Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

Session : 2007

Durée : 2 H
Coefficient : 3

SCIENCES PHYSIQUES

- **La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.**
- **Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.**

A : SÉDIMENTATION : DÉCANTATION ET CENTRIFUGATION (16 points)

L'hémoglobine est un pigment de coloration rouge contenu dans les globules rouges (hématies) qui permet le transport de l'oxygène des poumons vers les tissus. C'est une protéine géante. Elle peut être modélisée par une sphère de diamètre d'environ 10 nm.

On se propose d'étudier la sédimentation de l'hémoglobine contenue dans le sang par décantation (**figure 1**), puis par centrifugation (**figure 2**).

Dans les deux cas, les molécules d'hémoglobine sont considérées comme sphériques et elles migrent dans les sens indiqués par les vecteurs vitesses $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$.

Dans l'expression de ces vitesses, on notera **r** le rayon d'une molécule d'hémoglobine, **ρ** sa masse volumique, ρ_L celle du liquide, **g** l'accélération de la pesanteur et **a** l'accélération due à la rotation.

Données :

- *Masse volumique du sang à la température de travail : $\rho_L = 1{,}05.10^3\ kg.m^{-3}$;*
- *Masse volumique de l'hémoglobine à la température de travail : $\rho = 1{,}35.10^3\ kg.m^{-3}$;*
- *Viscosité du sang à la température de travail : $\eta = 4{,}0.10^{-3}\ Pa.s$;*
- *Accélération de la pesanteur : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$;*
- *Volume d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$;*
- *Rayon de la molécule d'hémoglobine : $r = 5{,}00.10^{-9}\ m$;*
- *Loi de Stokes : La force de frottement visqueux sur une particule sphérique, de rayon r, en mouvement dans un liquide de viscosité η, s'écrit $\vec{f} = -k\vec{v}$ avec $k = 6\pi\eta r$;*
- *Valeur de la poussée d'Archimède : Elle correspond au poids du volume de liquide déplacé (égal au volume de la particule entièrement immergée).*

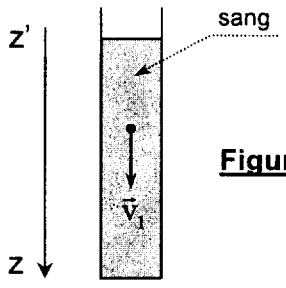
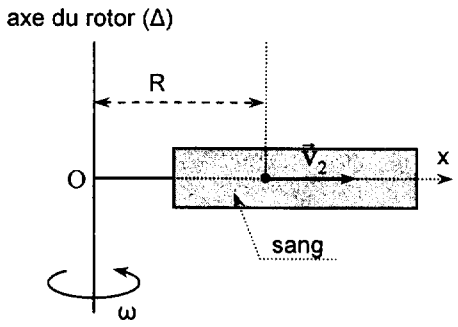


Figure 1

Figure 2



1 - Séparation de l'hémoglobine du sang par décantation (sédimentation sous l'action de la pesanteur) :

1.1 - Donner l'expression de l'intensité des forces qui s'exercent sur cette molécule en fonction des données. Les représenter sur un schéma.

1.2 - Le mouvement de sédimentation de la molécule devient rapidement rectiligne uniforme. Appliquer le principe d'inertie en projection sur l'axe vertical descendant z'z et retrouver l'expression de la vitesse de migration v_1 de la molécule donnée par la relation :

$$v_1 = \frac{2\,r^2(\rho - \rho_L)}{9\,\eta}\,g\,.$$

1.3 - Calculer v_1.

1.4 - Quelle serait la durée t_1 (en secondes puis en années) nécessaire pour que la molécule sédimente sur une distance de 1 mm ?

2 - <u>Séparation de l'hémoglobine du sang par centrifugation</u> :

La molécule est soumise à l'accélération $a = \omega^2 R$ due au mouvement de rotation imprimé au tube par le rotor de la centrifugeuse (ω étant la vitesse angulaire du rotor en $rad.s^{-1}$ et R la distance entre la molécule et l'axe du rotor).

Les calculs seront faits dans le cas où la molécule se trouve à une distance R = 6 cm de l'axe du rotor, le système tournant à 15 000 $tr.min^{-1}$ soit $1{,}57.10^3$ $rad.s^{-1}$.

2.1 - Calculer l'accélération a en $m.s^{-2}$ puis la valeur du rapport a/g.

2.2 - La vitesse de migration de la molécule vers le fond du tube atteint rapidement une valeur constante v_2 dont l'expression est donnée : $v_2 = \dfrac{2\, r^2(\rho - \rho_L)}{9\,\eta}\, a$.

Calculer v_2.

2.3 - Quelle est la nouvelle durée t_2 (en secondes puis en heures) nécessaire pour que la molécule sédimente sur une distance de 1 mm ?

2.4 - Comparer t_1 et t_2. En déduire l'intérêt de la centrifugation.

B : <u>SPECTROPHOTOMÈTRE D'ABSORPTION ET RÉSEAU</u> (14 points)

Pour doser l'élément fer contenu dans un vin blanc, on transforme tous les ions fer en ions Fe^{2+}. Ces ions sont ensuite complexés par de l'orthophénantroline et on obtient ainsi une solution colorée en rouge.

Au préalable, on prépare des solutions de concentrations connues en ions Fe^{2+}, notées C, que l'on traite, toujours de la même façon par de l'orthophénantroline. On mesure l'absorbance des solutions ainsi obtenues :

C en $mg.L^{-1}$	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Absorbance A	0	0,35	0,72	1,10	1,46	1,88

1 - On utilise une longueur d'onde de travail de 510 nm (vert-bleu). Justifier ce choix.

2 -

2.1 - La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ? Justifier en précisant la méthode utilisée.

2.2 - Quelle est la concentration d'une solution d'absorbance A = 0,57 ?

3 - Ce spectrophotomètre utilise des radiations de longueur d'onde comprises ente 190 et 800 nm. Il comporte un réseau comportant 1250 traits par mm.

On étudie le principe du fonctionnement de ce réseau pour une longueur d'onde émergente de 510 m.

On retrouve dans un manuel la formule du réseau : $\sin i' - \sin i = k.n.\lambda$.

3.1 - Donner le schéma du réseau.

3.2 - Expliciter les termes de cette formule, en rappelant la convention de signe choisie.

3.3 - On travaille en transmission sous incidence normale. Quel est pour l'ordre 1, l'angle d'émergence de la radiation choisie ?

C : OXYDORÉDUCTION ET COMPLEXATION (15 points)

1 - Une pile est constituée des deux demi-piles suivantes :

- Demi-pile (1) : Lame de plomb plongée dans un volume V_1 = 100 mL d'une solution aqueuse de nitrate de plomb (Pb^{2+} + 2 NO_3^-) de concentration molaire C_1 = 0,100 mol.L^{-1}.
- Demi-pile (2) : Lame d'argent plongée dans un volume V_2 = 100 mL d'une solution aqueuse de nitrate d'argent (Ag^+ + NO_3^-) de concentration molaire C_2 = 0,050 mol.L^{-1}.

Données :

Potentiels standard des couples redox à 25° C :

- E_1° (Pb^{2+}/Pb) = − 0,13 V ;
- E_2° (Ag^+/Ag) = 0,80 V ;
- $\frac{RT}{F}$. ln(x) = 0,06 log(x) à 25° C.

1.1 - Donner l'expression littérale du potentiel d'oxydoréduction, noté E_1, de la demi-pile (1) et calculer sa valeur.

1.2 - Donner l'expression littérale du potentiel d'oxydoréduction, noté E_2, de la demi-pile (2) et calculer sa valeur.

1.3 - À quelle demi-pile appartient l'électrode constituant le pôle positif de la pile ? Justifier la réponse.

1.4 - Faire le schéma de la pile en précisant les polarités des électrodes ainsi que le sens de circulation du courant électrique dans le circuit extérieur.

1.5 - Écrire l'équation de la réaction globale qui s'effectue dans la pile lorsque celle-ci est en fonctionnement.

1.6 - Calculer la force électromotrice E (f.é.m.) de la pile en début de fonctionnement.

2 - On ajoute, dans la demi-pile (2), sans modification de volume, une quantité de matière $n_0 = 15.10^{-3}$ mol d'ammoniac NH_3 en solution aqueuse ; il se forme le complexe diamine argent (I) de formule $Ag(NH_3)_2^+$. La demi-pile (2) adopte alors un nouveau potentiel d'oxydoréduction, noté E_2' tel que E_2' = 0,45 V.

2.1 - Écrire l'équation de formation de l'ion complexe $Ag(NH_3)_2^+$.

2.2 - Calculer la nouvelle concentration, notée C_2' en ions argent Ag^+ dans la demi-pile (2) à l'équilibre. Détailler le calcul.

2.3 - Comparer les valeurs de C_2 et de C_2'. Que peut-on en déduire concernant la réaction de formation de l'ion complexe $Ag(NH_3)_2^+$?

2.4 - Établir à l'aide d'un tableau d'évolution le bilan molaire de la réaction de formation de l'ion complexe.

2.5 - Donner l'expression littérale de la constante de formation β de l'ion complexe diamine argent (I).

2.6 - Calculer la valeur de β.

D : CHIMIE ORGANIQUE (15 points)

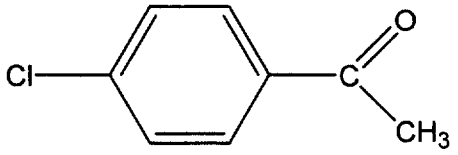
Le phénaglycodol est le nom usuel d'un médicament utilisé notamment contre l'épilepsie .Sa synthèse peut se faire selon la séquence ci-dessous :

Données :

Numéros atomiques : Z(H) = 1 ; Z(C) = 6 ; Z(N) = 7 ; Z(O) = 8 : Z(Cl) = 17.

1 - Le chlorobenzène réagit avec le chlorure d'éthanoyle de formule $CH_3 - COCl$ pour donner du chlorure d'hydrogène et un produit **[A]** de formule :

[A]



1.1 - Écrire l'équation de la réaction.

1.2 - De quel type de réaction s'agit-il ?

1.3 - Quel est le catalyseur usuellement employé ?

1.4 - Quels sont les isomères de position du produit **[A]** que l'on aurait pu obtenir ?

2 - **[A]** est traité par l'acide cyanhydrique HCN ; on obtient un composé **[B]** de formule brute C_9H_8NOCl.

2.1 - Écrire l'équation de la réaction en faisant apparaître les formules semi-développées des molécules organiques mises en jeu.

2.2 - Quelles sont les fonctions organiques présentes dans la molécule **[B]** ?

2.3 - De quel type de réaction s'agit-il ?

3 - L'hydrolyse du composé **[B]** conduit à la formation d'un acide carboxylique **[C]**, dont la formule brute est $C_9H_9O_3Cl$.
Donner la formule semi-développée de **[C]**.

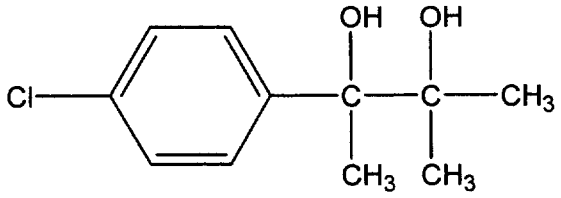
4 - Le composé **[C]** réagit avec l'éthanol pour donner le composé **[D]**.

4.1 - Écrire l'équation de la réaction sous forme semi-développée.

4.2 - Quel est le nom de cette réaction ?

5 - Le composé **[D]** est traité par un large excès de CH_3MgBr. Après hydrolyse, on obtient le phénaglycodol **[E]** de formule :

[E]



5.1 - À quelle famille de composés appartient CH_3MgBr ?

5.2 - Combien peut-il exister de stéréoisomères du phénaglycodol **[E]** ? Justifier la réponse.

5.3 - Donner la représentation de Cram d'un des stéréoisomères du phénaglycodol en précisant la configuration absolue du (ou des) atome(s) de carbone asymétrique(s). Justifier la réponse.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.