



CHIMIE

Exercice N°1:

3 POINTS

On donne : $M(A) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(B) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{eau}) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$
 $\rho(A) = 0,8 \text{ g.cm}^{-3}$; $\rho(B) = 1,05 \text{ g.cm}^{-3}$

Le méthanoate de méthyle (HCOOCH_3) est un ester (E) d'odeur pénétrante étheré, préparé à partir d'un alcool (A) et d'un acide carboxylique (B).

1°) Ecrire l'équation de la réaction en utilisant les formules semi-développées.

2°) A la date $t=0$ et à la température T, le mélange initial est formé de **9,6 g** de l'alcool (A) et de **0,3 mol** de l'acide carboxylique (B) en présence de deux gouttes d'acide sulfurique concentré.

- a- Calculer le volume initial de chaque réactif.
- b- Montrer que le mélange réalisé est équimolaire.
- c- Dresser le tableau d'avancement de la réaction étudiée.

3°) A un instant de date t_1 , le dosage de d'un volume $v_p = \frac{V}{10}$ du mélange réactionnel nécessite un volume $V_B = 12,5 \text{ mL}$ d'une solution de soude (NaOH) de concentration molaire $C_B = 1,6 \text{ mol.L}^{-1}$.

- a- Comment peut-on détecter le point d'équivalence.
 - b- Déterminer la composition molaire du mélange à cette date t_1 .
- 4°) A l'instant de date t_f , on obtient un mélange en équilibre chimique
- a- Pourquoi pour cette réaction l'équilibre chimique est dit aussi équilibre dynamique ?
 - b- Exprimer la constante d'équilibre **K** de cette réaction en fonction du taux d'avancement final τ_f
 - c- Sachant que $\tau_f = \frac{2}{3}$. Calculer la valeur de la constante d'équilibre K.

5°) Dans une deuxième expérience on mélange à $t=0 \text{ min}$: **0,1 mol** de (A) ; **0,2 mol** de (B) ; **7,2 g** d'eau et **0,4 mol** de (E).

- a- Préciser, en le justifiant, le sens d'évolution spontanée du système chimique.
- b- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

Exercice N°2 :

4 POINTS

I- On verse progressivement une solution aqueuse de monobase **forte B** de concentration molaire C_B sur un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de monoacide **fort AH** de concentration molaire C_A .





V_B (mL)	2	5	8	10	15	20
pH	1,06	1,15	1,24	1,3	1,44	1,6

On relève la valeur du **pH** pour différents volumes V_B versés. On obtient alors le tableau de mesures suivant :

1°) Ecrire l'équation bilan de la réaction acido-basique qui se produit lors du mélange des deux solutions.

2°) a- Montrer que la quantité de matière d'ions H_3O^+ présent dans le mélange au cours de la manipulation est donné par l'expression suivante : $n_{H_3O^+} = 10^{-pH}(V_A + V_B)$.

b- Tracer sur la **figure-1- de la page annexe**, la courbe $n_{H_3O^+} = f(V_B)$.

3°) Montrer qu'avant d'atteindre l'équivalence acido-basique on a : $n_{H_3O^+} = C_B(V_{BE} - V_B)$.

avec V_{BE} : Volume de la base versée à l'équivalence.

4°) a- Justifier théoriquement l'allure de la courbe $n_{H_3O^+} = f(V_B)$.

b- En déduire les valeurs des concentrations C_B et C_A .

II- A l'aide de la même solution de monobase forte B, on dose un volume $V_A = 30$ mL d'une solution de monoacide AH de concentration C_A ce qui a permis de tracer la courbe de la **figure-2- de la feuille annexe**.

1°) Montrer l'acide AH est faible.

2°) a- Montrer que $C_A = 0,025 \text{ mol.L}^{-1}$.

b- Montrer que l'acide AH est faiblement ionisé.

c- Établir l'expression du **pH** initial de la solution acide en fonction de C_A et pK_a du couple AH/A⁻. Calculer la valeur du **pKa** du couple AH/A⁻.

d- Pour un volume V_{B1} de base versée la mesure de pH donne **pH $\approx$ 4,8**. Qu'appelle-t-on le mélange dans ces conditions?

3°) a- On rappelle que l'expression du pH du mélange obtenue à l'équivalence est

pH = $\frac{1}{2}(pK_e + pK_a + \log C)$ avec **C** la concentration de la forme basique du couple acide-base faible à l'équivalence. Calculer la valeur **pH_E** du pH au point d'équivalence E.

b- En indiquant la méthode utilisée sur la **figure-2- de la feuille annexe**, retrouver graphiquement la valeur **pH_E** du pH au point d'équivalence E.

c- Parmi les indicateurs colorés consignés dans le tableau ci-contre, lequel est le plus approprié pour réaliser ce dosage? Justifier.

Indicateur coloré	Zone de virage
Bleu de bromothymol	6,2 – 7,6
Hélianthine	3,1 – 4,4
Phénolphtaléine ($\phi.\phi$)	8,0 – 10

d- Déterminer, graphiquement, $\text{pH}_{\text{Limite}}$ (lorsque $V_B=25\text{mL}$). Déterminer sa valeur théorique.

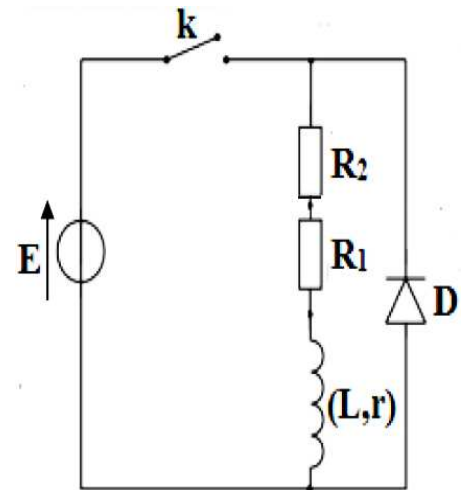
e- Au mélange à l'équivalence, on ajoute un volume $V_A=30\text{ mL}$ de la solution de monoacide AH, préciser en le justifiant la valeur du pH du mélange obtenu.

PHYSIQUE

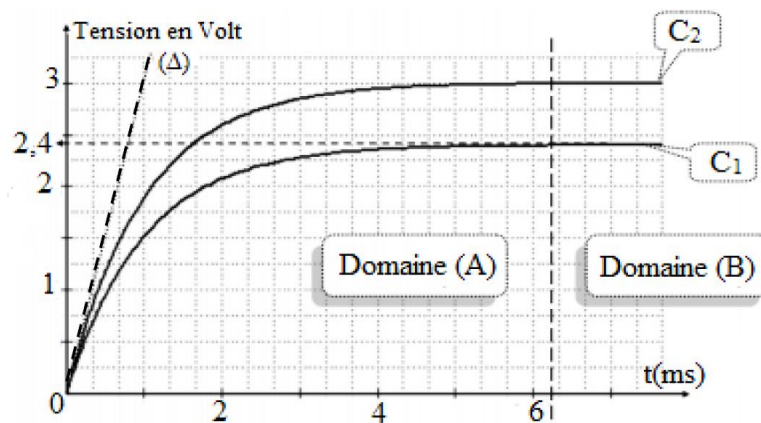
Exercice N°1 : 6 POINTS

I- On réalise un circuit électrique comporte, placés en série :

- ✓ Un générateur idéal de tension continue de f.é.m. E ,
- ✓ Un interrupteur K , une bobine d'inductance $L=0,1\text{ H}$ et de résistance interne r .
- ✓ Deux conducteurs ohmiques de résistance respective R_1 et R_2 avec ($R_2 > R_1$)
- ✓ Une diode D .



A l'instant de date $t=0$, on ferme l'interrupteur K . A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on suit l'évolution temporelle des tensions $u_{R1}(t)$ et $u_{R2}(t)$ aux bornes des deux conducteurs ohmiques. On obtient alors les chronogrammes C_1 et C_2 de la figure suivante:



(Le trait pointillé séparant les domaines (A) et (B) est approximative)

(Δ) : Tangente à la courbe C_2 à l'instant de date $t=0$.

Quand le régime permanent s'établit, à l'aide d'un voltmètre on mesure la tension aux bornes de la bobine, le voltmètre affiche la valeur **0,6 V**.

1°) Reproduire le schéma du circuit et indiquer les connexions avec l'oscilloscope qui permet de visualiser la tension $u_{R1}(t)$ sur la voie X et la tension $u_{R2}(t)$ sur la voie Y.

2°) a- Nommer les domaines (A) et (B).

b- Justifier l'allure des courbes dans chaque domaine.

3°) a- Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_{R2}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_2 .

b- La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit : $u_{R2}(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$.

Montrer que $A = R_2 \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$ et $\alpha = \frac{R_1 + R_2 + r}{L}$.

c- Dédurre l'expression de $u_{R1}(t)$.

d- En déduire que le chronogramme C₂ représente la courbe relative à l'évolution de $u_{R2}(t)$.

4°) En exploitant les chronogrammes C₁ et C₂.

a- Déterminer la valeur de la constante de temps τ .

b- Montrer que : $R_2 = 1,25 R_1$ et $R_1 + R_2 = 9r$

c- Dédurre les valeurs de r , R_1 et R_2 .

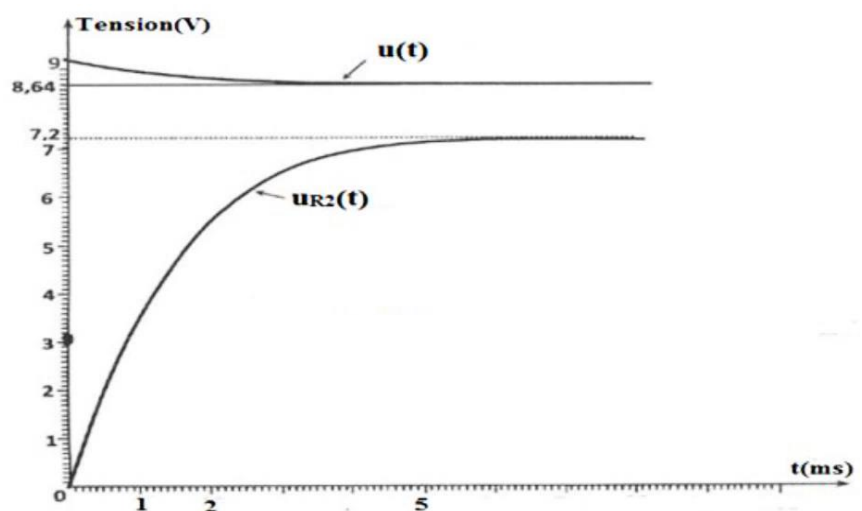
d- Etablir l'expression de $\left(\frac{du_{R2}(t)}{dt}\right)_{t=0}$ et retrouver la valeur de R_2 .

II- On supprime le conducteur ohmique de résistance R_1 et remplace le générateur idéal de tension par une pile de f.e.m E_2 et de résistance interne r_2 .

Un système d'acquisition approprié permet suivre la tension aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_2 ($u_{R2}(t)$) et la tension $u(t)$ aux bornes du dipôle (r , R_2 , L). Voir la figure ci-contre.

1°) Retrouver la valeur de la résistance interne r de la bobine.

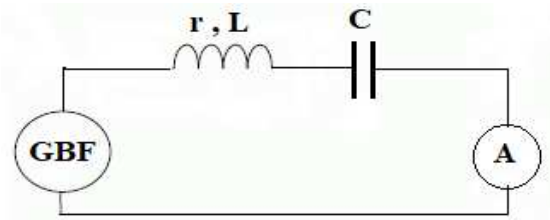
2°) Déterminer les caractéristiques de la pile (sa f.e.m E_2 et sa résistance interne r_2).



Exercice N°2 : 5 POINTS

Le circuit électrique représenté par la figure ci-contre comporte une série :

- Une bobine B d'inductance L et de résistance interne r ayant une impédance $Z_B = 153,6 \Omega$.
- Un condensateur de capacité C .
- Un ampèremètre.
- Un générateur basses fréquences (GBF) délivrant aux bornes du circuit une tension alternative sinusoïdale $u(t) = 9,6\sqrt{2} \sin(2\pi Nt + \frac{\pi}{2})$ de fréquences N réglables.

**Partie A**

On réalise une première expérience. On fixe la fréquence N de l'excitateur à une valeur $N_1 = 90 \text{ Hz}$ on constate que l'ampèremètre indique une valeur $I = 90 \text{ mA}$.

1°) En appliquant la loi des mailles au circuit de la figure écrire la relation entre les tensions instantanées respectivement aux bornes de la bobine $u_B(t)$, du condensateur $u_C(t)$ et du GBF $u(t)$.

2°) On donne les tensions instantanées:

$$u_B(t) = U_{Bm} \sin(2\pi Nt + 0,561\pi) \quad \text{et} \quad u_C(t) = U_{Cm} \sin(2\pi Nt + \varphi_{u_C})$$

a- Faire la construction de Fresnel Relative aux tension efficace correspondant à la fréquence N_1 .

On prendra l'échelle : $1v \longrightarrow 1cm$

b- En déduire les valeurs de r , L et C .

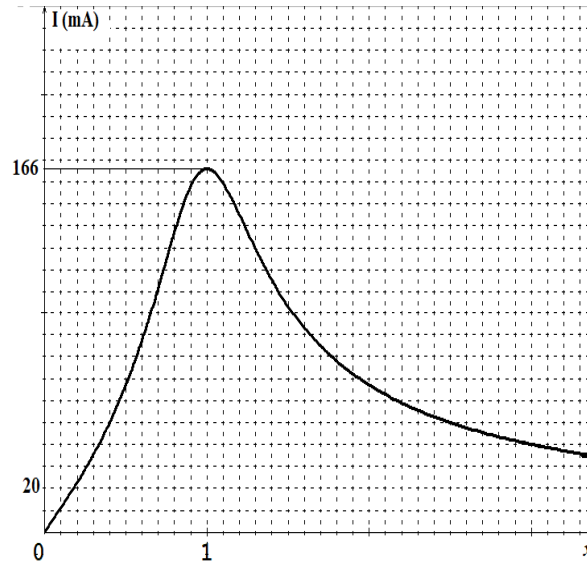
c- Ecrire les expressions instantanées de l'intensité du courant $i(t)$ et de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

d- Préciser la nature du circuit à la fréquence N_1 .

Partie B

On réalise une deuxième expérience au cours de laquelle on fait varier la fréquence N du GBF et on mesure à l'aide de l'ampèremètre l'intensité efficace I du courant dans le circuit. On trace la courbe de la figure ci-dessous représentant les variations de l'intensité efficace I en fonction de x .

avec $x = \frac{\omega}{\omega_0}$.



1°) On rappelle que l'intensité efficace du courant dans le circuit est donnée par l'expression:

$$I = \frac{U}{\sqrt{r^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

a- montrer que $I = f(x)$ peut se mettre sous la forme : $I = \frac{I_0}{\sqrt{1+Q^2\left(x-\frac{1}{x}\right)^2}}$

avec Q : coefficient de surtension lorsque le circuit est en état de résonance d'intensité.

I_0 : Valeur de l'intensité efficace du courant lorsque le circuit est en état de résonance d'intensité.

b- En utilisant la courbe, déduire la valeur Q et retrouver celle de la résistance r de la bobine.

2°) Déterminer graphiquement la valeur de la fréquence N_1 .

3°) Déterminer graphiquement la fréquence N_3 , du GBF, pour laquelle la valeur efficace de l'intensité du courant tend vers une valeur constante $I_2 = 35\text{mA}$.

**Exercice N°3 : 2 POINTS*****Etude d'un document scientifique******L'aube du courant électrique***

En 1825 Jean-Daniel Colladon, qui appartient au cercle de savants qui font de Genève un grand centre Scientifique, tente une expérience. Il présente le pôle d'un fort aimant à l'extrémité d'une hélice (bobine) Comportant un grand nombre de spires isolées par de la soie.

Pour détecter un éventuel courant induit, il utilise un galvanomètre très sensible... « Pour éviter toute influence possible de l'aimant sur le Galvanomètre très sensible dont je me servais, j'avais porté ce galvanomètre dans une chambre éloignée de celle où j'opérais..., après quoi je revins vers la spire [l'hélice] et je rapprochai un des pôles du gros Aimant de l'hélice, puis, sans me presser, je retournai vers le galvanomètre et je constatai que son index était exactement au même point qu'auparavant ; ... ne soupçonnant pas que l'induction put être un effet Seulement instantané, dû au rapprochement ou à l'éloignement réciproque de l'hélice et de l'aimant, je ne pouvais mieux opérer. » (Jean-Daniel Colladon).

Le premier octobre en 1831, Faraday obtient des courants induits en enroulant cette fois deux bobines l'une au-dessus de l'autre sur un cylindre de bois. " Il n'y a donc pas besoin d'un aimant". Puis, avec une pile puissante et un galvanomètre plus sensible, il parvient à déceler la production d'un faible courant Induit.

Le 17 octobre, un effet d'induction est à nouveau produit à l'aide d'un aimant, cette fois-ci en L'enfonçant très rapidement dans la bobine ou en le retirant. Une vague d'électricité est donc produite...

***D'après « Ampère et l'histoire de l'électricité »
par Christine Blondel et Bertrand Wolff***

Questions :

- 1°) Faire un schéma annoté du dispositif de l'expérience tentée par Jean-Daniel Colladon pour produire Un courant induit.
- 2°) Donner la raison pour laquelle Jean-Daniel Colladon a éloigné le galvanomètre de la bobine.
- 3°) Expliquer pourquoi Jean-Daniel Colladon n'a pas pu détecter un courant induit.
- 4°) Donner, en s'inspirant des expériences tentées par Colladon et Faraday, les conditions nécessaires pour produire un courant induit.



Annexe

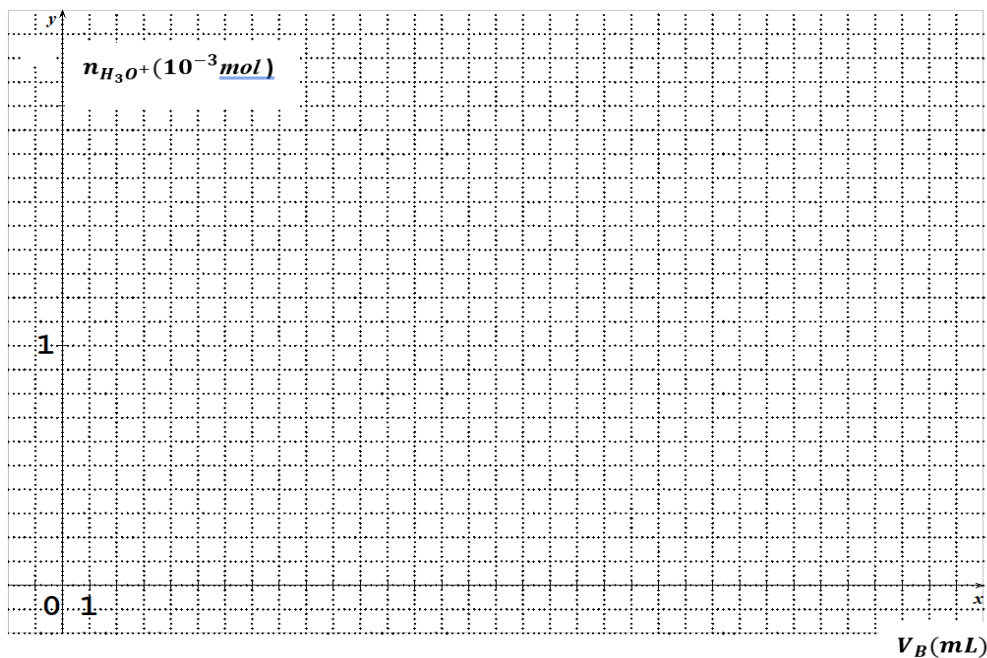


Figure 1

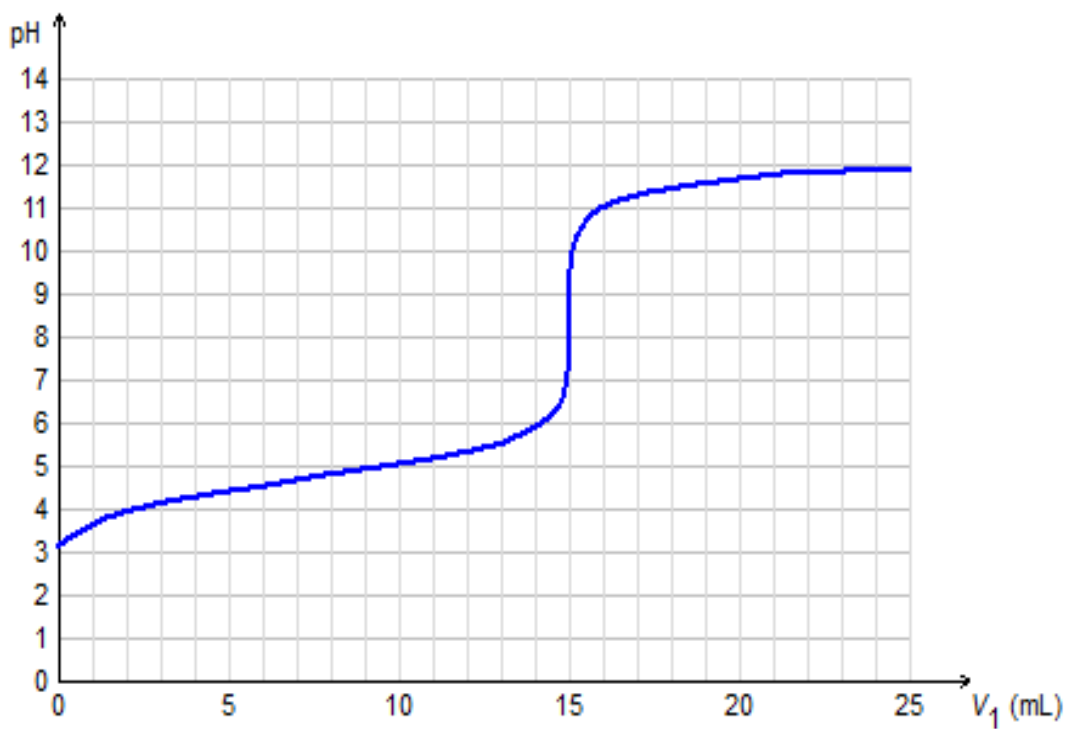


Figure 2

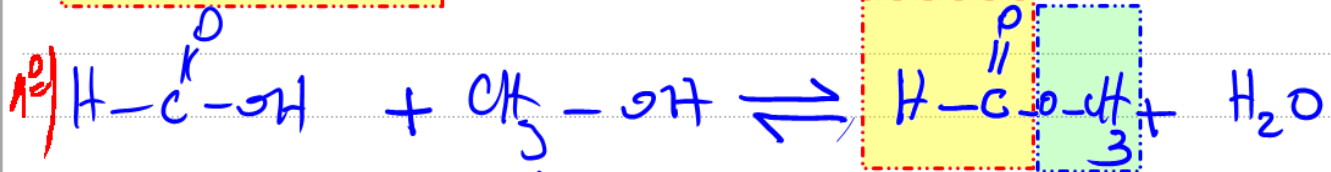




Bac 2022-Sujet N°2

CHIMIE

Exercice N°1



2°) a) $V_{\text{Al}} = \frac{m_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Al}}} \Rightarrow V_{\text{Al}} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ L}$

b) $V_{\text{air}} = \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{n \cdot M_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}} \Rightarrow V_{\text{air}} = 13,4 \cdot 10^{-3} \text{ L}$

c) $n_{\text{Al}} = \frac{m_{\text{Al}}}{M_{\text{Al}}} = 0,3 \text{ mol}$

$n_{\text{Al}} = n_{\text{au}} \rightarrow$ Mélange équimolaire

c)

	Acide + alcool $\rightleftharpoons$ ester + eau			
$t = 0$	0,3	0,3	0	0 (mol)
$t > 0$	$0,3 - x$	$0,3 - x$	x	x (")
$t \neq$	$0,3 - x_f$	$0,3 - x_f$	x_f	x_f (")

3°) a) Lorsqu'on a virage de la couleur de l'indicateur coloré

b) à t_1 ; à l'équivalence : $n_{\text{Acide}} = C_B \cdot V_B$
 $t_{1\text{pr}} = 0,02 \text{ mol}$

donc $n_{\text{Acide}}(t_{\text{Mel}}) = 10 n_{\text{Acide}}(t_{1\text{pr}})$
 $= 0,2 \text{ mol}$



$$\text{or } n_{\text{Au}}|_{t, \text{rel}} = 0,3 - x(t_1) \rightarrow x(t_1) = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{c. à d. } n_{\text{Acide}}|_{t_1} = n_{\text{al}}|_{t_1} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Est}}|_{t_1} = n_{\text{eau}}|_{t_1} = 0,1 \text{ mol}$$

4- / a) Car à l'échelle microscopique, le système est le siège de deux réactions inverses ayant la même vitesse (moléculaire)

NB Définition d'un **équilibre chimique dynamique**

c'est un système chimique dont la composition reste inchangée au cours du temps et qu'il est le siège de deux réactions inverses, ayant la même vitesse (moléculaire)

$$b) K = \frac{[\text{Ester}]_{\text{eq}} [\text{eau}]_{\text{eq}}}{[\text{Acide}]_{\text{eq}} [\text{al}]_{\text{eq}}} = \frac{x_4^2}{(0,3 - x_4)^2}$$

$$\text{or } x_4 = \frac{x_4}{0,3} \Rightarrow x_4 = 0,3 x_4 \Rightarrow K = \frac{0,3^2 x_4^2}{0,3^2 (1 - x_4)^2}$$

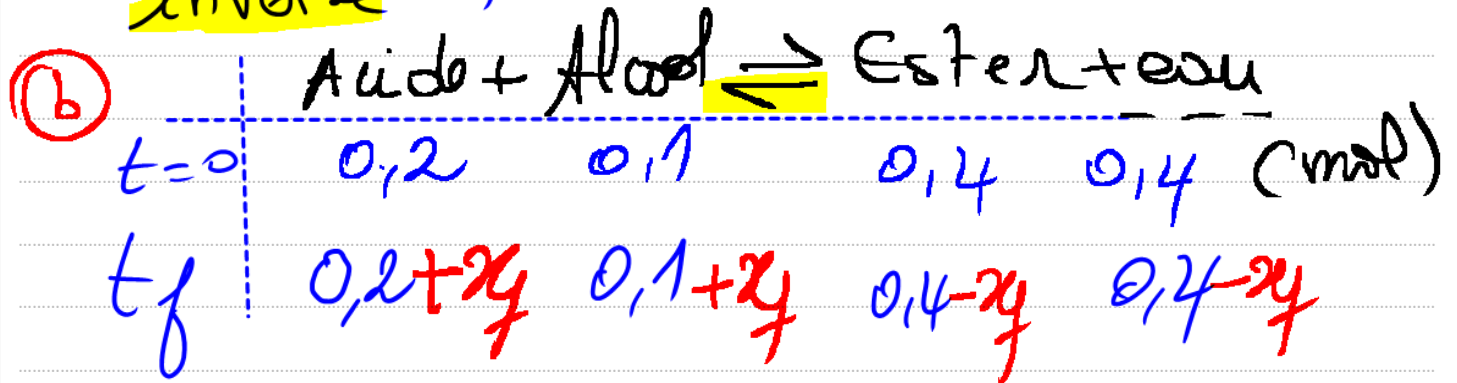
$$K = \frac{x_4^2}{(1 - x_4)^2}$$

$$c) K = 4$$



$$5^{\text{a}} \text{ la)} \quad \Pi = \frac{0,4 \times \frac{7,2}{18}}{0,1 \times 0,2} = 8 > K$$

→ Evolution spontanée dans le sens inverse



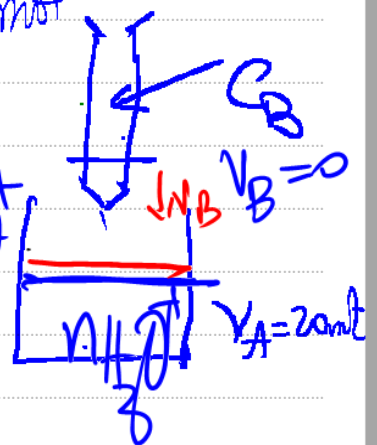
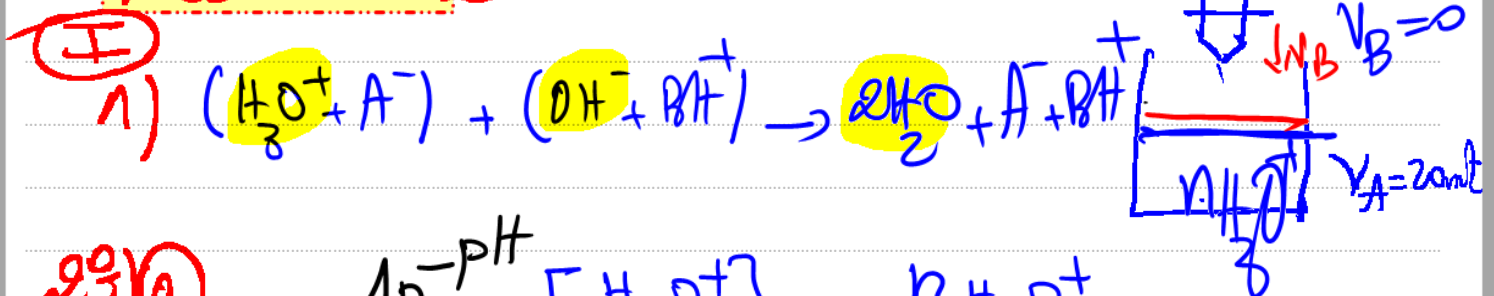
$$K = 4 = \frac{(0,4-x_f)^2}{(0,2+x_f)(0,1+x_f)} \Rightarrow 3x_f^2 + 2x_f - 0,08 = 0$$

$$x_f = 0,038 \text{ mol ou } x_f = -0,7 \text{ mol impossible}$$

$$\text{donc } n_{\text{Ester}}/e = n_{\text{eau}}/e = 0,362 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Acide}}/e = 0,238 \text{ mol ; } n_{\text{Alcool}}/e = 0,138 \text{ mol}$$

Exercice N°2



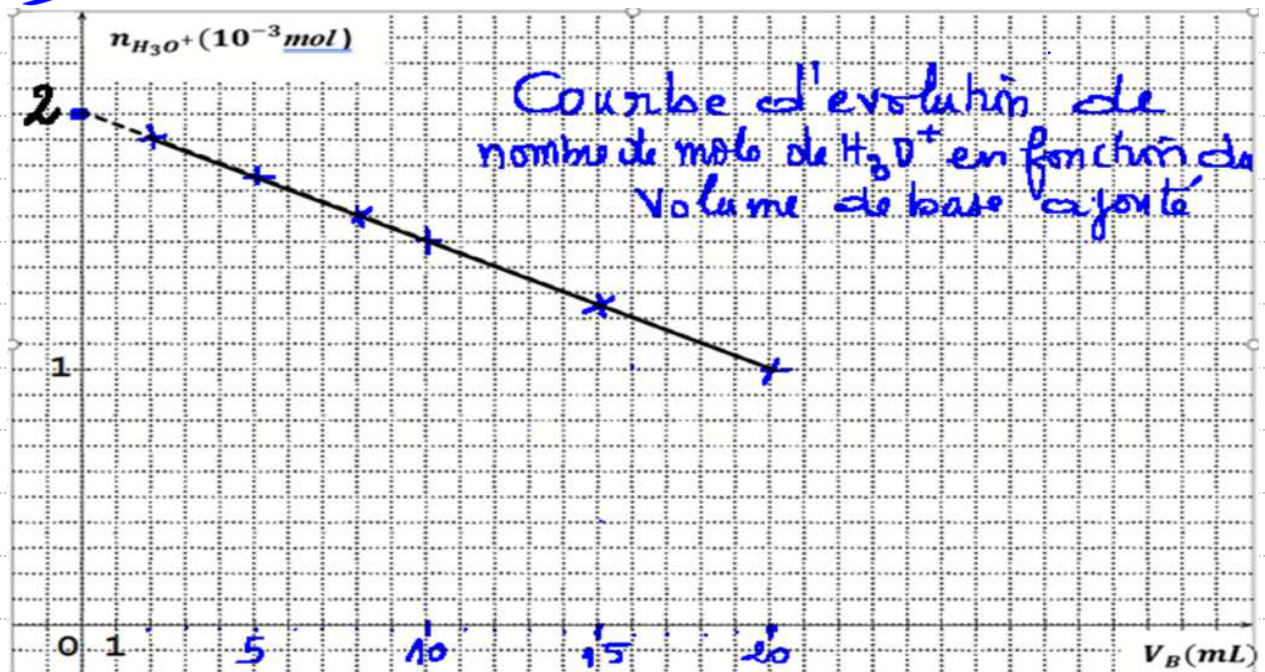
$$2^{\text{a}} \text{ la)} \quad 10^{-\text{pH}} = [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{n_{\text{H}_3\text{O}^+}}{V_{\text{Tot}}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}_3\text{O}^+} = 10^{-\text{pH}} (V_A + V_B)$$



b

V_B (mL)	2	5	8	10	15	20
pH	1,06	1,15	1,24	1,3	1,44	1,6
$n_{H_3O^+}$ (10^{-3} mol)	1,9	1,77	1,61	1,5	1,27	1



3^o) Pour $V_B = 0$: $n_{H_3O^+}_i = C_A V_A$

Pour $V_B \neq 0$: $n_{H_3O^+} = n_{H_3O^+}_i - n_{H_3O^+}^{disp}$
 $= C_A V_A - C_B V_B$

Pour $V_B = V_{BE}$: $n_{H_3O^+} = 0 = C_A V_A - C_B V_{BE}$
 $\hookrightarrow C_A V_A = C_B V_{BE}$

d'où $n_{H_3O^+} = C_B V_{BE} - C_B V_B = C_B (V_{BE} - V_B)$



$$4^{\circ} | a) n_{H_3O^+} = C_B V_{BE} - C_B V_B$$

$$\Rightarrow n_{H_3O^+} = -C_B V_B + C_B V_{BE}$$

$n_{H_3O^+} = f(V_B)$ fonction affine
décroissante ce qui justifie
l'oblique qui est une droite affine ↓

$$b) \textcircled{a} - C_B = \text{pente} = - \frac{10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}} = -0,05 \text{ molL}^{-1}$$

$$\Rightarrow C_B = 0,05 \text{ molL}^{-1}$$

$$\textcircled{b} C_A V_A = C_B V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$$

or $C_B V_{BE}$ = ordonné à l'origine des abscisses
= $2 \cdot 10^{-3}$

$$C_A = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow C_A = 0,1 \text{ molL}^{-1}$$

II

1^o | La courbe $pH = f(V_B)$ admet
deux points d'inflexion $\Rightarrow$ AH acide faible

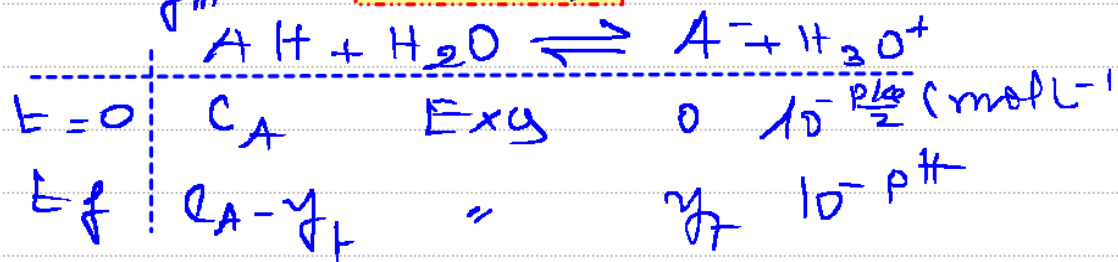
$$2^{\circ} | a) \text{ A l'équivalence } C_A V_A = C_B V_{BE}$$

$$\Rightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A} = \frac{0,05 \times 15 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow C_A = 0,025 \text{ molL}^{-1}$$



(b) $\alpha_f = \frac{y_f}{y_m} \Rightarrow \alpha_f = \frac{y_f}{C_A}$



$$[H_3 O^+] = [H_3 O^+]_{\text{acide}} + [H_3 O^+]_{\text{eau}} \\ = y_f + [O H^-]$$

Approximation ① Solution ou le peu diluée ($pH < 6$)

$\Rightarrow$ on néglige $[O H^-]$ devant $[H_3 O^+]$

$$\Rightarrow [H_3 O^+] = y_f$$

$$\text{donc } \alpha_f = \frac{[H_3 O^+]}{C_A} = \frac{10^{-pH}}{C_A} = \frac{10^{-3,2}}{0,025}$$

$\alpha_f = 0,025 < 0,05$: AH est faiblement ionisé

(c) $K_a = \frac{[A^-][H_3 O^+]}{[A H]} = \frac{[H_3 O^+]^2}{C_A - y_f} ; \alpha_f = \frac{y_f}{C_A} ; y_f = \alpha_f C_A$

$$K_a = \frac{10^{-2pH}}{C_A(1 - \alpha_f)}$$

Approximation ② Acide faiblement ionisé

$\Rightarrow$ On néglige α_f devant 1

$$\Rightarrow 10^{-pK_a} = \frac{10^{-2pH}}{C_A} \Rightarrow pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_A)$$

• $pK_a = 2pH_i + \log C_A \Rightarrow pK_a = 4,8$



NB : solution tampon.

Definition c'est une solution dans la quelle AH et A^- d'un couple vérifient la relation $[AH] = [A^-]$.

propriétés

- pH varie très peu si on ajoute de faibles quantités d'acide ou de base.
- pH varie très peu lors d'une titration modérée

① $pH = 4,8 = pK_a$ or $K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]}$

$10^{-pK_a} = \frac{[A^-]}{[AH]} \times 10^{-pH} \Rightarrow [AH] = [A^-] \Rightarrow$ solution tampon.

$$pH_E = \frac{1}{2}(pK_e + pK_a + \log [A^-]_{eq})$$

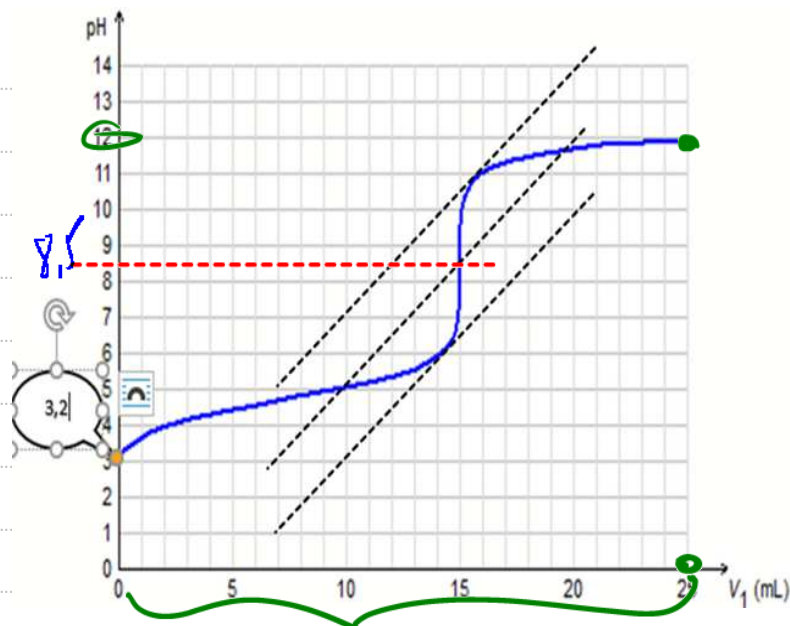
$$= \frac{1}{2}(pK_e + pK_a + \log(\frac{CA \cdot V_A}{V_A + V_{BE}}))$$

$pH_E = 8,51$

b) graphiquement

$$pH_E = 8,5$$

c) Phenolphthaleine car pH_E appartient à la zone de virage.



d)

$$pH_{\text{limite}}(\text{graphique}) = 12$$

e) théoriquement au delà de la cte l'équivalence le pH du mélange est emporté par la solution de base forte (Dosante)

$$\Rightarrow pH_{\text{limite}} = pK_e + \log [OH^-]_{\text{limite}}$$

$$\text{avec } [OH^-]_{\text{limite}} = \frac{n_{OH^-} \text{ restant}}{V_{\text{tot}}} = \frac{C_B V_B - C_B V_{BE}}{V_A + V_B}$$

$$\Rightarrow pH_{\text{limite}} = pK_e + \log \left(\frac{C_B V_B - C_B V_{BE}}{V_A + V_B} \right)$$

$$\Rightarrow pH_{\text{limite}} = 11,95$$



(e) Le mélange à l'équivalence contient

$V_A = 30 \text{ mL}$ de solution d'acide

et $V_{BE} = 15 \text{ mL}$ de solution dosante

si on ajoute $V_A = 30 \text{ mL}$ d'acide $\Rightarrow V'_A = 2V_A$

$\Rightarrow \frac{1}{2} V_{BE} = V_{BE} = \frac{V_{BE}}{2} \Rightarrow$ mélange à la

$\Rightarrow \text{pH} = \text{pK}_a = 4,8$