

Exercice 1. Hydrogénoïde de l'hélium (5 pt)

On considère l'ion hydrogénoïde de l'hélium constitué d'un noyau fixe ($Z = 2$) et d'un électron de masse m se déplaçant sur une orbite circulaire de rayon r avec une vitesse v constante. L'énergie cinétique de l'électron est donnée par l'expression ci-dessous.

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \times \frac{Ze^2}{r}$$

- 1) Le quantité de mouvement de l'électron $p = mv$ est égale à $1,328 \cdot 10^{-24} \text{ kg m s}^{-1}$. Donner l'expression de l'énergie cinétique E_c en fonction de p et calculer sa valeur.
- 2) En déduire le rayon r de l'orbite sur laquelle circule l'électron.
- 3) D'après le théorème du viriel, l'énergie cinétique E_c d'un système en équilibre dynamique est égale à l'opposé de la moitié de l'énergie potentielle E_p . Utiliser ce théorème pour calculer la valeur de l'énergie potentielle E_p de l'électron.
- 4) En déduire la valeur de l'énergie totale de l'électron E_T (en eV).
- 5) Dans le modèle de Bohr, à quelle orbite n cette énergie totale correspond-elle ?
- 6) Calculer la longueur d'onde de l'irradiation lumineuse permettant à l'électron d'atteindre cette orbite à partir de son état fondamental.

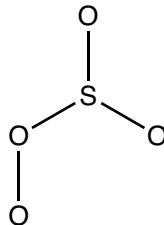
Exercice 2. Les oxydes de soufre (6 pt)

Les oxydes de soufre sont les différents types de composés contenant du soufre et de l'oxygène, et dont la structure suit la formule générale S_xO_y . On recense treize oxydes de soufre parmi lesquels SO , SO_2 et SO_3 .

- 1) Donner la configuration électronique de valence des atomes de soufre et d'oxygène.
- 2) Définir la notion d'hypervalence. Lequel de ces deux éléments peut-il être en situation d'hypervalence ? Pourquoi ?
- 3) Déterminer, pour chacune des molécules de SO , SO_2 et SO_3 :
 - a) la structure de Lewis.
 - b) la structure électronique du soufre dans la nomenclature VSEPR.

- c) la figure de répulsion.
- d) la géométrie de la molécule.
- e) l'état d'hybridation de l'atome de soufre.
- f) le degré d'oxydation de l'atome de soufre.

4) Le tétr oxyde de soufre SO_4 , dont la topologie moléculaire est schématisée ci-dessous, fait également partie des oxydes de soufre :



- a) Compléter la structure de Lewis de cette molécule en y ajoutant les liaisons, paires électroniques non liantes et (le cas échéant) les charges formelles non représentées.
- b) Donner le degré d'oxydation de l'atome de soufre.

Exercice 3. Molécule de type AX_3E_2 (5 pt)

- 1) Quelle est la figure de répulsion associée à une molécule de type AX_3E_2 ?
- 2) En considérant que les doublets non liants peuvent occuper une position axiale ou équatoriale, schématiser les différentes figures de répulsion possibles.
- 3) Indiquer laquelle des figures de répulsion proposées à la question précédente est la plus stable, en justifiant votre réponse.
- 4) En déduire la géométrie d'une molécule de ce type.
- 5) Indiquer l'hybridation de l'atome central.
- 6) Donner un exemple d'une molécule de ce type.

Exercice 4. Liaisons covalentes dans la molécule de formaldéhyde (4 pt)

On considère la molécule de formaldéhyde (H_2CO).

- 1) Quel est l'état d'hybridation des atomes C et O dans cette molécule ?
- 2) Schématiser la formation des liaisons σ et π à l'aide du formalisme des cases quantiques, en indiquant les orbitales atomiques hybridées et non hybridées.
- 3) Représenter schématiquement les orbitales atomiques hybridées et non hybridées participant à l'établissement des liaisons de type σ et π .

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	$T [°C] = (T[K] - 273.15)$