

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS.....	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE.....	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT.....	4
1. Choix de la concentration de la solution titrante d'hydroxyde de sodium (10 minutes conseillées)....	7
2. Protocole de titrage (10 minutes conseillées).....	7
3. Préparation de la solution et mise en œuvre du protocole de titrage (30 minutes conseillées).....	8
4. Interpréter les résultats des deux titrages (10 minutes conseillées).....	9

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> réaliser une dilution ; analyser et interpréter des documents ; proposer un protocole expérimental de titrage colorimétrique d'une solution aqueuse d'acide ascorbique notée S_1 et le mettre en œuvre ; exploiter les résultats des titrages.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> Analyser (ANA) : coefficient 2 Réaliser (RÉA) : coefficient 3 Valider (VAL) : coefficient 1
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont avant l'arrivée du candidat. <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> préparer une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (pour les candidats n'étant pas parvenu à réaliser la dilution) ; préparer une solution aqueuse d'acide ascorbique de concentration massique $15,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, maintenue à température ambiante, à l'abri de la lumière et du dioxygène, dans un erlenmeyer étiqueté « solution S_1 ». <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> faire l'appoint des différentes solutions.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> choisir la solution la plus adaptée au titrage (10 minutes) ; proposer un protocole de titrage (10 minutes) ; mettre en œuvre la dilution et le titrage (30 minutes) ; interpréter les résultats (10 minutes). <p>Il est prévu trois appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</p> <ul style="list-style-type: none"> Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie la solution retenue par le candidat pour le titrage. Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie le protocole de titrage. Lors de l'appel 3, l'évaluateur vérifie la lecture du volume équivalent. <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	Les fiches II, III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

Paillasse candidats

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- 50 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $1,00 \text{ mol.L}^{-1}$ dans un flacon étiqueté
- 50 mL de solution aqueuse d'acide ascorbique de concentration massique $15,0 \text{ g.L}^{-1}$ maintenue à température ambiante, à l'abri de la lumière et du dioxygène, dans un erlenmeyer étiqueté « solution S_1 »
- trois flacons contenant respectivement les indicateurs colorés suivants : hélianthine, vert de bromocrésol, rouge de crésol
- pissette d'eau distillée
- pipettes jaugées de 5,0, 10,0 et 25,0 mL
- éprouvette graduée de 100 mL
- fioles jaugées de 50,0 et 100,0 mL
- burette graduée de 25,0 mL
- barreau aimanté avec un agitateur magnétique
- poire à pipeter
- trois béchers de 100 mL
- un erlenmeyer de 100 mL (titrage)
- un verre à pied
- pipette simple
- gants et lunettes
- chiffon
- un stylo pour écrire sur le verre

Paillasse professeur

- 100 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ dans un flacon étiqueté (un flacon de secours par poste)
- tige aimantée

Documents mis à disposition des candidats

- courbes pH-métrique du titrage d'une solution aqueuse d'acide ascorbique pour deux concentrations différentes de solution titrante
- quelques grandeurs physicochimiques de la vitamine C
- liste de quelques indicateurs colorés utilisés en chimie avec leur zone de virage

Particularités du sujet, conseils de mise en œuvre

- S_1 est préparée en grande quantité afin de faciliter le travail préparatoire

Préparation du rouge de crésol

On introduit dans une fiole jaugée de 1 litre : 80 mg d'hydrogénocarbonate de sodium ; 70 mg de chlorure de potassium ; 1,0 g de rouge de crésol en poudre.

On complète à 1 litre avec de l'eau distillée puis on bouche afin d'éviter le contact avec l'air. La dissolution est difficile et l'agitation est maintenue quelques heures.

Solution S_2

Une solution S_2 identique à S_1 a été chauffée plusieurs heures à 60°C sous agitation modérée.

Le dosage de l'acide ascorbique présent dans la solution à l'issue du chauffage donne un volume à l'équivalence $V_{E2} = 12,2 \text{ mL}$.

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte **six** feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

La dose minimale journalière de vitamine C est d'environ 60 mg pour un adulte en bonne santé.

La vitamine C est une espèce chimique qui n'est pas fabriquée naturellement par l'organisme humain. Les fruits et légumes verts, consommés en quantité suffisante, apportent la quantité nécessaire de vitamine C. Une carence en vitamine C entraîne, entre autre, un vieillissement prématuré des tissus, de la fatigue, des hémorragies. La vitamine C est un antioxydant.

D'après de nombreuses études, l'acide ascorbique (vitamine C) est une espèce chimique sensible à une élévation de température, au dioxygène et à la lumière.

Lors de la cuisson des aliments, la vitamine C se dégrade. L'apport en vitamine C à l'organisme en est alors fortement diminué.

Fruits / légumes	Teneur (mg/100g)
Cassis	200
Persil	170
Poivron	120
Kiwi	80
Orange	60
Pomme de terre	15
Cerise	10

Le but de cette épreuve est de vérifier s'il y a dégradation de l'acide ascorbique après cuisson de plusieurs heures.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Préparation des solutions**

Une solution aqueuse d'acide ascorbique a été préparée par dissolution d'une masse m de soluté. Cette préparation a été séparée en deux solutions de volumes égaux :

- L'une, notée S_1 , a été maintenue à température ambiante, à l'abri de la lumière et du dioxygène.
- L'autre a été chauffée à 60°C pendant plusieurs heures puis refroidie. On la note S_2 .

La vitamine C contenue dans la solution S_2 a été préalablement titrée au laboratoire.

Document 2 : Courbes simulées de deux titrages suivis par pH-métrie d'une solution aqueuse

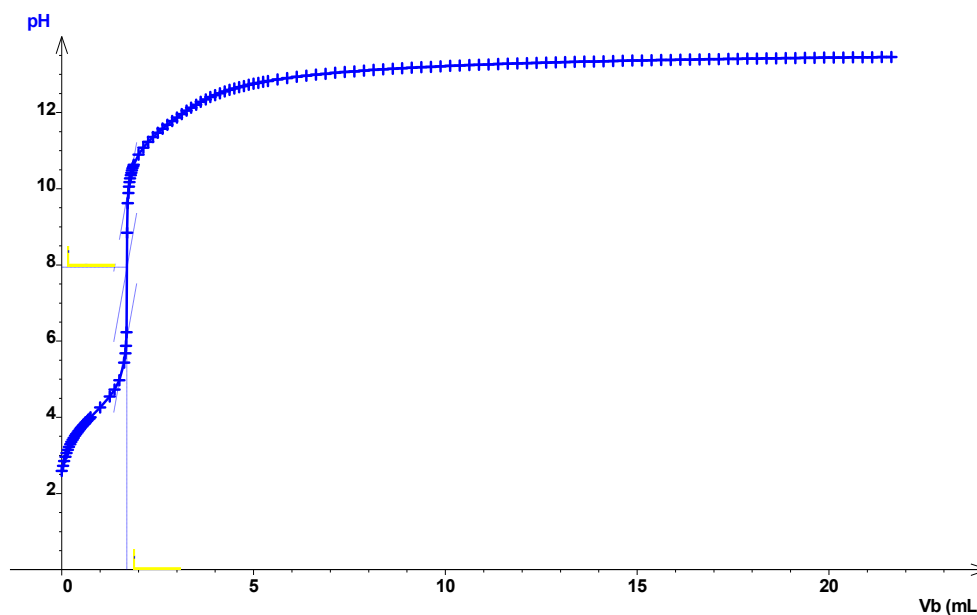
d'acide ascorbique

Un logiciel nous permet de simuler le titrage suivi par pH-métrie d'une solution d'acide ascorbique dont la valeur de la concentration molaire est de l'ordre de grandeur de celles de S_1 .

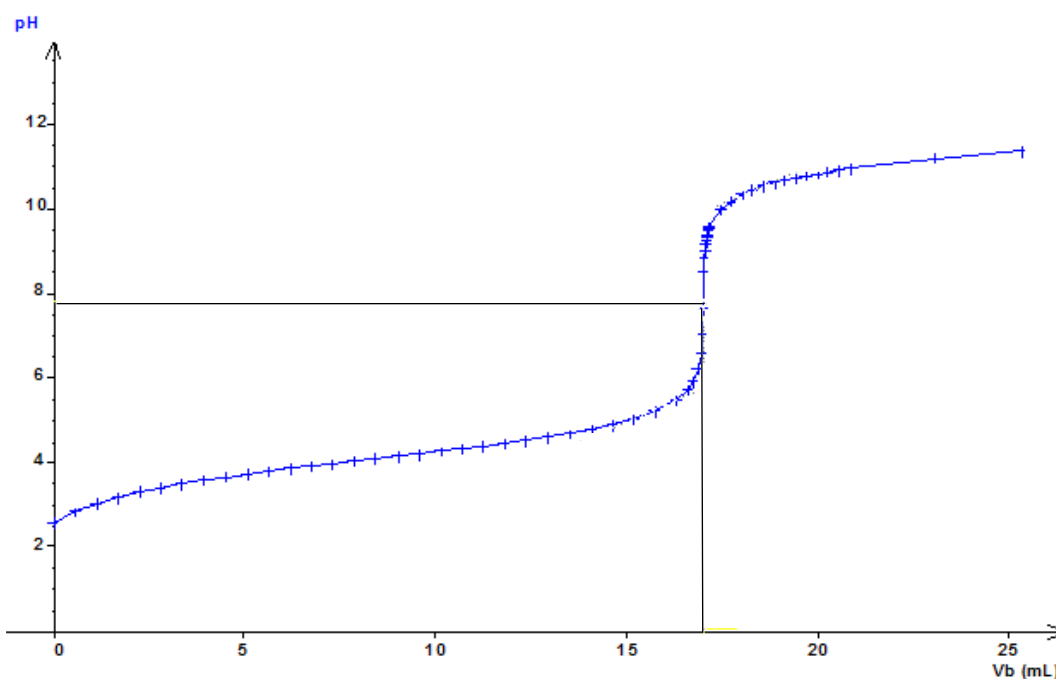
Espèce titrée : acide ascorbique présent dans 10,0 mL de solution.

L'équation de la réaction support du titrage est : $C_6H_8O_6(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_6H_7O_6^-(aq) + H_2O(l)$

1^{ère} simulation : la solution titrante est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration molaire : $C_B = 5,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$



2^{ième} simulation : la solution titrante est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration molaire : $C_B = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



Nom scientifique	Acide ascorbique
Formule brute	$C_6H_8O_6$
État physique à 20°C	Solide blanc
Masse molaire (M_{acide})	$176\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
pKa du couple $C_6H_8O_6 / C_6H_7O_6^-$	4,05
Température de fusion	192°C
Solubilité dans l'eau à 20 °C	$250\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

Document 4 : Liste de quelques indicateurs colorés utilisés en chimie

Indicateur	Couleur (forme acide)	Zone de virage	Couleur (forme basique)
Hélianthine	rouge	3,1–4,4	jaune
Vert de bromocrésol	jaune	3,8–5,4	bleu
Rouge de crésol	jaune	7,2–8,8	rouge violet

Remarque : lors de l'utilisation d'un indicateur coloré pour un titrage, la teinte sensible doit persister trente secondes.



Matériel mis à disposition du candidat

- une calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- 50 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $1,00\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ dans un flacon étiqueté
- 50 mL de solution aqueuse d'acide ascorbique de concentration massique $15,0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ maintenue à température ambiante, à l'abri de la lumière et du dioxygène, dans un erlenmeyer étiqueté « solution S_1 »
- trois flacons contenant respectivement les indicateurs colorés suivants : hélianthine, vert de bromocrésol, rouge de crésol
- pissette d'eau distillée
- pipettes jaugées de 5,0, 10,0 et 25,0 mL
- éprouvette graduée de 100 mL
- fioles jaugées de 50,0 et 100,0 mL
- burette graduée de 25,0 mL
- barreau aimanté avec un agitateur magnétique
- poire à pipeter
- trois béchers de 100 mL
- un erlenmeyer de 100 mL
- un verre à pied
- pipette simple
- gants et lunettes
- chiffon
- un stylo pour écrire sur le verre

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Choix de la concentration de la solution titrante d'hydroxyde de sodium** (10 minutes conseillées)

À l'aide des documents fournis, choisir la concentration de la solution titrante d'hydroxyde de sodium qui vous semble la plus adaptée pour réaliser le titrage de la solution S_1 . Justifier le choix.

La concentration de la solution titrante d'hydroxyde de sodium la plus adaptée est la 2 soit $C_B = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ en effet, car selon les courbes de pH représentées, la n°2 a un saut de pH plus précis que la n°1 avec une concentration de $C_B = 5,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter la solution choisie ou en cas de difficulté	

1. Protocole de titrage (10 minutes conseillées)

On souhaite titrer un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de la solution d'acide ascorbique S_1 .

Proposer un protocole utilisant le matériel mis à disposition, et qui s'appuie sur les documents fournis et sur la solution d'hydroxyde de sodium précédemment choisie. Faire un schéma légendé du montage utilisé si besoin.

-Prélever avec une pipette jaugée de 10 mL la solution S_1 , puis verser dans un bécher et ajouter du rouge de crésol.

-Laver la fiole jaugée de 100,0 mL avec de l'eau distillée

-Laver la pipette jaugée de 5,0 mL avec de l'hydroxyde de sodium

-Prélever avec la pipette jaugée de 5,0 mL de l'hydroxyde de sodium préalablement versé dans un bécher, puis verser le contenu dans la fiole jaugée de 100,0mL.

-Ajouter de l'eau distillée aux $\frac{3}{4}$ de la fiole jaugée, mélanger pour homogénéiser

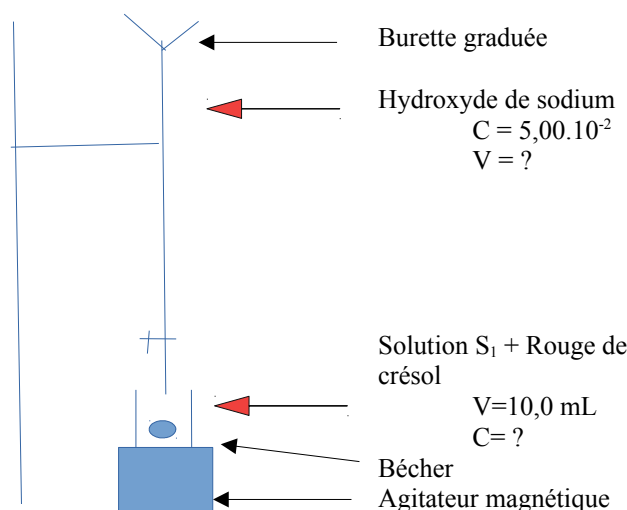
-Compléter jusqu'au trait de jauge la fiole jaugée avec de l'eau distillée, puis mélanger. La solution d'hydroxyde de sodium à $5,00 \text{ mol.L}^{-1}$ est prête.

-Verser la solution d'hydroxyde diluée dans la burette gradué jusqu'à 0 (plus simple)

-Verser mL par mL la solution titrante dans la solution titrée

-Déterminer le volume équivalent grâce au changement de couleur dans le bécher. Noter le volume versé au moment où la couleur a changé (ne pas hésiter à verser un peu plus après pour voir si la solution change encore de couleur)

Schéma :



APPEL n°2



Appeler le professeur pour lui présenter le protocole de titrage
ou en cas de difficulté

**2. Préparation de la solution et mise en œuvre du protocole de titrage** (30 minutes conseillées)

Effectuer la dilution de la solution d'hydroxyde de sodium disponible sur votre table pour préparer la solution titrante choisie dans la partie 1 :

- pipeter 5,0 mL de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ avec une pipette jaugée de 5,0 mL munie d'un pipeteur préalablement rincée à l'eau distillée et avec la solution d'hydroxyde de sodium ;
- verser dans une fiole jaugée de 100,0 mL, préalablement rincée à l'eau distillée ;
- ajouter un peu d'eau distillée, agiter, compléter jusqu'au trait de jauge et agiter à nouveau.

Mettre en œuvre le protocole de titrage de la solution S_1 , élaborée dans la partie 2, en utilisant la solution d'hydroxyde de sodium diluée comme solution titrante. Noter le volume équivalent V_{E1} obtenu dans votre manipulation dans le tableau ci-dessous.

Solution S_1	$V_{E1} = \text{Dans les 17 mL}$
Solution S_2	$V_{E2} = 12,2 \text{ mL}$

APPEL n°3



Appeler le professeur pour lui présenter la valeur V_{E1} du volume
équivalent obtenu durant votre titrage ou en cas de difficulté



3. Interpréter les résultats des deux titrages (10 minutes conseillées)



Les résultats obtenus permettent-ils de mettre en évidence la dégradation de la vitamine C par chauffage ? Justifier la réponse.

Trouver la masse d'acide ascorbique dans S_1 , puis dans S_2 (proportions stochométriques avec l'Hydroxyde de Sodium) et comparer

Pour S_1 : $C_H \times V_H = C_{S1} \times V_{S1}$ donc $C_{S1} = (C_H \times V_H) / V_{S1}$
 $n = C \times V$ puis $m = n \times M$

Pour S_2 faire la même démarche

Comparer m_1 et m_2 et voir que en effet $m_1 > m_2$ et donc que la vitamine C par chauffage se dégrade bel et bien.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.