

TP

Dosage indirect de la vitamine C dans un comprimé

I Objectifs

- Etalonner une solution titrante.
- Réaliser et interpréter un dosage indirect d'oxydoréduction.
- Vérifier les indications portées sur l'étiquette d'un produit d'usage courant.
- Proposer un nouveau protocole expérimental en tenant compte de données.

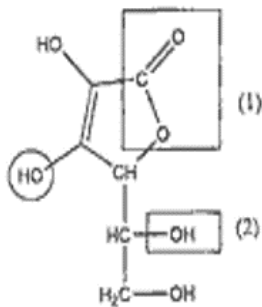
II S'appropriier

A Présentation de la vitamine C

La vitamine C de formule $C_6H_8O_6$ est le nom communément employé pour l'acide L-ascorbique. La molécule ne présente pas de fonction acide carboxylique ($-COOH$) mais l'acidité est due à l'atome d'hydrogène du groupe hydroxyle entouré. Ainsi l'acide ascorbique se comporte comme un **monoacide faible HA**.

Antiscorbutique et anti-infectieux, l'acide ascorbique joue de plus un rôle important dans la synthèse d'un collagène. Il est synthétisé par de nombreux être vivants, mais pas par l'homme, qui doit donc le trouver dans son alimentation : principalement dans les légumes verts et les agrumes. Il est très soluble dans l'eau, très sensible à l'oxydation et est réduit par la cuisson des aliments.

L'acide ascorbique possède également des propriétés réductrices : il peut réduire le dioxygène. C'est pourquoi il est couramment utilisé comme antioxygène. Lorsqu'il est utilisé comme additif, sa présence dans les aliments est indiquée par le code E 300 et est limitée à 300 mg.kg^{-1} . La teneur en vitamine C ou acide ascorbique dans une solution aqueuse peut être déterminée par un **titrage direct ou indirect**.

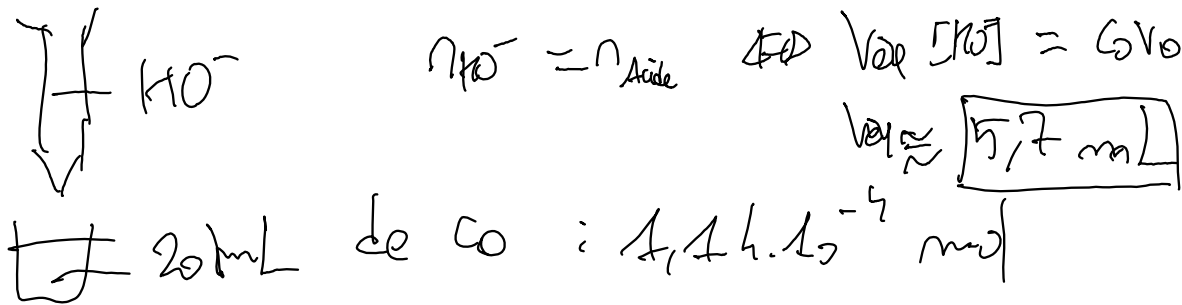


B Données à 25 °C et indications complémentaires

- pK_A du couple acide-base de l'acide ascorbique $pK_A(HA/A^-)$:
Diacide ?!
 $pK_A(HA/A^-) = 4,0$
- Potentiels rédox standards :
 - $E_1^\circ(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}) = 0,08\text{ V}$ $S_4O_6^{2-} + 2e^- = 2S_2O_3^{2-}$ (1)
 - $E_2^\circ(C_6H_6O_6/C_6H_8O_6) = 0,13\text{ V}$ $C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2e^- = C_6H_8O_6$ (2)
 - $E_3^\circ(I_2/I^-) = 0,54\text{ V}$ $I_2 + 2e^- = 2I^-$ (3)
- Masse molaire : $M(C_6H_8O_6) = 176,1\text{ g.mol}^{-1}$.
- Indicateur coloré acido-basique utilisé :

Indicateur	Couleur acide	Zone de virage	Couleur basique
Rouge de crésol	jaune	7.2 - 8.1	Rouge

- En présence de diiode, l'empois d'amidon prend une **teinte bleue** intense, permettant de mettre en **évidence I_2** , même en très faible concentration.



C Dosage indirect par oxydo-réduction

II.C.1 Principe du dosage

La méthode employée est un **titrage indirect**. L'acide ascorbique est mis en présence d'un **excès de solution de diiode**. Une réaction d'oxydoréduction a lieu entre le diiode et l'acide ascorbique. Puis l'**excès de diiode** est ensuite **titré par** une solution de **thiosulfate de sodium**. L'équivalence est atteinte quand il y a **décoloration complète** de la solution (avec utilisation d'empois d'amidon).

II.C.2 Etalonnage de la solution de diiode

Les solutions de diiode sont des solutions qui se conservent très mal. Ainsi on réalisera un **titrage préliminaire** de cette solution de concentration C_0 et de volume V_0 à l'aide de la solution de thiosulfate de concentration molaire C_2 .

↳ inconnu

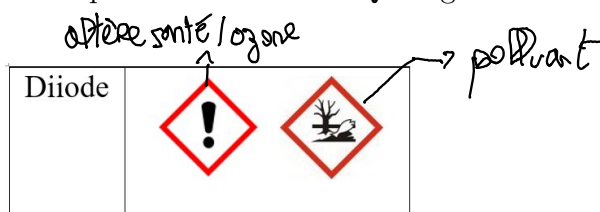
↳ connu

III Analyser

A Sécurité

On peut voir ces pictogrammes sur les étiquettes des flacons : Que signifient-ils ? Quelles précautions faut-il prendre ?

↳ tri
↳ masque, Permettes



B Etude de la réaction entre la solution de diiode et les ions thiosulfates

1. Etablir l'équation de la réaction (X) de titrage du diiode par les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$, les couples mis en jeu étant $I_{2(aq)}/I_{(aq)}^-$ et $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$.
2. En vous aidant d'un tableau d'avancement, trouver la relation entre C_0 , V_0 , C_2 et le volume équivalent noté V_{eq1} .

C Etude du dosage redox en retour de la vitamine C

1. Etablir l'équation de la réaction (2) qui a lieu entre l'acide ascorbique et le diiode sachant que les couples mis en jeu sont $C_6H_6O_6(aq)/C_6H_8O_6(aq)$ et $I_{2(aq)}/I_{(aq)}^-$. **Montrer que** sa constante d'équilibre vaut

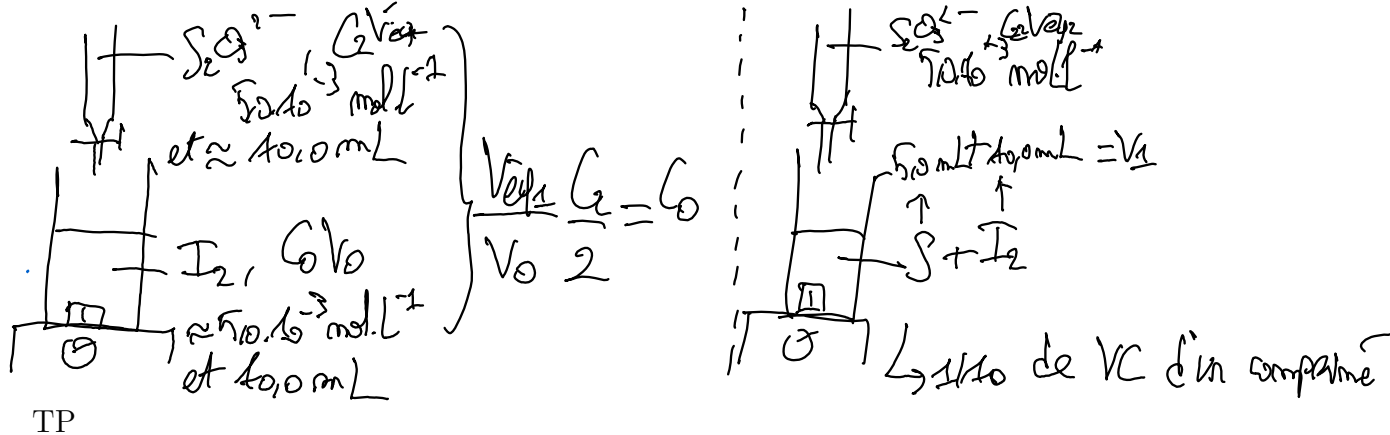
$$K_2^o = 10^{\frac{E_3^o - E_2^o}{0,03}} = 10^{137}$$

$$n_{(H)} = n_{réagi}(H) + n_{excès}(H_2)$$

La calculer et conclure. Quel est, selon vous, la raison pour laquelle il convient de réaliser un titrage indirect ? Quel aspect, complémentaire de l'aspect thermodynamique, n'a pas été abordé ici ? → cinétique

2. En déduire la relation entre la quantité initiale d'acide ascorbique $n_0(C_6H_8O_6)$ et la quantité de diiode qui a réagi $n_{réagi}(I_2)$.
3. En déduire la relation entre la quantité initiale d'acide ascorbique $n_0(C_6H_8O_6)$, la quantité initiale de diiode $n_0(I_2)$ et la quantité de diiode en excès $n_{excès}(I_2)$.
4. En utilisant l'équation (1), déterminer la relation entre l'excès de diiode et la quantité d'ion thiosulfate $n_{eq}(S_2O_3^{2-})$ versée à l'équivalence.

↳ clarifier nota^o : $n_0 = n_{réagi} + n_{excès}$



IV Réaliser

Le port de la blouse fermée et des lunettes de protection est obligatoire durant **toute** la séance ; Les cheveux longs doivent être attachés, les éventuelles lentilles de contact sont interdites.

A Etalonnage de la solution de diiode

1. Introduire $V_0 = 10,0$ mL exactement de la solution de diiode (à environ 5.10^{-3} mol.L $^{-1}$, mais on va déterminer précisément cette concentration) dans un bécher.
2. Titrer la solution de diiode à l'aide de la solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire $C_2 = 5,0.10^{-3}$ mol.L $^{-1}$. On notera V_{eq1} le volume équivalent. Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon lorsque la solution commence à se décolorer afin d'indiquer plus précisément la fin de réaction.
3. En déduire alors la concentration exacte C_0 de la solution de diiode à disposition. C'est cette valeur que nous considérerons par la suite.

B Dosage redox en retour de la vitamine C dans un comprimé

Vous disposez, sur votre paillasse, d'une solution S obtenue en ayant dissout **un comprimé de** vitamine C dans **500 mL d'eau distillée**.

1. Dans un bécher, introduire 5,0 mL de cette solution puis y ajouter exactement $V_1 = 10,0$ mL de la **solution de diiode précédente**. *1) Pas la dose!*
2. Placer sous agitation magnétique pendant au **moins 10 minutes**.
3. Titrer l'excès de diiode à l'aide de la solution de thiosulfate de sodium utilisée précédemment. Lorsque la solution devient **jaune pâle**, ajouter quelques gouttes **d'empois d'amidon**.
4. On notera V_{eq2} le volume versé à l'équivalence.
5. Faire un schéma du dispositif.

V Valider

A Détermination de la masse en acide ascorbique dans un comprimé

- ✓ 1. Donner l'expression de $n_{\text{excès}}(I_2)$, en fonction de C_2 et V_{eq2} . *$n_{\text{excès}}(I_2) = C_2 V_{eq2}$*
- ✓ 2. Donner alors l'expression de $n_{\text{réagi}}(I_2)$ en fonction de C_0 , V_1 , C_2 et V_{eq2} ; Le calculer.
- ✓ 3. En déduire la valeur de $n_0(C_6H_8O_6)$ dans les 5,0 mL.
- ✓ 4. Calculer alors la quantité de matière d'acide ascorbique $n(C_6H_8O_6)$ contenue dans un comprimé.
5. Le fabricant nous indique, sur l'emballage, que le comprimé contient 500 mg de vitamine C. Vérifiez-vous cette indication ?
6. Calculer l'écart relatif. *conclure*

B Méthode alternative

Proposer, en le justifiant, un autre protocole indépendant permettant de doser l'**acide** ascorbique dans le comprimé. Le réaliser en autonomie et en déduire la masse m de vitamine C contenue dans le comprimé.

Programme officiel

- Mettre en œuvre un protocole expérimental correspondant à un titrage indirect.
- indicateurs colorés de fin de titrage.
- Justifier la nécessité de faire un titrage indirect.