PREMIÈRE

PACK CHAPITRE · CHIMIE

Les titrages colorimétriques

Doser une espèce en solution en la faisant réagir avec une solution de concentration connue, et **lire l'équivalence à un simple changement de couleur.**

1 Quatre parties, un vrai fil

Le cours essentiel, des méthodes pas à pas, un QCM de tête et des exercices corrigés. On part d'un bécher et d'une burette, on arrive à la concentration d'une espèce qu'on ne savait pas mesurer autrement.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

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

3 Rien que le programme officiel

Les capacités exigibles de la rubrique, et pas une de plus. **Tu sais pourquoi tu travailles chaque exercice.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des cartes sur une page, la table des couples et des couleurs du pack, et les plans de réponse de chaque type de question.

4	15	12	6
parties progressives	exercices corrigés pas à pas	cartes repères	méthodes pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de première générale, enseignement de spécialité** - annexe de l'arrêté du 17 janvier 2019, B.O. spécial n° 1 du 22 janvier 2019. Thème « Constitution et transformations de la matière », partie « 1. Suivi de l'évolution d'un système, siège d'une transformation », sous-partie « **C) Détermination d'une quantité de matière grâce à une transformation chimique** ». Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« Une goutte de trop, et la couleur te le dit. »

Génies des Sciences
Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com

13 La prise d'essai du réactif titré se prélève avec :

a une pipette jaugée **b** un bécher gradué **c** la burette **d** je ne sais pas

14 Près de l'équivalence, on verse la solution titrante :

a d'un seul coup **b** goutte à goutte **c** sans agiter **d** je ne sais pas

15 Connaissant n du réactif titré et le volume V_A de la prise d'essai, sa concentration est :

a $c = n \times V_A$ **b** $c = n/V_A$ **c** $c = V_A/n$ **d** je ne sais pas

16 Le titre massique d'une espèce se déduit de sa concentration par :

a $t = c \times M$ **b** $t = c/M$ **c** $t = M/c$ **d** je ne sais pas

QUESTIONS	PARTIE	SI TU RATES L'UNE D'ELLES…
1 à 4	**1**	le principe du titrage, le montage et la réaction support
5 à 8	**2**	l'équivalence, le réactif limitant et le changement de couleur
9 à 12	**3**	la relation à l'équivalence et le volume à lire
13 à 16	**4**	réaliser le titrage et en déduire concentration, masse ou titre

Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 24 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites. Une réponse « je ne sais pas » ou fausse compte pour une question non sue.

14 à 16 bonnes réponses : enchaîne les quatre parties dans l'ordre, en te concentrant sur les exercices ★★★. **9 à 13 :** commence par les parties où une question est restée sans bonne réponse, puis reprends les autres.

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

Le conseil du prof

Ce test n'est pas une note, c'est une boussole. Son seul but est de te dire où passer ton temps en premier : inutile de reprendre une partie que tu maîtrises déjà, mieux vaut la garder pour la fin.

C'est pour cela que l'honnêteté compte plus que le score : une réponse devinée au hasard qui tombe juste t'enverrait sauter une partie que tu ne sais pas vraiment faire. Si tu hésites, coche « je ne sais pas » : le test travaille pour toi, pas contre toi.

Note bien tes seize réponses sur une feuille avant d'ouvrir les corrigés : en les comparant d'un coup, tu verras tout de suite les parties à reprendre, au lieu de corriger question par question. Et garde cette feuille : après avoir travaillé le pack, refaire le test est une façon simple de mesurer ce que tu as gagné. Une question qui te demande plus qu'un instant de réflexion est déjà le signe que la partie correspondante mérite d'être retravaillée.

4 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Identifier les acteurs d'un titrage

1. **Je repère la solution de concentration connue.**
   C'est la solution titrante, celle qui est dans la burette.
2. **Je repère l'espèce dosée.**
   C'est le réactif titré, de concentration inconnue, placé dans le bécher avec sa prise d'essai.
3. **Je nomme la prise d'essai et son volume.**
   C'est le volume de réactif titré prélevé à la pipette jaugée.
4. **Je dis ce que sera l'équivalence.**
   L'instant où les réactifs auront été versés dans les proportions de l'équation support.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

On dose les ions fer(II) d'une solution en y versant une solution de permanganate de potassium de concentration connue.

La solution titrante est la solution de **permanganate**, de concentration connue, dans la burette.

Le réactif titré est l'espèce **fer(II)**, de concentration inconnue ; sa prise d'essai est dans le bécher.

L'équivalence sera atteinte lorsque le permanganate versé aura réagi avec exactement tout le fer(II) de la prise d'essai.

2 Écrire la réaction support à partir de deux couples

1. **Je lis les deux couples donnés.**
   J'identifie l'oxydant et le réducteur de chacun.
2. **J'écris les deux demi-équations électroniques.**
   Chacune avec le signe $=$, en milieu acide si l'énoncé le précise.
3. **Je multiplie pour que les électrons se compensent.**
   Autant d'électrons cédés que d'électrons captés.
4. **J'additionne et je supprime les électrons.**
   J'obtiens l'équation support, avec une flèche.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Couples donnés : MnO_4^-/Mn^{2+} et Fe^{3+}/Fe^{2+}, en milieu acide.

Les demi-équations : $MnO_4^- + 8\,H^+ + 5\,e^- = Mn^{2+} + 4\,H_2O$ et $Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^-$.

Je multiplie la seconde par 5, puis j'additionne :

$$MnO_4^- + 5\,Fe^{2+} + 8\,H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 5\,Fe^{3+} + 4\,H_2O$$.

5 Les erreurs qui coûtent des points

LES PIÈGES CLASSIQUES

1 Confondre le réactif titré et la solution titrante

✗ « la solution titrante est celle qu'on veut doser » · ✓ la solution titrante est celle de **concentration connue**, dans la burette ; c'est le réactif **titré**, dans le bécher, dont on cherche la concentration. Les inverser conduit à chercher ce que l'on connaît déjà.

Le réflexe : le mot « titrant » va avec « connu » et « burette » ; le mot « titré » va avec « inconnu » et « bécher ».

2 Croire qu'une réaction lente peut servir de support

✗ « peu importe la vitesse, on attend un peu » · ✓ une réaction lente rendrait la couleur fausse entre deux gouttes : l'état observé ne serait pas l'état final. La réaction support est **rapide, totale et unique**.

Le réflexe : rapide pour lire tout de suite, totale pour que le limitant soit consommé, unique pour que le compte soit juste.

3 Oublier de supprimer les électrons

✗ laisser e^- dans l'équation support · ✓ dans une réaction d'oxydo-réduction complète, les électrons cédés sont captés : ils n'apparaissent plus dans l'équation finale. S'il en reste, les deux demi-équations n'ont pas été multipliées correctement.

Le réflexe : compte les électrons de chaque demi-équation avant d'additionner ; multiplie pour obtenir le même nombre de part et d'autre.

6 Le QCM express

DE TÊTE, SANS CALCULATRICE

1. Où place-t-on la solution titrante ?
2. Que connaît-on de la solution titrante ?
3. Comment nomme-t-on le volume de réactif titré prélevé ?
4. Quelles sont les trois propriétés de la réaction support ?
5. Quelle famille de réaction sert de support dans ce chapitre ?
6. Que doit-il rester des électrons dans l'équation support ?
7. Avec quelle verrerie prélève-t-on la prise d'essai ?
8. Pourquoi agite-t-on le bécher ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. **Réponses :** 1. dans la burette - 2. sa concentration - 3. la prise d'essai - 4. rapide, totale et unique - 5. une oxydo-réduction - 6. rien, ils s'éliminent - 7. une pipette jaugée - 8. pour homogénéiser le mélange à chaque ajout

7 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 — Reconnaître les acteurs d'un titrage

★☆☆

Situation. On dose les ions fer(II) d'une solution en y versant, depuis une burette, une solution de permanganate de potassium de concentration connue. La prise d'essai de la solution de fer(II) est placée dans un bécher, sous agitation.

1. Nommer le réactif titré et la solution titrante.
2. Indiquer ce que contient la burette, et ce que contient le bécher.
3. Qu'est-ce que la prise d'essai ? Avec quelle verrerie la prélève-t-on ?
4. Définir, avec tes mots, l'équivalence de ce titrage.
5. À quoi sert l'agitation du mélange pendant le versement ?

Exercice 2 — Rapide, totale et unique : à quoi bon ?

★★☆

Rappel. La réaction support d'un titrage doit être rapide, totale et unique.

1. Expliquer ce que signifie « réaction totale ».
2. Une réaction support lente poserait un problème lors du suivi colorimétrique. Lequel ?
3. Pourquoi la réaction doit-elle être la seule à se produire entre les deux réactifs ?
4. Un élève écrit que la réaction support est « réversible ». Expliquer pourquoi ce n'est pas compatible avec un titrage.
5. Parmi les trois propriétés, laquelle garantit que le réactif limitant est entièrement consommé ?

Exercice 3 — Écrire deux réactions support

★★☆

Données. Couples oxydant-réducteur : I_2/I^- et $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$. Demi-équations à connaître : $I_2 + 2\,e^- = 2\,I^-$ et $2\,S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2\,e^-$.

1. Pour le couple I_2/I^-, indiquer l'oxydant et le réducteur.
2. Combien d'électrons chaque demi-équation met-elle en jeu ?
3. En déduire l'équation de la réaction entre le diiode I_2 et les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$.
4. Vérifier que les électrons ont disparu de l'équation obtenue, et dire ce que cela signifie.
5. Cette réaction est rapide, totale et unique. Peut-elle servir de réaction support d'un titrage ? Justifier.

Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : le correcteur note le raisonnement qu'il peut suivre, pas seulement la valeur finale.

Les réponses du test de positionnement (page 3)

1. b - **2.** b - **3.** b - **4.** a - **5.** b - **6.** a - **7.** a - **8.** b - **9.** a - **10.** b - **11.** a - **12.** b - **13.** a - **14.** b - **15.** b - **16.** a

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée utilisée, la relation littérale, l'application numérique avec les unités, puis la conclusion. Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche **où** les deux chemins se séparent : c'est ce point précis qu'il faut retravailler, pas l'exercice entier. Avant de comparer, relis ta copie avec la liste de vérifications de la page 33.

Les résultats sont arrondis à trois chiffres significatifs. Les volumes sont convertis en litre avant chaque calcul : $10{,}0\ \text{mL} = 10{,}0 \times 10^{-3}\ \text{L}$.

Exercice 1 — Reconnaître les acteurs d'un titrage ★

1. Le réactif titré est **l'espèce fer(II)**, de concentration inconnue ; la solution titrante est **la solution de permanganate**, de concentration connue.
2. La burette contient **la solution de permanganate** ; le bécher contient **la prise d'essai de la solution de fer(II)**.
3. La prise d'essai est le **volume précis de réactif titré** placé dans le bécher ; on la prélève à la **pipette jaugée**.
4. L'équivalence est l'instant où le permanganate versé a réagi avec **exactement tout le fer(II)** de la prise d'essai, les deux réactifs étant alors dans les proportions de l'équation.
5. L'agitation **homogénéise le mélange** à chaque ajout, pour que la couleur observée corresponde à l'état du mélange entier.

Titré ou titrant

Le titrant est connu et dans la burette ; le titré est inconnu et dans le bécher. Repère-les dès la lecture de l'énoncé.

La prise d'essai

Son volume doit être précis : il entre dans le calcul de la concentration. D'où la pipette jaugée, et non un bécher gradué.

Exercice 2 — Rapide, totale et unique : à quoi bon ? ★★

1. « Totale » signifie que **le réactif limitant est entièrement consommé** : la transformation va jusqu'au bout des proportions permises.
2. Une réaction lente laisserait le mélange évoluer entre deux gouttes : **la couleur observée ne correspondrait pas à l'état final**, et le volume à l'équivalence serait mal repéré.
3. Si une autre réaction se produisait, elle consommerait une partie des réactifs : **le compte des quantités de matière serait faussé**. La réaction doit donc être unique.
4. Une réaction réversible ne consommerait pas entièrement le réactif limitant : **elle ne serait pas totale**, ce qu'exige un titrage.
5. C'est la propriété **« totale »** qui garantit que le réactif limitant est entièrement consommé.

Trois propriétés, trois rôles

Rapide pour lire tout de suite, totale pour que le limitant soit consommé, unique pour que le compte soit juste. Chacune a sa raison.