

Cinétique chimique

Capteurs, facteurs cinétiques, vitesses volumiques, loi d'ordre 1, mécanisme réactionnel : **les capacités exigibles du programme**, de la courbe de suivi jusqu'aux flèches courbes.



1 Quatre parties, une vraie progression

Cours essentiel, méthodes pas à pas, QCM de tête, un exercice guidé et des exercices corrigés. On démarre par de l'application directe, on termine sur des sujets complets.

3 Les capacités exigibles, citées

Les huit capacités exigibles du chapitre, plus les activités expérimentales et la capacité numérique qui les accompagnent. **Le texte officiel est cité page suivante.**

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les erreurs classiques du chapitre, en X / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des seize cartes sur une page, et la page qui donne le plan de réponse de chaque type de question. À relire la veille d'un contrôle.

4

parties
progressives

16

exercices corrigés
pas à pas

16

cartes
formules

11

méthodes
pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de terminale, enseignement de spécialité** - B.O. spécial n° 8 du 25 juillet 2019. Thème « Constitution et transformations de la matière », rubrique « 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation », sous-rubrique « **A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique** ». Un test de positionnement en page 4 t'indique par où commencer.

« Une équation dit ce que la réaction forme.
La cinétique dit en combien de temps. »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée

www.geniesdessciences.com

3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions qui balaient les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer si tu ne peux pas tout reprendre**.

01 Une transformation est dite lente lorsque :

- ☐ a elle démarre après un temps d'attente
- ☐ b son évolution peut être suivie au laboratoire
- ☐ c elle ne se termine jamais

02 Pour suivre une espèce colorée, le capteur adapté est :

- ☐ a un conductimètre
- ☐ b un spectrophotomètre
- ☐ c un manomètre

03 Un conductimètre convient au suivi de toute transformation qui consomme ou produit des ions.

☐ VRAI ☐ FAUX

04 Placer un mélange réactionnel au réfrigérateur ralentit son évolution.

☐ VRAI ☐ FAUX

05 Un catalyseur apparaît dans l'équation de la réaction qu'il accélère.

☐ VRAI ☐ FAUX

06 Diluer le mélange réactionnel :

- ☐ a accélère la transformation
- ☐ b la ralentit
- ☐ c ne change rien

07 La vitesse volumique de disparition d'un réactif R est définie par :

- ☐ a $v = d[R]/dt$
- ☐ b $v = -d[R]/dt$
- ☐ c $v = [R]/t$

08 L'unité usuelle d'une vitesse volumique est :

- ☐ a $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- ☐ b $\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$
- ☐ c s^{-1}

09 Le temps de demi-réaction est la moitié de la durée totale.

☐ VRAI ☐ FAUX

10 La vitesse à une date donnée se lit grâce à la tangente à la courbe.

☐ VRAI ☐ FAUX

11 Pour une loi de vitesse d'ordre 1 :

- ☐ a $v = k$
- ☐ b $v = k[A]$
- ☐ c $v = k[A]^2$

12 Pour un ordre 1, $t_{1/2}$ dépend de la concentration initiale.

☐ VRAI ☐ FAUX

13 Pour un ordre 1, la constante de vitesse k s'exprime en :

- ☐ a s^{-1}
- ☐ b $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- ☐ c $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

14 Un intermédiaire réactionnel apparaît dans l'équation.

☐ VRAI ☐ FAUX

15 Une flèche courbe part toujours :

- ☐ a d'un atome
- ☐ b d'un doublet d'électrons
- ☐ c d'une charge

16 Chauffer rend les chocs entre entités plus fréquents et plus efficaces.

☐ VRAI ☐ FAUX

QUESTIONS PARTIE SI TU RATES L'UNE D'ELLES...

1 à 6	1	le choix du capteur, les facteurs cinétiques et le catalyseur
7 à 10	2	la tangente et le temps de demi-réaction
11 à 13	3	la loi d'ordre 1, son équation différentielle et ses tests
14 à 16	4	le mécanisme réactionnel et les flèches courbes

✓ Les réponses du test

Elles sont en tête des corrigés, page 33 : ne les consulte qu'après avoir répondu aux seize questions.

★ Comment lire ton résultat

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre.

9 à 13 : commence par les parties où tu as raté une question, puis reprends les autres dans l'ordre.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre, sans en sauter une seule. Le pack est construit pour ce parcours complet.

? D'où viennent ces questions

Chaque question correspond à une **capacité exigible** du programme ou à une confusion que la partie correspondante lève. Si une question te surprend, sa partie t'expliquera pourquoi la réponse n'est pas celle que tu croyais.



ralentir : le réfrigérateur abaisse la température des aliments, et la trempe combine refroidissement et dilution pour figer un prélèvement le temps de le titrer. Dans un sujet, chaque geste de protocole peut se relire avec ces deux leviers - c'est exactement ce que demande l'exercice 5.



Le conseil du prof : chauffer ou catalyser, ce n'est pas pareil

Les deux accélèrent l'évolution, mais seul le catalyseur laisse **toujours** l'état final inchangé. Pour une transformation non totale, la température peut aussi modifier l'état final, car la constante d'équilibre dépend en général de la température - sauf pour une transformation dite **athermique**, qui ne libère ni ne consomme d'énergie thermique (sujet B). Ne prête donc pas au chauffage la propriété « même plateau » du catalyseur sans la justifier.

7 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Choisir et justifier un capteur de suivi

1 Je liste les espèces dont la concentration varie.

Réactifs et produits de l'équation, rien d'autre.

2 Je cherche la propriété qui isole l'une d'elles.

Une seule espèce colorée ? Des ions consommés ou produits ?
Un gaz formé ?

3 Je rédige en citant l'espèce, la propriété et le capteur.

Les trois éléments : c'est cette phrase complète qui justifie le choix.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Système : $2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 10 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$, en solution diluée.

Les ions permanganate MnO_4^- , violets, sont la seule espèce colorée du mélange : on suit l'absorbance de la solution au spectrophotomètre, qui diminue à mesure que MnO_4^- est consommé.

2 Convertir une absorbance en concentration

1 Je détermine α avec l'étalon.

$\alpha = A_e / C_e$ (e pour étalon) : un couple (concentration connue, absorbance mesurée) suffit.

2 J'inverse la relation à chaque date.

$C = A / \alpha$. L'absorbance n'a pas d'unité : C prend l'unité inverse de celle de α .

3 Je contrôle le sens de variation.

A et C évoluent ensemble : une absorbance qui baisse, c'est une espèce colorée qui disparaît.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Un étalon de diiode à $C_e = 2,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ donne $A_e = 0,80$:

$$\alpha = \frac{0,80}{2,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,32 \text{ L} \cdot \text{mmol}^{-1}$$

$$\text{Pour } A = 0,48 : C = \frac{0,48}{0,32 \text{ L} \cdot \text{mmol}^{-1}} = 1,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3 Identifier un facteur cinétique dans des expériences comparées

1 Je repère deux expériences qui ne diffèrent que par un paramètre.

Tout le reste - volumes, concentrations, température - doit être identique.

2 Je compare leurs évolutions.

Durées relevées, ou allure des courbes de suivi : laquelle atteint son état final en premier ?

3 Je conclus en nommant le paramètre.

S'il modifie la vitesse d'évolution (une même avancée atteinte plus tôt ou plus tard), c'est un facteur cinétique ; je précise dans quel sens il agit.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Deux mélanges identiques d'eau oxygénée et d'ions iodure : à 25°C , la teinte finale est atteinte en 12 min ; à 35°C , en 6 min.

Seule la température diffère, et la même teinte est atteinte plus tôt à température plus élevée : l'évolution est plus rapide, la température est un facteur cinétique.



1. Quelle grandeur un spectrophotomètre mesure-t-il ?
2. Quel capteur pour un gaz formé dans une enceinte fermée ?
3. Citer un exemple de transformation rapide.
4. Quel capteur pour une transformation qui consomme des ions ?
5. Que vaut l'absorbance d'une solution sans espèce colorée ?
6. La relation $A = \alpha C$ vaut-elle à toute concentration ?
7. À quoi sert la trempe d'un prélèvement ?
8. La concentration de l'espèce colorée double : que fait A ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. Réponses : 1. une absorbance - 2. un capteur de pression - 3. une précipitation ou une réaction acide-base - 4. un conductimètre - 5. elle est quasiment nulle - 6. non, aux faibles concentrations seulement - 7. à bloquer l'évolution du prélèvement avant de le titrer - 8. elle double aussi

1. Citer les deux facteurs cinétiques du programme.
2. Pourquoi conserve-t-on les aliments au réfrigérateur ?
3. Un catalyseur figure-t-il dans l'équation de la réaction ?
4. Quels deux gestes la trempe associe-t-elle ?
5. Le catalyseur modifie-t-il l'état final ?
6. Comment le vérifier sur des courbes de suivi ?
7. Dans quel état retrouve-t-on le catalyseur à la fin ?
8. Deux expériences diffèrent par la température et la concentration : peut-on conclure ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. Réponses : 1. la température et la concentration des réactifs - 2. le froid ralentit les transformations qui dégradent les aliments - 3. non, jamais - 4. un refroidissement et une dilution - 5. non, seulement la durée pour l'atteindre - 6. les plateaux des courbes coïncident - 7. intact, il est régénéré - 8. non : un seul paramètre doit varier à la fois

10 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 Quatre systèmes, quatre suivis

★★★ □

On considère quatre transformations réalisées au laboratoire :

- (a) l'oxydation des ions iodure par l'eau oxygénée, $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$: la teinte jaune-brun du diiode se renforce sous les yeux de l'expérimentateur ;
 - (b) la décomposition de l'eau oxygénée, $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2(\text{g})$, menée dans une enceinte fermée où le gaz s'accumule au fil de la séance ;
 - (c) la réaction de l'éthanoate d'éthyle avec les ions hydroxyde, $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{HO}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, qui s'étale sur la séance ; aucune espèce n'y est colorée. Données : conductivités ioniques molaires $\lambda(\text{HO}^-) = 19,8 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ et $\lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$;
 - (d) la précipitation $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$: le solide blanc apparaît dès le mélange.
1. Rappeler ce qui distingue une transformation lente d'une transformation rapide.
 2. Classer les quatre transformations.
 3. Pour chacune des transformations lentes, proposer un capteur de suivi et justifier ce choix en citant l'espèce concernée et sa propriété.
 4. Expliquer pourquoi aucun suivi temporel n'est envisageable pour la transformation (d).



✓ Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : c'est la rédaction que le correcteur suit pour attribuer les points.

✓ Les réponses du test de positionnement (page 4)

1. b - 2. b - 3. Faux (la conductivité doit varier) - 4. Vrai - 5. Faux (il n'y figure pas) - 6. b - 7. b - 8. a - 9. Faux - 10. Vrai - 11. b - 12. Faux - 13. a - 14. Faux - 15. b - 16. Vrai

★ Avant d'ouvrir les corrigés

Relis ta copie avec ces quatre questions en tête. Elles portent sur la **forme** de tes réponses, pas sur les connaissances :

1. Ai-je **tracé la tangente**, ou choisi deux mesures voisines, avant de calculer une vitesse ?
2. Mes vitesses portent-elles une **unité de concentration divisée par une unité de temps** ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$...) ?
3. Mes conclusions sur l'ordre 1 s'appuient-elles sur des **valeurs calculées** ?
4. Chaque question se termine-t-elle par une **phrase de conclusion** ?

Corrige ce qui manque **avant** de comparer avec le corrigé : tu peux rattraper ces quatre points seul, sans connaître la réponse.

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la relation ou la définition utilisée, puis l'application numérique avec l'unité après chaque valeur, puis une phrase qui répond à la question posée. **Ce n'est pas du remplissage** : le correcteur note ce qu'il peut suivre, et un résultat posé seul ne se suit pas.

Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent. C'est ce point précis qu'il faut retravailler, pas l'exercice entier.



Les valeurs intermédiaires sont imprimées avec un chiffre significatif de plus que le résultat final : refaire chaque calcul avec les seuls nombres imprimés redonne le même résultat. Seul le résultat final est arrondi.

Exercice 1 Quatre systèmes, quatre suivis



1. Une transformation **rapide** semble achevée dès le mélange des réactifs ; une transformation **lente** évolue assez longtemps pour être suivie avec les instruments du laboratoire (**F1**).
2. **Lentes : (a), (b) et (c) · rapide : (d)** - la teinte qui se renforce, le gaz qui s'accumule et la réaction qui s'étale sur la séance s'observent dans le temps ; le précipité, lui, apparaît dès le mélange.
3. (a) : le diiode est la seule espèce colorée du mélange : **un spectrophotomètre**, dont l'absorbance suit $[I_2]$. (b) : du dioxygène gazeux s'accumule dans l'enceinte fermée : **un capteur de pression**. (c) : aucune espèce colorée, mais chaque ion HO^- consommé ($\lambda = 19,8 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) est remplacé par un ion CH_3COO^- qui conduit moins bien le courant ($\lambda = 4,1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) : la conductivité diminue, on choisit **un conductimètre** (**F2**).
4. La précipitation est achevée avant même la première mesure possible : **il n'y a aucune évolution à suivre** - le système est déjà dans son état final.

La phrase à trois éléments

Une justification de capteur cite **l'espèce, sa propriété et le capteur**. Relis tes réponses à la question 3 : il ne doit manquer aucun des trois.

(c) : pas de couleur, mais des ions

Quand la couleur fait défaut, cherche les ions. Des ions consommés et produits ne suffisent pas : la conductivité ne varie que si les ions formés ne conduisent pas le courant comme les ions consommés. Les valeurs de λ données le montrent ici.

