DEVOIR SURVEILLÉ

PHYSIQUE ET CHIMIE

Durée : 2 heures – Calculatrice autorisée

PARTIE I : ARCHITECTURE DE LA MATIÈRE

1 Isotopes, configuration et structure atomique

Le magnésium est un élément essentiel.

Il existe sous forme de trois isotopes naturels principaux : $Mg|^{24}$ $Mg|^{25}$ $Mg|^{26}$.

1. Donner la composition du noyau (protons, neutrons, électrons) de chacun de ces trois isotopes (Z = 12).

2. Sachant que l'abondance naturelle du magnésium-24 est de 78,99 %, celle du magnésium-25 de 10,00 % et celle du magnésium-26 de 11,01 %, calculer la masse molaire atomique moyenne du magnésium.

3. Établir la configuration électronique des atomes suivants à l'état fondamental : H (Z=1), C(Z=6), N(Z = 7) et O (Z = 8).

4. En déduire le nombre d'électrons de valence pour chacun d'eux.

2 Schémas de Lewis, polarité et géométrie

5. Énoncer la règle de l'octet (et du duet).

6. Établir les schémas de Lewis complets (avec doublets non liants) des entités suivantes :

- Cyanure d'hydrogène HCN
- Méthanal H_2CO
- Eau oxygénée H_2O_2 (enchaînement HOOH)

On donne les électronégativités de Pauling : χ(H) = 2,2 ; χ(C) = 2,55 ; χ(N) = 3,04; χ(O)= 3,44.

7. Justifier la polarisation des liaisons CO, OH et CN. Indiquer les charges partielles δ^+ et δ^- correspondantes.

8. Représenter le moment dipolaire résultant de la molécule de cyanure d'hydrogène HCN et de méthanal H_2CO.

9. La molécule d'eau oxygénée n'est pas plane (structure en « livre ouvert » en raison de la répulsion des doublets non liants des atomes d'oxygène). L'eau oxygénée est-elle polaire?

Partie II – CRISTALLOGRAPHIE

Données : M(Li) = 6,94 g. mol^{-1}, M(F) = 19,00 g. mol^{-1}, N_A = 6,02 10^{23} mol^{-1}.

Le fluorure de lithium LiF cristallise dans la même structure que le chlorure de sodium NaCl :

- Les ions fluorure (F^-) forment un réseau **cubique à faces centrées (CFC)**.
- Les ions lithium (Li^+) occupent tous les **sites octaédriques (milieux des arêtes et centre du cube)**.

10. Déterminer le nombre d'ions F^- et d'ions Li^+ par maille.

11. Vérifier l' électro-neutralité de la maille et donner la formule du composé.

12. Sachant que a = 402 pm, calculer la masse volumique du fluorure de lithium.

Le cuivre cristallise dans le système cubique à faces centrées de paramètre de maille a = 360 pm. M(Cu) = 63,5 g.mol^{-1}.

13. Représenter la maille.

14. Combien une maille contient-elle d'atomes de cuivre ?

15. Calculer la masse volumique du cuivre

PARTIE III : LENTILLES ET DOUBLETS

1 Association de deux lentilles minces

On considère un système optique constitué de l'association coaxiale de deux lentilles minces :

- L_1 : divergente, de distance focale f'_1 = - 20 cm.
- L_2 : convergente, de distance focale f'_2 = +30 cm.

La distance entre les centres optiques est $\overline{O_1O_2}$ = 50 cm.

Un objet lumineux plan $\overline{AB}$ de taille 1,5 cm est placé à 30 cm en avant de la première lentille L_1 ($\overline{O_1A}$ = - 30 cm).

16. Rappeler les conditions de l'approximation de Gauss et définir la notion de stigmatisme approché.

17. Déterminer la position $\overline{O_1A_1}$ et la taille $\overline{A_1B_1}$ de l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par L1.

18. Déterminer la position finale $\overline{O_2A_2}$ et la taille finale $\overline{A_2B_2}$ de l'image A_2B_2.

2 Lunette de Galilée - Doublet afocal

La lunette de Galilée renversée est modélisée par une lentille divergente L_1 de distance focale $f'_1 = -20$ mm suivie d'une lentille convergente L_2 de distance focale $f'_2 = +100$ mm. Ces deux lentilles constituent un doublet afocal (le foyer image F'_1 de la première coïncide avec le foyer objet F_2 de la seconde). Un faisceau laser incident cylindrique de diamètre $D_1 = 3{,}0$ mm arrive parallèlement à l'axe optique.

19. Schématiser le modèle optique en illustrant la marche du faisceau cylindrique incident à travers le système (L_1 puis L_2). Indiquer les centres O_1, O_2 et les foyers utiles.

20. Dans cette configuration, calculer le diamètre D_2 du faisceau à la sortie du système.