

Problème 1 : Dosages

0. Qu'est-ce qu'un dosage ?

1. Dosage d'une base forte par une acide fort :

On prépare une solution appelée S_1 d'hydroxyde de Soude NaOH en versant 0,40g de NaOH solide pur dans de l'eau distillée et complétant à 500mL exactement. On donne les masses molaires $M(\text{Na})=23\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{O})=16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, et $M(\text{H})=1\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- 1.1. Quelles sont les précautions à prendre lors de la préparation de cette solution ?
- 1.2. Quels sont les ions présents dans la solution S_1 et leur concentration ? On notera la concentration $[\text{HO}^-] = C_{\text{Bth}}$ (Pour Concentration de Base Théorique).

On dose 10mL de cette solution S_1 , par une solution S_2 d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ en présence de Bleu de Bromothymol (BBT).

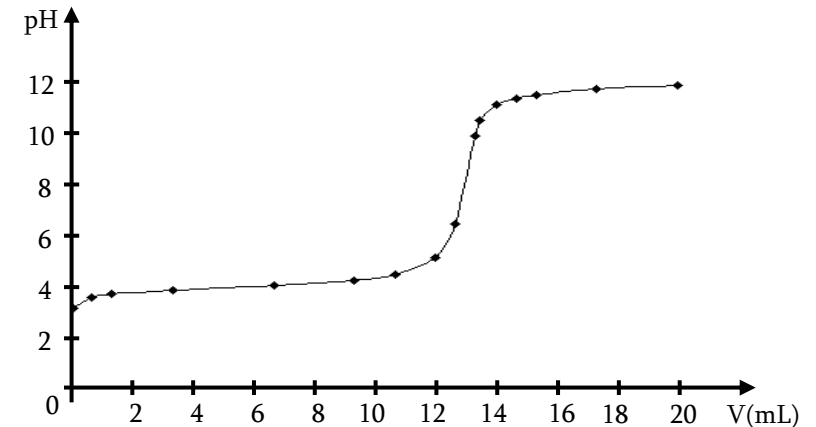
- 1.3. Ecrire l'équation de la réaction de dosage de S_1 par S_2 . Calculer la constante de réaction et conclure.
- 1.4. Calculer pour chaque volume d'acide ajouté dans le tableau ci-dessous la quantité théorique de H_3O^+ et de HO^- restante dans la solution. En déduire le pH.

V_a (mL)	0	10	19	20	21	25	30
n_{HO^-} (mol)							
$n_{\text{H}_3\text{O}^+}$ (mol)							
V_{total} (mL)							
pH théorique							

- 1.5. Tracer la courbe théorique de l'évolution du pH.
- 1.6. Lors de l'expérience, on observe un virage du BBT du jaune au bleu pour une quantité d'acide chlorhydrique ajouté égale à $V_{\text{Exp}} = 18,3$ mL. En déduire la concentration C_{Bexp} réelle de la solution de soude.
- 1.7. Comparer les valeurs théoriques et expérimentales en calculant l'écart relatif. A quoi peut-on attribuer cet écart ?
- 1.8. Le BBT est-il un indicateur coloré bien adapté pour ce dosage ? Justifier.

2. Dosage d'un acide faible par une base forte :

On souhaite ensuite déterminer la concentration C_4 d'une solution S_3 d'un monoacide faible inconnu, noté AH, qui traîne dans le laboratoire. On sait qu'il s'agit d'un monoacide très faible : supposons que $4 < pK_A < 7$. Pour le dosage, on en prélève 10mL, et on le dose par de la soude S_4 de concentration $C_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On suit l'évolution du pH à l'aide d'un pH-mètre et l'on obtient la courbe suivante :

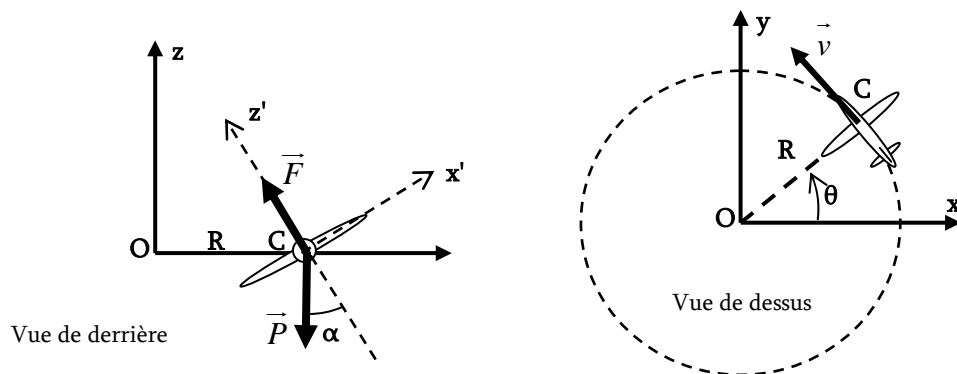


- 2.1. On précise que $4 < pK_A < 7$, qu'est-ce que cela signifie sur les espèces en présence dans la solution acide initiale ?
- 2.2. Ecrire l'équation de la réaction de dosage de l'acide benzoïque par la solution S_4 en précisant les couples acido-basiques concernés, et la constante de réaction K correspondante. Peut-elle être considérée comme totale ? Pourquoi ?
- 2.3. L'équivalence est obtenue pour un volume de solution S_4 versé de $V_{E2} = 12,8\text{mL}$. Déterminer la concentration notée C_A de l'acide benzoïque dans la solution S_3 .
- 2.4. Que peut-on dire des quantités de AH et de A^- en solution à la demi équivalence ? En déduire que $\text{pH} = \text{p}K_A$, et en déduire le $\text{p}K_A$ de l'acide étudié ici.
- 2.5. Retrouver alors par le calcul la valeur du pH pour $V_{\text{Aversé}} = 0$.
- 2.6. Indiquer sur un axe de pH les domaines de prédominance de l'acide benzoïque et de sa base conjuguée.

Problème 2 : Avion en Virage

On considère un avion de masse M dont le centre de gravité C décrit un cercle de centre O et de rayon R , dans le plan horizontal (Oxy) fixe dans le référentiel terrestre \mathcal{R} supposé galiléen. L'avion a un mouvement uniforme à la vitesse v . On définit le référentiel $\mathcal{R}' = (C, \vec{e}'_x, \vec{e}'_y, \vec{e}'_z, t)$ lié à l'avion, défini par le dessin ci-dessous. L'angle d'inclinaison de l'avion par rapport à la verticale est noté α , supposé constant.

Le poids de l'avion est noté \vec{P} . La résultante des forces exercées par l'air sur l'avion est notée $\vec{F} = \vec{F}_p + \vec{F}_T$, où \vec{F}_T est la trainée (frottements de l'air opposés à la vitesse \vec{v}), et \vec{F}_p est la portance suivant l'axe (Cz'). De plus, l'action des moteurs équivaut à une force de traction \vec{T} supposée être orientée dans le sens du mouvement, c'est-à-dire suivant le vecteur vitesse \vec{v} . Le champ de pesanteur est noté \vec{g} .



- Définir la base cylindrique B_{cyl} adaptée à l'étude de ce problème (faire des schémas)
- Donner l'expression des deux vecteurs caractérisant le mouvement de \mathcal{R}' par rapport à \mathcal{R} : le vecteur rotation $\vec{\omega}_{\mathcal{R}'/\mathcal{R}}$ en fonction de φ , et la vitesse $\vec{v}(C/\mathcal{R})$ en fonction de φ .
- Redémontrer les formules de composition des vitesses et des accélérations, en redéfinissant les vitesses ou accélérations absolues, relatives, d'entraînement, et/ou de Coriolis.
- Faire le bilan des forces exercées sur l'avion dans le référentiel \mathcal{R}' .
- Comment le principe fondamental de la dynamique appliqué à l'avion dans le référentiel \mathcal{R}' s'écrit-il ?
- En projetant le PFD suivant une direction adéquat, établir la relation entre α , v , R et g . Commenter l'évolution de l'angle d'inclinaison en fonction de la vitesse v .
- La force d'inertie d'entraînement est en fait appelée force centrifuge, car elle tire l'avion ou le pilote vers l'extérieur, comme si il devait aller tout droit. Redémontrer son expression dans ce cas simplifié (pas de mouvement relatif) en appliquant le PFD directement dans le référentiel \mathcal{R} qui est galiléen.
- L'utilisation de la composition des mouvement est surtout utile et simplificatrice lorsque l'on s'intéresse à un point différent de l'origine du référentiel relatif. Utilisez la loi de composition pour déterminer la vitesse du bout A de l'aile droite, de longueur l , dans le référentiel relatif et dans le référentiel absolu.

Du fait des forces d'inertie (de cette force centrifuge), le pilote de l'avion est soumis à un champ de pesanteur apparent différent de celui auquel il est soumis au sol. On note m la masse du pilote, assimilé à un point matériel confondu avec le point C . On définit le poids apparent du pilote dans l'avion comme la somme de son poids et de la force d'inertie d'entraînement exercée sur lui

- Montrer que le poids apparent \vec{P}_{app} du pilote est dirigé suivant l'axe (Cz'). Justifier rapidement ce choix de définition de \vec{P}_{app} (penser à la verticale apparente perçu par le pilote). Quel est l'intérêt de pencher le véhicule lors d'un virage (exemple de l'avion, du TGV ou de la moto) ?
- Démontrer la relation $P_{app} = \frac{mg}{\cos \alpha}$
- Quelle est la variation relative de l'intensité du poids du pilote par rapport au sol ? AN : calculer cette variation relative pour $\alpha = 15^\circ$, $\alpha = 30^\circ$, $\alpha = 45^\circ$ et $\alpha = 60^\circ$
- Des turbulences modérées appliquent des accélérations aléatoires à l'avion de l'ordre de $0,2g$. Commenter la valeur numérique précédente à la lumière de cette donnée.