

# BTS ESTHETIQUE COSMETIQUE

## PHYSIQUE – CHIMIE – U. 31

Session 2005

---

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

---

**Matériel autorisé :**

Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

|                           |                  |              |
|---------------------------|------------------|--------------|
| BTS ESTHETIQUE COSMETIQUE |                  | Session 2005 |
| Physique – chimie – U. 31 |                  | ETE3PHC      |
| Coefficient : 1           | Durée : 2 heures | Page : 1/5   |

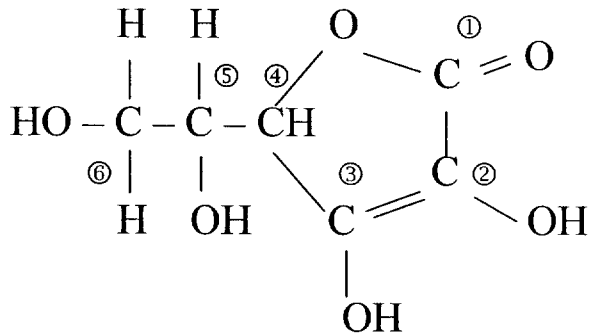
# CHIMIE

## La vitamine C

L'acide ascorbique ou vitamine C est un actif utilisé en cosmétologie dans les crèmes « anti-rides » comme agent anti-radicalaire et anti-inflammatoire.

On le trouve, soit sous la forme de l'acide pur, soit sous forme salifiée ou estérifiée.

On donne la formule développée de l'acide ascorbique :



Les numéros tels que ①, ②... permettent de repérer les positions des atomes de carbone.

### 1. Étude structurale de la molécule

- 1.1. Écrire la formule brute de l'acide ascorbique.
- 1.2. Rappeler la définition d'un carbone asymétrique.  
La molécule de vitamine C possède-t-elle un ou plusieurs atomes de carbone asymétriques ?  
Si oui, donner leur numéro en se référant au schéma de sa formule développée précisée ci-dessus.
- 1.3. Donner les noms de 3 groupes caractéristiques (ou fonctionnels) différents que présente la molécule.
- 1.4. Une lactone est une molécule obtenue par estérification intramoléculaire (elle correspond donc à un ester cyclique). On considère la molécule de vitamine C comme une lactone.  
Représenter la molécule qui serait à l'origine de cette lactone.

### 2. Étude des propriétés acido-basiques

En solution aqueuse, l'acide ascorbique est considéré comme un monoacide faible que l'on notera HA. Cette acidité provient de la labilité (ou mobilité) de l'atome H du groupe hydroxyle en position ③.

Une masse  $m$  de cet acide est dissoute dans 100,0 mL d'eau distillée. Soit S la solution obtenue.

Quelques gouttes de rouge de crésol (indicateur coloré) sont additionnées à une prise d'essai de 20,0 mL de la solution S.

On verse progressivement à la burette une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (ou soude) de concentration molaire  $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ , tout en relevant le pH. La courbe  $\text{pH} = f(V_{\text{soude}})$  est représentée en **annexe 1 (page 5/5)**.

**Données :**

**Masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  :** acide ascorbique = 176 ; Na = 23 ; O = 16 ; H = 1.

**Constante d'acidité correspondant au couple de l'acide ascorbique :**  $K_a = 8,9 \times 10^{-5}$ .

**Produit ionique de l'eau :**  $K_e = 10^{-14}$ .

**Rouge de crésol :**  $\text{p}K_a = 8$  ; zone de virage [7,2 - 8,8] (jaune pour  $\text{pH} < 7,2$  et rouge pour  $\text{pH} > 8,8$ ).

|                                  |                         |                     |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| <b>BTS ESTHETIQUE COSMETIQUE</b> |                         | <b>Session 2005</b> |
| <b>Physique – chimie – U. 31</b> |                         | <b>ETE3PHC</b>      |
| <b>Coefficient : 1</b>           | <b>Durée : 2 heures</b> | <b>Page : 2/5</b>   |

- 2.1. Écrire l'équation de la réaction acido-basique correspondant à ce titrage.
- 2.2. À partir de la courbe  $\text{pH} = f(V_{\text{soude}})$ , donner la valeur du  $\text{pK}_a$  du couple correspondant à l'acide ascorbique.
- 2.3. Quelles sont les espèces chimiques majoritaires à l'équivalence ? Justifier le caractère basique à l'équivalence et l'emploi du rouge de crésol comme indicateur coloré.
- 2.4. En exploitant la courbe au point d'équivalence, déterminer la concentration molaire en acide ascorbique dans la solution  $S$  initiale. En déduire la masse  $m$  d'acide ascorbique initialement dissout dans les 100,0 mL d'eau.
- 2.5. La mesure directe, lue sur le graphe, du  $\text{pH}$  initial de la solution d'acide ascorbique peut également permettre de calculer la concentration molaire en acide ascorbique de la solution  $S$  en utilisant la relation  $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_a - \lg C)$ .

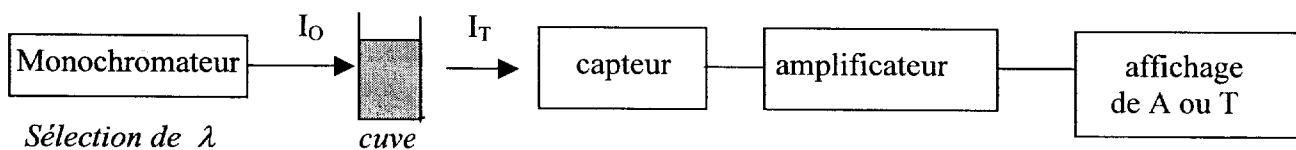
En utilisant cette valeur lue, déduire la valeur de cette concentration  $C$ .

*(Remarque : cette seconde méthode, qui n'utilise qu'une valeur de  $\text{pH}$ , est beaucoup moins précise car les mesures de  $\text{pH}$  sont entachées d'une plus grande incertitude).*

$\lg x$  (ou  $\log x$ ) représente le logarithme décimal de  $x$ .

## PHYSIQUE

Le schéma de principe d'un spectrophotomètre d'absorption peut être réduit à la figure ci-dessous.



La cuve de longueur  $L$  (exprimée en mètre) contient la solution étudiée.

La transmittance  $T$  correspond au rapport du flux lumineux émergent  $I_T$  sur le flux lumineux incident  $I_0$ .

1. Le phénomène d'absorption de la lumière par l'échantillon suit la loi :  $A_{(\lambda)} = \varepsilon_{(\lambda)} \cdot L \cdot c$  ;  
 $c$  est la concentration de l'espèce absorbante en  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ .
  - 1.1 Nommer cette loi et donner ses conditions de validité.
  - 1.2 a) Que représentent les termes  $A$  et  $\varepsilon$  ? Pourquoi  $A$  et  $\varepsilon$  sont-ils affectés du symbole «  $(\lambda)$  » ?  
 b) Quelles sont les unités respectives de chacune de ces grandeurs dans le système international ?
2. Traditionnellement dédiés à la protection solaire ou à l'amincissement, les compléments nutritionnels à visée cosmétique s'attaquent désormais au vieillissement. Certaines gélules « anti-âge » sont maintenant enrichies en lycopène de tomate auquel on prête des vertus antiradicalaires. La courbe représentant le coefficient  $\varepsilon$  du lycopène, dans l'hexane, en fonction de la longueur d'onde du rayon lumineux, est donnée en **annexe 2 (page 5/5)**.

|                                  |                  |                     |
|----------------------------------|------------------|---------------------|
| <b>BTS ESTHETIQUE COSMETIQUE</b> |                  | <b>Session 2005</b> |
| Physique – chimie – U. 31        |                  | <b>ETE3PHC</b>      |
| Coefficient : 1                  | Durée : 2 heures | Page : 3/5          |

- 2.1 En observant cette courbe et à l'aide de l'annexe 3 (page 5/5) :
- dire à quel domaine des radiations électromagnétiques correspondent les pics d'absorption supérieurs à 400 nm ;
  - indiquer la couleur d'une solution suffisamment concentrée en lycopène.
- 2.2 Calculer la longueur d'onde correspondant à un photon dont l'énergie est 4,2 eV.  
À quel domaine appartient-il ? Sera-t-il absorbé par le lycopène ?
- 2.3 Calculer l'absorbance d'une solution de lycopène de concentration molaire  $2,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$  pour  $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$  (la longueur de la cuve est 1cm).
3. Un fabricant de nutricosmétique annonce, pour l'un de ses produits, un extrait sec purifié et titré à 5% minimum en masse.  
Pour vérifier la teneur en lycopène d'une gélule de 600 mg, on extrait celui-ci dans 1 L d'hexane. L'appareil est réglé sur une longueur d'onde  $\lambda_2$  proche de  $\lambda_1$  et le blanc est fait avec de l'hexane pur.  
Un échantillon témoin contenant 50 mg de lycopène dans 1L d'hexane sert de référence.

Les résultats, obtenus avec des cuves identiques, sont regroupés dans le tableau suivant :

|                                     |                   |      |
|-------------------------------------|-------------------|------|
| Masse de lycopène dans 1 L d'hexane | 50 mg (référence) | m    |
| $A(\lambda_2)$                      | 1,40              | 0,86 |

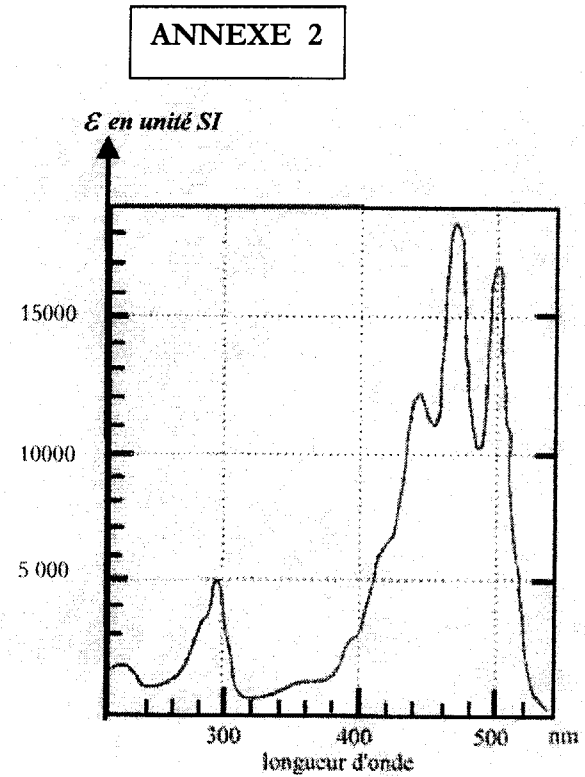
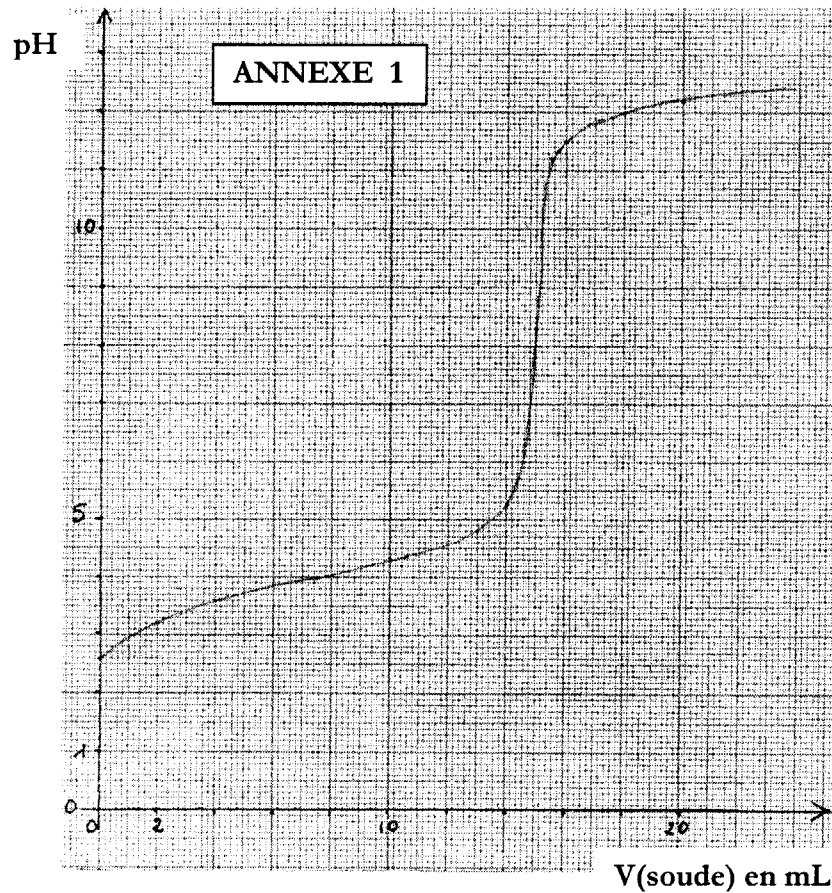
Calculer la masse de lycopène contenue dans chaque gélule.  
Est-elle en accord avec la publicité faite ?

**Données :**

*constante de Planck :  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$  ;*

*célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .*

|                                  |                         |                     |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| <b>BTS ESTHETIQUE COSMETIQUE</b> |                         | <b>Session 2005</b> |
| <b>Physique – chimie – U. 31</b> |                         | <b>ETE3PHC</b>      |
| <b>Coefficient : 1</b>           | <b>Durée : 2 heures</b> | <b>Page : 4/5</b>   |



Spectres d'absorption du lycopène en solution dans l'hexane

**ANNEXE 3**

Étendue du spectre électromagnétique visible (d'après Edition Hachette)

| Couleur               | rouge | orange | jaune | vert | bleu | indigo | violet |
|-----------------------|-------|--------|-------|------|------|--------|--------|
| Longueur d'onde en nm | 750   | 622    | 597   | 577  | 492  | 460    | 435    |