

**BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE**

Série : STAV

Durée : 120 minutes

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

Le sujet comporte 7 pages

PHYSIQUE CHIMIE 20 points

Les annexes A et B sont à rendre avec la copie

SUJET

Physique-chimie et aquariophilie

L'aquariophilie est le loisir qui consiste à s'occuper d'animaux et de plantes aquatiques dans un aquarium. La maintenance de l'eau est la clé de la réussite en aquariophilie. L'absence de pollution, la composition constante de l'eau, sa température et son pH sont particulièrement indispensables à la bonne santé des poissons et des plantes.

Dans le cadre d'un club d'aquariophilie, au sein de son établissement scolaire, Julian, un élève, est chargé d'entretenir un aquarium d'eau douce. Pour cette mission, il dispose d'une mallette d'analyse spécifique pour le contrôle des eaux. Il a également accès, sous la responsabilité d'un professeur et d'un technicien, au laboratoire du lycée.

PARTIE A : L'eau de l'aquarium, milieu de vie des animaux et des plantes (9 points)

1. Nécessité du contrôle du pH de l'eau de l'aquarium

1.1 En s'appuyant sur les connaissances acquises et les informations données dans le **document 1**,

1.1.1 Écrire l'équation chimique traduisant l'action de l'eau sur l'ion ammonium NH_4^+ et exprimant l'équilibre acidobasique du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.

1.1.2 Préciser pourquoi l'eau des aquariums ne doit contenir de l'ammoniac NH_3 qu'en de très faibles quantités, voire en être totalement dépourvue.

1.1.3 Indiquer, en justifiant, pourquoi la valeur du pH doit être contrôlée afin de ne pas être trop élevée.

1.2 La valeur du pH peut être contrôlée à l'aide de bandelettes destinées à sa mesure. Elle peut, également, être évaluée à l'aide des indicateurs colorés présents au laboratoire du lycée et dont les caractéristiques sont rappelées dans le **document 1**.

1.2.1 Indiquer, en justifiant, lequel de ces indicateurs colorés présents au laboratoire peut-être utilisé pour effectuer ce contrôle.

1.2.2 Donner, en trois lignes maximum, ou par des schémas simples légendés, le protocole de la manipulation à effectuer pour faire ce contrôle.

2. Contrôle du pH de l'eau. Le pH de l'eau peut également diminuer pour des raisons liées à l'environnement gazeux de l'aquarium et à l'absence de certains ions dans l'eau. Il existe dans le commerce des produits que l'on ajoute à l'eau de l'aquarium, destinés à faire augmenter la valeur de son pH.

Un de ces produits est commercialisé sous le nom de « pH-plus® » par la société JBL®. Il s'agit d'une solution aqueuse contenant des ions hydrogénocarbonate HCO_3^- dont la composition massique, indiquée par le fabricant du produit, a pour valeur approximative : 30 g.L^{-1} .

Julian va effectuer un dosage de ce produit afin d'en connaître la teneur exacte. Les données relatives à ce dosage sont rapportées dans le **document 1**.

Il cherche tout d'abord à déterminer la valeur de la concentration molaire, notée C_1 , d'une solution fille obtenue après avoir **dilué 10 fois** la solution commerciale (appelée solution mère).

Un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution fille est dosé par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_2 = 3,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Le volume d'acide chlorhydrique versé lors du dosage est noté V_2 . La courbe de l'évolution du pH lors du dosage est donnée en **Annexe A**.

2.1 Déterminer la valeur du volume équivalent $V_{2\text{eq}}$ en faisant apparaître les traces écrites de cette détermination sur la courbe de l'**Annexe A** (à rendre avec la copie).

2.2 Donner, en justifiant, la relation entre C_1 , V_1 , C_2 et $V_{2\text{eq}}$.

2.3 Calculer la valeur de C_1 concentration molaire de la solution fille.

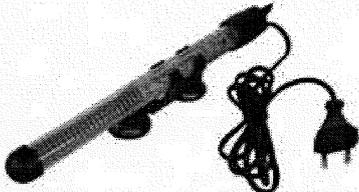
Conformité du résultat du dosage avec les données commerciales :

2.4 Montrer que la valeur de la concentration massique de la solution mère (« pH-plus® ») est conforme à celle indiquée par le fabricant du produit.

PARTIE B : Le système de chauffage et de l'épuration de l'eau de l'aquarium (11 points)

1. Etude énergétique du chauffage de l'eau

Le maintien de la température de l'eau de l'aquarium est assuré par un thermoplongeur, conducteur ohmique de résistance R , dont les caractéristiques sont données ci-dessous.

Thermoplongeur	Caractéristiques données par le fabricant
	Puissance électrique : 120 W Tension d'alimentation : 230 V Adapté pour eau douce et eau de mer

1.1 Donner le nom de l'effet qui se manifeste par la transformation d'énergie électrique en énergie thermique dans un conducteur ohmique.

1.2 Calcul de la puissance thermique P_{TH} , nécessaire pour le chauffage de l'eau : la température de l'eau de l'aquarium doit être amenée de 19°C (température de la pièce) à 25°C à l'aide du thermoplongeur qui fonctionne pour cela de façon ininterrompue.

Les données nécessaires à la résolution de cet exercice sont fournies dans le **document 2**.

1.2.1 Montrer que l'énergie thermique E_{TH} qui doit être transférée à l'eau pour cela a une valeur voisine de : $2,5 \times 10^6 \text{ J}$.

1.2.2 En s'appuyant sur le graphique de l'**Annexe B (à rendre avec la copie)**, déterminer la durée de chauffage pour que l'eau passe de 19°C à la température désirée de 25°C . Faire apparaître sur le graphique les constructions qui ont permis cette détermination.

1.2.3 En déduire que la valeur de la puissance thermique P_{TH} , nécessaire au chauffage de l'eau, a une valeur voisine de : 100 W .

1.2.4 Donner des éléments d'explication justifiant que la puissance du thermoplongeur installé dans l'aquarium est supérieure à P_{TH} .

2. Etude du système d'épuration de l'eau

Afin d'en réaliser son épuration, l'eau de l'aquarium circule en passant par une cuve de décantation située dans le sous-sol de la pièce (voir le dispositif dans le **document 3**). Cette eau revient ensuite dans l'aquarium à l'aide d'une pompe dite « de remontée ».

L'eau de l'aquarium est intégralement transférée dans la cuve de décantation puis remontée dans l'aquarium une fois par heure.

Les données et définitions nécessaires à la résolution de cet exercice sont fournies dans les **documents 2 et 3**.

2.1 Montrer que le poids P de l'eau remontée toutes les heures a une valeur voisine de : $1 \times 10^3 \text{ N}$.

2.2 Travail W du poids de l'eau sur la distance h de remontée.

2.2.1 Montrer que la valeur numérique de ce travail a une valeur voisine de : $-2 \times 10^3 \text{ J}$.

2.2.2 Justifier la valeur de son signe.

2.2.3 Au cours de ce déplacement de distance h , l'eau stocke de l'énergie. Nommer cette énergie dont la valeur absolue est égale à celle du travail W .

2.3 Choix d'une pompe. Pour son installation, l'aquariophiliste doit choisir une pompe de remontée entre deux exemplaires qui ont le même débit mais une puissance différente (caractéristiques données dans le **document 3**). Compte tenu de leur débit important ces pompes seront programmées pour ne fonctionner que sur une durée Δt relativement courte, chaque heure.

2.3.1 Montrer que la durée nécessaire pour remonter la totalité du volume d'eau avec ces pompes est égale à : $\Delta t = 180 \text{ s}$.

2.3.2 Montrer que la puissance P_r nécessaire pour effectuer la remontée du volume d'eau a une valeur voisine de : 11 W .

2.3.3 Après avoir calculé la valeur de la puissance électrique P_e nécessaire à une pompe pour effectuer cette remontée, indiquer à l'aquariophiliste la pompe qui sera adaptée pour son installation.

DOCUMENT 1

Caractéristiques de l'eau d'un aquarium d'eau douce - données

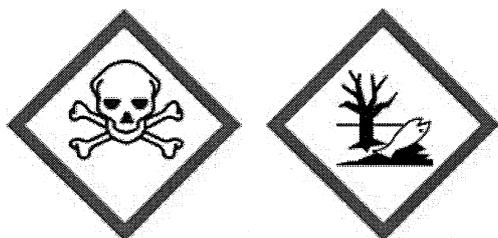
Paramètres physicochimiques de l'eau :

- sel (chlorure de sodium) : moins de 1 g/L en eau douce
- ions nitrates : moins de 50 mg/L, ions nitrites : moins de 0,1 mg/L.
- pH : 6,5 à 7,5
- température : comprise entre 23°C et 26°C.

Couple acido-basique $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$

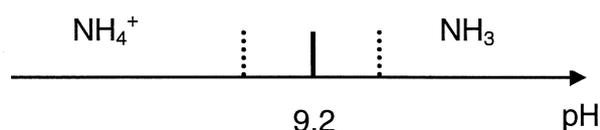
Les déchets organiques produits par les poissons sont une source d'ions ammonium NH_4^+ . Cette espèce appartient au couple acido-basique $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ où NH_3 est la formule brute de l'ammoniac.

Pictogrammes extraits de la fiche toxicologique de l'ammoniac NH_3 :



Source : <http://www.inrs.fr/>

Diagramme de prédominance du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$



pKa du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$: 9,2

Contrôle de l'eau : les indicateurs colorés acido-basiques disponibles au laboratoire :

Indicateurs	Colorations et bornes pH de la zone sensible		
héliantine	rouge	3,1 - 4,4	jaune
		orange	
bleu de bromothymol	rouge	6,0 - 7,6	bleu
		vert	
phénolphtaléine	incolore	8,0 - 9,9	rose fuchsia
		rose pâle	

Dosage de la solution d'ions hydrogénocarbonate :

L'acide chlorhydrique est une solution aqueuse d'ions H_3O^+ et Cl^-

Équation support du dosage : $\text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Masse molaire de l'ion hydrogénocarbonate : $M = 61 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

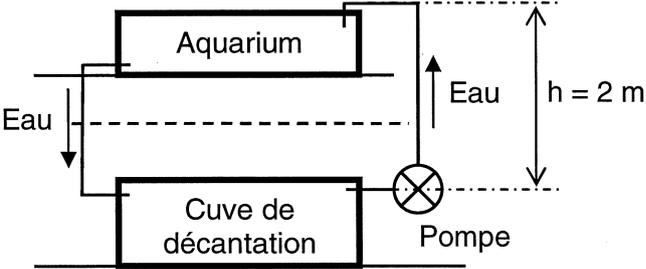
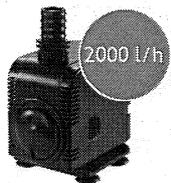
DOCUMENT 2

Données concernant le chauffage de l'eau

Aquarium		Caractéristiques
		Dimensions (cm) : L : 100 ; l : 35 ; H : 40 Volume d'eau : V = 100 L, soit une masse m = 100 kg
Données pour la résolution	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité thermique de l'eau : $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$. • 1 h correspond à 3 600 s • Expression de l'énergie thermique échangée par un corps de masse m, de capacité thermique c, passant de la température θ_1 à la température θ_2 : $E_{\text{TH}} = m \times c \times (\theta_2 - \theta_1)$ 	

DOCUMENT 3

L'aquarium et le système de remontée de l'eau

Dispositif de circulation de l'eau entre l'aquarium et la cuve de décantation				
Données - définitions	La valeur absolue d'un nombre n est notée n , elle est égale : <ul style="list-style-type: none"> - à lui même si ce nombre est positif ; - à son opposé si ce nombre est négatif. La valeur absolue d'un nombre est donc toujours positive.	Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ Relation entre la valeur absolue du travail d'une force W et la puissance P mise en jeu : $ W = P \times \Delta t$ Δt est la durée du déplacement (en s) Unités : P en watt et W en joule		
Pompes de remontées		Types de pompes disponibles		
(source : http://www.aquaprems.com/20-pompe-remontee-aquarium)		Aq-RM 20	Aq-RM 30	
		Alimentation	Energie électrique	Energie électrique
		Puissance électrique	20 W	30 W
		Rendement	0,45	0,45
	Débit	2 000 L/h	2 000 L/h	

NOM :

EXAMEN :

N° ne rien inscrire

(EN MAJUSCULES)

Spécialité ou Option :

Prénoms :

EPREUVE :

Date de naissance :

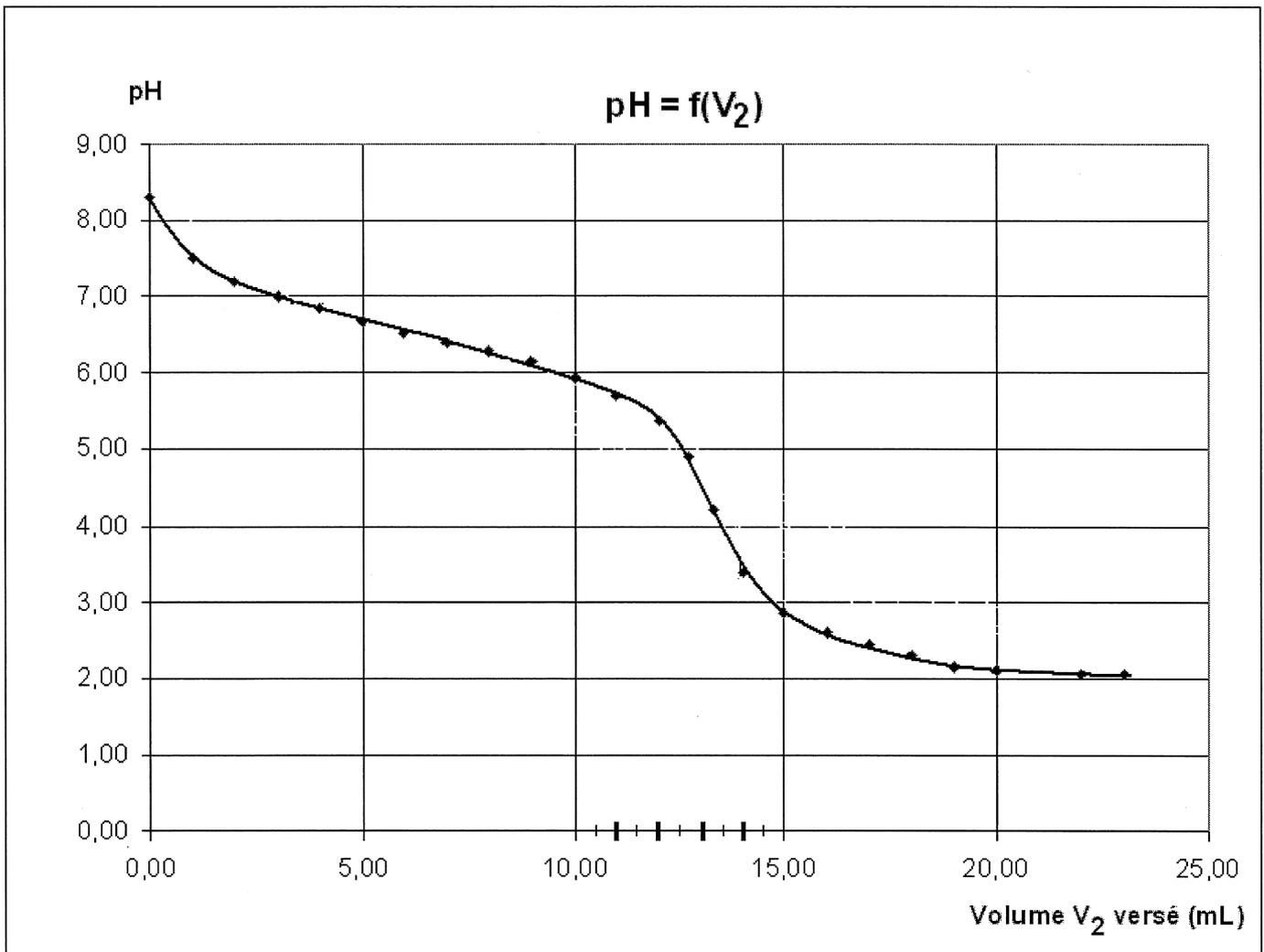
19

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

ANNEXE A (à compléter et à rendre avec la copie)



NOM :

EXAMEN :

(EN MAJUSCULES)

Spécialité ou Option :

Prénoms :

ÉPREUVE :

Date de naissance :

19

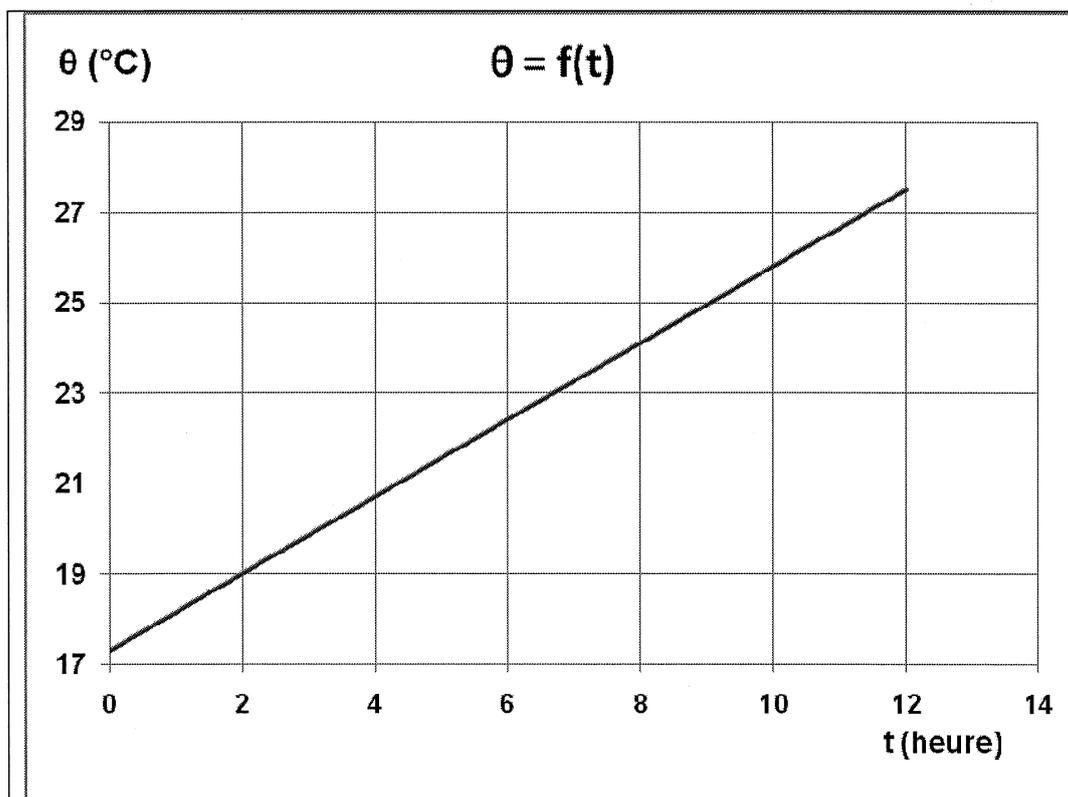
Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

ANNEXE B (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire



Graphique donnant l'évolution de la température de l'eau θ d'un aquarium de 100 L d'eau en fonction du temps t (fourni par le fabricant)