

# Devoir Surveillé n°1

## Consigne de rédaction :

- chaque réponse doit être précédée du raisonnement qui la justifie.
- les résultats devront être encadrés à la règle.
- les applications numériques devront être effectuées avec soin : en particulier, il sera judicieux de conserver à la calculatrice tous les calculs intermédiaires pour effectuer les calculs ultérieurs.
- les applications numériques sans unités seront considérées fausses.

## Chimie : Atomistique (1h)

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

Le spectre d'émission de l'hydrogène met en jeu différentes séries de raies. Une série de raie est caractérisé par l'état d'arrivée de la transition électronique. Par exemple, la série de Lyman correspond à un retour vers l'état fondamental ( $n = 1$ ) alors que celle de Balmer correspond à un retour vers le premier état excité ( $n = 2$ ).

**I.1)** Calculer la fréquence  $\nu_{1,m}$  et la longueur d'onde  $\lambda_{1,m}$  de la première et de la dernière raie de la série de Lyman en utilisant la formule empirique de Ritz-Rydberg :

$$\frac{1}{\lambda_{n,m}} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \text{sachant que } R_H = 1,0973731 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

**I.2)** Calculer la fréquence  $\nu_{2,m}$  et la longueur d'onde  $\lambda_{2,m}$  de la première et de la dernière raie de la série de Balmer en utilisant les niveaux d'énergie quantifiés :

$$\mathcal{E}_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (en eV)} \quad \text{avec } 1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

**Données :** constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ ; vitesse de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

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

**II.1)** Le numéro atomique du magnésium est  $Z = 12$ .

**II.1.a)** Donner la configuration électronique fondamentale de l'élément magnésium Mg ainsi que de l'ion  $\text{Mg}^{2+}$ .

**II.1.b)** À quelle colonne du tableau périodique l'élément magnésium appartient-il ?

**II.2)** Le numéro atomique du nickel est  $Z = 28$ .

Donner la configuration électronique fondamentale de l'élément nickel Ni ainsi que de l'ion  $\text{Ni}^{2+}$  correspondant.

**II.3)** Un des isotopes de l'élément platine a pour représentation  ${}^{195}_{78}\text{Pt}$

**II.3.a)** Donner la signification de chacun des nombres accolés ci-dessus au symbole Pt, pour cet isotope.

**II.3.b)** Après avoir rappelé les 3 règles de remplissage des orbitales atomiques (3 phrases claires et précises), indiquer la structure électronique de l'atome de platine (on rappelle qu'à partir de  $n = 4$ , les orbitales  $f$  sont à prendre en compte).

**II.3.c)** Rappeler le contenu de la notion d'isotopie.

**II.3.d)** Déterminer la masse molaire du platine, à partir des abondances relatives de chacun des isotopes suivants :

$${}^{190}_{78}\text{Pt} : 0,13\% ; {}^{192}_{78}\text{Pt} : 0,78\% ; {}^{194}_{78}\text{Pt} : 32,9\% ; {}^{195}_{78}\text{Pt} : 33,8\% ; {}^{196}_{78}\text{Pt} : 25,2\% ; {}^{198}_{78}\text{Pt} : 7,19\%$$

## Physique : Optique géométrique (2h15')

**III Prisme, indice et longueur d'onde** [Banque PT 05/10]

Un spectroscope est un appareil destiné à étudier le spectre d'une source lumineuse.

Un collimateur permet de réaliser un faisceau de rayons parallèles qui va éclairer un prisme.

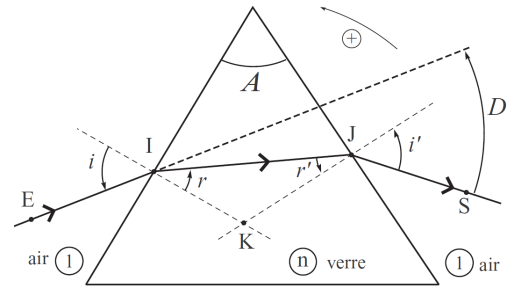
Un viseur permet ensuite d'étudier la lumière ayant traversé le prisme.

Le prisme utilisé est caractérisé par un indice  $n$  qui dépend de la longueur d'onde. Sa section droite est un triangle d'angle  $A$ . Le prisme est placé dans l'air dont l'indice sera pris égal à 1.

Un rayon incident rencontre la face d'entrée au point  $I$  sous l'angle d'incidence  $i$  et l'émergent associé ressort par l'autre face au point  $J$  sous l'angle  $i'$ .

On utilisera les angles orientés définis sur la figure ci-contre.

On suppose d'abord la lumière monochromatique et l'indice du prisme égal à  $n$ .



**III.1)** Rappeler les lois de Descartes pour la réflexion et la réfraction. En déduire des relations sur les angles  $i$  et  $r$  en  $I$ , puis sur les angles  $r'$  et  $i'$  en  $J$ .

On suppose que le prisme permet l'existence du rayon émergent et on néglige, dans la suite, toute réflexion. Trouver une relation simple entre  $r$ ,  $r'$  et  $A$ .

**III.2)** Établir la relation :

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

En appliquant le principe du retour inverse de la lumière, montrer que, pour une valeur de  $D$  possible donnée, il existe deux couples de solutions  $(i, i')$ .

En déduire l'égalité de  $i$  et de  $i'$  lorsque  $D$  passe par un minimum  $D_m$  (supposé unique).

**III.3)** Déterminer la valeur  $i_m$  de  $i$  correspondant au minimum de déviation en fonction de  $n$  et de  $A$ . Établir une relation entre  $n$ , l'angle  $A$  et la déviation minimale  $D_m$ .

**III.4)** En déduire que l'indice  $n$ , les angles  $A$  et  $D_m$  vérifient une relation du type

$$n = \frac{f\left(\frac{A + D_m}{2}\right)}{f\left(\frac{A}{2}\right)}$$

où  $f$  est une fonction que l'on précisera.

**III.5)** Le prisme est fabriqué dans un matériau dont l'indice est donné en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide (exprimée en nanomètre) dans le tableau suivant :

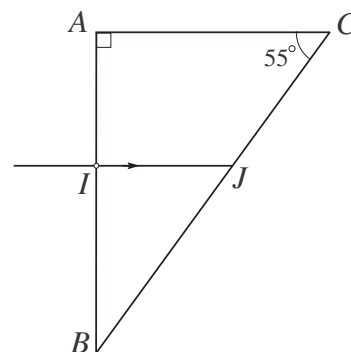
$\lambda$ (nm)	404,6	435,8	486,1	508,6	546,1	578,0	643,8	706,5
$n$	1,590	1,581	1,572	1,568	1,564	1,561	1,556	1,552

En utilisant les couples de valeur  $(n, \lambda)$  du tableau, montrer que l'indice  $n$  du matériau peut de mettre sous la forme :  $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$

Calculer les valeurs de  $a$  et  $b$  pour  $\lambda$  exprimée en nanomètres.

## IV Prisme rectangle

Un rayon lumineux arrive normalement par la face  $AB$  d'un prisme rectangle ( $\widehat{A} = 90^\circ$ ;  $\widehat{C} = 55^\circ$ ). Il comporte deux radiations pour lesquelles l'indice du prisme vaut  $n_1 = 1,73$  et  $n_2 = 1,75$ .



**IV.1)** Sur quelles face du prisme vont sortir les deux radiations? Déterminer les angles de réfraction correspondants.

**IV.2)** Faire deux schémas annotés du trajet de la lumière : le premier dans le cas où l'indice est  $n_1$  et le second dans le cas où l'indice est  $n_2$ . Sur chacun, prendre soin de faire apparaître (entre autre) le rayon émergent et l'angle de réfraction calculé en **1)** ainsi que la déviation du rayon émergent par rapport au rayon incident.

**IV.3)** Déterminer les deux déviations  $D_1$  et  $D_2$  correspondantes.

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

Soit un miroir sphérique de centre  $C$  et de sommet  $S$ .

**V.1)** Donner les positions des foyers objet  $F$  et image  $F'$  du miroir :

- A)  $F$  est situé au milieu du segment  $SC$  et  $F'$  est symétrique de  $F$  par rapport au sommet  $S$ .
- B)  $F'$  est situé au milieu du segment  $SC$  et  $F$  est symétrique de  $F'$  par rapport au centre  $C$ .
- C)  $F$  et  $F'$  sont confondus et situés au milieu du segment  $SC$ .
- D)  $F$  et  $F'$  sont rejetés à l'infini.

**V.2)** Quelle doit être la vergence  $V = -\frac{2n}{SC}$  du miroir sphérique placé dans l'air ( $n = 1$ ) pour qu'il donne d'un *objet réel* placé à  $10\text{ m}$  du sommet une *image droite* (de même sens que l'objet) et *réduite* dans le rapport 5?

- A)  $V = -0,4\ \delta$
- B)  $V = -12,2\ \delta$
- C)  $V = 3,7\ \delta$
- D)  $V = 12\ \delta$

**V.3)** Quelle est la nature d'un tel miroir?

- a) Convergent et convexe
- b) Divergent et concave
- c) Divergent et convexe
- d) Convergent et concave

**V.4)** Un objet est placé dans un plan passant par le centre  $C$  et orthogonal à l'axe optique du miroir. Où se trouve l'image?

- A) L'image se trouve dans le même plan passant par  $C$ .
- B) L'image se trouve dans le plan focal image du miroir.
- C) L'image est rejetée à l'infini.
- D) L'image se trouve dans un plan passant par le sommet  $S$  du miroir.

**V.5)** Exprimer dans ce dernier cas le grandissement  $G_t$  du miroir.

- A)  $G_t = 1$
- B)  $G_t = -\frac{1}{2}$
- C)  $G_t = 2$
- D)  $G_t = -1$

**V.6)** Faire deux schémas correspondant aux deux positions d'un objet  $AB$  envisagées dans les questions précédentes.

On prendra pour échelle horizontale : « 1 carreau  $\longleftrightarrow$  1 m ».