Prof : Med Dhafer Bahroun	CORRIGÉ DU DEVOIR DE CONTRÔLE N°1 Matière : Sciences physiques	Classe : Bac Math + Sciences Année : 2026/2027 Durée : 2 h

Chimie : (7 points)

1/ Tableau descriptif d'évolution du système [1 pt]

Équation	Avancement	$CH_3CH_2CO_2H$	+ $CH_3CH_2CH_2OH$	⇌ ester	+ H_2O
État initial	x = 0	0,15	0,15	0	0
État intermédiaire	x	0,15 − x	0,15 − x	x	x
État final	x_f	0,15 − x_f	0,15 − x_f	x_f	x_f

2/ a- Définition de l'avancement [0,5 pt]

L'avancement x d'une réaction chimique est la grandeur (en mol) qui permet de suivre l'évolution d'un système au cours de la transformation : c'est la quantité de matière de réactif consommé (ou de produit formé) divisée par son coefficient stœchiométrique. Ici, tous les coefficients valent 1 : n(ester) = n(eau) = x et n(acide) = n(alcool) = 0,15 − x.

b- Valeurs de x_f et x_m [1 pt]

D'après le tableau de mesures, n_A reste constante et égale à 0,050 mol à partir de t = 90 min : l'état final est atteint. Dans l'état final : $n_A = 0{,}15 - x_f = 0{,}050$ donc $\mathbf{x_f = 0{,}10\ mol}$.

Si la réaction était totale, le réactif limitant serait entièrement consommé : $0{,}15 - x_m = 0$ (le mélange est équimolaire, les deux réactifs s'épuisent en même temps) donc $\mathbf{x_m = 0{,}15\ mol}$.

c- Taux final d'avancement [0,75 pt]

$\tau_f = x_f / x_m = 0{,}10 / 0{,}15 \approx \mathbf{0{,}67}$. Comme $\tau_f < 1$ ($x_f < x_m$), la réaction est **limitée** (le système contient encore des réactifs à l'état final).

3/ a- Composition du système à l'état final [0,75 pt]

n(acide) = n(alcool) = 0,15 − 0,10 = **0,05 mol** ; n(ester) = n(eau) = x_f = **0,10 mol**.

b- Constante d'équilibre [1 pt]

K = [ester]·[eau] / ([acide]·[alcool]). Tous les constituants sont dans le même volume V, qui se simplifie : K = n(ester)·n(eau) / (n(acide)·n(alcool)) = $x_f^2 / (n_0 - x_f)^2$ avec $n_0 = 0{,}15$ mol.

Or $x_m = n_0$ et $\tau_f = x_f / n_0$, donc $x_f = \tau_f \cdot n_0$ et $n_0 - x_f = n_0(1 - \tau_f)$. Ainsi : $K = (\tau_f \cdot n_0)^2 / (n_0(1 - \tau_f))^2 = \mathbf{(\tau_f / (1 - \tau_f))^2}$.

Application numérique : $K = (0{,}667 / 0{,}333)^2 = 2^2 = \mathbf{4}$ (vérification directe : 0,10 × 0,10 / (0,05 × 0,05) = 4).

4/ a- État d'équilibre [0,5 pt]

Un système est en état d'équilibre lorsque les quantités de matière de tous ses constituants restent constantes au cours du temps ; c'est un équilibre dynamique : la réaction directe (estérification) et la réaction inverse (hydrolyse) se font à la même vitesse. Le quotient de réaction π est alors égal à la constante d'équilibre K.

b- L'état final est-il un état d'équilibre ? [1 pt]

Lecture de l'histogramme (état final) : n(acide) = n(alcool) = 0,3 mol et n(ester) = n(eau) = 0,6 mol. π = 0,6 × 0,6 / (0,3 × 0,3) = **4 = K** (à 70 °C). Le quotient de réaction est égal à K : **oui**, l'état final est un état d'équilibre.

Remarque : $\tau_f = 0{,}6 / 0{,}9 \approx 0{,}67$, identique à celui de la première expérience, car K ne dépend que de la température et le mélange initial est équimolaire.

5/ Rôle de l'acide sulfurique et nom de l'ester [0,5 pt]

L'acide sulfurique joue le rôle de **catalyseur** : il accélère la réaction (il fait atteindre l'état d'équilibre plus vite) sans modifier la composition finale ni K. L'ester formé est le **propanoate de propyle**.

Dhafer

Physique (13 points)

Exercice n°1 : (7 points)

I/

1/ Lampe qui s'allume en retard [0,5 pt]

C'est la lampe $\mathbf{L_2}$, montée en série avec la bobine. La lampe L_1, en série avec le conducteur ohmique, s'allume immédiatement.

2/ a- Cause du retard [0,5 pt]

Quand on ferme k, le courant dans la branche de la bobine varie de 0 à une valeur non nulle. La bobine est alors le siège d'une f.é.m. d'auto-induction $e = -L\cdot di/dt$ qui s'oppose à la cause qui lui donne naissance (loi de Lenz), donc à l'établissement du courant : i_2 croît progressivement et L_2 s'allume avec retard.

b- Phénomène mis en évidence [0,25 pt]

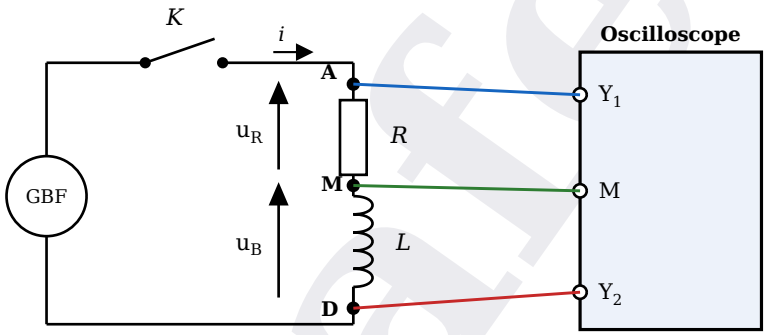
Il s'agit du phénomène d'**auto-induction**.

3/ Comparaison de l'éclat des lampes si R >> r [0,75 pt]

En régime permanent, le courant est constant : la bobine se comporte comme un conducteur ohmique de résistance r. Les deux branches sont soumises à la même tension E. Si ρ désigne la résistance d'une lampe : $i_1 = E / (R + \rho)$ et $i_2 = E / (r + \rho)$. Comme R >> r, on a $i_1 < i_2$: la lampe $\mathbf{L_1}$ **brille moins que** $\mathbf{L_2}$.

II/

1/ a- Schéma et branchements [1 pt]



(la masse M est reliée au point commun R–bobine)

Convention récepteur : les flèches tensions sont orientées en sens inverse du courant i, soit $u_R = V_A - V_M$ et $u_B = V_M - V_D$. On relie la masse de l'oscilloscope au point M (point commun du résistor et de la bobine), la voie Y_1 au point A et la voie Y_2 au point D. Y_1 visualise donc u_R, et Y_2 visualise $V_D - V_M = -u_B$: l'inversion de la voie Y_2 permet d'afficher $+u_B$.

b- Fréquence N du GBF [0,5 pt]

La période est la durée d'un motif complet : $T = 4 \text{ div} \times 1 \text{ ms.div}^{-1} = 4 \text{ ms}$. Donc $\mathbf{N = 1/T = 1 / (4\times10^{-3}) = 250 \text{ Hz}}$.

2/ a- Phénomène au niveau de la bobine [0,5 pt]

Le courant i qui traverse la bobine est variable (triangulaire) : la bobine est le siège du phénomène d'**auto-induction**. Justification : sa résistance étant négligeable, la tension u_B n'est non nulle que parce que i varie.

b- Montrons que $u_B = (L/R)\cdot du_R/dt$ [0,75 pt]

Bobine de résistance négligeable en convention récepteur : $u_B = L\cdot di/dt$. Le résistor donne $u_R = R\cdot i$, soit $i = u_R/R$. En remplaçant : $\mathbf{u_B = (L/R)\cdot du_R/dt}$.

3/ a- Valeur de du_R/dt sur $[t_1, t_2]$ [0,75 pt]

Sur $[t_1, t_2]$, u_R croît linéairement de −1,5 div à +1,5 div, soit de −3 V à +3 V (2 V.div^{-1}), en $\Delta t = 2 \text{ div} \times 1 \text{ ms} = 2 \text{ ms}$.

$du_R/dt = \Delta u_R/\Delta t = 6 / (2\times10^{-3}) = \mathbf{3\times10^3 \text{ V.s}^{-1}}$.

b- Valeur de L [0,75 pt]

Sur $[t_1, t_2]$, la voie Y_2 affiche un palier à +3 div : $u_B = 3 \times 0{,}2 = 0{,}6$ V (positif, cohérent avec u_R croissante). De $u_B = (L/R)\cdot du_R/dt$: $L = R\cdot u_B / (du_R/dt) = 1000 \times 0{,}6 / 3000$, soit $\mathbf{L = 0{,}2 \text{ H}}$.

4/ f.é.m. e de la bobine [0,75 pt]

Expression : $e = -L\cdot di/dt$. Avec $i = u_R/R$: $e = -(L/R)\cdot du_R/dt = -u_B$ (r négligeable).

Draft

Sur $[t_1, t_2]$: **e = −0,6 V** (le signe négatif traduit l'opposition à l'augmentation du courant).

Exercice n°2 : (6 points)

1/ a- Phénomène au niveau du condensateur [0,25 pt]

Il s'agit de la **charge** du condensateur : des charges électriques de signes opposés s'accumulent sur ses armatures et u_C croît de 0 jusqu'à E.

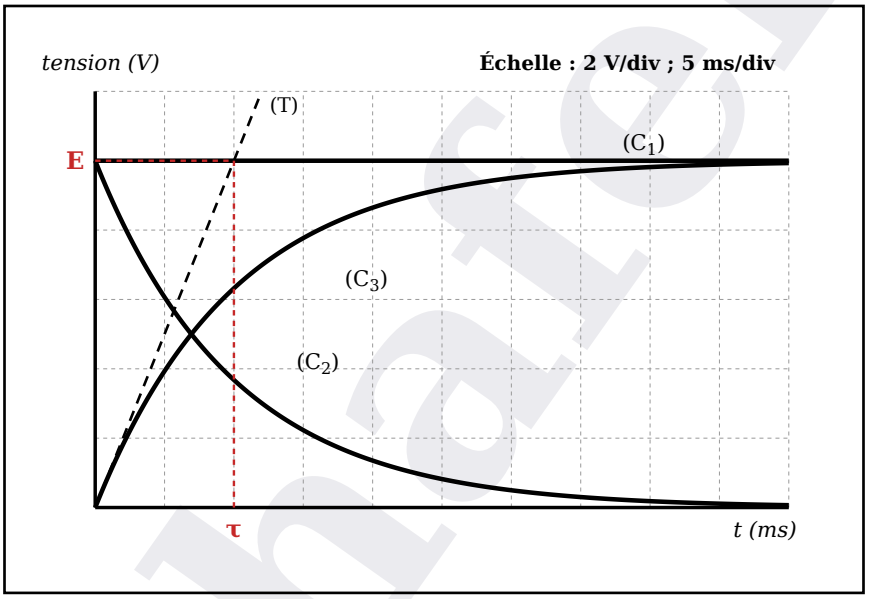
b- Association courbes / tensions [0,75 pt]

$C_1 = u_G$: droite horizontale, tension constante égale à E aux bornes du générateur idéal.
$C_3 = u_C$: courbe croissante qui part de 0 (le condensateur est initialement déchargé) et tend vers E.
$C_2 = u_R$: courbe décroissante qui part de E et tend vers 0 ; d'après la loi des mailles $u_R = E - u_C$, et à t = 0 on a bien $u_R + u_C = u_G$ (10 + 0 = 10 V).

2/ a- Constante de temps [0,75 pt]

La constante de temps d'un circuit RC est $\tau = R \cdot C$; elle caractérise la rapidité de la charge (ou de la décharge) : à $t = \tau$, u_C atteint 63 % de sa valeur finale.
Homogénéité : [R] = [u]/[i] (loi d'Ohm) et $i = C \cdot du_C/dt$ donne [C] = [i]·[t]/[u]. Donc [R·C] = ([u]/[i]) · ([i]·[t]/[u]) = [t] : τ est homogène à une **durée** (elle s'exprime en secondes).

b- Valeurs de E et τ [0,75 pt]



E : l'asymptote de u_C (C_3), confondue avec C_1, est à 5 div : E = 5 × 2 = **10 V**.
τ : la tangente à l'origine à la courbe $u_C(t)$ coupe l'asymptote u_C = E à l'instant $t = \tau$. Abscisse du point d'intersection : 2 div, soit $\tau = 2 \times 5 =$ **10 ms**. (Vérification : $u_C(\tau) = 0{,}63\ E = 6{,}3$ V.)

c- Valeur de R [0,25 pt]

$\tau = R \cdot C$ donc $R = \tau / C = 10 \times 10^{-3} / (4 \times 10^{-6}) = 2500\ \Omega$, soit **R = 2,5 kΩ**.

3/ a- Équation différentielle [0,5 pt]

Loi des mailles (K fermé) : $u_C + u_R = E$. Avec $u_R = R \cdot i$ et $i = C \cdot du_C/dt$: $R \cdot C \cdot du_C/dt + u_C = E$, soit **$du_C/dt + u_C/\tau = E/\tau$** avec $\tau = RC$.

b- Vérification de la solution [0,5 pt]

Pour $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$: $du_C/dt = (E/\tau) \cdot e^{-t/\tau}$.
Alors $du_C/dt + u_C/\tau = (E/\tau)e^{-t/\tau} + (E/\tau)(1 - e^{-t/\tau}) = E/\tau$: l'équation différentielle est vérifiée. La condition initiale est aussi respectée : $u_C(0) = E(1 - 1) = 0$.

4/ a- Expression de i(t) [0,5 pt]

$i = C \cdot du_C/dt = C \cdot (E/\tau) \cdot e^{-t/\tau}$. Comme $\tau = RC$: **$i(t) = (E/R) \cdot e^{-t/\tau}$**.

b- Calcul de i(0) et i(2τ) [0,5 pt]

$i(0) = E/R = 10 / 2500 = 4 \times 10^{-3}$ A, soit **i(0) = 4 mA**.
$i(2\tau) = (E/R) \cdot e^{-2} = 4 \times 0{,}135 \approx 0{,}54$ mA, soit **$i(2\tau) \approx$ 0,54 mA**.

5/ a- Durée θ du régime transitoire [0,5 pt]

Le régime permanent est pratiquement atteint au bout de **θ = 5τ** : à cet instant $u_C = E(1 - e^{-5}) \approx 0{,}993\ E$, soit 99,3 % de E. Application numérique : θ = 5 × 10 = **50 ms**.

b- Énergie électrique emmagasinée à t = θ [0,75 pt]

$E_e = ½ \cdot C \cdot u_C^2$ avec $u_C(\theta) \approx E = 10$ V : $E_e \approx ½ \times 4{\times}10^{-6} \times 10^2 = 2{\times}10^{-4}$ J, soit $\mathbf{E_e \approx 200\ \mu J}$.

Récapitulatif du barème : Chimie 7 pts + Physique (exercice n°1 : 7 pts, exercice n°2 : 6 pts) = **20 points**.

Dhafer