

EXERCICE 1 RENDEMENT D'UNE ESTERIFICATION

Le but d'une séance de travaux pratiques est de déterminer le rendement de l'estérification de l'acide éthanoïque par l'éthanol.

Partie 1 : Préparation des solutions

- 1.a) Calculer le volume V_1 d'acide éthanoïque pur qu'il faut prélever pour disposer de 0,10 mole d'acide.
 1.b) Quel volume V_2 d'éthanol commercial à 95% faut-il prélever pour disposer de 0,10 mole d'éthanol ?

Partie 2 : La réaction d'estérification

On verse respectivement le volume V_1 et le volume V_2 de chacun des 2 réactifs dans un ballon, on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique et quelques morceaux de pierre ponce.

- 2.a) Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?
 2.b) Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'éthanol.
 2.c) Au bout d'une heure, on arrête de chauffer le ballon. Comment procède-t-on alors pour stopper la réaction qui s'y déroule encore ? Quel est le nom de cette opération ?

Partie 3 : Calcul du rendement de la réaction

Pour calculer le rendement de la réaction, on titre l'acide éthanoïque restant dans la phase aqueuse avec une solution titrante d'hydroxyde de sodium de concentration 2 mol.L⁻¹. L'acide sulfurique introduit au début de la réaction est en quantité négligeable, il n'est pas à prendre en compte pour le titrage.

- 3.a) Quelle masse d'hydroxyde de sodium faut-il peser pour préparer 100,0 mL de la solution titrante ?
 Pour ce titrage, on ajoute un indicateur coloré à la phase aqueuse contenant l'excès d'acide éthanoïque.
 3.b) Rappeler le rôle de l'indicateur coloré.
 3.c) Dans la liste ci-dessous, choisir l'indicateur le plus approprié pour ce titrage. Justifier
 3.d) Faire le schéma du montage de ce titrage.
 Le virage a lieu quand on a versé 30,0 mL de solution titrante.
 3.e) Calculer la quantité de matière d'acide éthanoïque $n_{\text{AHrestant}}$ qui n'a pas réagi lors de la réaction d'estérification.
 3.f) En déduire la quantité d'acide ayant réagi $n_{\text{AHréagit}}$; puis le rendement R de la réaction.
 3.g) Le pourcentage maximal d'ester que l'on peut espérer obtenir à l'équilibre lors d'une telle estérification est de 67%. Expliquer pourquoi la valeur obtenue à la question 3.f) est différente.
 3.h) Citer 2 méthodes permettant d'améliorer le rendement d'une estérification.
 3.i) Par quoi remplacer l'acide pour obtenir l'ester lors d'une réaction totale ?

DONNEES : Masses molaires en g.mol⁻¹ : C = 12 ; H = 1 ; O = 16 ; Na = 23

Masse volumique de l'acide éthanoïque : 1050 kg.m⁻³

Masse volumique de l'éthanol : 800 kg.m⁻³

Indicateur coloré	Hélianthine	Bleu de Bromothymol	Phénolphthaléine
Zone de virage	3,3 — 4,4	6,0 — 7,6	8,2 — 10,

EXERCICE 2

On étudie l'action d'une solution de peroxydisulfate de potassium K₂S₂O₈ sur une solution aqueuse d'iodure de potassium KI.

1- Le potentiel standard d'oxydo-réduction du couple S₂O₈²⁻/SO₄²⁻ est égal 2,01V, et celui du couple I₂/I⁻ est égal à 0,54V

- 1-a) Quelle espèce est oxydée ? Par quel oxydant ? Quel élément est oxydé ? Quel élément est réduit ?
 1-b) Ecrire les demi-équations électroniques de la réaction d'oxydo-réduction qui se produit et montrer que l'équation peut s'écrire : S₂O₈²⁻ + 2I⁻ → 2SO₄²⁻ + I₂.

On dispose d'un premier bécher contenant V₁ = 500 mL de solution de peroxydisulfate de potassium de concentration C₁ = 0,015 mol.L⁻¹ et d'un deuxième bécher contenant V₂ = 500mL de solution d'iodure de potassium de concentration C₁ = 0,03 mol.L⁻¹.

A l'instant t = 0, on mélange les deux béchers et on déclenche le chronomètre. Durant toute l'expérience, le mélange est maintenu à température constante. Il apparaît alors progressivement une coloration jaune.

Par une méthode appropriée (qui est expliquée dans la question 5), on mesure, à différents instants, les concentrations en diiode. On obtient les mesures rassemblées dans le tableau suivant :

t (min)	2	5	10	20	30	40	50	60
[I ₂] (mmol.L ⁻¹)	0,5	1,5	2,4	3,5	4,3	5,0	5,5	5,9

- 2-a) Pourquoi le mélange est-il maintenu à température constante, durant toute l'expérience ?
- 2-b) Quelle est la concentration du diiode à l'instant t = 0.
- 2-c) A quoi est due la coloration jaune ?
- 2-d) Tracer le graphique représentant la concentration en diiode [I₂] en fonction du temps t.
- 3-a) Définir la vitesse de formation du diiode à un instant quelconque. Comment peut-on la calculer ?
- 3-b) Déterminer cette vitesse à l'instant t = 5min.
- 3-c) Calculer les vitesses moyennes entre 0 et 10 minutes et entre 0 et 40 minutes. Comparer ces deux vitesses.

Expliquer la différence entre ces deux vitesses.

- 4-a) D'après les quantités de matière initiales des réactifs, que peut-on dire du mélange ?
- 4-b) Déterminer la concentration du diiode au bout d'un temps infini. Est-ce que la réaction est terminée après 60min ? Justifier.
- 4-c) Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction. Justifier la méthode.

5- Pour mesurer la concentration de diiode, on procède de la façon suivante :

On prélève à la pipette un volume V = 10 mL du mélange réactionnel et, à l'instant t, on l'introduit dans un bécher d'eau glacée additionnée d'empois d'amidon (l'empois d'amidon est bleu en présence de diiode et incolore en présence de I⁻).

Pour déterminer la concentration de diiode, on la dose par une solution de contenant des ions thiosulfate S₂O₃²⁻ de concentration C' = 5,0 . 10⁻³ mol.L⁻¹

La réaction de dosage est : 2S₂O₃²⁻ + I₂ → S₄O₆²⁻ + 2I⁻

5-a) Pourquoi introduit-on le prélèvement dans l'eau glacée ? Comment s'appelle cette opération ? Quels facteurs cinétiques sont modifiés par cette opération ?

5-b) Soit V' le volume, de la solution de thiosulfate versé à l'équivalence. Montrer qu'à l'instant t, la concentration en diiode est donnée par [I₂] = (C' × V') / 2V

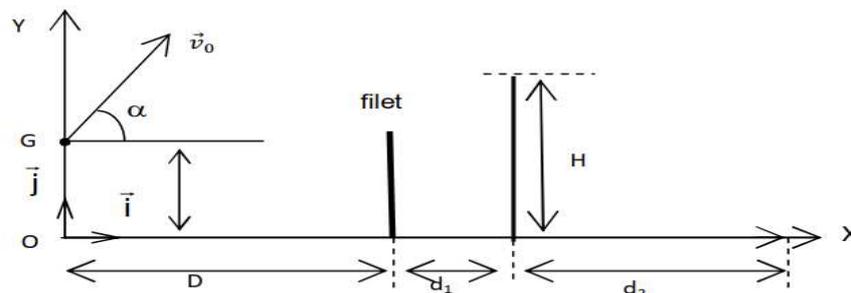
5-c) En déduire le volume V' de la solution de thiosulfate pour avoir l'équivalence lors du prélèvement de l'instant t = 20min.

EXERCICE 3

Au cours d'une compétition de tennis, deux joueurs A et B s'affrontent. Le joueur A voyant son adversaire avancer, décide de le lobber.

Le centre d'inertie G de la balle de masse m est à une hauteur h = 0,5m du sol et le filet à une distance D = 12m du point O.

Le joueur A frappe la balle avec sa raquette à la date t=0. Celle-ci part avec un vecteur vitesse \vec{V}_0 faisant un angle $\alpha = 60^\circ$ avec l'horizontale (voir figure). L'action de l'air est négligée



On donne $V_0 = 14 \text{ m/s}$ et $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

1. Déterminer dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) :

- 1.1 Les équations horaires x(t) et y(t) du mouvement de G en fonction de g, V₀, α, h et t.
- 1.2 L'équation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie G de la balle.
- 1.3 vérifier que cette équation s'écrit : $y = -0,10x^2 + 1,73x + 0,50$

2. Le joueur B, se trouvant à une distance $d_1 = 2$ m derrière le filet tente d'arrêter la balle en levant verticalement sa raquette, à une hauteur $H=3$ m.

Montrer que le joueur ne peut intercepter la balle.

3. La balle tombe en un point C situé sur l'axe Ox. Calculer la distance OC.

4. La distance séparant le joueur B et la ligne de fond est $d_1 = 10$ m.

4.1 La balle tombe-t-elle dans la surface de jeu ?

4.2 Déterminer :

4.2.1 La vitesse avec laquelle la balle arrive au point C ;

4.2.2 Le, temps mis par la balle pour atteindre le point C.

EXERCICE3 BIS

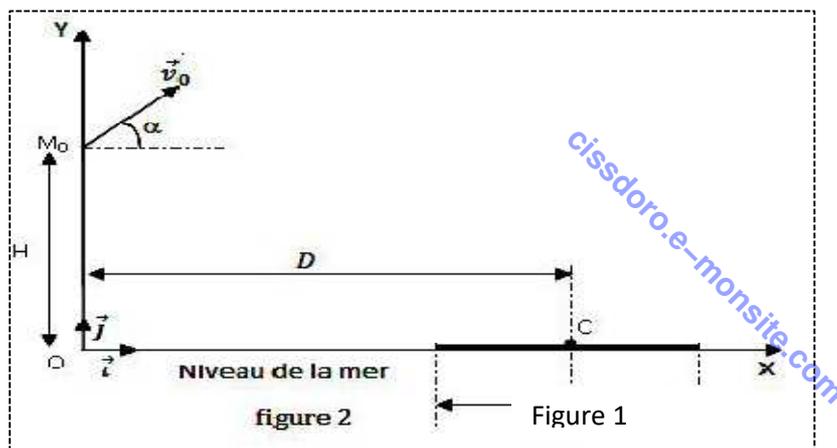
On donne : $g=10 \text{ m.s}^{-2}$; $H = 80 \text{ m}$; $D = 1\text{km}$ et $\alpha = 30^\circ$; $\alpha_1 = 30^\circ$ et $\alpha_2 = 45^\circ$

1. Un canon lance un projectile de masse m , supposé ponctuel, avec une vitesse initiale \vec{V}_0

Faisant un angle α avec l'horizontale à partir d'un point M_0 situé à la hauteur H au-dessus du niveau de la mer.

Le mouvement du projectile est étudié dans le repère (OX, OY) de plan vertical, d'origine O et de vecteurs unitaires \vec{i} et \vec{j} (figure 1). L'axe horizontal OX est pris sur le niveau de la mer.

Dans toute la suite on néglige l'action de l'air.



1.1. Faire le bilan des forces appliquées au projectile puis déterminer les composantes de l'accélération du mouvement.

1.2. En déduire les composantes du vecteur vitesse \vec{V} du projectile et celles du vecteur position \vec{OM} à chaque instant en fonction V_0 , g et H .

1.3. Le projectile tombe en un point C centre d'un bateau tel que $OC = D$.

a) Trouver l'expression du temps de vol t_1 mis par le projectile pour atteindre le point C en fonction de D , V_0 et α .

b) Donner, en fonction de α ; g , H et D , l'expression de V_0 pour qu'il tombe effectivement au point C. Faire l'application numérique.

c) Etablir l'expression de la hauteur maximale h_m atteinte par le projectile par rapport au niveau de la mer en fonction de D , H et α .

2. Le projectile est maintenant lancé à partir du point O origine du repère avec un vecteur-vitesse \vec{V}_{01} Le bateau a une longueur L et de même direction que OX .

Le projectile tombe à une distance $d_1 = \frac{L}{2}$ en deçà de la cible C quand le vecteur vitesse, \vec{V}_{01} fait un angle

α_1 avec l'horizontale. Il tombe à une distance $d_2 = \frac{L}{2}$ au-delà de la cible C quand le vecteur vitesse, \vec{V}_{01} fait un angle α_2 avec l'horizontale. Le bateau est supposé immobile pendant toute la durée des tirs.

2.1 Exprimer la distance d_1 puis d_2 en fonction de D , g , V_{01} et l'angle de tir (α_1 ou α_2).

2.2 En déduire la relation :

$$D = \frac{V_{01}^2 (\sin(2\alpha_1) + \sin(2\alpha_2))}{2g}$$

2.3 Déterminer en fonction de α_1 et α_2 l'angle θ pour que le projectile atteigne la cible C puis calculer sa valeur.

EXERCICE 5

La planète Jupiter possède de nombreux satellites, On s'intéresse à ceux dont la trajectoire est considérée circulaire. Chacun d'eux, modélisé par son centre de gravité, n'est soumis qu'à la seule force de gravitation exercée par Jupiter.

La distance entre les centres de gravité de Jupiter et du satellite étudié est notée r .

1. a. Quelle est l'expression vectorielle de la force de gravitation exercée par Jupiter, de masse M , sur un satellite de masse m ?

b. Représenter cette force $\vec{F}_{J/S}$ sur un schéma.

2. Montrer que, dans le référentiel, lié au centre de Jupiter, supposé galiléen, le satellite a un mouvement uniforme et exprimer la valeur de sa vitesse.

3. Choisir parmi les quatre propositions ci-dessous celle qui correspond au satellite le plus rapide. Justifier la réponse.

- a. le satellite le plus proche de Jupiter;
- b. le satellite le plus éloigné de Jupiter;
- c. le satellite le plus léger;
- d. le satellite le plus lourd.

4. À partir de l'expression de la valeur de la vitesse, établir l'expression de la période de révolution T d'un satellite autour de Jupiter

5. a. L'étude des mouvements de quatre satellites de Jupiter (Callisto, Europe, Ganymède et Io) a permis de déterminer la période et le rayon de l'orbite de chacun. On a représenté pour chaque satellite les valeurs des couples (r^3 ; T^2).

Montrer que l'allure de la représentation graphique est en accord avec la troisième loi de Kepler.

5. b. Montrer que l'équation modélisant la droite obtenue est de la forme $T^2 = 3,1 \cdot 10^{-16} r^3$.

En déduire l'ordre de grandeur de la masse de Jupiter.

Donnée : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

