



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# Corrigé du sujet d'examen - E3.2 - Physique - Chimie - BTS ME (Léa Mercier) - Session 2017

---

## 1. Rappel du contexte du sujet

Ce sujet d'examen porte sur le thème de la déchromatation des effluents dans le cadre du tannage des peaux. Les étudiants doivent démontrer leur compréhension des réactions chimiques impliquées, ainsi que leur capacité à appliquer des concepts de chimie physique et analytique.

## Correction question par question

### 1.1. Définir une réaction de réduction.

Une réaction de réduction est un processus chimique au cours duquel un atome, un ion ou une molécule acquiert des électrons, entraînant une diminution de son état d'oxydation.

### 1.2. Déterminer le degré d'oxydation (ou n.o.) du chrome dans les ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ et les ions $\text{Cr}^{3+}$ .

Dans les ions dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), le degré d'oxydation du chrome est +6. Dans les ions  $\text{Cr}^{3+}$ , le degré d'oxydation est +3.

### 1.3. Écrire la demi-équation électronique pour le couple $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) / \text{HSO}_3^-(\text{aq})$ et donner la relation de Nernst appliquée à ce couple.

La demi-équation électronique est :  $\text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{HSO}_3^-$ .

La relation de Nernst est :  $E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$ , où Q est le quotient réactionnel.

### 1.4. Montrer que l'équation de la droite frontière est : $E = 0,22 - 0,09 \times \text{pH}$ .

Pour établir cette équation, on utilise la relation de Nernst et on considère que les concentrations de  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{HSO}_3^-$  sont égales sur la droite frontière. En appliquant les valeurs données, on obtient l'équation souhaitée.

### 1.5. Tracer cette droite frontière sur le diagramme du document 1.

Les étudiants doivent tracer la droite en utilisant les coordonnées fournies par l'équation de la droite frontière, en positionnant les espèces  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{HSO}_3^-$  sur le diagramme.

### 1.6. Justifier que $\text{HSO}_3^-$ peut réduire $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ lorsque le pH est égal à 4.

À  $\text{pH} = 4$ , la forme  $\text{HSO}_3^-$  est prédominante, et son potentiel de réduction est supérieur à celui du couple  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ , ce qui permet à  $\text{HSO}_3^-$  de réduire  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ .

### 1.7. Écrire la demi-équation rédox du couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ .

La demi-équation est :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6 \text{e}^- + 14 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$ .

### 1.8. En déduire l'équation bilan de la réaction de déchromatation.

L'équation bilan est :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3 \text{NaHSO}_3 + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 3 \text{HSO}_3^- + 3 \text{Na}^+$ .

#### 1.9.1. Préciser dans quel domaine de pH une solution d'ion dichromate est stable.

La solution d'ion dichromate est stable dans un domaine de pH acide, généralement en dessous de 6.

#### 1.9.2. Calculer le volume journalier de solution d'hydrogénosulfite de sodium nécessaire.

Pour réduire 1,08 g/L de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  dans 4000 L, on calcule le nombre de moles de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , puis on utilise le rapport stœchiométrique pour déterminer le volume de  $\text{NaHSO}_3$  nécessaire.

**Calcul :**

- Moles de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  =  $(1,08 \text{ g/L} \times 4000 \text{ L}) / 216 \text{ g/mol} = 20 \text{ moles}$ .
- Moles de  $\text{NaHSO}_3$  nécessaires =  $20 \text{ moles} \times 3 = 60 \text{ moles}$ .
- Volume de  $\text{NaHSO}_3$  =  $60 \text{ moles} / (520 \text{ g/L} / 104,1 \text{ g/mol}) = 11,5 \text{ L}$ .

### 2.1. Définir le terme « ampholyte ».

Un ampholyte est une espèce chimique qui peut agir à la fois comme un acide et comme une base selon le milieu dans lequel elle se trouve.

#### 2.2.1. Écrire les expressions de $K_{a1}$ et $K_{a2}$ .

Pour le couple ( $\text{H}_2\text{SO}_3/\text{HSO}_3^-$ ) :  $K_{a1} = [\text{HSO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{H}_2\text{SO}_3]$ .

Pour le couple ( $\text{HSO}_3^-/\text{SO}_3^{2-}$ ) :  $K_{a2} = [\text{SO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HSO}_3^-]$ .

#### 2.2.2. Justifier l'expression de la concentration en ions hydronium $\text{H}_3\text{O}^+$ .

En utilisant les expressions de  $K_{a1}$  et  $K_{a2}$ , on peut montrer que la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  est liée aux constantes d'acidité et aux concentrations des espèces présentes.

#### 2.2.3. Calculer le pH de la solution.

En utilisant les valeurs de  $K_{a1}$  et  $K_{a2}$ , et les concentrations données, on peut résoudre l'équation pour trouver le pH de la solution.

### 3.1. Écrire l'équation de la précipitation de $\text{Cr(OH)}_3$ .

La réaction est :  $\text{Cr}^{3+} + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 (\text{s})$ .

### 3.2. Calculer le pH d'apparition du précipité.

Pour une concentration de  $\text{Cr}^{3+}$  à  $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , on utilise le produit de solubilité  $K_{\text{sp}}$  de  $\text{Cr(OH)}_3$  pour déterminer le pH d'apparition du précipité.

## | 2. Synthèse finale

Les erreurs fréquentes incluent une mauvaise identification des degrés d'oxydation et des confusions dans les relations de Nernst. Il est essentiel de bien comprendre les concepts de réduction et d'oxydation, ainsi que les équilibres acido-basiques. Pour l'épreuve, il est conseillé de :

- Lire attentivement chaque question et s'assurer de bien comprendre ce qui est demandé.
- Utiliser des schémas pour visualiser les réactions chimiques lorsque cela est pertinent.
- Vérifier les unités lors des calculs pour éviter les erreurs de conversion.
- Prendre le temps de relire ses réponses avant de rendre la copie.

© FormaV EI. Tous droits réservés.

Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.