

Biochimie-génie biologique

Le programme de la session 2004, publié au B.O. spécial n° 3 du 22 mai 2003 est **modifié** comme suit :

Chapitre 1 : Chimie

1 - Cinétique chimique

1.1. **Vitesse d'une réaction chimique** : définition, étude expérimentale

1.2. **Lois de vitesse**. Ordre d'une réaction. Étude des réactions d'ordre simple. Réactions réversibles. Réactions successives.

1.3 **Influence de la température**

1.4 **Mécanismes réactionnels**. Approximation de l'étape cinétiquement déterminante. Approximation de l'état stationnaire.

1.5 **Catalyse** : définition et propriétés d'un catalyseur

Exemples de catalyse homogène et hétérogène en chimie minérale et en chimie organique. Catalyse enzymatique.

2 - L'architecture moléculaire

2.1 L'atome

2.1.1 Le noyau

Constitution (nucléons de base, quarks exclus), stabilité.

Réactions nucléaires.

Radioactivité : principaux types ; loi de décroissance radioactive ; principe des mesures ; unités ; applications (marquage, datation).

2.1.2 Le modèle quantique de l'atome et la classification périodique

Quantification de l'énergie ; nombres quantiques ; orbitales atomiques.

Configuration électronique des atomes ; classification périodique des éléments.

Propriétés des atomes : énergie d'ionisation ; affinité électronique ; rayon atomique ; électro-négativité ; pouvoir polarisant, polarisabilité ; rayons atomiques, ioniques ; rayons des ions hydratés.

2.2 La liaison chimique

2.2.1 Liaison et édifices covalents

Liaison covalente localisée : notation de Lewis ; liaison de coordination

Liaison covalente délocalisée : formes de résonance, mésomérie.

Théorie VSEPR (règles de Gillespie).

Propriétés des molécules : longueur de liaison, énergie de liaison, moment dipolaire, polarisation.

2.2.2 Interactions faibles

Liaisons de Van der Waals ; liaison hydrogène ; interactions hydrophobes. Applications.

3 - Chimie organique

3.1 **Représentation plane des molécules organiques** (formule brute, formule semi-développée et écriture topologique) ; éléments de nomenclature ; isomérie plane.

3.2 Stéréochimie des molécules organiques

3.2.1 Représentation spatiale des molécules : Newman, Cram, Fischer, Haworth et perspective.

3.2.2 Analyse conformationnelle : éthane, butane, cyclohexane monosubstitué et disubstitué, glucose.

3.2.3 Stéréoisomères de configuration : énantiomères et diastéréoisomères, propriétés comparées ; nomenclature Z/E, R/S, D/L.

3.3 Réactivité en chimie organique

3.3.1. Effets électriques (inductif et mésomère) et stérique.

3.3.2. Les réactifs : nucléophiles et électrophiles, acides et bases (Brønsted et Lewis), oxydants et réducteurs.

3.3.3. Intermédiaires réactionnels : rupture des liaisons, stabilité des intermédiaires (en particulier : carbocation, carboradical, carbanion).

3.3.4. Modes de contrôle et caractéristiques des réactions : contrôle thermodynamique ou cinétique ; régiosélectivité ; stéréosélectivité et stéréospécificité.

3.4 Les alcools

3.4.1 Propriétés acido-basiques et nucléophiles.

3.4.2 Réactions de substitutions nucléophiles.

3.4.3 Réactions d'éliminations.

3.4.4 Oxydation.

3.4.5 Comparaison avec les thiols : formation de pont disulfure et réaction inverse de réduction.

3.5 Les amines

Basicité et nucléophilie.

3.6 **Les composés à double liaison C=C** ; diènes et polyènes

Réactions d'addition nucléophile : dihalogénéation, hydrohalogénéation et hydratation.

3.7 Les composés cycliques

- 3.7.1 Notion d'aromaticité.
- 3.7.2 Exemples d'hétérocycles aromatiques ou non contenant l'élément azote, oxygène ou soufre.
- 3.7.3 Benzène et dérivés benzéniques mono-substitués : Réaction de substitution électrophile aromatique.

3.8 Les composés carbonylés

- 3.8.1 Notion de tautomérie.
- 3.8.2 Addition nucléophile : formation d'hydrates, d'hémiacétal, d'acétal ; réactions avec des composés du type Z-NH₂
- 3.8.3 Mobilité de l'hydrogène en α : aldolisation, céto-lisation, crotonisation.
- 3.8.4 Réactions d'oxydo-réduction.

3.9 Les acides carboxyliques et leurs dérivés

- 3.9.1 Passage aux fonctions dérivées : ester, amide, anhydride d'acide, chlorure d'acyle.
- 3.9.2 Réaction d'hydrolyse.

3.10 Quelques composés polyfonctionnels rencontrés en biochimie

- 3.10.1 Les aminoacides ; formation de la liaison peptidique.

Les oses : structure et réactivité.

4 - Thermodynamique chimique

- 4.1 Principes de la thermodynamique ; fonctions et variables d'état.

4.2 Thermodynamique appliquée aux réactions chimiques

- 4.2.1 Grandeurs standard de réactions.
- 4.2.2 Enthalpie libre ; variation en fonction de l'avancement d'une réaction ; affinité chimique ; enthalpie libre standard de réaction, variation avec la température ; réactions endergonique et exergonique.
- 4.2.3 États stationnaires.
- 4.2.4 Expression du quotient de réaction Q : activité d'une espèce chimique. Coefficient de Debye-Hückel et force ionique. Équilibre chimique $Q = K^\circ$: relation de Guldberg et Waage ; déplacement d'équilibre.

4.3 Transferts d'énergie en milieu biologique

- 4.3.1. Conditions standard en milieu biologique.
- 4.3.2 Couplage de réactions.
- 4.3.3 Application à la chimie du phosphore : acides phosphoriques et phosphate, ATP.

5 - Équilibres en solution aqueuse

- 5.1 Étude physico-chimique de l'eau ; notion de solvant ionisant, dissociant, dispersant.
- 5.2 Étude des équilibres en solution aqueuse
 - 5.2.1 Équilibres acides-bases (Brønsted).
 - 5.2.2 Équilibres de complexation.
 - 5.2.3 Équilibres de précipitation.
 - 5.2.4 Équilibres d'oxydo-réduction : aspects thermodynamiques : prévision des réactions, applications de la formules de Nernst.

Chapitre 8 - Technologies et techniques chimiques, biochimiques et biologiques. Génie biologique.

6 - Techniques de chimie analytique

- 6.1 Méthodes volumétriques : méthodes chimiques ; méthodes électrométriques : potentiométrie à courant nul ; conductimétrie.
- 6.2 Applications aux dosages acido-basiques, aux dosages d'oxydo-réduction, aux dosages par complexation et précipitation.
- 6.3 Méthodes optiques : spectrométrie d'absorption moléculaire ; spectrométrie d'absorption atomique, spectrométrie d'émission atomique ; fluorométrie, photométrie des milieux troubles (turbidimétrie, néphélométrie). Gamme d'étalonnage et méthode des ajouts dosés.
- 6.4 Méthodes chromatographiques : chromatographie sur couche mince, chromatographie en phase liquide de haute performance (CLHP).

7 - Synthèse organique ou inorganique

- Maîtrise des opérations unitaires.
- 7.1 Préparation d'un milieu réactionnel (ballon, ampoules de coulée, adaptateurs, montage à reflux).
- 7.2 Séparation (décantation, filtration).
- 7.3 Purification (distillation, recristallisation).
- 7.4 Caractérisation (point de fusion, indice de réfraction).