

BTS QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

Session 2001

E2 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES U22 – SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviennent pour une part importante dans l'appréciation des copies.

PREMIÈRE PARTIE : CHIMIE

LE VIN

La composition chimique du vin est d'une grande complexité : plusieurs centaines de corps y participent. Ils proviennent directement du raisin ou sont produits au cours de la fermentation alcoolique et des transformations bactériennes.

On y trouve de l'eau, de l'éthanol, des acides organiques (acide tartrique, acide citrique ...), du dioxyde de soufre (surtout dans les vins blancs), des sucres, des substances minérales (fer, cuivre à l'état d'ions)...

I. L'ÉTHANOL DANS LE VIN (7 points)

Dosage de l'éthanol d'un vin :

- On place, dans un ballon rôdé, 20,0 mL de vin, 200 mL d'eau distillée ; on distille ce mélange. On obtient 50,0 mL de distillat qu'on verse dans une fiole jaugée de 250 mL. On complète avec de l'eau distillée ; cette solution est notée S_1 .
- On prélève 10,0 mL de S_1 auxquels on ajoute $V_2 = 20,0$ mL de solution de dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) de concentration $C_2 = 0,115 \text{ mol.L}^{-1}$ et 10 mL d'acide sulfurique concentré.
- On dose l'excès d'ions dichromate par les ions fer II d'une solution de sel de Mohr. La concentration des ions Fe^{2+} est $C_1 = 0,700 \text{ mol.L}^{-1}$. Le volume équivalent est $V_1 = 10,3$ mL.

Données : potentiels standards (à 25° C) :



1. Écrire l'équation de la réaction d'oxydation de l'éthanol en acide éthanoïque par les ions dichromate.
2. Écrire l'équation de la réaction entre les ions de dichromate en excès et les ions fer II.

3.
 - a. Calculer la quantité de matière d'ions dichromate en excès.
 - b. Calculer la quantité de matière d'ions dichromate ayant réagi avec l'éthanol.
 - c. Calculer la quantité de matière d'éthanol présente dans 10,0 mL de solution S₁.
4. Calculer la quantité de matière puis la concentration en éthanol contenu dans l'échantillon de vin initial.
5. La teneur en alcool d'un vin est exprimée par son pourcentage en volume : volume d'éthanol liquide (en litres à 20° C) dissout dans un volume total de 100 L de mélange.
Déterminer le pourcentage volumique en éthanol du vin étudié (encore appelé degré alcoolique).

Données : *masse volumique de l'éthanol à 20° C* : 789 g . L⁻¹.
masses molaires en g.mol⁻¹ : H : 1 C : 12 O : 16

II. ACIDITÉ D'UN VIN (6 points)

L'acidité d'un vin est due à la présence d'acides organiques (acide tartrique, acide citrique, acide maléïque...), de dioxyde de carbone et de dioxyde de soufre (pour les vins blancs).

La sous-commission de l'office national du vin définit l'acidité totale ainsi : *"c'est la somme des acides titrables, quand on amène le vin à pH = 7 par addition d'un volume V de base titrée. Le dioxyde de carbone, le dioxyde de soufre libre et combiné ne font pas partie de l'acidité totale"*.

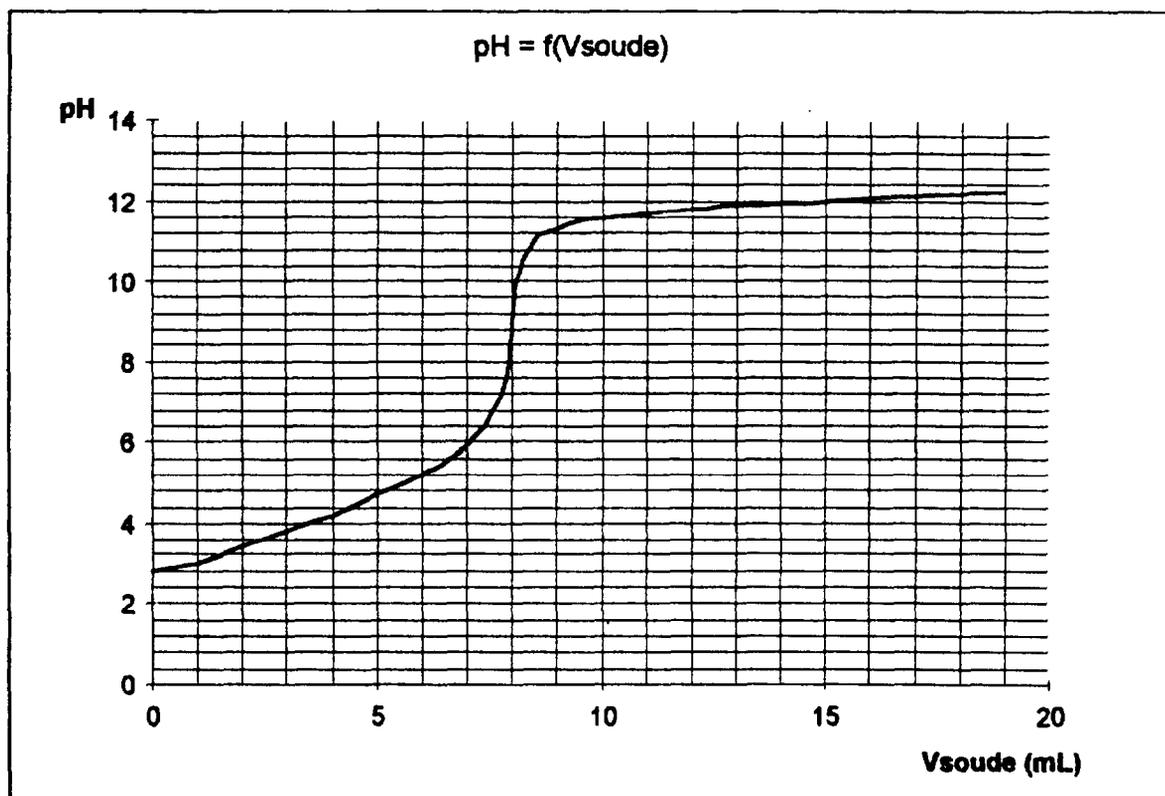
Pour l'Union européenne, l'acidité totale, quand on ramène le vin à pH = 7, est exprimée en grammes d'acide tartrique par litre.

1. Acide tartrique

- 1.1. La formule de l'acide tartrique est HOOC-CHOH-CHOH-COOH. Identifier le ou les carbone(s) asymétrique(s) de cette molécule.
- 1.2. Combien de stéréoisomères l'acide tartrique présente-t-il ? Justifier. Les représenter en projection de votre choix (Fischer ou Newman).

2. Dosage de l'acidité totale

- On porte à ébullition 20,0 mL de vin afin d'éliminer le dioxyde de soufre, puis on élimine le dioxyde de carbone par agitation du vin sous pression réduite.
- On dose ensuite la solution obtenue par la soude de concentration $C_b = 0,050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Le dosage est suivi par pHmétrie ; on obtient la courbe ci-dessous :



- 2.1. Estimer le pH à l'équivalence ; est-il acide, basique ou neutre ? Que peut-on conclure par rapport à la force des acides dans le vin ?
- 2.2. Pour $\text{pH} = 7$, quel est le volume de soude versé ?
- 2.3. Écrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide tartrique et la soude.
- 2.4. Calculer l'acidité totale du vin étudié, exprimée en grammes d'acide tartrique par litre.
masses molaires en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: H : 1 C : 12 O : 16

DEUXIÈME PARTIE : PHYSIQUE

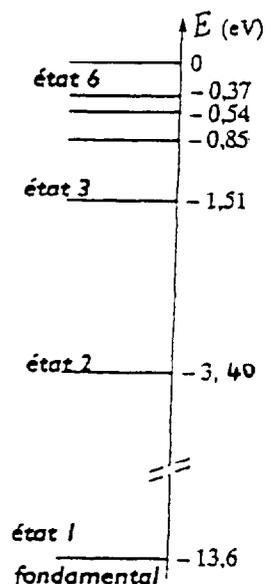
LAMPE À HYDROGÈNE SPECTROSCOPIE À RÉSEAU (7 points)

Données : Constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s

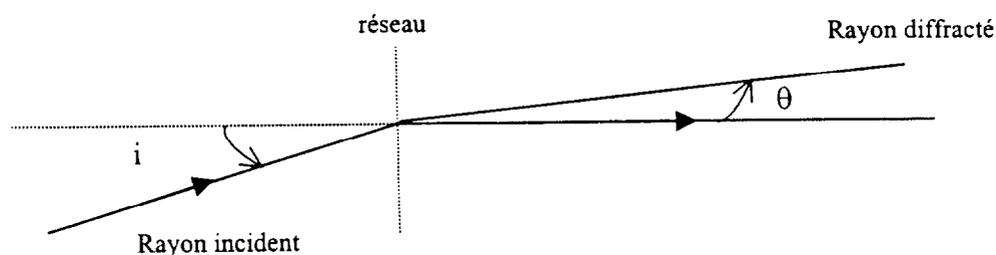
Célérité de la lumière $c = 2,998 \cdot 10^8$ m.s⁻¹

1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19}$ J.

III. Le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène est donné par la figure ci-contre :



1. Reproduire le diagramme en représentant la transition correspondant au minimum d'énergie absorbée, l'atome étant dans son état fondamental. Quelle est donc la plus grande longueur d'onde qu'il peut absorber ? À quel domaine appartient-elle ?
2. Dans le spectre d'émission d'une lampe à hydrogène on observe, entre autres, une raie rouge de longueur d'onde $\lambda_1 = 656$ nm et une raie bleue de longueur d'onde $\lambda_2 = 486$ nm. Préciser à quelle transition entre les états 1, 2 et 3 correspond la raie rouge émise en mentionnant le niveau initial et le niveau final.
3. Un réseau plan par transmission portant $n = 530$ traits par millimètre est éclairé par un faisceau de lumière parallèle provenant de la lampe à hydrogène. Il est disposé de la manière représentée ci-dessous :



Les angles d'incidence et de diffraction mesurés à partir de la normale au plan du réseau sont comptés positivement dans le sens trigonométrique (voir schéma).

On rappelle la formule du réseau : $\sin \theta = \sin i + k \lambda n$ (voir schéma)

i = angle d'incidence

θ = angle de diffraction

k = ordre du spectre

Quel est l'angle d'incidence i qui permet d'obtenir un rayon diffracté d'ordre 1 normal au réseau (angle de diffraction $\theta = 0$) pour la raie de longueur d'onde $\lambda_2 = 486$ nm ?

Faire le schéma correspondant.

4. Quel est, dans ces conditions, l'angle de diffraction de la raie de longueur d'onde $\lambda_1 = 656 \text{ nm}$ pour le spectre d'ordre 1 ?

5. On place sur la trajectoire du faisceau ainsi diffracté une lentille mince convergente de distance focale image 1,0 m. L'axe optique de la lentille est perpendiculaire au plan du réseau. Dans le plan focal image de cette lentille on place un écran parallèle au plan du réseau.

Faire un schéma clair du dispositif sur lequel vous préciserez le trajet des rayons des faisceaux de longueurs d'onde λ_1 et λ_2 .

6. Calculer la distance qui sépare, sur l'écran, la raie diffractée de longueur d'onde λ_2 de l'autre raie de longueur d'onde λ_1 .