

## PROGRAMME D'INTERROGATIONS ORALES DE SCIENCES PHYSIQUES

### SEMAINE DU 12 JANVIER 2026

Avis aux étudiants : vous devez vous présenter en colle muni de

- ✗ La fiche d'évaluation qui vous a été remise avant la colle par le professeur.
- ✗ Votre cahier de colle complété.

Ce programme de colle rassemble :

- \* les notions abordées lors des dernières séances (cours + TP)
- \* les parties du programme officiel de BCPST1 relatives à ces notions
- \* des exemples de questions de cours qui peuvent être posées en colle

#### Énergie

- E2 : Description d'un corps pur en équilibre diphasé (cours + exercices)
- E3 : Transformations – Bilans d'énergie - Travail (cours inachevé)

#### Constitution et cohésion de la matière

- C6 : Description d'un système chimique en réaction (cours + exercices)
- C7 : Transformations modélisées par des réactions acide-base (cours + exercices)

**TP** : titrage d'un acide fort par une base forte suivi par conductimétrie

## Extraits du programme relatifs à ces parties du cours :

Assurez-vous d'être au point sur toutes les notions mentionnées dans la colonne « notions et contenus » du programme – au moins – et de savoir faire ce qui est mentionné dans la colonne « capacités exigibles ».

<b>C.2 Transformations chimiques : évolution d'un système vers un état final</b>	
<b>C.2.1 Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique</b>	
<i>Notions et contenus</i>	<i>Capacités exigibles</i>
<b>Système physico-chimique</b>	
Espèce physico-chimique.	Recenser les espèces physico-chimiques présentes dans un système.
Mélange : concentration en quantité de matière, fraction molaire, pression partielle.	Décrire la composition d'un système à l'aide des grandeurs physiques pertinentes.
<b>Bilan de matière d'une transformation</b>	
Modélisation d'une transformation par une ou plusieurs réactions chimiques.	Écrire l'équation de la réaction (ou des réactions) qui modélise(nt) une transformation chimique à partir d'informations fournies.
Équation de réaction ; avancement, taux d'avancement, caractère total ou non d'une transformation.	Décrire qualitativement et quantitativement un système chimique dans l'état initial ou dans l'état final à partir de données expérimentales.
<b>Évolution d'un système</b>	
Activité, quotient de réaction.	Exprimer le quotient de réaction.
Constante thermodynamique d'équilibre $K^\circ$ .	Associer la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre au caractère thermodynamiquement favorable ou non d'une réaction. Déterminer la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre pour une équation de réaction, combinaison linéaire d'équations dont les constantes thermodynamiques d'équilibre sont connues.
Critère d'évolution.	Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système physico-chimique.
<b>Composition à l'état final</b>	
État d'équilibre chimique d'un système, transformation totale.	Déterminer la composition du système dans l'état final, en distinguant les cas d'équilibre chimique et de transformation totale, pour une transformation modélisée par une réaction chimique unique.
<b>C.2.2 Applications aux transformations modélisées par des réactions acide-base</b>	
Couple acide-base.	Reconnaitre un couple acide-base.
Constante d'acidité $K_a$ d'un couple, constantes d'acidité des deux couples acide-base de l'eau.	Écrire l'équation de la réaction associée à la constante d'acidité d'un couple donné.
pH, diagramme de prédominance, diagramme de distribution : tracé et exploitation.	Extraire les valeurs de constantes d'acidité de courbes de distribution et de diagrammes de prédominance.
Application aux acides aminés, point isoélectrique.	Capacité numérique : tracer, à l'aide d'un langage de programmation, le diagramme de distribution des espèces d'un ou plusieurs couple(s) acide-base, et déterminer la valeur du point isoélectrique d'un acide aminé.
Mise en solution et réaction d'un acide ou d'une base dans l'eau, modèle des acides et bases forts, des acides et bases faibles.	Identifier le caractère fort ou faible d'un acide ou d'une base à partir d'informations fournies (pH d'une solution de concentration donnée, espèces présentes dans l'état final, constante d'acidité $K_a$ ).
Exemples usuels d'acides et de bases : nom, formule et caractère – faible ou fort – des acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, phosphorique, éthanoïque, du dioxyde de carbone aqueux, de la soude, la potasse, l'ion hydrogénocarbonate, l'ion carbonate, l'ammoniac.	Citer l'influence de la constante d'acidité $K_a$ et de la concentration de l'acide ou de la base sur le taux d'avancement de la réaction d'un acide ou d'une base avec l'eau.
Réaction acide-base ; relation entre la constante thermodynamique d'équilibre et les constantes d'acidité des couples mis en jeu.	Reconnaitre une réaction acide-base à partir de son équation. Écrire l'équation de la réaction acide-base modélisant une transformation en solution aqueuse et déterminer la valeur de sa constante thermodynamique d'équilibre.
Exploitation de diagrammes de prédominance et état final d'un système.	Extraire les données thermodynamiques pertinentes de tables pour étudier un système en solution aqueuse. Utiliser les diagrammes de prédominance pour identifier des espèces incompatibles ou prévoir la nature des espèces majoritaires.

	<p>Déterminer la composition du système dans l'état final pour <b>une transformation modélisée par une réaction chimique unique</b>, en simplifiant éventuellement les calculs à l'aide d'hypothèses adaptées.</p> <p>Mettre en œuvre une réaction acide-base pour réaliser une analyse qualitative ou quantitative en solution aqueuse.</p>
Solutions tampons.	<p>Citer les propriétés d'une solution tampon et les relier à sa composition.</p> <p>Citer des couples acide-base jouant un rôle de tampon dans des systèmes biologiques et géologiques.</p>

<b>E.1 Descriptions microscopiques et macroscopiques d'un système</b>	
<b>E.1 Descriptions microscopiques et macroscopiques d'un système</b>	
<b>Description d'un corps pur en équilibre diphasé</b>	
Corps pur en équilibre diphasé. Diagramme de phases (P,T).	<p>Analyser un diagramme de phases expérimental (P,T).</p> <p>Positionner les différentes phases d'un corps pur dans les diagrammes (P,T) et (P, v).</p>
Cas particulier de l'équilibre liquide-vapeur : diagramme de Clapeyron (P, v), pression de vapeur saturante, titre en vapeur.	
<b>Gaz parfait</b>	
Énergie interne du gaz parfait. Extensivité de l'énergie interne.	Exploiter l'expression de la variation d'énergie interne d'un gaz considéré comme parfait, l'expression de la capacité thermique à volume constant étant fournie.
Capacité thermique à volume constant d'un gaz considéré comme parfait.	
<b>Phase condensée indilatable incompressible</b>	
Énergie interne et capacité thermique à volume constant d'une phase condensée indilatable et incompressible.	Exploiter l'expression de la variation de l'énergie interne d'une phase condensée incompressible et indilatable en fonction de sa température.
<b>E.2 Bilans d'énergie pour un système thermodynamique</b>	
<b>Transformations thermodynamiques</b>	
Transformation thermodynamique d'un système.	Identifier et définir un système ouvert, fermé, isolé.
Transformations isochore, isobare et monobare.	Exploiter les conditions imposées par le milieu extérieur au système pour déterminer l'état d'équilibre final.
Thermostat, transformations monotherme et isotherme.	
<b>Premier principe de la thermodynamique. Bilans d'énergie.</b>	
Premier principe de la thermodynamique.	<p>Citer les différentes contributions microscopiques et macroscopiques à l'énergie d'un système donné.</p> <p>Utiliser le premier principe de la thermodynamique entre deux états d'équilibre thermodynamique.</p> <p>Exploiter l'extensivité de l'énergie interne.</p> <p>Distinguer le statut de la variation de l'énergie interne d'un système du statut des termes d'échange énergétique avec le milieu extérieur.</p>
<b>Travail</b>	
Travail des forces de pression.	<p>Évaluer un travail par découpage en travaux élémentaires et sommation sur un chemin donné dans le cas d'une seule variable.</p> <p><b>Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron ou de Watt.</b></p>

# Plan des chapitres

## Chap C6 : Description d'un système chimique en réaction

- I. Description d'un système physico-chimique
  1. Définitions
  2. Paramètres descriptifs
- II. Bilan de matière d'une transformation chimique
  1. Modélisation de la transformation chimique
  2. Avancement d'une réaction
    - a. Définition
    - b. Avancement final et avancement maximal
    - c. Autres paramètres d'évolution
- III. Evolution d'un système
  1. Activité d'un constituant
  2. Quotient réactionnel  $Q_r$
  3. Constante thermodynamique d'équilibre
    - a. Définition
    - b. Propriétés
    - c. Caractère thermodynamiquement favorable ou non d'une réaction
  4. Critère d'évolution spontanée d'un système
- IV. Composition à l'état final
  1. Méthode
  2. Applications

## Chap E2 : Description d'un corps pur en équilibre diphasé

- I. États physiques et changements d'état
- II. Diagramme d'état en coordonnées (P, T) = diagramme de phases
  1. Allure la plus générale
  2. Allure des courbes de changement d'état
  3. Exemples de diagrammes
  4. Lecture du diagramme de phases
- III. Cas particulier de l'équilibre liquide-vapeur - Diagramme de Clapeyron
  1. Isothermes d'Andrews
  2. Diagramme de Clapeyron
  3. Evolution d'un système
    - a. Cas du corps pur
    - b. Vaporisation dans un autre gaz
    - c. Vocabulaire - Définitions
  4. Composition du mélange diphasé

## Chap C7 : Transformations modélisées par des réactions acide-base

- I. Couples acido-basiques
  1. Théorie de Brönsted (1923) : définitions
  2. Couples de l'eau
- II. Force des acides et bases en solution aqueuse
  1. Acides forts et bases fortes
  2. Acides faibles / bases faibles - constante d'acidité d'un couple AH/A<sup>-</sup>
  3. Constantes d'acidité des couples de l'eau

4. Échelle d'acidité
5. Influence de la constante d'acidité et de la concentration initiale sur le taux d'avancement de la réaction de l'acide avec l'eau

## **III. Répartition des espèces acido-basiques en fonction du pH**

1. Définition du pH d'une solution aqueuse
2. Diagrammes de prédominance
3. Courbes de distribution des espèces en fonction du pH
4. Applications aux acides aminés

## **IV. Prévision de l'état d'équilibre d'un système siège d'une transformation acido-basique**

1. Approche qualitative : utilisation des diagrammes de prédominance
2. Approche quantitative : détermination de constante thermodynamique d'équilibre
3. Méthode d'étude de la composition finale d'un système

## **V. Solutions tampons**

1. Définition
2. Préparation d'une solution tampon

## Chap E3 : Transformations- Bilans d'énergie - Travail

### **I. Transformations thermodynamiques d'un système**

1. Description d'un système
2. Transformation
3. Transformations infinitésimales/finies
4. Transformations quasi-statiques ou brutales
5. Transformations réversibles ou irréversibles
6. Transformations particulières
7. Représentation graphique

### **II. Énergie interne et capacité thermique à volume constant d'un système**

1. Énergie totale et énergie interne
2. Capacité thermique à volume constant
3. Calcul de variation d'énergie interne au cours d'une transformation

### **III. Premier principe de la thermodynamique en système fermé**

1. Énoncé général en système fermé
2. Cas fréquent d'un système fermé macroscopiquement au repos

### **IV. Transfert d'énergie sous forme de travail**

1. Expression générale du travail des forces pressantes
2. Expressions du travail des forces pressantes au cours de transformations particulières (isochore, monobare, réversible)
3. Interprétation géométrique du travail des forces pressantes
4. Calcul du travail à partir de la puissance associée à la force

## Exemples de questions de cours et savoir-faire...

### ❖ C 6 :

#### Questions de cours :

- Système physico-chimique (def°, def° du constituant-physico-chimique...)
- Paramètres descriptifs : connaître les définitions : quantité de matière, concentration en quantité de matière et en masse, fraction molaire, fraction massique, pression partielle.
- Def° : paramètre extensif ou intensif
- Notion de phase (def°, phase uniforme, système homogène ou hétérogène)
- avancement chimique de la réaction (def°, expression, caractère algébrique, avancement chimique final, avancement chimique maximal)
- def° : transformation totale / réactif limitant
- def° : mélange stœchiométrique
- def° : avancement volumique de réaction, taux d'avancement, taux de dissociation
- def° : activité d'un constituant
- quotient réactionnel associé à une équation chimique (def°, unité, signe)
- constante thermodynamique d'équilibre (def°, unité, signe, propriétés : constante associée à la réaction inverse ? à une combinaison linéaire d'équations chimiques ?, lien entre valeur de la constante thermo et caractère favorable ou non d'une transformation chimique)
- critère dévolution spontanée d'un système

#### Savoir faire :

- Écrire l'équation de la réaction modélisant une transformation à partir d'informations.
- Compléter un tableau d'avancement dans l'état initial, à un instant quelconque, à l'état final.
- Décrire la composition d'un système
- Exprimer puis calculer un quotient réactionnel
- Déterminer la composition d'un système à l'équilibre selon que la transformation est totale ou non.

### ❖ E 2 :

#### Questions de cours :

- ✗ Définitions : corps pur, formes allotropiques (exemples)
- ✗ Nom des différents changements d'état
- ✗ Définition : pression de vapeur saturante, vapeur saturante, vapeur sèche
- ✗ Définitions : vaporisation, ébullition, évaporation
- ✗ Condition d'équilibre d'un corps pur à l'état de vapeur sèche
- ✗ Condition d'équilibre d'un corps pur à l'état liquide
- ✗ Diagramme d'état d'un corps pur ( coordonnées, domaines, courbes (savoir discuter leurs pentes), points particuliers) + cas particulier du diagramme d'état de l'eau
- ✗ Diagramme de Clapeyron ( coordonnées, domaines, courbes, isothermes d'Andrews)

#### Savoir faire :

- Tracer une courbe d'analyse thermique ou courbe d'analyse en pression s'appuyant sur un diagramme d'état du corps pur
- Déterminer l'état physique d'un corps pur dans des conditions données (liquide, gazeux ou diphasé)

### ❖ C7 :

#### Questions de cours :

- Définitions : acide, base, polyacide, polybase (+ savoir donner qq exemples)
- Couples de l'eau, réaction d'autoprotolyse de l'eau, produit ionique de l'eau
- Définitions : Acide fort/Acide faible/Acide indifférent (respectivement base) + exemples
- Définition : constante d'acidité d'un couple acide faible/base faible (cas particuliers : couples de l'eau, et pKa des couples  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  et  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ )
- Échelle des pKa dans l'eau, influence du Ka sur le taux d'avancement de la réaction de l'acide avec l'eau

- Influence de la concentration de l'acide sur le taux d'avancement de la réaction de l'acide avec l'eau (loi de la dilution d'Ostwald)
- Définition du pH, domaine des solutions acides/neutres/basiques
- Relation de Henderson : énoncé + démonstration
- Diagramme de prédominance d'un couple AH/A<sup>-</sup> : le connaître + savoir l'établir
- Définition : diagramme de distribution
- Cas des acides aminés (savoir écrire les différentes formes acido/basiques d'un aa) + point isoélectrique
- Définition : Réaction acide-base ; relation entre la constante thermodynamique d'équilibre et les constantes d'acidité des couples mis en jeu.
- Solution tampon (Définitions, préparation)

**Savoir faire :**

- Savoir établir les expressions des fractions d'espèce acide ou base en fonction du pH afin de tracer le diagramme de distribution
- Capacité numérique : tracer, à l'aide d'un langage de programmation, le diagramme de distribution des espèces d'un ou plusieurs couple(s) acide-base
- Savoir lire un diagramme de distribution d'espèces (savoir extraire les constantes d'acidité)
- Écrire l'équation de la réaction acide-base modélisant une transformation en solution aqueuse et déterminer la valeur de sa constante thermodynamique d'équilibre.
- Utiliser les diagrammes de prédominance pour identifier des espèces incompatibles ou prévoir la nature des espèces majoritaires.
- Déterminer la composition du système dans l'état final pour une transformation modélisée par une réaction chimique unique, en simplifiant éventuellement les calculs à l'aide d'hypothèses adaptées.

❖ E 3 : Transformations – Bilans d'énergie - Travail

**Questions de cours :**

- Nombreuses définitions à bien connaître :
  - Définitions : transformations infinitésimales/finies + notations associées aux variations de grandeurs d'état ou aux grandeurs de transferts dans chaque cas.
  - Transformation quasi-statique / brutale
  - Transformations réversibles (définitions + propriétés)
  - Transformations isobare, isotherme, isochore, monobare, monotherme
  - Transformation adiabatique (paroi athermane/diathermane)
  - Transformation cyclique
  - Diagramme de Clapeyron/ de Watt
- Énergie interne (définition, unité, propriété, 1<sup>ère</sup> loi de Joule)
- Capacité thermique à volume constant dans le cas du modèle du GP ou de la phase condensée indilatable incompressible (définition, unité, propriété, cas de la capacité thermique massique de l'eau liquide)
- Variation d'énergie interne d'un GP ou d'un système en phase condensée indilatable incompressible
- Énoncé du 1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique sur une transformation finie (avec définition précise de tous les termes)
- Énoncé du 1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique sur une transformation élémentaire (avec définition précise de tous les termes)
- Énoncé du 1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique sur une transformation finie (avec définition précise de tous les termes) dans le cas d'un système macroscopiquement au repos
- Définition : Travail des forces pressantes
- ~~Interprétation géométrique du travail des forces pressantes~~

**Savoir faire :**

- Calculer la variation d'énergie interne d'un GP ou d'un système en phase condensée indilatable incompressible monophasé ou polyphasé, au cours d'une transformation finie.
- Calcul du travail des forces pressantes dans le cas d'une transformation isochore, ou monobare, ou réversible...
- ~~Calcul du travail à partir de la puissance associée à une force~~