

# Spectre de l'atome de Germanium : ${}_{32}\text{Ge}$

## I - Configuration électronique fondamentale

- A) montrer que la configuration électronique fondamentale de l'atome de plomb de numéro atomique  $Z=32$  est de type  $np^2$ .  
*cor:  $Z=32 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$*
- B) Déterminer les termes LS associés à cette configuration fondamentale ainsi que les valeurs des moments J des niveaux d'énergie.  
*cor: les électrons étant équivalents ( $p^2$ ) pour respecter le principe d'exclusion de Pauli nous devons avoir  $S+L$  pair. Les termes associés sont donc :  ${}^1S$   ${}^3P$   ${}^1D$  et les niveaux  ${}^1S_0$   ${}^3P_{0,1,2}$  et  ${}^1D_2$ .*
- C) Donner l'expression et la valeur de la dégénérescence de chaque niveau J en fonction de J... En déduire la dégénérescence totale associée à cette configuration.  
*cor:  $(2J+1)$  par niveau soit  ${}^1S_0: 1, {}^3P_0: 1, {}^3P_1: 3, {}^3P_2: 5, {}^1D_2: 5$   
La dégénérescence totale est donc :  $1+1+3+5+5 = 15$*

## II - Configuration excitée

- A) On considère, excitation électronique à partir du Germanium dans sa configuration fondamentale vers une configuration excitée correspondant au passage d'un électron 4p vers une sous-couche 5s. Ecrire cette configuration excitée.  
*cor:  $1e^- 4p^2 \rightarrow 4p5s$*
- B) Déterminer les termes LS associés à cette configuration ainsi que les niveaux J. Doit-on faire intervenir le principe d'exclusion de Pauli ? justifier.  
*Rep: Cette fois-ci les électrons sont non équivalents (configuration ns, np), il est donc inutile d'appliquer le principe d'exclusion de Pauli i.e la règle  $L+S$  pair. Les termes spectroscopiques sont donc :  ${}^1P, {}^3P$  et les niveaux J :  ${}^1P_0, {}^3P_{0,1,2}$*
- C) Donner la dégénérescence de chaque niveau et la dégénérescence totale.  
*Rep: 12 !*

## III - Emissions dipolaires électrique

- A) Justifier avec des arguments sur les moments orbitaux qu'il peut y avoir des transitions dipolaires entre ces deux configurations  
*Rep: Si  $1e^-$  passe de 5s vers 4p nous avons un  $\Delta L=1$  compatible avec une transition dipolaire*
- B) En supposant que les orbitales de cœur vont jusqu'à  $4s^2$  inclus et que la charge effective 'vue' par l'électron 5s est de  $Z_{5s}^*=3.34$  et celle d'un électron 4p de  $Z_{4p}^*=3.44$  quelle doit être l'énergie du photon issu de la transition dipolaire  $4p5s \rightarrow 4p^2$  si l'on ne tient pas compte de la structure fine ni hyperfine. S'agit-il d'un photon visible, UV, X ou infrarouge ?  
*Correction: Énergie de la configuration  $4p5s$  :  
 $E(4p5s) = -13.6(Z_{4p}^*)^2/4^2 - 13.6Z_{5s}^*/5^2 = -16.1272 \text{ eV}$   
 $E(4p^2) = -2 \cdot 13.6 \cdot (Z_{4p}^*)^2/16 = -20.11712 \text{ eV}$   
 $E(4p5s) - E(4p) = 3.98 \text{ eV}$   
Il s'agit d'un photon UV car  $\lambda(\text{nm}) = 1240/E(\text{eV}) = 311.5 \text{ nm}$  (UV)*

- C) Pour déterminer si une transition radiative dipolaire est permise et ou non en couplage quelconque, la règle de sélection à appliquer entre les niveaux d'énergie  $J$  et  $J'$  est la suivante :  $\Delta J=0,+1,-1$  et  $J=0 \rightarrow J=0$  interdit
- Quel est le nombre  $N1$  de transitions dipolaires électriques possibles entre les niveaux  $J'$  de la configuration excitée et  $J$  de la configuration fondamentale précédentes du Germanium (faire un diagramme).

# Atténuation d'un faisceau parallèle de photons par la matière

Rayons X  $\phi = 10^5 \text{ s}^{-1}$

1) Atténuation

$$I(x) = I_0 e^{-\mu x}$$

$$\frac{I_{\Delta x = 1 \text{ mm}}}{I_0} = e^{-\mu \Delta x}$$

$$\mu = 50 \text{ cm}^{-1}$$

$$\Delta x = 0,1 \text{ cm}$$

AN:  $\frac{I}{I_0} \approx 6,7 \cdot 10^{-3}$

2) Energie inchangée

3) Demi atténuation  $x_{1/2}$  telle que  $\frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\mu x_{1/2}}$  soit  $\ln 2 = \mu x_{1/2}$

4)

5)  $x_{1/2} = 0,3 \text{ cm}$ ;  $\Delta x$  pour 95% d'absorption soit  $\frac{I}{I_0} = 0,05$

soit  $e^{-\frac{\ln 2}{x_{1/2}} \Delta x} = 0,05 \Rightarrow \Delta x = -\frac{x_{1/2} \ln 0,05}{\ln 2}$

6)  $x_{1/2}$  fct de l'E

1<sup>ère</sup> question  $x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = 0,0138 \text{ cm}$   
(100 keV)

5<sup>ème</sup> question  $x_{1/2} = 0,3 \text{ cm}$  (300 keV)  $\rightarrow$  normal car + énergétique

AN:  $\Delta x = 1,3 \text{ cm}$

7) Alliage Cu/Al  $\Rightarrow$

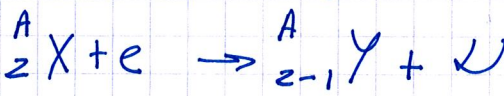
$$\mu_{\text{Alli}} = 0,7 \times 4,5 + 0,3 \times 0,5 = 3,2 \text{ cm}^{-1}$$

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu_{\text{Alli}} \Delta x}$$

AN:  $\frac{I}{I_0} = 0,01$  soit 99% d'atténuation

## Datation par la méthode Potassium - Argon

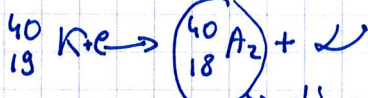
1) CE:



-  $e^-$  interne capturée par le noyau X  
emission X et  $\nu \rightarrow$  origine nucléaire  
 $\nu \rightarrow$  origine électronique  
- transition isobarique



2)



$\rightarrow$  désintégration sans de l'éruption

3) Loi d'évolution du  ${}^{40}_{18} \text{K}$

$$m_K(t) = m_K(0) e^{-\lambda t}$$

avec  $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$   $\leftarrow$  demi-vie

$$\frac{dm_{\text{Ar}_2}}{dt} = \gamma = -f \frac{dm_K}{dt}$$

avec  $f = 0,1072$

$$= -f m_K(0) \times -\lambda e^{-\lambda t} = f \lambda m_K(0) e^{-\lambda t} = \frac{dm_{\text{Ar}_2}}{dt}$$

$$m_{\text{Ar}_2}(t) = \frac{f \lambda m_K(0)}{-\lambda} e^{-\lambda t} + \text{cte} \quad \text{avec } m_{\text{Ar}_2}(t=0) = 0 \Rightarrow \text{cte} = f m_K(0)$$

Suit  $m_A(t) = f m_K(0) (1 - e^{-\lambda t})$

4) Analyse Basalte  $m_K = 1,49 \cdot 10^{-8}$  ;  $m_{A2} = 2,18 \cdot 10^{-8}$  / période actuelle

Prose totale de  $^{40}\text{K}$  à  $t=0$  :  $(1,49 + 0,0218 / 0,1072) = 1,693 \text{ mg / kg de basalte}$

5)  $\frac{m_{A2}(t)}{m_K(t)} = f \frac{(1 - e^{-\lambda t})}{e^{-\lambda t}} = f (e^{\lambda t} - 1)$

ici  $\frac{m_{A2}}{m_K} \approx 1,466 \Rightarrow e^{\lambda t} = 1,1365$

$\lambda t = 0,1279$

$t = 0,24$  milliard d'années!