

Définition de l'épreuve

Il s'agit d'une épreuve écrite terminale d'une durée de 2 heures.

1. objectifs de l'épreuve

L'épreuve porte sur les connaissances de physique et de chimie de la matière M9 inscrites au programme des classes de 1^{ère} et de terminale.

Elle permet d'évaluer les capacités à :

- mobiliser et organiser les connaissances dans le cadre de la résolution de problème ;
- formuler des hypothèses et proposer des explications scientifiques à un problème posé ;
- réaliser des calculs littéraux et leurs applications numériques ;
- exploiter une documentation pour en extraire les informations utiles et les confronter à ses propres connaissances afin de les interpréter d'un point de vue scientifique et d'exercer son esprit critique.

2. Nature du sujet

Le sujet comporte 2 parties, l'une de physique, l'autre de chimie. Chacune intervient pour la moitié de la note et la moitié du temps de l'épreuve.

Chaque partie comporte un ou plusieurs exercices et/ou problèmes gradués en difficulté.

En outre, sur l'ensemble du sujet, certaines questions pourront faire explicitement référence à des pratiques expérimentales ou techniques.

Il pourra par exemple être demandé au candidat :

- de commenter, compléter, critiquer, représenter graphiquement, exploiter des résultats expérimentaux ;
- de décrire ou commenter une expérience, une manipulation, un protocole expérimental ;
- de restituer un mode opératoire ou de décrire un montage destiné à vérifier une loi ;
- de dresser la liste des matériels et produits nécessaires à la réalisation d'une expérience ;
- de tirer des informations pertinentes de la lecture d'un texte scientifique ou technique ;
- d'expliquer le fonctionnement d'un appareil ;
- de faire ou d'annoter le schéma d'un montage expérimental ou d'un appareil ;
- d'analyser d'un point de vue scientifique un fait technique ou un fait de vie quotidienne ;
- d'indiquer des applications pratiques d'un phénomène ;
-

Lorsque l'usage de la calculatrice est autorisé, il l'est uniquement pour réaliser des calculs ou effectuer la programmation nécessaire à leur réalisation.

3. Modalités de correction

La correction est réalisée par un enseignant de physique - chimie.

Exemple de sujet

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE N° 8

SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série STAV

Coefficient : 2 - Durée : 2 h

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

Rappel : Au cours de l'épreuve, la calculatrice est autorisée pour réaliser des opérations de calcul, ou pour élaborer une programmation, à partir des données fournies par le sujet. Tout autre usage est interdit.

Les annexes sont à rendre avec la copie

SUJET

Les calculs effectués doivent être détaillés et justifiés. L'écriture des formules ou expressions littérales des lois utilisées est exigée.

PHYSIQUE Étude d'un système continu d'extraction de l'huile d'olive (10 points)

Le **document N°1** représente le schéma d'un système d'extraction d'huile d'olive.

1. Les olives fraîches sont chargées dans la trémie réceptrice, puis elles sont acheminées vers le groupe effeuilleuse-laveuse à l'aide d'un convoyeur tubulaire à vis.
La capacité de traitement du groupe est de 1,8 tonne par heure.
La hauteur qui sépare les points de chargement et de déversement est $h = 2,40$ m.
On désigne par \vec{P} le poids d'olives fraîches déversé en une heure dans le groupe de lavage.
 - 1.1. Calculer le travail $W(\vec{P})$ du poids \vec{P} au cours de la montée de hauteur h .
Justifier le signe de $W(\vec{P})$.
 - 1.2. Calculer la puissance minimale que doit fournir la vis pour la montée des olives de la trémie au groupe effeuilleuse-laveuse.
 - 1.3. La vis est entraînée par un boîtier d'engrenages couplé à un groupe moto-réducteur à arbre lent dont la puissance est de l'ordre de 1 kW.
Comparer cette puissance à la puissance minimale requise et justifier la différence de valeur observée.
On donne : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$
2. Le broyeur à couteaux métalliques est entraîné par un moteur électrique monophasé dont les caractéristiques sont : 230 V ; 50 Hz ; 3 kW ; $\cos \varphi = 0,85$.
 - 2.1. Donner la signification de ces 4 indications.
 - 2.2. En fonctionnement, des mesures ont donné :
 $U_e = 240 \text{ V}$; $I_e = 18,5 \text{ A}$
 - 2.2.1. Nommer l'appareil utilisé pour procéder à chacune de ces mesures.
 - 2.2.2. Déterminer la puissance active P_a du moteur.

2.2.3. En déduire son rendement η .

3. Le malaxeur thermique est un bac en acier dans lequel s'effectue un lent mouvement de mélange de la pâte. Cette opération a pour but de rompre l'émulsion entre l'eau et l'huile. Le réchauffage modéré de la pâte améliore l'efficacité du malaxage en augmentant le rendement en huile.

Au cours du malaxage d'une tonne de pâte, la température de l'ensemble est portée de 20 °C à 27 °C, température limite pour bénéficier de la mention "pressage à froid".

- 3.1. Montrer que la quantité de chaleur nécessaire à cette opération est

$$Q = 24500 \text{ kJ.}$$

- 3.2. Cette énergie thermique est intégralement fournie par des résistances électriques chauffantes dont la puissance totale est $P = 25 \text{ kW}$.

Déterminer la durée du chauffage.

On donne :

Capacité thermique massique de la pâte : $c = 3,50 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

4. La centrifugeuse permet de séparer l'huile de l'eau. Le moût d'huile est soumis à une centrifugation à la vitesse constante de 6000 tours par minute. Sous l'effet de la différence de densité, l'huile et l'eau se séparent. Il se produit simultanément une accumulation de résidus solides qui sont expulsés par débordage automatique.

Le diamètre du tambour de la centrifugeuse est $D = 80 \text{ cm}$.

- 4.1. Qualifier le mouvement d'un point M situé à la périphérie du tambour lors de son fonctionnement.

- 4.2. Calculer la période T et la vitesse angulaire ω du mouvement du tambour.

- 4.3. En déduire la vitesse linéaire v du point M.

CHIMIE **Étude des propriétés d'une huile d'olive** **(10 points)**

Le **document N°2** rassemble toutes les informations nécessaires à la résolution de l'exercice.

L'huile d'olive est une matière grasse qui constitue un des fondements de la cuisine méditerranéenne.

1. L'huile d'olive est essentiellement constituée d'un mélange de triesters du glycérol (ou propane-1,2,3-triol) et d'un acide gras.

- 1.1. Justifier le nom officiel de propane-1,2,3-triol donné au glycérol.

- 1.2. Classer les acides gras "présents" dans l'huile d'olive en acides gras saturés, mono-insaturés et poly-insaturés.

- 1.3. Donner le nom de la famille des triesters du glycérol.

Représenter la formule générale d'un triester du glycérol.

Justifier la dénomination "**triester**".

2. Au cours du temps et au contact de l'air humide, les triesters de l'huile d'olive subissent une transformation chimique qui conduit lentement à la formation de glycérol et d'acides gras.

Nommer cette transformation chimique et indiquer ses principales caractéristiques.

3. La quantité d'acides gras libérés dans une huile est encore appelée quantité d'acide libre.

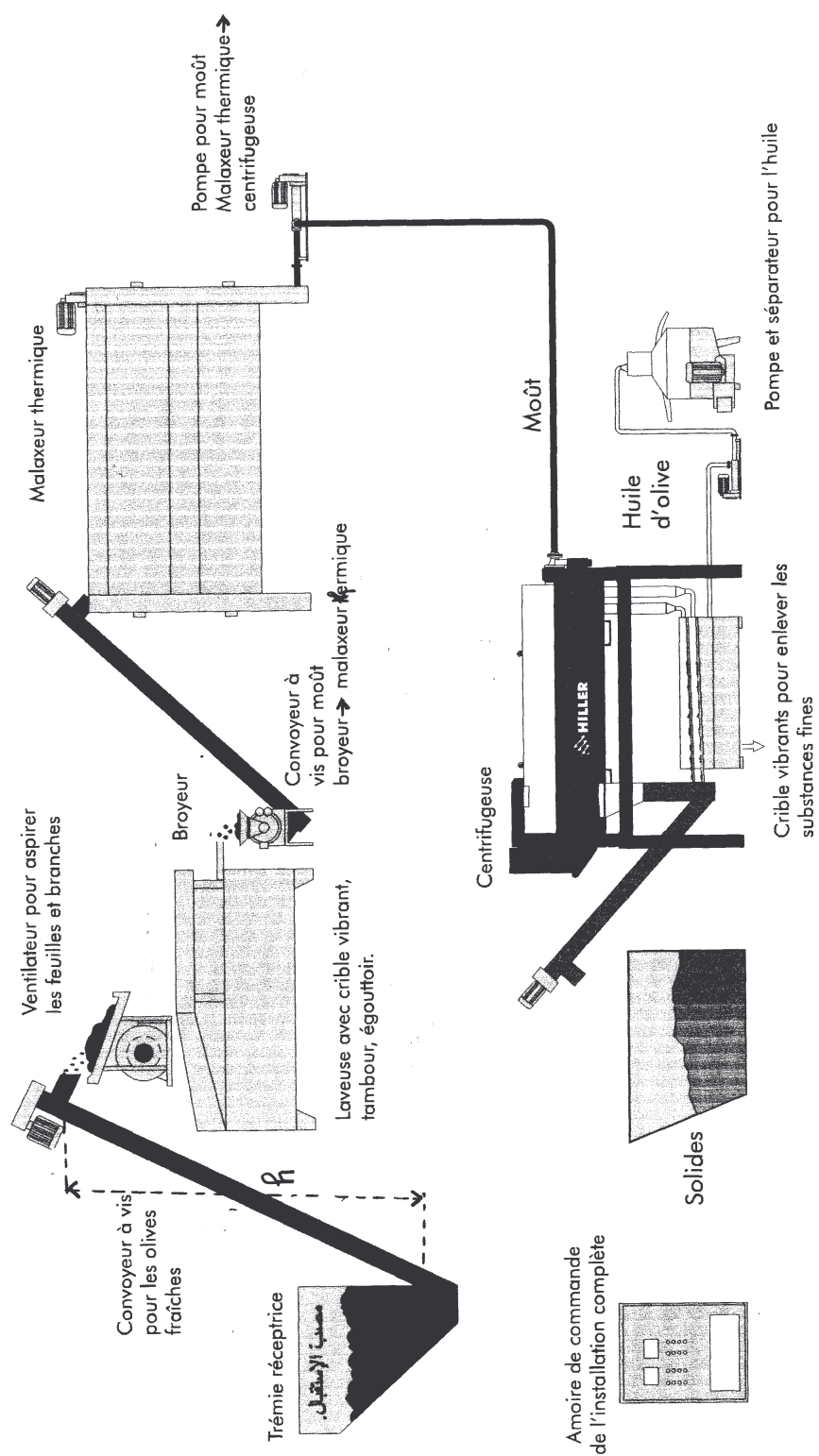
On considère que les acides libres de l'huile d'olive sont représentés par le seul acide oléique que l'on notera R - COOH.

On dose l'acide oléique libre d'une huile d'olive selon le protocole décrit dans le document N°2.

- 3.1. Citer les précautions à prendre pour réaliser ce dosage au laboratoire en toute sécurité.
- 3.2. Qualifier le comportement général des molécules des corps gras et des acides gras par rapport à l'eau. Justifier alors l'utilisation de l'éthanol et de l'éther comme solvants pour ce dosage.
- 3.3. Préciser le rôle joué par la phénolphthaléine dans ce dosage.
- 3.4. Écrire l'équation de la réaction de dosage.
- 3.5. Déterminer la relation entre les quantités de matière des réactifs à l'équivalence.
- 3.6. L'équivalence est obtenue pour un volume de potasse versé $V_B = 16,7$ mL. Calculer l'indice d'acide de cette huile.
- 3.7. Calculer la masse d'acide oléique contenue dans l'échantillon d'huile dosé.
- 3.8. Indiquer, en justifiant la réponse, si cette huile est consommable.
- 3.9. Au cours du dosage, une autre réaction peut être envisagée entre les triesters présents dans l'huile et la solution de potasse.
Rechercher, à l'aide du document N°2, de quelle réaction il s'agit.
Expliquer pourquoi l'influence de cette réaction n'est pas à prendre en compte dans ce dosage.

DOCUMENT N° 1

Représentation schématique d'un système d'extraction d'huile d'olive



DOCUMENT N° 2**Glycérol ou propane - 1,2,3 - triol**Formule semi-développée : $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$ **Composition de l'huile d'olive en acides gras**

Acide oléique	$\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_7 - \text{CH} = \text{CH} - [\text{CH}_2]_7 - \text{COOH}$	78 %
Acide linoléique	$\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_3 - [\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}]_2 - [\text{CH}_2]_7 - \text{COOH}$	10 %
Acide palmitique	$\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_{14} - \text{COOH}$	9 %
Acide stéarique	$\text{CH}_3 - [\text{CH}_2]_{16} - \text{COOH}$	3 %

Indice d'acide gras d'une huile**Principe**

Une huile est considérée comme consommable si sa teneur en acide libre est inférieure à 1 % en masse. Pour déterminer cette teneur, on dose les acides libres présents par une solution titrée d'hydroxyde de potassium (ou potasse) KOH en présence d'un indicateur coloré, la phénolphthaléine.

L'indice d'acide est la masse d'hydroxyde de potassium, exprimée en milligrammes, nécessaire au dosage de l'acide libre contenu dans un gramme d'huile.

Protocole

Introduire dans un erlenmeyer, une masse $m = 5,0 \text{ g}$ d'huile pesée précisément.

Ajouter 40 mL d'éthanol à 95 %, 20 mL d'éther (éthoxyéthane) et 3 gouttes de phénolphthaléine.

Agiter pour homogénéiser le mélange.

Le dosage proprement dit est réalisé à l'aide d'une solution de potasse alcoolique de concentration $C_B = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

On considère que les réactifs ont le même comportement qu'en solution aqueuse.

Fabrication d'un savon

L'action à chaud d'une solution concentrée de soude (NaOH) ou de potasse (KOH) sur un corps gras produit du glycérol et des sels de sodium ou de potassium de l'acide gras. Ces sels constituent le savon. Le savon de Marseille est obtenu par action d'une solution concentrée de soude sur de l'huile d'olive, essentiellement constituée d'oléine. La réaction de fabrication d'un savon porte le nom de saponification. L'expérience montre que c'est une réaction totale mais très lente.

Données

	Acide oléique	Potasse
Masses molaires en g.mol^{-1}	282	56

Exemple de sujet

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE N° 8

SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série STAV

INDICATIONS DE CORRECTION

PHYSIQUE Étude d'un système d'extraction de l'huile d'olive (10 points)

Questions	Indications de correction	Barème
1.1.	$W(\vec{P}) = -m \times g \times h = -1800 \times 10 \times 2,4 = -43200 \text{ J} = -43,2 \text{ kJ}$ Travail résistant Justification : le poids s'oppose au déplacement ou $W(\vec{P}) < 0$	1 pt 0,25 pt
1.2.	Puissance minimale fournie par la vis pour la montée des olives : $P = W / t = 43200 : 3600 = 12 \text{ W}$	0,5 pt
1.3.	Puissance du moto-réducteur très supérieure à la puissance minimale : compensation des pertes d'énergie par frottement des transmissions et de la vis tubulaire + réserve de puissance systématiquement prévue par le constructeur.	0,5 pt
2.1.	230 V : tension efficace de l'alimentation ; 50 Hz : fréquence du courant 3 kW : puissance mécanique utile ; $\cos \varphi = 0,85$: facteur de puissance	1 pt
2.2.1.	240 V \rightarrow voltmètre ; 18,5 A \rightarrow ampèremètre	0,5 pt
2.2.2.	$P_a = U I \cos \varphi = 240 \times 18,5 \times 0,85 = 3774 \text{ W}$	1 pt
2.2.3.	$\eta = P_u / P_a = 3000 : 3774 \approx 0,90$	0,75 pt
3.1.	$Q = m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i) = 1000 \times 3,50 \times 7 = 24500 \text{ kJ}$	1 pt
3.2.	$W = Q = P t \rightarrow t = W/P = 24500 : 25 = 980 \text{ s} = 16 \text{ min } 20 \text{ s}$	0,75 pt
4.1.	Mouvement circulaire uniforme	0,5 pt
4.2.	$f = 6000 : 60 = 100 \text{ Hz}$ d'où $T = 1/f = 1 : 100 = 1.10^{-2} \text{ s}$ soit 10 ms $\omega = 2 \pi f = 200 \pi \text{ rad.s}^{-1} \approx 628 \text{ rad.s}^{-1}$	0,75 pt 0,75 pt
4.3.	$v = \omega \times R = 200 \pi \times 0,40 = 251,3 \text{ m.s}^{-1}$	0,75 pt

CHIMIE Étude des propriétés d'une huile d'olive (10 points)

Questions	Indications de correction	Barème
1.1.	Propane : 3 atomes de C ; 1,2,3-triol : 3 fonctions alcool (-OH), réparties individuellement sur chacun des 3 atomes de C.	0,75 pt
1.2.	Acides gras saturés : acide palmitique, acide stéarique (pas de liaisons C=C) Acides gras mono-insaturés : acide oléique (une seule liaison C=C) Acides gras poly-insaturés : acide linoléique (deux liaisons C=C)	1 pt
1.3.	Famille : triglycérides Formule générale d'un triglycéride correcte Triester : les 3 fonctions alcool du glycérol sont estérifiées.	0,25 pt 0,75 pt 0,25 pt
2.	Réaction entre un ester et l'eau : hydrolyse de l'ester Réaction lente, athermique et limitée par la réaction inverse d'estérification	0,25 pt 0,5 pt
3.1.	Port de la blouse, de gants et de lunettes de protection.	0,5 pt

3.2.	Comportement hydrophobe des corps gras et acides gras → pratiquement insolubles dans l'eau Par contre ces mêmes composés sont solubles dans l'éthanol à 95 % et dans l'éther → rassemblement de tous les réactifs au sein d'une même phase → la réaction peut s'effectuer.	0,75 pt
3.3.	Phénolphthaléine : indicateur coloré dont le virage permet de repérer l'équivalence.	0,5 pt
3.4.	$R - COOH + HO^- \rightarrow RCOO^- + H_2O$	0,5 pt
3.5.	À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométriques : $n(\text{acide initial}) = n(HO^- \text{ versés})$	0,5 pt
3.6.	$n(HO^- \text{ versés}) = 16,7 \cdot 10^{-3} \times 9,0 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ Masse de KOH versée à l'équivalence = $1,5 \cdot 10^{-4} \times 56 = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 8,4 \text{ mg}$ Indice d'acidité : $8,4 : 5,0 = 1,68$	0,5 pt 0,5 pt 0,25 pt
3.7.	$n(\text{acide initial}) = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ Masse d'acide oléique dans l'échantillon : $1,5 \cdot 10^{-4} \times 282 = 0,0423 \text{ g}$	0,5 pt
3.8.	Masse d'acide oléique dans 1 g d'huile : $0,0423 : 5 = 0,84 \cdot 10^{-2} \text{ g}$ Soit 0,8 % en masse. Huile consommable car teneur inférieure à 1 %.	0,75 pt 0,25 pt
3.9.	Information figurant dans le document N°2 : il pourrait se produire une saponification des triesters avec la potasse. Cette réaction est très lente à froid. De plus, les réactifs utilisés lors du dosage ne sont pas concentrés → il est donc légitime de négliger cette réaction au cours du dosage.	0,75 pt