

DS5 – concours blanc

3h

Consignes à lire avant de composer :

- Chaque problème est à rédiger sur une copie à part.
- Les cinq problèmes sont indépendants.
- L'usage de la calculatrice est autorisé.
- Le soin, la rigueur et la concision des réponses seront valorisés.
- L'épreuve dure 3h.

Problèmes 1 et 2 – physique

Problèmes 3, 4 et 5 – chimie

Problème 1 – pression artérielle

Partie A : mesure de la pression artérielle

En médecine, l'unité encore largement utilisée pour exprimer les pressions est le millimètre de mercure $mmHg$. On se propose d'établir le lien entre le $mmHg$ et le bar : $760 mmHg = 1,013 bar$. Pour cela, on considère le baromètre à siphon représenté ci-après sur la figure 1.

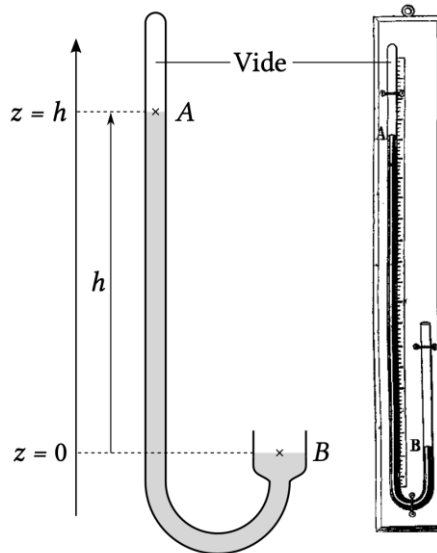


Figure 1 – Baromètre à siphon

Ce baromètre utilise du mercure liquide, fluide incompressible de masse volumique $\rho_{Hg} = 13,6 \times 10^3 kg \cdot m^{-3}$. On note $P_{atm} = 1,013 bar$ la pression atmosphérique et $g = 9,81 m \cdot s^{-2}$ l'accélération de la pesanteur. Le point B est en contact avec l'atmosphère de sorte que $P_B = P_{atm}$.

De plus, comme la pression de vapeur saturante du mercure est très faible devant la pression atmosphérique, on assimilera l'espace au-dessus du point A à du vide ; en particulier on considérera que $P_A \approx 0 bar$.

1. Rappeler puis établir la relation fondamentale de la statique des fluides dans un fluide de masse volumique ρ pour un axe z vertical ascendant. Pour la démonstration on pourra postuler que la pression P ne dépend que de la variable z , puis écrire l'équilibre d'une couche de fluide comprise entre z et $z + dz$.
2. Établir l'expression de $P(z)$ dans le mercure liquide.
3. Montrer que la hauteur h de liquide entre les points A et B s'exprime selon $h = \frac{P_{atm}}{\rho_{Hg} \cdot g}$. Faire l'application numérique de h .
4. Justifier l'utilisation du mercure plutôt que de l'eau liquide pour la réalisation d'un baromètre à siphon.

Partie B : écoulement dans un vaisseau sanguin

On s'intéresse d'abord à l'écoulement horizontal du sang dans un seul vaisseau sanguin qu'on assimile à une conduite cylindrique indéformable de diamètre d et de longueur L (voir figure 2 ci-dessous). Le sang est un fluide incompressible de masse volumique $\rho_S = 1,06 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ et de viscosité dynamique égale à $\eta_S = 1,6 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$.

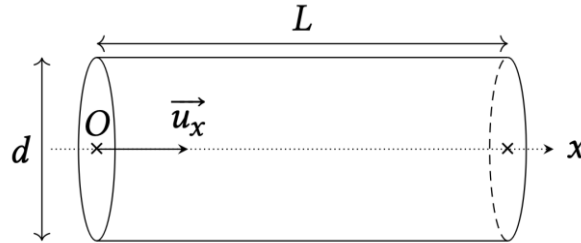


Figure 2 - Vaisseau sanguin assimilable à une conduite horizontale cylindrique.
Le sang s'écoule vers les x croissants.

L'écoulement du sang est supposé stationnaire et laminaire. On note $\Delta P = P(x = 0) - P(x = L) > 0$ la différence de pression entre le début et la fin du vaisseau sanguin considéré.

Le champ des vitesses est de la forme $\vec{v} = v(r) \vec{u}_x$ en coordonnées cylindriques d'axe (Ox) .

Le sang est considéré comme un fluide newtonien. Ainsi, la force de viscosité que le sang à l'extérieur du cylindre de rayon $r \leq \frac{d}{2}$ d'axe (Ox) et de longueur L exerce sur le sang situé à l'intérieur de ce cylindre s'écrit : $\vec{F}_{visc} = 2\pi r L \eta_S \frac{dv(r)}{dr} \vec{u}_x$.

5. Soit le système ouvert constitué du fluide contenu dans le cylindre de rayon $r \leq \frac{d}{2}$ et de longueur L .
 - a. Réaliser un bilan de quantité de mouvement sur le système fermé s'appuyant sur ce système ouvert entre l'instant t et l'instant $t+dt$.
 - b. En déduire que la somme des forces extérieures s'exerçant sur ce système est égale à $\vec{0}$.
6. En utilisant le résultat de la question précédente, montrer que le champ des vitesses du fluide s'écrit : $\vec{v} = \frac{\Delta P}{4\eta_S L} \left(\frac{d^2}{4} - r^2 \right) \vec{u}_x$. Représenter ensuite le champ des vitesses dans une section droite de l'artère.
7. En déduire l'expression du débit de volume D_v en fonction des données de l'énoncé.
8. Montrer que la résistance hydraulique s'exprime sous la forme : $R_h = \frac{128 \eta_S L}{\pi d^4}$.

Dans la suite du sujet, on souhaite prendre en compte l'ensemble des vaisseaux sanguins de la circulation systémique pour estimer la perte de charge entre la sortie du cœur gauche et l'entrée du cœur droit.

Partie C : prise en compte de l'ensemble des vaisseaux sanguins

On se propose de calculer la perte de charge due aux artérioles (figure 3) afin d'effectuer une comparaison avec les données réelles. On supposera que la loi de Poiseuille peut s'appliquer dans tous les vaisseaux sanguins.

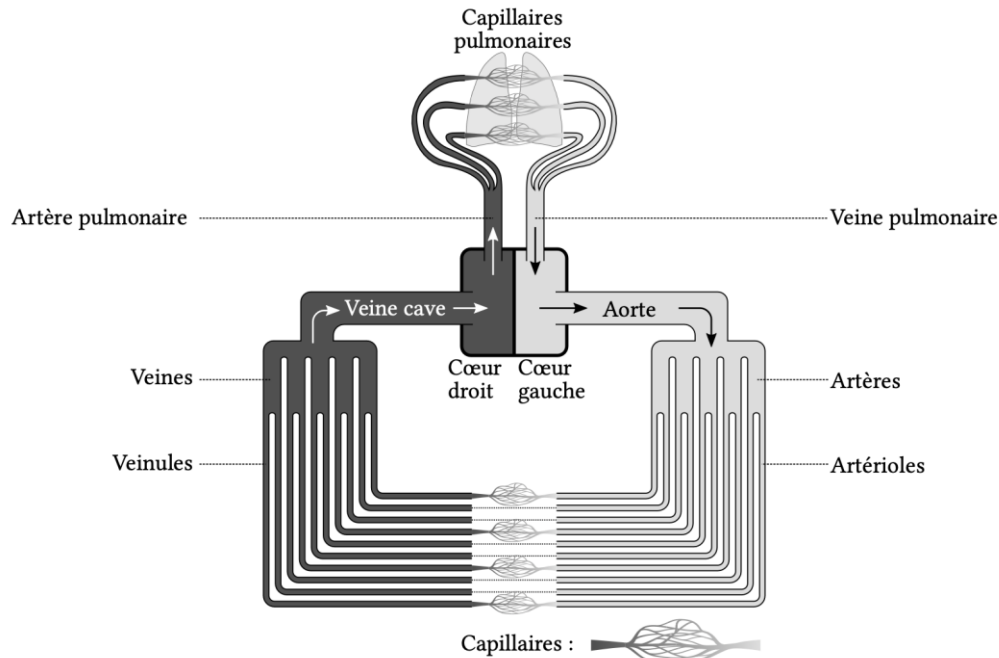


Figure 3 - Schéma simplifié présentant les différents types de vaisseaux rencontrés par le sang lors de son écoulement. Le nombre de vaisseaux, les diamètres, et les longueurs ne sont pas à l'échelle.

Position	Pression moyenne (mmHg)	Diamètre moyen (mm)	Longueur typique (mm)	Vitesse moyenne (m/s)
<i>Circulation systémique</i>				
Atrium gauche	5			
Ventricule gauche	100			
Aorte	100	20	500	$2,65 \times 10^{-1}$
Artères	95	4	500	$2,50 \times 10^{-1}$
Artérioles	86	0,05	10	$2,80 \times 10^{-2}$
Capillaires	30	0,008	1	$0,50 \times 10^{-3}$
Veinules	10	0,02	2	$1,10 \times 10^{-3}$
Veines	4	5	25	$5,50 \times 10^{-3}$
Veine cave	3	30	500	$1,20 \times 10^{-1}$
Atrium droit	3			

Table 1 - Caractéristiques des différents vaisseaux de la circulation systémique. La pression moyenne est donnée en entrée des vaisseaux sanguins. Ces données sont estimées pour un individu allongé et au repos. Cet individu est jeune et en bonne santé.

9. En utilisant, entre autres, la dernière colonne de la table 1, calculer le débit de volume du sang dans l'aorte D_{va} .
10. Justifier que le nombre d'artéριοles dans le corps humain vaut environ $N \simeq 1,5 \times 10^6$.
11. En prenant $D_{va} = 5,0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$, estimer les pertes de charge ΔP_{art} dans les artéριοles. Comparer cette valeur à celle pouvant être déterminée à partir de la table 1. Commenter.
12. Déterminer le régime d'écoulement dans les artéριοles.

Partie D : aspect énergétique

À partir des mesures de pression moyenne de la table 1, on cherche à estimer la puissance moyenne consommée au repos par le cœur pour pomper le sang. Pour simplifier, on considérera que le cœur agit comme une pompe qui fonctionne en continu. Cela revient à considérer uniquement les valeurs de pression moyenne.

13. En utilisant une analogie électrique, justifier que la puissance du cœur gauche \mathcal{P}_g nécessaire pour faire remonter la pression sanguine de 5 à 100 mmHg s'exprime par $\mathcal{P}_g = D_{va} \times \Delta P_g$ où $\Delta P_g = 100 \text{ mmHg} - 5 \text{ mmHg}$ est la différence de pression entre le ventricule gauche et l'atrium gauche. Faire ensuite l'application numérique pour $D_{va} = 5,0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ et exprimer la puissance \mathcal{P}_g en Watt. De même, déterminer la valeur numérique de la puissance du cœur droit \mathcal{P}_d nécessaire pour faire remonter la pression sanguine de 3 à 25 mmHg.
14. Montrer que le travail fourni par le cœur au sang en un jour vaut $W = 112 \text{ kJ}$.
15. Le rendement énergétique du muscle cardiaque étant de 20 %, déterminer l'énergie consommée par jour par l'individu au repos pour pomper le sang. Exprimer le résultat en kJ puis en kilocalorie kcal. Comparer cette énergie aux besoins énergétiques journaliers qui est de l'ordre de $2 \times 10^3 \text{ kcal}$ pour un homme. Commenter. Donnée : 1 kcal = 4,18 kJ.

Problème 2 – modélisation de l'écoulement dans une grotte

On considère un réservoir cylindrique d'axe vertical (Oz) orienté vers le haut dont la base a pour aire S . Ce réservoir est rempli d'eau jusqu'à une certaine h (soit $h = z_A$) pour un certain point A en surface. La partie basse de ce réservoir est percée d'un trou (point B), au contact d'un siphon (B-C-D), qui est une conduite de forme coudée et de section d'aire constante σ très petite devant S . La surface libre de l'eau (en A) et la sortie du siphon (point D) sont en contact avec l'air libre (pression atmosphérique P_{atm}). D est plus bas que B, qui est lui-même plus bas que A. L'altitude de référence $z = 0$ est celle du point D, et les points B et C sont à des altitudes constantes z_B et z_C (figure 1).

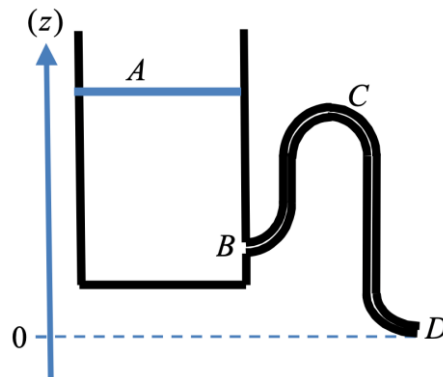


Figure 1 – Représentation du siphon

Dans les calculs qui suivent nous allons considérer que le siphon est *amorcé* : il est entièrement rempli d'eau, considérée comme un fluide homogène de masse volumique ρ et incompressible : le siphon ne contient pas d'air. Dans ces conditions nous allons déterminer le temps de vidange du réservoir. On note g l'accélération de la pesanteur.

16. Écrire la relation de Bernoulli le long d'une ligne de courant entre un point A à la surface de l'eau et un point D à la sortie du siphon. On suppose que les conditions d'application de cette relation sont vérifiées. Quelles sont ces conditions ?
17. Justifier que la vitesse v_A de l'eau en A est très petite devant la vitesse en sortie du siphon v_D .
18. Justifier qu'avec les hypothèses faites, l'altitude $h(t)$ de l'eau dans le réservoir obéit à l'équation différentielle :

$$\frac{dh}{dt} + \frac{\sigma}{S} \sqrt{2gh} = 0$$

19. Résoudre cette équation en supposant qu'à l'instant initial, $h(0) = h_0 \geq z_C$. En déduire que le niveau d'eau dans le réservoir parvient à l'entrée du siphon en B à l'instant $t_1 = \frac{S\sqrt{2}}{\sigma\sqrt{g}} (\sqrt{h_0} - \sqrt{z_B})$.

Afin de modéliser l'écoulement de l'eau dans une grotte, on reprend les calculs précédents en supposant désormais que le réservoir est alimenté en permanence par une arrivée d'eau de débit de volume constant D_I qui ne perturbe pas l'écoulement de vidange (voir schéma figure 2).

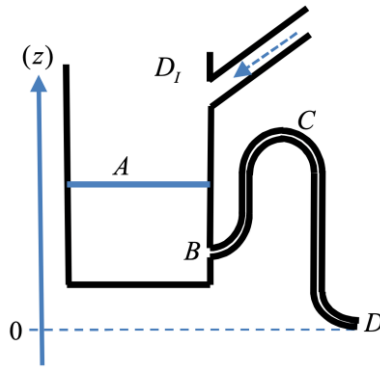


Figure 2 – modélisation de l'écoulement dans une grotte

20. Dans les mêmes conditions que précédemment (le siphon étant rempli d'eau), réaliser un bilan de masse sur le système ouvert constitué du volume d'eau V contenu dans la grotte. En déduire que $\frac{dV}{dt} = D_I - v_A S$.

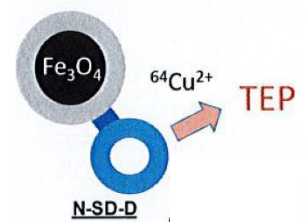
21. Justifier alors que la hauteur h de l'eau obéit maintenant à l'équation différentielle :

$$\frac{dh}{dt} + \frac{\sigma}{S} \sqrt{2gh} = \frac{D_I}{S}$$

22. Vérifier qu'il existe une solution stationnaire h_s que l'on exprimera en fonction de D_I , σ et g . Cette hauteur doit évidemment être supérieure à celle de l'entrée du siphon. A quel débit minimum $D_{I,min}$ cela correspond-il ?

Problème 3 – Des nanoparticules pour l'imagerie médicale

Ce sujet propose de s'intéresser à des nanoparticules superparamagnétiques d'oxyde de fer Fe_3O_4 greffées par une molécule chélatante de l'isotope 64 du cuivre (II) radioactif. Ces particules que l'on notera N-SD-D sont notamment proposées pour être utilisées en imagerie médicale (TEP : tomographie par émission de positrons) pour la détection de tumeurs cérébrales.



La complexation du cuivre 64 aux particules s'effectue notamment grâce à une partie qui s'apparente au ligand DOTA (Figure 1A). On se propose d'étudier la complexation du $^{64}\text{Cu}^{2+}$ par le ligand DOTA. La molécule de DOTA est un ligand commercial très utilisé pour complexer des cations comme Cu^{2+} très efficacement en solution aqueuse. Il s'agit d'un tétraacide dont les $\text{pK}_{a,1}$ à $\text{pK}_{a,4}$ sont respectivement 4,4 ; 4,5 ; 9,7 ; 11,4 à 25°C. La forme la plus acide du DOTA est notée H_4L dans la suite. Les autres formes seront notées H_3L^- , H_2L^{2-} , HL^{3-} et L^{4-} . On donne le diagramme de distribution des différents complexes susceptibles de se former entre l'ion Cu^{2+} et le ligand DOTA en fonction du pH (Figure 1B).

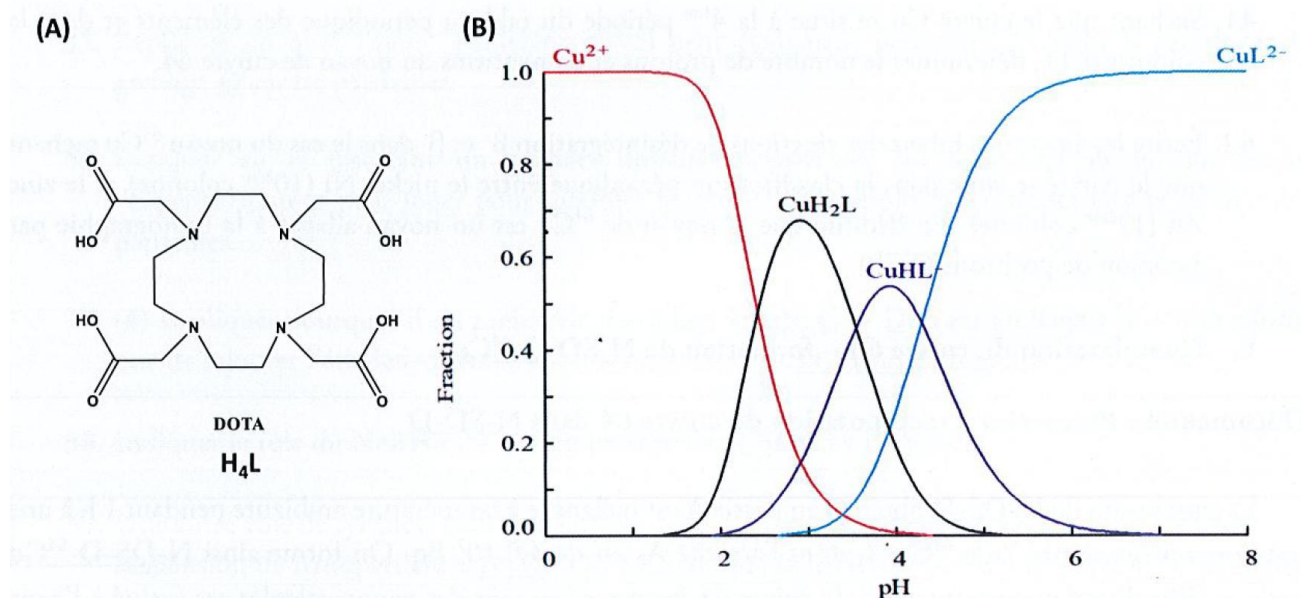
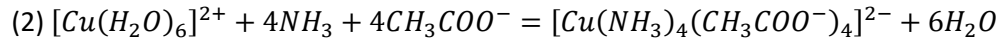
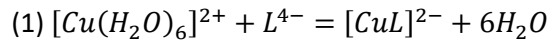


Figure 1 : (A) Structure du ligand DOTA et (B) Diagramme de distribution des différents complexes Cu^{2+} -DOTA en fonction du pH

- 23.** Identifier, en justifiant, les atomes du ligand DOTA susceptibles de se lier au centre métallique Cu^{2+} . Les complexes $[\text{CuH}_3\text{L}]^+$ et $[\text{CuH}_4\text{L}]^{2+}$ n'apparaissent pas sur la Figure 1B car ils sont instables. Le ligand DOTA ne se lie en effet plus assez efficacement à l'ion Cu^{2+} . Proposer une explication.
- 24.** On souhaite comprendre la stabilité particulière des complexes Cu^{2+} -DOTA. Pour cela, on considère le DOTA sous sa forme L^{4-} , ligand alors octodenté. On indique par ailleurs que les ions Cu^{2+} sont en réalité complexés en solution aqueuse sous la forme $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (forme que l'on prendra en compte uniquement pour cette question). On considère alors les deux réactions suivantes :



Que dire des enthalpies standard des réactions (1) et (2) ? Comparer les entropies standard des réactions (1) et (2) (aucune valeur numérique n'est attendue pour ces questions). Montrer alors que le complexes $[CuL]^{2-}$ est plus stable que le complexe $[Cu(NH_3)_4(CH_3COO^-)_4]^{2-}$. Comment appelle-t-on cet effet ?

- 25.** Dans les cellules cancéreuses le pH extracellulaire (pH_e) est de l'ordre 6,2-6,9. Identifier la forme du complexe Cu^{2+} -DOTA majoritairement présente à pH_e dans le cas de cellules cancéreuses ainsi que la forme acido-basique pertinente du DOTA.
- 26.** Préciser alors l'équation de formation du complexe Cu^{2+} -DOTA majoritaire à pH_e à partir de l'ion Cu^{2+} et de la forme acido-basique pertinente du DOTA à pH_e . Montrer alors que la formation du complexe précédent est thermodynamiquement favorisée sachant que $\log(\beta([CuL]^{2-}))$ vaut 22,3.
- 27.** Des premiers essais avec les nanoparticules N-SD-D- ^{64}Cu sont effectués chez l'animal. Ces nanoparticules peuvent être létales pour l'animal si les complexes Cu^{2+} -DOTA libèrent, par décomplexation, une quantité trop importante d'ions Cu^{2+} . Ainsi, chez la souris, la concentration létale en ions Cu^{2+} libres vaut $10 \text{ nmol}\cdot\text{L}^{-1}$. On définit la dose létale d'une solution de nanoparticules N-SD-D- ^{64}Cu administrée à l'animal comme la quantité maximale en complexe Cu^{2+} -DOTA que peut supporter un animal avant son décès dû à la libération d'ions Cu^{2+} . Sachant qu'une souris possède 70 mL de sang par kilogrammes, déterminer, à $pH_e = 6,2$, la dose létale (exprimée en $\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$) en complexe Cu^{2+} -DOTA chez la souris.

Problème 4 – Titrages de solutions de sels de manganèse

Le manganèse, principalement sous forme d'ions Mn^{2+} , est fortement abondant dans les eaux fluviales et les eaux usées de certaines industries. Pour les eaux destinées au réseau d'eau potable, le taux de cet élément est régulé à la fois pour la couleur, le goût et l'odeur qu'ils peuvent créer. La stratégie pour l'éliminer consiste à opérer des transformations chimiques afin de former des solides qui sont retirés par filtration.

En vue de cet objectif, des expérimentateurs se sont intéressés à l'ajout d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à différents sels de manganèse. Deux solutions sont préparées puis dosées par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (Na^+ et HO^-) de concentration $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. La première solution préparée contient 20 mmol de chlorure de manganèse, $MnCl_2$, entièrement soluble sous la forme d'ions Mn^{2+} et Cl^- (Figure 1, courbe en tirets). La deuxième solution contient 20 mmol de sulfate de manganèse, $MnSO_4$, entièrement soluble sous la forme d'ions Mn^{2+} et SO_4^{2-} (Figure 1, courbe pleine). À l'état initial, avant tout ajout d'hydroxyde de sodium, les solutions sont homogènes.

La **Figure 1** représente l'évolution du pH en fonction du rapport molaire (R) défini comme le quotient de la quantité d'ions hydroxyde introduits par la quantité d'ions manganèse (II) initialement présents en solution :

$$R = \frac{n_{HO^-, \text{introduits}}}{n_{Mn^{2+}, 0}}$$

L'utilisation de cette grandeur R permet de s'affranchir du volume de la solution titrante.

La quasi-superposition des courbes entre $R = 0,00$ et $R = 1,00$ est une coïncidence et aucune interprétation de ce phénomène n'est attendue dans ce problème. On ne discutera pas non plus dans ce problème de la légère remontée du pH entre $R = 0,00$ et $R = 0,10$.

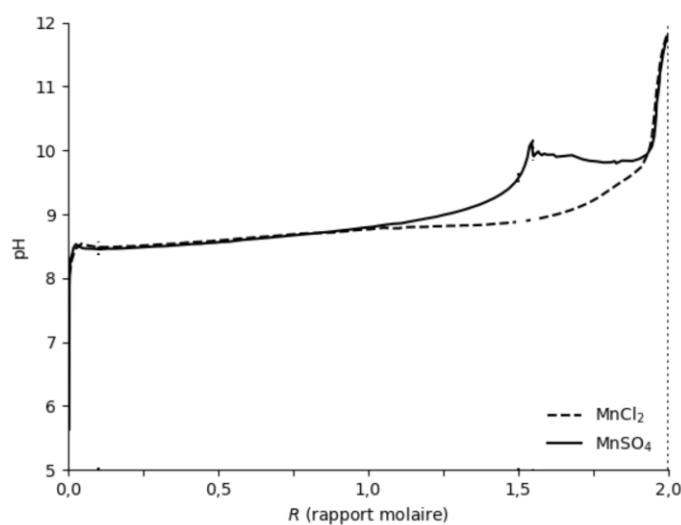


Figure 1 : évolution du pH en fonction du rapport molaire lors de l'addition d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à deux solutions de sels de manganèse

On donne à 25°C : $pK_S(Mn(OH)_{2(s)}) = 12,7$.

- 28. a.** Donner l'équation support de la courbe de titrage représentée avec des tirets correspondant au dosage de la solution de chlorure de manganèse. Donner la valeur numérique de la constante d'équilibre, à 25°C, associée à cette réaction.
- b.** En considérant le volume de la solution de 1,0 L et en estimant le volume d'une goutte de titrant à $V_{\text{goutte}} = 0,05$ mL, montrer que, dès la première goutte de titrant versée, le précipité apparaît. Justifier qualitativement l'allure de la courbe ainsi que la position du saut de pH.

L'hypothèse des expérimentateurs pour expliquer la forme originale de cette courbe est la précipitation d'un solide **X** plus complexe de formule $Mn_x(OH)_y(SO_4)_z$ dans un premier temps, suivie de la transformation de ce sel en $Mn(OH)_2$. La réaction de précipitation de **X** est supposée totale.

- 29.** Établir une relation entre x , y et z .
- 30.** Donner l'équation support de la courbe de titrage (en traits pleins) pour $0 \leq R \leq 1,55$. Faire alors le lien entre la valeur $R \approx 1,55$ et le rapport y/x attendu dans la formule du composé **X**.
- 31.** Sur la base d'études, en particulier spectroscopiques, sortant du cadre de ce problème, les expérimentateurs ont proposé que le solide **X** pourrait avoir comme formule brute $Mn_4(OH)_6(SO_4)$. Montrer la bonne adéquation entre cette formule brute et les réponses aux deux questions précédentes.
- 32.** Écrire l'équation ajustée décrivant la transformation de $Mn_4(OH)_6(SO_4)_{(s)}$ en $Mn(OH)_{2(s)}$ à partir de $R \approx 1,55$.
- 33.** Exprimer la quantité d'ions hydroxyde nécessaire pour convertir l'intégralité de $Mn_4(OH)_6(SO_4)_{(s)}$ en $Mn(OH)_{2(s)}$. Déterminer alors pour quel rapport R , cette conversion sera terminée.

Problème 5 – Titration d'un anti-oxydant dans le jus d'orange

Les données nécessaires sont regroupées à la fin du problème.

Pour protéger les aliments d'une attaque bactérienne (lutte contre le pourrissement), l'industrie agroalimentaire utilise un conservateur. Pour éviter l'oxydation (changement de couleur des aliments, altération, rancissement), elle emploie un anti-oxydant. Les antioxydants sont des espèces chimiques qui évitent l'oxydation des aliments. Dans la classification agroalimentaire, les antioxydants sont numérotés de E300 à E337.

La vitamine C (ou acide ascorbique), qui a pour code E300, est utilisée comme agent antioxydant pour la conservation de certains aliments. Elle est présente dans le jus d'orange. On se propose de titrer la vitamine C de formule brute $C_6H_8O_6$, notée $AsCH_2$ dans du jus d'orange à l'aide d'une méthode indirecte par iodométrie.

- *Étape 1* : Presser une orange et filtrer le jus. Prélever $V_0 = 10,0$ mL de ce jus et les introduire dans un erlenmeyer de 100 mL.
- *Étape 2* : Verser environ $V_1 \approx 10$ mL d'acide phosphorique H_3PO_4 à 10 % dans l'erlenmeyer.
- *Étape 3* : Introduire dans l'erlenmeyer $V_2 = 20,0$ mL de solution de diiode I_2 à $C_{I_2} = 5,00 \times 10^{-3}$ mol·L⁻¹.
Le diiode I_2 est placé en large en excès. Agiter. Attendre environ 20 minutes.
- *Étape 4* : Titrer la solution avec une solution de thiosulfate de sodium à $C_S = 1,00 \times 10^{-2}$ mol·L⁻¹.
Lors de la décoloration de la solution, le volume versé de solution titrante est $V_e = 12,4$ mL.

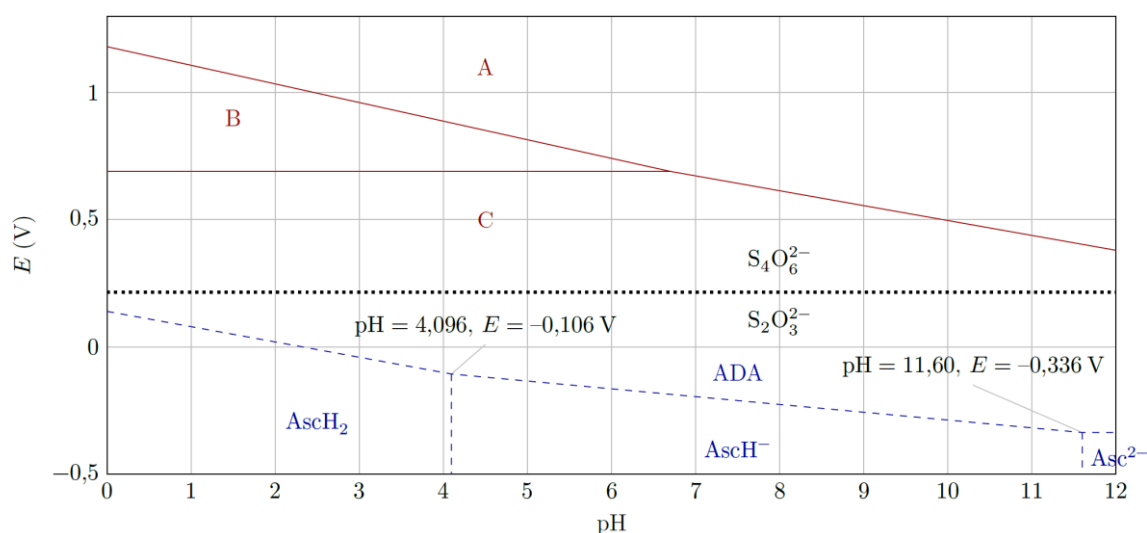


Figure 1 : Diagrammes E-pH simplifiés de l'iode (5×10^{-3} mol·L⁻¹, en trait continu), de la vitamine C (1×10^{-2} mol·L⁻¹, en trait discontinu) et du couple $S_4O_6^{2-}(aq) / S_2O_3^{2-}(aq)$ (1×10^{-2} mol·L⁻¹, en trait pointillé)

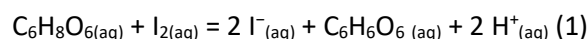
Le diagramme E-pH simplifié de l'élément iode I (trait continu) est donné Figure 1. Les espèces à considérer pour l'élément iode sont $IO_3^-(aq)$, $I_2(aq)$ et $I^-(aq)$.

Le diagramme de la vitamine C (trait discontinu) est superposé à celui de l'iode. La vitamine C est un diacide. Les espèces considérées pour ce diagramme sont AscH_2 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), AscH^- ($\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$), Asc^{2-} ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6^{2-}$) et l'acide déshydroascorbique de formule brute $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$ noté ADA.

La frontière entre le couple $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}) / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ figure également (trait pointillé) sur ce même diagramme.

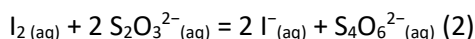
34. Justifier que le domaine B correspond au diiode I_2 et identifier les espèces chimiques décrivant les domaines A et C.
35. Déterminer, par le calcul, la pente de la frontière entre les domaines $\text{IO}_3^- (\text{aq})$ et $\text{I}_2(\text{aq})$.
36. À l'aide du diagramme E-pH, déterminer la valeur du $\text{p}K_a$ du couple $\text{AscH}_2/\text{AscH}^-$.
37. À l'aide du diagramme E-pH de l'iode, expliquer pourquoi dans l'étape 2, on ajoute de l'acide phosphorique avant d'ajouter le diiode. Donner le type de réaction faisant intervenir le diiode I_2 placé en milieu basique. Écrire l'équation de cette réaction.

Au cours de l'étape 3, l'équation qui modélise la transformation chimique s'écrit :



38. À l'aide des diagrammes E-pH, justifier que l'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ réagisse de façon quantitative avec le diiode I_2 .

L'équation de la réaction support du titrage se produisant au cours de l'étape 4 est :



On supposera que cette réaction est rapide.

39. Calculer la constante d'équilibre de la réaction de titrage (2). Conclure.
40. Exprimer puis calculer la quantité de matière d'acide ascorbique AscH_2 présent dans la prise d'essai et la concentration en quantité de matière $C(\text{AscH}_2)$ en acide ascorbique du jus d'orange. En déduire la concentration en masse $C_m(\text{AscH}_2)$ en acide ascorbique du jus d'orange.

Données :

- **Potentiers standard :**

Couple	$\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^- (\text{aq})$	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6(\text{aq})/\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$ ADA/AscH ₂
E_0 (V)	0,62	0,08	0,13

- **Masse molaire de l'acide ascorbique**

$$M(\text{AscH}_2) = 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Fin du sujet