

PAU 2017

7. Les energies d'ionització ens ajuden a entendre algunes diferències qualitatives entre estructures electròniques de diferents àtoms. La taula següent mostra els valors de la primera energia d'ionització del liti, el berilli i el bor.

Element	Primera energia d'ionització (kJ mol^{-1})
Li	520,3
Be	899,5
B	800,6

- a) Expliqueu justificadament la diferència que hi ha entre els valors de la primera energia d'ionització dels tres àtoms.
[1 punt]
- b) Calculeu la freqüència mínima i la longitud d'ona màxima de la radiació que pot ionitzar els àtoms de liti gasós en estat fonamental.
[1 punt]

DADES: Nombres atòmics: $Z(\text{Li}) = 3$; $Z(\text{Be}) = 4$; $Z(\text{B}) = 5$.
Constant de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.
Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,023 \times 10^{23}$.
Velocitat de la llum en el buit: $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Solució

a) La primera energia d'ionització és l'energia que hem de subministrar a 1 mol d'un element gasós i en estat fonamental per perdre 1 electró.

(0,2 punts)

Per tant ens informa de com està lligat l'electró a l'àtom. Aquest lligam està relacionat amb l'estructura electrònica:

Liti ($Z = 3$): $1s^2 2s^1$

Beril·li ($Z = 4$): $1s^2 2s^2$

Bor ($Z = 5$): $1s^2 2s^2 2p^1$

(0,2 punts)

Li i Be ($n = 2$): El beril·li té més càrrega nuclear i atreu més l'electró de l'última capa. Costa més arrancar l'electró. Be (899,5 kJ/mol) > Li (520,2 kJ/mol).

(0,3 punts)

En el bor ($n = 2$) l'electró 2p està més lluny del nucli que els electrons 2s del beril·li. Llavors, no està tan lligat tot i que hagi augmentat la càrrega nuclear. Per això té un valor intermedi d'energia d'ionització (800,6 kJ/mol).

(0,3 punts)

b) La freqüència i la longitud de ona són les que corresponen a la radiació d'energia igual a la primera energia d'ionització. En el cas del liti és igual a 520,3 kJ/mol.

Energia d'ionització en J per àtom de Li:

$$(520,3 \times 10^3 \text{ J/mol}) (1 \text{ mol} / 6,023 \times 10^{23} \text{ àtoms}) = 8,638552217 \times 10^{-19} \text{ J/àtom} \quad (0,3 \text{ punts})$$

$$\Delta E_{\min} = h \nu_{\min} \Rightarrow \nu_{\min} = \Delta E_{\min} / h = 8,638552217 \times 10^{-19} \text{ J} / 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 1,302949052 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

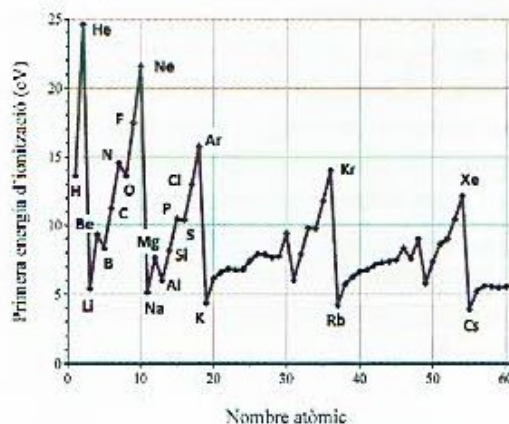
$$\nu_{\min} = 1,30 \times 10^{15} \text{ Hz (ó s}^{-1}\text{)} \quad (0,4 \text{ punts})$$

$$\lambda_{\max} = c / \nu_{\min} = 3,0 \times 10^8 / 1,302949052 \times 10^{15} = 2,302469152 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_{\max} = 2,30 \times 10^{-7} \text{ m} \quad (0,3 \text{ punts})$$

PAU 2018

7. El gràfic següent mostra la variació de la primera energia d'ionització dels seixanta primers elements de la taula periòdica en funció del seu nombre atòmic:



- a) Definiu el terme *energia d'ionització*. A partir del model atòmic de càrregues elèctriques, raoneu per què, com s'observa en el gràfic, en passar d'un gas noble a l'element alcali següent hi ha un descens bruscat de l'energia d'ionització.

[1 punt]

- b) Escriviu la configuració electrònica dels elements del segon període, des del carboni fins al fluor. Com es pot explicar que l'energia d'ionització tingui tendència a augmentar a mesura que avancem en aquest període? Per què en passar del nitrogen a l'oxigen hi ha una disminució de l'energia d'ionització? Raoneu les respostes a partir del model atòmic de càrregues elèctriques.

[1 punt]

DADES: Nombres atòmics (Z): Z(C) = 6; Z(N) = 7; Z(O) = 8; Z(F) = 9.

Solució

Pregunta 7a

Concepte d'energia d'ionització

[0,4p]

L'energia d'ionització és l'energia que cal subministrar a un element en estat gasós per arrencar un electró:



Justificació energia d'ionització entre gas noble i element alcalí següent

[0,6 p]

En el gràfic s'observa que els gasos nobles, per exemple el He o el Ne, tenen molta més energia d'ionització que l'element alcalí següent (Li o Na).

Els gasos nobles, en l'estructura electrònica, tenen plena la darrera capa: ns^2, np^6 ; l'element alcalí següent té un electró més que es situa en la següent capa: $ns^2, np^6, (n+1)s^1$

Els gasos nobles, pel fet de tenir el darrer orbital complet d'electrons fa que **costi molt arrencar-ne un i**, per tant, aquests elements tenen valors de la primera energia d'ionització molt alta, comparada amb els altres elements de la taula periòdica.

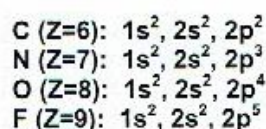
L'element alcalí següent té el darrer electró en una capa superior més allunyada del nucli; la força d'atracció dels electrons i protons depèn inversament de la distància en que es trobin. En l'element alcalí tenim menys atracció dels protons envers l'electró més extern i, per tant, és més fàcil d'arrencar l'electró i tindrem una energia d'ionització inferior.

Pregunta 7b

Configuració electrònica

[0,2 p]

Configuracions electròniques dels elements carboni a fluor:



Justificació de l'augment d'energia d'ionització en avançar en el segon període

[0,5 p]

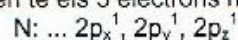
La energia d'ionització augmenta quan avancem en aquest segon període (passem del C al F), i això vol dir que cal donar més energia per arrencar l'electró que sempre es troba en l'orbital 2p.

Els elements del segon període tenen els electrons més externs sempre en la capa 2, però en avançar en el període tenim més protons i electrons, i **aquest augment de càrrega elèctrica fa que augmenti l'atracció elèctrica entre ells i disminueixi el radi; això provoca que costi més arrencar l'electró i augmenti l'energia d'ionització.**

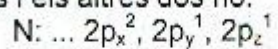
Justificació de la disminució d'energia d'ionització en passar del N a l'O

[0,3 p]

El nitrogen té els 3 electrons més externs en els 3 orbitals 2p, totalment desparellats:



L'oxigen té els 4 electrons més externs en els 3 orbitals 2p; dos electrons estan aparellats i els altres dos no:



La força de repulsió entre aquest dos electrons aparellats fa que el radi de l'oxigen sigui una mica superior al radi del nitrogen; l'atracció elèctrica entre protons i electrons en l'oxigen disminueix, i això provoca que costi menys arrencar l'electró i disminueixi l'energia d'ionització.