

Exercice 1. Spectroscopie des systèmes hydrogénéoïdes (4 points)

1) L'énergie électronique d'un ion hydrogénéoïde de numéro atomique Z est donnée par l'expression suivante :

$$E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \times \frac{Z^2}{n^2}$$

- Expliquer pourquoi cette énergie est dite « *quantifiée* ».
- Quel physicien a introduit cette quantification au travers d'un postulat en 1915 ?
- Sur quelle observation expérimentale ce physicien s'est-il basé pour introduire le postulat de quantification ?

2) En utilisant l'expression de l'énergie ci-dessus, établir l'expression de la différence d'énergie entre deux niveaux électroniques n et p .

3) En appliquant la relation de Planck-Einstein, établir l'expression du nombre d'onde ($1/\lambda$) de la transition lumineuse associée à cette différence d'énergie.

4) Réécrire cette expression en introduisant la constante de Rydberg de l'atome d'hydrogène (R_H).

5) On donne ci-dessous les nombres d'ondes des trois premières transitions du spectre d'émission d'un ion hydrogénéoïde de numéro atomique Z . Déduire de ces données la nature de l'ion hydrogénéoïde.

transition	λ (nm)	$1/\lambda$ (cm ⁻¹)
2→1	13,525	739371,53
3→1	11,411	876347,38
4→1	10,820	924214,42

Exercice 2. Nombres quantiques et orbitales atomiques (4 points)

1) Une orbitale atomique est caractérisée par un triplet de nombres quantiques (n, l, m). Préciser les valeurs possibles de n et les relations entre ces nombres.

2) Indiquez, parmi les triplets suivants, celui (ceux) qui est (sont) impossible(s) :

- a) $n, l, m = 3, 2, 0$ b) $n, l, m = 2, 2, -1$ c) $n, l, m = 3, 0, 3$ d) $n, l, m = 3, -2, 0$

3) Rappeler la nomenclature des orbitales en fonction du nombre quantique l , et indiquer parmi les différents symboles ci-dessous ceux qui ne peuvent pas caractériser une orbitale atomique :

- a) 1p b) 3f c) 5d d) 4s e) 2d f) 4p

4) Désigner les orbitales atomiques correspondant aux nombres quantiques suivants :

- a) $n, l, m = 3, 2, 1$ b) $n, l, m = 2, 1, 0$ c) $n, l, m = 1, 0, 0$
d) $n, l, m = 3, 2, -2$ e) $n, l, m = 4, 2, 0$ f) $n, l, m = 3, 1, -1$

5) Quel est le nombre d'orbitales atomiques contenues dans une sous-couche de type nf ? Préciser la valeur minimale de n pour lesquelles elles apparaissent et le nombre maximal d'électrons qu'elles peuvent contenir.

Exercice 3. Effet photoélectrique (4 points)

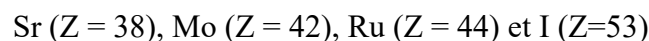
1) Ecrire l'équation bilan de l'échange d'énergie lumière/matière lors de l'effet photoélectrique, et définir les différents termes.

2) Une cellule photoélectrique, dont l'énergie d'extraction (énergie de seuil) est $W_0 = 2,25$ eV, est éclairée par un faisceau polychromatique constitué de toutes les longueurs d'onde d'émission $n \rightarrow 2$ du spectre de l'hydrogène. Identifier toutes les transitions correspondant à des longueurs d'onde situées dans le visible ($750 \text{ nm} > \lambda > 400 \text{ nm}$) susceptibles de créer un effet photoélectrique avec cette cellule.

3) Calculer, pour chacune de ces transitions, la vitesse des photoélectrons émis.

Exercice 4. Configuration électronique des éléments (5 points)

On considère les éléments suivants de la 5^{ème} période de la classification périodique :



1) Ecrire la configuration électronique *complète* de Sr. Sachant que le numéro atomique du Krypton (Kr) est égal à 36, écrire la configuration électronique de Sr de manière simplifiée en utilisant la notation [Kr] pour désigner la configuration des électrons occupant les orbitales de plus basse énergie.

2) Utiliser cette notation pour écrire la configuration électronique des autres éléments de la liste.

3) Donner le nom de la famille chimique de chaque élément.

4) Combien d'électrons de valence le molybdène (Mo) possède-t-il ? Représenter la répartition des électrons au sein de la couche de valence en utilisant le formalisme des cases quantiques.

5) Ecrire la configuration électronique de valence de l'ion Ru^{2+} .

Exercice 5. Affinité électronique des éléments (4 points)

On donne ci-dessous les affinités électroniques (AE, exprimées en eV) de quatre éléments de la 2^{ème} période :

Élément	AE (eV)
C	1,26
N	~0,0
O	1,46
F	3,40

- 1) Définir la notion d'affinité électronique.
- 2) En se basant éventuellement sur la configuration électronique de ces éléments, expliquer :
 - a) l'évolution de l'AE au sein de la série C, O, F
 - b) l'anomalie observée pour l'atome d'azote
- 3) Quels ions les éléments O et F auront-ils tendance à former ? Pourquoi ?
- 4) Quels seront les degrés d'oxydation les plus courants adoptés par ces deux éléments au sein d'une molécule ?

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	ϵ_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	$T [°C] = (T[K] - 273.15)$