

5. Un assaig a la flama és un procediment usat en química per a detectar la presència de certs ions metàl·lics, basat en l'espectre d'emissió característic de cada element. En la taula següent es relacionen diferents elements metàl·lics i s'especifica el color de la llum que emeten quan són excitats amb la flama d'un fogonet de gas:

*Color de la flama d'alguns elements i longitud d'ona de l'espectre electromagnètic associada*

Element	Li	Ca	Na	Cu	K
Color de la flama	vermell	taronja	groc	verd	violat
Longitud d'ona (nm)	740-625	625-590	590-565	565-520	430-380

- a) Sabem que la llum emesa per un element correspon a una transició electrònica de  $3,79 \times 10^{-19}$  J. Es tracta d'algun dels elements de la taula? Justifiqueu la resposta. De totes les emissions possibles de la taula en la regió del visible, quina té més energia? Justifiqueu la resposta.  
[1,25 punts]
- b) Definiu el terme *energia d'ionització*. Quin dels elements següents té una energia d'ionització més gran, K o Ca? La segona energia d'ionització del Ca serà més gran o més petita que la primera energia d'ionització? Justifiqueu les respostes basant-vos en les configuracions electròniques i en el model atòmic de càrregues elèctriques.  
[1,25 punts]

DADES: Nombres atòmics:  $Z(\text{K}) = 19$ ;  $Z(\text{Ca}) = 20$ .  
Constant de Planck:  $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J s.  
Velocitat de la llum en el buit:  $c = 3,0 \times 10^8$  m s<sup>-1</sup>.  
1 nm =  $10^{-9}$  m.

## Solució:

### Pregunta 5a

#### Càlcul de $\lambda$

- A partir de l'equació de Planck relacionarem l'energia de la radiació amb la longitud d'ona:

$$E = h \nu \text{ i } \lambda = c / \nu$$

[0,10 punts]

Si substituïm  $\lambda$  en l'**equació de Planck**, obtenim:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

[0,10 punts]

$$3,79 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{\lambda};$$

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{3,79 \times 10^{-19} \text{ J}} = 5,248 \times 10^{-7} \text{ m}$$

[0,40 punts]

$$\lambda = 5,248 \times 10^{-7} \text{ m} \text{ (1 nm / } 10^{-9} \text{ m)} = 525 \text{ nm}$$

[0,10 punts]

#### Color de la radiació i element

- La **longitud d'ona** de la radiació emesa es troba dins de la radiació de l'espectre electromagnètic de la zona del visible **corresponent al color verd** (565-520 nm) i aquest color de flama **correspon al coure** (Cu).

[0,25 punts]

#### Emissió d'energia més gran

- La **radiació d'energia més gran** correspon a la **radiació de l'espectre electromagnètic de menor longitud d'ona** de la taula. Aquesta radiació és la que té una freqüència més gran i, per tant, una energia també més gran.

[0,20 punts]

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \text{ i } \nu = c / \lambda,$$

$$\text{Si: } \lambda \downarrow \Rightarrow \nu \uparrow \Rightarrow E \uparrow$$

**La radiació d'energia més gran correspon al color violet (430-380 nm).**

[0,10 punts]

## Pregunta 5b

### Definició d'energia d'ionització

L'**energia d'ionització** és la quantitat d'energia que cal subministrar a un àtom en estat gasós per arrencar un electró:  $A(g) \rightarrow A^+(g) + 1 e^-$  ( $E_i^1$ , 1a energia d'ionització)  $> 0$

En condicions normals, un àtom no desprèn mai energia de manera espontània; per tant, és una magnitud amb **signe positiu**.

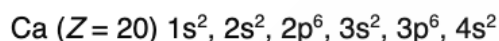
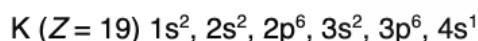
[0,20 punts]

### Energia d'ionització del K i el Ca

La força d'atracció de l'electró extern (càrrega negativa) amb el nucli (càrrega positiva) depèn de la distància que els separi (radi). Com més petita sigui aquesta distància, més força d'atracció hi haurà (segons la llei de Coulomb), més costarà d'arrencar l'electró i més alta serà l'energia d'ionització.

[0,20 punts]

- Configuracions electròniques:

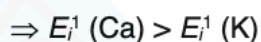


- El radi del Ca és més petit que el del K, ja que són elements que tenen l'electró més extern en la mateixa capa  $n = 4$  (radi similar), però com que el Ca té un protó i un electró més (té més càrrega efectiva), la força d'atracció del nucli fa que el seu radi sigui una mica inferior:



[0,20 punts]

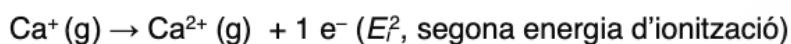
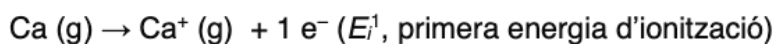
- L'energia d'ionització ( $E_i$ ) serà més gran com més petit sigui el radi:



[0,10 punts]

### Primera i segona energia d'ionització del Ca

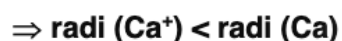
- Energies d'ionització del Ca:



L'àtom del Ca té 20 protons i 20 electrons ( $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$ ) i l'ió  $\text{Ca}^+$  té 20 protons i 19 electrons ( $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$ ).

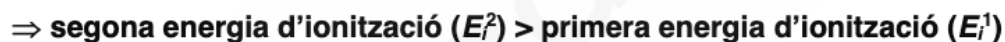
[0,20 punts]

- El catió  $\text{Ca}^+$  té un excés de càrrega positiva (protons) amb relació a la càrrega negativa (electrons); això fa que el nucli atregui amb més força els electrons i, per tant, el radi del  $\text{Ca}^+$  és més petit que el del Ca.



[0,20 punts]

- Per tant, la segona energia d'ionització del calci és més gran que la primera energia d'ionització, perquè, com més petit és el radi, més costa arrencar un electró i més energia cal donar-li.



[0,15 punts]