

# Correction DS n°1

## I Spectre d'émission de l'hydrogène [d'après ENS]

**I.1)** La formule de Ritz-Rydberg montre que, pour  $n$  fixé,  $\lambda_{n,m}$  est définie pour  $m \in [n+1, +\infty[$  et est une fonction décroissante de  $m$ .

• Première raie de la série de Lyman :  $m = 2 \rightarrow n = 1$  :

$$\frac{1}{\lambda_{1,2}} = R_H \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \rightarrow \begin{cases} \lambda_{1,2} = \frac{4}{3} \frac{1}{R_H} = 121,5 \text{ nm} \simeq 122 \text{ nm} \\ \nu_{1,2} = \frac{c}{\lambda_{1,2}} = 24,7 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \end{cases}$$

• Dernière raie de la série de Lyman :  $m = +\infty \rightarrow n = 1$  :

$$\frac{1}{\lambda_{1,+\infty}} = R_H \left( \frac{1}{1^2} - 0 \right) \rightarrow \begin{cases} \lambda_{1,+\infty} = \frac{1}{R_H} = 91,1 \text{ nm} \simeq 91 \text{ nm} \\ \nu_{1,+\infty} = \frac{c}{\lambda_{1,+\infty}} = 32,9 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \end{cases}$$

**I.2)** • La première raie de la série de Balmer ( $m = 3 \rightarrow n = 2$ ) correspond à l'émission d'un photon d'énergie  $\mathcal{E}_{\varphi_{2,3}}$  :

$$\mathcal{E}_{\varphi_{n,m}} = \mathcal{E}_{(m=3)} - \mathcal{E}_{(n=2)} = -\frac{13,6}{3^2} - \left( -\frac{13,6}{2^2} \right) = \frac{5}{36} \cdot 13,6 = 1,89 \text{ eV} = 3,03 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\mathcal{E}_{\varphi_{n,m}} = h\nu_{n,m} = h \frac{c}{\lambda_{n,m}}, \text{ on déduit : } \rightarrow \nu_{2,3} = 4,6 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \text{ et } \lambda_{2,3} = 656,3 \text{ nm} \simeq 656 \text{ nm}$$

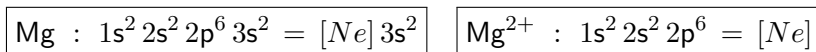
• La dernière raie de la série de Balmer ( $m = +\infty \rightarrow n = 2$ ) correspond à l'émission d'un photon d'énergie  $\mathcal{E}_{\varphi_{2,+\infty}}$  :

$$\mathcal{E}_{\varphi_{n,m}} = \mathcal{E}_{(m=+\infty)} - \mathcal{E}_{(n=2)} = 0 - \left( -\frac{13,6}{2^2} \right) = \frac{13,6}{4} = 3,4 \text{ eV} = 5,44 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\mathcal{E}_{\varphi_{n,m}} = h\nu_{n,m} = h \frac{c}{\lambda_{n,m}}, \text{ on déduit : } \rightarrow \nu_{2,+\infty} = 8,2 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \text{ et } \lambda_{2,+\infty} = 365,1 \text{ nm} \simeq 365 \text{ nm}$$

## II Configurations électroniques [PT 99/PT 03/PT 10]

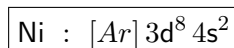
**II.1.a)** Le magnésium compte 12 électrons, d'où les configurations électroniques fondamentales :



**II.1.b)** L'élément magnésium appartient à la **seconde colonne**, celle des **alcalino-terreux**.

**II.2)** • Structure électronique du Nickel :  $\text{Ni} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$

En réorganisant les sous-couches de valence par nombre quantique principal croissant :



• On en déduit la structure électronique de l'ion Nickel le plus stable : en perdant les électrons 4s moins liés, on obtient l'ion  $\text{Ni}^{2+} : [\text{Ar}] 3d^8$

**II.3.a)**  $Z = 78$  est le **numéro atomique** de l'élément ; il correspond au nombre de protons (et donc au nombre d'électrons).  $A = 195$  est le **nombre de masse** ; il correspond au nombre de nucléons (protons et neutrons).

**II.3.b)** Les trois règles suivies sont :

- (a) la règle de Pauli : deux électrons d'un même nuage électronique ne peuvent avoir deux états quantiques identiques. Csqce : deux électrons au maximum ( $m_s = +\frac{1}{2}$  et  $m_s = -\frac{1}{2}$ ) sur une même orbitale atomique ( $n, l, m_l$ ).
- (b) la règle de Klechkowsky : l'ordre de remplissage des sous-couches énergétique se fait à  $(n+l)$  constant en partant du nombre quantique principal  $n$  le plus bas vers le plus élevé :  
 $1s\ 2s\ 2p\ 3s\ 3p\ 4s\ 3d\ 4s\ 4d\ 5s\ 4d\ 5p\ 6s\ 4f\ 5d\ 6p\ 7s\ 5f\ 6d\ \dots$
- (c) la règle de Hund : une sous-couche se remplit en privilégiant la situation de spin maximal (maximum d'électrons à spin parallèle).

→ Les trois règles conduisent donc à :

Configuration	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$	$3d^{10}$	$4p^6$	$5s^2$	$4d^{10}$	$5p^6$	$6s^2$	$4f^{14}$	$5d^8$
	2		8		8			18			18			24
Total	2		10		18			36			54			78

On a donc :  $\text{Pt} : [Xe] 6s^2 4f^{14} 5d^8$

Rque : En réalité :  $\text{Pt} : [Xe] 6s^1 4f^{14} 5d^9$

**II.3.c)** On appelle isotopes des atomes de même numéro atomique  $Z$ , mais de nombres de masse  $A$  différents : ils diffèrent donc par le nombre de neutrons.

**II.3.d)** On a une formule de type barycentre, en rappelant que la masse molaire d'un isotope est (à peu de chose près) égale à son nombre de masse (en  $g.mol^{-1}$ ) :

$$M(\text{Pt}) = \frac{(0,13 \times 190) + (0,78 \times 192) + (32,9 \times 194) + (33,8 \times 195) + (25,2 \times 196) + (7,19 \times 198)}{100}$$

⇒  $M(\text{Pt}) = 195,11\ g.mol^{-1}$

### III Indice et longueur d'onde [Banque PT 2005/2010]

**III.1)** → Cf Cours O1/EXO1/DM :

$\sin i = n \cdot \sin r$	①
$\sin i' = n \cdot \sin r'$	②
$r + r' = A$	③

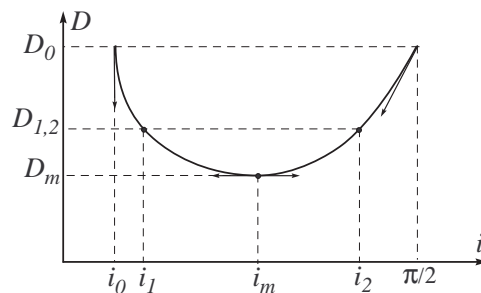
**III.2)** → Cf Cours O1/EXO1/DM :

$D = i + i' - A$	④
------------------	---

Supposons  $i'$  l'angle d'émergence associé à l'angle d'incidence  $i$ .

Si on prend comme angle d'incidence l'angle d'émergence initial  $i'$ , le nouvel angle d'émergence sera  $i$  par principe du retour inverse de la lumière.

Si la déviation passe par un minimum lorsque  $i$  varie (c'est-à-dire lorsqu'on fait tourner le prisme par rapport à la lumière incidente), on peut tracer l'allure de  $D = i + i' - A$  en fonction de  $i$  (figure ci-contre).



Ainsi, sur ce tracé, ( $i = i_1, i' = i_2$ ) et ( $i = i_2, i' = i_1$ ) correspondent à la même déviation  $D = D_{1,2}$ .

Une parallèle à l'axe des  $i$  d'équation  $D = D_{1,2}$  coupe donc la courbe  $D = D(i)$  en deux points dont les abscisses représentent les deux incidences  $i_1$  et  $i_2$  pour lesquelles la déviation a la même valeur.

On en déduit que  $i = i' = i_m$  lorsque la déviation est minimale puisqu'alors la parallèle à l'axe des  $i$  d'équation  $D = D_m$  est tangente à la courbe ( $i_1 = i_2 = i_m$ ).

**III.3)** Puisque  $i'_m = i_m, r'_m = r_m$  et d'après ③, on a :  $r_m = \frac{A}{2}$ . Le relation de Descartes pour la

réfraction en  $I$  ou en  $J$  donne :  $\sin i_m = n \cdot \sin \left( \frac{A}{2} \right)$  soit :  $i_m = \arcsin \left[ n \cdot \sin \left( \frac{A}{2} \right) \right]$

D'après ④, on en déduit :  $D = 2 \cdot \arcsin \left[ n \cdot \sin \left( \frac{A}{2} \right) \right] - A$

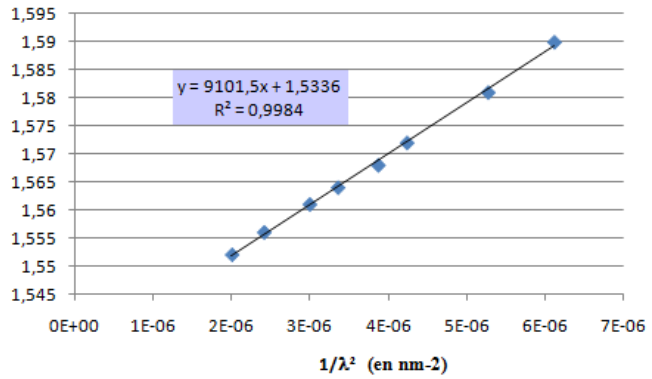
III.4) Soit :  $n = \frac{\sin \left( \frac{D_m + A}{2} \right)}{\sin \left( \frac{A}{2} \right)}$  de la forme  $n = \frac{f \left( \frac{A + D_m}{2} \right)}{f \left( \frac{A}{2} \right)}$  avec  $f = \sin$

III.5) On effectue une régression linéaire avec les valeurs du tableau pour la fonction  $n = f \left( \frac{1}{\lambda^2} \right)$

On obtient :  $n \simeq 1,534 + \frac{9102}{\lambda^2}$  avec un coefficient  $R^2 = 0,998$ .

Comme  $R^2 > 0,95$ , l'indice suit bien une loi du type  $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$

avec  $a = 1,534$  et  $b = 9102 \text{ nm}^2$



## IV Prisme rectangle

IV.1) • Les rayons traversent la face  $AB$  sans être déviés (incidence nulle), puis arrivent tous les deux sur la face  $BC$  en un point  $J$  avec une incidence  $i$ .

On a :  $i = \frac{\pi}{2} - \hat{C} = 35^\circ$

• Pour la radiation  $\lambda_1$ , l'indice du verre est  $n_1 = 1,73$  et l'angle d'incidence critique au-delà duquel la réflexion est totale est :  $i_{c1} = \arcsin \left( \frac{1}{n_1} \right) = 35,31^\circ$

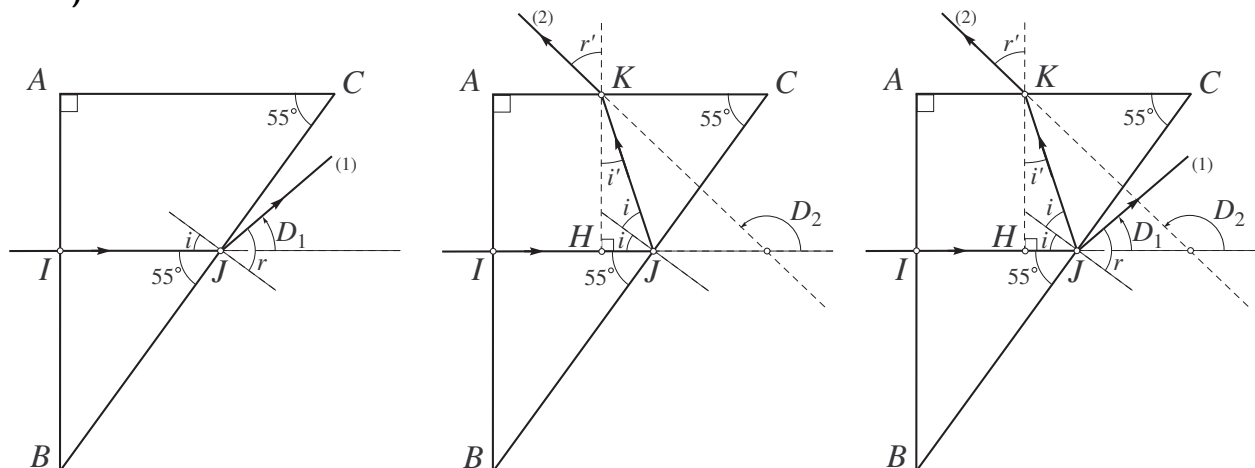
Pour la radiation  $\lambda_2$ , l'indice du verre est  $n_2 = 1,75$  et l'angle d'incidence critique au-delà duquel la réflexion est totale est :  $i_{c2} = \arcsin \left( \frac{1}{n_2} \right) = 34,85^\circ$

• **Rayon (1)** : comme  $i < i_{c1}$ , il y a réfraction en  $J$ , **le rayon sort par la face  $BC$**  et l'angle de réfraction est fixé par  $n_1 \cdot \sin i = 1 \cdot \sin r$ , soit :  $r = \arcsin (n_1 \cdot \sin i) = 82,88^\circ$

• **Rayon (2)** : comme  $i > i_{c2}$ , il y a réflexion totale en  $J$  et **le rayon sort par la face  $AC$**  au point  $K$ . L'angle de réfraction  $r'$  est fixé par  $n_2 \cdot \sin i' = 1 \cdot \sin r'$ , avec  $i'$  tel que

$$i' + \frac{\pi}{2} + 2 \cdot i = \pi \Leftrightarrow i' = 20^\circ \Rightarrow r' = \arcsin (n_2 \cdot \sin i') = 36,77^\circ$$

IV.2)



**IV.3)**

- L'angle de déviation du premier rayon est :  $D_1 = r - i = 47,88^\circ$
- L'angle de déviation du deuxième rayon est donné par la relation dans le triangle rectangle  $KHL$  :

$$r' + \frac{\pi}{2} + (\pi - D_2) = \pi \Rightarrow D_2 = r' + \frac{\pi}{2} = 126,77^\circ$$

**V Miroir Sphérique** [d'après ENAC 2004]

**V.1)**  $F$  et  $F'$  sont confondus et situés au milieu du segment  $SC$  **Rép. C).**

**V.2)** L'objet étant réel :  $\overline{SA} = -10 \text{ m}$ .

L'image est droite et réduite avec un grandissement de valeur numérique imposée :

$$G_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{1}{5}$$

D'après l'expression du grandissement avec origine au sommet  $S$ , on déduit :  $\overline{SA'} = -G_t \overline{SA}$

Alors la relation de conjugaison avec origine au sommet  $\left( \frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \equiv -V \right)$  s'écrit :

$$\frac{1}{\overline{SA}} \left( -\frac{1}{G_t} + 1 \right) = -V \Leftrightarrow V = \frac{5-1}{-10} = -0,4 \delta.$$

Donc :  $V = -0,4 \delta$  **Rép. A).**

**V.3)** Le signe de la vergence impose que le miroir soit **divergent et convexe** **Rép. C).**

**V.4)** Pour un objet  $AB$  orthogonal à l'axe optique et passant par  $C$ ,  $C$  étant son propre conjugué par le miroir et le miroir ayant la propriété d'aplanétisme dans les conditions de GAUSS, alors l'image  $A'B'$  se trouve dans le même plan passant par  $C$  **Rép. A).**

**V.5)** Puisque  $A' = A = C$ , le grandissement exprimé avec origine au sommet du miroir donne :

$$G_t = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -1 \quad \text{Rép. D)}$$

**V.6)**

