

Maturité gymnasiale

Session 2015

## EXAMEN DE L'OPTION COMPLÉMENTAIRE CHIMIE

### Outils et documents autorisés :

- recueil de tables et formulaire usuel (Tables de chimie, Lycée cantonal, Porrentruy, édition 2014) : exclusivement celui fourni par l'école avec l'énoncé ; aucun document personnel n'est autorisé ; il est interdit d'annoter ce recueil, qui reste la propriété de l'école ;
- calculatrice non programmable, non graphique, sans moyen de transmission; les smartphones utilisés comme calculatrice ne sont pas autorisés ;
- règle non annotée, matériel pour écrire et dessiner ;
- cas échéant, matériel fournis à la place de travail ou avec le dossier ;
- Les candidats n'échangent entre eux aucun objet.

### Consignes :

- au début de l'examen, les candidats reçoivent un dossier contenant trois cahiers : 1 cahier de questions et 2 cahiers de réponse, l'un pour le propre, l'autre pour le brouillon, de couleur jaune; les candidats reçoivent de plus un recueil de tables et au besoin du matériel supplémentaire.
- chaque cahier (questions, réponses brouillon et réponses propre) porte le nom du candidat, de même que toutes les éventuelles feuilles supplémentaires (à demander au surveillant).
- les candidats donnent leurs réponses **exclusivement sur le cahier de réponses propre**; ne donner de réponses ni sur le cahier de questions ni sur le cahier de réponses brouillon.
- dans le cahier de réponses propres, les réponses sont données sur les pages prévues et dans les espaces prévus à cet effet; les réponses doivent être numérotées dans la marge ; utiliser exactement les mêmes numéros que ceux de l'énoncé ; les réponses sont séparées par un trait.
- écrire à l'encre ; l'utilisation de la couleur rouge et du crayon à papier sont prohibés ; en revanche, ne pas hésiter à utiliser d'autres couleurs (stylos ou crayons) dans les schémas et dessins, si cela contribue à leur lisibilité.
- justifier les réponses là où c'est spécifié, et motiver le choix des formules utilisées ; indiquer les raisonnements, donner des résolutions complètes et dans une présentation claire et soignée ; de même, les schémas et dessins doivent être soignés, l'écriture lisible, la rédaction claire et en français correct.
- chaque question porte un numéro unique: assurez-vous que vous avez répondu à toutes les questions.
- à la fin de l'examen, les candidats rendent tout le matériel (3 cahiers, tables, matériel spécial) reçu en début d'examen.

### Évaluation

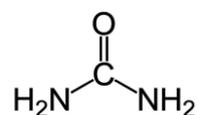
Il y a 4 questions dans ce travail. Ce travail dure 3 heures. Il est possible de réaliser 34 points maximum ; 30 points correspondent à la note 6. Le barème est linéaire.

Avril 2015

P. Gurba ; P. Lovis

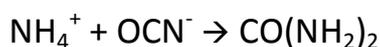
### Question 1 : Interactions de Van der Waals et modèles moléculaires (9 points)

L'urée est une molécule essentielle dans le métabolisme du corps humain. Grâce à sa solubilité très élevée, elle permet à l'organisme d'éliminer efficacement les ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  toxiques, produits par la décomposition de certains acides aminés.



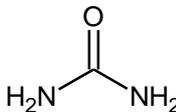
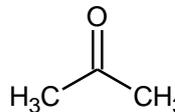
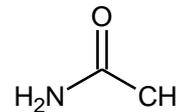
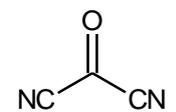
Molécule d'urée

La synthèse de l'urée en 1828 par le chimiste Friedrich Wöhler a été une révolution dans le monde scientifique. Il a démontré par cette expérience que les molécules du vivant pouvaient être créées artificiellement en dehors d'un organisme vivant. Elle marque ainsi le début de la chimie organique et annonce la fin de la théorie de la force vitale. Ci-dessous, la synthèse de l'urée par Wöhler :



- 1.1) L'ion cyanate  $\text{OCN}^-$  possède deux mésomères. Dessiner le schéma des cases quantiques de ses deux mésomères.
- 1.2) Réaliser le dessin soigné en 3D des trois espèces chimiques  $\text{NH}_4^+$  ;  $\text{OCN}^-$  et  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  en représentant les paires libres et les plans  $\pi$  s'il y a lieu. (pour le cyanate, faire le dessin d'un seul mésomère à choix)
- 1.3) Expliquer pourquoi l'urée est très soluble dans l'eau.

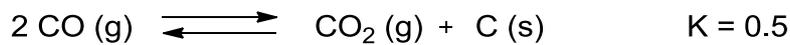
Ci-dessous, un tableau donnant les points de fusion et d'ébullition de l'urée ainsi que ceux de trois autres molécules lui ressemblant :

	urée	acétone	acétamide	oxomalononitrile
				
Pt de fusion	134°C	-94°C	80°C	-36°C
Pt d'ébullition	se décompose avant de pouvoir se vaporiser	56°C	222°C	65.5°C

- 1.4) Expliquer leur différent point de fusion/ébullition en comparant les quatre espèces chimiques les unes aux autres.

## Question 2 : Équilibres chimiques (8 points)

Soit la réaction suivante :



- 2.1) Écrire la loi d'action de masse pour cet équilibre. Justifier si besoin.
  - 2.2) Dans un piston d'un volume de 2,0 L on ajoute et 80 mmol de CO. Calculer les concentrations de chaque espèce utile à l'équilibre, la masse de C(s) produite ainsi que le rendement.
  - 2.3) Dans un autre piston, on ajoute aussi 80 mmol de CO. Cette fois, le rendement est de 92,4 %. Quel est le volume de ce second piston ?
  - 2.4) Expliquer pourquoi le rendement augmente entre la situation du point 2.2 et celle du point 2.3.
- 

## Question 3 : Équilibres acide-base et solubilité (7 points)

Soit 100 mL d'une solution aqueuse saturée avec 0,1 mol de  $\text{CaSO}_3$  qui est un sel peu soluble dont le  $K_s$  vaut  $3 \cdot 10^{-7} \text{ M}^2$ .

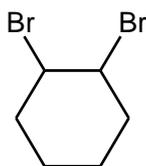
*Pour tout usage d'une formule approximative, prouvez par le calcul que les conditions de validité sont réunies.*

- 3.1) Calculer le pH de cette solution.
- 3.2) On mélange la solution ci-dessus avec 100 mL d'une solution de  $\text{CaCl}_2$  0,02 M très soluble. Calculer le nouveau pH.
- 3.3) Expliquer la variation de pH.

*Note : pour simplifier les calculs, on considère que si l'on est confronté à plusieurs équilibres successifs ceux-ci ne sont pas interdépendants.*

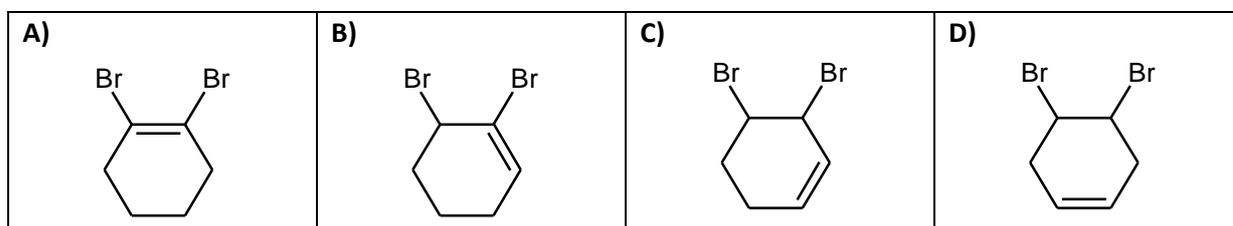
#### Question 4 : Stéréochimie (10 points)

Soit la molécule de 1,2-dibromocyclohexane :



- 4.1) Dessiner et définir les configurations absolues (R/S) de tous les stéréoisomères de la molécule.
- 4.2) Comparer tous les stéréoisomères les uns aux autres en indiquant le type d'isomérisation pour chaque relation.

On ajoute une double liaison dans le cycle et l'on obtient les quatre molécules suivantes :



- 4.3) Pour chacune d'elles, indiquer le nombre de stéréoisomères existants. Justifier en détail.

Notes :

- Pour cette question, les dessins des stéréoisomères ne sont pas exigés.
- La double liaison dans un cycle ne peut pas être trans.