

1. En l'enllumenat públic s'utilitzen diferents làmpades de descàrrega que contenen un gas, com ara les de vapor de sodi a alta pressió. La llum s'aconsegueix per excitació del gas mitjançant l'energia subministrada per una descàrrega elèctrica entre dos elèctrodes. Les làmpades de vapor de sodi tenen una vida limitada, ja que si la descàrrega elèctrica és molt gran, pot produir la ionització del sodi.

a) Definiu el terme *primera energia d'ionització* d'un element i indiqueu quin signe té. Escriviu la configuració electrònica del sodi abans i després del procés d'ionització. Definiu el terme *segona energia d'ionització* i indiqueu quin signe té. Expliqueu raonadament, basant-vos en les configuracions electròniques i el model atòmic de càrregues elèctriques:

- si el radi del sodi serà més gran o més petit que el de l'ió sodi;
- si la segona energia d'ionització del sodi serà més gran o més petita que la primera energia d'ionització.

[1,25 punts]

b) Si l'energia d'ionització de l'estat fonamental del sodi és $495,8 \text{ kJ mol}^{-1}$, calculeu la longitud d'ona de la radiació capaç d'ionitzar el sodi gasós. Calculeu també l'energia necessària per a ionitzar 10 g de sodi gasós des del seu estat fonamental.

[1,25 punts]

DADES: Nombre atòmic del sodi: $Z(\text{Na}) = 11$.

Velocitat de la llum en el buit: $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Constant de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.

Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

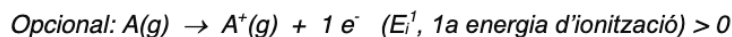
Massa atòmica relativa: $\text{Na} = 23,0$.

Solució:

Pregunta 1a

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:



En condicions normals, un àtom mai desprèn energia de forma espontània, per tant, és una magnitud amb **signe positiu**.

[0,25 p]

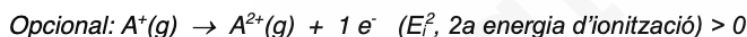
Configuració electrònica del sodi i de l'ió sodi

- L'àtom de sodi (Na) té 11 electrons:
 $Z(\text{Na}) = 11 \quad 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$
- L'ió sodi (Na^+) té 10 electrons:
 $Z(\text{Na}^+) = 10 \quad 1s^2, 2s^2, 2p^6$

0,20 p]

Definició de segona energia d'ionització

La segona energia d'ionització d'un element és l'energia que cal subministrar a un ió atòmic monopositiu en estat gasós per arrencar-hi un electró:



En condicions normals, un ió atòmic monopositiu no desprèn mai energia de forma espontània, per tant, és una magnitud amb **signe positiu**.

[0,25 p]

Comparació entre els radis i les energies d'ionització del sodi

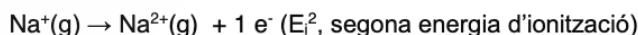
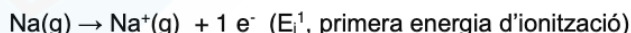
L'àtom de Na té 11 protons i 11 electrons ($1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$) i l'ió Na^+ té 11 protons i 10 electrons ($1s^2, 2s^2, 2p^6$).

- El catió $\text{Na}^+(g)$ té un excés de càrrega positiva (11 protons) en relació a la càrrega negativa (10 electrons); això fa que el nucli atregui amb més força els electrons situats en un orbital més intern ($n=2$ en lloc de $n=3$) i, per tant, el radi del Na^+ és més petit que el del Na.

\Rightarrow radi (Na^+) < radi (Na)

[0,25 p]

Per a Na tenim dues energies d'ionització:



- Arrencar l'electró del $\text{Na}^+(g)$ és més difícil que del $\text{Na}(g)$, ja que l'electró del $\text{Na}^+(g)$ és en un orbital més intern (orbital 2p en lloc de 3s), de radi més petit, i, per tant, molt més atret pels protons del nucli. La segona energia d'ionització del sodi 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.

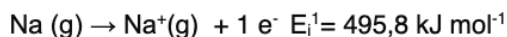
\Rightarrow segona energia d'ionització Na^+ (E_i^2) > primera energia d'ionització Na (E_i^1)

[0,30 p]

Pregunta 1b

Longitud d'ona capaç d'ionitzar el sodi gasós

Energia necessària que ha de tenir un fotó per provocar la ionització d'un àtom de Na(g)



$$E = 495,8 \text{ kJ mol}^{-1} \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} \frac{1 \text{ mol Na}}{6,02 \times 10^{23} \text{ àtoms Na}} = 8,236 \times 10^{-19} \text{ J àtom}^{-1}$$

[0,20 p]

L'equació de Planck relaciona l'energia de la radiació amb la longitud d'ona

$$E = h \nu$$

$$\lambda = c / \nu$$

[0,10 p]

si se substitueix λ en l'equació de Planck, s'obté:

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

$$8,236 \times 10^{-19} \text{ J àtom}^{-1} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{8,236 \times 10^{-19} \text{ J àtom}^{-1}} = 2,415 \times 10^{-7} \text{ m}$$

[0,60 p]

$$\Rightarrow \lambda = 2,415 \times 10^{-7} \text{ m}$$

Energia per ionitzar 10 g de sodi

$$10 \text{ g Na} \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g}} \frac{495,8 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 215,56 \text{ kJ}$$

\Rightarrow L'energia necessària per ionitzar 10 g de sodi és 215,56 kJ

[0,35 p]