



Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

B1 RECRUTEMENT DES ASSISTANTS-TES INGENIEURS-ES DE RECHERCHE ET DE FORMATION

B1. 2 Assistant-e ingénieur-e en synthèse chimique [B3B42]

Dans l'exercice de son métier en EPLE ou dans un établissement d'enseignement supérieur, l'assistant ingénieur déploie des compétences scientifiques et techniques, des compétences organisationnelles et sociales, des compétences d'autonomie et de communication. Ces compétences sont décrites dans le répertoire des métiers de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche consultable sur le site du ministère (code fiche ESR08).

La teneur des compétences scientifiques et techniques pré-requises, s'accorde avec les contenus des programmes d'enseignement de niveau III (arrêté du 8 janvier 2010 paru au JO du 2 février 2010, pour le DUT/BTS ou équivalent, décrivant les référentiels de « mathématiques, sciences physiques et chimiques »). Les fiches du répertoire national de certification professionnelle (RNCP) explicitent également les compétences afférentes au niveau de certification requis.

Connaissances scientifiques

A - Chimie

1. Chimie générale

1.1. La structure de la matière

- Les constituants de l'atome: électron, noyau, nombres de masse et de charge, élément, isotope, masse atomique relative.
- Modèle quantique de l'atome: mise en évidence de la quantification de l'énergie des atomes (spectre de raies), onde associée à une particule, nombres quantiques.

1.2. Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome

- Construction: historique et classification actuelle.
- Périodicité des propriétés atomiques: énergie d'ionisation, affinité électronique, notion de pouvoir polarisant et de polarisabilité.

1.3. La liaison chimique

- Liaison covalente.
- Détermination des constantes de force, longueurs, énergies de liaison, la géométrie et les propriétés magnétiques des molécules.

1.4. Thermodynamique chimique

- Le gaz parfait.
- Premier principe: travail, chaleur, bilan thermique, enthalpie, énergie interne.
- Deuxième principe: entropie, enthalpie et énergie libre.
- Équilibres de phases: corps purs (Clapeyron, diagramme d'état, règle des phases), système binaire (liquide - vapeur, liquide - solide, liquide - liquide).
- Équilibres physico-chimiques: loi d'action de masse, variation des constantes d'équilibre avec les variables thermodynamiques, règle des phases, équilibres de phases, équilibres physicochimiques.

1.5. Cinétique chimique

- Définition générale de la vitesse d'une réaction chimique dans le cas d'un réacteur fermé de composition uniforme : vitesse de disparition et de formation, vitesse globale de réaction.
- Cinétique formelle.
- Détermination des ordres.
- Influence de la température - énergie d'activation.
- Influence des concentrations sur la vitesse d'une réaction ; ordre de réaction ; méthodes expérimentales de détermination.
- Mécanismes réactionnels en cinétique homogène.
- Catalyses homogène et hétérogène.



Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

1.6. Réactions en solution aqueuse

- Réaction acide-base : définition des acides et des bases ; calcul du pH des solutions aqueuses ; solutions tampon ; indicateurs colorés.
- Réaction de précipitation. : Solubilité et produit de solubilité ; condition de précipitation ; effet d'ion commun ; influence du pH sur la solubilité.
- Réactions de complexation : stabilité des complexes ; complexe et précipitation ; complexe et pH.
- Réactions d'oxydo- réduction : couple Redox: définition, potentiel redox standard, formule de Nernst ; prévision qualitative et quantitative des réactions ; oxydo- réduction et pH ; oxydo- réduction et complexation ; oxydo- réduction et précipitation.

1.7. Techniques de base

- Calculs stœchiométriques
- Généralités sur les composés minéraux, nomenclature, combinaisons chimiques avec hydrogène et oxygène
- Techniques fondamentales de chimie analytiques (balances, précision des mesures de volumes, préparation de solution, dilution
- Dosages volumétriques et gravimétriques.

2. Chimie inorganique

2.1. L'état solide

- Cristallographie géométrique : réseaux, maille, systèmes cristallins, plans réticulaires, indices de Miller, axes de symétrie.
- Principales structures types : métalliques, ioniques, pérovskite, spinelles diamants, cristaux moléculaires
- Initiation à la diffraction des RX, indexation de diagrammes de poudres
- Solides amorphes
- Relations structures-propriété
- Métaux, alliages

2.2. Réactions en solution et analyses

- Analyse élémentaire
- Analyse quantitative normalisée

2.3. Etude de différentes molécules

- L'oxygène, le chlore, l'ammoniac, l'acide sulfurique
- Étude des oxydes: classification structurale, évolution du caractère acido - basique, stabilité et réduction.
- Étude du chlore en solution aqueuse: exploitation du diagramme de potentiel pH.
- Ammoniaque liquide : propriétés acido-basiques du solvant, propriétés oxydo- réductrices.
- Propriétés oxydantes de l'acide sulfurique.

3. Chimie organique

3.1. Concepts généraux

- Nomenclature.
- Structure des molécules organiques.
- Isomérie: isomérie de position, de constitution, isomérie optique, énantiomérie, diastéréoisomérie.
- Analyse conformationnelle: alcanes, cyclohexane.
- Les grandes catégories de réactifs (bases et acides de Lewis, nucléophiles, électrophiles).
- Les intermédiaires réactionnels (carbanions, carbocations, radicaux libres).
- Les grandes catégories de réaction (substitution, élimination, addition, transposition, radicalaire, électrolytique).
- Les effets électroniques.
- Aspect stéréochimique des réactions.
- Les solvants.



Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

3.2. Étude des principales fonctions

- Les hydrocarbures: alcanes, alcènes, alcynes : origine principale, combustion, substitution radicalaire sur les alcanes, additions électrophiles sur les alcènes et les alcynes, hydrogénation des alcynes et alcènes, autres réactions de liaisons multiples.
- Les hydrocarbures aromatiques: définition, nomenclature, structure et réactivité du benzène ; substitutions électrophiles sur le benzène.
- Les dérivés halogénés des alcanes: définitions, propriétés, structure, réactivité, substitutions nucléophiles, éliminations, préparation des organométalliques.
- Les alcools et phénols: définitions, nomenclature, structure, réactivité, propriétés acido-basiques, estérification, oxydation.
- Les amines aliphatiques et aromatiques: définition, nomenclature, structure, réactivité.
- Les composés carbonylés (aldéhydes et cétones) : définition, nomenclature, structure, réactivité.
- Les acides carboxyliques et dérivés: définition, nomenclature, structure, réactivité.
- les organométalliques

3.3. Polymères

- Réaction de polymérisation.
- Réaction de polycondensation.
- Polymères naturels.

4. Chimie analytique

4.1. Méthodes d'analyse chromatographiques : grandeurs relatives à ces techniques.

4.2. Chromatographie en phase gazeuse (étude qualitative et quantitative, programmation de température, colonnes garnies, capillaires).

4.3. Chromatographie en phase liquide haute performance (partage, exclusion, adsorption, ionique).

4.4. Notions d'étalonnage : étalonnage interne, externe, méthode des ajouts dosés

4.5. Dérivatisations des molécules

4.6. Méthodes d'identification de composés

- Présentation des différents types d'interaction matière- rayonnement.
- Spectroscopies atomiques: émission, absorption (flamme, four).
- Spectroscopies moléculaires (pour chaque technique, théorie simplifiée et exploitation de spectres) : ultraviolet, visible, infrarouge, résonance magnétique nucléaire, masse, fluorescence.
- Détermination des structures : techniques de préparation des échantillons ; tracé de spectres ; spectroscopie UV, visible ; spectrométrie de masse (pics "parents") ; spectroscopie IR (identification des groupes caractéristiques) ; spectroscopie de RMN (exploitation de spectres de RMN du proton et du ^{13}C ; couplages AX et AMX).

B - Biochimie

1. Structures

1.1. Les différents types de monomères biologiques : acide aminé, monosaccharide, nucléotide

1.2. Liaison peptidique, structures primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire des protéines, feuillet, hélice, élaboration de la liaison peptidique, caractérisation par dichroïsme circulaire de la structure secondaire

1.3. Liaison osidique, stéréochimie, effet anomère, élaboration de la liaison osidique

1.4. Acides nucléiques, structures de l'ARN et de l'ADN, synthèse des acides nucléiques

1.5. Lipides et stéroïdes

2. Réactivité

2.1. Hydrolyse des macromolécules biologiques

2.2. Principales méthodes de séquençage en vue de déterminer la structure primaire

3. Notion simple de cinétique enzymatique

3.1. Modèle de Michaélis

3.2. Effet d'allostérie



Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

Compétences techniques

A - Technique de laboratoire

1. Techniques de séparation

- 1.1. Cristallisation - recristallisation.
- 1.2. Distillation.
- 1.3. Chromatographie : Chromatographie sur colonne ; chromatographie sur couche mince ; chromatographie en phase gazeuse ; chromatographie liquide haute performance.
- 1.4. Extraction (liquide/liquide; liquide/solide).
- 1.5. Entraînement à la vapeur.
- 1.6. Sublimation.

2. Méthodes de synthèse

- 2.1. Halogénéation des alcènes et des alcynes.
- 2.2. Oxydation des alcools.
- 2.3. Réduction et hydrogénation.
- 2.4. Élimination: déshydratation et déshydrohalogénéation.
- 2.5. Estérification, hydrolyse, saponification.
- 2.6. Réaction d'addition.
- 2.7. Substitutions en série aliphatique.
- 2.8. Substitutions en série aromatique.
- 2.9. Condensation en milieu alcalin.
- 2.10. Catalyse homogène et hétérogène.
- 2.11. Initiation à la synthèse : Organomagnésien, aldolisation/crotonisation, nitration, sulfonation, diazotation, copulation, transposition, synthèse malonique...
- 2.12. Synthèses multiétapes : sous pression atmosphérique, sous pression, sous gaz inerte, utilisation du sodium, du butyllithium ; protection/déprotection des fonctions, réaction de couplage, initiation à la synthèse asymétrique.
- 2.13. Mesure d'un point de fusion, d'un indice de réfraction

3. La chimie verte

Analyse qualitative environnementale : réaction "propre", choix des réactifs, choix du solvant, traitement des sous-produits, coût énergétique d'une synthèse, toxicité, économie d'atomes, catalyseur.

B – Connaissance et maintenance des matériels de laboratoire

1. Connaissance de la verrerie et matériel usuels de laboratoire.

- 1.1. Réacteurs, réfrigérants à reflux, ampoules de coulées isobares, ampoules à brome, sondes de température, thermomètres digitaux, moyens de chauffage et d'agitation, supports élévateurs, pinces, noix, barres de montage, flacons laveurs, tubes de garde, entonnoirs, cristallisoirs, éprouvettes, etc.
- 1.2. Matériel d'analyse en électrochimie: pH-mètre ; multi voltmètre, ionomètre ; conductimétrie ; dispositifs pour polarographie, pour potentiométrie à courant imposé, pour ampérométrie, pour électrogravimétrie; différents types d'électrodes.
- 1.3. Matériel d'analyse en spectrophotométrie: spectrophotomètre d'absorption atomique, d'absorption moléculaire, photomètre de flamme
- 1.4. Balances, manomètres, baromètres, thermomètres, pompes

2. Entretien de la verrerie et matériel usuels de laboratoire

- 2.1. Verrerie pour analyse et synthèse ; balance mono plateau, pipettes jaugée, graduée, simple, burette graduée, fiole jaugée, colonne à reflux, colonne à distiller, différents types de réacteurs, ampoule de coulée isobare, ampoule à décanter
- 2.2. Matériel lié à la température et à la pression : thermomètres, matériel de chauffage et d'agitation, thermostat,
- 2.3. Matériel pour montage (supports, coudes, pinces, colliers ...), matériel pour vide et froid (cryogénie, filtration sous vide), banc Köffler
- 2.4. Matériel de mesure et d'analyse : réfractomètre, électrodes, pH-mètre



Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

C - Contrôle qualité

1. Notions sur les bonnes pratiques de laboratoire (BPL). Notion sur les normes ISO.
2. Méthodes statistiques
3. Chimométrie : introduction aux plans d'expérience.

D - Hygiène et Sécurité

1. Normes de sécurité électrique, chimique, mécanique, thermique, biologique

- 1.1. Repérage: symboles, couleurs, signaux. Règles de manutention.
- 1.2. Sécurité scientifique : risques d'erreurs accidentelles ; manutention et flaconnage ; étiquetage des produits ; tenue d'un cahier de laboratoire

2. Prévention contre les accidents (incendie, explosion, intoxication)

- 2.1. Équipement conforme des lieux de travail et de stockage (ventilation, vitre, armoire, etc.)
- 2.2. Utilisation conforme du matériel électrique, mécanique, thermique. Utilisation des appareils et vêtements de protection
- 2.3. Classification des produits toxiques et dangereux (volatil, inflammable, etc.)
- 2.4. Protection des personnes : EPI, EPC
- 2.5. Gestion des déchets : gestion des bouteilles de gaz et mise en sécurité ; règles d'utilisation et élimination des solvants, adjuvants, gaz comprimés.

3. Gestion des stocks

- 3.1. Accès aux ressources pour commandes
- 3.2. Etiquetage des produits
- 3.3. Tenue d'un cahier de bord pour gestion des stocks

4. Conduite à tenir en cas d'accident

- 4.1. Gestes de premiers secours (extincteur, etc.)
- 4.2. Recours aux services d'urgence
- 4.3. Procédures et consignes relatives aux circulations, incendies, émanation, accidents, risques exceptionnels. Protection de l'environnement: norme de rejet des effluents.

Compétences associées

A - Aspects scientifiques

1. Mathématiques :

Fonctions et analyses numériques, équations de base, probabilités, statistiques en mathématiques. Nombres complexes, trigonométrie. Vecteurs du plan et de l'espace, produit scalaire et vectoriel, systèmes de coordonnées, Fonctions usuelles d'une variable réelle, limites, dérivation. Fonctions de plusieurs variables, dérivées partielles, différentielle. Equations différentielles du premier et second ordre.

2. Usage des TIC : Technologies de l'information et de la communication

- 2.1. Usage de traitement de texte, de saisie et de calcul simple
- 2.2. Logiciels bureautiques et Internet : Niveau du Brevet Informatique et Internet au Collège (C2I-Collège)
- 2.3. Utilisation d'une messagerie électronique.
- 2.4. Recherche de ressources sur fichier informatique ou intranet (sécurité, protocoles, schémas...)
- 2.5. Tenue d'un fichier de bord (commandes...)



Programmes des épreuves des concours externes de recrutement des personnels techniques de recherche et de formation

BAP B – Sciences chimiques et Sciences des matériaux

3. Dessin technique

- 3.1. Règles et convention de représentation graphique
- 3.2. Cotations et tolérances

4. Métrologie

- 4.1. Vocabulaire international de la métrologie
- 4.2. Détermination des incertitudes de mesure selon les normes en vigueur

B - Communication – Langues

Anglais – Niveau B1 du cadre européen commun de référence pour les langues. Extraction d'une information d'un texte court et simple issu de documents professionnels courant.

C - Hygiène - Sécurité - Qualité – Environnement : HSQE

- 1. Pictogrammes (symboles graphiques) utilisés en signalisation de santé et sécurité sur les lieux de travail
- 2. Equipements de Protection Individuelle (E.P.I.) et de Protection Collective (E.P.C.) de son domaine d'activité
- 3. Bonnes Pratiques de Laboratoire
- 4. Tenue du cahier de laboratoire.