

ABRÉGÉS

Chimie générale

avec exercices et tests

G. GERMAIN
R. MARI
D. BURNEL

3^e EDITION

MASSON 

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---------------------------------------|------|
| Conseils pour utiliser ce livre | V |
| Avant-propos | XIII |

COURS ET ÉNONCÉS DES EXERCICES ET TESTS

PREMIÈRE PARTIE

L'atome et les liaisons chimiques

(Résumé)

| | |
|--|----|
| Structure de l'atome | 3 |
| La classification périodique des éléments | 4 |
| Liaisons et édifices ioniques | 5 |
| La liaison covalente | 5 |
| Modalités de la liaison chimique | 6 |
| CHAPITRE PREMIER. — Atomes, molécules, définitions diverses | 9 |
| 1.1. Corps pur. Notion d'espèce chimique. Molécules | 9 |
| 1.2. Corps simples. Notion d'élément. Atomes | 10 |
| 1.3. Notation chimique | 11 |
| TESTS | 12 |
| CHAPITRE 2. — Structure de l'atome | 13 |
| 2.1. Les constituants de l'atome | 13 |
| Aspect « vide » de la matière (13). Le noyau (13). Les électrons (14). Les isotopes (14). Remarques générales (15). | |
| 2.2. Structure électronique des atomes | 15 |
| <i>L'atome d'hydrogène</i> | 15 |
| Le modèle planétaire (15). Le modèle de Bohr (16). Le modèle ondu- latoire. Notion d'orbitale (17). | |
| <i>Structure électronique des atomes autre que l'atome d'hydrogène</i> | 18 |
| Principes fondamentaux (18). Les nombres quantiques (18). Ordre de remplissage des orbitales. Représentation de la structure électronique d'un atome (20). Structure électronique d'un ion (22). | |
| TESTS | 22 |
| CHAPITRE 3. — Classification périodique des éléments | 23 |
| 3.1. Historique | 23 |
| 3.2. Principe de la classification actuelle | 24 |

| | |
|---|----|
| 3.3. Description de la classification périodique des éléments..... | 24 |
| Description succincte des périodes (25). Description succincte des colonnes (25). Utilisation de la classification périodique des éléments (26). | |
| 3.4. Potentiel d'ionisation. Affinité électronique. Électronégativité..... | 26 |
| Potentiel d'ionisation (26). Affinité électronique (27). Électronégativité (27). | |
| TESTS..... | 27 |
| | |
| CHAPITRE 4. — Liaison chimique et édifices ioniques | 28 |
| 4.1. Les associations d'atomes..... | 28 |
| <i>Molécules ; espèces cristallines</i> | 28 |
| <i>La liaison chimique</i> | 29 |
| <i>Unicité de la liaison chimique</i> | 30 |
| 4.2. La liaison ionique et les édifices ioniques | 31 |
| <i>Les ions</i> | 31 |
| <i>Les cristaux ioniques</i> | 31 |
| Le dispositif cristallin (31). La structure du cristal (31). Influence de la dimension des ions (34). | |
| 4.3. Énergie du réseau..... | 35 |
| 4.4. Mise en solution des cristaux ioniques..... | 35 |
| TESTS..... | 36 |
| | |
| CHAPITRE 5. — La liaison chimique covalente | 38 |
| Nécessité d'un autre type de phénomène..... | 38 |
| 5.1. Orbitales atomiques | 38 |
| La notion d'orbitale (38). L'orbitale <i>s</i> (39). Les orbitales <i>p</i> (39). Les atomes polyélectroniques (40). | |
| 5.2. Orbitales moléculaires | 41 |
| L'ion H_2^+ (41). La molécule d'hydrogène (42). Ensembles diatomiques à 3 et 4 électrons (43). | |
| 5.3. Les molécules hétéroatomiques | 45 |
| 5.4. Molécules polyatomiques. Notion d'hybridation..... | 46 |
| L'hybridation (46). Propriétés des orbitales hybrides du carbone (50). Composés polymoléculaires et rotation libre (51). Mésonérie (53). Liaisons digonales (54). | |
| 5.5. Orbitales et hybridations dans d'autres atomes que le carbone..... | 54 |
| L'ammoniac (55). | |
| 5.6. Géométrie moléculaire..... | 55 |
| 5.7. Règle de l'octet..... | 56 |
| TESTS..... | 56 |
| | |
| CHAPITRE 6. — Modalités de la liaison chimique | 57 |
| 6.1. Liaison électronique entre deux atomes à électro-affinités différentes.. | 57 |
| 6.2. Constitution des molécules polyatomiques..... | 58 |
| <i>L'ion H^+ dans l'eau</i> | 60 |
| <i>Les composés oxygénés du soufre</i> | 61 |
| 6.3. Les complexes | 62 |
| Formation (62). Exemple de structures (62). La chimie des complexes (63). | |

| | |
|--|----|
| 6.4. Liaison métallique | 64 |
| La mécanique ondulatoire et le métal (64). Le cristal métallique (65). | |
| 6.5. Liaisons intermoléculaires | 65 |
| Définition | 65 |
| Liaison hydrogène | 65 |
| Définition (65). La molécule d'eau (66). Intervention dans les molécules complexes (67). | |
| Liaisons de Van der Waals | 67 |
| 6.6. La liaison chimique : essai de synthèse | 68 |
| 6.7. Représentation des liaisons chimiques | 71 |
| TESTS | 71 |

DEUXIÈME PARTIE

La réaction chimique

| | |
|---|-----|
| Stoechiométrie. Définition | 72 |
| Thermochimie | 72 |
| Equilibres chimiques | 73 |
| Equilibres en solution | 74 |
| Dissociation ionique de l'eau (74). Equilibres acidobasiques (74). | |
| Réactions de précipitation (75). Réactions de complexation (75). | |
| Réactions acide-base (76). | |
| Oxydoréduction | 77 |
| Cinétique chimique | 78 |
| CHAPITRE 7. — Stoechiométrie. Définitions | 80 |
| 7.1. Equations chimiques | 80 |
| Conservation de la matière (80). Equilibrage des réactions (81). Utilisation quantitative de l'équation chimique (82). | |
| 7.2. Les gaz | 82 |
| Principales lois physiques (82). Relations numériques fondamentales (84). Utilisation pratique des lois et relations sur les gaz (84). Notion de pression partielle (85). | |
| 7.3. Les solutions | 88 |
| Définitions (88). Utilisation pratique de ces notions (89). Unités biologiques (90). | |
| 7.4. Solubilité des gaz dans les solutions | 92 |
| TESTS | 92 |
| CHAPITRE 8. — Thermochimie. Notions élémentaires de thermodynamique chimique | 94 |
| 8.1. Définitions | 94 |
| 8.2. Energie. Conventions. Unités | 95 |
| 8.3. Notion de travail et de quantité de chaleur | 97 |
| Notion de travail reçu | 97 |
| Notion de quantité de chaleur | 97 |
| Chaleur spécifique, capacité calorifique molaire (97). Chaleur latente (98). Calorimétrie (98). | |
| 8.4. Premier principe de la thermodynamique | 101 |
| Énoncé du premier principe. Energie interne | 101 |
| Chaleur de réaction et premier principe | 101 |

| | |
|--|-----|
| Chaleur de réaction à volume constant (Q_v) (102). Chaleur de réaction à pression constante Q_p (102). | |
| <i>Relation entre Q_v et Q_p</i> | 103 |
| <i>Etat standard</i> | 104 |
| <i>Variation des chaleurs de réaction avec la température</i> | 105 |
| Principe de l'état initial et de l'état final (105). Calcul des chaleurs de réaction à différentes températures (105). | |
| 8.5. Applications chimiques de l'enthalpie | 107 |
| Calcul des chaleurs de réaction (107). Enthalpie de formation (108). Calcul des chaleurs de réaction à partir des enthalpies de formation (108). Calcul des énergies de liaison (109). Calcul des chaleurs de dissolution (110). | |
| 8.6. Energétique biologique. Métabolisme basal | 112 |
| 8.7. Introduction au deuxième principe et ses applications | 112 |
| <i>Ordre et désordre</i> | 112 |
| Désordre de configuration (112). Désordre lié à la température (112). Changement d'état (113). Mélange (113). Volume (113). | |
| <i>Bilan de désordre</i> | 113 |
| Le bilan de désordre et le bilan d'entropie (113). Système fermé (113). | |
| <i>2^e principe de la thermodynamique</i> | 114 |
| Calcul des variations d'entropie (114). Calcul d'entropie reçue (114). Calcul des variations d'entropie avec la pression et la température (115). | |
| <i>Variation d'entropie lors d'une réaction chimique</i> | 116 |
| Système ouvert (116). Le bilan entropique d'un autotrophe (117). | |
| <i>L'enthalpie libre</i> | 117 |
| TESTS | 119 |
| CHAPITRE 9. — Equilibres chimiques | 121 |
| 9.1. Notion d'équilibre chimique | 121 |
| 9.2. Lois qualitatives concernant les équilibres chimiques | 123 |
| <i>Facteurs définissant un équilibre chimique</i> | 123 |
| <i>Loi générale</i> | 123 |
| Influence de la température (123). Influence de la pression (124). Influence de la concentration des constituants (124). Influence de la dilution (124). | |
| 9.3. Lois quantitatives concernant les équilibres chimiques. Loi d'action de masse | 125 |
| <i>Equilibres homogènes et hétérogènes</i> | 125 |
| Equilibre homogène (125). Equilibre hétérogène (125). | |
| <i>Loi d'action de masse relative aux équilibres homogènes</i> | 125 |
| Enoncé relatif aux concentrations molaires (125). Enoncé relatif aux pressions partielles (126). | |
| <i>Loi d'action de masse relative aux équilibres hétérogènes</i> | 127 |
| <i>Influence de la température</i> | 128 |
| 9.4. Calcul d'une constante d'équilibre | 129 |
| 9.5. Utilisation pratique des constantes d'équilibre. Bilan d'une réaction équilibrée | 132 |
| Le degré d'avancement ou le « coefficient (ou degré) de dissociation » (132). Transport de l'oxygène par le sang (134). Autres exemples (134). | |
| TESTS | 135 |

| | |
|--|-----|
| CHAPITRE 10. — Equilibres en solution. Réactions acidobasiques | 138 |
| 10.1. Les solutions ioniques..... | 138 |
| <i>Solvatation</i> | 138 |
| <i>Electrolytes forts, électrolytes faibles</i> | 139 |
| Electrolyte. Définition (139). Electrolytes forts (139). Electrolytes faibles (140). | |
| 10.2. Produit ionique de l'eau..... | 141 |
| <i>Réaction d'autoprotolyse de l'eau</i> | 141 |
| <i>Produit ionique de l'eau</i> | 141 |
| 10.3. Notion de <i>pH</i> | 142 |
| 10.4. Bilan quantitatif des espèces chimiques dans une solution aqueuse.... | 143 |
| 10.5. Acides, bases, réactions acidobasiques..... | 143 |
| <i>Acides et bases</i> | 143 |
| <i>Couple acide/base</i> | 143 |
| <i>Réaction acidobasique</i> | 144 |
| <i>Acide faible. Constante d'acidité</i> | 144 |
| <i>Acide fort</i> | 145 |
| <i>Polyacides</i> | 146 |
| <i>Bases fortes, bases faibles</i> | 146 |
| <i>Réactions d'hydrolyse</i> | 148 |
| TESTS | 149 |
| | |
| CHAPITRE 11. — Réactions de précipitation et de complexation | 150 |
| 11.1. Produit de solubilité, solubilité d'un sel..... | 150 |
| <i>Définition</i> | 150 |
| <i>Relation entre produit de solubilité et solubilité</i> | 151 |
| Cas d'un composé ionique (ou sel) AC (151). Cas général (151). Influence du <i>pH</i> (152). Influence d'ions communs (152). | |
| 11.2. Les ions complexes. Equilibres de complexations..... | 153 |
| <i>Action d'un ion complexe dans une solution</i> | 153 |
| Mise en évidence de la dissimulation d'un ion simple par un ion complexe (153). Généralisation (154). | |
| <i>Applications</i> | 155 |
| <i>Chélation</i> | 155 |
| TESTS | 156 |
| | |
| CHAPITRE 12. — Réactions acide/base. Solutions tampons, acides aminés | 157 |
| 12.1. Mesures expérimentales..... | 157 |
| Mesures électrométriques (157). Mesures colorimétriques (157). | |
| 12.2. Réactions acide/base..... | 158 |
| Acides forts. Bases fortes (158). Acides faibles, bases fortes (bases faibles, acides forts) (160). Acides faibles, bases faibles (161). | |
| 12.3. Solutions tampons..... | 162 |
| Espèce chimique privilégiée dans une solution tampon (164). | |
| 12.4. Le <i>pH</i> des milieux biologiques..... | 164 |
| Valeurs de <i>pH</i> (164). Les milieux tampons en biologie humaine (164). | |
| 12.5. Acides aminés. Point isoélectrique..... | 166 |
| Les acides aminés en solution aqueuse (166). Le point isoélectrique (167). | |
| TESTS | 168 |

| | |
|--|-----|
| CHAPITRE 13. — Oxydoréduction | 169 |
| 13.1. Notions d'oxydation, de réduction et d'oxydoréduction..... | 169 |
| Oxydation, réduction, définition (169). Réactions d'oxydoréduction (170). Exemples de réactions d'oxydation et de réduction (171). | |
| 13.2. Nombre d'oxydation | 172 |
| 13.3. Les réactions d'oxydoréduction..... | 172 |
| Dosage d'oxydoréduction (174). | |
| 13.4. Potentiel d'électrode (potentiel redox)..... | 175 |
| Définition (175). Relation de Nernst (176). | |
| 13.5. Applications pratiques du potentiel d'électrode..... | 180 |
| Réactions d'oxydoréduction possibles ou impossibles, aspect qualitatif (180). Aspect quantitatif. Relation entre les potentiels d'électrodes normaux et la constante d'équilibre d'une réaction d'oxydoréduction (181). Applications diverses (182). | |
| TESTS..... | 183 |
| CHAPITRE 14. — Cinétique chimique | 184 |
| 14.1. Notion de vitesse de réaction..... | 184 |
| Définition expérimentale (184). Généralisation (185). Définitions pratique (186). | |
| 14.2. Mesure des vitesses de réactions..... | 187 |
| 14.3. Influence des divers facteurs sur la vitesse de la réaction..... | 188 |
| Influence de la température (188). Influence des concentrations (190). Faits expérimentaux (191). Détermination des ordres de réaction (192). Intervention de l'avancement de la réaction (194). | |
| <i>La catalyse</i> | 196 |
| 14.4. Le mécanisme d'une réaction..... | 197 |
| <i>Généralités</i> | 197 |
| <i>Démarrage de la réaction</i> | 197 |
| Mécanisme direct (197). Rupture homolytique ou hétérolytique (197). Causes de la rupture (197). | |
| <i>Exemple de mécanisme homolytique</i> | 197 |
| Cassure de la molécule (198). Réaction du radical CH_3 (198). Réactions en chaîne (198). Disparition des radicaux (199). La réaction hétérolytique (199). Réactions enzymatiques (201). | |
| TESTS..... | 202 |

CORRIGÉS DES EXERCICES ET TESTS

| | |
|--|-----------|
| <i>Chapitres 1 à 14</i> | 205 à 279 |
| Configuration électronique | 281 |
| Index alphabétique des matières | 283 |
| Classification périodiques des éléments | 288 |