

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série : STAV

Durée : 120 minutes

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

Le sujet comporte **6** pages

PHYSIQUE CHIMIE **20 points**

Physique chimie et développement durable

Le sujet traite, dans la partie A, de la synthèse d'un bioplastique et, dans la partie B, du concept de la voiture hybride. Les parties A et B sont indépendantes.

PARTIE A (12 points)

UN BIOPLASTIQUE : LE PLA

Depuis plusieurs décennies, les matières plastiques sont utilisées dans notre vie quotidienne. Chaque année, environ quatre millions de tonnes de déchets constitués de ces matières sont rejetés à la mer. Face à cette pollution considérable, les industriels présentent les bioplastiques comme une alternative possible aux matières plastiques traditionnelles, et, parmi eux, le PLA, (polylactic acid).

1. De l'acide lactique au PLA

1.1 En s'appuyant sur le **document 1**, expliquer, en trois lignes maximum, pourquoi le PLA est une alternative intéressante aux matières plastiques traditionnelles.

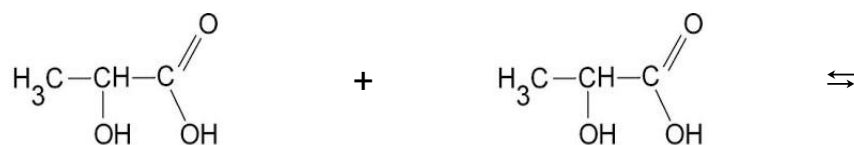
1.2 À l'aide du **document 2** et en justifiant le choix effectué, indiquer, parmi les dénominations proposées ci-dessous, celle qui correspond au nom de l'acide lactique en nomenclature systématique.

acide propanoïque	2-hydroxypropanone	1-carboxylpropan-2-ol
acide butanoïque	acide 2-hydroxypropanoïque	2-hydroxybutanoïque

1.3 En s'appuyant sur les connaissances acquises et sur les informations données dans le **document 2**, expliquer pourquoi l'acide lactique est un acide faible.

1.4 Pour obtenir le PLA, l'acide lactique réagit tout d'abord sur lui-même pour donner lieu à une estérification.

1.4.1 Recopier le schéma réactionnel donné ci-dessous, correspondant à cette estérification et le compléter.



1.4.2 L'ester formé peut à nouveau réagir avec une molécule d'acide lactique et ainsi de suite. Expliquer en trois lignes maximum pourquoi cette réaction peut avoir lieu.

2. Sources d'acide lactique

L'acide lactique utilisé dans la synthèse du PLA peut provenir, entre autres, de deux sources. L'objectif de cette partie est de justifier un choix industriel quant à la provenance de cette matière première.

2.1 L'acide lactique est présent dans le lait. On réalise le titrage d'un lait afin de déterminer si ce dernier est une source intéressante pour l'industrie du PLA.

Les données relatives à ce dosage sont rapportées dans le **document 3**.

2.1.1 Écrire l'équation chimique support du dosage de l'acide lactique présent dans ce lait par une solution d'hydroxyde de sodium.

2.1.2 Donner, en justifiant, la relation entre C_1 (concentration en acide du lait), V_1 , C_2 , et V_{2eq} .

2.1.3 Calculer la concentration en acide lactique dans le lait titré.

2.1.4 Montrer que la concentration massique C_m en acide lactique de ce lait est égale à : $1,3 \text{ g.L}^{-1}$

2.1.5 Calculer le volume de lait nécessaire pour disposer de 100 g d'acide lactique.

2.2 L'acide lactique peut également être obtenu par fermentation du glucose ou de l'amidon.

2.2.1 Écrire l'équation chimique de la fermentation du glucose de formule $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ sachant que le seul produit de la réaction est l'acide lactique.

2.2.2 Déterminer la masse de glucose nécessaire à l'obtention de 100 g d'acide lactique.

Donnée : Masse molaire du glucose : 180 g.mol^{-1}

2.3 En comparant les résultats obtenus aux questions 2.1 et 2.2, expliquer pourquoi les industriels n'extraient pas l'acide lactique du lait pour la fabrication du PLA.

Données :

- On pourra considérer que la masse d'un litre de lait a pour valeur : 1 kg.
- Le glucose peut être obtenu par hydrolyse du saccharose tiré de la betterave à sucre. On admettra que : 1 kg de betterave permet d'obtenir 125 g de glucose.

PARTIE B (8 points)

La réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les transports routiers

D'après le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, en 2012, le transport routier a représenté 32 % de l'énergie fossile consommée et 27 % des émissions de gaz à effet de serre. Cet exercice s'intéresse au fonctionnement des voitures hybrides (**document 4**) réputées pour consommer moins d'énergie fossile et ainsi limiter l'émission de dioxyde de carbone.

On se propose de comparer les performances écologiques de deux véhicules de même masse sur la même portion de circuit urbain. Un de ces véhicules est de type classique (véhicule A), l'autre est un véhicule hybride (**document 4**) (véhicule B). Ils ont la même masse : $m = 1\,300\text{ kg}$ et roulent tous deux à la vitesse $v_1 = 90\text{ km/h}$ ($25\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). À l'entrée d'une agglomération, les conducteurs réduisent leurs vitesses à $v_2 = 50\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($14\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) sur une durée $\Delta t = 8\text{ s}$.

1. Étude énergétique d'un véhicule classique en phase de freinage

Le véhicule A est équipé d'un moteur thermique, non hybride,

- 1.1 En s'appuyant sur le **document 4** et sur les connaissances acquises, préciser sous quelle forme est transformée l'énergie cinétique du véhicule durant la phase de freinage.
- 1.2 Préciser, en justifiant, si cette énergie peut être stockée et servir ultérieurement.
- 1.3 Calculer la valeur de la variation d'énergie cinétique ΔE_c lors de ce freinage.
- 1.4 Montrer que la puissance P_{fr} correspondante a pour valeur : 35 kW.

2. Étude énergétique d'un véhicule hybride en phase de freinage

Le véhicule hybride B, de même masse m que le précédent, effectue la même manœuvre de freinage, sa vitesse passant de v_1 à v_2 durant la même durée Δt .

- 2.1 En s'appuyant sur le **document 4** et sur les connaissances acquises, expliquer en trois lignes maximum, pourquoi ce type de véhicule contribue à la réduction des gaz à effet de serre comme le gaz carbonique.
- 2.2 Les véhicules hybrides sont équipés de plusieurs types de batteries, en particulier, ils disposent d'une batterie dite « haute tension » utilisée pour obtenir des apports de puissance quand cela est nécessaire. Les caractéristiques de cette batterie sont données dans le **document 5**.
En s'appuyant sur ce document et sur les connaissances acquises,
 - 2.2.1 Montrer que la valeur de la puissance P_{St} que le système pourrait stocker dans la batterie haute tension lors de la phase de ralentissement de ce véhicule a pour valeur : 21 kW.
 - 2.2.2 Calculer la valeur de l'énergie que stocke la batterie dans ces conditions.
 - 2.2.3 Montrer que pour recharger totalement cette batterie, une trentaine de ralentissements de ce type sont nécessaires.

DOCUMENT 3

Titration de l'acide lactique d'un lait

Données expérimentales :

- On effectue une prise d'essai d'un lait de volume $V_1 = 10,00$ mL et on la place dans un erlenmeyer. On assure une agitation de ce milieu.
- On ajoute à ce milieu quelques gouttes d'un indicateur coloré acido-basique : la phénolphtaléine.
- À l'aide d'une burette graduée, on verse dans cet erlenmeyer une solution dosante d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) de concentration en ions hydroxyde (HO^-) : $C_2 = 1,00 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹.
- L'équivalence est obtenue après avoir versé un volume $V_{2\text{eq}} = 14,5$ mL de la solution dosante.

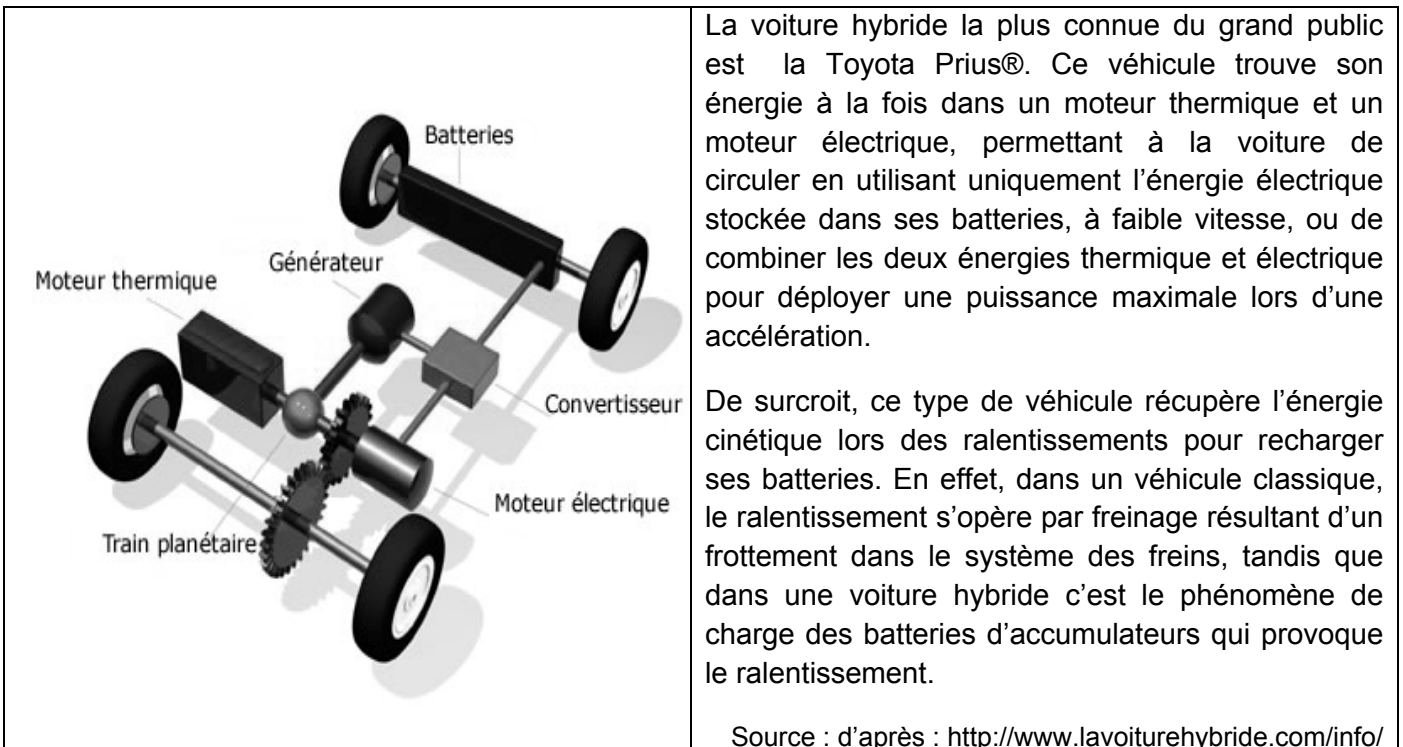
Données pour l'exploitation du dosage :

Couple acido-basique de l'acide lactique dosé : $\text{C}_3\text{O}_3\text{H}_6 / \text{C}_3\text{O}_3\text{H}_5^-$

Masse molaire de l'acide lactique : 90 g.mol⁻¹

DOCUMENT 4

Voiture hybride



DOCUMENT 5

Caractéristiques des batteries d'accumulateurs « haute tension » du type Ni-MH et du processus de leur charge

Tension nominale $U = 200 \text{ V}$
Capacité : $C = 6,5 \text{ A.h}$
Masse : 39 kg
Puissance massique : $1,3 \text{ kW/kg}$

Source : Toyota-Matsushita®

Données :

Charge de ces batteries :

Rendement énergétique de la charge : 60 % (60 % de la puissance récupérable est stockée dans la batterie sous forme chimique).

Énergie E échangée par un système : $E = P \times \Delta t$, avec P : puissance du transfert et Δt la durée du transfert. Les unités sont celles du système international.

Énergie stockable E_{st} dans une batterie : $E_{st} = 3600 \times C \times U$, avec C : capacité de la batterie en A.h et U : sa tension nominale en V.