

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE

Option : STAV

Durée : 120 minutes

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **Calculatrice**

Le sujet comporte **6** pages

PHYSIQUE-CHIMIE **20 points**

SUJET

PARTIE A : Fabrication d'une confiture (13 points)

Victor, élève en lycée agricole, produit chaque année quelques pots de confiture de fraise avec des fruits frais de son jardin.

Les questions 1. 2. et 3. sont indépendantes.

1. Cuisson de la confiture : Victor prépare 4 kg de confiture en utilisant 2 kg de sucre. Il se demande si cette opération est bien économique et s'il n'aurait pas plutôt intérêt à acheter de la confiture bio dans une épicerie.

Les données permettant de répondre aux questions suivantes sont rassemblées dans le **document 1**.

Pour la cuisson, il utilise une gazinière munie d'un brûleur de puissance : 2,2 kW à gaz propane.

1.1 La cuisson a une durée de 45 min, montrer que l'énergie thermique E_{Th} mise en jeu a une valeur proche de 6×10^3 kJ.

1.2 En déduire la masse de propane consommée durant la cuisson.

1.3 En réalisant un petit bilan sur le coût de production de la confiture « maison », indiquer (à Victor), en justifiant, s'il est économique, ou non, de fabriquer sa propre confiture.

2. Prise de la confiture, formation du « gel » :

La gélification d'un mélange de fruits et de sucre, donc la prise de la confiture, est directement liée à la présence de composés pectiques dans les fruits. Plus le fruit contient de pectine, plus la confiture sera facile à réaliser. Les fraises sont relativement pauvres en pectine, mais le sucre utilisé, « spécial confitures », en contient. Le **document 2** donne des extraits de documents relatifs à la prise des confitures ainsi que des données relatives à la pectine.

2.1 Après étude du texte proposé dans le **document 2** :

2.1.1 Donner la formule développée des deux groupes d'atomes caractéristiques qui permettent la prise de la confiture.

2.1.2 Préciser le nom de ces groupes.

2.2 En s'appuyant sur le diagramme de prédominance de la pectine, préciser le domaine de pH dans lequel doit se situer le pH de la confiture pour qu'il y ait prise.

2.3 Interpréter le rôle du jus de citron ajouté au mélange (sucre+fruit+pectine) au point de vue de la chimie de la transformation attendue.

3. Dosage de l'acide citrique dans un citron :

L'acide présent majoritairement dans un citron est l'acide citrique (triacide noté AH_3). Pour obtenir la valeur du pH recherché pour la confiture, il faut qu'il y ait, au minimum : 3 g d'acide citrique par kg de fruits. Dans le cadre d'un TP réalisé au lycée, Victor souhaite contrôler si les citrons dont il dispose dans son jardin contiennent de l'acide citrique en masse suffisante. Pour cela, il réalise un dosage de cet acide contenu dans tout le jus d'un citron.

Le protocole opératoire est le suivant :

- Presser un citron afin d'en extraire tout le jus et filtrer ce dernier.
- Placer ce jus dans une fiole jaugée puis ajouter de l'eau distillée afin d'obtenir une solution S_0 de 1,0 L.
- Prélever un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de la solution S_0 et le placer dans un erlenmeyer, ajouter 2 gouttes d'un indicateur coloré acido-basique adapté.
- Verser une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, à la burette graduée.
- Faire plusieurs essais, noter les volumes $V_{2\text{eq}}$ versés à l'équivalence.

3.1 Dosage de la prise d'essai de la solution S_0 .

3.1.1 Compte tenu de la nature de l'acide citrique, l'équivalence est obtenue pour un pH basique du milieu réactionnel. Choisir dans la liste proposée dans le **document 3**, en justifiant, le nom de l'indicateur coloré utilisé.

3.1.2 Indiquer le changement de couleur du milieu réactionnel qui permet de repérer l'équivalence.

3.2 Bilan de matière.

3.2.1 Écrire l'équation de la réaction support du dosage entre l'acide citrique et les ions HO^- de la solution d'hydroxyde de sodium.

3.2.2 En déduire la relation : $3 \times C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_{2\text{eq}}$ où C_1 est la concentration de la solution C_1 que l'on cherche à déterminer.

3.2.3 Le volume $V_{2\text{eq}}$ de solution dosante versée à l'équivalence a pour valeur moyenne : 10,8 mL. Calculer la valeur numérique de C_1 .

3.3 Réponse à la question de Victor.

3.3.1 Utiliser le résultat de ce dosage pour déterminer la masse d'acide citrique contenue dans la solution S_0 et donc dans tout le jus.

3.3.2 Est-ce que les citrons de Victor sont suffisamment pourvus en acide citrique pour être utilisés dans les conditions de la recette de la confiture de fraises ?

PARTIE B : Etude du mouvement d'un parachutiste (7 points)

Une nouvelle forme de parachutisme consiste à pratiquer cette activité non plus à partir d'un aéronef mais d'un point fixe élevé : bâtiment urbain, falaises...

Le saut d'un parachutiste a été filmé, un traitement informatique adapté a permis de fournir la trajectoire du centre de gravité **G** du parachutiste et de son équipement à intervalles de temps réguliers. Elle est donnée dans le **document 4**.

La masse du centre de gravité du parachutiste et de son équipement est : $m = 95 \text{ kg}$.

Le mouvement comporte deux parties :

1 Mouvement uniforme du centre de gravité G.

1.1 Identifier sur la trajectoire, en le justifiant, la partie du mouvement qui correspond à un mouvement uniforme.

1.2 Calculer la vitesse moyenne du centre de gravité sur cette partie.

1.3 Donner, en le justifiant à l'aide d'une loi que l'on citera, la valeur de la force résultante F_R qui s'applique sur le système {parachutiste-parachute} durant cette phase du mouvement.

2 Mouvement accéléré du centre de gravité G.

2.1 Calculer la valeur de la vitesse $\mathbf{v}_5$ du centre de gravité **G** à la position $\mathbf{M}_5$ puis celle de la vitesse $\mathbf{v}_7$ à la position $\mathbf{M}_7$.

2.2 En déduire la valeur de l'accélération **a** de G à la position $\mathbf{M}_6$.

2.3 À l'aide de la seconde loi de Newton que l'on citera, déterminer la valeur numérique de l'intensité de la pesanteur g à la position $\mathbf{M}_6$.

DOCUMENT 1

La fabrication de la confiture

Relation entre énergie et puissance :

L'énergie E mise en jeu sur une durée Δt par un système de puissance P a pour expression : $E = P \times \Delta t$. Les unités sont celles du système international.

Le propane, sa combustion :

- Pouvoir calorifique du propane : $P_{Cl} = 45,7 \times 10^3$ kJ/kg (la combustion d'un kilogramme de propane fournit une énergie thermique de $45,7 \times 10^3$ kJ).
- 1 min représente 60 s.
- Coût d'une bouteille de 13 kg de propane : 30 €.

Prix de divers ingrédients :

- Sucre spécial confitures : 1 kg coûte 2,90 €.
- Confiture bio : un pot de 500 g coûte 6,50 €.

DOCUMENT 2

La prise de la confiture

Comment les confitures prennent-elles ?

« Une confiture trop liquide et le petit déjeuner devient délicat ! Une confiture doit être prise ; les fruits, cuits avec du sucre et parfois du citron, formant une pâte suffisamment épaisse.

C'est la pectine des fruits, longue chaîne moléculaire de la famille des glucides, qui est la principale responsable de cette prise. Lors de la cuisson de la confiture, les fruits se disloquent, libérant la pectine qui passe dans le jus sucré. En refroidissant, les molécules de pectine forment un réseau en s'accrochant les unes aux autres par des liaisons appelées liaisons hydrogène. Celles-ci se font entre **des groupes caractéristiques dits « acides organiques » et des groupes caractéristiques dits « alcools »** qui jalonnent la molécule de pectine, groupes qui doivent rester libres et intacts pour ne pas entraver la formation de ce réseau.

D'après un document du site : <http://www.espace-sciences.org>

« Ajouté à un kilo de fruits, le jus d'un citron suffit à donner l'acidité nécessaire pour que la pectine réagisse. (...) »

Extrait de : Larousse des confitures, Ed Larousse

#

La pectine

La pectine a des propriétés acido-basiques, on écrit le couple acido-basique qui lui est associé avec la formule suivante : $R - \text{COOH} / R - \text{COO}^-$; son pK_a a pour valeur : 3,2.

DOCUMENT 3

Dosage de l'acide citrique

Acide citrique.

On le notera avec la formule : AH_3 .

Équation simplifiée de sa dissociation dans l'eau : $\text{AH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{A}^{3-}_{(\text{aq})}$

Masse molaire : 192 g.mol^{-1}

Données concernant le dosage :

- Solution d'hydroxyde de sodium : $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$

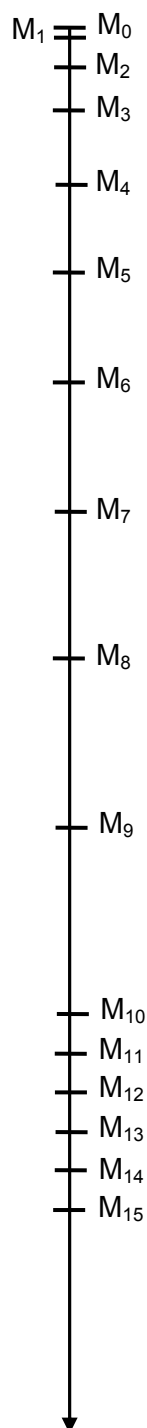
Indicateurs colorés usuels, zones de virage

<i>Indicateur</i>	<i>Teinte acide</i>	<i>Zone de virage</i>	<i>Teinte basique</i>
hélianthine	rouge	3,1 - 4,4	jaune
rouge de méthyle	rouge	4,2 - 6,2	jaune
bleu de bromothymol	jaune	6,0 - 7,3	bleu
phénolphtaléine	incolore	8,2 - 10,0	rose fuchsia intense

DOCUMENT 4

Modélisation du mouvement du parachutiste

Les points M_0, M_1, M_2 correspondent aux positions du centre de gravité du parachutiste et de son équipement dans le référentiel terrestre à des intervalles de temps réguliers et égaux.



Echelle :
1 cm correspond à 10 m



Données :

- Les points M_0, M_1, M_2 correspondent aux positions du centre de gravité du parachutiste et de son équipement à des intervalles de temps : $\Delta t = 0,5 \text{ s}$

- Expression de la vitesse instantanée d'un corps v_i en un point i .

$$v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\Delta t} \quad \text{où } M_{i-1}M_{i+1} \text{ est la distance entre les positions } M_{i-1} \text{ et } M_{i+1}$$

- Expression de l'accélération a_i d'un corps en un point i

$$a_i = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{2\Delta t}$$