

LYCEE SECONDAIRE CITE ROMMANIA	DEVOIR DE SYNTHÈSE N° 1		SCIENCES PHYSIQUES
<i>Dr. Amine Touati</i>	Date : 14-12-2023	Durée : 3H	BAC SC ₁

- Numéroté les questions.
- On donnera l'expression littérale avant de passer à l'application numérique.
- Seulement l'usage de la calculatrice scientifique est autorisé.

CHIMIE : (9 POINTS)

Exercice n° 1 : (4.5 points)

Dans l'organisme, le dioxygène est transporté de deux façons : sous forme de dioxygène dissous dans le sang que l'on note O_2 (aq) ou bien sous forme d'oxyhémoglobine que l'on notera HbO_2 (aq). Au niveau des poumons, la molécule d'hémoglobine Hb (aq) peut fixer une molécule de dioxygène pour donner l'oxyhémoglobine. L'équation de la réaction associée à la transformation chimique est :



Le sang est assimilé à une solution aqueuse, dans lequel un volume $V = 100 \text{ mL}$ de sang contient une masse $m = 15 \text{ g}$ de d'hémoglobine. On donne la masse molaire de l'hémoglobine $M(Hb) = 1,6 \times 10^4 \text{ g.mol}^{-1}$.

- 1- Compléter le tableau d'évolution du système chimique de la page annexe à rendre. On notera n_0 la quantité de matière d'hémoglobine le dioxygène étant en excès.
- 2- Le taux d'avancement final de la réaction chimique (1) est $\tau_f = 0,97$, en déduire la composition final.
- 3- En une minute, le débit cardiaque moyen permet de traiter $V_s = 5,0 \text{ L}$ de sang au niveau des poumons. En déduire la quantité correspondante n_s de HbO_2 formées pendant une minute.
- 4- Lorsque le volume V de sang arrive au niveau des tissus des organes, à ce stade une partie du dioxygène dissous est absorbée par les tissus faisant ainsi chuter la concentration en dioxygène dans le sang. Le système chimique étudié se trouve alors dans un nouvel état initial, tel que : la concentration en dioxygène dissous est $[O_2]_1 = 3,6 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$, celle d'hémoglobine est alors $[Hb]_1 = 2,8 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ ainsi celle d'oxyhémoglobine est $[HbO_2]_1 = 9,1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Sachant que la constante d'équilibre liée à l'équation (1) a pour valeur $K_1 = 3 \times 10^5$. Est-ce que le système chimique est en équilibre ? Si non dans quel sens évolue le système ? Interpréter ?
- 5- Lors de la fumée des cigarettes, elles produisent du monoxyde de carbone. Dans certaines conditions, l'équation associée à la réaction entre le monoxyde de carbone et l'hémoglobine s'écrit :



Le tableau suivant donne les effets sur l'organisme associés aux valeurs du rapport des concentrations $\frac{[HbCO]_{eq}}{[Hb]_{eq}}$ à l'équilibre :

$\frac{[HbCO]_{eq}}{[Hb]_{eq}}$	de $1,1 \times 10^4$ à $2,6 \times 10^4$	de $2,6 \times 10^4$ à $2,6 \times 10^5$	supérieur à $2,6 \times 10^5$
Effets	Maux de tête	Intoxication grave	Mort rapide

L'analyse du sang d'une personne ayant respiré de l'air pollué par du monoxyde de carbone a révélé une concentration en monoxyde de carbone dissous dans le sang $[CO] = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. Quels sont les effets ressentis par la personne ?

- 6- Au sein de l'organisme il y a une compétition entre le dioxygène et le monoxyde de carbone pour se fixer sur l'hémoglobine pour atteindre un état d'équilibre donné par l'équation :



Donner l'expression de la constante d'équilibre K_3 associée à l'équation (3) et calculer sa valeur.

- 7- Une personne empoisonnée au monoxyde de carbone est placée dans une chambre à haute pression, dans lequel on impose une concentration élevée en dioxygène permettant ainsi d'augmenter la concentration de dioxygène dissous dans le sang. Expliquer qualitativement l'action de cette chambre.

Exercice n° 2 : (3.75 points)

On se propose d'étudier la réaction **d'hydrolyse** d'un ester ($\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$) symbolisé par l'équation suivante :



A un instant de date $t = 0$, on prépare deux mélanges (M_1) et (M_2) identiques contenant chacun $V_1 = 14.3$ mL d'ester (de masse molaire $M_E = 14n + 32$ et de densité $d_E = 0.9231$) avec n_2 moles d'eau et en présence des quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, on ne tiendra pas compte lors de son dosage.

Expérience 1 : À partir de mélange (M_1) on effectue **10 prélèvements** de même volume contenant chacun n_{01} moles d'ester et n_{02} moles d'eau. Les tubes, surmontés d'un tube de dégagement sont placés dans un bain-marie à une température $\theta_1 = 80^\circ\text{C}$.

À des intervalles de temps réguliers on retire un tube, on le trempe dans l'eau glacée puis on le dose par une solution aqueuse de soude **NaOH** de concentration molaire C_B en présence de phénophtaléine. À chaque fois on note le volume V_{BE} de la soude ajouté pour obtenir l'équivalence acido-basique.

1-

- a- préciser le rôle de l'acide sulfurique concentré ajouté aux mélanges.
- b- Pourquoi on trempe le prélèvement dans l'eau glacée avant chaque dosage.
- c- Dresser le tableau d'avancement descriptif dans un **prélèvement**.

2-

- a- Montrer qu'à chaque instant de la réaction, la quantité d'ester restante dans le mélange (M_1) est donnée par la relation : $n_E = \frac{d_E \rho_{\text{eau}} V_1}{M_E} - 10 C_B V_{BE}$

b- Par un protocole expérimental approprié on trace la courbe de la **figure 1**. En déduire la valeur de C_B .

c- Montrer que la formule brute de l'ester utilisé est $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$. On donne $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g.mL}^{-1}$.

d- Déterminer l'avancement finale x_f .

Expérience 2 : Par le même protocole expérimental on étudie le mélange (M_2) mais cette fois à une température $\theta_2 = 100^\circ\text{C}$, et on détermine le taux d'avancement de la réaction τ à différents instants pour les deux mélanges ceci a permis de tracer les courbes (a) et (b) de la **figure 2** de la page annexe.

3-

- a- Associer, en le justifiant, chaque courbe à son expérience.
- b- Montrer que l'eau est le réactif limitant et déduire n_2 .
- c- A partir de la courbe prouver deux caractères de cette réaction.
- d- Exprimer la constante d'équilibre K de cette réaction en fonction de taux d'avancement finale τ_f . Calculer la valeur de K pour les deux mélanges. Conclure.
- e- Quel est l'influence de l'augmentation de la température sur le volume V_{BE} à un instant $t < t_f$.

PHYSIQUE : (11 POINTS)

Exercice n° 1 : (4.75 points)

Expérience n°1 : On réalise le montage série de la **figure 3** ci-contre constitué d'un générateur idéal de tension de f.é.m. E , une bobine d'inductance L et de résistance r , un interrupteur K , un résistor de résistance R et un voltmètre. À l'instant $t=0$ on ferme l'interrupteur le voltmètre indique $4V$.

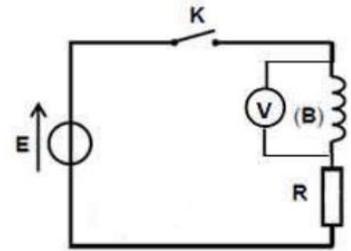


Figure 3

- 1-
 - a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de l'intensité de courant $i(t)$ au cours du temps est :
$$\frac{d}{dt}i(t) + \frac{1}{\tau}i(t) = \frac{E}{L}$$

Où τ est la constante de temps du dipôle (RL) dont on exprimera.
 - b- A partir de l'équation différentielle exprimer $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}$.
 - c- Donner, en justifiant, la valeur de la f.é.m. E .
 - d- Par un système d'acquisition adéquat, on trace la courbe de la **figure 4**, de la page annexe, qui représente l'évolution incomplète au cours du temps de l'intensité du courant $i(t)$. Montre que $L=0.2H$
- 2- Montrer qu'en régime permanent on a : $I_p = \frac{E}{L} \tau$
- 3-
 - a- Sachant qu'en régime permanent le voltmètre indique une valeur $U_{Bp} = 0.4V$. Montrer que $\frac{R}{r} = 9$.
 - b- Montrer que $\frac{R+r}{R-r} = 1.25$
 - c- Sachant que $R + r = 100\Omega$ déterminer les valeurs de R et r .
 - d- Compléter la courbe de la **figure 4**, faire les calculs nécessaires.

Expérience n°2 : Dans le circuit précédent on modifie la valeur de l'une des grandeurs suivantes (L ou R ou E). Les mesures expérimentales montrent que $u'_B(0) = 4V$, $U'_{Rp} = 3.6V$ et $\tau' = 1.5\tau$

- 4-
 - a- Identifier, en le justifiant, la grandeur modifiée.
 - b- Trouver la nouvelle valeur de la grandeur modifiée.

Exercice n° 2 : (4.25 points)

Expérience n°1 : Le circuit électrique de la figure suivante comportant un condensateur de capacité $C=4\mu F$ initialement chargé ($u_C(0)=U_0$), une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable, un interrupteur K et un conducteur ohmique de résistance R .

A la date $t_0=0$ on ferme K et simultanément un dispositif d'acquisition informatisé se déclenche pour enregistrer la courbe de la **figure 6** représentant les variations de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur (voir feuille annexe).

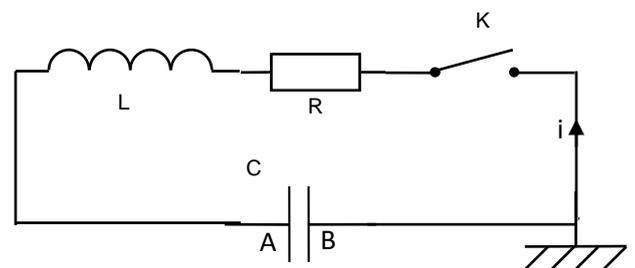


Figure 5

- 1-
 - a- Expliquer brièvement le phénomène physique illustré sur la **figure 6**.
 - b- En se servant du graphe, déterminer la pseudo période T .
 - c- Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine sachant que les amortissements sont faibles et qu'on peut considérer que la pseudopériode est pratiquement égale à la période propre du circuit.
 - d- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur au cours du temps.
- 2-
 - a- Sans faire le calcul justifier que l'énergie totale E diminue au cours du temps, puis calculer l'énergie dissipée par effet joule dans les résistors entre les instants $t_0=0$ et t_1

b- Montrer qu'à la date t_1 :
$$\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t_1} = -\frac{Ru_C(t_1)}{L}$$

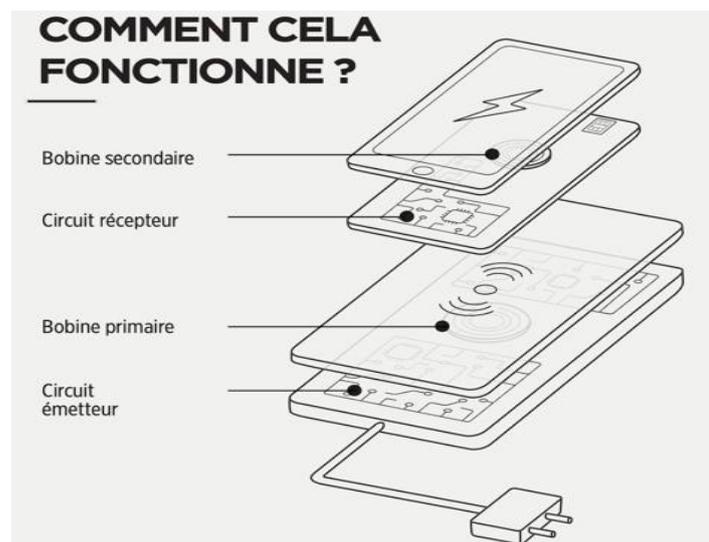
c- Sachant que $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t_1} = 200 \text{ V/s}$ déduire la valeur de R .

Expérience n°2 : On **enleve** le conducteur ohmique, on charge à nouveau le condensateur jusqu'à U_0 et on ferme l'interrupteur K à $t=0$ instant pris comme origine de temps.

- 3- Déduire de la question 1-d) l'équation différentielle qui régit l'évolution au cours du temps de la charge $q(t)$ du condensateur.
- 4- Déterminer l'expression numérique de la solution $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_q)$.
- 5- On modifie la bobine par une autre d'inductance L_1 , et on trace l'évolution de l'énergie magnétique E_L au cours du temps dans la **figure 7** de la page annexe.
 - a- Préciser en le justifiant, parmi les courbes (a) et (b) de la **figure 7**, laquelle qui peut traduire l'évolution de l'énergie magnétique E_L en fonction du temps.
 - b- Déterminer L_1

Exercice n° 3 : (2 points) Comment fonctionne la recharge par induction

Comme l'a montré Maxwell au XIXe siècle, les phénomènes électriques et magnétiques sont couplés : un aimant placé en rotation dans un conducteur va produire un courant électrique, et un courant électrique dans une bobine en fait un électroaimant. On peut ainsi transférer de l'électricité d'un appareil à l'autre sans contact physique. Les applications courantes de la recharge par induction exigent tout de même que le chargeur et le récepteur soient situés à proximité immédiate l'un de l'autre, c'est la raison pour laquelle on parle parfois des systèmes de recharge en champ proche. Le principe de l'induction électromagnétique est utilisé dans les plaques de cuisson à induction pour produire de la chaleur, il s'agit de transformer un champ électromagnétique en énergie thermique. Dans le cas de la recharge d'une batterie, le chargeur diffuse un champ électromagnétique qui est transformé en courant induit grâce à une petite bobine située à l'intérieur de l'appareil à recharger, le courant ainsi créé sert alors à recharger la batterie. Il y a encore quelques années ces dispositifs ne pouvaient pas être utilisés sur des batteries à forte capacité, du fait notamment des risques d'explosions de ces batteries en cas de surcharge ! Aussi seuls des produits équipés de batteries de faible capacité profitaient de ce principe.



<https://www.bebat.be/fr/blog/la-recharge-sans-fil>

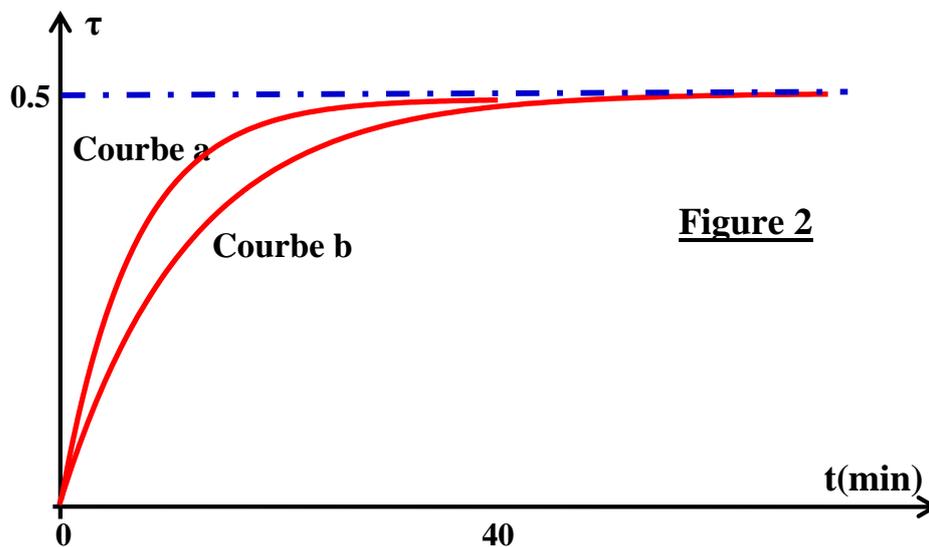
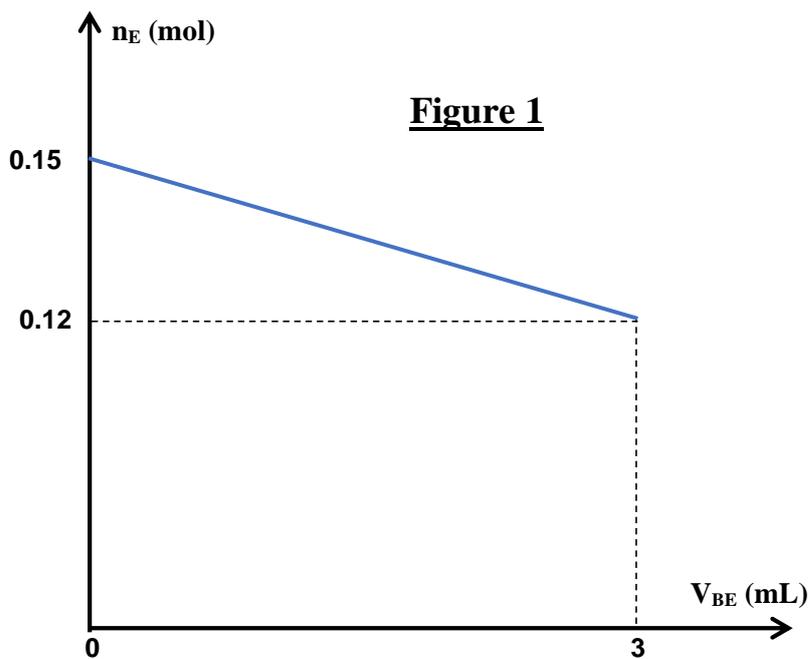
- 1- Sur quel principe physique repose la technique de la recharge sans fil.
- 2- Expliquer brièvement le principe de cette technique.
- 3- Préciser l'induit et l'inducteur pendant la charge.
- 4- Citer une autre application issue de cet phénomène.

FEUILLE ANNEXE A RENDRE

Exercice 1 chimie :

Equation chimique		$\text{Hb}_{(aq)} + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons \text{HbO}_2(aq)$
Etat	Avancement	Quantités de matière en mol
Initial		
Intermédiaire		
Final		

Exercice 2 chimie



Exercice 1 physique

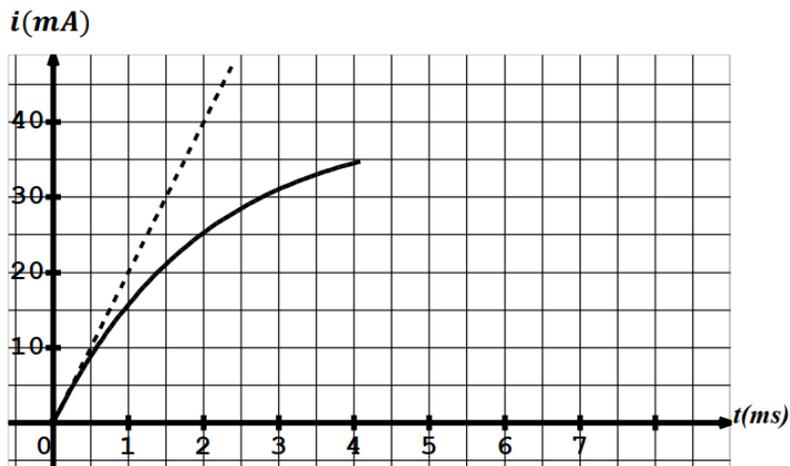


Figure 4

Exercice 2 physique

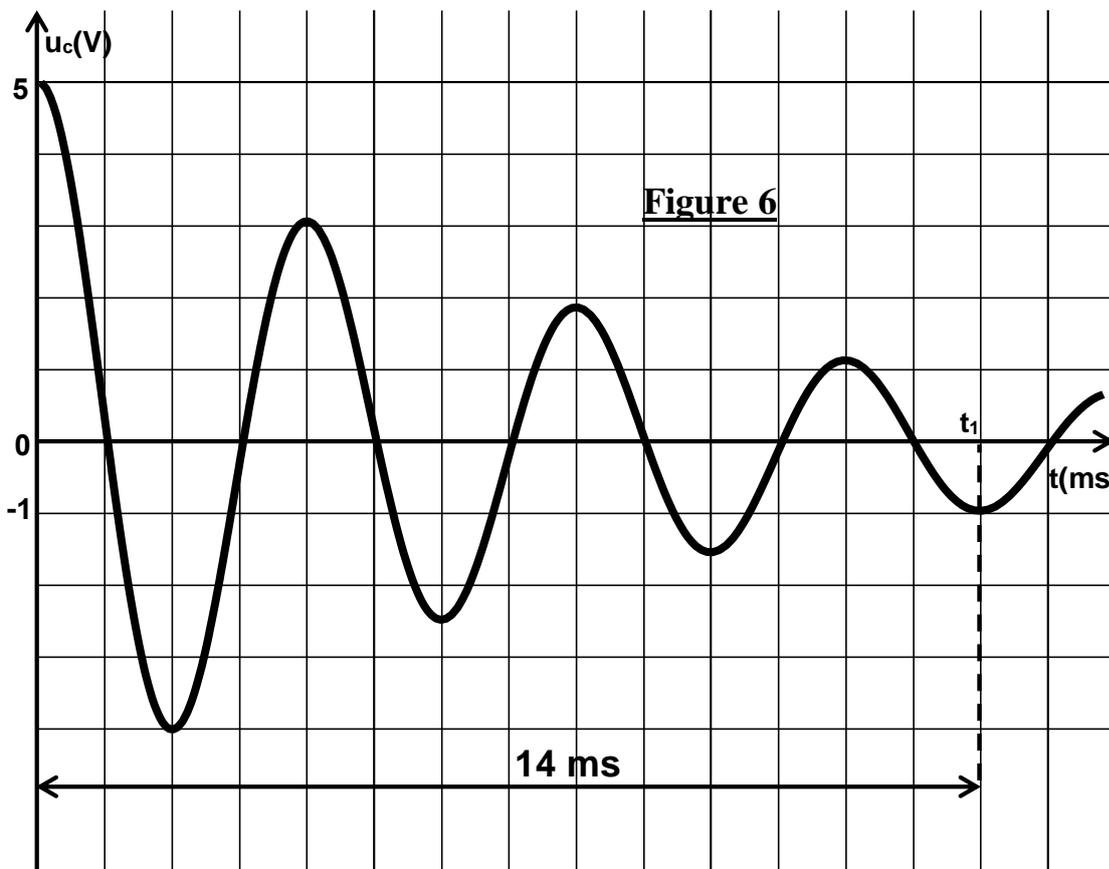


Figure 6

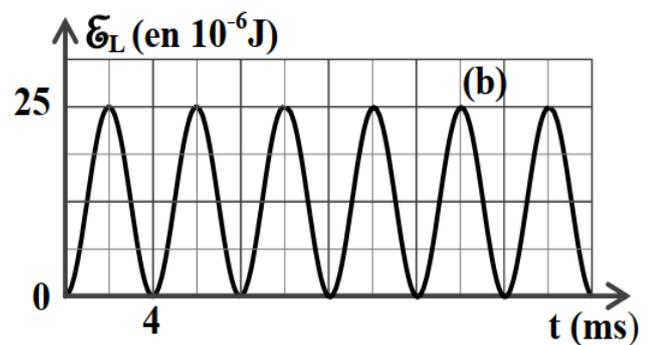
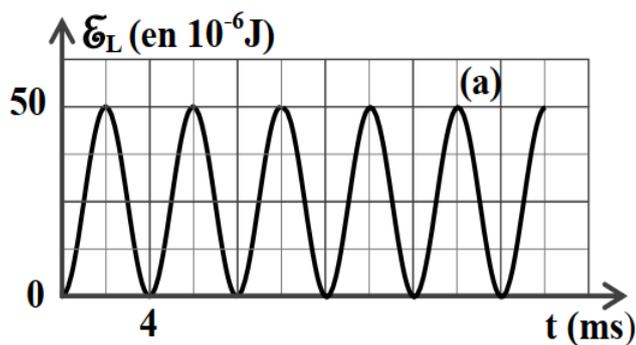


Figure 7

Exercice n°1 :

	1 -	Hb	+	O ₂	⇌	HbO ₂
(0,25)	t=0	x=0	n ₀	excès		0
	t>0	x	n ₀ -x	excès		x
	t _f	x _f	n ₀ -x _f	excès		x _f

$$9,375 \cdot 10^{-4}$$

2 - $\eta = \frac{x_f}{x_{\text{mix}}} \Rightarrow x_f = \eta \cdot x_{\text{mix}} = \eta \cdot n_0 = 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

Composition fin $\Rightarrow n(\text{HbO}_2)_f = 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

3 - 100 mL de sang $\longrightarrow 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

SL = 5000 mL $\longrightarrow 5 \times 9,4 \cdot 10^{-4} = 4,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$n_s = 4,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

4 - $\pi_1 = \frac{[\text{HbO}_2]_1}{[\text{O}_2]_1 [\text{Hb}]_1} = 9,1 \cdot 10^5 > K_1$

$\rightarrow \pi_1 \neq K_1$ le système n'est pas en équilibre

$\rightarrow \pi < K$ il évolue spontanément dans le sens inverse

(0,25) Il y a libération d'oxygène qui sera capté par le **Devoirat**

$$5 - \frac{[HbCO]_{eq}}{[Hb]_{eq}} = K_2 [CO] = 1,5 \cdot 10^4$$

D'après le tableau la personne aura
mal à la tête

6 -

$$K_3 = \frac{[HbCO]_{eq} [O_2]_{eq} [Hb]_{eq}}{[HbO_2]_{eq} [CO]_{eq} [Hb]_{eq}} = \frac{K_2}{K_1} = 2,5 \cdot 10^2$$

comme $K_1 = \frac{[HbO_2]_{eq}}{[Hb]_{eq} [O_2]_{eq}}$; $K_2 = \frac{[HbCO]_{eq}}{[Hb]_{eq} [CO]_{eq}}$

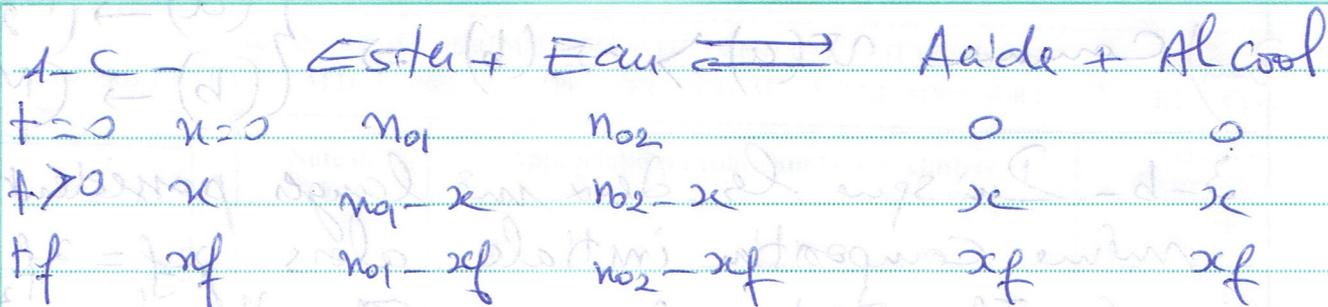
7 - D'après la réaction n°2

$$K_2 = \frac{[HbCO]_{eq} [O]_{eq}}{[HbO_2]_{eq} [CO]_{eq}}$$

l'augmentation de dioxygène dissous dans
le sang va faire évoluer le système
chimique dans le sens inverse ($\pi \rightarrow K_2$)
donc il y aura diminution de $[HbCO]$
et une augmentation ~~de~~ bénéfique de HbO_2

Exercice n°2 :

- I/ (0,25) a - catalyseur
(0,25) b - blocage cinétique



2-a - à l'équivalence acido-basique $(n_{ac})_{forme} = n_b$
 $x = C_B V_{BE}$ dans un tube
 or $(n_E)_{mélange} = 10(n_{01} - x) = 10n_{01} - 10x$

$$m_E = m_1 - 10 C_B V_{BE}$$

$$\text{or } n_1 = \frac{m_E}{M_E} = \frac{p_1 V_1}{M_E} = \frac{d_1 \rho_{eau} V_1}{M_E}$$

$$\Rightarrow n_E = \frac{d_1 \rho_{eau} V_1}{M_E} - 10 C_B V_{BE}$$

2-b - pente = $\frac{0,15 - 0,12}{0 - 9003} = -10 \text{ mol/l} = -10 C_B$
 $\Rightarrow C_B = 1 \text{ mol/l}!$

2-c - pour $V_{BE} = 0$ on a $m_E = m_1 = \frac{d_1 \cdot \rho_{eau} V_1}{M_E}$

$$\Rightarrow M_E = \frac{d_1 \rho_{eau} V_1}{n_E} = \frac{0,9231 \times 1 \times 14,3}{0,15} = 88 \text{ g/mol}$$

$$14n + 32 = 88 \Rightarrow 14n = 56$$

$$n = 4 \Rightarrow C_4H_8O_2$$

3-a - pour $\theta_2 > \theta_1$ (facteur cinétique)

on aura $\text{Dévoirat} > v(M_1)$

2-d- $V_{BE_3} = 0 \Rightarrow n_1 = 0,15 \text{ mol}$

0,15 $V_{BEf} = 3 \text{ ml} \rightarrow n_{E_f} = 0,12 \text{ mol} = n_1 - x_f$
 $n_f = n_E - n_{E_f} = 0,03 \text{ mol}$

3-a) Comme $v(a) > v(b) \Rightarrow \begin{cases} (a) \rightarrow (M_2) \\ (b) \rightarrow (M_1) \end{cases}$

3-b- Puisque les deux m^e langes possèdent la même composition initiale alors $x_{f1} = x_{f2}$
 ($\tau_{f1} = \tau_{f2}$). Comme $\tau_f = \frac{n_f}{\tau_{max}}$

0,11 $\Rightarrow x_{max} = \frac{x_f}{\tau_{max}} = 0,06 \text{ mol} < n_1 = 0,15 \text{ mol}$
 \rightarrow Ester en τ_f exc^e
 \rightarrow Eau est le réactif limitant
 $n_2 = x_{max} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

3-c- $\tau_f < 1 \Rightarrow$ réaction limitée
 durée de la réaction $> 40 \text{ min}$
 \Rightarrow réaction lente

3-d- $K = \frac{[Acide]_{eq} [Alcool]_{eq}}{[Ester]_{eq} [Eau]_{eq}} = \frac{x_f^2}{(n_1 - x_f)(n_2 - x_f)}$

0,1 $K = \frac{\tau_f^2 \cdot n_2^2}{\tau_f^2} = \frac{n_2^2}{\tau_f^2}$
 $\frac{n_2}{2} \left(\frac{n_1}{n_2} - \frac{x_f}{n_2} \right) \left(1 - \frac{x_f}{n_2} \right) \frac{n_2}{2} = \left(\frac{n_1}{n_2} - \tau_f \right) (1 - \tau_f)$

0,15 pour (M_1) et (M_2) on a $\tau_{fM_1} = \tau_{fM_2} = 0,5$
 $\Rightarrow K_1(\theta_1) = K_2(\theta_2) = 0,25$

\Rightarrow la réaction est athermique

3)e) vitesse augmente **Devoirat** acide $(H)_{M_1} < \text{acide } (H)_{M_2}$
 \Rightarrow plus rapidement

Exercice 1Expérience 1

0,5

1-a - montage fleché + diode de maille + $\tau = \frac{L}{R+r}$

0,25

1-b - à $t=0 \Rightarrow i(0)=0 \Rightarrow \left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = \frac{E}{R+r}$ 1-c - à $t=0 \Rightarrow i(0)=0 \Rightarrow u_{R(0)}=0$

0,25

diode de maille $u_{D(0)} = E = 4V$ 1-d - $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=20} =$ pente de la tangente $= \frac{40 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 20 A/s$

0,15

$$\frac{E}{L} = 20 \Rightarrow L = \frac{E}{20} = 0,2 H.$$

2 - en régime permanent $i = I_p = cte$

$$\text{Eq. diff devenue } \frac{dI_p}{dt} + \frac{I_p}{\tau} = \frac{E}{L}$$

0,15

$$I_p = \tau \frac{E}{L}$$

3-a - $U_{bp} = 0,4V \Rightarrow U_{Rp} = E - U_{bp} = 3,6V$

0,5

$$\frac{U_{Rp}}{U_{bp}} = \frac{RI_p}{rI_p} \Rightarrow \frac{R}{r} = 9.$$

$$3-b \quad \frac{U_{Rp} + U_{Rp}}{U_{Rp} - U_{Rp}} = \frac{(R+r) I_p}{(R-r) I_p}$$

$$\frac{R+r}{R-r} = \frac{4}{3} = 1,25$$

$$3-c \quad R = 9 \Omega \quad \text{et} \quad \frac{R+r}{R-r} = 1,25$$

$$\frac{100}{8 \Omega} = 1,25 \Rightarrow r = \frac{100}{8 \times 1,25} = 10 \Omega$$

$$r = 10 \Omega \Rightarrow R = 90 \Omega$$

$$3-d \quad \tau = \frac{L}{R+r} = 2 \text{ ms} \quad \text{et} \quad I_p \cdot \frac{E}{L} \tau = 40 \text{ ms}$$

$$i = 0,63 I_p = 25,2 \text{ mA}$$

Expérience 2

$$4-a) \quad U'_B(0) = 4 \text{ V} \Rightarrow U'_B(0) = E' = E$$

$$U'_{Rp} = 3,6 \text{ V} = U_{Rp}$$

$$R' I'_p = R I_p$$

$$R' \frac{E}{R'+r} = R \frac{E}{R+r} \Rightarrow R' = R$$

\Rightarrow L a été modifiée

$$4-b \quad L' = \tau'(R+r) \quad \text{ou} \quad \tau' = 1,5 \tau \Rightarrow L' = 1,5 L$$

$$L' = 0,3 \text{ H}$$

Exercice 2

Expérience 1 :

0,25) 1-a- La courbe illustre le phénomène de charge et décharge oscillante du condensateur à travers la bobine et le résistor. Ceci est dû à un échange énergétique entre la bobine et le condensateur.

0,25) 1-b- $T = \frac{14(\text{ms})}{3,5} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

0,25) 1-c- $T \cong 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} = 0,1 \text{ H}$

0,15) 1-d- Loi de maille : $\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0$

2/a- u_c diminue au cours du temps $\rightarrow u_c(t_2) < u_c(t_1)$
avec $t_2 > t_1 \rightarrow E_c(t_2) < E_c(t_1)$
 $\Rightarrow E_{\text{tot}}(t_2) < E_{\text{tot}}(t_1)$

$$E_{\text{diss}} = E(t=0) - E(t_1)$$

0,25)
$$= \left[\underbrace{\frac{1}{2} C u_c^2(0)}_{\text{max}} + \underbrace{\frac{1}{2} L i^2(0)}_{\left(\frac{du_c}{dt}\right)^2 = 0} \right] - \left[\underbrace{\frac{1}{2} C u_c^2(t_1)}_{\text{min}} + \underbrace{\frac{1}{2} L i^2(t_1)}_{\left(\frac{du_c}{dt}\right)^2 = 0} \right]$$

$$E_{\text{diss}} = \frac{1}{2} C \left(u_c^2(0) - \frac{1}{2} u_c^2(t_1) \right) = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

2-b- D'après la loi de maille à $t=t_1$.

$u_c(t_1) + u_R(t_1) + u_L(t_1) = 0$
 comme $u_c(t_1)$ est minimale alors $i(t_1) = \left(\frac{di}{dt}\right)_{t_1} = 0$
 $\Rightarrow u_R(t_1) = 0$

0,15

$$u_c(t_1) = -L \frac{di}{dt} = -\frac{L}{R} \left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=t_1}$$

$$\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=t_1} = -\frac{R u_c(t_1)}{L}$$

2-c-
 0,25

$$R = -\frac{L \left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t_1}}{u_c(t_1)} = 20 \Omega$$

Expérience 2

0,25
 3- $R=0 \Rightarrow \left[\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_c = 0\right] \times C \Rightarrow \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q = 0$

4- $Q_m = C U_0 = 2 \cdot 10^{-5} C$

3x0,25

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 1581,14 \text{ rad/s}$$

$$\sin \varphi_9 = \frac{q(t)}{Q_{\max}} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\max}} = 1 \Rightarrow \varphi_9 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

5- a- E_L dépend de la valeur initiale de l'énergie du condensateur ($E_{\text{Tot}} = \text{cte}$)

0,25

$$E_{L_{\max}} = E_C(t_0) = \frac{1}{2} C U_0^2 = 50 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

 Combe (a)

b- $T_{EL} = \frac{T_0}{2} \Rightarrow T_0 = 2T_{EL} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

0,5

$$L = \frac{1}{\omega_0^2 C} = 0,14 \text{ H}$$