

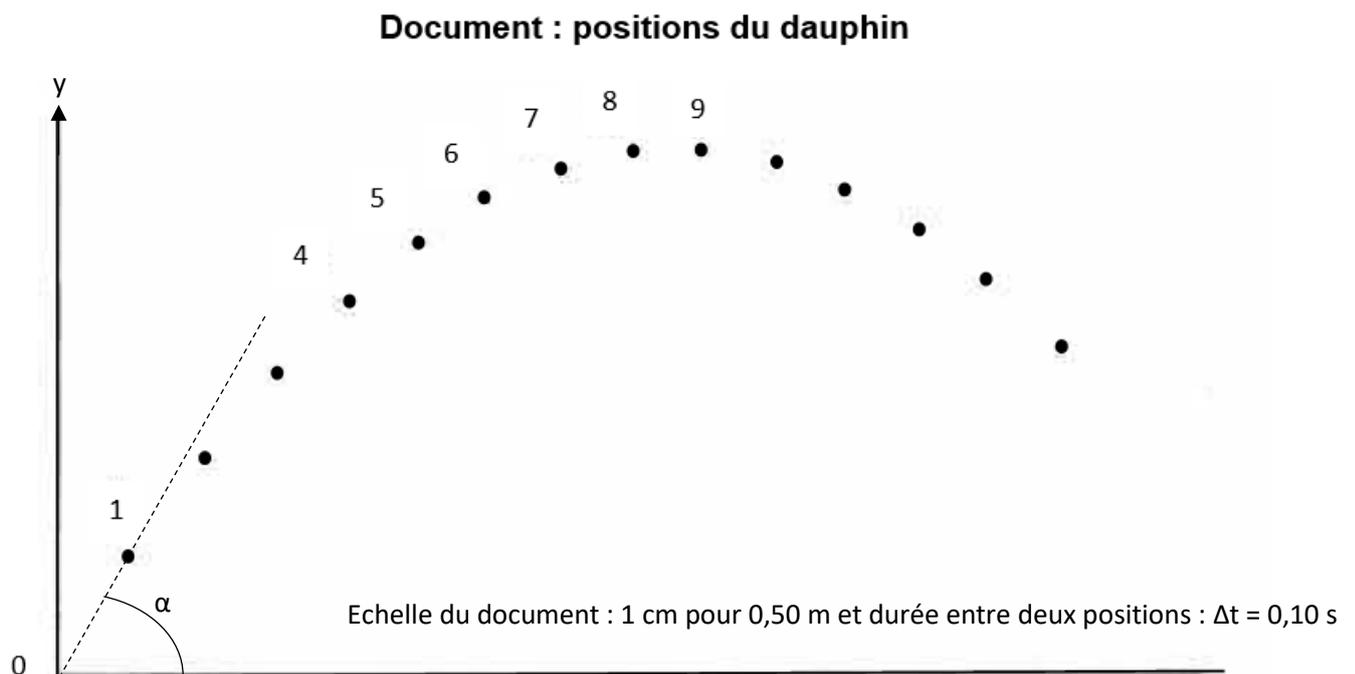
DEVOIR DE VACANCES DE PHYSIQUE CHIMIE

Pour les élèves ayant choisi la Spécialité PHYSIQUE en Terminale.

Exercice 1 : Le saut du dauphin

Le dauphin à flancs blancs du Pacifique est peut-être l'espèce la plus abondante du Pacifique Nord. C'est un dauphin très sociable et qui voyage généralement en groupe ; il est rapide, puissant et bon surfeur. Un jour, un dauphin a fait un saut de 3 mètres pour se retrouver sur le pont d'un navire de recherche arrêté en mer !

Issu du site « Pêches et océans Canada »



Grâce à l'exploitation d'un enregistrement vidéo du saut du dauphin, on a pu trouver que la valeur de la vitesse initiale est $V_0 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et que l'angle α vaut 60° . Pour les calculs, on prendra $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

1. L'équation de la trajectoire du dauphin est $y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + V_0 \times \sin \alpha \times t$
Sachant qu'il faut 0,87 secondes au dauphin pour atteindre le sommet S de cette trajectoire, le saut effectué est-il réellement d'au moins 3 mètres de haut ? Justifier.
2. Déterminer la valeur de la vitesse du centre d'inertie du dauphin aux points 4 et 6. On les notera V_4 et V_6
3. Tracer les vecteurs \vec{V}_4 et \vec{V}_6 en utilisant l'échelle : 1 cm pour $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
4. Construire le vecteur $\Delta \vec{V}_5$ au point 5 et déterminer sa valeur en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ en utilisant l'échelle précédente.

Exercice 2 : Le skieur

Un skieur de masse $M = 60 \text{ kg}$ est tracté par la perche d'un remonte pente suivant la ligne de plus grande pente d'une piste inclinée d'un angle $\alpha = 35^\circ$ par rapport à l'horizontale.

Le départ est situé au point A (où la vitesse du skieur est nulle). Lorsqu'il arrive en B ($AB = 25 \text{ m}$), la valeur de sa vitesse est $V = 3,0 \text{ m.s}^{-1}$.

La perche fait un angle constant $\beta = 20^\circ$ par rapport à la direction de la piste. La piste exerce une force de frottement $f = 40 \text{ N}$ sur les skis. La résistance de l'air est négligeable.

L'intensité de la pesanteur sera $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.

- 1) Faire un schéma et représenter les forces exercées sur le skieur.
- 2) Exprimer et calculer **si c'est possible** les travaux des différentes forces sur le trajet AB.
- 3) D'après le théorème de l'énergie cinétique, déterminer le travail $W_{AB}(\vec{F})$ de la force exercée par la perche du remonte pente sur le skieur.
- 4) Dédire du résultat précédent la valeur F de la force exercée par la perche sur le skieur.

Exercice 3 : Le bleu de méthylène en médecine et en biologie

Le bleu de méthylène est une espèce chimique organique de formule brute $C_{16}H_{18}N_3SCl$. A l'état pur, le bleu de méthylène se présente sous la forme d'une poudre soluble dans l'eau. Il peut être utilisé, à la fois comme colorant ou comme médicament. Son action repose sur ses propriétés oxydo-réductrices : sa forme oxydée est bleue et sa forme réduite est incolore.

Certaines propriétés du bleu de méthylène sont utilisées pour des expériences en biochimie. Par exemple, en présence de glucose le bleu de méthylène est réduit et ce dernier se transforme en une espèce non colorée.

D'autres propriétés sont utilisées en médecine. Le bleu de méthylène peut servir à colorer des bactéries pour les visualiser au microscope. Quand il entre dans le cytoplasme d'une cellule vivante, le bleu de méthylène est réduit car c'est un environnement réducteur : les cellules vivantes paraissent incolores. En revanche, des cellules mortes sont colorées en bleu car le bleu de méthylène y reste sous sa forme oxydée.

D'après www.futura-sciences.com

L'objectif de cet exercice est d'étudier une propriété du bleu de méthylène puis d'effectuer un contrôle de qualité, par dosage spectrophotométrique, d'une préparation microscopique utilisée dans le domaine de la santé.

Partie 1 : Propriétés oxydantes du bleu de méthylène

Un extrait de protocole est donné ci-dessous :

« Dans un erlenmeyer contenant une solution aqueuse de glucose, on ajoute une solution de bleu de méthylène $BM^+_{(aq)}$. Le mélange, initialement bleu, devient progressivement incolore ».

Couples oxydant-réducteur mis en jeu :

- $BM^+_{(aq)} / BMH_{(aq)}$
- $RCOOH_{(aq)} / RCHO_{(aq)}$
- le glucose est noté $RCHO_{(aq)}$.
- la forme oxydée du bleu de méthylène, noté BM^+ , est la seule espèce colorée en solution aqueuse.

1.1. Donner la définition d'un oxydant.

1.2. Donner la définition d'une réduction.

1.3. Écrire les demi-équations électroniques relatives aux couples du bleu de méthylène $BM^+_{(aq)} / BMH_{(aq)}$ et du glucose $RCOOH_{(aq)} / RCHO_{(aq)}$

1.4. En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation décrite dans l'extrait du protocole.

Partie 2 : Dosage d'une solution de bleu de méthylène

Le bleu de méthylène est un colorant pour préparation microscopique utilisé essentiellement pour colorer les noyaux des cellules afin d'apprécier le nombre de cellules mortes.

Un technicien de laboratoire souhaite déterminer avec précision la concentration du colorant dans une solution S dont l'étiquette porte l'indication suivante :

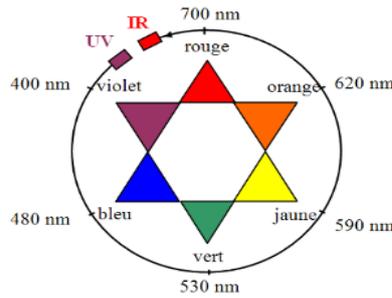
« **Bleu de méthylène 3,2 mmol.L⁻¹** »

On note C_s la concentration en bleu de méthylène de la solution S. Cette concentration est déterminée par une méthode spectrophotométrie.

On mesure l'évolution de l'absorbance A d'une solution de bleu de méthylène pour différentes longueurs d'onde λ .

Données :

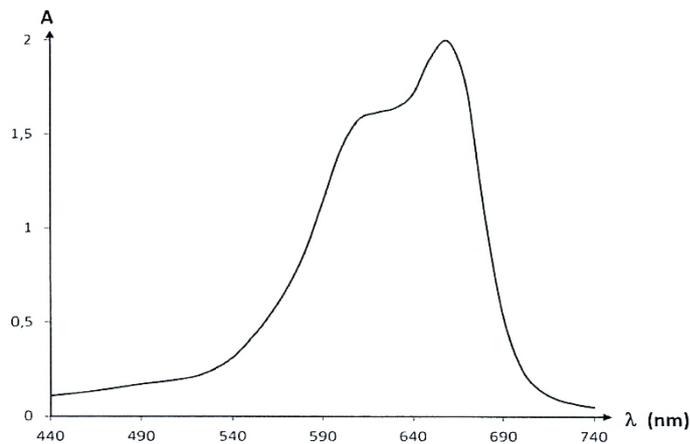
- Cercle chromatique



- Extrait du tableau périodique des éléments

1 IA												18 VIIIA						
1	1,0079											2	4,0026					
1	H												He					
	HYDROGÈNE												HÉLIUM					
2 IIA												10 VIIA						
3	6,941	4	9,0122											9	18,998	10	20,180	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
	LITHIUM	BÉRYLLIUM											BORE	CARBONE	AZOTE	OXYGÈNE	FLUOR	NÉON
3		12 24,305												17 35,453		18 39,948		
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
	SODIUM	MAGNÉSIIUM											ALUMINIUM	SILICIUM	PHOSPHORE	SOUFRE	CHLORE	ARGON

- Spectre d'absorbance du bleu de méthylène



2.1. Commenter l'allure spectre d'absorption du bleu de méthylène et justifier la couleur de la solution de ce colorant.

Pour déterminer la concentration C_S en bleu de méthylène de la solution S, on prépare une gamme de solutions notées S_1 à S_4 , de volume 25,0 mL chacune, à partir d'une solution mère de concentration en masse égale à $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

L'absorbance des solutions a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre préalablement réglé sur la valeur λ_{max} du spectre d'absorption. Les résultats sont reproduits dans le tableau ci-dessous :

Solution	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
Concentration en masse C_i (en mg.L^{-1})	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
Absorbance A	0,610	0,480	0,374	0,243	0,126

2.2. Ecrire le protocole détaillé de la préparation de la solution S_3 à partir de la solution mère S_0 , en précisant la verrerie nécessaire.

2.3. La loi de Beer Lambert est-elle vérifiée ? Justifier le par le calcul, sans réaliser de graphique.

2.4. En déduire une relation entre A l'absorbance de la solution et C la concentration en masse du bleu de méthylène, en précisant les unités des grandeurs.

2.5. Une solution S_D de bleu de méthylène a été obtenue en diluant 400 fois la solution S. La mesure de l'absorbance de la solution S_D vaut $A_D = 0,328$.

2.5.1. Déterminer la concentration C_D de la solution S_D .

2.5.2. En considérant une incertitude-type de mesure $u(C_S)$ égale à $0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$, la valeur C_S obtenue expérimentalement est-elle en accord avec l'étiquetage de la solution S ? Justifier.

Exercice 4 : Détermination du degré alcoolique d'un vin d'épines

Dans plusieurs régions de France, on fabrique du vin d'épines, un apéritif alcoolisé qui titre environ à environ 15 % en degré d'alcool. Cette boisson est préparée en faisant macérer de jeunes pousses de prunellier, un petit arbre rustique, dans un mélange de sucre, de vin et d'eau de vie* pendant un mois. Après filtration, ce mélange est mis en bouteille pour vieillir pendant au moins trois mois, avant de pouvoir être dégusté. En fin de période de vieillissement, il est possible de vérifier le degré d'alcool du vin d'épines fabriqué en réalisant un titrage suivi par colorimétrie.

On considère que l'alcool présent dans les boissons alcoolisées est une seule et même espèce chimique : l'éthanol.

Le degré d'alcool d'une boisson alcoolisée, noté (°), correspond au volume d'éthanol pur contenu dans 100 mL de boisson. Par exemple, 100 mL d'une boisson à 35° contient 35 mL d'éthanol pur.

**boisson alcoolisée obtenue par distillation de jus fermentés de fruits, de céréales ou de tubercules.*

L'objectif de cet exercice est d'étudier quelques propriétés de l'éthanol et de déterminer le degré d'alcool d'un vin d'épines.



1. À propos de l'éthanol

Données :

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

Éthanol		Acide éthanoïque
Formule brute	Modèle moléculaire	Formule semi-développée
C_2H_6O		

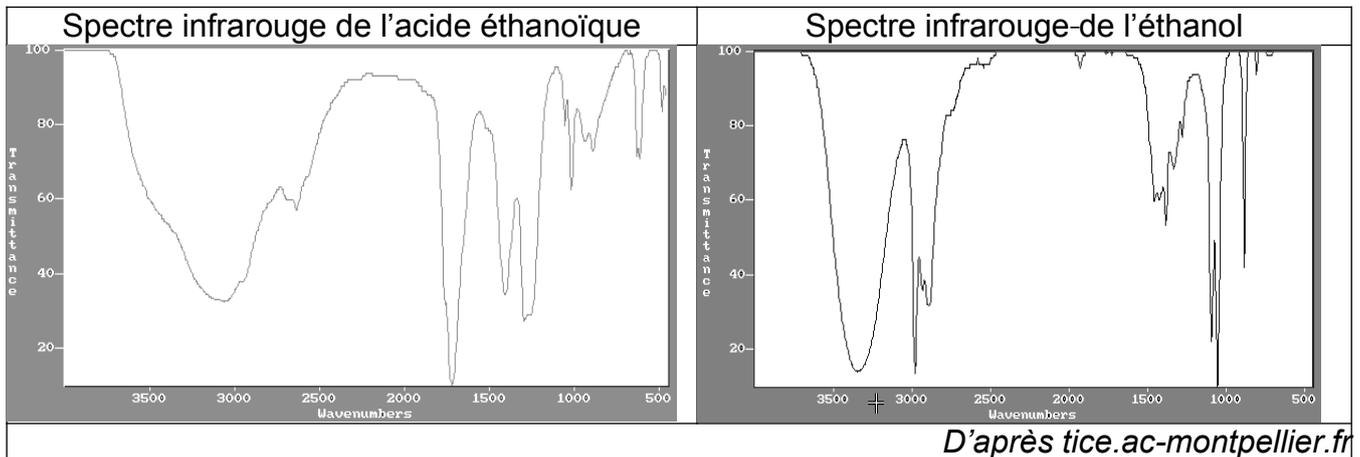
- Électronégativité selon l'échelle de Pauling de quelques éléments

Élément	C	H	O
Électronégativité χ	2,55	2,20	3,44

- Bandes d'absorption en spectroscopie IR

Liaison	O-H (alcool)	O-H (acide) carboxylique)	C=O
Nombre d'onde (cm^{-1})	3200 - 3400 bande forte et large	2500 - 3200 bande forte et très large	1700 - 1800 bande forte et fine

- 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.
 - 1.4. En présence d'un excès d'oxydant, l'éthanol peut être oxydé en acide éthanoïque.
- Les spectres infrarouges de l'acide éthanoïque et de l'éthanol sont donnés ci-dessous. Expliquer comment on peut les utiliser pour justifier que la transformation de l'éthanol en acide éthanoïque a eu lieu.



2. Détermination du degré d'alcool du vin d'épines

Le vin d'épines étant constitué de diverses espèces chimiques, on effectue une distillation fractionnée d'un mélange de 50 mL de vin d'épines et d'eau pour en extraire l'éthanol. On verse le distillat dans une fiole jaugée de 500 mL et on complète avec de l'eau distillée. **On obtient 500 mL de solution notée S contenant tout l'éthanol initialement présent dans 50 mL de vin d'épines.**

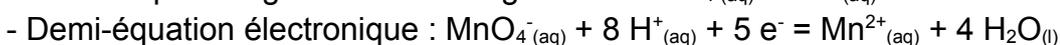
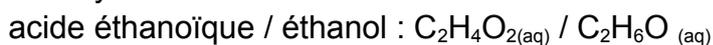
L'éthanol réagit avec les ions permanganate en milieu acide, mais cette transformation, quoique totale, est lente : elle ne peut donc pas être le support d'un titrage. On procède donc en deux étapes.

Étape 1 : on introduit les ions permanganate en excès dans un volume donné de la solution S pour transformer tout l'éthanol présent en acide éthanoïque et on laisse le temps nécessaire à la transformation de s'effectuer.

Étape 2 : on réalise ensuite le titrage des ions permanganate restants par les ions Fe^{2+} .

Données :

- Couples oxydant-réducteur :



- Masse volumique de l'éthanol : $0,79 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

- Masse molaire de l'éthanol : $M = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- Toutes les espèces chimiques en solution sont incolores mis à part les ions permanganate qui sont violets.

2.1. Étude de l'étape 1

On s'intéresse ici à la réaction entre les ions permanganate et l'éthanol.

Dans un erlenmeyer, on mélange $V_0 = 2,0$ mL de solution S et $V_1 = 25,0$ mL d'une solution acidifiée de permanganate de potassium ($K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)}$) de concentration en quantité de matière $C_1 = 5,00 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹.

On bouche l'erlenmeyer et on laisse réagir pendant environ 30 minutes, à 60°C.

2.1.1. Établir que l'équation de réaction entre l'éthanol et les ions permanganate en milieu acide s'écrit : $5 C_2H_6O_{(aq)} + 4 MnO_4^-_{(aq)} + 12 H^+_{(aq)} \rightarrow 5 C_2H_4O_{2(aq)} + 4 Mn^{2+}_{(aq)} + 11 H_2O (l)$

2.1.2. Compléter le tableau d'avancement en **ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, en utilisant comme notation :

- n_0 , quantité de matière initiale d'éthanol présente dans le volume V_0

- n_1 , quantité de matière initiale d'ions permanganate présente dans le volume V_1 .

2.1.3. En s'appuyant sur le tableau d'avancement de l'**ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**, montrer que dans l'état final, la quantité d'ions permanganate restant dans l'erlenmeyer peut s'écrire :

$$n(MnO_4^-)_{restant} = C_1 \times V_1 - \frac{4}{5} \times n_0$$

2.2. Étude de l'étape 2

On titre les ions permanganate restants à la fin de l'étape 1, directement dans l'erlenmeyer, par une solution aqueuse contenant des ions Fe^{2+} à la concentration en quantité de matière $C_2 = 3,00 \cdot 10^{-1}$ mol.L⁻¹.

L'équation de la réaction de support du titrage entre les ions permanganate MnO_4^- et les ions Fe^{2+} est : $MnO_4^-_{(aq)} + 5 Fe^{2+}_{(aq)} + 8 H^+_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 5 Fe^{3+}_{(aq)} + 4 H_2O(l)$

Le volume de solution titrante versé pour atteindre l'équivalence est $V_{2\acute{e}q} = 14,1$ mL.

2.2.1. Définir le terme « équivalence » utilisé lors d'un titrage.

2.2.2. Préciser, en justifiant, le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.

2.2.3. Indiquer la relation qui existe, à l'équivalence, entre les quantités de matière d'ions permanganate présents initialement et les ions Fe^{2+} versés à l'équivalence.

2.2.4. La quantité d'éthanol initialement présente dans le volume 50 mL de vin d'épines est

alors donnée par la relation : $n_{\text{éthanol}} = 250 \times \left(\frac{5}{4} \times c_1 \times V_1 - \frac{1}{4} \times c_2 \times V_{2\acute{e}q} \right)$.

Déterminer si le degré d'alcool annoncé de ce vin d'épines est conforme à celui annoncé pour ces apéritifs.

On s'attend à un raisonnement présenté de manière claire et ordonnée.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Question 2.1.2 :

Équation de la réaction		$5 \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq}) + 4 \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 12 \text{H}^+ \rightarrow 5 \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + 4 \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 11 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$					
État	Avancement (mol)	$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$	$n(\text{MnO}_4^-)$	$n(\text{H}^+)$	$n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$	$n(\text{Mn}^{2+})$	$n(\text{H}_2\text{O})$
Initial	0	n_0	n_1	/			/
En cours	x			/			/
Final	x_f			/			/

Remarques :

- On rappelle que l'ion permanganate est introduit en excès.
- L'eau étant le solvant et l'ion hydrogène n'étant pas limitant, leurs quantités ne seront pas précisées.