

### Exercice 1. Modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène (4 points)

- 1) Donner l'expression de Rydberg permettant de déterminer la longueur d'onde d'émission de l'atome d'hydrogène correspondant à la transition électronique d'un niveau  $m$  vers un niveau  $n$  ( $n < m$ ).
- 2) Démontrer que la longueur d'onde maximale d'émission correspondant à un retour de l'électron sur le niveau  $n$  peut s'exprimer comme :

$$\lambda = \frac{n^2(n+1)^2}{(2n+1)} \times \frac{1}{R_H}$$

- 3) Exprimer les longueurs d'onde maximale d'émission pour les séries de Lyman ( $\lambda_L$ ), Balmer ( $\lambda_B$ ), et Paschen ( $\lambda_P$ ) en fonction de  $R_H$ .
- 4) Calculer la valeur de  $\lambda_L$ ,  $\lambda_B$  et  $\lambda_P$ .
- 5) Quelle(s) raie(s) se situe(nt) dans le domaine du visible ?

### Exercice 2. Transitions électroniques dans les systèmes hydrogénéoïdes (4 points)

- 1) Donner l'expression de l'énergie (en eV) d'un niveau électronique  $n$  pour un système hydrogénéoïde  $X \neq H$ .
- 2) L'énergie d'ionisation de l'hydrogénéoïde  $X$  est égale à 217,6 eV. De quel hydrogénéoïde s'agit-il ?
- 3) Quelle est la longueur d'onde du photon nécessaire pour provoquer cette ionisation ?
- 4) Un photon de longueur d'onde 5,80 nm est absorbé par l'hydrogénéoïde  $X$ , initialement dans son état fondamental. Sur quel niveau l'électron se trouve-t-il après cette absorption ?

### Exercice 3. Effet photoélectrique (4 points)

Une lumière bichromatique composée de deux radiations, l'une orange de fréquence  $\nu_1 = 5.00 \cdot 10^{14}$  Hz, l'autre rouge de fréquence  $\nu_2 = 4.00 \cdot 10^{14}$  Hz, éclaire une cellule photoélectrique à cathode de césium dont le seuil photoélectrique est caractérisé par la longueur d'onde  $\lambda_s = 666$  nm.

- 1) Calculer en joule et en électronvolt l'énergie minimale nécessaire à l'extraction d'un électron de la cathode.
- 2) Laquelle des deux radiations est susceptible de provoquer un effet photoélectrique ?
- 3) Calculer l'énergie cinétique de l'électron expulsé par la cathode. En déduire sa vitesse.
- 4) Calculer la longueur d'onde de de Broglie associée à l'électron.

### Exercice 4. Configuration électronique des atomes (2 points)

- 1) Un élément de la 4<sup>ème</sup> période de la classification possède 6 électrons de valence. Ecrire la configuration électronique complète de cet élément.
- 2) Schématiser le remplissage des orbitales de valence en utilisant le formalisme des cases quantiques.
- 3) Donner la valeur des quatre nombres quantiques ( $n, l, m, s$ ) de chaque électron de la couche de valence.
- 4) Quel est cet élément ? A quelle famille chimique cet élément appartient-il ?

### Exercice 5. Configuration électronique et classification périodique des éléments (6 points)

Le strontium (Sr,  $Z = 38$ ), le ruthénium (Ru,  $Z = 44$ ), l'argent (Ag,  $Z = 47$ ) et l'antimoine (Sb,  $Z = 51$ ) sont des éléments de la 5<sup>ème</sup> période de la classification périodique.

- 1) Ecrire la configuration électronique de ces éléments.
- 2) Donner leur famille chimique.
- 3) Donner, en la justifiant, l'évolution du rayon atomique dans cette série d'éléments.
- 4) En chauffant, le ruthénium peut réagir avec l'oxygène gazeux pour former le dioxyde de ruthénium  $\text{RuO}_2$  et le tétraoxyde de ruthénium  $\text{RuO}_4$ . Quel est le degré d'oxydation du ruthénium dans ces deux oxydes ?
- 5) Ecrire la configuration électronique correspondant aux deux ions du ruthénium identifiés à la question précédente.
- 6) L'antimoine peut également réagir avec l'oxygène pour former le trioxyde d'antimoine. Dans ce composé, le degré d'oxydation de Sb est +III. Quelle est la formule chimique du trioxyde d'antimoine ?

## GRANDEURS PHYSIQUES (Unités du Système International ou dérivées)

Grandeur	Symbol	Valeur	Unité
vitesse de la lumière	$c$	$2,9979.10^8$	$m.s^{-1}$
permittivité du vide	$\epsilon_0$	$8,8542.10^{-12}$	$F.m^{-1}$ (= $m^{-3}.kg^{-1}.s^4.A^2$ )
constante de Planck	$h$	$6,6261.10^{-34}$	J.s
charge élémentaire	$e$	$1,6022.10^{-19}$	C (= s.A)
masse de l'électron	$m_e$	$9,1094.10^{-31}$	kg
masse du proton	$m_p$	$1,6726.10^{-27}$	kg
rayon de Bohr	$a_0$	$0,5292.10^{-10}$	m
constante de Rydberg	$R_H$	$1,0974.10^7$	$m^{-1}$
constante d'Avogadro	$N_A$	$6,0221.10^{23}$	$mol^{-1}$
constante de Faraday	F	96485	$C.mol^{-1}$
constante des gaz parfaits	R	8,3145	$J.mol^{-1}.K^{-1}$

## UNITÉS DU SYSTÈME INTERNATIONAL

Grandeur	[Symbol]	Unité	Nom
longueur	[L]	m	mètre
masse	[M]	kg	kilogramme
temps	[T]	s	seconde
température	[Θ]	K	Kelvin
intensité électrique	[I]	A	Ampère
quantité de matière	[N]	mol	mole
intensité lumineuse	[J]	candela	cd

## PRINCIPALES UNITÉS DÉRIVÉES

Grandeur	Unité	Nom	Correspondance
force	N	Newton	$1 N = 1 kg.m.s^{-2}$
énergie	J	Joule	$1 J = 1 N.m$
	cal	calorie	$1 cal = 4,184 J$
	eV	electron-Volt	$1 eV = 1,6022.10^{-19} J$
pression	Pa	Pascal	$1 Pa = 1 N.m^{-2}$
	atm	atmosphère	$1 atm = 1,013.10^5 Pa$
	bar	bar	$1 bar = 10^5 Pa$
	mmHg	mm de mercure	$760 mmHg = 1 atm$
charge électrique	C	Coulomb	$1 C = 1 A.s$
	F	Faraday	$1 F = 96485 C.mol^{-1}$
potentiel électrique	V	Volt	$1 V = 1 N.m.C^{-1}$
capacité électrique	F	Farad	$1 F = 1 C.V^{-1}$
moment dipolaire	D	Debye	$1 D = 3,335.10^{-30} C.m$
volume	l	litre	$1 L = 10^{-3} m^3$
température	°C	degré Celsius	$T [°C] = (T[K] - 273.15)$