

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SUJET

PHYSIQUE-CHIMIE

Première Générale

ANNALES

# spécialité

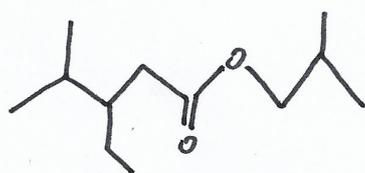
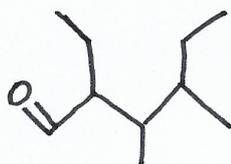
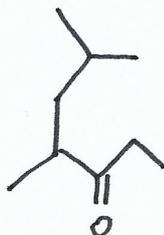
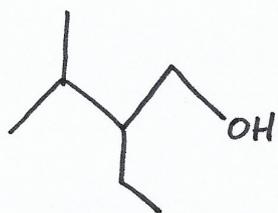
**Devoirs surveillés réalisés depuis septembre 2024.**

**Revoir l'ensemble de ces devoirs en prévision**

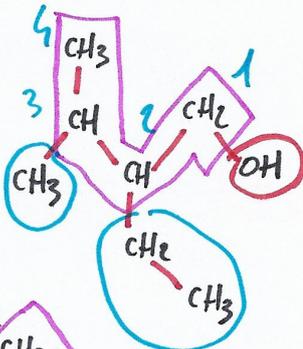
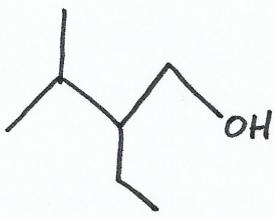
**d'un devoir bilan prévu fin mars 2025**



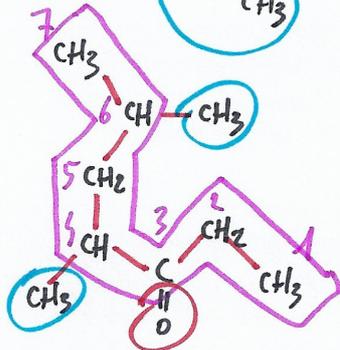
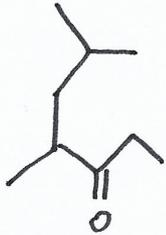
Donner la formule semi-développée et le nom de chacune des Formules Topologiques suivantes.



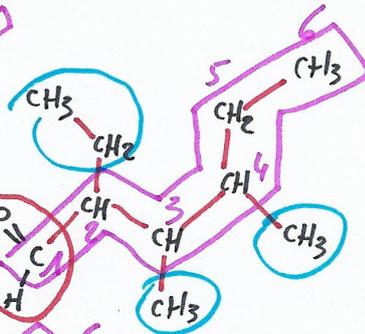
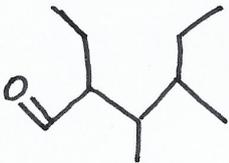
Donner la formule semi-développée et le nom de chacune des formules topologiques suivantes.



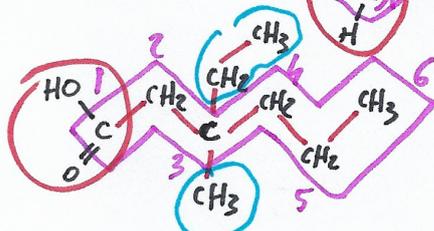
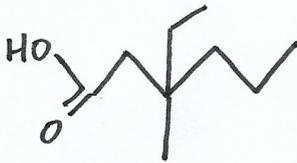
2-éthyl-3-méthylbutanol



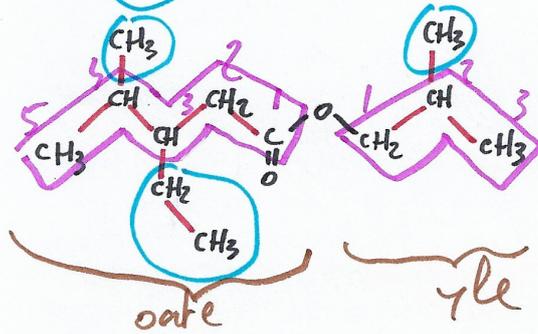
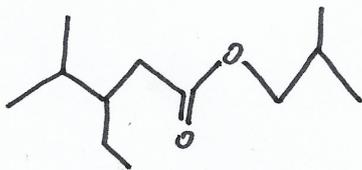
4,6-diméthylheptan-3-one



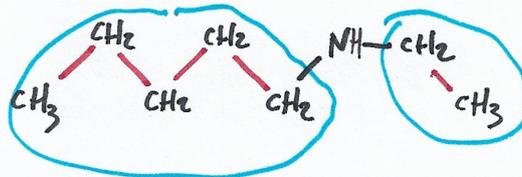
2-éthyl-3,4-diméthylhexanal



Acide 3-éthyl-3-méthylhexanoïque



3-éthyl-4-méthylpentanoate de 2-méthylpropyle



éthylbutanamine

**Exercice 1 Quantité de matière**

Calculer la masse molaire de l'acide malique , $C_4H_6O_5$	
Calculer la quantité de matière de 30,0 kg d'acide malique	
Calculer la concentration molaire puis la concentration massique de 30,0 kg d'acide malique contenu dans un volume de 10 000 L	
Ammoniac $NH_3$ $d = 0,95$ Déterminer la concentration de 1,0 L de cette solution	
Calculer le volume de $2,1 \cdot 10^{-5}$ mol d'une solution d'acide phosphorique $H_3PO_4$ de concentration $c = 12 \text{ mol.L}^{-1}$	
On dispose de 50 mL de solution S1 aqueuse de permanganate de potassium de concentration $C_1 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ On veut préparer 100,0 mL de solution S2 de concentration $C_2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . Calculer le volume $V_1$ de solution S1 à prélever pour préparer S2.	
Equation de dissolution de l'hydroxyde de cuivre $Cu(OH)_2$	

**Données : masses molaires**

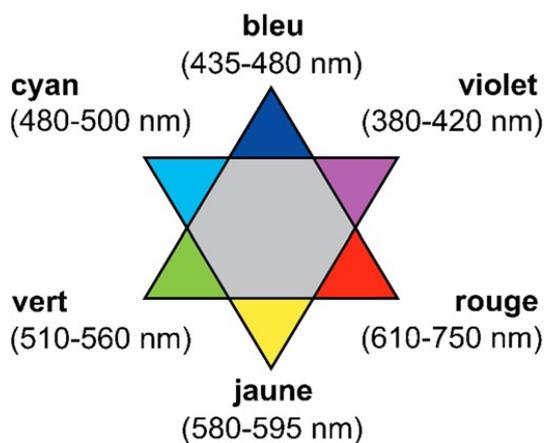
$M(H)=1 \text{ g.mol}^{-1}$   $M(C)=12 \text{ g.mol}^{-1}$   $M(O)=16 \text{ g.mol}^{-1}$   
 $M(N)=14,0 \text{ g.mol}^{-1}$

## Exercice 2 Spectre d'absorption

Un pigment est une espèce chimique colorante, insoluble dans le milieu qu'elle colore.

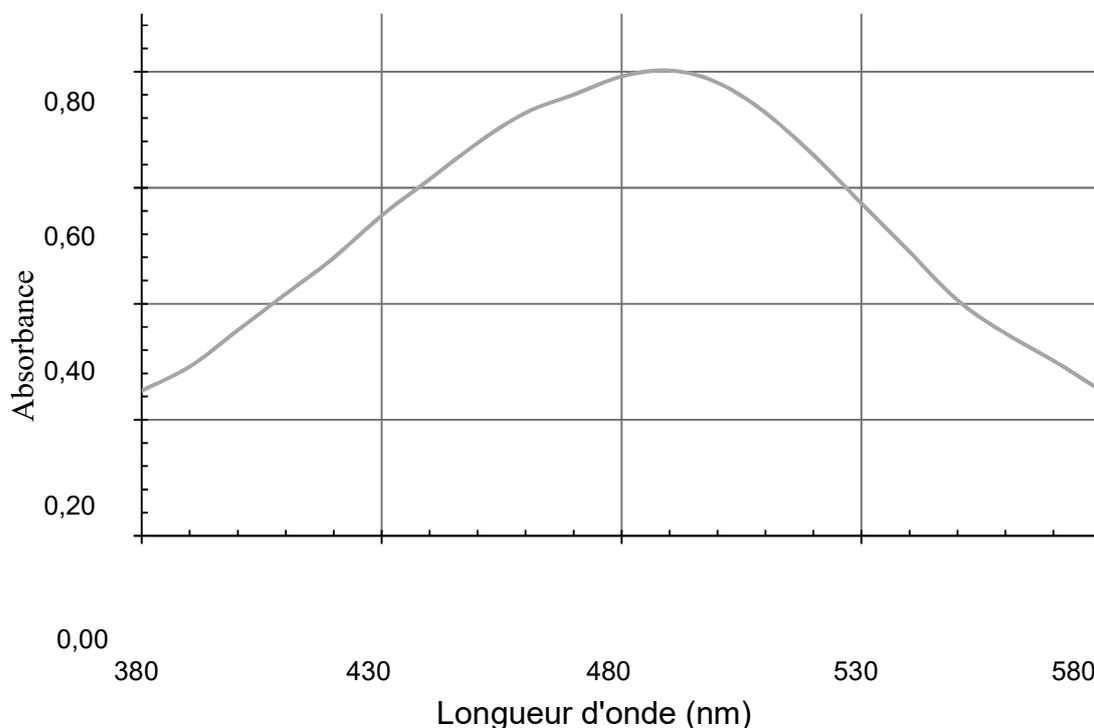
Cet exercice s'intéresse à l'analyse d'une poudre colorante contenant un pigment minéral d'oxyde de fer, de formule  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ .

**Données, Étoile chromatique :**



On réalise le spectre d'absorption d'une solution d'ions fer III préparée à partir de la poudre colorante.

Spectre d'absorption



**A.1.** Déterminer la couleur de la solution. Justifier.

**A.2.** Indiquer la longueur d'onde  $\lambda_0$  la plus adaptée pour effectuer les mesures d'absorbance avec un spectrophotomètre.

**Exercice 1 Quantité de matière**

<p>Calculer la masse molaire de l'acide malique, <math>C_4H_6O_5</math></p>	$M = 4 \times 12 + 6 \times 1 + 5 \times 16 = 134 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $M = 1,34 \cdot 10^2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$	<p>(1,5)</p>
<p>Calculer la quantité de matière de 30,0 kg d'acide malique</p>	$n = \frac{m}{M} = \frac{30000}{134} = 2,24 \cdot 10^2 \text{ mol}$	<p>(1)</p>
<p>Calculer la concentration molaire puis la concentration massique de 30,0 kg d'acide malique contenu dans un volume de 10 000 L</p>	$C = \frac{n}{V} = \frac{224 \cdot 10^2}{10000} = 2,24 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $C_m = C \times M = 2,24 \cdot 10^{-2} \times 134 = 3,0 \cdot 10^{-1} \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ <p style="text-align: center;">(350g)</p>	<p>(1,5)</p>
<p>Ammoniac <math>NH_3</math> <math>d = 0,95</math> Déterminer la concentration de 1,0 L de cette solution</p>	$m = \rho \cdot V = 0,95 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 0,95 \text{ kg}$ $n = \frac{m}{M} = \frac{0,95}{17} = 55,9 \text{ mol}$ $C = \frac{n}{V} = \frac{55,9}{1} = 55,9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	<p>(1,5)</p>
<p>Calculer le volume de <math>2,1 \cdot 10^{-5}</math> mol d'une solution d'acide phosphorique <math>H_3PO_4</math> de concentration <math>c = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}</math></p>	$V = \frac{n}{c} = \frac{2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ L}$ <p style="text-align: center;">(1,8 <math>\mu\text{L}</math>)</p>	<p>(1)</p>
<p>On dispose de 50 mL de solution S1 aqueuse de permanganate de potassium de concentration <math>C_1 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}</math> On veut préparer 100,0 mL de solution S2 de concentration <math>C_2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}</math>. Calculer le volume <math>V_1</math> de solution S1 à prélever pour préparer S2.</p>	$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \times 100}{5,0 \cdot 10^{-2}} = 5,0 \text{ mL}$	<p>(1)</p>
<p>Equation de dissolution de l'hydroxyde de cuivre <math>Cu(OH)_2</math></p>	$Cu(OH)_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2OH^-$	<p>(1)</p>

Données : masses molaires

$M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   $M(C) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $M(N) = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

(+1) chiffres

## Exercice BONUS

La sidérite, nommée également carbonate de fer (III), est un solide ionique de formule brute  $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ .

Commune dans

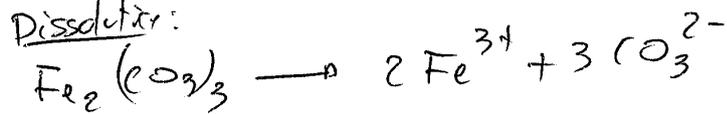
les roches sédimentaires et dans les veines hydrothermales, la sidérite est très présente à l'intérieur des sols (sédiments lacustres, estuariers, sources riches en carbonates) et s'étend jusqu'aux sous-sols profonds (roches, minéraux et sédiments). Elle a aussi été identifiée dans les matériaux extraterrestres (météorites, poussières interplanétaires).

Données :

□ volume d'eau du lac  $V = 5,50 \times 10^6 \text{ m}^3$

□ masses molaires :  $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

**Question :** Calculer la masse de sidérite dissoute dans le lac de Christus sachant que la concentration effective en ions fer III  $\text{Fe}^{3+}$  vaut  $3,6 \times 10^3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$



$$n(\text{Fe}^{3+}) = c \cdot V = 3,6 \cdot 10^3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 5,5 \cdot 10^6 \cdot 10^3 \text{ L} = 1,98 \cdot 10^7 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3) = \frac{n(\text{Fe}^{3+})}{2} = 9,9 \cdot 10^6 \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3) = n \times M = 9,9 \cdot 10^6 \text{ mol} \times \underbrace{(2 \times 55,8 + 3 \times 12,0 + 9 \times 16,0)}_{291,6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}$$

$$m(\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3) = 2,9 \cdot 10^9 \text{ g} \approx \underline{\underline{2,9 \cdot 10^3 \text{ tonnes}}}$$

**PHYSIQUE-CHIMIE**Première Générale Scientifique  
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 50 minutes**L'usage d'une calculatrice EST autorisé**  
**Le sujet doit être rendu avec la copie****EXERCICE TENEUR EN ION SALICYLATE DANS UNE CREME**

L'ion salicylate a pour formule chimique  $C_6H_4OHCOO^-$ . Il s'agit d'une espèce chimique que l'on retrouve dans certains médicaments utilisés pour traiter l'acné.

L'étiquette d'un flacon commercial de crème contenant des ions salicylate porte l'indication :

« Ion salicylate formulé à 1000 mg pour 100 g de crème ».

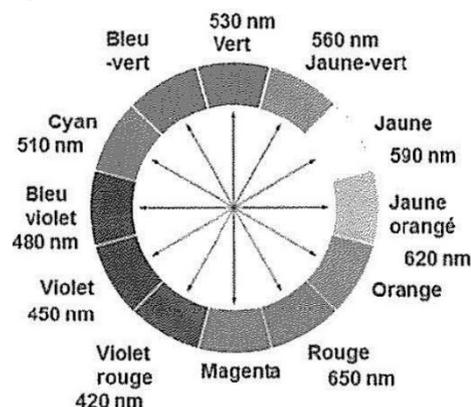
Cela correspond à un pourcentage massique  $w_{ref} = 1 \%$ .

Le but de cet exercice est de contrôler cette indication d'une teneur massique de 1,00 % fournie par le fabricant.

Pour simplifier, on notera  $HL^-$  l'ion salicylate dans tout l'exercice. Une réaction entre des ions  $Fe^{3+}$  ajoutés aux ions  $HL^-$  permet d'obtenir une espèce colorée  $FeL^+$ . Cette espèce  $FeL^+$  est dosée par spectrophotométrie et étalonnage.

**Données**

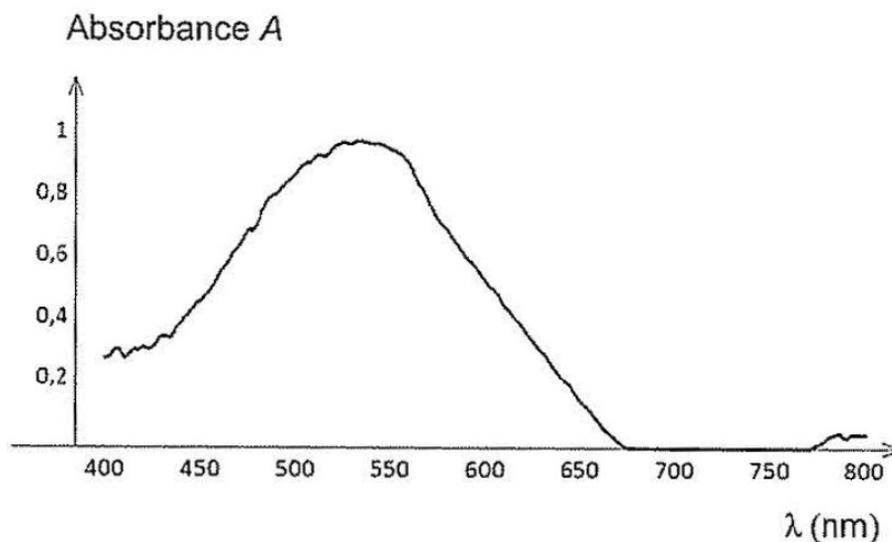
- Masse volumique de la crème :  $\rho(\text{crème}) = 860 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- Masse molaire de l'ion salicylate :  $M(HL^-) = 137,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- Cercle chromatique :



L'ion salicylate absorbe dans le domaine des ultraviolets et ne peut donc pas être détecté par un spectrophotomètre fonctionnant dans le visible. Mais lorsqu'il réagit avec des ions  $Fe^{3+}$ , l'ion salicylate  $HL^-$  forme une espèce colorée qu'il est possible de doser à l'aide du spectrophotomètre.

L'espèce produite  $\text{FeL}^+$  est dosée par spectrophotométrie et étalonnage.

Le spectre d'absorption de l'espèce  $\text{FeL}^+$  est présenté sur la **figure 1** ci-dessous.

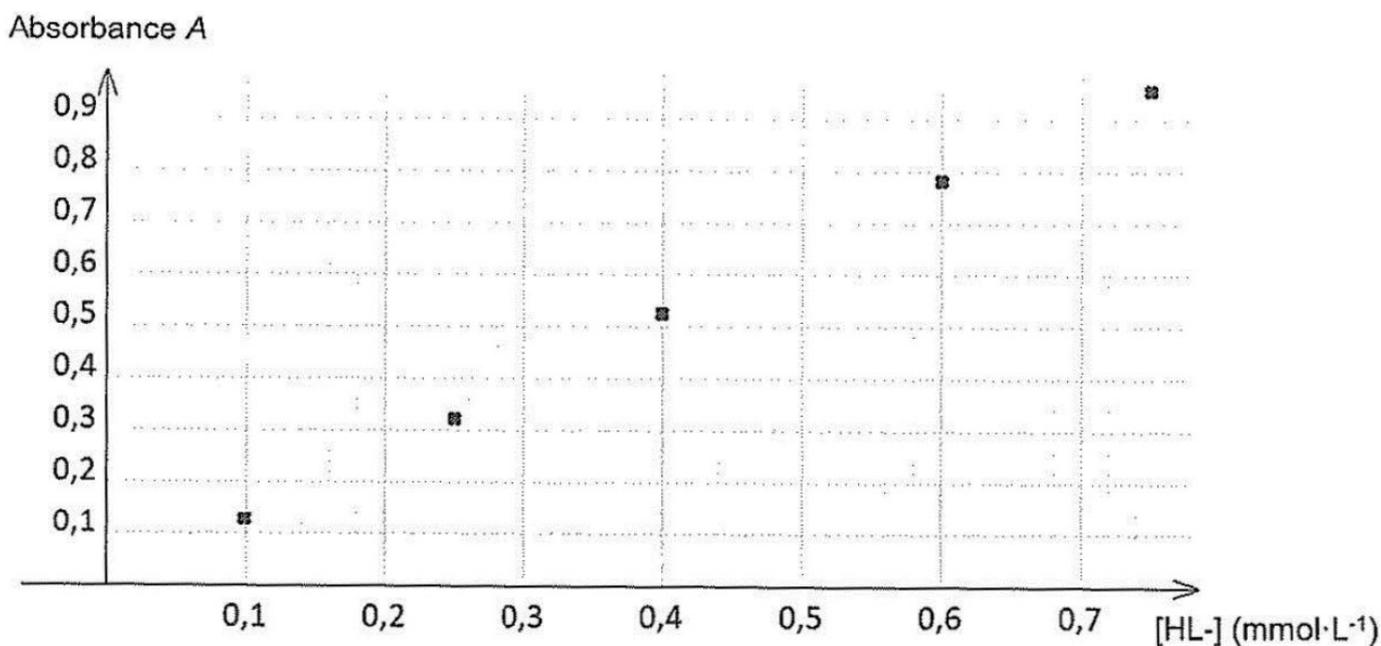


**Figure 1 – Spectre d'absorption de l'espèce  $\text{FeL}^+$**

Pour tracer la courbe d'étalonnage, on a préparé cinq solutions étalons en mélangeant :

- un volume  $V_{\text{fer}} = 10,0$  mL de solution  $S_{\text{fer}}$  ;
- un volume  $V = 0,100$  mL d'une solution de salicylate de sodium de concentration  $C_i$  connue ;

Pour  $\lambda_{\text{max}} = 535$  nm, on a mesuré l'absorbance de chaque solution étalon, ce qui a permis de tracer le graphique en **figure 2** présentant l'évolution de l'absorbance en fonction de la concentration en ion  $\text{HL}^-$ .



**Figure 2 – Courbe d'étalonnage de l'espèce  $\text{HL}^-$**

Pour déterminer la teneur en ion salicylate  $\text{HL}^-$  dans la crème étudiée, on mesure l'absorbance d'une solution test préparée de la même manière que les solutions étalons, soit en mélangeant :

- un volume  $V_{\text{crème}} = 0,100$  mL de la crème étudiée contre l'acné ;
- un volume  $V_{\text{fer}} = 10,0$  mL de solution  $\text{S}_{\text{fer}}$ .

L'absorbance mesurée à  $\lambda = 535$  nm de cet échantillon a pour valeur :  $A_{\text{crème}} = 0,83$ .

1. Indiquer la couleur de l'espèce chimique  $\text{FeL}^+$  à partir de son spectre d'absorption (**figure 1**).
2. **À partir de la figure 2, et en expliquant la méthode utilisée, déterminer la concentration en quantité de matière des ions  $\text{FeL}^+$  présents dans la crème.**
3. En déduire le pourcentage massique mesuré  $w_{\text{mes}}$  en ions salicylate  $\text{HL}^-$  dans la crème contre l'acné.

Il est possible de comparer une valeur expérimentale ( $w_{\text{mes}}$ ) à la valeur de référence ( $w_{\text{ref}}$ ) en utilisant le quotient  $\frac{|w_{\text{mes}} - w_{\text{ref}}|}{u(w)}$ , où  $u(w)$  est l'incertitude-type sur le résultat expérimental.

Dans le cas présent, on considère que la valeur mesurée  $w_{\text{mes}}$  est compatible avec la valeur  $w_{\text{ref}}$  si le quotient est inférieur ou égal à 2.

On admet que, pour ce dosage,  $u(w) = 0,02$  %.

4. Comparer le résultat obtenu expérimentalement à celui indiqué sur l'étiquette du flacon.

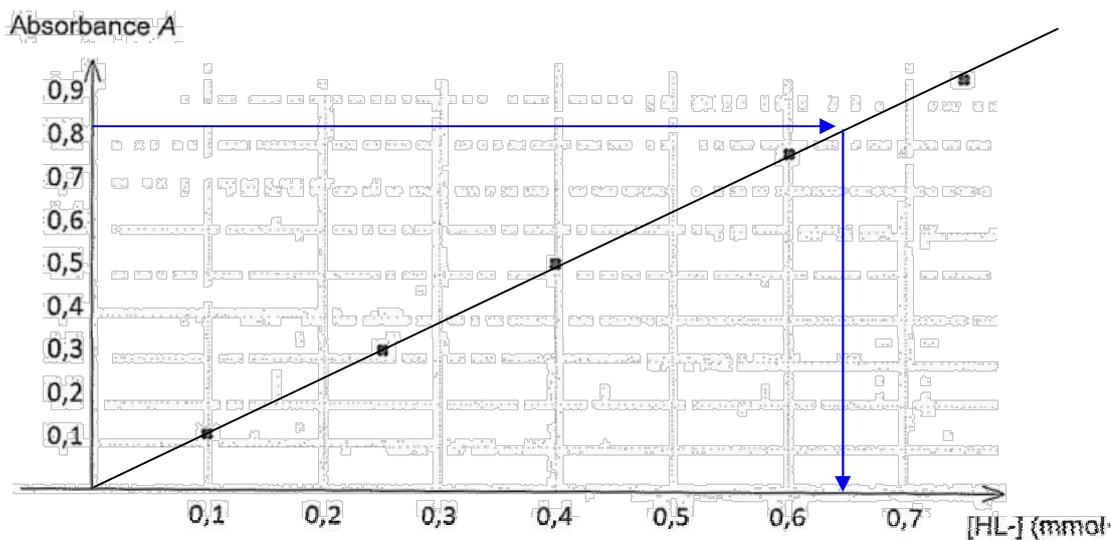
## EXERCICE III – TENEUR EN IONS SALICYLATE D'UNE CRÈME (4,5 points)

1. Indiquer la couleur de l'espèce chimique  $\text{FeL}^+$  à partir de son spectre d'absorption (figure 1).  $\text{FeL}^+$  absorbe fortement la lumière verte de longueur d'onde  $\lambda = 535 \text{ nm}$ , la solution apparaît magenta couleur complémentaire, diamétralement opposée sur le cercle chromatique.

2. À partir de la figure 2, déterminer la quantité de matière en ions salicylate  $\text{HL}^-$  présente dans la crème et en déduire le pourcentage massique mesuré  $w_{\text{mes}}$  en ions salicylate dans la crème contre l'acné.

On utilise la loi de Beer-Lambert qui indique que l'absorbance est proportionnelle à la concentration de l'espèce colorée.

On trace la droite moyenne passant par l'origine et au plus près de tous les points expérimentaux. On lit l'abscisse du point d'ordonnée  $A = 0,83$  :  $[\text{HL}^-] = 0,65 \text{ mmol.L}^{-1}$ .



$$3. n_{\text{HL}^-} = [\text{HL}^-] \times (V_{\text{crème}} + V_{\text{fer}})$$

$$m_{\text{HL}^-} = [\text{HL}^-] \times (V_{\text{crème}} + V_{\text{fer}}) \times M(\text{HL}^-)$$

$$m_{\text{HL}^-} = 0,65 \times 10^{-3} \times (10,1 \times 10^{-3}) \times 137,1 = 9,0 \times 10^{-4} \text{ g} = 0,90 \text{ mg dans } V_{\text{crème}} = 0,100 \text{ mL}$$

$$w = \frac{m_{\text{HL}^-}}{m_{\text{crème}}} = \frac{m_{\text{HL}^-}}{\rho_{\text{crème}} \cdot V_{\text{crème}}}$$

$$w_{\text{mes}} = \frac{9,0 \times 10^{-4}}{860 \text{ g.L}^{-1} \times 0,100 \times 10^{-3} \text{ L}} = 1,0 \times 10^{-2} = 1,0 \%$$

4. Comparer le résultat obtenu expérimentalement à celui indiqué sur l'étiquette du flacon.

$$z = \frac{|w_{\text{mes}} - w_{\text{ref}}|}{u(w)}$$

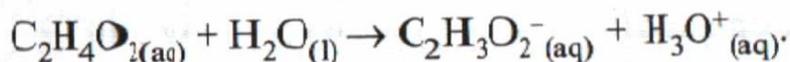
$$z = \frac{|1,0\% - 1,00\%|}{0,02\%} = 0 < 2 \text{ la valeur mesurée est compatible avec la valeur de référence.}$$

**Exercice 4**

 25min

**Réaction limitée ou pas ?**

La mise en solution de l'acide éthanoïque dans l'eau peut se modéliser par l'équation suivante :



On prélève 0,10 moles d'acide éthanoïque qu'on place dans 10 moles d'eau.

L'étude du pH obtenu permet de déterminer la quantité de matière en ion oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  vaut  $n_{\text{H}_3\text{O}^+} = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .

1. Compléter les lignes « État initial et En cours de transformation » du tableau d'avancement suivant.

Équation	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$			
État initial $x = 0$				
En cours de transformation				
État final $x = x_f$				

2. Déterminer le réactif limitant ainsi que la valeur de l'avancement maximum  $x_{\text{max}}$ .
3. En vous aidant du tableau d'avancement, déterminer la valeur de l'avancement final  $x_f$ .
4. Compléter alors la ligne « État final » du tableau d'avancement.
5. Montrer de deux façons différentes que la transformation étudiée est limitée.
6. Calculer le taux d'avancement en % de la réaction défini par  $\tau = 100 \times \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$ .

Cette indication confirme-t-elle le caractère limité de la transformation chimique?

## CORRECTION

## Exercice 4

1. Tableau d'avancement correspondant à la mise en solution aqueuse de l'acide éthanoïque.

Équation	$C_2H_4O_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_3O_{2(aq)}^- + H_3O_{(aq)}^+$			
État initial $x = 0$	0,10	10	0	0
En cours de transformation	$0,10 - x$	$10 - x$	$x$	$x$
État final $x = x_f$	$9,9 \cdot 10^{-2}$	10	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$

2. Détermination du réactif limitant :

$$\left\{ \begin{array}{l} C_2H_4O_{2(aq)} : 0,10 - x = 0 \\ \text{ou} \\ H_2O_{(l)} : 10 - x = 0 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} x = 0,10 \text{ mol} \\ \text{ou} \\ x = 10 \text{ mol} \end{array} \right.$$

Le réactif limitant est l'acide éthanoïque et la valeur de l'avancement maximum est  $x_{\max} = 0,10 \text{ mol}$

3. D'après le tableau d'avancement, la valeur de l'avancement final  $x_f$  correspond à la valeur finale de la quantité de matière en ion oxonium. On a  $x_f = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .
4. Voir sur le tableau (valeurs en italique).
5. On peut montrer que la transformation étudiée est limitée car :
- La valeur de  $x_f$  est inférieure à la valeur de  $x_{\max}$ ,
  - Aucun réactif ne disparaît totalement.
6. On calcule le taux d'avancement en % :

$$\tau = 100 \times \frac{x_f}{x_{\max}}$$

$$\tau = 100 \times \frac{5,3 \cdot 10^{-4}}{0,1}$$

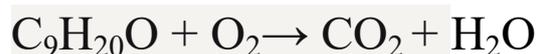
$$\tau = 0,53 \%$$

Cette valeur prouve bien que la transformation est très limitée.





1) Equilibrer l'équation-bilan suivante :



2) Réaction d'oxydo-réduction.

Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$  et l'éthanol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ . On détaillera la méthode utilisée.

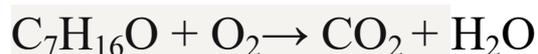
Données sur les couples oxydant-réducteur :

acide éthanoïque / éthanol :  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) / \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq})$

ion permanganate / ion manganèse :  $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$

3) Ecrire l'équation de dissolution du solide ionique suivant :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

- 1) Equilibrer l'équation-bilan suivante :



- 2) Réaction d'oxydo-réduction.

Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les ions dichromate  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  et les ions fer  $\text{Fe}^{2+}$ . On détaillera la méthode utilisée.

Données sur les couples oxydant-réducteur :

acide éthanoïque / éthanol :  $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$

ion permanganate / ion manganèse :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) / \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$

- 3) Ecrire l'équation de dissolution du solide ionique suivant :  $\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_6$

TEST CH02 TRANSFORMATION CHIMIQUE ■ **PHYSIQUE-CHIMIE**

Première Générale DURÉE DE L'ÉPREUVE : 30MIN

**L'usage d'une calculatrice EST autorisé**

**Le sujet doit être rendu avec la copie 7 novembre**

1) Réaction d'oxydo-réduction.

Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les ions chlorate  $\text{ClO}^-$  et l'eau. On détaillera la méthode utilisée.

Données sur les couples oxydant-réducteur :



2) Ecrire l'équation de dissolution du solide ionique suivant :  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$

3) Compléter le tableau d'avancement suivant. On déterminera pour cela le réactif limitant et le bilan de matière à l'état final.

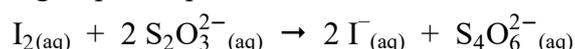
Equation	$\text{I}_{2(\text{aq})} + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{I}^-(\text{aq}) + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$			
Etat initial	0,030	0,080		
Etat final				



**Le sujet doit être rendu avec la copie****Titration d'une eau de Javel prête à l'emploi**

On réalise le **titrage du diiode**  $I_2(aq)$  par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ( $2 Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$ ) de concentration effective en ions thiosulfate  $[S_2O_3^{2-}_{(aq)}] = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

La réaction support du titrage a pour équation :



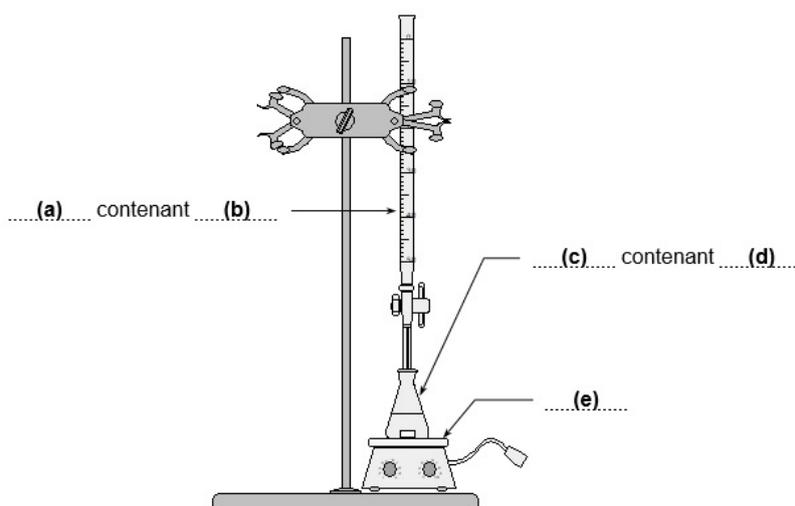
À l'approche de l'équivalence, on ajoute quelques gouttes de thiodène dans le mélange réactionnel.

Lors de ce titrage, le volume de solution aqueuse de thiosulfate de sodium versé pour atteindre l'équivalence est  $V_E = 12,4 \text{ mL}$ .

Une solution aqueuse de diiode devient bleu foncé en présence de thiodène.

Parmi l'ensemble des espèces mentionnées dans cet exercice, seul le diiode est coloré en solution aqueuse.

- Rappeler la définition de l'équivalence d'un dosage.
- On donne le schéma du dispositif expérimental mis en œuvre lors de l'étape 3. Indiquer sans recopier le schéma sur la copie, les termes à mettre en (a), (b), (c), (d) et (e) pour compléter la légende de ce schéma.



- Indiquer comment l'équivalence est repérée lors de ce titrage. Justifier la réponse.
- Déduire du résultat de ce titrage la quantité de matière de diiode formé dans le mélange réactionnel à l'issue de l'étape 2 et titré par le thiosulfate.

5. Le dosage précédent a permis de contrôler expérimentalement la concentration en ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$ (aq) présents dans une solution S d'eau de JAVEL achetée en flacon de 2 L.

Pour cela, on procède au titrage de la solution S par une méthode indirecte dont les étapes sont décrites ci-après.

#### Étape 1 :

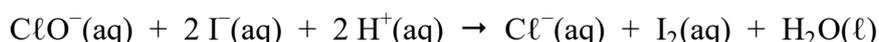
La solution S étant trop concentrée pour être dosée directement, on effectue une dilution au dixième afin d'obtenir un volume de 50,0 mL de solution diluée notée S'.

#### Étape 2 :

Dans un erlenmeyer de 150 mL, on introduit dans l'ordre :

- un volume  $V' = 10,0$  mL de solution S' ;
- 20 mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium ( $\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{I}^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration effective en ions iodure  $[\text{I}^-_{(\text{aq})}] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

La transformation chimique ayant lieu lors de cette étape peut être modélisée par la réaction d'équation :

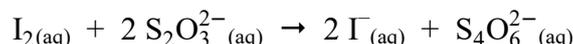


Les ions iodure  $\text{I}^-$ (aq) étant apportés en excès dans le mélange, la totalité des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$ (aq) initialement présents sont consommés.

#### Étape 3 :

On réalise le **titrage du diiode**  $\text{I}_{2(\text{aq})}$  formé à l'issue de l'étape 2 par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ( $2 \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ ) de concentration effective en ions thiosulfate  $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}] = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

La réaction support du titrage a pour équation :



À l'approche de l'équivalence, on ajoute quelques gouttes de thiodène dans le mélange réactionnel.

Lors de ce titrage, le volume de solution aqueuse de thiosulfate de sodium versé pour atteindre l'équivalence est  $V_E = 12,4 \text{ mL}$ .

### **Question**

En utilisant les résultats des questions précédentes, déterminer la concentration en quantité de matière des ions hypochlorite de la solution S et commenter le résultat.

*Pour cette dernière question, le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.*

1) A l'équivalence, tous les réactifs ont été consommés, ils ont été introduits dans les proportions stoechiométriques

2) a: burette graduée      d: diode  $I_2$   
b: thiosulfate  $S_2O_3^{2-}$       e: agitateur magnétique  
c: erlenmeyer

3) A l'équivalence, le milieu change de couleur: du violet à l'incolore

4) A l'équivalence  $\frac{n(I_2)}{1} = \frac{n(S_2O_3^{2-})}{2}$

$$n(I_2) = \frac{[S_2O_3^{2-}] \times V_{eq}}{2} = \frac{5,0 \cdot 10^{-2} \times 12,4 \cdot 10^{-3}}{2} = \underline{\underline{3,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}}$$

$$n(ClO^-) = n(I_2) = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

$$[ClO^-] = \frac{n(ClO^-)}{V'} = \frac{3,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{10 \cdot 10^{-3}} = \underline{\underline{3,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}}$$

étape 2: la solution dosée a été diluée.

concentration initiale en  $ClO^-$ :  $c = 10 \times [ClO^-]$

$$\underline{\underline{c = 3,1 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}}}$$



DEVOIR SURVEILLE N°8 CH04 CH05 STRUCTURE DES ENTITES et SOLUBILITE

PHYSIQUE-CHIMIE

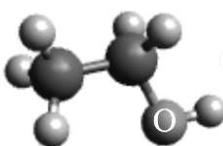
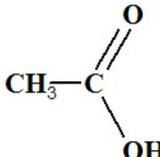
Première Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1H00

**Exercice 1 : À propos de l'éthanol**

Données :

- Représentations moléculaires de l'éthanol et de l'acide éthanoïque

Ethanol		Acide éthanoïque
Formule brute	Modèle moléculaire	Formule semi-développée
$C_2H_6O$		

- Électronégativité selon l'échelle de Pauling de quelques éléments

Élément	C	H	O
Électronégativité $\chi$	2,55	2,20	3,44

1.1. Représenter le schéma de Lewis de l'éthanol.

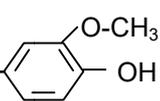
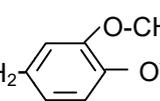
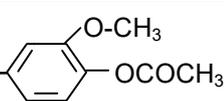
1.2. Justifier le fait que la molécule d'éthanol est une molécule polaire.

1.3. Expliquer pourquoi l'éthanol est miscible avec l'eau. Pour cela, nommer et représenter les liaisons mises en jeu.

**Exercice 2 : L'extraction de l'eugénol du clou de girofle**

Depuis plus d'un siècle, la vanilline est essentiellement produite artificiellement. La première étape de sa synthèse consiste à extraire l'eugénol du clou de girofle. Le clou de girofle est un bouton floral séché qui contient une grande quantité d'huile essentielle très riche en eugénol et en acétyl'eugénol.

Données :

Nom	Formule	Solubilité			Réaction acido-basique avec l'ion hydroxyde
		Dans l'eau	Dans l'eau salée	Dans l'éther	
Eugénol	$CH_2=CH-CH_2-$  noté R-OH	Peu soluble	Insoluble	Très soluble	Oui
Ion eugénate	$CH_2=CH-CH_2-$  noté R-O <sup>-</sup>	Très soluble	Très soluble	insoluble	Non
Acétyl'eugénol	$CH_2=CH-CH_2-$  noté R-OCOCH <sub>3</sub>	Peu soluble	Insoluble	Très soluble	Non
Chlorure de sodium	NaCl	Très soluble	-----	insoluble	Non

Densité de l'eau :  $d_{\text{eau}} = 1$

Éther : solvant organique non miscible à l'eau de densité  $d_E = 0,71$

Couple acide / base : R-OH / R-O<sup>-</sup>

L'extraction de l'eugénole du clou de girofle nécessite plusieurs étapes.

### 1 - Première étape : le relargage

On dispose d'une émulsion (mélange de deux liquides non-miscibles) d'huile essentielle du clou de girofle et d'eau. On y ajoute du chlorure de sodium solide. On agite jusqu'à dissolution complète du sel. On laisse décanter.

1.1 Écrire l'équation de dissolution du chlorure de sodium dans l'eau. Calculer la concentration des ions sodium et chlorure après dissolution.

Données de masses molaires :  $M(\text{Na})=23 \text{ g.mol}^{-1}$   $M(\text{Cl})=36 \text{ g.mol}^{-1}$

1.2 Expliquer le principe de cette opération de relargage (utiliser les données du tableau)

### 3 – Deuxième étape : extraction liquide – liquide

Le mélange précédent est introduit dans une ampoule à décanter avec 30 mL d'éther. On agite et on laisse décanter.

Représenter l'ampoule à décanter ; indiquer les phases organique et aqueuse ; justifier la position des deux phases.

### 4 - Troisième étape : séparation de l'eugénole et de l'acétyl'eugénole

La phase organique récupérée à l'étape précédente contient un mélange d'eugénole et d'acétyl'eugénole dans l'éther. Cette solution organique est à nouveau mise dans une ampoule à décanter, avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration  $2 \text{ mol.L}^{-1}$ . On agite, on laisse décanter et on récupère la phase aqueuse.

La phase organique restante est lavée encore deux fois par la solution d'hydroxyde de sodium.

Les phases aqueuses sont rassemblées dans un bécher propre.

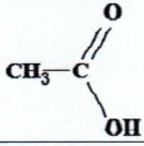
3.1. En considérant les données physico-chimiques de l'acétyl'eugénole, indiquer si l'acétyl'eugénole se trouve dans la phase aqueuse ou la phase organique. Justifier.

3.2. Expliquer comment il est possible d'augmenter le rendement de l'extraction.

3.3 Après avoir recopié les schémas de Lewis de l'ion eugénate et de l'eau, expliquer pourquoi cet ion est très soluble dans l'eau.

## Exercice 2 : miscibilité de l'éthanol

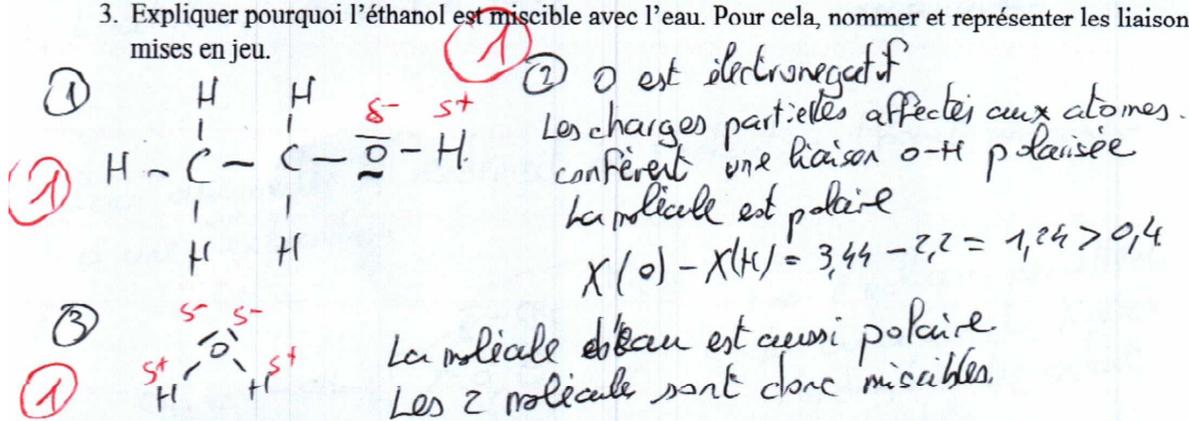
- Représentations moléculaires de l'éthanol et de l'acide éthanoïque

Formule brute	Ethanol	Acide éthanoïque
	Modèle moléculaire	Formule semi-développée
$C_2H_6O$		

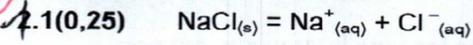
- Électronégativité selon l'échelle de Pauling de quelques éléments

Élément	C	H	O
Électronégativité $\chi$	2,55	2,20	3,44

1. Représenter le schéma de Lewis de l'éthanol.
2. Justifier le fait que la molécule d'éthanol est une molécule polaire.
3. Expliquer pourquoi l'éthanol est miscible avec l'eau. Pour cela, nommer et représenter les liaisons mises en jeu.



① 2 - Deuxième étape : le relargage  $[Na^+] = [Cl^-] = \frac{n}{V} = \frac{m \times M}{V} = \frac{5,9 \times 59}{1} = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$

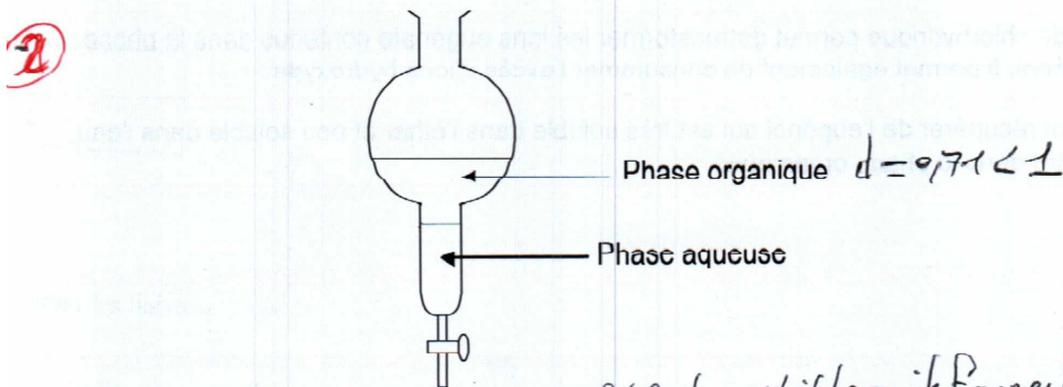


① 1.2(0,25) L'eugénol et l'acétylégénol, contenus dans l'huile essentielle du clou de girofle, sont peu solubles dans l'eau, ce qui explique la formation de l'émulsion. Cependant il peut en rester en faible quantité dans l'eau.

L'ajout de sel dans l'eau, diminue très fortement leur solubilité, on obtient alors deux phases bien distinctes permettant d'extraire totalement de la solution aqueuse l'huile essentielle.

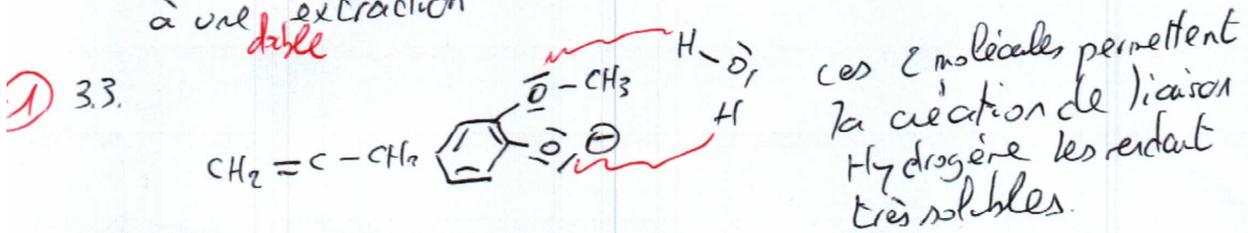
② 3 - Troisième étape : extraction liquide - liquide (0,25)

La densité de l'eau ( $d_{eau} = 1$ ) est supérieure à celle de l'éther ( $d_E = 0,71$ ) : la phase aqueuse se situe en-dessous de la phase organique



① 3.1. L'acétylégénol est très soluble dans l'éther : ils forment la phase organique

① 3.2. Pour augmenter le rendement de l'extraction, il faut procéder à une extraction *double*



L'usage d'une calculatrice EST autorisé  
Le sujet doit être rendu avec la copie

### Comparaison d'interaction

On utilise une sphère isolée de masse  $m_1 = 10$  g possédant une charge électrique  $q_1 = +125$  nC et une seconde sphère de masse  $m_2 = 5$  g ayant une charge électrique  $q_2 = +0,80$   $\mu$ C.

On suspend ces deux sphères par des fils de masse négligeable. Au début de l'expérience, les deux sphères sont distantes de  $d = 50$  cm.

#### Données :

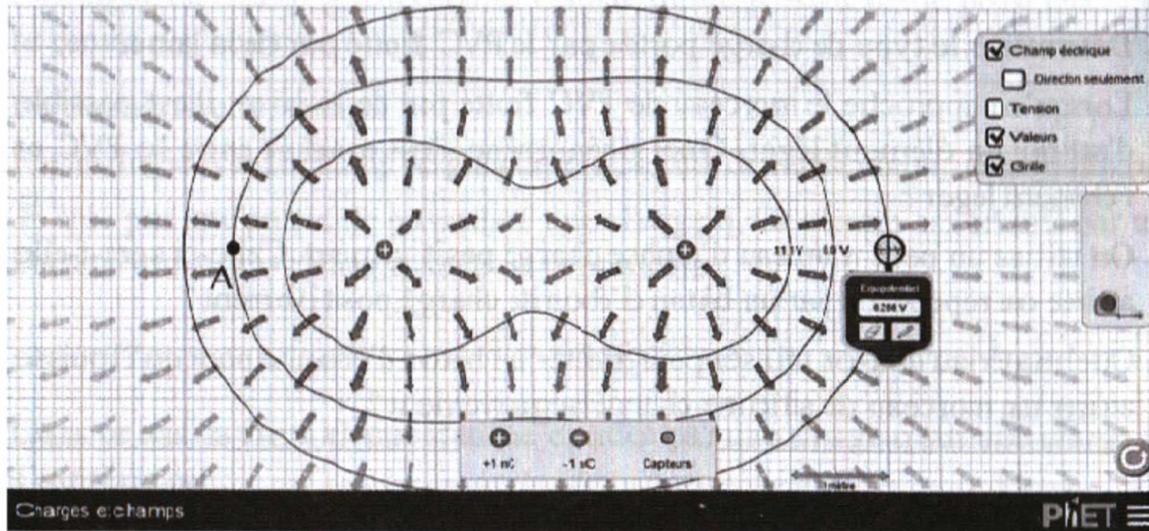
$$k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

1. Calculer l'intensité de la force électrostatique (loi de Coulomb) qui existe entre ces deux sphères
2. Calculer l'intensité de la force gravitationnelle qui existe entre ces deux sphères.
3. Parmi ces deux forces, quelle est celle qui est prépondérante ? En déduire si les sphères vont se rapprocher ou s'écartier l'une de l'autre.
4. Si on rapproche les deux sphères, comment vont évoluer les intensités des forces mises en jeu ?
5. Le rapport des forces va-t-il évoluer ?
6. Calculer et représenter le champ de gravitation créée par la masse  $m_1$ .
7. Calculer et représenter le champ électrique  $E$  créée par la charge  $q_1$ .

## Champ et ligne de champ

On réalise une simulation du champ électrique créé par deux charges électriques  $q = 1 \text{ nC}$  placées à 3 m de distance.

On obtient le résultat présenté ci-après.



Source: Charges et champs screenshot.png

[https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields\\_fr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_fr.html)

1. Que représentent les flèches représentées autour des charges ?
2. Justifier leur orientation vers l'extérieur des charges.
3. Que représente la ligne courbe fermée repérée par la valeur 8,0 V ?

Le potentiel  $V_A$  au point A, distant de 1,5 m de la charge 1, peut se déterminer par  $V_A = V_1 + V_2$ , où  $V_1$  et  $V_2$  sont les valeurs des potentiels créés en A par la charge 1 et la charge 2

Le potentiel  $V$  se détermine par la relation  $V = E \times d$ .

4. Calculer les potentiels  $V_1$  et  $V_2$  créés par les charges 1 et 2 en A.
5. Retrouver la valeur  $V_A$  indiquée par la simulation.

### Exo 1

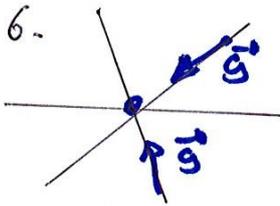
$$1 - \vec{F}_{elec} = k \frac{|q_A \cdot q_B|}{AB^2} = \frac{9,0 \cdot 10^9 \times 125 \cdot 10^{-9} \times 0,80 \cdot 10^{-6}}{(0,50)^2} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$2 - F_{grav} = G \frac{m_A \cdot m_B}{AB^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 0,010 \times 0,005}{(0,50)^2} = 1,3 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

3.  $F_{elec}$  est prépondérante.  $q_1 > 0$  et  $q_2 < 0$ . Les sphères se rapprochent.

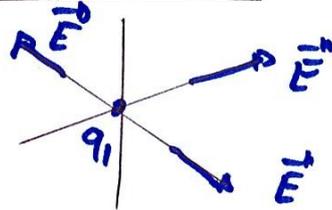
4. si  $AB \searrow$  alors  $F_{elec} \nearrow$

5.  $F_{elec}$  va être encore plus prépondérante.



7. à  $AB = 0,50 \text{ cm}$   $E_1 = \frac{k q_1}{AB^2} = \frac{9,0 \cdot 10^9 \times 125 \cdot 10^{-9}}{(0,50)^2}$

$$E_1 = 4,5 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$$



$$g = \frac{G m_1}{AB^2}$$

$$g = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 0,010}{(0,50)^2}$$

$$g = 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$q_1 > 0$

### Exo 2

1. Les flèches représentent le champ électrique  $\vec{E}$   
2.  $\vec{E}$  est orienté des charges  $\oplus$  vers les charges  $\ominus$  (sens des potentiels décroissants)  
Les 2 charges sont positives,  $\vec{E}$  est donc orienté vers l'extérieur de ces charges.

3. La ligne fermée est une équipotentielle.

$$4 - E_1 = \frac{k q_1}{d^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1 \cdot 10^{-9}}{(1,5)^2} = 4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \quad V_1 = E_1 \times d = 4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \times 1,5 \text{ m} = \underline{6 \text{ V}}$$

$$E_2 = \frac{k q_2}{d'^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1 \cdot 10^{-9}}{(3+1,5)^2} = 0,44 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \quad V_2 = E_2 \times d = 0,44 \times 4,5 = \underline{2 \text{ V}}$$

$$5 - V_A = V_1 + V_2 = 6 + 2 = 8 \text{ V}$$



**EXERCICE I : MISSION APOLLO XIV**

En février 1971, la mission américaine Apollo XIV devient la huitième mission habitée du programme Apollo et la troisième à se poser sur la Lune. Lors de cette mission, un des astronautes, Alan B. Shepard Jr, installe un réflecteur de lumière sur le sol lunaire. Il réalise aussi un rêve : jouer au golf sur la Lune !

**Données :**

- Célérité de la lumière dans le vide et dans l'air :  $c = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- Constante gravitationnelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$ .
- Valeur du champ de pesanteur terrestre :  $g_T = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ .
- La Terre et la Lune sont supposées sphériques.

	Masse	Rayon
Terre	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$	$R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$
Lune	$M_L = 7,33 \times 10^{22} \text{ kg}$	$R_L = 1,74 \times 10^3 \text{ km}$

Interview de l'astronaute Alan B. Shepard Jr :

« - Dix ans après votre premier vol, vous êtes allé sur la Lune (Apollo XIV, en 1971), où vous vous êtes livré à un exercice assez original...

- Oui, j'ai joué au golf sur la Lune ! J'ai failli rater la première balle parce que j'étais gêné par ma combinaison spatiale et elle a lamentablement échoué dans un cratère tout proche. La seconde, grâce à la faible gravité, est partie à des kilomètres et des kilomètres, sans bruit, semblant ne jamais vouloir se poser. »

*D'après l'interview de F. Nolde-Langlois - 29/06/1995 – Libération*

Dans cette partie, on souhaite vérifier quelques-uns des propos formulés par l'astronaute lors de l'interview.

**2.1. Interaction gravitationnelle lunaire.**

Faire un schéma d'un objet de masse  $m$  à l'altitude  $h$  au voisinage de la Lune, en représentant :  
 le vecteur  $\vec{F}$  modélisant la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Lune sur l'objet.  
 Donner l'expression de cette force d'interaction gravitationnelle en fonction de  $G$ ,  $m$ ,  $M_L$ ,  $h$ ,  $R_L$ .

**2.2. Champ de pesanteur lunaire.**

2.2.1. En faisant l'hypothèse que le poids sur la Lune est égal à la force d'interaction gravitationnelle, donner l'expression  $g_L$  du champ de pesanteur à une altitude  $h$  en fonction de  $G$ ,  $M_L$ ,  $h$ ,  $R_L$ .

2.2.2. Calculer la valeur du champ de pesanteur  $g_L$  à la surface de la Lune.

2.2.3. Représenter ce champ de gravitation lunaire en plusieurs endroits de la Lune.

2.2.4. Expliquer pourquoi Alan B. Shepard Jr parle alors de « faible gravité » sur la Lune.

**1. Mesure de la distance Terre-Lune**

1.1. Vérifions l'affirmation « on prévoit un intervalle  $T$  de quelques secondes entre l'émission et la réception du signal ».

La lumière parcourt un aller-retour, donc une distance  $2D_{TL}$ , à la célérité  $c$ .

$$c = \frac{2D_{TL}}{T} \text{ donc } T = \frac{2D_{TL}}{c}$$

$$T = \frac{2 \times 3,84 \times 10^8}{299\,792\,458} = 2,56 \text{ s ce résultat est bien accord avec l'affirmation.}$$

1.2. Distance  $D_{TL}$  précise à 5 mm près signifie  $U(D_{TL}) = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$

Déterminons la précision relative ou incertitude relative sur la durée  $\frac{U(T)}{T}$ , comme on nous donne

$$\frac{U(D_{TL})}{D_{TL}} = \frac{U(T)}{T}$$

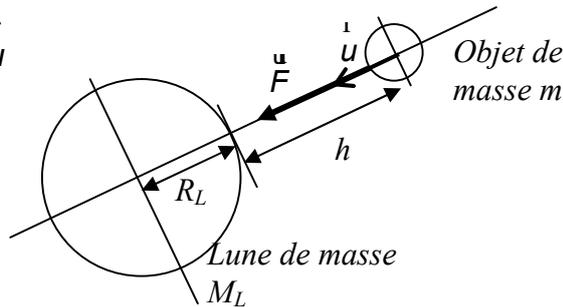
$$\text{On calcule } \frac{U(T)}{T} = \frac{5 \times 10^{-3}}{3,84 \times 10^8} = 1 \times 10^{-11}$$

Cette précision relative ne permet pas d'utiliser une horloge à quartz, on doit recourir à une horloge atomique au césium ou à une horloge optique.

**2. Golf lunaire**

2.1. Interaction gravitationnelle lunaire.

$$\vec{F} = G \cdot \frac{m \cdot M_L}{(R_L + h)^2} \cdot \vec{r}$$



2.2. Champ de pesanteur lunaire.

$$2.2.1. \vec{P} = m \cdot \vec{g}_L = \vec{F} = G \cdot \frac{m \cdot M_L}{(R_L + h)^2} \cdot \vec{u}$$

$$\text{On en déduit que } \vec{g}_L = G \cdot \frac{M_L}{(R_L + h)^2} \cdot \vec{u}$$

$$2.2.2. g_L = G \cdot \frac{M_L}{(R_L + h)^2}, \text{ or à la surface de la Lune } h = 0, \text{ ainsi } g_L = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2}$$

$$g_L = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,33 \times 10^{22}}{(1,74 \times 10^3 \times 10^3)^2} = 1,61 \text{ m.s}^{-2} \text{ ou N.kg}^{-1} \quad \text{avec } R_L \text{ converti en mètre.}$$

2.2.3. Le champ de pesanteur lunaire est bien plus faible que celui de la Terre qui vaut  $9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ , c'est pourquoi Alan B. Shepard parle de faible gravité.





**DEVOIR SURVEILLE CH10 STATIQUE DES FLUIDES**  
**PHYSIQUE-CHIMIE**

**Première Générale**

**DURÉE DE L'ÉPREUVE : 45 MINUTES**

**Un ballon pour les compétitions internationales de football (10 points)**

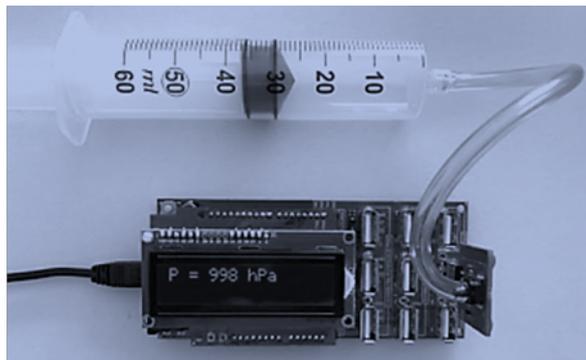
La loi 2 de l'International Football Association Board a fixé les caractéristiques d'un ballon utilisé pour les compétitions internationales : le ballon doit être sphérique, en cuir ou dans une autre matière adéquate, avoir un diamètre de 22 cm et la pression de l'air dans le ballon doit être comprise entre  $1,6 \times 10^5$  Pa et  $2,1 \times 10^5$  Pa. D'après <http://www.theifab.com/fr/laws/chapter/22/section/31/>

L'objectif de cet exercice est d'étudier le gonflage d'un ballon et son utilisation dans des lieux de compétitions d'altitude différente. Nous nous intéresserons ainsi à deux lois liées à cette situation : la loi de Mariotte, qui permet d'étudier le gonflage et la loi de statique des fluides qui permet de réfléchir à l'influence de l'altitude sur le gonflage.

**1. Étude expérimentale et utilisation de la loi de Mariotte.**

On suit le protocole expérimental suivant :

- ①remplir initialement une seringue avec  $30 \text{ cm}^3$  d'air ;
- ②relier la seringue au capteur de pression connecté à un microcontrôleur ;
- ③téléverser le programme « Mesure Pression » présenté ci-dessous dans le microcontrôleur ;
- ④faire varier le volume du gaz dans la seringue et noter alors la valeur de la pression correspondante affichée sur l'écran LCD relié au microcontrôleur.



**1. Traitement de mesures obtenues en faisant varier le volume du gaz**

Pour chaque volume d'air choisi dans la seringue, le microcontrôleur indique des valeurs de pression toutes les 2 secondes. Ces valeurs sont très proches, mais fluctuent légèrement.

Le tableau ci-dessous rassemble les valeurs de la pression  $P$  affichée par l'écran LCD du microcontrôleur pour différents volumes du gaz dans la seringue :

$V (\text{cm}^3)$	20	50
$P (\text{hPa})$	1505	

1.1. Énoncer la loi de Mariotte.

1.2. Exploiter ces mesures pour prévoir la pression correspondant à un volume de  $50 \text{ cm}^3$ .

## 2. Gonflage d'un ballon de football

On utilise un gonfleur électronique de ballon ayant les caractéristiques suivantes :

- débit d'air à l'entrée du gonfleur : 4 litres par minute ;
- arrêt automatique quand la pression souhaitée est atteinte.



On souhaite gonfler, à l'aide de ce gonfleur, un ballon de football de compétition de diamètre égal à 22 cm pour obtenir une pression de l'air à l'intérieur du ballon de  $2,1 \times 10^5$  Pa.

On admet qu'avant le gonflage le ballon est totalement dégonflé et que le volume d'air à l'intérieur est négligeable. On admet également que la température reste constante pendant le gonflage. On précise que l'air entrant dans le compresseur est à la pression atmosphérique.

On appelle  $V_0$  le volume d'air à prélever dans le milieu extérieur pour le gonflage,  $V_1$  et  $P_1$  le volume d'air et la pression à l'intérieur du ballon une fois qu'il est gonflé.

On sait que  $V_0 = \frac{P_1 \times V_1}{P_0}$ .

**Montrer que la durée nécessaire au gonflage, à l'aide du gonfleur électronique, est voisine de 3 minutes.**

➤ **Données :**

Pression atmosphérique	Volume d'une sphère de rayon $R$	Unités de volume
$P_0 = 1,013 \times 10^5$ Pa	$V = \frac{4}{3} \times \pi \times R^3$	1 litre correspond à $10^3$ cm <sup>3</sup>

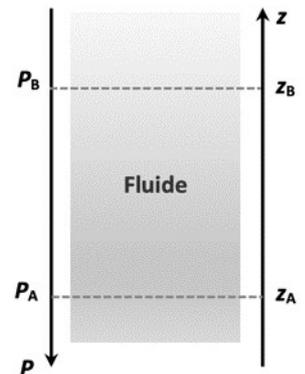
## 3. Utilisation du ballon dans des lieux de compétitions d'altitudes différentes.

On s'intéresse dans cette partie à la loi fondamentale de la statique des fluides pour modéliser l'évolution de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude. Cette loi précise que, pour un fluide au repos incompressible de masse volumique  $\rho$ , la différence de pression entre deux points, A et B, s'exprime par la relation :

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

Dans cette relation :

- la masse volumique  $\rho$  s'exprime en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  ;
- l'intensité de pesanteur  $g$  s'exprime en  $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$  ;
- les altitudes  $z_A$  et  $z_B$  s'expriment en m et sont repérées sur un axe vertical ascendant Oz.



Les villes de Denver et de New York se sont portées candidates pour accueillir les matchs de la coupe du monde de football 2026 organisée conjointement par les États-Unis, le Canada et le Mexique.

- Comparer qualitativement la valeur de la pression au point A à celle au point B.
- Évaluer la différence de pression atmosphérique  $P_{NY} - P_D$  entre les villes de New York située à 10 mètres d'altitude et de Denver située à 1600 mètres d'altitude. Pour les deux villes, on suppose que la masse volumique de l'air a pour valeur  $\rho = 1,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  et que l'intensité de la pesanteur a pour valeur  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
- Respecte-t-on la loi 2 de l'International Football Association Board ? Argumenter.

## BONUS

### d. Adaptation du programme « Mesure Pression »

Un extrait du programme associé au pilotage du microcontrôleur dans le montage expérimental précédent est donné ci-dessous.

```
28 //Lisez la tension sur la broche analogique A9 puis calculer
29 //la pression en tenant compte des caractéristiques du capteur
30
31 float Pression = (analogRead(A9) * 38 / 1023 + 2.98) * 100 ;
32
33 //Paramétrage de l'écran LCD
34 lcd.clear();
35 lcd.setCursor(0, 0);
36
37 //Affichage de la pression P sur l'écran LCD
38 lcd.print("P = ");
39 lcd.print(Pression, 0);
40 lcd.print(" hPa");
41
42 //Délai d'affichage de 2 secondes entre 2 mesures
43 delay(2000);
44 }
```

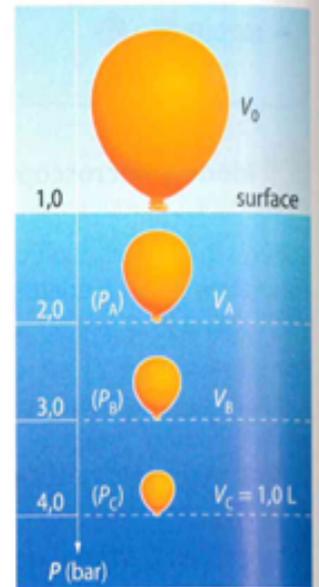
1. Indiquer en quelle unité la pression mesurée par le capteur sera affichée sur l'écran.
2. Dans le programme, la valeur de la pression est affichée sans décimale. Expliquer comment modifier la ligne 39 du programme pour que la valeur de la pression soit affichée avec 2 décimales.
3. Expliquer comment modifier la ligne 43 pour que les mesures soient faites toutes les 3 secondes.

### 15 Calcul de force pressante

3. Au sol, la plus haute pression atmosphérique a été mesurée le 31 décembre 1968 en Sibérie :  $P_{atm} = 1\,083,8$  hPa. Calculer la valeur  $F$  de la force pressante exercée par l'air atmosphérique lors du record atteint sur la surface de la peau estimée à  $1,5$  m<sup>2</sup>.

### 17 Variation de volume en plongée CALCUL MENTAL

À une certaine profondeur, à la pression  $P_C = 4,0$  bar, on enferme un volume d'air  $V_C = 1,0$  L dans un ballon.

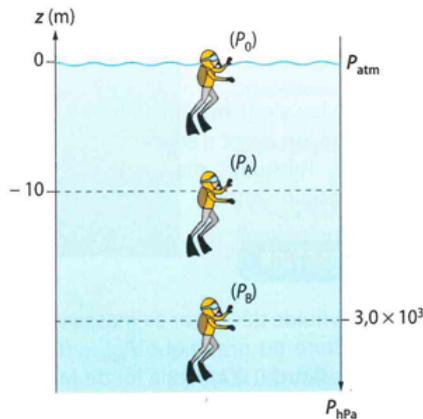


2. a. D'après la loi de Mariotte, quelle relation peut-on écrire entre les grandeurs  $V_C$ ,  $P_C$ ,  $V_B$  et  $P_B$  ?

b. En déduire le volume  $V_B$  de l'air dans le ballon.

### 23 Variation de pression en plongée

En surface, à l'altitude  $z_0 = 0$  m, un plongeur est soumis à la pression atmosphérique  $P_0 = P_{atm}$ . À une certaine profondeur  $z_A$ , la pression augmente et vaut  $P_A$ .



- Écrire la relation liant  $P_{atm}$ ,  $P_A$ ,  $z_A$  et  $z_0$ .
- Comment nomme-t-on cette relation ? Préciser les unités à utiliser pour chaque grandeur.
- En déduire la valeur de la pression  $P_A$ .

### Pour les plus rapides :

#### 28 Les limites de la plongée

Depuis 2012, le record du monde d'apnée *No Limit* est détenu par H. Nitsch, surnommé *The Ying fish*, avec une profondeur de 253 m. Il subit à la profondeur maximale une pression 5 fois supérieure à celle de la surface.

Données :  $P_{atm} = 1\,013$  hPa ;  $1,0$  bar =  $1,0 \times 10^5$  Pa ;  $\rho_{eau\ de\ mer} = 1,03 \times 10^3$  kg · m<sup>-3</sup> ;  $g = 9,8$  N · kg<sup>-1</sup> ; surface des lunettes de plongée :  $S = 1,4 \times 10^{-1}$  dm<sup>2</sup>

a. Utiliser la loi fondamentale de statique des fluides pour déterminer la variation de pression entre la surface et la profondeur atteinte lors de ce record. En déduire la pression 253 m de profondeur.

Montrer que, dans l'eau de mer, la pression augmente d'un bar tous les 10 m.

Calculer la valeur maximale de la force pressante modélisant l'action mécanique exercée par l'eau sur la surface des lunettes. La comparer à celle exercée en surface.

1-1 - Mariotte :  $P_1 V_1 = P_2 V_2$  à température constante

1-2.  $P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{1505 \text{ hPa} \cdot 20 \text{ cm}^3}{50 \text{ cm}^3} = 602 \text{ hPa}$

2 -  $d = 4 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$

volume :  $V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (11 \text{ cm})^3 = 5,6 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 5,6 \text{ dm}^3 = 5,6 \text{ L}$

temps :  $t = \frac{5,6 \times 1 \text{ min}}{4} = 1,40 \text{ min} = 1 \text{ min } 24 \text{ s}$  ) Attention utiliser  $V_0 = \frac{P_1 V_1}{P_0}$   
volume d'air à prélever

volume sans pression :  $V_0 = \frac{P_1 V_1}{P_0} = \frac{2,10 \cdot 10^5 \cdot 5,6 \text{ L}}{1,03 \cdot 10^5} = 11,1 \text{ L}$

temps :  $t = \frac{11,1 \times 1}{4,0} = 2,8 \text{ min} = 2 \text{ min } 48 \text{ s}$

3 - a)  $P_B - P_A = \rho g (z_B - z_A)$  si  $z_B > z_A$  alors  $P_B - P_A < 0$  et  $P_B < P_A$   
donc  $P_B < P_A$

3 - b -  $P_{NY} - P_D = \rho g (z_D - z_{NY}) = 1,1 \cdot 9,8 (1600 - 10) = 1,7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

3 - c - La pression doit être comprise entre  $1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  et  $2,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  on respecte bien la loi 2.  
soit une différence de  $(2,1 - 1,6) \cdot 10^5 \text{ Pa} = 5,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

### BONUS

- 1 -  $P$  en (hPa) → voir ligne 40
- 2 - ligne 39 → lcd.print (Pressure, 2)
- 3 - delay (3000)

(15)  $F = P \cdot S = 1,0838 \cdot 10^5 \cdot 1,5 = 1,6 \cdot 10^5 \text{ N}$

(17)  $P_B V_B = P_C V_C \quad V_B = \frac{P_C V_C}{P_B} = \frac{4 \text{ bar} \cdot 1,0 \text{ L}}{3 \text{ bar}} = 1,3 \text{ L}$

(23)  $P_{\text{atm}} + \rho g z_0 = P_A + \rho g z_A \quad P_{\text{atm}} = P_{\text{atm}} + \rho g (z_0 - z_A)$   
 $P_A = 1,0 \cdot 10^5 + 1,03 \cdot 10^3 \cdot 9,8 (0 - (-10)) = 2 \text{ bar}$

(28) a)  $P_A = P_{\text{atm}} - \rho g z_A = 1013 - 1,03 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot (-257) = 2,6 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 26 \text{ bars}$

b)

c)  $P_A - P_B = \rho g (z_B - z_A) \quad z_A < z_B$

si  $z_B - z_A = 10 \text{ m} \quad P_A - P_B = 1,03 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 10 = 1 \text{ bar}$

d)  $F_{\text{atm}} = P_{\text{atm}} \cdot S = 1013 \cdot 10^2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-1} = 1,4 \cdot 10^4 \text{ N}$

$F_{\text{maxi}} = P_A \cdot S = 2,6 \cdot 10^6 \cdot 1,4 \cdot 10^{-1} = 3,7 \cdot 10^5 \text{ N}$

$\frac{F_{\text{maxi}}}{F_{\text{atm}}} = 26$

$F_{\text{maxi}}$  est donc 26 fois plus importante qu'en surface

DS CH10 statique des fluides 1G

15)  $F = P \cdot S = 1083,8 \cdot 10^2 \cdot 1,5 = \underline{1,6 \cdot 10^5 \text{ N}}$  (1)

17)  $\frac{P_B V_B = P_C V_C}{P_B} \quad V_B = \frac{P_C V_C}{P_B} = \frac{4 \text{ bar} \cdot 1,0 \text{ L}}{3 \text{ bar}} = \underline{1,3 \text{ L}}$  (1)

23)  $P_{\text{atm}} + \rho g B_0 = P_A + \rho g B_A$  Loi fondamentale de la statique des fluides (1)  
 $\begin{matrix} | & | & | \\ P_a & \rho g \cdot \text{m}^3 & \text{m} \\ & & 9,81 \text{ m/s}^2 \end{matrix}$  (1)

$P_a = P_{\text{atm}} + \rho g (B_0 - B_A)$   $P_a = 1,0 \cdot 10^5 + 1,03 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot (0 - (-10)) = 2,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} = \underline{2 \text{ bar}}$  (1)

28 a)  $P_{\text{atm}} + \rho g B_0 = P_A + \rho g B_A$   $P_A - P_{\text{atm}} = -\rho g B_A$   $B_A < 0$

b)  $P_A = 1013 \text{ hPa} - 1,03 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot (-25) = 2,6 \cdot 10^6 \text{ Pa} = \underline{26 \text{ bar}}$

c)  $P_A - P_B = \rho g (B_B - B_A)$   $B_A < B_B$

si  $B_B - B_A = 10 \text{ m}$ :  $P_A - P_B = 1,03 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 10 = \underline{1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}}$

(5)  
CS complet!

d)  $F_{\text{atm}} = P_{\text{atm}} \cdot S = 1013 \cdot 10^2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-1} = 1,4 \cdot 10^4 \text{ N}$

$F_{\text{maxi}} = P_A \cdot S = 2,6 \cdot 10^6 \cdot 1,4 \cdot 10^{-1} = \underline{3,7 \cdot 10^5 \text{ N}}$

$\frac{F_{\text{maxi}}}{F_{\text{atm}}} = 26$

$F_{\text{maxi}}$  est donc 26 fois plus importante qu'en surface!





1<sup>ère</sup>

## BACCALAURÉAT GENERAL SCIENTIFIQUE



Épreuve Pratique de PHYSIQUE  
Évaluation des Compétences Expérimentales  
TP CH13 : Théorème de l'énergie mécanique

## ÉNONCÉ ET ÉVALUATION

NOM :	Prénom :
-------	----------

Capacités expérimentales	Acquis	En cours d'acquisition
Mettre en oeuvre un dispositif expérimental permettant de collecter des données sur un mouvement (vidéo, chronophotographie, etc.).		
Utiliser un langage de programmation pour effectuer le bilan énergétique d'un système en mouvement.		

## ÉVALUATION

Compétences	Niveaux validés			
	A	B	C	D
s'APProprier				
ANALyser				
RÉAliser				
VALider				
COMmuniquer				
<b>Note :</b>		<b>/20</b>		
Niveau 1 Novice	Niveau 2 Débrouillé	Niveau 3 Confirmé	Niveau 4 Spécialiste	Niveau 5 Expert
Jaune	Vert	Bleu	Rouge	Noir
$0 \leq note \leq 5$	$5 < note \leq 8$	$8 < note \leq 12$	$12 < note \leq 16$	$16 < note \leq 20$

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Lors d'un match de tennis, le service est le coup permettant de mettre en jeu la balle et de débiter le point. C'est un coup important qui permet souvent de prendre l'avantage sur son adversaire. Certains joueurs lancent la balle très haut, parfois à plus de deux mètres de leur main, avant de la frapper quand elle est en phase descendante.

Sur le forum d'un site Internet dédié au tennis, un internaute propose une hypothèse : un lancer de balle très haut permettrait d'obtenir une vitesse de balle au service nettement plus importante.

*forums.tennis-classim.net*

***Le but de cette épreuve est d'effectuer l'étude énergétique d'une balle de tennis au cours d'un lancer, puis de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse proposée par l'internaute.***

# INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

## Grandeurs énergétiques

- $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$  : l'énergie cinétique du système ponctuel de masse  $m$  et de vitesse  $v$  ;
- $E_p = m \cdot g \cdot y$  : l'énergie potentielle de pesanteur du système, où  $E_p = 0$  J pour  $y = 0$  m, à l'origine O du repère,  $g$  : la valeur de l'intensité de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $y$  : l'ordonnée de G dans le repère choisi.

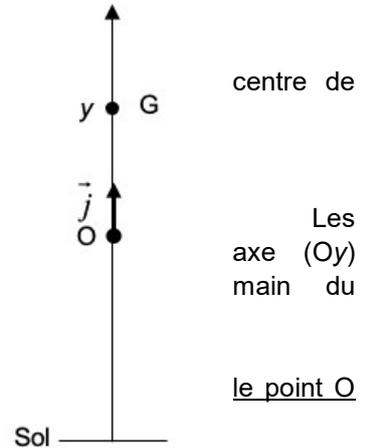
Les unités des différentes grandeurs sont celles du système international d'unités.

## Modélisation de la situation

- Le système étudié est la balle de tennis de masse  $m = 58$  g modélisée par son centre de masse G.
- Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre supposé galiléen.

Le mouvement de G, dans le champ de pesanteur terrestre, est supposé rectiligne vertical. Les positions successives de G sont repérées dans un repère à une dimension  $(O, \vec{j})$  muni d'un axe orienté vers le haut. Le point O, origine du repère, coïncide avec la balle lorsqu'elle quitte le joueur de tennis.

On considère pour simplifier que la balle est frappée par la raquette lorsqu'elle repasse par en phase descendante.



## Coordonnée du vecteur vitesse

On repère les positions de G à intervalle de temps  $\Delta t$  régulier.

Notons  $y_i$  la coordonnée du point  $G_i$  à l'instant  $t_i$  et  $v_{yi}$  la coordonnée du vecteur vitesse  $\vec{v}_i$  à ce même instant.

En méthode dite « centrée » on a : 
$$V_{yi} = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$
 avec  $y_{i+1}$  : coordonnée du point  $G_{i+1}$  à l'instant  $t_{i+1} = t_i + \Delta t$   
 $y_{i-1}$  : coordonnée du point  $G_{i-1}$  à l'instant  $t_{i-1} = t_i - \Delta t$

## LOGICIELS ET FICHIERS MIS A DISPOSITION

- Pymécavidéo pour effectuer le pointage de la trajectoire
- Tableur excell pour enregistrer les coordonnées des points au format « csv » (séparateur point-virgule)
- Pyzo pour traiter le fichier python fourni
- une vidéo et un fichier python à traiter et situés dans le dossier « O:\Communs classes\Commun Première G\physique chimie\DS CH13»

## TRAVAIL À EFFECTUER

### 1. Préparation des fichiers (5 minutes conseillées)

Les fichiers sont ouverts sur votre poste de travail. Le fichier vidéo à traiter est placé dans le dossier « documents » de votre ordinateur.

### 2. Proposition de protocole (30 minutes conseillées)

En utilisant l'ensemble des fichiers et logiciels mis à votre disposition, compléter le fichier python afin de tracer l'évolution temporelle des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique au cours du mouvement de la balle de tennis.

### 3. Exploitation des résultats (20 minutes conseillées)

3.1. Interpréter l'allure des courbes obtenues en terme d'échange d'énergie lors du mouvement.

.....  
.....  
.....

3.2. Quelle est la valeur de l'énergie cinétique finale  $E_c(finale)_1$ ? Quelle est la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur maximale ?

.....  
.....

3.3. En déduire si le fait de lancer une balle de tennis plus haut permet ou pas à la balle d'atteindre une vitesse plus grande lorsqu'elle revient à son altitude initiale en phase descendante. Justifier sans calcul.

.....  
.....

3.4. Le joueur, pour servir, frappe la balle au point O avec sa raquette. La vitesse de la balle est alors mesurée à  $150 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Calculer l'énergie cinétique de la balle juste après le service.

.....  
.....

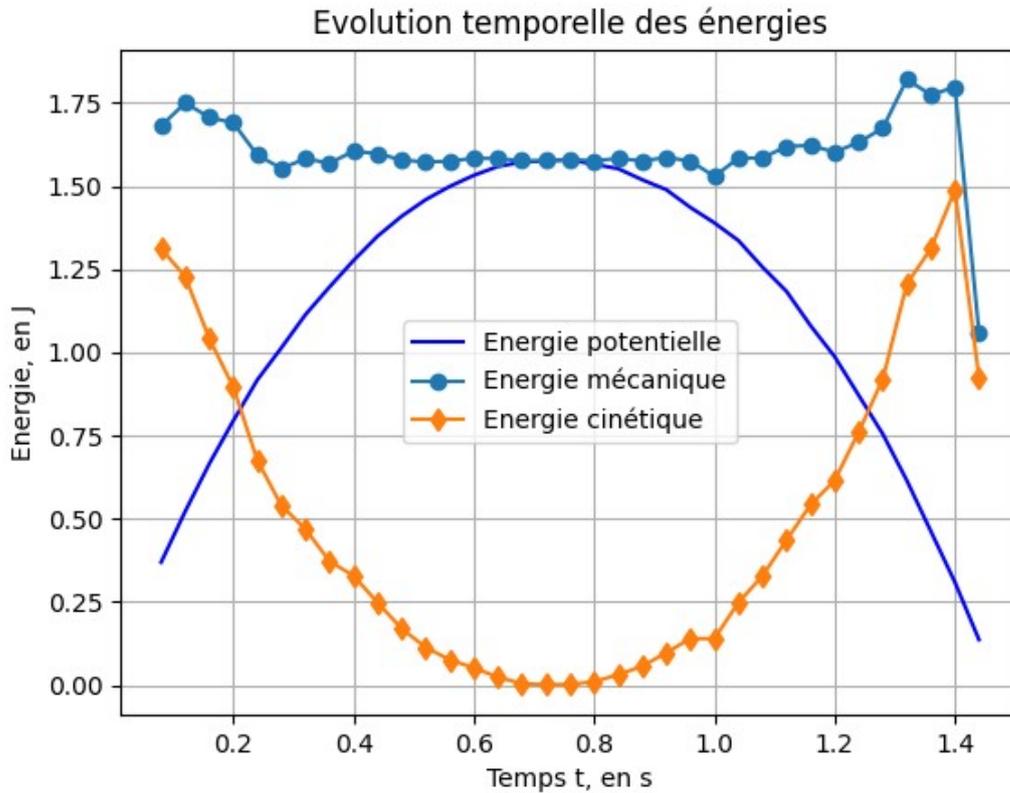
3.5. Indiquer si la vitesse de la balle acquise après le service provient principalement de la hauteur du lancer ou de la frappe de la raquette.

.....  
.....

## CORRECTION TP CH13 ENERGIE MECANIQUE

### 1.1. Interpréter l'allure des courbes obtenues en terme d'échange d'énergie lors du mouvement.

Il y a un transfert d'énergie cinétique en énergie potentielle de pesanteur et inversement. L'énergie mécanique est constante au cours du mouvement, on peut donc négliger les frottements.



### 1.2. Quelle est la valeur de l'énergie cinétique finale $E_c(finale)_1$ ? Quelle est la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur maximale ?

- $E_c(finale)_2 = 1,50 \text{ J}$      $E_p(maxi)_2 = 1,60 \text{ J}$  il y a bien transfert d'énergie potentielle et en énergie cinétique

### 1.3. En déduire si le fait de lancer une balle de tennis plus haut permet ou pas à la balle d'atteindre une vitesse plus grande lorsqu'elle revient à son altitude initiale en phase descendante. Justifier sans calcul.

Si la balle qui a été lancée plus haut (vidéo 1) a une énergie cinétique plus grande lorsqu'elle revient à son altitude initiale en phase descendante. Or  $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$  donc la vitesse est plus grande.

### 1.4. Le joueur, pour servir, frappe la balle au point O avec sa raquette. La vitesse de la balle est alors mesurée à $150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Calculer l'énergie cinétique de la balle juste après le service.

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \times 0,058 \times \left( \frac{150 \times 1000}{3600} \right)^2 = 50 \text{ J}$$

### 1.5. Indiquer si la vitesse de la balle acquise après le service provient principalement de la hauteur du lancer ou de la frappe de la raquette.

La vitesse de la balle acquise après le service est essentiellement liée à l'énergie cinétique provenant de la frappe.

La hauteur de lancer d'une balle par un joueur de tennis correspond à ses habitudes et stratégies de jeu et non au souhait d'obtenir un service plus rapide.