

LES RESSOURCES NUMÉRIQUES POUR LA PHYSIQUE-CHIMIE

DES EXEMPLES DE QUESTIONS EN PHYSIQUE-CHIMIE **2**

Question 1	2
Question 2	3
Question 3	5

LISTE NON EXHAUSTIVE DE SOURCES PROPRES À LA SPÉCIALITÉ **9**

LISTE DES THÈMES AU PROGRAMME **10**

En Première	10
En Terminale	11

DES EXEMPLES DE QUESTIONS EN PHYSIQUE-CHEMIE

Question 1. « Comment dater la mort d'une personne momifiée ? »

Quel plan détaillé ?

EXEMPLE DE PLAN DÉTAILLÉ

Introduction

Qu'est-ce que la radioactivité ? Pourquoi peut-on dater un corps organique avec le carbone 14 ?

Partie 1. La décroissance radioactive

- Diagramme (N ; Z)
- Les isotopes du carbone
- Loi de décroissance radioactive
- Temps de demi-vie
- Activité

Partie 2. Datation par le carbone 14

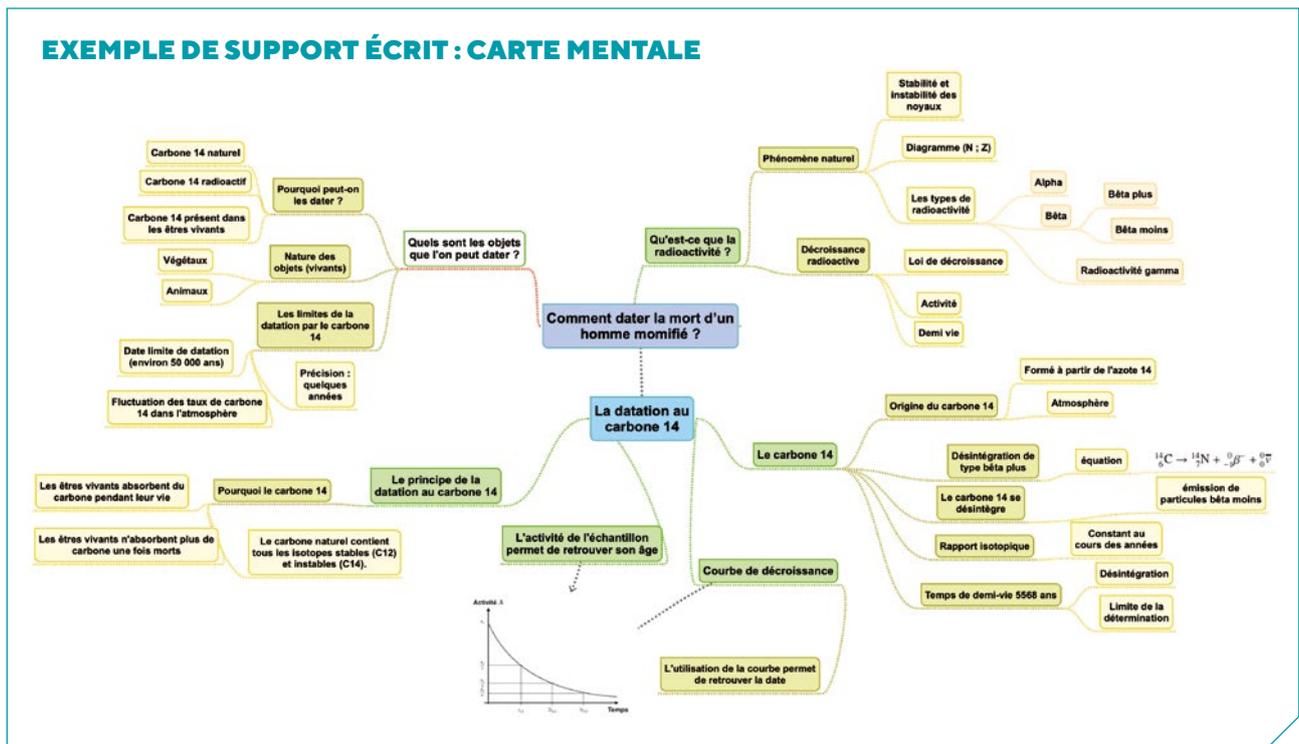
- Origine du carbone 14
- Rapport isotopique
- Équation de désintégration ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\beta^- + {}^0_0\bar{\nu}$
- Temps de demi-vie $t_{1/2} = 5568$ ans
- Courbe de décroissance
- Détermination graphique ou par calcul de la date de la mort de la personne

Conclusion

Peut-on tout dater ? Jusqu'à quelle date est-ce possible ?

Quel support écrit ?

EXEMPLE DE SUPPORT ÉCRIT : CARTE MENTALE



Question 2. « Comment le flash d'un appareil photo fonctionne-t-il ? »

Quel plan détaillé ?

EXEMPLE DE PLAN DÉTAILLÉ

Introduction : Le condensateur est un composant que l'on trouve dans de très nombreux circuits électroniques et notamment dans les flashes électroniques des appareils photo.

Partie 1. Le condensateur

- Description, plaques, diélectrique, épaisseur, surface
- Capacité d'un condensateur
- Relation entre intensité du courant et charge électrique
- Relation entre intensité du courant et tension aux bornes du condensateur

Partie 2. Charge et décharge d'un condensateur

- Mise en parallèle de la charge et de la décharge d'un condensateur
- Schéma du circuit de charge d'un condensateur
- Équation différentielle
- Courbe $u_c = f(t)$
- Constante de temps $\tau = R \cdot C$
- Application au flash de l'appareil photo : valeur de la constante de temps

Conclusion : Le choix de la capacité du condensateur est important pour régler la durée du flash.

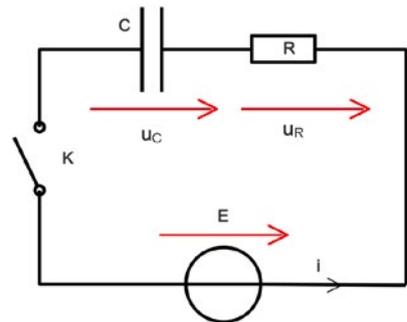
Quel support écrit ?

EXEMPLE DE SUPPORT ÉCRIT

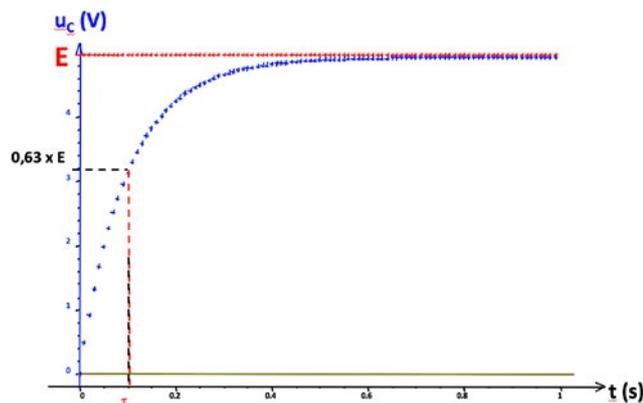
Définition du condensateur : armatures, diélectrique, charge q , capacité C , unité (farad F), relation entre i et q , puis entre i et u_c .

Partie 1. Charge du condensateur

Schéma électrique du circuit qui permet de réaliser la charge du condensateur de capacité C , en série avec un dipôle ohmique de résistance R :



Allure de la courbe : $u_c = f(t)$



La loi des mailles dans le circuit permet d'établir l'équation différentielle du premier ordre, avec second membre, vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur :

$$\frac{E}{RC} = \frac{du}{dt} + \frac{1}{RC} u_c$$

L'intensité qui circule dans le condensateur est définie par : $i = C \frac{du_c}{dt}$

La solution de l'équation différentielle est de la forme : $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

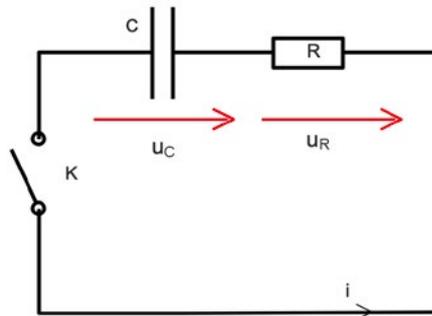
On définit la constante de temps : $\tau = R \cdot C$

À la date $t = \tau$, le condensateur est chargé à 63 % de sa charge finale.

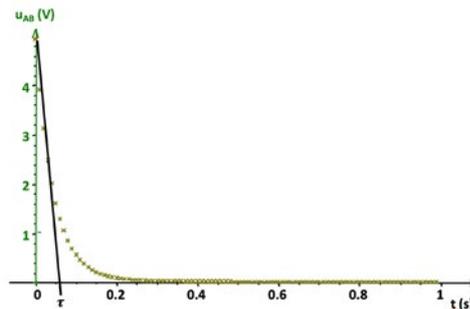
On peut retrouver la constante de temps graphiquement (abscisse du point d'intersection entre la tangente à la courbe à l'origine des dates et la courbe).

Partie 2. Décharge du condensateur

Schéma électrique du circuit :



Allure de la courbe :



Équation différentielle du premier ordre, sans second membre :

$$\frac{du_c}{dt} + u_c \frac{1}{RC} = 0$$

La solution de l'équation différentielle est de la forme :

$$u_c(t) = Ee^{-\frac{t}{RC}}$$

Application :

Pour faire fonctionner le flash électronique de l'appareil photo, il faut décharger le condensateur rapidement dans la lampe.

La constante de temps doit donc être la plus faible possible.

On agit sur la valeur de la capacité et de la résistance, qui doivent être les plus faibles possibles.

Conclusion : Exemples de valeurs de couples {capacité ; résistance} pour faire fonctionner des flashes.

Question 3. « Comment déterminer la concentration en ions chlorure d'une eau minérale pour vérifier sa potabilité ? »

Quel plan détaillé ?

EXEMPLE DE PLAN DÉTAILLÉ

Introduction : Comment vérifier au laboratoire la concentration en ions chlorure dans une eau minérale et vérifier ainsi si elle vérifie les critères de potabilité ?
Présentation des techniques : dosage par étalonnage et titrage par suivi

Partie 1. Le principe du dosage par étalonnage

- Réalisation d'une gamme étalon à partir d'une solution concentrée ou d'un soluté (protocole de dissolution, puis de dilution)
- Mesure de la conductivité des différentes solutions de concentrations connues
- Tracé d'une courbe d'étalonnage $\sigma = f(C)$ (droite passant par l'origine du repère)
- Mesure de la conductivité de la solution de concentration inconnue
- Détermination de la concentration sur la courbe d'étalonnage

Partie 2. Le principe du titrage avec suivi conductimétrique

- Schéma du montage, liste du matériel
- Équation de la réaction support de dosage
- Définition de l'équivalence
- Détermination graphique de l'équivalence et du volume équivalent
- Détermination de la concentration par calcul

Conclusion :

Analyse des résultats, comparaison avec la valeur « théorique », et calcul d'incertitude.
Potabilité ou non de l'eau minérale.

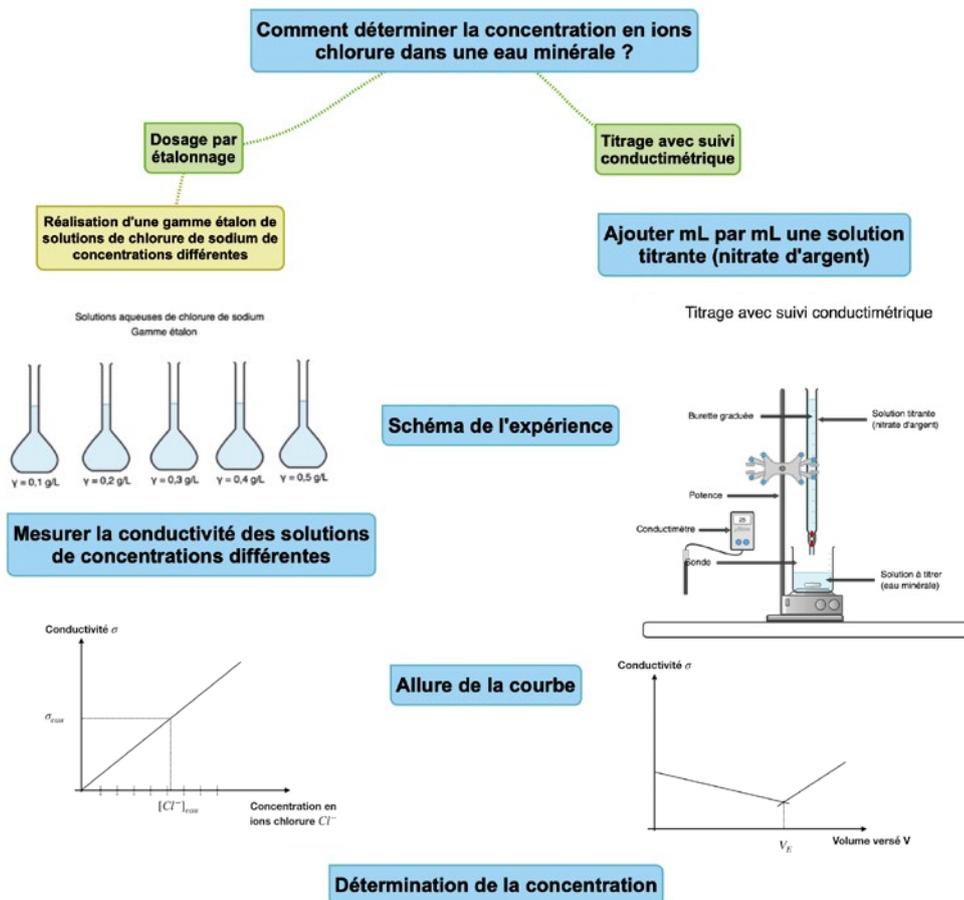
Quel support écrit ?

EXEMPLES DE SUPPORT ÉCRIT

Introduction : la composition d'une eau minérale, la notion de potabilité.

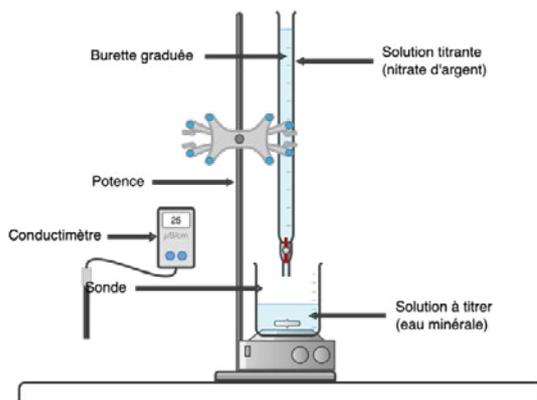
Pour déterminer la concentration en ions chlorure dans une eau minérale, on peut réaliser soit un dosage par étalonnage (détermination de la conductivité de plusieurs solutions de concentrations en ions chlorure différentes) soit un titrage avec suivi conductimétrique (réaction chimique mettant en jeu des ions).

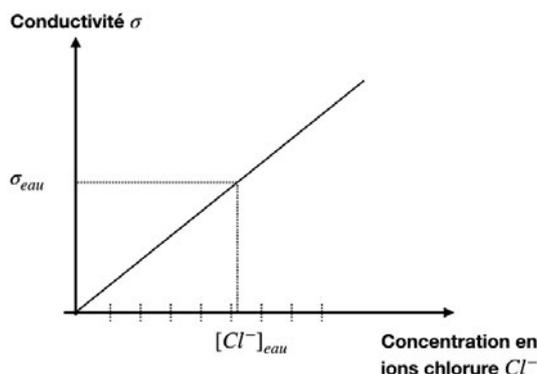
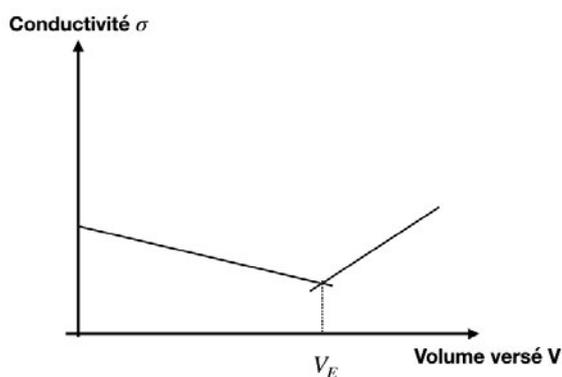
Carte mentale



Schémas

Titration avec suivi conductimétrique



Allure des courbesDosage par étalonnageTitration par suivi conductimétrique

Autres pistes : schéma du matériel de dissolution (sel), de dilution.

Quel développement ?**EXEMPLE DE DÉVELOPPEMENT**

Introduction : En France, l'eau que nous buvons est potable. Pour être commercialisée, elle doit vérifier des critères très précis, pour des questions sanitaires, olfactives, visuelles et gustatives.

Une eau minérale contient de très nombreux sels dissous, comme des ions chlorure, magnésium, calcium... dont les taux dépassent souvent les normes autorisées. Une eau minérale n'est pas toujours potable, mais elle peut néanmoins être commercialisée grâce à une autorisation spécifique, liée à ses effets thérapeutiques.

Une eau minérale gazeuse (Saint-Yorre) peut contenir par exemple jusqu'à environ 300 mg d'ions chlorure par litre alors que la valeur ne devrait pas dépasser 200 mg/L.

Comment vérifier au laboratoire la concentration en ions chlorure dans une eau minérale et vérifier ainsi si elle vérifie les critères de potabilité ?

Il existe plusieurs techniques, que nous allons présenter.

Partie 1. Le principe du dosage par étalonnage

Pour réaliser un dosage par étalonnage, il faut préparer une « gamme étalon ». Deux possibilités s'offrent à l'expérimentateur : fabriquer, à partir d'une solution concentrée, plusieurs solutions par dilution (protocole de dilution), ou fabriquer, à partir d'un soluté, plusieurs solutions par dissolution (protocole de dissolution). Pour déterminer la concentration en ions chlorure de l'eau minérale, il faut par exemple réaliser plusieurs solutions de chlorure de sodium, de concentrations variant de 0 à 1,0 g/L.

Ensuite, il faut relever la conductivité des différentes solutions de concentrations connues, puis tracer la courbe d'étalonnage $\sigma = f(C)$ à l'aide d'un grapheur-tableur montrant l'évolution de la conductivité lorsque la concentration en ions chlorure (et en ions sodium) varie.

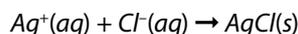
La courbe est une droite passant par l'origine du repère, dont il est inutile de déterminer la pente. La mesure de la conductivité de la solution de concentration inconnue est reportée sur la courbe, et permet de déterminer, par lecture graphique, la concentration en ions chlorure.

Partie 2. Le principe du titrage avec suivi conductimétrique

Une autre technique consiste à réaliser un dosage avec suivi conductimétrique.

On prélève un volume d'eau minérale, et on verse mL par mL une solution titrante (placée dans une burette).

La solution titrante à choisir est une solution aqueuse de nitrate d'argent, car les ions argent réagissent avec les ions chlorure selon l'équation :



Il se forme un précipité blanc.

La conductivité de la solution diminue régulièrement avant l'équivalence, car les ions argent sont consommés, et remplacés par des ions nitrate (apportés par la solution titrante) dont la conductivité ionique molaire est plus faible.

Après l'équivalence, la conductivité augmente régulièrement.

Le volume équivalent est l'abscisse du point situé à l'intersection des deux droites tangentes aux courbes avant et après la rupture de pente.

L'équivalence est atteinte lorsque les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

On peut ainsi déterminer par calcul la concentration en ions chlorure $[Cl^-]$ de l'eau minérale en utilisant la relation : $[Cl^-] \cdot V = [Ag^+] \cdot V_E$

Ouverture possible : détermination de la concentration de la solution titrante, exemple de calcul de la concentration en ions chlorure dans l'eau minérale, calcul d'incertitude sur le résultat.

Conclusion : La valeur de la concentration en ions chlorure permet de conclure sur la potabilité ou non potabilité de l'eau minérale analysée.

LISTE NON EXHAUSTIVE DE SOURCES PROPRES À LA SPÉCIALITÉ

Sites institutionnels

<http://www.cea.fr> : CEA, domaine de la recherche.

<http://www.cea.fr/comprendre/jeunes> : CEA, dossiers pour les jeunes.

<http://www.cnrs.fr/fr/ressources> : CNRS pour les jeunes.

<https://home.cern/fr> : le site du CERN.

<https://www.synchrotron-soleil.fr/fr> : synchrotron Soleil.

<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr> : site de l'ENS Lyon, en Physique.

<http://culturesciences.chimie.ens.fr> : site de l'ENS Lyon, en Chimie.

<https://www.sfpnet.fr> : société française de Physique.

<http://www.mediachimie.org> : site de Chimie.

<https://www.francechimie.fr> : site de Chimie.

<http://www.palais-decouverte.fr/fr/accueil/> : Palais de la Découverte.

<http://www.cite-sciences.fr/fr/accueil/> : Cité des sciences.

<http://www.cea.fr/comprendre/Pages/physique-chimie/essentiel-sur-demarche-scientifique.aspx> : pour comprendre la démarche scientifique.

Sites de vulgarisation et d'information

<https://www.futura-sciences.com> : nombreux articles.

<http://www.savoirs.essonne.fr> : dossiers scientifiques.

Sites de chercheurs et chercheuses

<http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/> : expériences de Physique amusante.

<http://blog.idphys.fr/author/jmcourty/> : idées de Physique.

Sites d'expériences ou simulations

<http://www.vittascience.fr> : pour coder en Python, ou réaliser des simulations sur micro-contrôleur de type Arduino ou Micro-bit.

<https://chemix.org> : site pour réaliser des schémas d'expériences.

https://phet.colorado.edu/_m/ : simulations de toutes sortes en Physique-Chimie.

<https://www.pccl.fr> : animations pour le cours de Physique-Chimie.

Cours en ligne

<https://www.lumni.fr> : beaucoup de ressources, en sciences notamment.

<http://www.physagreg.fr> : des cours de la Sixième à la Terminale.

<https://www.fun-mooc.fr> : le site français des MOOC, gratuit, sujets divers.

LISTE DES THÈMES AU PROGRAMME

En Première

Thème 1. Constitution et transformations de la matière

1. *Suivi de l'évolution d'un système, siège d'une transformation*
 - A) Composition chimique d'un système
 - B) Composition d'une solution
 - C) Évolution d'un système chimique
 - D) Réactions d'oxydo-réduction
 - E) Détermination d'une quantité de matière par titrage
2. *De la structure des entités aux propriétés physiques de la matière*
 - A) De la structure à la polarité d'une entité
3. *Propriétés chimiques d'une espèce chimique*
4. *Propriétés physico-chimiques, synthèses et combustions d'espèces chimiques organiques*
 - A) Structure des entités organiques
 - B) Synthèses d'espèces chimiques organiques
 - C) Conversion de l'énergie stockée dans la matière organique

Les essentiels

Masse molaire, volume molaire ; Concentration en quantité de matière ; Absorbance ; Réaction d'oxydo-réduction ; Avancement d'une réaction chimique ; Transformation totale, non totale ; Titrage avec suivi colorimétrique, équivalence ; Schéma de Lewis ; Géométrie des entités ; Polarité ; Dissolution ; Interactions ; Extraction par un solvant ; Solubilité, miscibilité ; Formules brutes, semi-développées ; Groupes caractéristiques ; Synthèse d'espèces chimique ; Rendement ; Combustion ; Énergie de réaction.

Thème 2. Mouvement et interactions

- A) Interactions fondamentales
- B) Description d'un fluide au repos
- C) Mouvement d'un système

Les essentiels

Champ électrique ; Loi de Coulomb ; Champ de gravitation ; Fluide ; Loi de Mariotte ; Loi de la statique des fluides ; Variation du vecteur vitesse.

Thème 3. L'énergie : conversions et transferts

- A) Aspects énergétiques des phénomènes électriques
- B) Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques

Les essentiels

Intensité du courant électrique ; Puissance et énergie ; Effet Joule ; Rendement d'un convertisseur ; Énergie cinétique ; Travail d'une force ; Énergie potentielle ; Énergie mécanique.

Thème 4. Ondes et signaux

- A) Ondes mécaniques
- B) Modèle ondulatoire et particulaire de la lumière
- C) Images et couleurs

Les essentiels

Ondes mécaniques progressives ; Ondes périodiques ; Période, célérité, fréquence, longueur d'onde ; Relations de conjugaison ; Grandissement ; Couleurs ; Trichromie ; Ondes électromagnétiques ; Photon.

En Terminale

Thème 1. Constitution et transformations de la matière

1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques (titrages)

Les essentiels

Couples acide-base ; Réaction acide-base ; Schéma de Lewis et formule semi-développée ; pH et relations ; Absorbance, loi de Beer-Lambert ; Conductance, conductivité, loi de Kohlrausch ; Spectroscopie infrarouge, UV-visible ; Titre massique et densité d'une solution ; Titrage avec suivi pH-métrique ; Titrage avec suivi conductimétrique.

2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Évolution temporelle d'un système chimique
- B) Évolution temporelle d'une transformation nucléaire

Les essentiels

Transformations lentes ou rapides ; Facteurs cinétiques ; Catalyse, catalyseurs ; Vitesse volumique de disparition et d'apparition d'un réactif ; Temps de demi-réaction ; Loi de vitesse d'ordre 1 ; Mécanisme réactionnel ; Modification du mécanisme par ajout d'un catalyseur ; Interprétation microscopique de l'influence des facteurs cinétiques ; Stabilité et instabilité des noyaux ; Équation d'une réaction nucléaire ; Évolution temporelle d'une population de noyaux radioactifs ; Loi de décroissance radioactive ; Constante radioactive et temps de demi-vie.

3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

Les essentiels

État final d'un système siège d'une transformation non totale : état d'équilibre chimique ; Modèle de l'équilibre dynamique ; Quotient de réaction ; Constante d'équilibre ; Critère d'évolution spontanée d'un système chimique ; Transformation spontanée modélisée par une réaction d'oxydo-réduction ; Piles, demi-piles ; Fonctionnement d'une pile ; Réactions électrochimiques ; Usure d'une pile, capacité électrique d'une pile ; Oxydants et réducteurs usuels ; Constante d'acidité ; Produit ionique de l'eau ; Réaction d'un acide ou d'une base avec l'eau ; Solutions courantes d'acides et de bases ; Diagrammes de prédominance et de distribution d'un couple acide-base ; Constitution et fonctionnement d'un électrolyseur.

4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

Les essentiels

Formule topologique ; Familles fonctionnelles : esters, amines, amides et halogénoalcane ; Squelettes carbonés insaturés, cycliques ; Isomères de constitution ; Polymères ; Optimisation de la vitesse de formation d'un produit et du rendement d'une synthèse ; Stratégies de synthèse multi-étapes ; Modification du groupe caractéristique ; Modification de la chaîne carbonée ; Polymérisation ; Protection / déprotection ; Synthèses écoresponsables.

Thème 2. Mouvement et interactions

1. *Décrire un mouvement*
2. *Relier les actions appliquées à un système à son mouvement*
3. *Modéliser l'écoulement d'un fluide*

Les essentiels

Décrire un mouvement ; Vecteur vitesse, accélération ; Mouvement ; Deuxième loi de Newton ; Mouvement dans un champ uniforme (de pesanteur et électrique) ; Mouvement des satellites et des planètes ; Poussée d'Archimède ; Écoulement d'un fluide.

Thème 3. L'énergie : conversions et transferts

1. *Décrire un système thermodynamique : exemple du modèle du gaz parfait*
2. *Effectuer des bilans d'énergie sur un système : le premier principe de la thermodynamique*

Les essentiels

Modèle du gaz parfait ; Équation d'état du gaz parfait ; Premier principe de la thermodynamique ; Flux thermique ; Évolution de la température.

Thème 4. Ondes et signaux

1. *Caractériser les phénomènes ondulatoires*
2. *Former des images, décrire la lumière par un flux de photons*
 - A) Former des images
 - B) Décrire la lumière par un flux de photons
3. *Étudier la dynamique d'un système électrique*

Les essentiels

Intensité sonore ; Diffraction ; Interférences ; Effet Doppler ; Modèle de la lunette astronomique ; Grossissement ; Le photon : énergie, vitesse ; Intensité du courant en régime variable ; Condensateur ; Circuit RC.