

Exercice 1 LA PHYSIQUE AU SERVICE DE LA MEDECINE

Partie A chirurgie de l'œil

1. (0,25) La diffraction permet de démontrer le caractère ondulatoire de la lumière
2. (0,25) $\lambda = c/v$ λ en mètre, c en m. s⁻¹ et v en hertz
3. (0,25) Une lumière monochromatique est constituée d'une seule radiation, une lumière polychromatique est constituée de plusieurs radiations
4. (0,25) $n = \frac{c}{v}$ n est sans unité, l'indice de réfraction n est le rapport de deux vitesses, en m. s⁻¹ toutes les deux
v = célérité de l'onde dans le milieu c = célérité de la lumière dans le vide (constante physique)
- 5.1. (0,5) $v = c/n = \frac{3.00.10^8}{2.00} = 1.50 \cdot 10^8 \text{ m. s}^{-1}$
5. 2. (0,5) La couleur est caractéristique de la fréquence de l'onde qui est invariante lors d'un changement de milieu. Or, la lumière incidente est rouge (800 nm pour la longueur d'onde dans le vide), donc le laser est encore rouge dans la cornée

Partie B: La médecine nucléaire

- 1.1.1- (0,25) Le noyau de molybdène 99, symbole $^{99}_{42}\text{Mo}$, possède 42 protons et 57 neutrons (99 – 42 = 57)
- 1.1.2- (0,25) 2 noyaux isotopes possèdent le même nombre de protons, le molybdène 99 possède 42 protons et le technétium 99 en possède 43, ils ne sont donc pas isotopes
- 1.1.3- (0,25) "*le technetium ... fait partie des produits de fission*" Il s'agit de fission nucléaire, c'est-à-dire de la réaction nucléaire qui consiste à obtenir 2 noyaux par la brisure d'un noyau de nombre de masse élevé (ceci ne se produit qu'en cas de choc d'un noyau fissile comme l'uranium 235 avec 1 neutron).
- 1.2.1- (0,25) "*L'isotope 99 du technétium ... est produit par désintégration radioactive du molybdène 99*"
Equation obtenue par respect des lois de conservation du nombre total de nucléons et du nombre total de charges:
$$^{99}_{42}\text{Mo} \rightarrow ^{99}_{43}\text{Tc} + ^0_{-1}\text{e}$$
- 1.2.2- (0,25) La particule émise est un électron (c'est une désintégration de type β^-)
- 1.2.3- (1 pt) Energie libérée: $E = [m(^{99}_{42}\text{Mo}) - m(^{99}_{43}\text{Tc}) - m(^0_{-1}\text{e})].c^2$
A.N. en joules: $E = [98,88437 - 98,88235 - 0,00055] \cdot 1,66054.10^{-27} \cdot (2,99792.10^8)^2 \approx 2,194.10^{-13} \text{ J}$
A.N. en MeV: $E = [98,88437 - 98,88235 - 0,00055] \cdot 931,5 = 1,369 \text{ MeV}$
ou encore $E \approx 2,194.10^{-13} / 1,602.10^{-19} = 1,369. 10^6 \text{ eV} = 1,369 \text{ MeV}$
- 1.3.1- (0,25) la "*demi-vie*" est la durée de demi-vie, c'est-à-dire la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs initialement présents dans un échantillon ait subi une désintégration.
- 1.3.2- (0,5) La constante radioactive est donnée par l'expression $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$
A.N. $\lambda = \frac{\ln(2)}{66.3600} \approx 2,9.10^{-6} \text{ s}^{-1} \approx 1,05.10^{-2} \text{ h}^{-1}$
- 1.3.3- (0,5) La constante radioactive λ est la probabilité de désintégration d'un noyau radioactif en 1 seconde, l'activité A est le nombre de désintégrations observées en moyenne pour un échantillon.
Si cet échantillon contient N noyaux radioactifs, on peut écrire $A = -\frac{dN}{dt} = \lambda \cdot N$ ou encore $N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A \cdot t_{1/2}}{\ln(2)}$
Application numérique: $N = \frac{1,75.10^{10}}{2,9.10^{-6}} \approx 6,0.10^{15}$
- 1.3.4- (0,25) A est une fonction du temps qui décroît de la même manière que N(t): $A(t) = A_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$
- 1.3.5- (0,5) $A(t) = 0,63 \cdot A_0 \approx 1,1.10^{10} \text{ Bq}$ (valeur non demandée)
 $A(t) = A_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$ donc $\exp(-\lambda \cdot t) = \frac{A(t)}{A_0} = 0,63$ donc $-\lambda \cdot t = \ln(0,63) \approx -0,46$ donc $t = \frac{\ln(0,63)}{-\lambda}$
On peut encore écrire $t = \frac{\ln(0,63) \cdot t_{1/2}}{-\ln(2)}$ (d'après la question 1.3.2)
Application numérique: $t \approx 44 \text{ h} \approx 1,6.10^5 \text{ s}$

2.1- (0,25) Un "rayonnement γ " est aussi nommé dans le texte "photon gamma". Il s'agit de la particule émise par le noyau de technétium 99 lorsqu'il passe de son état excité (trop énergétique) à son état normal (ou fondamental). Ce rayonnement (ou cette particule) ne contient que de l'énergie (on peut encore dire que c'est un paquet de lumière).

2.2- (0,25) La couche de demi-atténuation du plomb correspond à l'épaisseur de plomb nécessaire à arrêter 50% du rayonnement. On mesure $0,35 \pm 0,5$ mm sur la courbe pour 50%. Donc cette épaisseur est d'environ 0,35 mm.

2.3- (0,25) Pour une épaisseur de 5 mm la totalité des rayons γ est arrêtée. L'opérateur est donc bien protégé.

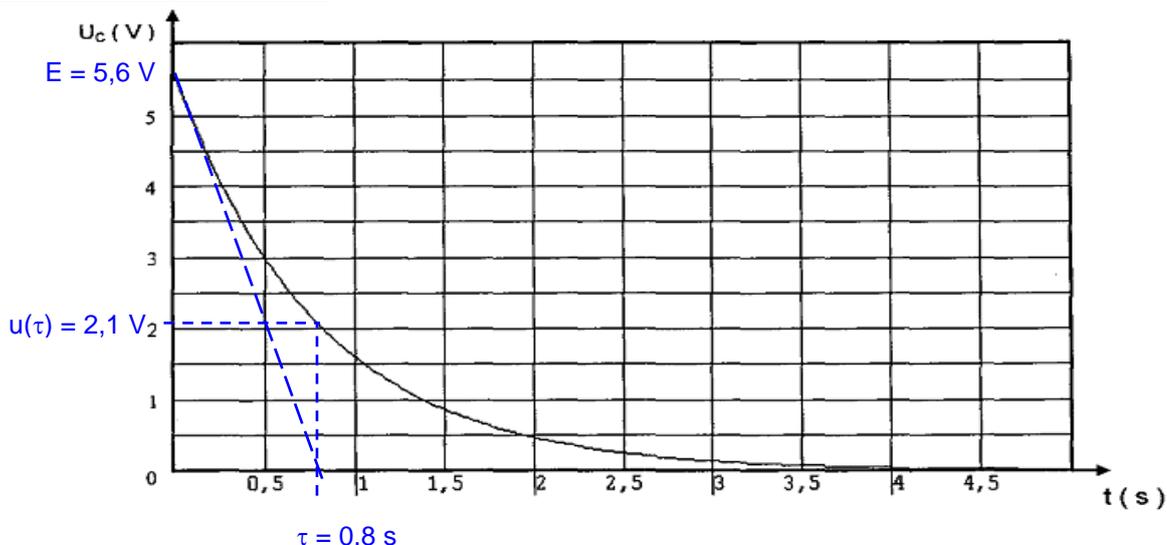
Partie C: Le stimulateur cardiaque

Question préliminaire : (0,25)

Le condensateur se recharge quasiment instantanément car la résistance r est très faible, donc la constante de temps du circuit de charge, qui est égale au produit rC , est petite.

1- Etude du générateur d'impulsions

1.1- (0,25)



Le condensateur est préalablement chargé, donc $u_C(0) = E$.

Graphiquement la valeur de la tension E est : $E = 5,6$ V.

1.2- (0,5) Pour $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur est égale à 37 % de sa valeur initiale :

$$u_C(t = \tau) = 0,37 \times E = 0,37 \times 5,6 = 2,1 \text{ V}$$

On trace la droite $u_C(t = \tau) = 2,1$ V qui coupe le graphe $u_C(t)$ en un point d'abscisse égale à τ . Graphiquement : $\tau = 0,8$ s.

On peut utiliser la tangente à l'origine du graphe qui coupe l'axe des abscisses en $t = \tau$. (méthode moins précise).

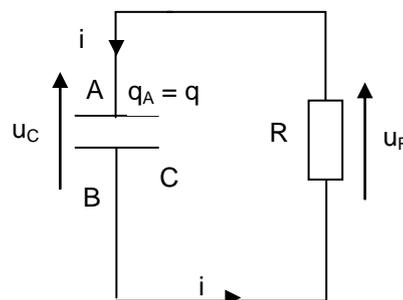
2- Détermination de R

2.1. (0,5) $u_C(0) = E = u_{AB} = V_A - V_B > 0$, donc l'armature A porte une charge électrique $q_A > 0$. Lors de la décharge du condensateur, q_A va diminuer. L'armature A reçoit des électrons. La valeur de l'intensité est négative.

Compte tenu du sens du courant on a : $i(t) = \frac{dq_A}{dt} = \frac{dq}{dt}$

D'autre part la loi d'Ohm donne : $u_R(t) = -R \cdot i(t)$

En convention récepteur, les flèches i et u_R sont opposées. D'où le signe $-$.



2.2- (0,5) D'après la loi d'additivité des tensions: $u_C(t) = u_R(t)$ (1)

Or: $i(t) = \frac{dq}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$ car $q(t) = C \cdot u_C(t)$ et C est constante. Donc: $u_R(t) = -R \cdot i(t) = -R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt}$

En reportant dans (1): $u_C(t) = -R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} \Leftrightarrow R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C(t) = 0$

en divisant par $R \cdot C$, on retrouve bien l'équation différentielle demandée: $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot u_C = 0$

2.3. (0,75) Vérifions que la solution proposée $u_C(t) = A \exp(bt)$ vérifie l'équation différentielle précédente.

Pour cela on exprime $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C$:

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = b \cdot A \exp(bt) + \frac{1}{RC} \cdot A \cdot \exp(bt) \quad \text{donc} \quad \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = A \exp(bt) \cdot \left(\frac{1}{RC} + b \right)$$

Or $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = 0$, cela est vrai pour tout t. si $\frac{1}{RC} + b = 0$ Ainsi, $u_C(t) = A \exp(bt)$ est solution si $b = -\frac{1}{RC}$.

Condition initiale : à t = 0 s, $u_C(0) = E$ Or $u_C(0) = A \cdot \exp(0)$ Donc $A = E$.

Finalement : $u_C(t) = E \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$ avec $\tau = R \cdot C$

2.4. (0,5) On a : $b = -\frac{1}{RC} = -\frac{1}{\tau}$ or $\tau = 0,80$ s donc $b = -1,25$ s⁻¹

Donc $R = -\frac{1}{b \cdot C}$ $R = -\frac{1}{-1,25 \cdot 0,40 \cdot 10^{-6}} = 2 \times 10^6 \Omega = 2$ M Ω .

3 - Les impulsions

L'évolution de u_R en fonction du temps est donnée par : $u_R(t) = 5,6 \exp\left(-\frac{t}{0,80}\right)$

Remarque: on peut vérifier sur l'expression de $u_R(t)$ les valeurs de $E = 5,6$ V et $\tau = 0,8$ s car $u_C(t) = u_R(t)$.

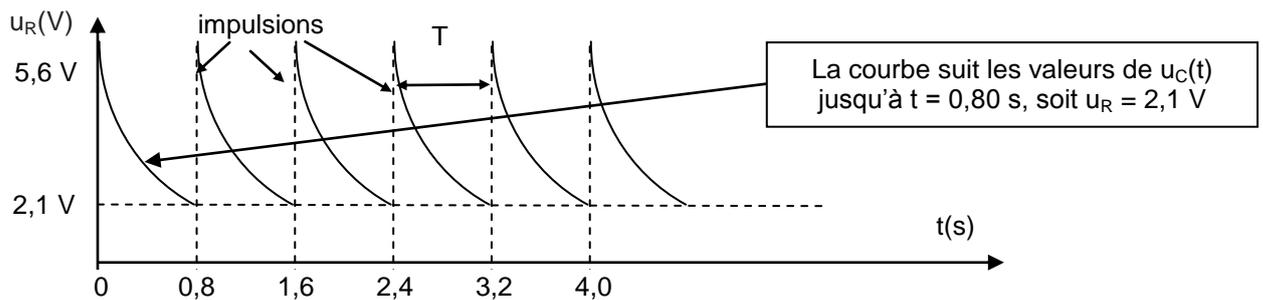
3.1. (0,5) On a : $u_R(0) = 5,6$ V

Une impulsion électrique est envoyée au cœur lorsque la tension aux bornes de R atteint e⁻¹ fois sa valeur initiale, donc $u_R(t_{\text{impulsion}}) = e^{-1} \cdot u_R(0)$

$u_R(t_{\text{impulsion}}) = e^{-1} \times 5,6 = 2,1$ V.

3.2. (0,25) $u_R(t_{\text{impulsion}}) = e^{-1} \cdot u_R(0) = 5,6 \exp\left(-\frac{t_{\text{impulsion}}}{0,80}\right)$ donc $\exp(-1) = \exp\left(-\frac{t_{\text{impulsion}}}{0,80}\right)$ donc $t_{\text{impulsion}} = 0,80$ s.

3.3. (0,5) Après cette date, l'interrupteur bascule en position 1 et le condensateur se recharge quasiment instantanément. Allure de $u_R(t)$:



3.4. (0,5) La période des impulsions est $T = 0,80$ s.

La fréquence des impulsions est $f = \frac{1}{T}$ $f = 1,25$ Hz $\approx 1,3$ Hz (impulsions par seconde)

soit $1,25 \times 60 = 75$ impulsions par minute.

Cette fréquence cardiaque est bien compatible avec les valeurs habituelles, comprise entre 60 et 80 battements par minute.

Exercice 2: ETUDE DU COLORANT E163

1.1- (0,25) Selon Brönsted, un acide est une espèce chimique susceptible de céder (ou libérer) un proton H⁺.

1.2- (0,25) pour les solutions diluées, $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$, formule dans laquelle $[\text{H}_3\text{O}^+]$ est exprimé en mol/L.

2.1- (0,25) $\text{HA}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = \text{A}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$

2.2- (0,25) $K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{HA}]_{\text{eq}}}$ On reconnaît la constante d'acidité du couple HA/A⁻ notée K_{A2}

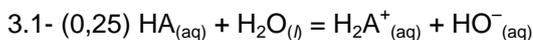
Donc $K = K_{A2} = 10^{-\text{pKa}_2}$ soit ici $K = 10^{-7,0} = 1,0 \cdot 10^{-7}$

2.3.1- (0,25) D'après les questions précédentes, $\frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}}}{[\text{HA}]_{\text{eq}}} = \frac{K}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}} = \frac{K}{10^{-\text{pH}}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-7}}{10^{-6,0}} = 1,0 \cdot 10^{-1} = 0,10$

Ou encore $\text{pH} = \text{pKa}_2 + \log\left(\frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}}}{[\text{HA}]_{\text{eq}}}\right)$ donc $\log\left(\frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}}}{[\text{HA}]_{\text{eq}}}\right) = \text{pH} - \text{pKa}_2 = 6,0 - 7,0 = -1,0$ Donc $\frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}}}{[\text{HA}]_{\text{eq}}} = 10^{-1,0} = 1 \cdot 10^{-1}$

2.3.2- (0,25) D'après la question précédente, $\frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}}}{[\text{HA}]_{\text{eq}}} < 1$ donc l'espèce HA est plus abondante que l'espèce A⁻.

Donc la couleur de la solution sera celle de l'espèce HA, soit violette.



$$3.2- (0,5) K' = \frac{[\text{HO}^-]_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_2\text{A}^+]_{\text{eq}}}{[\text{HA}]_{\text{eq}}}$$

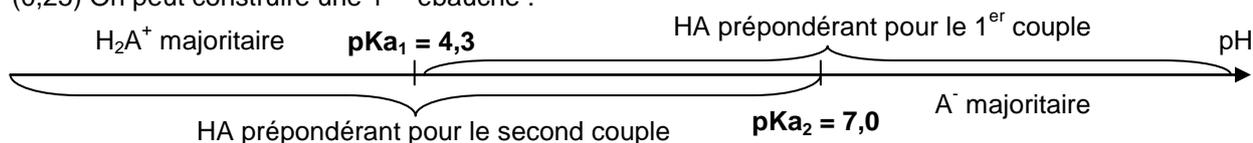
Or la constante d'acidité du couple $\text{H}_2\text{A}^+_{(aq)}/\text{HA}_{(aq)}$, notée K_{A1} , s'exprime ainsi: $K_{A1} = \frac{[\text{HA}]_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{H}_2\text{A}^+]_{\text{eq}}}$

Et le produit ionique de l'eau : $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} \cdot [\text{HO}^-]_{\text{eq}}$.

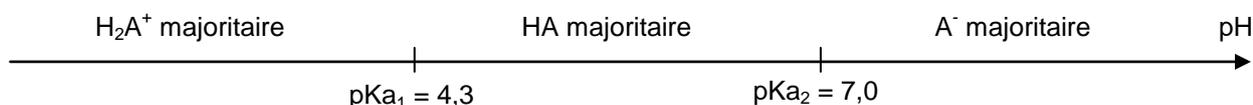
$$\text{Donc } K' = \frac{K_e}{K_{A1}} \text{ soit ici } K' = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{10^{-4,3}} = 2 \cdot 10^{-10}$$

3.3- (0,25) L'espèce HA est l'espèce basique du couple $\text{H}_2\text{A}^+ / \text{HA}$, elle est donc prépondérante pour $\text{pH} > \text{pKa}_1$ soit $\text{pH} > 4,3$.

4.1- (0,25) On peut construire une 1^{ère} ébauche :



En recoupant ces informations, le schéma définitif est :



4.2- (0,25) Dans un yaourt dont le pH est compris entre 5 et 6, l'espèce majoritaire est HA, de couleur violette, la couleur du yaourt est donc violette.

Exercice 3 pour les non spécialistes: TAUX D'ALCOOLEMIE

1. Choix de la méthode de suivi

1.1. (0,25) L'ion dichromate ainsi que l'ion chrome (III) colorent la solution. Cette coloration de la solution va donc changer en fonction de l'apparition des ions chrome (III) et/ou la disparition des ions chromate. La réaction pourra donc être suivie par spectrophotométrie

1.2. (0,25) La spectrophotométrie est une méthode de mesure non-destructive car le système chimique n'est pas modifié par le passage de la lumière au cours de la mesure

2. Suivi temporel

2.1.(0,5pt) On sélectionne la longueur d'onde qui correspond au maximum d'absorption de l'espèce chimique étudiée ou lambda telle que une espèce absorbe la lumière et l'autre pas du tout. Lors de la réalisation du « blanc » on utilise une solution de référence (solvant sans l'espèce chimique) pour régler le zéro de l'absorbance.

2.2. (0,5pt) Équation	$3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(aq)} + 2 \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(aq)} + 16\text{H}^+_{(aq)} = 3\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + 4 \text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 11 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$					
État initial	n_0	n_1	Excès	0	0	Beaucoup
État intermédiaire	$n_0 - 3x$	$n_1 - 2x$	Excès	$3x$	$4x$	Beaucoup
État final	$n_0 - 3x_{\text{éq}}$	$n_1 - 2x_{\text{éq}}$	Excès	$3x_{\text{éq}}$	$4x_{\text{éq}}$	Beaucoup

$$2.3.(0,25) [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_{(aq)} = \frac{n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{(aq)}}{V} = \frac{n_1 - 2x}{V} \quad [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_{(aq)} \cdot V = n_1 - 2x$$

$$2.4.(0,75) A = 150 \cdot [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_{(aq)} \text{ donc } [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_{(aq)} = \frac{A}{150}$$

$$\text{En utilisant la question 2.3 } x = \frac{1}{2} \cdot (n_1 - [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_{(aq)} \cdot V)$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot (n_1 - \frac{A}{150} \cdot V) = \frac{1}{2} \cdot (c \cdot V' - \frac{A}{150} \cdot V) \text{ avec } V' = 10 \text{ mL} = 10 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot (2,0 \cdot 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3} - \frac{A}{150} \times 12 \times 10^{-3}) = \frac{1}{2} (20 \times 10^{-5} - 8,0 \times 10^{-5} \times A) = (10 - 4A) \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

2.5.(1,5) Lorsque l'absorbance n'évolue plus c'est que $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$ n'évolue plus.

L'avancement est alors maximal, car la transformation est totale

Graphiquement pour $x = x_{\text{max}}$, on a $A_f = 2,39$

$$x_{\text{max}} = (10 - 4 \cdot A_f) \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{max}} = (10 - 4 \times 2,39) \times 10^{-5} = 4,4 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

Si l'éthanol est en limitant, cela signifie que les ions dichromate sont en excès. Donc en fin de réaction, il resterait des $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

Vérifions cette hypothèse :

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{\text{finale}} = n_1 - 2x_{\text{max}}$$

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{\text{finale}} = c \cdot V' - 2x_{\text{max}}$$

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{\text{finale}} = 2,0 \cdot 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3} - 2 \times 4,4 \times 10^{-6}$$

$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_{\text{finale}} \neq 0$, l'ion dichromate est en excès, l'éthanol est limitant

2.6.(1 pt) L'éthanol est totalement consommé, soit $n_0 - 3x_{\text{max}} = 0$.

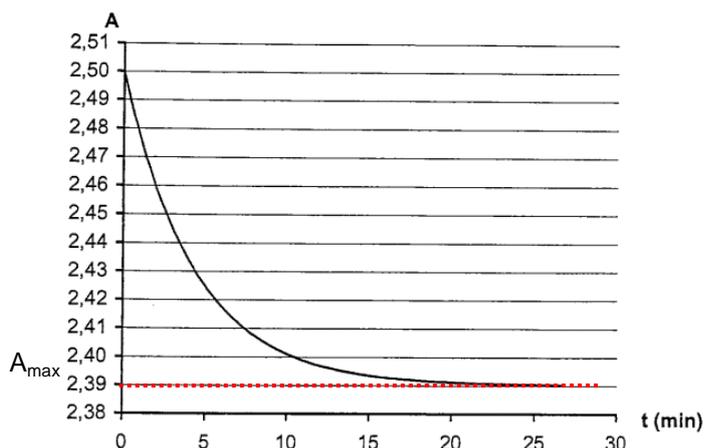
Donc $n_0 = 3x_{\text{max}}$, quantité de matière contenue dans 2,0 mL de sang.

Dans 1,0 L de sang la quantité de matière d'éthanol est $n = n_0 \times \frac{1,0}{2,0 \times 10^{-3}} = 3x_{\text{max}} \cdot \frac{1,0}{2,0 \times 10^{-3}}$

Alors la masse d'éthanol est $m = n \cdot M = 3 \times 4,4 \times 10^{-6} \times \frac{1,0}{2,0 \times 10^{-3}} \times 46 = 0,30 \text{ g}$ pour un litre de sang

Le conducteur n'est pas en infraction puisque cette alcoolémie est inférieure à 0,5 g/L

Variation de l'absorbance A au cours du temps



Exercice 3 spécialité : L'AROME D'ANANAS

1- L'arôme ananas du commerce :

1.1.1. (0,25) Le butanoate d'éthyle à extraire est en solution aqueuse, il faut un solvant non miscible avec l'eau (donc pas l'éthanol). La solubilité du butanoate d'éthyle doit être plus grande dans le solvant extracteur que dans l'eau, et elle doit être la plus élevée possible. On choisit donc le dichlorométhane.

1.1.2. (0,25) Le dichlorométhane est plus dense que l'eau, il constitue la phase inférieure (phase organique).

Après agitation, le butanoate d'éthyle est passé en grande partie dans le dichlorométhane.

Il peut en rester un peu dans la phase aqueuse (c'est l'objet des questions qui suivent)

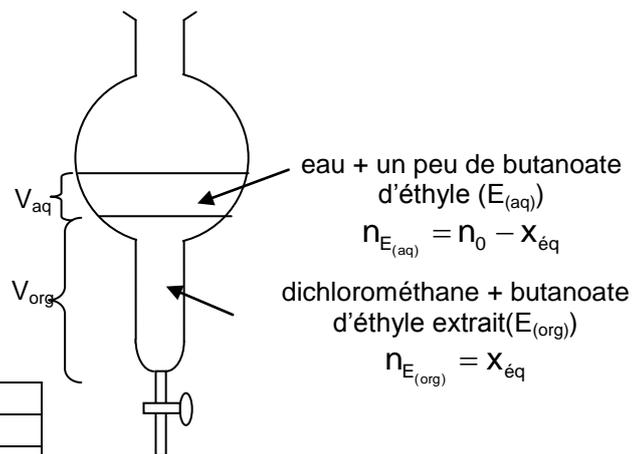
1.2.1. (0,25) L'équation modélisant l'extraction est $E_{(\text{aq})} = E_{(\text{org})}$,

le coefficient de partage est $K = \frac{[E_{\text{org}}]_{\text{eq}}}{[E_{\text{aq}}]_{\text{eq}}}$

1.2.2. (0,375)

équation	$E_{(\text{aq})}$	=	$E_{(\text{org})}$
État initial	n_0		0
État intermédiaire	$n_0 - x$		x
État final	$n_0 - x_{\text{éq}}$		$x_{\text{éq}}$
État maximal	$n_0 - x_{\text{max}} = 0$		x_{max}

$$x_{\text{max}} = n_0$$



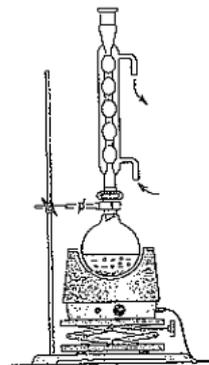
1.2.3. (0,5) A l'équilibre, $n_{E_{(\text{aq})}} = n_0 - x_{\text{éq}}$ et $n_{E_{(\text{org})}} = x_{\text{éq}}$

Donc $[E_{\text{aq}}]_{\text{eq}} = \frac{n_0 - x_{\text{éq}}}{V_{\text{aq}}}$ et $[E_{\text{org}}]_{\text{eq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V_{\text{org}}}$

1.2.4. (0,25) $K = \frac{[E_{\text{org}}]_{\text{eq}}}{[E_{\text{aq}}]_{\text{eq}}} = \frac{x_{\text{éq}} \cdot V_{\text{aq}}}{V_{\text{org}} \cdot (n_0 - x_{\text{éq}})}$

$$1.2.5. (0,25) K = \frac{x_{eq} V_{aq}}{V_{org} \cdot (n_0 - x_{eq})} \text{ donc } K = \frac{\frac{x_{eq}}{n_0} \cdot V_{aq}}{V_{org} \cdot (1 - \frac{x_{eq}}{n_0})} \text{ donc } \frac{x_{eq}}{n_0} = \frac{K \cdot V_{org}}{K \cdot V_{org} + V_{aq}} = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \tau$$

$$1.2.6. (0,25) \tau = \frac{3,0 \times 30}{3,0 \times 30 + 30} = \frac{3}{4} = 0,75 = 75\%$$



2. Synthèse du butanoate d'éthyle au laboratoire.

2.1. (0,375) Le montage de chauffage à reflux est le montage b.

Il permet de chauffer le mélange réactionnel tout en évitant les pertes de matière en condensant les espèces volatiles.

2.2.1 (0,125) la réaction n'est pas rapide, la courbe donnée est croissante sans discontinuité.

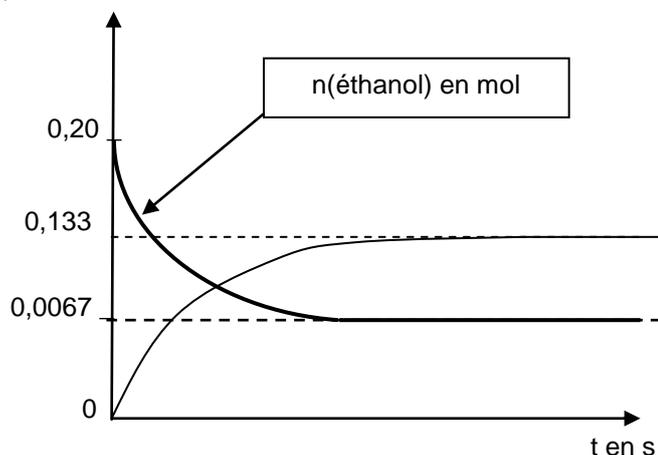
2.2.2. (0,125) la réaction est limitée : une réaction totale aurait formé 0,20 mol. d'ester..

2.2.3. (0,375) Rendement $\eta(\%) = \frac{\text{quantité d'ester obtenue à l'issue de l'expérience}}{\text{quantité maximale d'ester attendue pour une réaction totale}} = \frac{0,133}{0,20} \approx 0,67 = 67\%$ avec deux chiffres significatifs.

2.2.4. (0,375)

temps	acide butanoïque	+ éthanol	= butanoate d'éthyle	+ eau
0	0,20	0,20	0	0
infini	0,133 = 0,20 - x _f	0,133 = 0,20 - x _f	x _f = 0,20 - 0,133 = 0,067	x _f = 0,20 - 0,133 = 0,067

n(ester) en mol



2.2.5. (0,25) La température est un facteur cinétique, la réaction est plus rapide lorsqu'elle est augmentée.

3. Chromatographie sur couche mince

3.1. (0,25) Une chromatographie sur couche mince permet de séparer les constituants d'un mélange et de les identifier. Elle permet aussi de vérifier la pureté du dépôt analysé.

3.2. (0,125) Le solvant utilisé dans la cuve est appelé éluant.

3.3. (0,375) Les solutions S₁ et S₂ ont conduit à l'apparition d'une tache à la même hauteur que celle du butanoate d'éthyle. Elles contiennent cet ester.

La chromatographie montre deux taches pour la solution S₂. Celle-ci contient une autre espèce chimique que l'ester.

La solution S₁ contient quatre espèces chimiques dont l'ester.

3.4. (0,25) Pour le butanoate d'éthyle

$$R_f = \frac{h}{H} = \frac{33}{40,5} \approx 0,81 = 81\%$$

