MÉTROPOLE 2019

PHYSIQUE-CHIMIE
SPÉCIALITÉ

EXERCICE 1 : De la noix de muscade à la cosmétique

1.1 La trimyristine est **plus soluble** dans le dichlorométhane que dans l'éthanol. De plus, la **température d'ébullition est plus faible** que celle de l'éthanol, l'évaporation de l'étape 2 sera donc plus simple.

1.2 La trimyristine est **soluble à chaud avec le propanone mais pas à froid**, il y a donc une recristallisation de la trimyristine

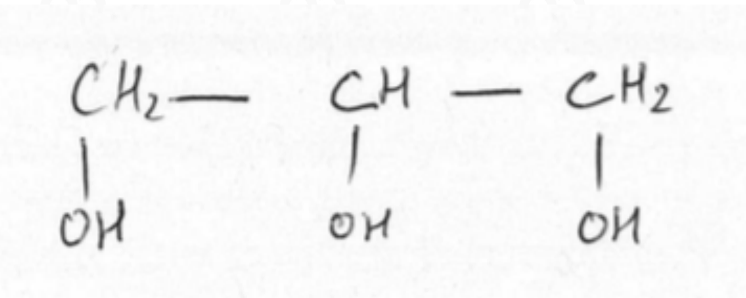
1.3 On sait que le pourcentage de trimyristine dans la noix de muscade est compris entre 20 et 25%. Ici nous avons extrait 4.75g de trimyristime de 20g de noix de muscade :

$$\frac{4{,}75}{20} \times 100 = \mathbf{23{,}7\%}$$

La quantité extraite est donc en accord avec les données.

2.

2.1



2.2 L'équation brute de la trimyristine est :$C_{45}H_{86}O_6$

Dans l'équation semi-dévloppée de l'équation de réaction, en dehors des 3R il y a 6 atomes d'oxygène, 6 atomes de carbone et 5 d'hydrogène

Calcul du nombre d'éléments dans UN seul composé R :

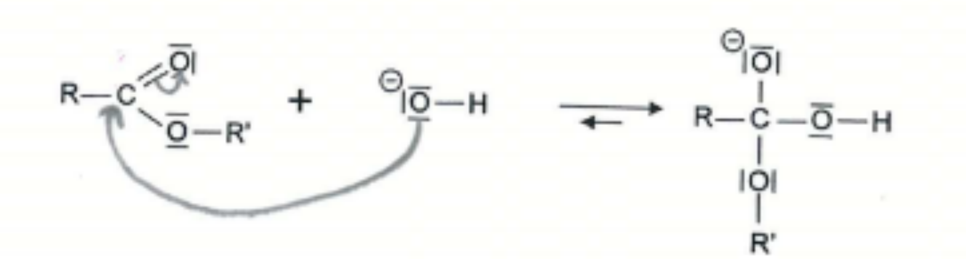
Oxygène : 6-6=0

Carbone : $\frac{45-6}{3} = 13$

Hydrogène : $\frac{85-5}{3} = 27$

R a pour formule brute $\boldsymbol{C_{13}H_{27}}$

2.3



2.4 Le pKa du couple est 5 et le pH =1. Or, si pH < pKa c'est la forme acide qui prédomine. **L'acide myristique prédomine** dans la solution.

2.5

1) calcul du nombre de mole de trimyristine

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4{,}75}{723} \approx 6{,}57.10^{-3} mol$$

Calcul du nombre de mol d'ion myristate formé. Pour un trimyristine, on a 3 ions myristates formés.

$3 \times 6.67.10^{-3} \approx 1{,}97.10^{-2}$mol

Pour un ion myristine on a une molécule d'acide myritique

$n_{th}(acide) = 1{,}97.10^{-2}$ mol

2) Expérimentalement on obtient 3,36g.

$$n_{exp}(acide) = \frac{3,36}{228} \approx 1,47.10^{-2} mol$$

Calcul du rendement :

$$\frac{n_{exp}}{n_{th}} = \frac{1.47.10^{-2}}{1.97.10^{-2}} \approx 0,746$$

Le rendement est d'environ 74,6%

3.

3.1 L'équation support du titrage est :

$$\boldsymbol{RCOOH + OH^- \rightarrow RCOO^- + H_2O}$$

3.2. Une mole d'OH$^-$ réagi avec une mole d'acide donc :

$$n(RCOOH) = n(OH^-) = c_2 \times V_E = 5,00.10^-2 * 9,60.10^{-3} = 4,80.10^{-4} mol$$

Calcul de la concentration d'acide

$$\mathrm{C_{acide}} = \frac{\mathrm{n_{acide}}}{\mathrm{V_{acide}}} = \frac{4,8.10^{-4}}{10,00.10^{-3}} = \boldsymbol{4,80.10^{-2} mol/L}$$

3.3 Calcul de la masse d'acide dans la S_1 dont V=100mL :

$$m = M \times n = M \times c \times V = 4,80.10^{-2} \times 0,100 \times 228 \approx \boldsymbol{1,09g}$$

3.4

$$U(m_{exp}) = m_{exp} \times \sqrt{\left(\frac{U(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U(C_2)}{C_2}\right)^2 + \left(\frac{U(V_1)}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{U(V_0)}{V_0}\right)^2}$$

$$U(m_{exp}) = 1,09 \times \sqrt{\left(\frac{0,05}{9,6}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{5,00}\right)^2 + \left(\frac{0,05}{10,0}\right)^2 + \left(\frac{0,08}{100,00}\right)^2}$$

$$U(m_{exp}) = 8,2.10^{-3} \approx 0,01$$

On en déduit que $\boldsymbol{1,08 \leq m_{exp} \leq 1,10}$

Même avec l'incertitude on est certain que $m_{exp} < m_{éch}$.

3.5 Calcul du degré de pureté :

$$d = \frac{masse\ de\ produit\ contenu\ dans\ l'échantillon}{masse\ échantillon} = \frac{1{,}09}{1{,}14} = 0{,}956$$

Soit un degré de pureté **d'environ 95%.**

EXERCICE 2 : Décollage de la fusée Ariane

1.1 Le débit massique d'éjection des gaz de vulcain est de 270 kg/s et de 1,8.10^3 kg/s pour chaque booster donc en 2,40s on a :

$$(1{,}8.10^3 \times 2 + 270) \times 2{,}40 = \boldsymbol{9\ 288\ kg}$$

Au décollage la masse de la fusée est d'environ 765 tonnes

calcul du % de carburant au décollage :

$$\frac{9{,}29}{765} \times 100 \approx 1{,}21\%$$

On peut donc **considérer la masse de carburant comme négligeable** dans l'étude du mouvement de la fusée

1.2 Sur la figure 1 on mesure $y_1 = 3{,}2\ cm$ et $y_5 = 4{,}5\ cm$ dans la réalité y_1 mesure 30,1m. Un produit en croix nous permet de calculer la valeur de y_5 :

$$y_5 = 4{,}5 * \frac{30{,}1}{3{,}2} \approx \boldsymbol{42\ m}$$

1.3

1. 3.1 Estimation d'une vitesse instantanée

$$v_2 = \frac{d_3 - d_1}{t_3 - t_1} = \frac{33{,}3 - 30{,}1}{1 - 0{,}20} = \boldsymbol{4\ m/s}$$

Avec le graphique on trouve que la vitesse pour t=0,60s est de 4m/s

1.3.2

$$a_{moy} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 - 0}{2{,}2 - 0} \approx \boldsymbol{6,8\ m/s^2}$$

1.3.3 La fusée à une vitesse verticale et dirigée vers le haut et accélère donc sont vecteur accélération est aussi **verticale et dirigée vers le haut.**

1.4 Au décollage il faut que la force de poussé soit supérieur au poids c'est donc le **schéma 1** qui convient

1.5 On utilise la seconde loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

Selon l'axe y :

$$F - P = ma$$

$$F = a + P$$

$$F = ma + mg$$

$$F = m(a + g)$$

$$F = 765.10^3(7 + 9{,}8)$$

$$F \approx 13.10^6 N = \mathbf{13\ 000\ kN}$$

Ce qui est cohérent avec le tableau de l'énoncé qui annonçait entre 12000 et 13000 kN.

2. Calcul du travail fourni par la force de poussée entre $t = 0{,}20s$ et $t = 2{,}2s$:

$$W = F \times AB$$

$$W = 13.10^6 \times (46{,}5 - 30{,}1) = 2{,}1.10^8 J = 200MJ$$

Calcul de la puissance correspondante :

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{200}{2} = \mathbf{100MW}$$

L'énoncé nous apprend que les booster apportent 90% de la puissance totale, le moteur vulcain qui apporte 10MW ne représente donc que 10%. Ce qui donne bien 100 MW au total.

EXERCICE 3 Spécialité : Accorder un diapason

1. Analyse dimensionnelle :

$$\sqrt{\frac{kg.m^{-1}.s^{-2}}{kg.m^{-3}}} \times \frac{m}{m^2} = \sqrt{\frac{m^3}{m.s^2}} \times \frac{1}{m} = \sqrt{\frac{m^2}{s^2}} \times \frac{1}{m} = \frac{m}{s} \times \frac{1}{m} = \frac{1}{s} = Hz$$

Donc le calcul est bien **homogène à une fréquence.**

C'est-à-dire que f doit être proportionnelle à $\frac{1}{L^2}$. Vérifions que c'est le cas avec les valeurs du tableau :

$\boldsymbol{f}$	485	384	320	256
$\boldsymbol{\frac{1}{L^2}}$	85,7	68,3	56,5	46,3
$\boldsymbol{f \times L^2 = \alpha}$	5,66	5,62	5,66	5,53

α est sensiblement le même à chaque fois, **f semble donc être proportionnelle à $\frac{1}{L^2}$ comme le prévoyait la formule.**

2. Calcul de la longueur d'onde :

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{346}{440} = 0{,}786\ m = \mathbf{78{,}6\ cm}$$

Problème

d étant constante pour tous les diapasons essayons de voir si nous pouvons modifier uniquement la longueur L pour obtenir une fréquence de 440Hz.

Nous savons que $f = \alpha \times \frac{1}{L^2}$ avec $\alpha \approx 5{,}62$, déterminons L pour $f = 440Hz$

$$L = \sqrt{\frac{\alpha}{f}} = \sqrt{\frac{5{,}62}{440}} = 0{,}113\ m = 11{,}3\ cm$$

Donc pour **les diapasons 2, 3 et 4 il suffit de raccourcir le diapason à 11,3cm**. Cependant il n'est pas possible de faire cela pour le diapason 1 qui est plus court.

On sait que $f = \beta \times d$, f est donc proportionnelle à d. Faisons un tableau de proportionnalité :

Fréquence (Hz)	485	440
Largeur (mm)	7	$440 \times \frac{7}{485} = 6{,}35$

Il faut donc **diminuer la largeur de la branche du diapason 1 à 6,35mm**

La largeur de la caisse de résonance doit être égale à :

$$D = \frac{\lambda}{4} = \frac{78{,}6}{4} = \mathbf{19,7cm}$$