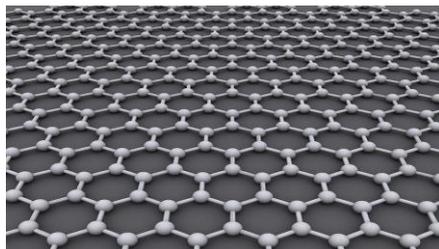


Épreuve Finale de Chimie 1 (Durée : 2h)

Autour du graphène

Le graphène est un matériau bidimensionnel cristallin à base de graphite (photo ci-dessous). Ses propriétés spectaculaires (mécaniques, électriques, thermiques, optiques et structurales) feraient de lui « le matériau du siècle ». Le graphène a pu être extrait pour la première fois en 2004 par l'équipe du physicien André GEIM de l'Université de Manchester (Angleterre). Cette découverte lui a permis ainsi qu'au physicien Konstantin Novoselov d'obtenir le prix Nobel de Physique en 2010. Aujourd'hui, de nombreuses équipes de recherche, de par le monde, se penchent sur ce matériau afin de lui trouver des applications innovantes dans de multiples domaines. Le graphène peut être produit de plusieurs manières. Nous exposons ici, certaines de ces méthodes.



Partie A (4 points) : Graphène épitaxié

Il est obtenu à partir de carbure de silicium (SiC) porté à une température d'environ 1300°C.

- Le carbone naturel est constitué de trois principaux nucléides: $^{12}_6\text{C}$ (98,93%), $^{13}_6\text{C}$ (1,07%) et $^{14}_6\text{C}$ (des traces).
 - Comment appelle t'on ces nucléides ?
 - Donner la composition du noyau de carbone le plus abondant.
 - Calculer la masse du carbone naturel.
- Le silicium ($_{14}\text{Si}$) est un élément chimique qui a des similitudes avec le carbone.
 - Écrire la configuration électronique à l'état fondamental de chacun de ces deux éléments (C et Si).
 - À quelle ligne et à quelle colonne du tableau périodique appartiennent ces éléments ?
 - Lequel de ces éléments a le plus grand rayon atomique ? Justifier.
- Les atomes C et Si dans le carbure SiC sont hybridés sp^3 .
 - Préciser les structures électroniques correspondantes.
 - Combien de liaisons relie le carbone au silicium dans SiC ?
 - Comment appelle t'on ce nombre de liaisons ?

Partie B (10 points) : Graphène produit par CVD

Cette méthode consiste en une décomposition catalytique à haute température d'un gaz (méthane ou éthylène) sur un métal (nickel ou cuivre).

- Le nickel Ni
 - Donner la structure électronique de $_{28}\text{Ni}$ à l'état fondamental et en déduire son groupe.
 - Le nickel est-il diamagnétique ou paramagnétique ?
 - Calculer la charge nucléaire effective ressentie par un électron 4s ainsi que l'énergie de cette orbitale.
 - Effectuer les mêmes calculs pour l'électron 3d.
 - Comparer ces résultats entre eux et préciser l'ion le plus stable de Ni.
- Le cuivre Cu
 - Établir la structure électronique de $_{29}\text{Cu}$ à l'état fondamental.
 - Calculer selon les règles de Slater l'énergie de première ionisation du cuivre.
 - Cette énergie est-elle supérieure ou inférieure à celle du nickel ? Justifier.
- Le méthane CH_4
 - Schématiser le diagramme de Lewis du méthane.
 - Donner la formule VSEPR et la géométrie de ce gaz.
 - Cette molécule est-elle polaire ? Justifier.

4. L'éthylène C₂H₄

- Quel est l'état d'hybridation de chacun des atomes de carbone dans C₂H₄ ?
- En déduire la géométrie correspondante.
- La théorie VSEPR donne-t-elle le même résultat ? Expliquer.

5. Le méthane et l'éthylène sont des composés à base de carbone et d'hydrogène. L'hydrogène (¹H) est un atome qui peut être étudié dans le cadre de la théorie de Bohr.

- Quelle est l'énergie que doit absorber l'atome d'hydrogène à l'état fondamental pour atteindre le 2^{ème} état excité ?
- Le retour à l'état fondamental à partir de cet état excité s'accompagne de certaines raies. Lesquelles ?
- Parmi ces transitions, laquelle met-elle en jeu la longueur d'onde la plus faible ?
- Calculer cette longueur d'onde, identifier sa série spectrale et la situer dans le domaine électromagnétique.

Partie C (6 points): Graphène par voie chimique

Dans ce cas, le graphène est synthétisé par oxydation du graphite dans un milieu acide (H₂SO₄), suivie d'une purification à l'aide de l'hydrazine (N₂H₄).

1. Acide sulfurique H₂SO₄

- Représenter le diagramme de Lewis de cet acide (₁₆S est l'atome central, les atomes ₁H sont directement liés à ceux de ₈O).
- En déduire celui de sa base SO₄²⁻. La règle de l'octet est-elle vérifiée pour cet ion ? Justifier.

2. L'hydrazine N₂H₄

- Donner la représentation de Lewis de l'hydrazine (azote : ₇N).
- Quelle est la formule VSEPR de chacun des atomes de N ?
- Est-il possible de prévoir la géométrie de cette molécule à l'aide de la théorie VSEPR ? Expliquer.

3. L'hydrazine N₂H₄ et l'éthylène C₂H₄

Ces deux composés ont une formule chimique de type X₂H₄ ; avec X : C ou N.

- Citer trois caractéristiques qui différencient ces deux composés.
- Comparer les électronégativités de C et de N.
- Ces deux atomes peuvent former l'ion CN⁻.
 - Établir le diagramme des orbitales moléculaires (corrélé) de cet ion.
 - Préciser le nombre et la nature des liaisons correspondantes.

Données :

Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s ; vitesse de la lumière : $c = 3 \times 10^8$ m.s⁻¹ ; $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J

Énergie des orbitales: $E_n = -E_H Z^2/n^{*2}$ avec $E_H = 13,6$ eV

Classification énergétique des orbitales atomiques suivant Slater :

(1s) (2s,2p) (3s,3p) (3d) (4s,4p) (4d) (4f) (5s,5p)...

Constantes d'écrans de Slater :

Type d'électron	Électron de même groupe	Électron de groupes (n-1)	Électron de groupes (<n-1)
(1s)	0,30		
(ns, np)	0,35	0,85	1,00
(nd), (nf)	0,35	1,00	1,00

Le n effectif (n*) de Slater :

n	1	2	3	4	5	6
n*	1	2	3	3,7	4	4,2