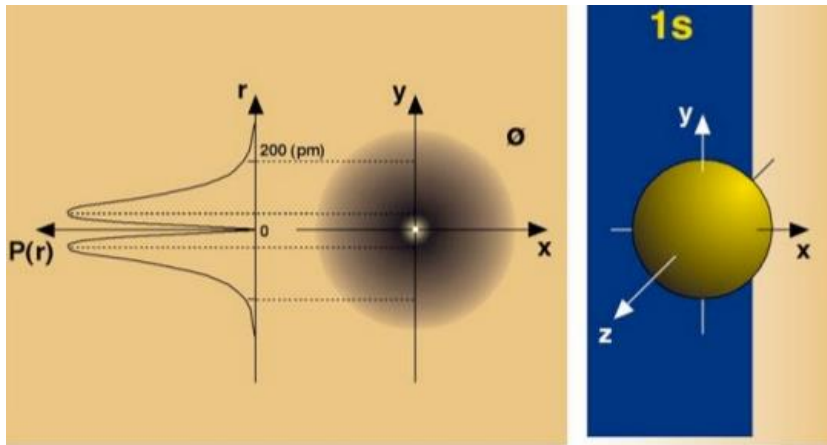
Un **orbital** és una regió de l'espai en què la **probabilitat de trobar l'electró** és elevada (90%). **No es pot saber la posició exacta d'un electró** en l'espai donada la seva naturalesa ondulatoria.

L'equació de Schrödinger permet obtenir els diferents **orbitals** de l'àtom i els **nombres quàntics** que identifiquen a cada electró.



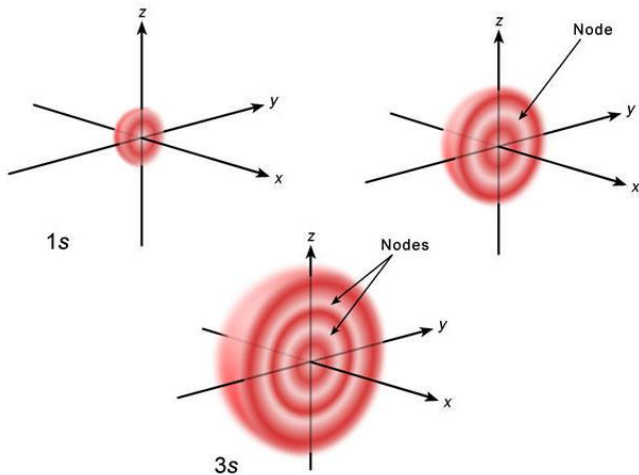
4. MODEL ACTUAL, QUÀNTIC O D'ORBITALS

MODEL D'ORBITALS



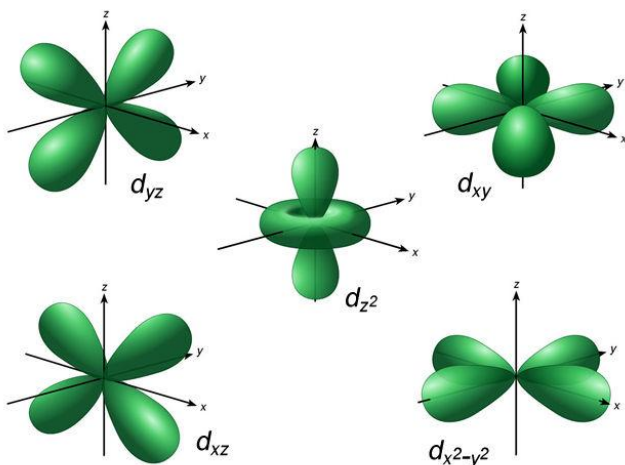
<https://www.dlt.ncssm.edu/tiger/Flash/structure/P-orbitalDiagram.html>

Representació de la probabilitat de trobar l'electró en un **orbital 1s i 2p** (hi ha un **90% de probabilitat** de trobar l'electró dintre d'un volum esfèric de 200 pm de radi)



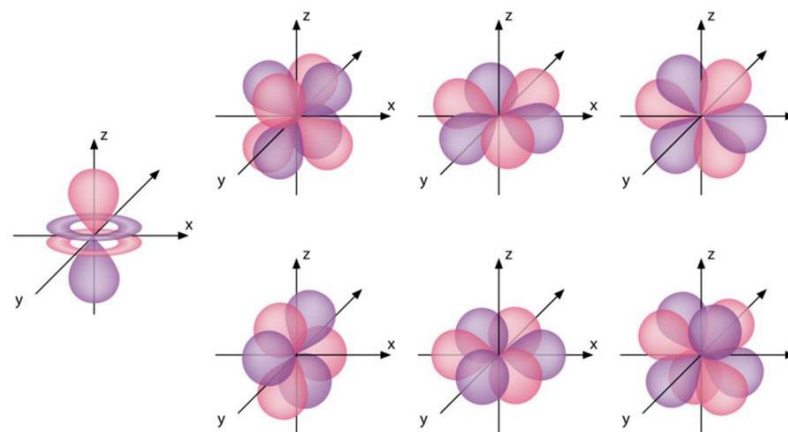
4. MODEL ACTUAL, QUÀNTIC O D'ORBITALS

MODEL D'ORBITALS



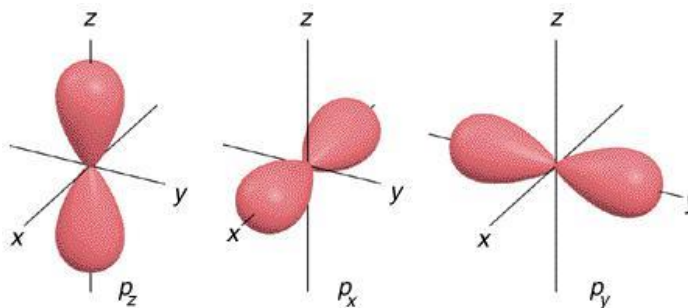
©NCSSM 2003

Orbitals “d”



Orbitals “f”

Orbitals “p”



5. CONCLUSIONS. NOMBRES QUÀNTICS

MODEL D'ORBITALS

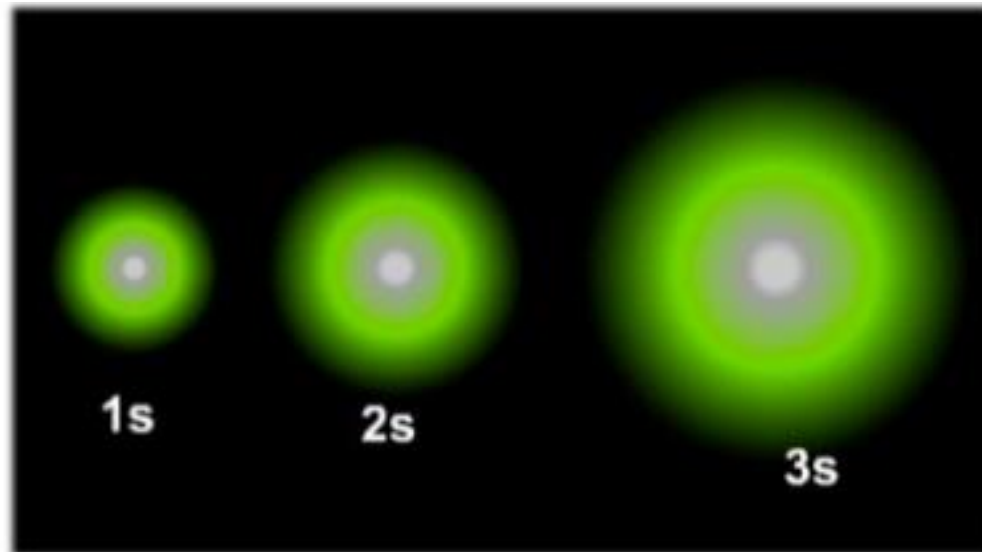


Nombres quàntics

Un **orbital** ve caracteritzat per **3 nombres quàntics** (n, l, m)

Nombre quàntic principal, n

Determina la **mida i energia** de l'orbital. $n = 1, 2, 3..., n$



5. CONCLUSIONS. NOMBRES QUÀNTICS

MODEL D'ORBITALS

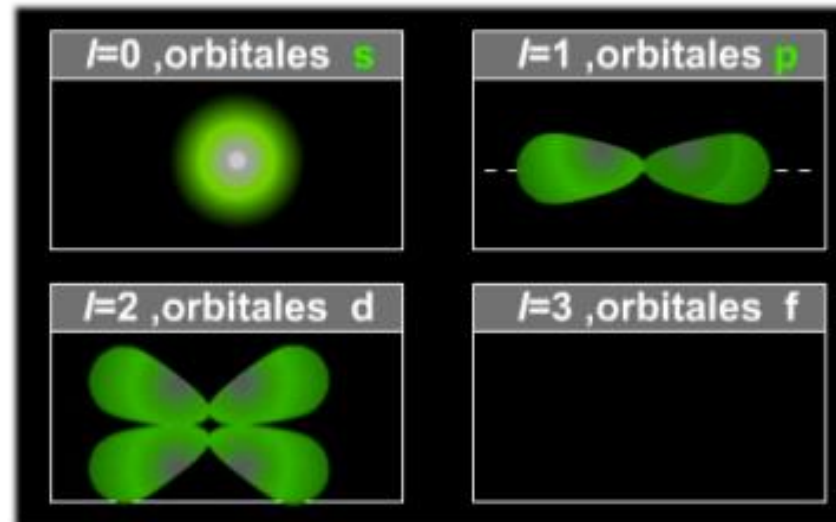


Nombres quàntics

Un **orbital** ve caracteritzat per **3 nombres quàntics** (n, l, m)

Nombre quàntic secundari, l

Determina la **forma** de l'orbital. $l = 0, 1, 2, 3\ldots, (n - 1)$ $\longrightarrow$ orbitals s, p, d, f



5. CONCLUSIONS. NOMBRES QUÀNTICS

MODEL D'ORBITALS

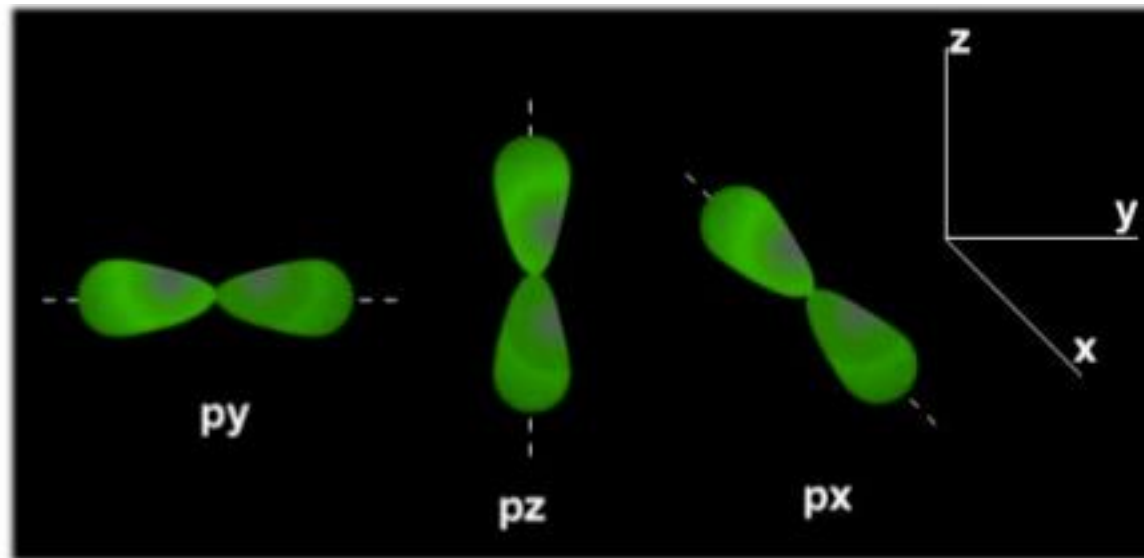


Nombres quàntics

Un **orbital** ve caracteritzat per **3 nombres quàntics** (n, l, m)

Nombre quàntic magnètic, m

Determina l'**orientació espacial** de l'orbital. $m = -l, \dots, 0, \dots, +l$



5. CONCLUSIONS. NOMBRES QUÀNTICS

MODEL D'ORBITALS



Nombres quàntics

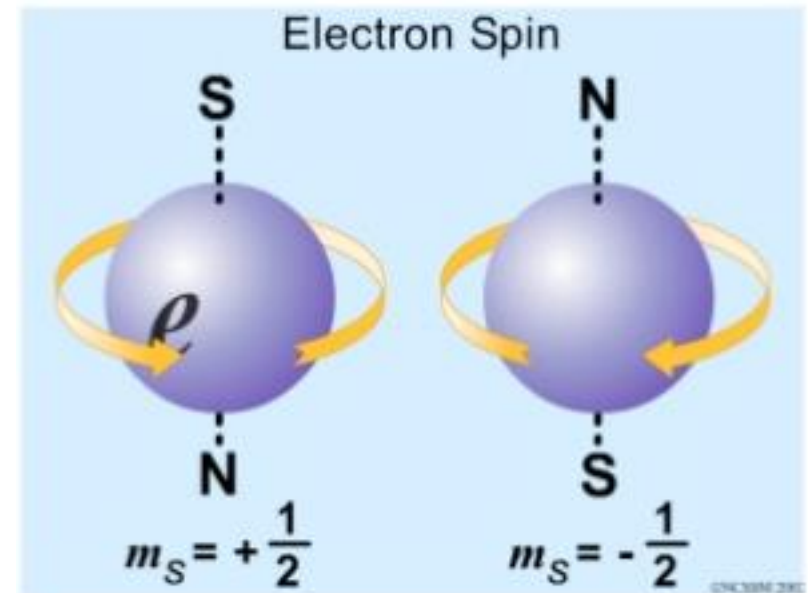
Un **orbital** ve caracteritzat per **3 nombres quàntics** (n, l, m)

Nombre quàntic d'espín, s

Determina **alineació** de l'electró respecte un camp magnètic extern.

$$s = \pm \frac{1}{2}$$

L'espín permet caracteritzar cadascun dels **dos electrons** que pot haver en cada **orbital**.



5. CONCLUSIONS. NOMBRES QUÀNTICS

MODEL D'ORBITALS



Nombres quàntics

Cada **electró** d'un àtom està caracteritzat per **4 nombres quàntics** (n, l, m i s)

	n	l	m	s
$1s$	1	0	0	$\pm 1/2$
$2s$	2	0	0	$\pm 1/2$
$2p$	2	1	-1, 0, 1	$\pm 1/2$
$3s$	3	0	0	$\pm 1/2$
$3p$	3	1	-1, 0, 1	$\pm 1/2$
$3d$	3	2	-2, -1, 0, 1, 2	$\pm 1/2$
$4s$	4	0	0	$\pm 1/2$
$4p$	4	1	-1, 0, 1	$\pm 1/2$
$4d$	4	2	-2, -1, 0, 1, 2	$\pm 1/2$
$4f$	4	3	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3	$\pm 1/2$

$(2, 1, -1, +1/2)$ $(2, 1, -1, -1/2)$
 $(2, 1, 0, +1/2)$ $(2, 1, 0, -1/2)$
 $(2, 1, +1, +1/2)$ $(2, 1, +1, -1/2)$

Com que a cada orbital hi poden haver **dos electrons** com a màxim.

Orbital s $\rightarrow$ 1 tipus $\rightarrow$ 2 electrons

Orbital p $\rightarrow$ 3 tipus $\rightarrow$ 6 electrons

Orbital d $\rightarrow$ 5 tipus $\rightarrow$ 10 electrons

Orbital f $\rightarrow$ 7 tipus $\rightarrow$ 14 electrons

Ex. 2p

$n = 2$

$l = 0, \dots, n - 1 = 1$

$m = -l, \dots, +l = -1, 0, +1$

$s = +1/2$ i $-1/2$

5. CONCLUSIONS. NOMBRES QUÀNTICS

MODEL D'ORBITALS



La teoria explica

- Els **espectres** discontinus d'absorció i emissió de **tots els elements**.
- Teoria acceptada actualment.

Limitacions

- L'equació de Schrödinger només es pot resoldre per **àtoms amb un sol electró**, és a dir, l'àtom d'hidrogen i els àtoms hidrogenoides (He^+ , Li^{2+} , Be^{3+}), per la qual cosa cal recórrer generalment a **mètodes aproximats** per obtenir els orbitals de la resta d'àtoms.

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

És la distribució dels electrons d'un àtom en els orbitals corresponents

Regles per escriure la configuració electrònica

1. El **nombre d'electrons a col·locar** és igual al **nombre atòmic (Z)** de l'element (si l'àtom és neutre).
2. **Ordre d'energia dels orbitals:** els electrons es van situant en els orbitals de mínima energia possible (**diagrama de Moeller**).
3. **Principi d'exclusió de Pauli:** la capacitat d'un orbital és de dos electrons amb espins oposats.
4. **Regla de Hund:** quan s'ocupen orbitals de la mateixa energia (orbitals degenerats) els electrons tendeixen a col·locar-se en orbitals diferents (**electrons desaparellats**) amb espins paral·lels. D'aquesta manera, s'evita la desestabilització produïda per la repulsió de l'altre electró.

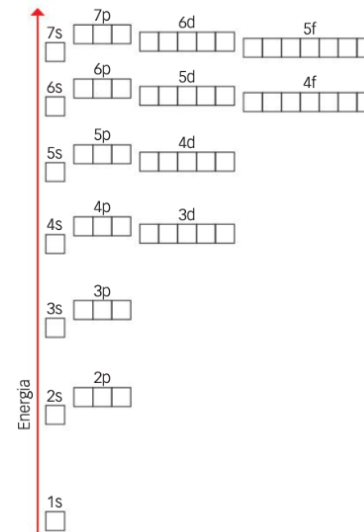
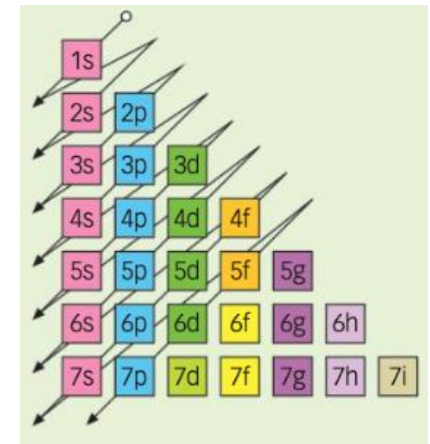
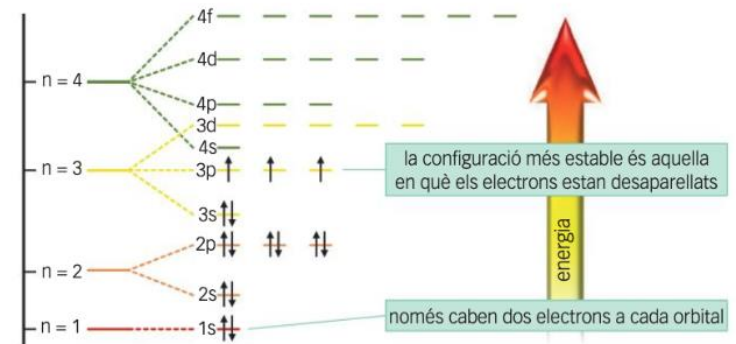


Diagrama de Moeller



Multiplicitat màxima de Hund



6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Representació de la configuració electrònica

Exemple. Fòsfor ($Z = 15$)

Diagrama orbital:

1↓

1↓

1↓	1↓	1↓
----	----	----

1↓

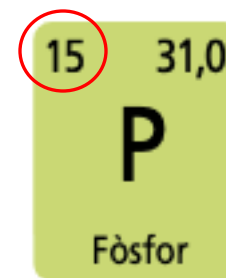
1	1	1
---	---	---

Notació estàndard: $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^3$

Notació de gas noble: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$

Regla 1. El nombre d'electrons a col·locar és igual al nombre atòmic de l'element (si l'àtom és neutre)

$$Z = n^{\circ}p^{+} = n^{\circ}e^{-}$$

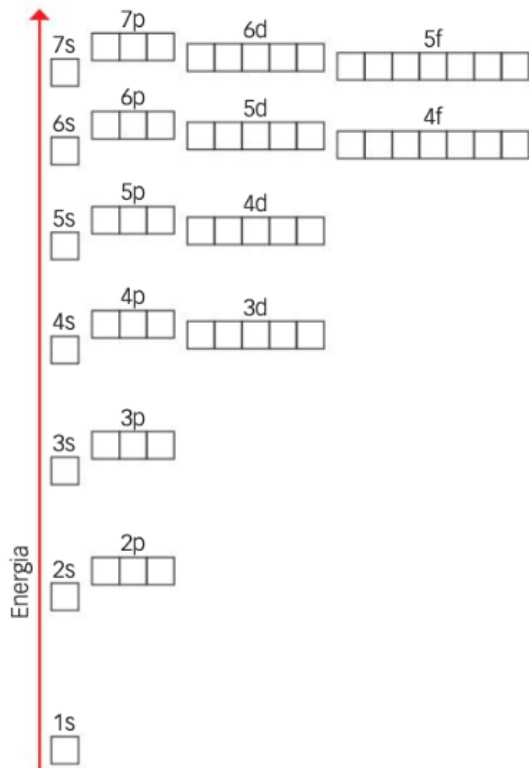


15 protons
15 electrons
16 neutrons

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Representació de la configuració electrònica

Regla 2. Ordre d'energia dels orbitals



L'àtom d'hidrogen només té un electró i l'**energia dels orbitals** depèn únicament del nombre quàntic principal (n).

Els àtoms polieletrònics, l'**efecte d'apantallament** de l'atracció del nucli exerceixen els **electrons interns** sobre els electrons més externs provoca l'aparició de **subnivells d'energia**.

Per exemple, els electrons d'un orbital 2s experimenten una atracció per part del nucli més gran que la que experimenten els electrons situats en els orbitals 2p. **Quan més gran és l'atracció per part del nucli (apantallament més petit) més baixa és l'energia dels orbitals.**

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Representació de la configuració electrònica

Regla 2. Ordre d'energia dels orbitals (àtoms polieletrònics)

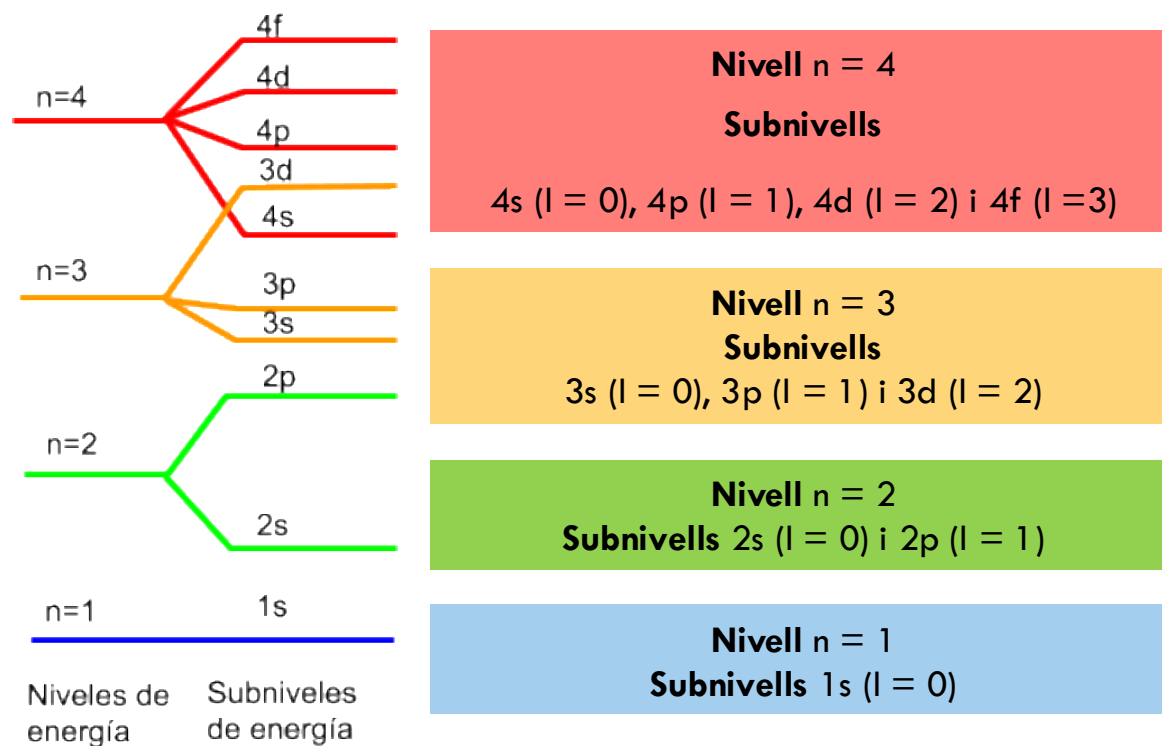
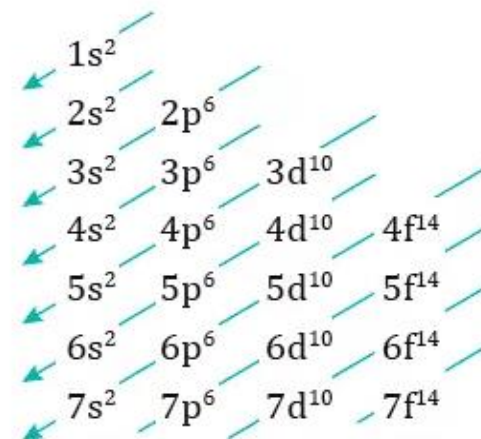


Diagrama de Moeller



$s^2 p^6 d^{10} f^{14}$

L'existència de **subnivells** s'observa experimentalment per l'aparició de línies molt juntes en els **espectres atòmics**

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Representació de la configuració electrònica

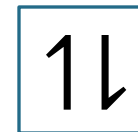
Regla 3. Principi d'exclusió de Pauli

Dos electrons en un àtom no poden tenir iguals els quatre nombre quàntics.

En cada orbital pot haver-hi com a màxim dos electrons i una ha de tenir espín $+1/2$ i l'altre, espín $-1/2$.

Regla 4. Principi de màxima multiplicitat de Hund

Estableix que pels àtoms en estat fonamental, en omplir-se orbitals d'energia equivalent (degenerats) els espins dels electrons es mantenen paral·lels (desaparellats) sempre que sigui possible.



$1s^2$



$2p^3$

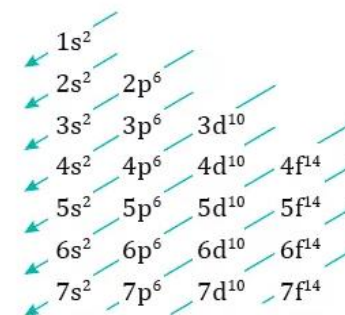


$2p^3$



6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Representació de la configuració electrònica



Electron Configurations of Several Lighter Elements

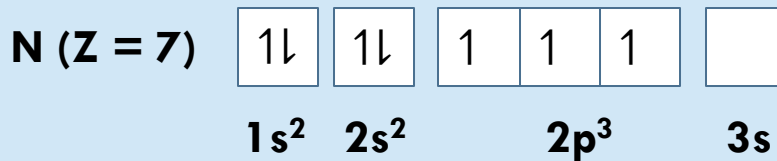
Element	Total Electrons	Orbital Diagram					Electron Configuration	
		1s	2s	2p			3s	
Li	3	↑↓	↑					$1s^2 2s^1$
Be	4	↑↓	↑↓					$1s^2 2s^2$
B	5	↑↓	↑↓	↑				$1s^2 2s^2 2p^1$
C	6	↑↓	↑↓	↑	↑			$1s^2 2s^2 2p^2$
N	7	↑↓	↑↓	↑	↑	↑		$1s^2 2s^2 2p^3$
NE	10	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓		$1s^2 2s^2 2p^6$
Na	11	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Representació de la configuració electrònica

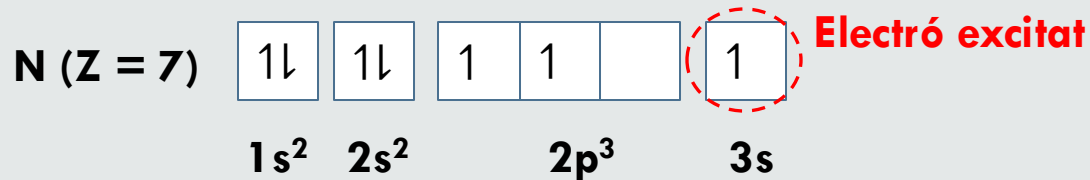
Configuració electrònica fonamental

És la configuració de mínima energia, és a dir, els electrons ocupen els orbitals d'energia menor.



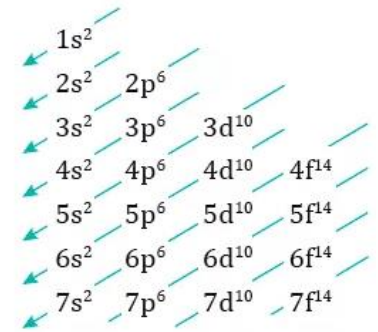
Configuració electrònica excitada

És una configuració on almenys un electró es troba en un orbital d'energia superior al que li correspondria.



6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Representació de la configuració electrònica



Configuració electrònica estables

Els **gasos nobles** són molt poc reactius degut a la gran **estabilitat** del seus àtoms. Això està relacionat amb que aquests elements tenen els orbitals s i p de l'últim nivell d'energia plens amb 8 electrons ($ns^2 np^6$)

Element	Atomic Number	Electronic Configuration	Group Number	Period Number
Helium	2	$1s^2$	18	1
Neon	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	18	2
Argon	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	18	3
Krypton	36	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$	18	4
Xenon	54	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$	18	5
Radon	86	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6$	18	6

Zinc (Z = 30) : $[Ar] 4s^2 3d^{10}$

Osmi (Z = 76) : $[Xe] 6s^2 4f^{14} 5d^6$

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Representació de la configuració electrònica

Configuració electrònica d'ions

Els ions dels elements guanyen o perden electrons per assolir la **configuració de gas noble** ($ns^2 np^6$), configuració més estable, de mínima energia.

K^+ ($Z=19$): $1s^2 2s^2 2p^6$ **$3s^2 3p^6$** *Ha perdut 1 electró ($4s^1$)*

Br^- ($Z=35$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ **$4s^2$** $3d^{10}$ **$4p^{5+1}$** *Ha guanyat 1 electró*

Mg^{2+} ($Z=12$): $1s^2$ **$2s^2 2p^6$** *Ha perdut 2 electrons ($3s^2$)*

O^{2-} ($Z=8$): $1s^2$ **$2s^2 2p^{4+2}$** *Ha guanyat 2 electrons*

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Electrons de valència

Són aquells de l'últim nivell ocupat (estigui ple o no), incloent els electrons del subnivell de més energia, cas que no estigui ple.

Argó (Z = 18): $1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s^2} \underline{3p^6}$ $\longrightarrow$ gasos nobles (orbital complet)
molt estables (valència zero)

Període 3

8 electrons; per tant grup 18

Ca (Z = 20): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{4s^2}$

València Ca^{2+} , tendeix a perdre dos electrons per a ser com un gas noble

Període 4

2 electrons; per tant grup 2

Br (Z=35): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{4s^2} 3d^{10} \underline{4p^5}$

València Br^- , tendeix a guanyar un electró per a ser com un gas noble

Període 4

7 electrons; per tant grup 17

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Anomalies en les configuracions electròniques

Les configuracions electròniques d'alguns elements presenten anomalies respecte a la configuració teòrica que haurien de tenir, aplicant les regles estudiades anteriorment.

Justificació: els orbitals **semiplens** o totalment **plens** presenten una **estabilitat addicional**.

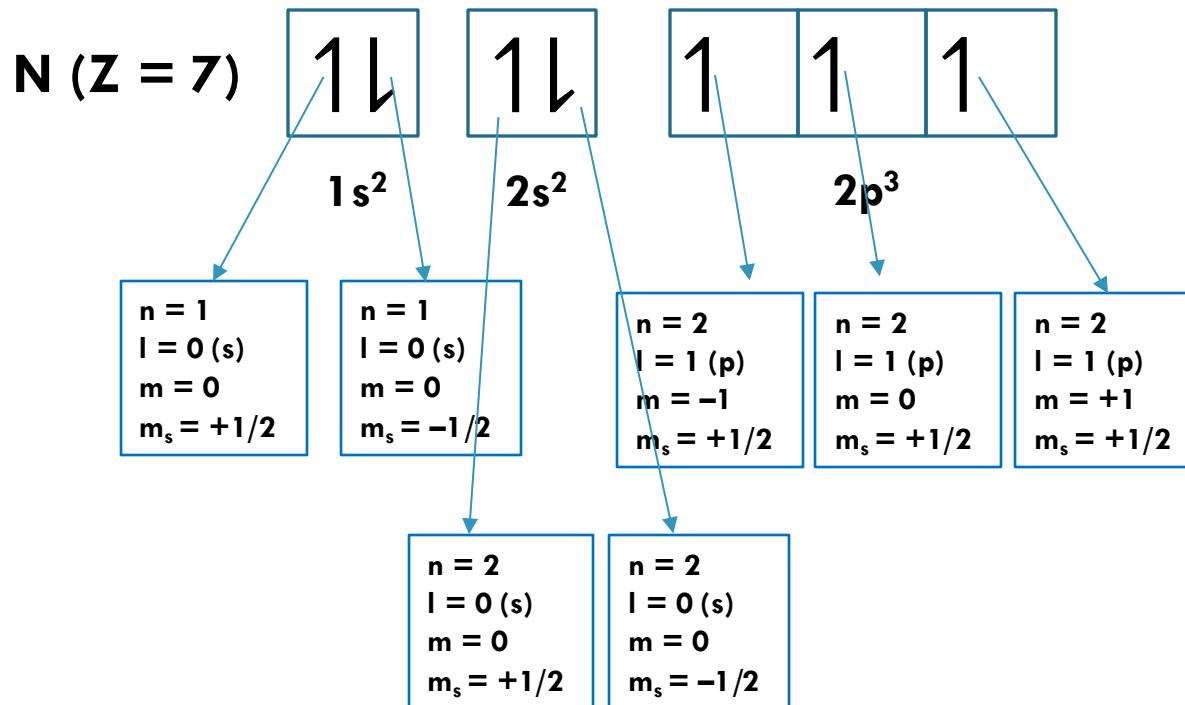
Crom (Z=24) Configuració teòrica : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$
Configuració real: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \mathbf{3d^5 4s^1}$

Coure (Z=29) Configuració teòrica : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$
Configuració real: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \mathbf{3d^{10} 4s^1}$

6. CONFIGURACIONS ELECTRÒNIQUES

Configuració electrònica vs nombres quàntics

Cada **electró** està caracteritzat per **4 nombres quàntics**. Els 3 primers nombres quàntics (n , l , m) identifiquen l'**orbital**.

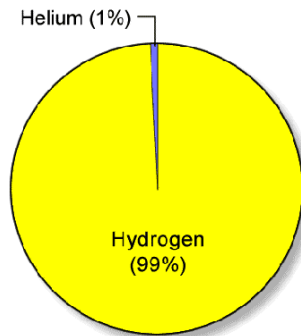


7. LA TAULA PERIÒDICA

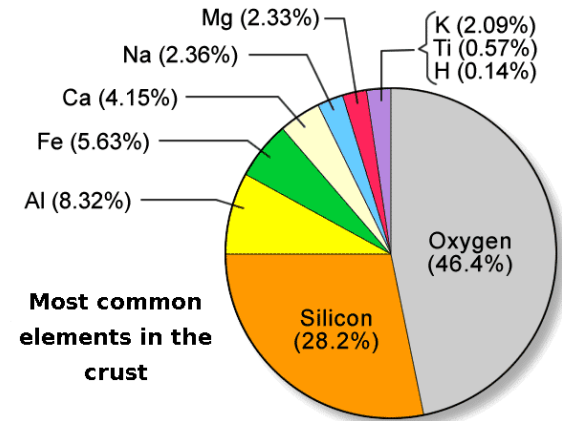
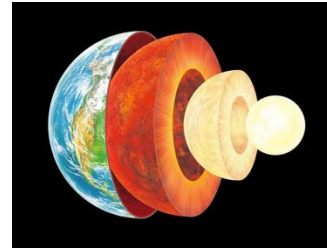
Origen dels elements químics



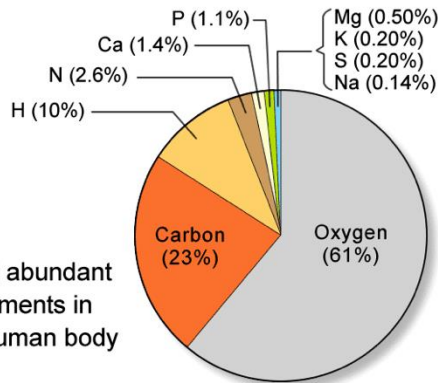
Most abundant elements in the Universe



©NCSSM 2002

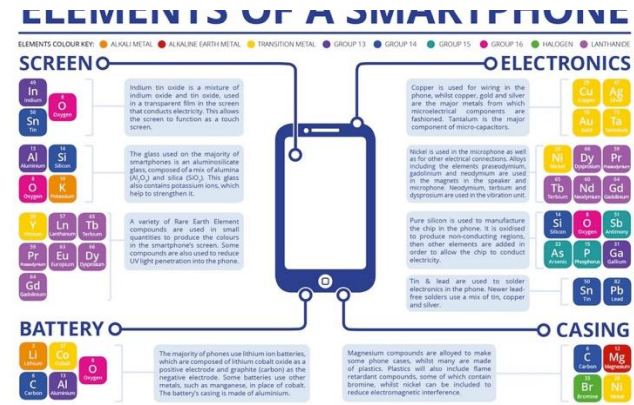
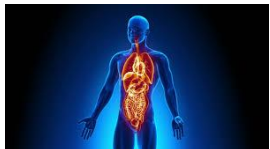


Most common elements in the crust



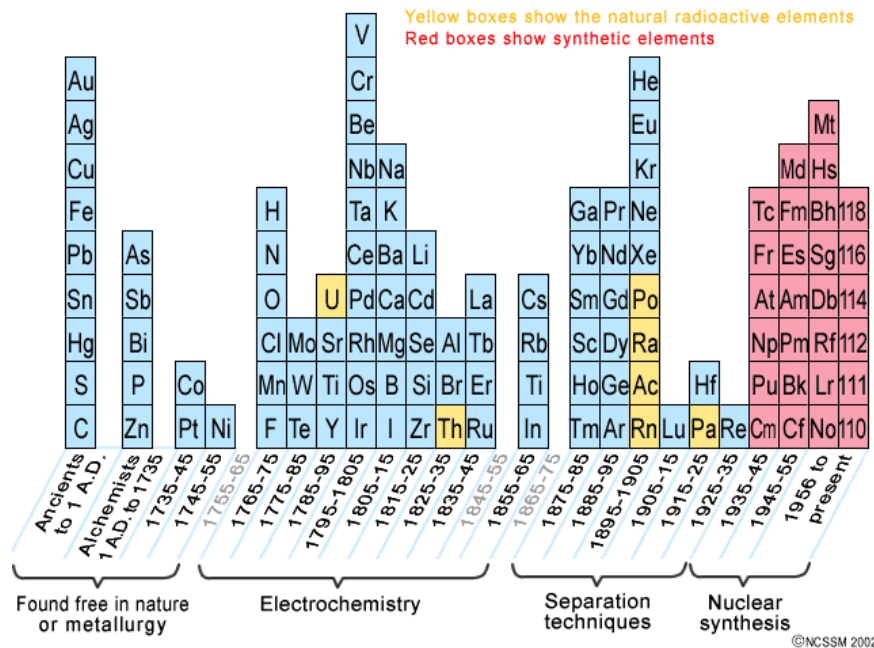
Most abundant elements in the human body

©NCSSM 2002



7. LA TAULA PERIÒDICA

Evolució històrica



Des de l'**antiguitat** fins a l'**Edat Mitjana**
es coneixen poc més d'una dotzena
d'elements químics (Fe, Cu, Ag, Au, Zn, C,
Pb...)

Al llarg del **S. XVIII** es van descobrir molts elements nous, sobretot **gasos** (N_2 , O_2 , H_2 , Cl_2) i **metalls** (Co, Pt, Ni, Cr...)

[illegible]

7. LA TAULA PERIÒDICA

Evolució històrica

Antoine Lavoisier (1789) va elaborar la primera llista moderna d'elements químics amb les **33 substàncies simples** conegudes en aquella època.



	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
	Lumière.....	Lumière.
	Calorique.....	Chaleur.
		Principe de la chaleur.
		Fluide igné.
		Feu.
		Matière du feu &c de la chaleur.
	Oxygène.....	Air déphlogistiqué.
		Air empiréal.
		Air vital.
		Base de l'air vital.
		Gaz phlogistiqué.
	Azote.....	Mofète.
		Base de la mofète.
		Gaz inflammable.
	Hydrogène.....	Base du gaz inflammable.
		Soufre.
		Phosphore.
		Charbon pur.
		Inconnu.
		Inconnu.
		Inconnu.
		Antimoine.
		Argent.
		Arsenic.
		Bismuth.
		Cobalt.
		Cuivre.
		Etain.
		Fer.
		Manganèse.
		Mercur.
		Molybdène.
		Nickel.
		Or.
		Platine.
		Plomb.
		Tungstène.
		Zinc.
		Chaux.
		Magnésie, base du fel d'epfom.
		Barote, terre pesante.
		Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
		Terre siliceuse, terre vitrifiable.

John Dalton (1800) va elaborar una notació per representar els **àtoms** dels elements coneguts en aquella època.



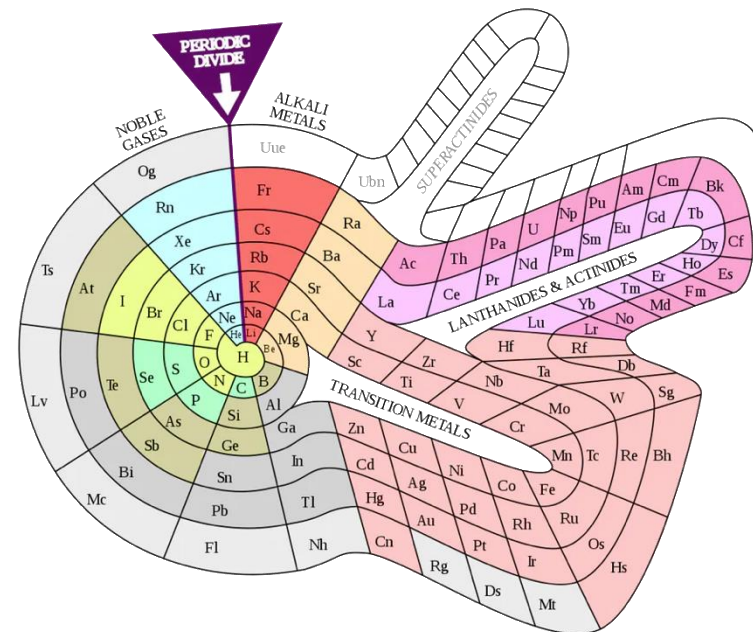
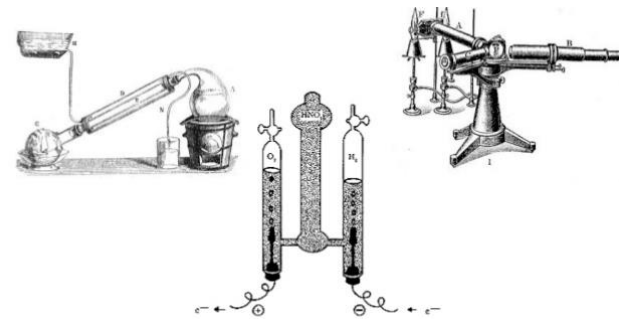
Oxygen	Hydrogen	Nitrogen (Azote)	Carbon	Sulphur	Phosphorus	Gold	Platinum (Platina)	Silver
Mercury	Copper	Iron	Nickel	Tin	Lead	Zinc	Bismuth	Antimony
Arsenic	Calcium (Lime)	Manganese	Uranium	Tunsten	Titanium	Cerium	Potassium (Potash)	Sodium (Soda)
Calcium	Magnesium (Magnesia)	Barium (Barytes)	Strontium	Aluminium	Silicon	Yttrium	Beryllium	Zirconium

7. LA TAULA PERIÒDICA

Evolució històrica

Durant el **S. XIX** es van poder descobrir i identificar molts elements nous gràcies al **mètode de determinació de masses atòmiques** (Cannizaro), l'**electròlisi** (Davy), la **destil·lació de l'aire líquid** (Ramsay) i l'estudi dels **espectres atòmics** (Bunse i Kirchhoff).

A mitjans del **S.XIX** el nombre d'elements coneguts era ja bastant elevat i va sorgir la **necessitat de posar ordre i classificar-los** d'alguna manera.



7. LA TAULA PERIÒDICA

Evolució històrica



J. W. Döbereiner (1817) Va trobar similituds de propietats en grups de tres elements o **triades**

Atomic Mass (1850)

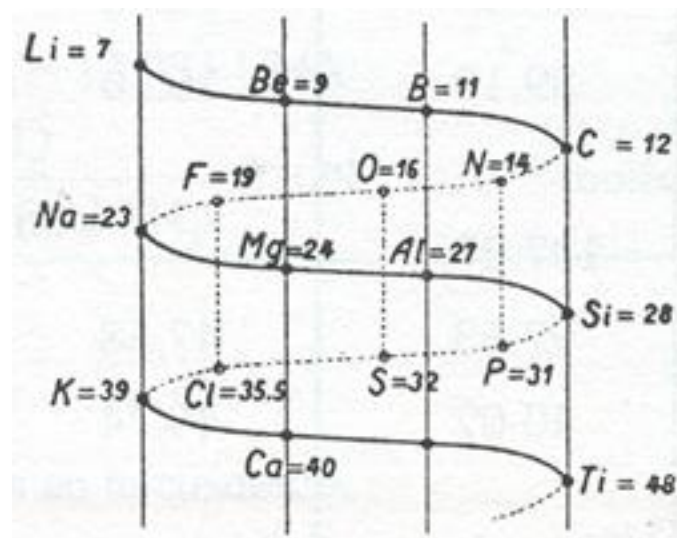
Li 7	}	$\frac{7 + 39}{2} = 23$
Na 23		
K 39		
Ca 40	}	$\frac{40 + 137}{2} = 88,5$
Sr 87		
Ba 137		
P 31	}	$\frac{31 + 122}{2} = 76,5$
As 75		
Sb 122		
S 32	}	$\frac{32 + 128}{2} = 80$
Se 78		
Te 128		
Cl 35,5	}	$\frac{35,5 + 127}{2} = 81,25$
Br 80		
I 127		

Atomic Number

Li 3	}	$\frac{3 + 19}{2} = 11$
Na 11		
K 19		
Ca 20	}	$\frac{20 + 56}{2} = 38$
Sr 38		
Ba 56		
P 15	}	$\frac{15 + 51}{2} = 33$
As 33		
Sb 51		
S 16	}	$\frac{16 + 52}{2} = 34$
Se 34		
Te 52		
Cl 17	}	$\frac{17 + 53}{2} = 35$
Br 35		
I 53		

H											He
Li	Be			B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg			Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca			Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr			In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba			Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		

Chancourtois (1862) Va ser el primer en utilitzar la massa atòmica per classificar els elements. Va observar **similituds verticals** en disposar els elements coneguts sobre una **corba helicoidal**.



7. LA TAULA PERIÒDICA

Evolució històrica



J. A. R. Newlands (1865)

Llei de les octaves

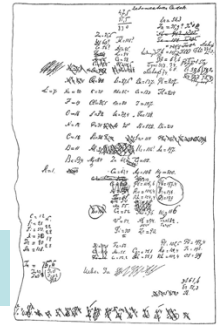
Va observar una variació gradual de les propietats al disposar els elements en **files de set elements**. El vuitè element tenia propietats semblants al primer de la fila anterior.

John Newlands' 'Law of Octaves', 1865.

H Li Be B C N O F Na Mg Al Si P S Cl

Cl K Ca Cr Ti Mn Fe Cobalt/Nickel something is wrong!

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Hg 52
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Tl 53
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Th 56



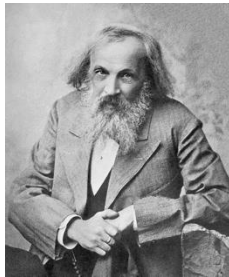
7. LA TAULA PERIÒDICA

Evolució històrica

Taula de Mendeleiev (1869)

Lothar Meyer

D. Mendeleiev



L'any 1869 **L. Meyer** (Alemanya) i **Dimitri Mendeleiev** (Rússia), analitzant les propietats físiques (Meyer) i químiques (Mendeleiev) dels elements, van arribar de manera independent i simultània a conclusions semblants.

En aquell moment ja es coneixien **63 elements** dels 90 que existeixen a la natura.

Els dos científics van ordenar els elements coneguts seguint els mateixos criteris:

Files (períodes) Elements col·locats en ordre creixent de **massa atòmiques** (no del nombre atòmic), com en la taula actual.

Columnes (grups) Elements amb **propietats químiques semblants**.

©NCSSM 2002

Periodic Table of Elements
based on Mendeleev's Periodic Law

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
He 4.00	H 1.01	Li 6.94	Be 9.01	B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0		
Ne 20.2	Na 23.0	Mg 24.3	Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5			
Ar 40.0	K 39.1	Ca 40.1	Sc 45.0	Ti 47.9	V 50.9	Cr 52.0	Mn 54.9	Fe 55.9	Co 58.9	Ni 58.7
	Cu 63.5	Zn 65.4	Ga 69.7	Ge 72.6	As 74.9	Se 79.0	Br 79.9			
Kr 83.8	Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9	Tc (99)	Ru 101	Rh 103	Pd 106
	Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127			
Xe 131	Ce 133	Ba 137	La 139	Hf 179	Ta 181	W 184	Re 180	Os 194	Ir 192	Pt 195
	Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209	Po (210)	At (210)			
Rn (222)	Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Th 232	Pa (231)	U 238				

Dobereiner's triads
 Known to Mendeleev
 ● Lanthanide series
 ● Actinide series
 ● Known to Ancients

Aquestes propietats vénen determinades per les **configuracions electròniques**

7. LA TAULA PERIÒDICA

Evolució històrica

Taula periòdica actual

Està construïda a partir de la taula periòdica de Mendeleiev, però ordenant els elements segons l'**ordre creixent dels nombres atòmics** (no de les masses atòmiques).

El **sistema periòdic actual**, constituït per **18 columnes** o grups i **7 files** o períodes va ser desenvolupat per **Werner i Paneth** i s'ha anat ampliant amb el descobriment de nous elements.



Glenn T. Seaborg va ser un científic americà que va compartir el **Premi Nobel de Química** en 1951 amb Edwin Mattison.

Seaborg, doctor en química, amb els seus col·laboradors, **va afegir 9 nous elements a la taula periòdica** entre els anys 1940 i 1955.

El plutoni ($Z = 94$) és el més conegut perquè s'utilitza com agent explosiu de cert armament nuclear. La resta d'elements descoberts van ser l'americ (95), el curi (96), el berkeli (97), el californi (98), l'einsteni (99), el fermi (100), el mendelevi (101) i el nobeli (102).

7. LA TAULA PERIÒDICA

Actualitat

GRUPS

Elements amb **propietats químiques semblants**

Grup 1. **Alcalins**

Grups 2. **Alcalinoteris**

Del grup 3 al 12. **Elements de transició**

Grup 13. Grup del bor (terris)

Grup 14. Grup del carboni (carbanoides)

Grup 15. Grup del nitrogen (nitrogenoides)

Grup 16. Grup de l'oxigen (calcògens o amfígens)

Grup 17. **Halògens**

Grup 18. **Gasos nobles** o inerts

PERÍODES

Es construeixen col·locant els elements en **ordre creixent de nombre atòmic (Z)**

Període 1. **2 elements.** Període molt curt

Períodes 2 i 3. **8 elements.** Períodes curts

Període 4 i 5. **18 elements.** Períodes llargs

Període 6 i 7. **32 elements.** Períodes molt llargs

Període 4

19 K Potasio 39.098	20 Ca Calcio 40.078	21 Sc Escandio 44.956	22 Ti Titanio 47.867	23 V Vanadio 50.942	24 Cr Cromo 51.996	25 Mn Manganeso 54.938	26 Fe H ferro 55.845	27 Co Cobalto 58.933	28 Ni Niquel 58.693	29 Cu Cobre 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallio 69.723	32 Ge Germanio 72.631	33 As Arsenico 74.922	34 Se Selenio 78.971	35 Br Bromo 79.904	36 Kr Kriptón 84.798
-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

7. LA TAULA PERIÒDICA

Actualitat

Separació entre metalls i no metalls

Estat físic dels elements a la natura

Diagrama de la taula periòdica que mostra la separació entre metalls i no metalls. Els metalls són representats en gris, els no metalls en blau i els metal·loides en groc. Els metal·loides es troben a la frontera entre els metalls i els no metalls, incloent-hi elements com el silici, l'arsen, el seleni, el tel·luri, el bismut, el poloni, el astat i el franci.

Elements sintètics

A la natura podem trobar 90 elements químics

La resta d'elements que apareixen a la taula periòdica són **sintètics**, això vol dir que han estat obtinguts artificialment en **reactors nuclears** i **acceleradors de partícules**.

Els elements sintètics són molt **inestables** i tenen una vida mitjana molt curta.

TAULA PERIÒDICA DELS ELEMENTS																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18										
1 H 1,008 HIDRÒGEN																	2 He 4,003 HELI										
Pes atòmic (El valor entre parèntesis es refereix a l'isòtop més estable) Punt de fusió (en °C) Punt d'ebullició (en °C) Densitat (en g/m³ a 20 °C) (Elements gasosos, en g/l a 0 °C i 1 atm) Nombre d'oxidació Electronegativitat (Escala de Pauling)																											
Simbol Nom Configuració electrònica Potencial d'ionització (en eV) Gas Líquid (a 30 °C) Sòlid Sintètic																											
3 Li 6,941 LIT	4 Be 9,012 BERIL·LI											5 B 10,811 BOR	6 C 12,011 CARBON	7 N 14,007 NITRÒGEN	8 O 15,999 OXÍGEN	9 F 18,998 FLUOR	10 Ne 20,179 NEON										
11 Na 22,990 SODI	12 Mg 24,305 MAGNESI											13 Al 26,982 ALUMINI	14 Si 28,086 SILICI	15 P 30,974 FOSFOR	16 S 32,06 SOFRE	17 Cl 35,45 CLOR	18 Ar 39,948 ARGON										
19 K 39,098 POTASSI	20 Ca 40,078 CALCI	21 Sc 44,956 SCANDI	22 Ti 47,88 TITANI	23 V 50,942 VANADI	24 Cr 51,996 CROM	25 Mn 54,938 MANGANES	26 Fe 55,845 FERRO	27 Co 58,933 COBALT	28 Ni 58,69 NICKEL	29 Cu 63,546 COBRE	30 Zn 65,38 ZINC	31 Ga 69,723 GALLI	32 Ge 72,63 GERMANI	33 As 74,922 ARSEN	34 Se 78,96 SELENI	35 Br 79,904 BROM	36 Kr 83,80 KRIPTÓ										
37 Rb 85,468 RUBIDI	38 Sr 87,62 STRONCI	39 Y 88,906 ITRI	40 Zr 91,224 ZIRCONI	41 Nb 92,906 NIOBI	42 Mo 95,94 MOLEBDE	43 Tc 98,906 TECNICI	44 Ru 101,07 RUTENI	45 Rh 102,91 RÓDENI	46 Pd 106,42 PAL·LADI	47 Ag 107,868 PLATA	48 Cd 112,414 CADMI	49 In 114,818 ESTANN	50 Sn 118,710 ESTANY	51 Sb 121,76 ANTIMONI	52 Te 127,60 TEL·LURI	53 I 126,905 IOD	54 Xe 131,29 XENÓ										
55 Cs 132,905 CESI	56 Ba 137,327 BARI											57 La-Lu	58 Hf 178,49 HAFNI	59 Ta 180,948 TÀNGST	60 W 183,85 WOLFRAM	61 Re 186,207 REOMOLIBD	62 Os 190,23 OSTMI	63 Ir 192,22 IRIDI	64 Pt 195,084 PLATÍ	65 Au 196,967 OR	66 Hg 200,59 MERCURI	67 Tl 204,38 TALLI	68 Pb 207,2 PLOM	69 Bi 208,98 BISMUT	70 Po 209 POLONI	71 At 210 ASTAT	72 Rn 222 RADIO
87 Fr 223 FRANCI	88 Ra 226 RADIOACTI											89-103 Ac-Lr	104 Rf 261 RUTENI	105 Db 262 DUBNI	106 Sg 266 SEABERG	107 Bh 264 BOHRI	108 Hs 277 HASSE	109 Mt 268 MEITNERI	110 Ds 271 DARMSTADT	111 Nh 286 NIHONI	112 Fl 289 FLEROVI	113 Mc 288 MOSCOWI	114 Lv 293 LIVERMORI	115 Ts 294 TENESSI	116 Og 294 OGANESSI		
6 7																											
8 9																											
10 11																											
12 13																											
14 15																											
16 17																											
18 19																											
20 21																											
22 23																											
24 25																											
26 27																											
28 29																											
30 31																											
32 33																											
34 35																											
36 37																											
38 39																											
40 41																											
42 43																											
44 45																											
46 47																											
48 49																											
50 51																											
52 53																											
54 55																											
56 57																											
58 59																											
60 61																											
62 63																											
64 65																											
66 67																											
68 69																											
70 71																											
72 73																											
74 75																											
76 77																											
78 79																											
80 81																											
82 83																											
84 85																											
86 87																											
88 89																											
90 91																											
92 93																											
94 95																											
96 97																											
98 99																											
100 101																											
102 103																											
104 105																											
106 107																											
108 109																											
110 111																											
112 113																											
114 115																											
116 117																											
118 119																											
120 121																											
122 123																											
124 125																											
126 127																											
128 129																											
130 131																											
132 133																											
134 135																											
136 137																											
138 139																											
140 141																											
142 143																											
144 145																											
146 147																											
148 149																											
150 151																											
152 153																											
154 155																											
156 157																											
158 159																											
160 161																											
162 163																											
164 165																											
166 167																											
168 169																											
170 171																											
172 173																											
174 175																											
176 177																											
178 179																											
180 181																											
182 183																											
184 185																											
186 187																											
188 189																											
190 191																											
192 193																											
194 195																											
196 197																											
198 199																											
200 201																											
202 203																											
204 205																											
206 207																											
208 209																											
210 211																											
212 213																											
214 215																											
216 217																											
218 219																											
220 221																											
222 223																											
224 225																											
226 227																											
228 229																											
230 231																											
232 233																											
234 235																											
236 237																											
238 239																											
240 241																											
242 243																											
244 245																											
246 247																											
248 249																											
250 251																											
252 253																											
254 255																											
256 257																											
258 259																											
260 261																											
262 263																											
264 265																											
266 267																											
268 269																											
270 271																											
272 273																											
274 275																											
276 277																											
278 279																											
280 281																											
282 283																											
284 285																											
286 287																											
288 289																											
290 291																											
292 293																											
294 295																											
296 297																											
298 299																											
300 301																											
302 303																											
304 305																											
306 307																											
308 309																											
310 311																											
312 313																											
314 315																											
316 317																											
318 319																											
320 321																											
322 323																											
324 325																											
326 327																											
328 329																											
330 331																											
332 333																											
334 335																											
336 337																											
338 339																											
340 341																											
342 343																											
344 345																											
346 347																											
348 349																											
350 351																											
352 353																											
354 355																											
356 357																											
358 359																											
360 361																											
362 363																											
364 365																											
366 367																											
368 369																											
370 371																											
372 373																											
374 375																											
376 377																											
378 379																											
380 381																											
382 383																											
384 385																											
386 387																											
388 389																											
390 391																											
392 393																											
394 395																											
396 397																											
398 399																											
400 401																											
402 403																											
404 405																											
406 407																											
408 409																											
410 411																											
412 413																											
414 415																											
416 417																											
418 419																											
420 421																											
422 423																											
424 425																											
426 427																											
428 429																											
430 431																											
432 433																											
434 435																											
436 437																											
438 439																											
440 441																											
442 443																											
444 445																											
446 447																											
448 449																											
450 451																											
452 453																											
454 455																											
456 457																											
458 459																											
460 461																											
462 463																											
464 465																											
466 467																											
468 469																											
470 471																											
472 473																											
474 475																											
476 477																											
478 479																											
480 481																											
482 483																											
484 485																											
486 487																											
488 489																											
490 491																											
492 493																											
494 495																											
496 497																											
498 499																											
500 501																											
502 503																											
504 505																											
506 507																											
508 509																											
510 511																											
512 513																											
514 515																											
516 517																											
518 519																											
520 521																											
522 523																											
524 525																											
526 527																											
528 529																											
530 531																											
532 533																											
534 535																											
536 537																											
538 539																											
<																											

7. LA TAULA PERIÒDICA

Actualitat

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS POR PAÍSES

 H 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71										
Th 90	Pa 91	U 92	Mp 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103										

7. LA TAULA PERIÒDICA

Actualitat

The Periodic Table of the Elements, in Pictures

Alkali Metals Group 1

Alkali Earth Metals Group 2

Transition Metals

Groups

The vertical columns are called groups. Elements in the same group behave similarly because they have the same number of outer electrons.

Group 1 has one outer electron, group 2 has two, etc. Most transition metals have two.

Color Key

States of Matter

Human Body

Earth's Crust

Noble Gases Group 18

Superheavy Elements

radioactive, never found in nature, no use except atomic research

Rare Earth Metals

Actinide Metals

radioactive, never found in nature, no use except atomic research

8. L'ESTRUCTURA ELECTRÒNICA I LA TP

Basada en el coneixement de l'estructura electrònica dels elements

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18										
1 1.008 H HIDRÒGEN (1) 1.00794																	2 4.0026 He HELI (2) 4.00260										
3 6.941 Li LITI (3) 6.941	4 9.0122 Be BERILI (4) 9.01218																										
11 22.99 Na SODI (11) 22.99	12 24.305 Mg MAGNESI (12) 24.305																										
19 39.098 K POTASSI (19) 39.098	20 40.08 Ca CALCI (20) 40.08	21 44.956 Sc ESCANDI (21) 44.956	22 47.88 Ti TITANI (22) 47.88	23 50.942 V VANADI (23) 50.942	24 51.996 Cr CROM (24) 51.996	25 54.938 Mn MANGANÈS (25) 54.938	26 55.845 Fe FERRO (26) 55.845	27 58.933 Co COBALT (27) 58.933	28 58.933 Ni NÍQUEL (28) 58.933	29 63.546 Cu COBRE (29) 63.546	30 65.38 Zn ZINC (30) 65.38	31 69.723 Ga GALLI (31) 69.723	32 72.64 Ge GERMANI (32) 72.64	33 74.922 As ARSÈNIC (33) 74.922	34 78.96 Se SELENI (34) 78.96	35 79.904 Br BROM (35) 79.904	36 83.80 Kr CRIPTO (36) 83.80										
37 85.468 Rb RUBIDI (37) 85.468	38 87.62 Sr ESTRONCI (38) 87.62	39 88.906 Y ITRI (39) 88.906	40 91.224 Zr ZIRCONI (40) 91.224	41 92.906 Nb NIOBI (41) 92.906	42 95.94 Mo MOLIBDÈ (42) 95.94	43 98.906 Tc TECNICI (43) 98.906	44 101.07 Ru RUTEANI (44) 101.07	45 101.07 Rh RÒDI (45) 101.07	46 106.4 Pd PAL·LADI (46) 106.4	47 107.87 Ag PLATA (47) 107.87	48 112.41 Cd CADMI (48) 112.41	49 114.82 In INDI (49) 114.82	50 118.710 Sn ESTANY (50) 118.710	51 127.76 Sb ANTIMONI (51) 127.76	52 127.6 Te TEL·LURI (52) 127.6	53 126.905 I IODE (53) 126.905	54 131.29 Xe XENÓ (54) 131.29										
55 132.905 Cs CESI (55) 132.905	56 137.33 Ba BARI (56) 137.33	57 138.905 La LAN·TAN (57) 138.905	58 178.49 Hf HAFNI (58) 178.49	59 180.948 Ta TÀNTAL (59) 180.948	60 183.85 W TUNGSTÈ (60) 183.85	61 186.21 Re RENI (61) 186.21	62 188.906 Os OSMI (62) 188.906	63 190.23 Ir IRIDI (63) 190.23	64 195.08 Pt PLATÍ (64) 195.08	65 196.967 Au OR (65) 196.967	66 200.59 Hg MERCURI (66) 200.59	67 204.38 Tl TALLI (67) 204.38	68 208.98 Pb PLOM (68) 208.98	69 208.98 Bi BISMUT (69) 208.98	70 209 Po POLONI (70) 209	71 209 At ASTAT (71) 209	72 209 Rn RADIO (72) 209										
87 223 Fr FRANCI (87) 223	88 226 Ra RADI (88) 226	89 227 Ac ACTINI (89) 227	104 261 Rf RUTHERFORDI (104) 261	105 262 Db DUBNI (105) 262	106 263 Sg SEABORGI (106) 263	107 261 Bh BOHRI (107) 261	108 262 Hs HASSE (108) 262	109 263 Mt MEITNERI (109) 263	110 261 Ds DARMSTADTI (110) 261	111 262 Rg ROENTGENI (111) 262	112 263 Cn COFERNICI (112) 263	113 260 Nh NIHONI (113) 260	114 261 Fl FLEROVI (114) 261	115 260 Mc MOSCOWI (115) 260	116 261 Lv LIVERMORI (116) 261	117 261 Ts TENNESSI (117) 261	118 261 Og OGANESSÓ (118) 261										
Sòlids		Líquids (30 °C)		* Lantànids		** Actínids		Gases		Sintètics																	
58 140.12 Ce CERI (58) 140.12		59 140.91 Pr PRASEODIMI (59) 140.91		60 144.24 Nd NEODIMI (60) 144.24		61 150.36 Pm PROMETI (61) 150.36		62 150.4 Sm SAMARI (62) 150.4		63 151.96 Eu EUROPI (63) 151.96		64 157.25 Gd GADOLINI (64) 157.25		65 162.50 Tb TERBI (65) 162.50		66 167.26 Dy DIPROSDIMI (66) 167.26		67 168.93 Ho HOLMI (67) 168.93		68 175.05 Er ERBIDI (68) 175.05		69 175.04 Tm TULI (69) 175.04		70 176.93 Yb ITERBIDI (70) 176.93		71 174.97 Lu LUTETI (71) 174.97	
90 223.04 Th TORI (90) 223.04		91 231.04 Pa PROTOACTINI (91) 231.04		92 238.03 U URIANI (92) 238.03		93 237.05 Np NEPTUNI (93) 237.05		94 244.06 Pu PLUTONI (94) 244.06		95 247.07 Am AMERICI (95) 247.07		96 247.07 Cm CURI (96) 247.07		97 247.07 Bk BERKELI (97) 247.07		98 250.11 Cf CALIFÒRNI (98) 250.11		99 252.08 Es ENSTENI (99) 252.08		100 252.08 Fm FERMI (100) 252.08		101 258.11 Md MENDELEVI (101) 258.11		102 259.10 No NOBELI (102) 259.10		103 259.10 Lr LAURENCI (103) 259.10	

(1) Indica l'isòtop més estable. (2) Els valors dels elements gasosos corresponen al líquid a temperatura d'ebullició.

8. L'ESTRUCTURA ELECTRÒNICA I LA TP

Sistema periòdic dels elements segons la seva configuració electrònica

Grup

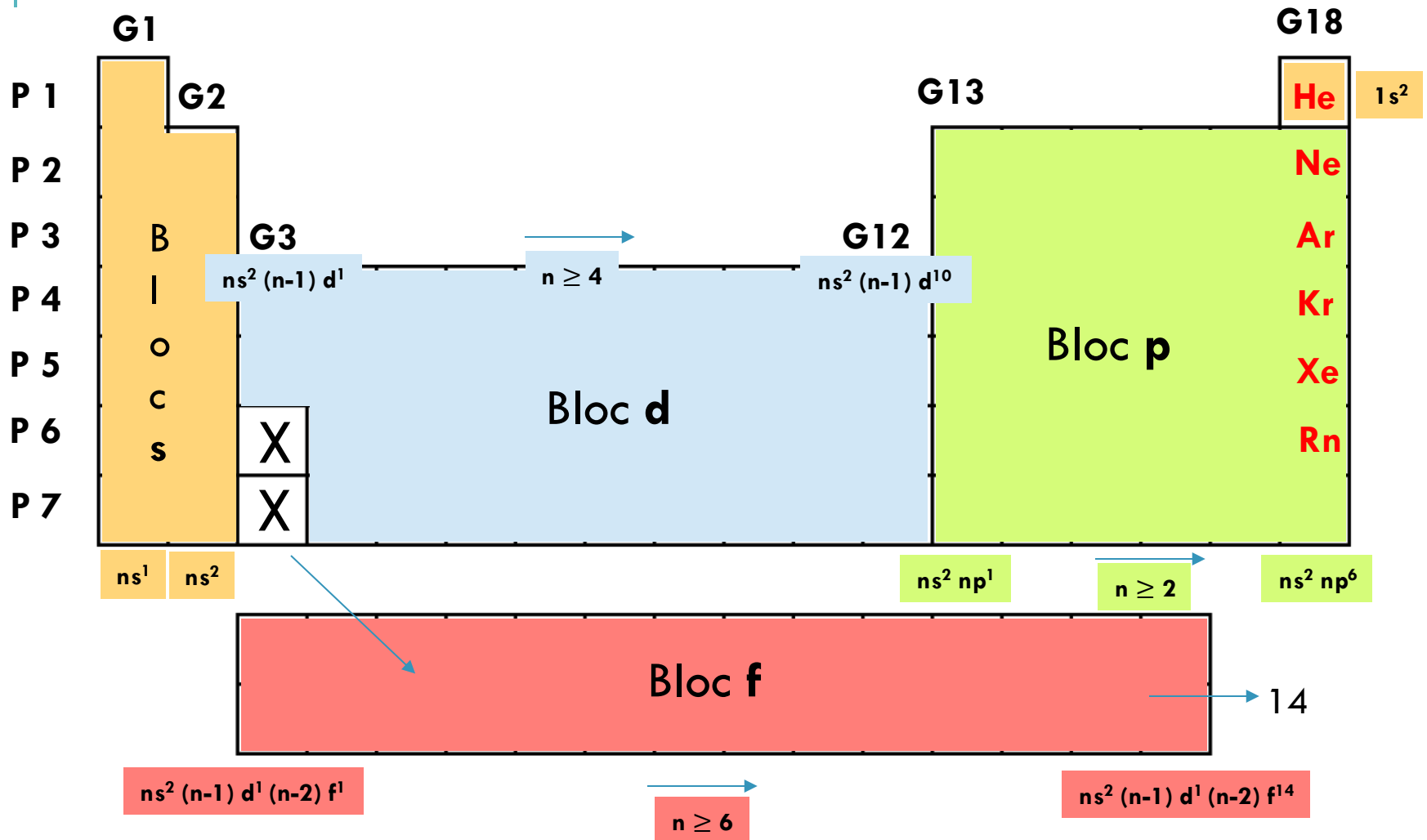
Període

Els elements d'un mateix grup presenten la mateixa estructura electrònica en la seva **capa de valència** (nivell extern)

Els elements d'un mateix període tenen tots el mateix **nombre de nivells electrònics**, complets o incomplets. Coincideix amb el període

8. L'ESTRUCTURA ELECTRÒNICA I LA TP

Distribució dels electrons de valència a la taula periòdica



ANNEX

Conceptes bàsics d'ondulatòria – Radiacions electromagnètiques

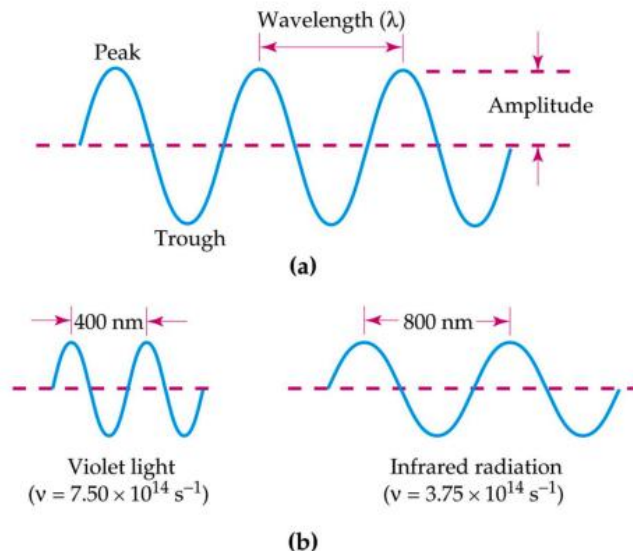
Descripció física d'una ona

Longitud d'ona (λ). Distància entre dues crestes o dues valls consecutives.

Període (T). Temps necessari per a completar una oscil·lació completa de l'ona. Unitat: segons (s)

Amplitud (A). Variació màxima del desplaçament de l'ona respecte el seu eix de propagació. Unitat: metres (m)

Freqüència (f o ν). Nombre d'oscil·lacions que realitza l'ona per segon. Unitat: hertz (Hz o s^{-1})



$$f = 1 / T$$

$$T = 1 / f$$

son inversament proporcionals

Les **ones electromagnètiques** es desplacen a la **velocitat de la llum (c)**

$$c = \lambda / T = \lambda \cdot f$$

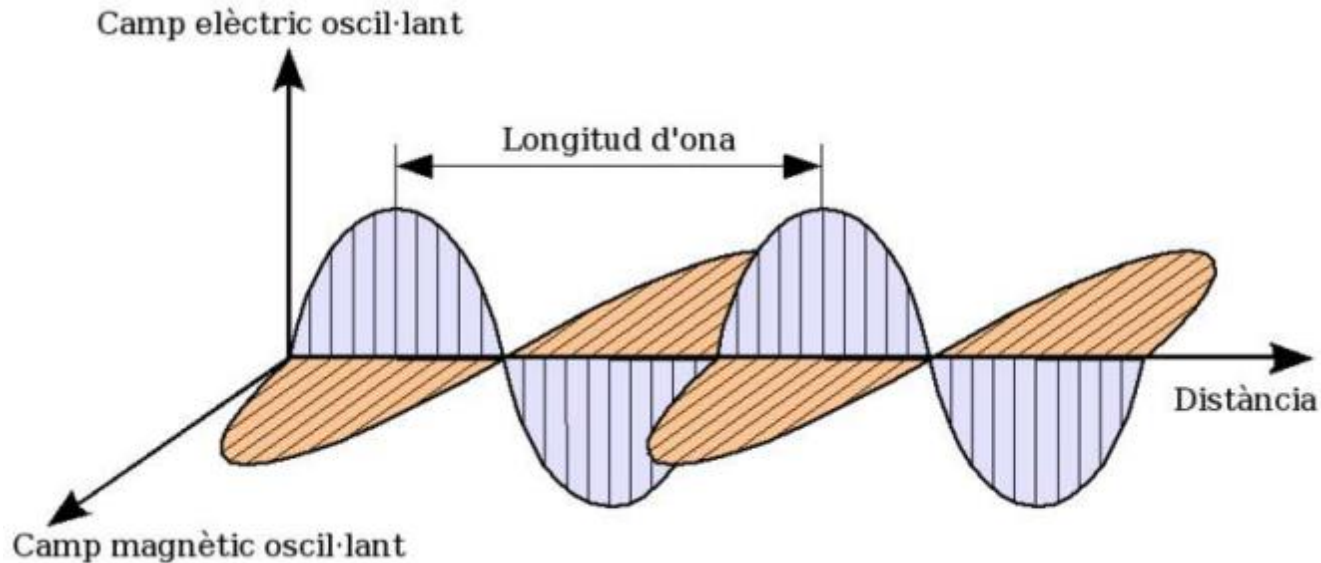
$$c = 299.792.458 \sim 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s (en el buit)}$$

ANNEX

Conceptes bàsics d'ondulatòria – Radiacions electromagnètiques

Radiacions electromagnètiques

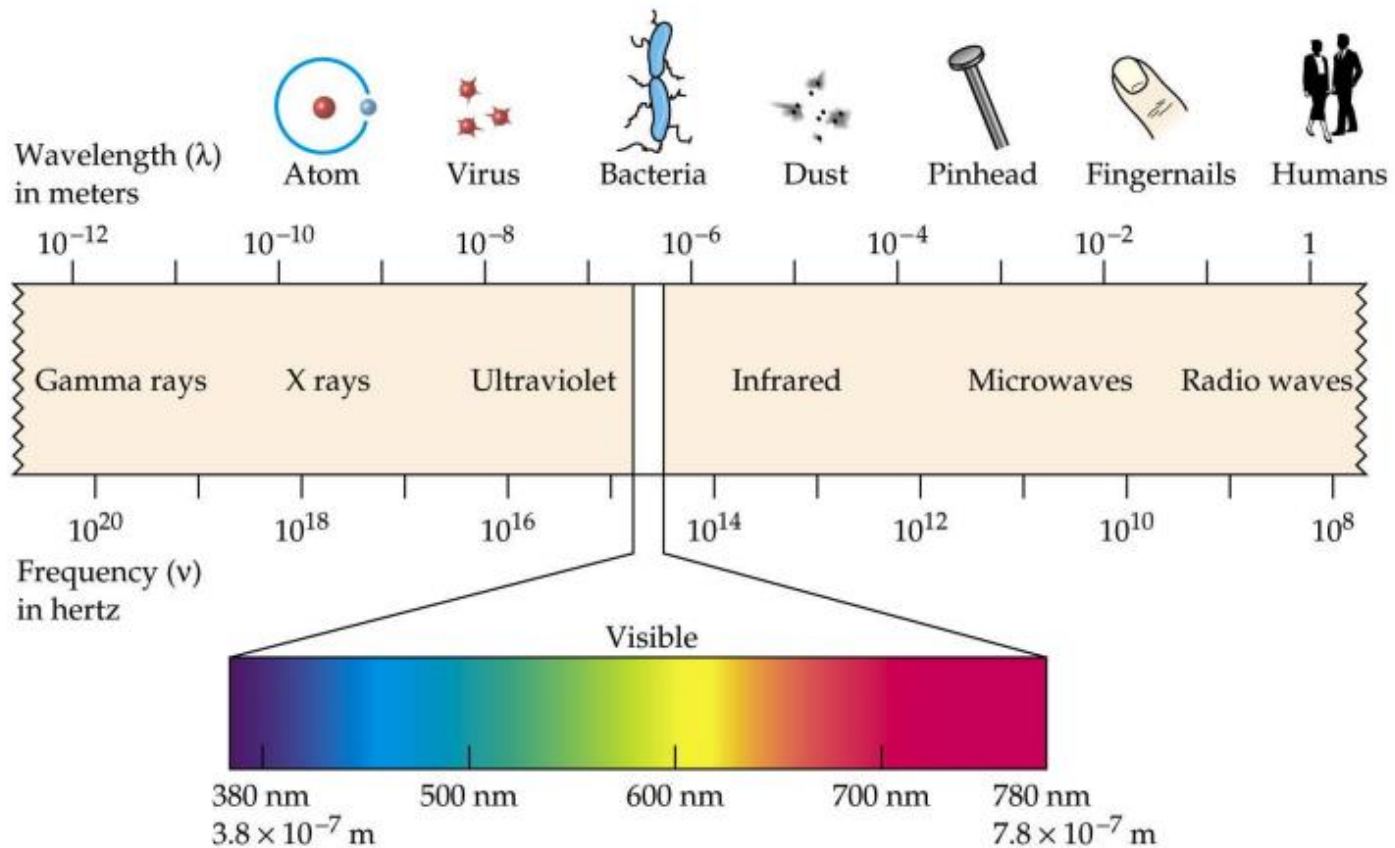
Son ones que es propaguen a l'espai amb un component elèctric i un component magnètic. Aquests dos components oscil·len en angles rectes respecte ells i respecte a la direcció de propagació.



ANNEX

Conceptes bàsics d'ondulatòria – Radiacions electromagnètiques

Espectre de radiacions electromagnètiques



ANNEX

Conceptes bàsics d'ondulatòria – Radiacions electromagnètiques

Fotons

Una ona electromagnètica consisteix en un conjunt de paquets d'energia (**quants**), anomenats **fotons**.

La freqüència de l'ona és proporcional a la seva energia

Atès que els fotons son emesos i absorbits pels àtoms, actuen com a transportadors d'energia.

L'energia dels fotons (E) es calcula a partir de l'equació de Planck.

$$E_{\text{fotó}} = h \cdot f \quad \text{Unitat (J)}$$

$$h = \text{Constant de Planck} = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$