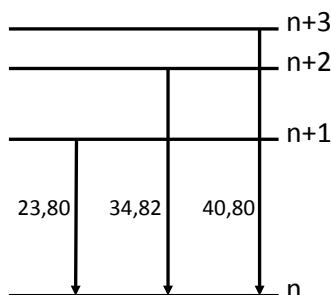


Exercice 1. Spectre d'émission de l'atome d'hydrogène

- 1) La valeur des longueurs d'ondes d'émission de l'atome d'hydrogène a pu être établie de manière empirique bien avant que Niels Bohr n'en propose une explication théorique en 1915. Donner l'expression permettant de calculer les différentes longueurs d'onde $\lambda_{p \rightarrow n}$ du spectre d'émission de l'hydrogène en fonction de la constante de Rydberg R_H .
- 2) En déduire l'expression de l'énergie d'un niveau n de l'atome d'hydrogène en fonction de R_H .
- 3) Rappeler la définition de l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène, et donner son expression en fonction de R_H . Calculer sa valeur en Joules et en eV.
- 4) Etablir l'expression des longueurs d'onde des première (λ_{max}) et dernière raies (λ_{min}) au sein d'une même série (retour sur un même niveau n).
- 5) En déduire (en nm) les valeurs de λ_{max} et λ_{min} pour les séries de Lyman, Balmer et Paschen. Préciser à quel domaine du spectre électromagnétique ces radiations appartiennent.
- 6) Quel est le niveau d'énergie n atteint par l'atome d'hydrogène si, partant du niveau fondamental, on lui fournit une énergie correspondant à 99% de son énergie d'ionisation ?
- 7) La série de Humphrey est une série d'émission de l'atome d'hydrogène pour laquelle $\lambda_{max} = 12365$ nm et $\lambda_{min} = 3281$ nm. Quelles sont les transitions impliquées dans cette série ?

Exercice 2. Spectroscopie des ions hydrogénoïdes

Une partie du spectre d'émission d'un ion hydrogénoïde de nombre de charge Z est représentée sur la figure ci-dessous, dans laquelle les énergies sont données en eV.



- 1) Ecrire la relation entre l'énergie de transition et le nombre quantique n pour les trois transitions représentées.

2) En raisonnant par essais successifs, déterminer la valeur du niveau n à partir des relations précédentes.

3) En déduire la nature de l'ion hydrogénoïde

Exercice 3. Effet photoélectrique

1) 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 (supérieures à 400nm) susceptibles de créer un effet photoélectrique avec cette cellule.

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

Exercice 4. Nombres quantiques et orbitales atomiques

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) impossibles :

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

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 5. Dualité onde/particule

1) Ecrire la relation fondamentale de la mécanique quantique permettant de traduire la manifestation du caractère ondulatoire de la matière.

2) Calculer la longueur d'onde d'un avion de 10 tonnes se déplaçant à deux fois la vitesse du son, la vitesse du son dans l'air étant de 340 m.s⁻¹.

3) Calculer la longueur d'onde d'un proton accéléré dans un cyclotron à une vitesse de $3,5 \cdot 10^2$ km.s⁻¹.

4) Comparer les longueurs d'onde obtenues aux questions 2 et 3 et commenter le comportement classique ou quantique de ces deux objets.

GRANDEURS PHYSIQUES (Unités du Système International ou dérivées)

Grandeur	Symbol	Valeur	Unité
vitesse de la lumière	c	$2,9979 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
permittivité du vide	ϵ_0	$8,8542 \cdot 10^{-12}$	$\text{F} \cdot \text{m}^{-1}$ (= $\text{m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$)
constante de Planck	h	$6,6261 \cdot 10^{-34}$	$\text{J} \cdot \text{s}$
charge élémentaire	e	$1,6022 \cdot 10^{-19}$	C (= $\text{s} \cdot \text{A}$)
masse de l'électron	m_e	$9,1094 \cdot 10^{-31}$	kg
masse du proton	m_p	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	kg
rayon de Bohr	a_0	$0,5292 \cdot 10^{-10}$	m
constante de Rydberg	R_H	$1,0974 \cdot 10^7$	m^{-1}
constante d'Avogadro	N_A	$6,0221 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
constante de Faraday	F	96485	$\text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$
constante des gaz parfaits	R	8,3145	$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

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	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
énergie	J	Joule	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
	cal	calorie	$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$
	eV	electron-Volt	$1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
pression	Pa	Pascal	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
	atm	atmosphère	$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
	bar	bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
	mmHg	mm de mercure	$760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm}$
charge électrique	C	Coulomb	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
	F	Faraday	$1 \text{ F} = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$
potentiel électrique	V	Volt	$1 \text{ V} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{C}^{-1}$
capacité électrique	F	Farad	$1 \text{ F} = 1 \text{ C} \cdot \text{V}^{-1}$
moment dipolaire	D	Debye	$1 \text{ D} = 3,335 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$
volume	l	litre	$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$
température	°C	degré Celsius	$T [^\circ\text{C}] = (T[\text{K}] - 273,15)$