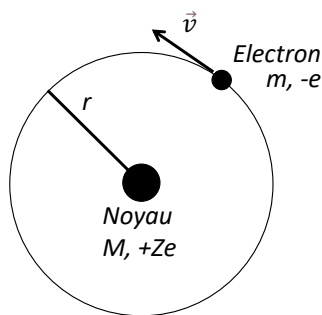


Exercice 1. Paradoxe de l'effondrement de l'atome d'hydrogène (4 pt)

On considère l'atome d'hydrogène constitué d'un noyau (de charge $+Ze$) et d'un électron (de charge $-e$), de masses respectives M et m . L'électron se déplace sur une orbite circulaire de rayon r avec une vitesse tangentielle \vec{v} constante. L'énergie potentielle coulombienne créée par le noyau sur l'électron est donnée par l'expression ci-dessous.



$$V = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Ze^2}{r}$$

- 1) Exprimer l'énergie cinétique de l'électron en fonction de sa quantité de mouvement $p = mv$. En déduire l'expression de son énergie totale E en fonction de p et r .
- 2) D'après le principe de Heisenberg, le rayon de l'orbite et la quantité de mouvement de l'électron sont chacun soumis à une indétermination dont le produit est supérieur à la constante de Planck réduite. En considérant $\Delta r \Delta p \approx h/2\pi$ avec $\Delta r \approx r$ et $\Delta p \approx p$, établir une nouvelle expression de l'énergie totale E de l'électron uniquement en fonction de r .
- 3) Déterminer l'expression de la dérivée de E fonction de r . En déduire la valeur r_0 du rayon orbital correspondant à l'énergie minimale, E_0 .
- 4) Calculer r_0 .
- 5) Déterminer l'expression de E_0 et calculer sa valeur en Joules et en eV.

Exercice 2. Spectroscopie des ions hydrogénoïdes (5 pt)

- 1) L'ion hydrogénoïde du carbone ($Z = 6$) dans l'état fondamental absorbe un photon de longueur d'onde $\lambda_1 = 2,642$ nm, puis émet un photon de longueur d'onde $\lambda_2 = 112,704$ nm. Sur quel niveau d'énergie l'électron se trouve-t-il après cette émission ?
- 2) L'ion hydrogénoïde du carbone est excité au niveau $n = 4$. Combien de raies différentes peuvent-elles être émises lors de son retour à l'état fondamental ?

6) L'élément **4** peut s'associer à l'oxygène pour former un dioxyde (2 atomes d'oxygène pour un atome de **4**) ou un trioxyde (3 atomes d'oxygène pour un atome de **4**). Donner le degré d'oxydation de **4** dans ces deux oxydes.

Exercice 5. Atomistique et propriétés des éléments (2 pt)

On donne ci-dessous les énergies d'ionisation successives du silicium (en kJ/mol).

E11	786,5
E12	1577,1
E13	3231,6
E14	4355,5
E15	16090,6

1) Justifier la forte augmentation entre E14 et E15.

2) Calculer (en nm) les longueurs d'ondes susceptibles de provoquer ces deux ionisations.

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 de Boltzmann	k	$1,3806.10^{-23}$	$m^2 kg s^{-2} K^{-1}$
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	$T [°C] = (T[K] - 273.15)$