

CH-110 Chimie Générale Avancée I

Atomistique

Examen Blanc

Vendredi, 24 novembre 2025, 11h15 – 12h00

Ceci sont les conditions de l'examen final de janvier. Elles sont indiquées ici afin que vous puissiez vous y référer et vous préparer correctement pour l'examen réel

- Tous les documents nécessaires vous sont fournis.
- Les sacs doivent être fermés et déposés sous votre table avec vos affaires personnelles.
- Les ordinateurs, les traducteurs électroniques, les calculatrices programmables et les smartphones sont interdits.
- Les candidats doivent déposer un **document d'identité** comportant une photographie en évidence sur la table. Ils devront signer une feuille de présence en rendant leur examen.
- Prière de ne pas rédiger vos réponses au crayon à papier.
- Merci de donner vos réponses sur les feuilles prévues à cet effet dans ce document. Il est autorisé de mettre une partie de la réponse sur la question elle-même. Des feuilles de brouillons seront mises à disposition. Si les feuilles de brouillon sont rendues avec l'examen, leur contenu sera considéré comme réponse à part entière.
- Prière de rendre ce document séparément de l'examen du Prof. Waser.
- Durée de l'examen : 3.5 h (pour les deux parties), sauf exceptions validées par le SAC.
- Les dessins/explications illisibles seront considérées comme fausses. Si vous vous rendez compte qu'une partie de votre réponse est incorrecte, vous devez impérativement la tracer et écrire "FAUX" à côté. Cette partie ne sera alors pas considérée.
- **N'oubliez pas les unités** lorsqu'une réponse numérique est requise.
- La partie atomistique compte pour **2/3 de la partie atomistique** et **8/27 de la note finale de chimie générale avancée I**. 35 points sont possibles à la partie atomistique de l'examen.
- A la fin de l'examen: Merci de contrôler avoir mis votre nom en première page, rester à votre place, donner les deux parties séparément à l'assistant et signer pour confirmer.

Matériel autorisé

- Calculatrice non programmable.
- Un tableau périodique sera fourni.
- Un formulaire qui vous sera fourni.

NOM :

Prénom :

N° Place :

Attention: Cet examen blanc prend plus de 45 minutes. Il représente environ les deux tiers de la durée de l'examen final d'atomistique, et devrait donc pouvoir être terminé en 1 h à 1 h 30.

Exercice 1

Français: Vous travaillez dans un laboratoire qui étudie les propriétés de nanomatériaux semiconducteurs. Dans le cadre de votre recherche, vous devez synthétiser des nanocristaux de CdSe par la réaction de CdO avec Se dans des solutions à haute température.

- (a) Écrivez les configurations électroniques à l'état fondamental de Cd et Se. Vous pouvez utiliser la notation abrégée des gaz nobles pour indiquer les électrons de la couche interne.
- (b) Quel élément a
 - 1) La plus haute énergie d'ionisation ?
 - 2) La plus grande affinité électronique ?
 - 3) Le plus grand rayon atomique ?
 Expliquez brièvement votre raisonnement.
- (c) Le CdSe peut être considéré comme un composé ionique binaire. D'après les affinités électroniques des deux éléments, lequel est le plus susceptible de former un anion dans ce composé ? Et lequel est le plus susceptible de former un cation ? Prédisez la charge des ions que chaque élément est susceptible de former et expliquez pourquoi. Écrivez les configurations électroniques à l'état fondamental de ces ions.
- (d) Un échantillon du matériau que vous avez préparé émet une lumière à 546 nm lorsqu'il est excité par un rayonnement UV. Un électron dans un nanocristal peut être considéré comme un électron piégé dans une boîte unidimensionnelle, et la lumière émise est due à une transition électronique du niveau d'énergie $n = 2$ au niveau d'énergie $n = 1$. Quel est le diamètre des nanocristaux dans l'échantillon ? La masse effective d'un électron m_e^* dans le CdSe est d'environ 8.20×10^{-32} kg.
- (e) Quelle est la longueur d'onde de la radiation nécessaire pour exciter un électron dans ces nanocristaux du niveau d'énergie $n = 1$ au niveau d'énergie $n = 3$?

English: You are working in a laboratory investigating the properties of semiconductor nanomaterials. In your research, you must synthesize CdSe nanocrystals by the reaction of CdO with Se in high-temperature solutions.

- (a) Write the ground-state electron configurations of Cd and Se. You may use noble-gas shorthand notation to abbreviate the inner-shell electrons.
- (b) Which element has
 - 1) The higher ionization energy?
 - 2) The greater electron affinity?
 - 3) The larger atomic radius?
 Briefly explain your reasoning.
- (c) CdSe can be considered a binary ionic compound. Based on the electron affinities of the two elements, which one is more likely to form an anion in this compound? And which is more to form a cation? Predict the charge on the ions each element is likely to form and explain why. Write the ground-state electron configurations for these ions.
- (d) A sample of the material you prepared was found to emit light at 546 nm when it is excited with UV radiation. An electron in a nanocrystal can be treated as an electron trapped in a one-dimensional box, and the emitted light is due to an electronic transition from the $n = 2$ to the $n = 1$ energy level. What is the diameter of the nanocrystals in the sample? The effective mass of an electron m_e^* in CdSe is $\sim 8.20 \times 10^{-32}$ kg.
- (e) What is the wavelength of radiation required to excite an electron in the nanocrystals from energy level $n = 1$ to energy level $n = 3$?

Exercise 2

Français: Le peroxyde d'hydrogène, H_2O_2 , est un agent blanchissant non toxique utilisé en remplacement du chlore dans l'industrie et les blanchisseries domestiques. Le processus de blanchiment est une oxydation, et lorsque le peroxyde d'hydrogène agit comme agent blanchissant, le seul déchet qu'il génère est du H_2O .

- Dessinez la structure de Lewis du peroxyde d'hydrogène et déterminez la charge formelle sur chaque atome.
- Donnez la forme VSEPR (nom et formule AXE) des atomes d'oxygène dans H_2O_2 .
- Est-ce que l'angle de la liaison H-O-O est : (I) exactement 120° ; (II) $> 109.5^\circ$; (III) exactement 109.5° ; (IV) $< 109.5^\circ$?
- Dessinez le diagramme des orbitales moléculaires de 1) O_2 ; 2) O_2^- ; 3) O_2^+ ; 4) O_2^{2-} . Pour chaque espèce, indiquez l'ordre de liaison attendu et précisez lesquelles (s'il y en a) sont paramagnétiques.
- Les longueurs de liaison suivantes ont été rapportées : 1) O_2 , 121 pm; 2) O_2^- , 134 pm; 3) O_2^+ , 112 pm; 4) O_2^{2-} , 149 pm. Suggérez une raison pour expliquer ces différences en vous basant sur les configurations de la partie (c).

English: Hydrogen peroxide, H_2O_2 , is a nontoxic bleaching agent being used as a replacement for chlorine in industry and home laundries. The bleaching process is an oxidation, and when hydrogen peroxide acts as a bleaching agent, the only waste it generates is H_2O .

- Draw the Lewis structure of hydrogen peroxide and determine the formal charge on each atom.
- Give the VSEPR shape (name and AXE formula) of the O atoms in H_2O_2 .
- Is the H-O-O bond angle: (I) exactly 120° ; (II) $> 109.5^\circ$; (III) exactly 109.5° ; (IV) $< 109.5^\circ$?
- Draw the molecular orbital diagram of 1) O_2 ; 2) O_2^- ; 3) O_2^+ ; 4) O_2^{2-} . For each species, give the expected bond order and indicate which, if any, are paramagnetic.
- The following bond lengths have been reported: 1) O_2 , 121 pm; 2) O_2^- , 134 pm; 3) O_2^+ , 112 pm; 4) O_2^{2-} , 149 pm. Suggest a reason for the differences based of the configurations in part (c).

Exercise 3

Français: Le carbone a une valence de 4 dans presque tous ses composés et peut former des chaînes et des cycles d'atomes de carbone.

- Dessinez les trois structures possibles du C_3H_4 (l'une des structures possibles est cyclique).
- Estimez les angles de liaison dans chacune des structures non cycliques. Évaluez les longueurs de liaison entre les atomes de carbone dans chaque structure (y a-t-il une liaison C-C plus longue que les autres liaisons C-C ?).
- Identifiez l'hybridation de chaque atome de carbone dans chaque structure.

Remarque: Assurez-vous qu'aucune des trois structures que vous avez dessinées n'est une structure de résonance d'une autre.

English: Carbon has a valency of 4 in nearly all its compounds and can form chains and rings of C atoms.

- Draw the three possible structures of C_3H_4 (one of the possible structures is cyclic).
- Estimate bond angles in each of the non-cyclic structures. Evaluate bond lengths between C atoms in each structure (is there a C-C bond that is longer than the other C-C bonds?).
- Identify the hybridization of each carbon atom in each structure.

Note: Ensure that none of the three structures you drew are resonance structures of each other.