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. Première étape du titrage (20 minutes conseillées) 7
2. Comment comparer des boissons alcoolisées entre elles ? (10 minutes conseillées) 7
3. Deuxième étape du titrage (10 minutes conseillées) 8
4. Comparaison du pommeau avec les autres boissons alcoolisées (20 minutes conseillées) 8

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	Dans ce sujet, le candidat doit : • effectuer un titrage, le protocole étant fourni ; • dégager les grandeurs pertinentes qu'il faut mesurer pour pouvoir comparer le pommeau aux autres boissons alcoolisées ; • déterminer les valeurs de ces grandeurs et conclure.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	• S'approprier (**APP**) : coefficient **2** • Réaliser (**REA**) : coefficient **2** • Valider (**VAL**) : coefficient **2**
Préparation du poste de travail	Précautions de sécurité • **Les manipulations nécessitent le port des lunettes et des gants**. • **Le port d'un pantalon et de chaussures fermées est recommandé**. • L'agitateur magnétique est connecté au secteur avant l'arrivée du candidat. Avant le début des épreuves • La solution de permanganate de potassium doit être fraîchement préparée et acidifiée. Au besoin, la doser au préalable avec la solution de sel de Mohr. • Préparer, dans un erlenmeyer, le milieu réactionnel obtenu à l'issue de l'étape 1 du titrage pour le candidat n'ayant pas réussi cette partie du protocole. • Réaliser le titrage complet afin de posséder un erlenmeyer contenant la solution finale servant de témoin au candidat.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	Minutage conseillé • Première étape du titrage et justification du choix de la verrerie (**20 minutes conseillées**) • Identifier la grandeur pertinente à déterminer (**10 minutes**). • Deuxième étape du titrage (**10 minutes**) • Déterminer le degré d'alcool du pommeau et le comparer à celui des autres boissons alcoolisées (**20 minutes**) Il est prévu **un appel obligatoire** et **un appel facultatif** de la part du candidat • Au cours de la première partie, l'évaluateur observe le candidat en continu. • Lors de **l'appel 1**, (partie 2) l'évaluateur vérifie la pertinence de la grandeur à identifier. Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.
Remarques	Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année. **Préparation de la solution S à doser :** **1-** Distillation du pommeau : Dans un ballon de 250 mL introduire : - 50 mL de pommeau ; - environ 100 mL d'eau distillée ; - quelques grains de pierre ponce. Effectuer une distillation fractionnée. Recueillir (au bout d'une heure) environ 100 mL de distillat (eau + éthanol) dans une éprouvette placée dans de l'eau glacée ; on peut alors considérer que tout l'éthanol contenu dans le vin a été extrait. **2-** Transvaser le distillat dans une fiole jaugée de 500 mL ; rincer l'éprouvette à l'eau distillée et verser l'eau de rinçage dans la fiole jaugée que l'on complète jusqu'au trait de jauge par l'eau distillée. On obtient ainsi la solution S à doser. **Il est possible de ne pas faire la distillation et de préparer à la place 50 mL d'une solution d'éthanol de degré d'alcool compris entre 15° et 19° (solution équivalente au pommeau concernant sa concentration en alcool) puis de la diluer d'un facteur 10 pour obtenir la solution S.** **On peut aussi fabriquer plusieurs solutions, à des degrés différents, pour obtenir des résultats expérimentaux différents.** **Autre remarque :** Suite à l'ajout de permanganate de potassium dans le pommeau, on peut observer la formation d'un solide marron de dioxyde de manganèse (MnO_2). Cela n'entache pas le résultat du titrage, ce solide étant à son tour réduit en ions Mn^{2+} par les ions Fe^{2+}.

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 « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un erlenmeyer de 100 mL + bouchon
- cinq béchers de 50 mL
- deux éprouvettes de 25 mL
- une éprouvette de 50 mL
- une fiole jaugée de 25,0 mL
- une pipette jaugée de 25,0 mL
- une pipette jaugée de 2,0 mL
- une pipette graduée de 5 mL
- une burette de 25 mL sur son support
- deux pipettes simples
- un agitateur magnétique avec barreau aimanté
- un chronomètre
- un flacon de 50 mL contenant la solution S
- un flacon de 50 mL de solution de permanganate de potassium à 0,050 $mol \cdot L^{-1}$
- un flacon de 50 mL de solution d'acide sulfurique à 5 $mol.L^{-1}$
- un flacon de 50 mL de solution de sel de Mohr de concentration 0,40 $mol \cdot L^{-1}$ en ions Fe^{2+}
- un erlenmeyer de 100 mL contenant une solution ayant la couleur témoin (préciser sur l'erlenmeyer « couleur témoin »)
- une paire de lunettes
- une paire de gants
- un chiffon

Paillasse professeur

- Quatre erlenmeyers (au maximum) contenant le milieu réactionnel à la fin de l'étape 1 du titrage pour les candidats n'ayant pas réussi cette partie, ou avec trop d'imprécision, afin qu'ils puissent mettre en œuvre l'étape 2.

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **cinq** pages 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'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examinateur 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

Un amateur de produits du terroir a fabriqué lui-même du pommeau, une boisson alcoolisée. Le pommeau est obtenu en mélangeant du jus de pommes fraîchement pressées, du sucre et du Calvados*. Ce mélange est vieilli pendant plus d'un an dans un fût de chêne, avant de pouvoir être dégusté.

** le Calvados est une eau de vie, c'est-à-dire un alcool obtenu par distillation du cidre*.

Le but de cette épreuve est de comparer la quantité d'alcool de ce pommeau à celle des autres boissons alcoolisées.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT

Document 1 : L'alcool, c'est quoi ?

Malgré des modes de production très différents, une grande variété de goûts et de couleurs, l'alcool n'est en réalité qu'une seule et même substance, l'éthanol ou, en langage courant, l'alcool pur.

L'alcool provient de la fermentation de fruits, de grains ou de tubercules. La fabrication de certaines boissons alcoolisées comporte une étape de distillation, ce qui permet d'augmenter leur concentration en alcool pur.

L'indication en degré (°) ou en pourcentage (%) correspond au volume d'alcool pur contenu dans 100 mL. Si une boisson est à 35° (ou est concentrée à 35 %), cela signifie que 100 mL de cette boisson contiennent 35 mL d'alcool pur. Plus le degré est élevé, plus la boisson est concentrée en alcool pur.

Une bière, un verre de whisky, un verre de vin ou encore une vodka/orange tels qu'on les sert dans les bars contiennent tous approximativement la même quantité d'alcool pur (environ 10 g soit 12,7 mL). C'est ce qu'on appelle un **« verre standard »** ou encore une **« unité d'alcool »**.



Source : http://jeunes.alcool-info-service.fr

Document 2 : Préparation de la solution S à doser

Le pommeau étant constitué de diverses espèces chimiques, on effectue une distillation fractionnée afin d'en extraire l'éthanol. Dans un ballon, on chauffe un mélange de 50 mL de pommeau et 100 mL d'eau ; les vapeurs formées montent dans la colonne puis sont extraites tout en étant condensées grâce à un réfrigérant. Au bout d'une heure, on obtient environ 50 mL de distillat constitué d'éthanol et d'eau.
Le distillat est ensuite versé dans une fiole jaugée et dilué avec de l'eau distillée afin d'obtenir 500 mL de solution notée S.

Remarque : on admet que la solution S contient tout l'éthanol présent initialement dans les 50 mL de pommeau.

Document 3 : Titrage de l'éthanol présent dans la solution S

Principe

Les molécules d'éthanol réagissent avec les ions permanganate en milieu très acide mais cette réaction, quoique totale, est lente : elle ne peut donc pas être le support d'un titrage. On introduit donc les ions permanganate en excès dans le milieu réactionnel, on laisse le temps à la réaction de s'effectuer (étape 1), puis on réalise le titrage des ions permanganate en excès par les ions Fe^{2+} (étape 2).

Étape 1

- Placer, dans un erlenmeyer de 100 mL, un volume de 25,0 mL de solution de permanganate de potassium à 0,050 $mol.L^{-1}$
- Ajouter progressivement, environ 20 mL d'acide sulfurique à 5 $mol \cdot L^{-1}$
- Ajouter 2,0 mL de solution S
- Boucher l'erlenmeyer
- Mettre sous agitation pendant 15 min

Étape 2

- Remplir la burette à l'aide de la solution contenant les ions Fe^{2+}
- Placer sous la burette l'ensemble « agitateur magnétique + erlenmeyer »
- Verser la solution titrante mL par mL en surveillant l'évolution de la couleur dans l'erlenmeyer
- Verser goutte à goutte quand la couleur s'éclaircit nettement tout en la comparant avec celle de la solution dans l'erlenmeyer témoin qui donne la couleur finale en fin de titrage
- Relever le volume versé à l'équivalence V_E

Détermination de la quantité de matière d'éthanol pur

Dans les conditions de l'expérience, la relation suivante permet de calculer la quantité de matière ***n*** (en mol) d'éthanol pur présent dans les 500 mL de solution S : $\boldsymbol{n = 0{,}39 - 0{,}025 \times V_E}$

avec $\boldsymbol{V_E}$ le volume versé à l'équivalence exprimé en mL.

Document 4 : Données relatives à l'éthanol

Masse volumique : $\rho = 0{,}79\ g \cdot mL^{-1}$ à 20 °C
Masse molaire : $M = 46{,}0\ g \cdot mL^{-1}$
L'eau et l'éthanol sont miscibles en toutes proportions

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un erlenmeyer de 100 mL + bouchon
- cinq béchers de 50 mL
- deux éprouvettes de 25 mL
- une éprouvette de 50 mL
- une fiole jaugée de 25,0 mL
- une pipette jaugée de 25,0 mL
- une pipette jaugée de 2,0 mL
- une pipette graduée de 5 mL
- une burette de 25 mL sur son support
- deux pipettes simples
- un agitateur magnétique avec barreau aimanté
- un chronomètre
- un flacon de 50 mL contenant de la solution S
- un flacon de 50 mL de solution de permanganate de potassium à $0{,}050\ mol \cdot L^{-1}$ en ions permanganate MnO_4^-
- un flacon de 50 mL de solution d'acide sulfurique à $5\ mol \cdot L^{-1}$
- un flacon de 50 mL de solution aqueuse de sulfate de fer II à $0{,}40\ mol.L^{-1}$ en ions Fe^{2+}
- un erlenmeyer de 100 mL contenant une solution ayant la « couleur témoin »
- une paire de lunettes
- une paire de gants
- un chiffon

Pictogrammes de sécurité

Solution de permanganate de potassium ($K^+_{(aq)}$; $MnO_4^-{}_{(aq)}$) $0{,}050\ mol \cdot L^{-1}$	Acide sulfurique $5\ mol \cdot L^{-1}$	Solution de sulfate de fer II ($Fe^{2+}_{(aq)}$; $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$) $0{,}40\ mol \cdot L^{-1}$
	 **Port de blouse, gants, lunettes de protection, pantalon et chaussures fermées**	

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Première étape du titrage (20 minutes conseillées)

Mettre en œuvre l'étape 1 du titrage de l'éthanol présent dans la solution S.
Identifier les éléments de verrerie à utiliser pour effectuer les différents prélèvements, en justifiant :

……

……

……

……

……

……

APPEL FACULTATIF		
	**Appeler le professeur en cas de difficulté**	

2. Comment comparer des boissons alcoolisées entre elles ? (10 minutes conseillées)

D'après le document 1, quelle grandeur pertinente doit-on déterminer afin de comparer la quantité d'alcool contenue dans le pommeau avec celle des autres boissons alcoolisées ? Justifier ce choix.

……

……

……

……

……

……

……

……

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

3. Deuxième étape du titrage (10 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole de l'étape 2 du titrage.

4. Comparaison du pommeau avec les autres boissons alcoolisées (20 minutes conseillées)

À l'aide des documents 2 et 3, calculer la quantité de matière d'éthanol pur dans la solution S et en déduire celle contenue dans 50 mL de pommeau.

……

……

……

……

……

……

En déduire grâce au document 4, le volume d'alcool pur contenu dans les 50 mL de pommeau.

……

……

……

……

……

……

Calculer alors la valeur de la grandeur choisie à la partie 2. Comparer alors la quantité d'alcool du pommeau avec celles des autres boissons alcoolisées.

……

……

……

……

……

……

……

……

Ranger la paillasse avant de quitter la salle.