

CHIMIE

EXERCICE N°1 : « 2,5 pts » Texte : INDICATEURS COLORES : de la cuisine à la chimie

La première utilisation d'un indicateur coloré pour les titrages acido – basiques remonte à 1767 par W. Lewis. Il employait un extrait de tournesol. On utilisait à l'époque des extraits de plantes qui changent de couleur avec l'acidité du milieu ; On peut en citer quelques uns parmi les plus connus et les meilleurs : l'artichaut ; la betterave rouge ; le chou rouge, de loin l'extrait le plus intéressant car sa couleur change nettement suivant la valeur du pH :

pH :	0 – 3	4 – 6	7 – 8	9 – 12	13 – 14
Couleur :	rouge	violet	bleu	vert	jaune

Le chou rouge est un légume riche en fibres et en vitamines, qui se consomme aussi bien en salade que cuit. Mais la cuisson du chou rouge peut réserver des surprises : chou rouge et eau de cuisson deviennent rapidement bleus. Pour rendre au chou sa couleur violette, on peut ajouter un filet de citron ou du vinaigre.

Après avoir égoutté le chou, une autre modification de couleur peut surprendre le cuisinier : versée dans un évier (lavabo) contenant un détergent, l'eau de cuisson devient verte.

Un indicateur coloré est un couple acide-base AH/A^- dont la forme acide AH , a une couleur différente de la forme basique A^- , en solution aqueuse. Un indicateur est donc caractérisé par un pK_a . Les indicateurs colorés doivent être utilisés en très faibles quantités dans les mesures de pH car ils restent des composés acides ou basiques risquant d'influencer sur le pH de la solution.

La prédominance de l'une de ces formes (acide ou basique) en solution est observable visuellement ; En effet l'équilibre entre les deux formes dépend de la concentration en ions hydronium H_3O^+ . Le principe de Le Chatelier (Loi de modération) nous permet de dire :

- qu'en milieu fortement acide l'équilibre est déplacé vers la forme acide. C'est donc la forme AH qui prédomine et donne sa couleur au milieu.
- qu'en milieu fortement basique, c'est la forme basique A^- qui impose sa couleur au milieu
- pour un pH intermédiaire, la couleur sera intermédiaire (mélange des deux formes). On appelle zone de virage de l'indicateur cette zone intermédiaire où la couleur observée est celle du mélange des deux formes.

D'après Chimie des couleurs et des odeurs

En utilisant le texte ci-dessus, répondre aux questions suivantes.

- 1- Donner la définition d'un indicateur coloré acido-basique en précisant sa propriété essentielle.
- 2- Préciser le caractère acide ou basique du vinaigre et du détergent. Justifier la réponse.
- 3- Un indicateur coloré donne, en solution aqueuse, un équilibre acido – basique.
 - a) Ecrire l'équation chimique qui traduit cet équilibre et donner l'expression de sa constante d'équilibre K_a .
 - b) En déduire l'expression du rapport des concentrations $[AH] / [A^-]$.
 - c) Expliquer alors la relation entre le pH du milieu et la couleur de l'indicateur observée.

EXERCICE N°2 : « 4,5 pts »

Dosages acido - basiques

N.B : Toutes les solutions aqueuses sont prise à 25°C. Le produit ionique de l'eau à 25°C $K_e = 10^{-14}$
On dose séparément un volume $V_1 = 20$ ml d'une solution aqueuse d'un monoacide fort A_1H de molarité C_1 puis un volume $V_2 = 20$ ml d'une solution aqueuse d'un monoacide faible A_2H de concentration C_2 par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + OH^-$) de concentration $C_B = 0,1$ mol.L⁻¹. A l'aide d'un pH - mètre, on suit l'évolution du pH de la solution mélange au cours de l'addition de la solution de base. Les résultats ont permis de tracer les deux courbes $pH = f(V_B)$ (Voir Figure – 1 de la page 5/5 à remettre).

- 1) a- A partir de l'allure des deux courbes et sans faire des calculs, identifier celle qui correspond au dosage de la solution de l'acide A_1H .
b- Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E_1 correspondant. Justifier la nature du mélange à l'équivalence .
c- Déterminer par deux méthodes différentes, la concentration C_1 de la solution d'acide A_1H .



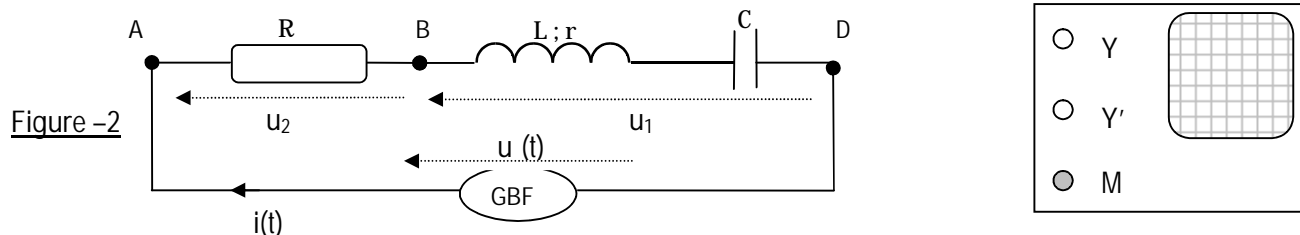
- 2) Dans le cas du dosage de la solution d'acide faible A_2H :
- Ecrire l'équation, simplifiée, de la réaction du dosage. Rappeler ses caractères qualitatifs.
 - Déterminer graphiquement :
 - les coordonnées du point d'équivalence E_2 . Justifier le caractère basique du mélange en ce point.
 - Les coordonnées du point de demi-équivalence. En déduire le pK_a du couple A_2H / A^-_{2} .
 - Rappeler brièvement les propriétés de la solution mélange obtenue à la demi-équivalence.
 - On refait le dosage de la solution d'acide A_2H , mais en ajoutant au volume initial $V_2 = 20\text{ml}$ de la solution d'acide A_2H , un volume $V_e = 30\text{ml}$ d'eau pure. On constate que le pH à l'équivalence prend une autre valeur.
 - Dire, en le justifiant, quel est l'effet de cette dilution sur le volume de base ajouté à l'équivalence.
 - Calculer la nouvelle valeur de pH à l'équivalence. Sachant que le pH à l'équivalence est donnée par la relation : $\text{pH}_E = 1/2 (\text{pK}_a + \text{pK}_e + \log C)$; (C étant la concentration de l'ion A^-_{2} à l'équivalence).
- 3) Parmi les indicateurs colorés suivants, choisir pour chaque dosage, le mieux adapté pour repérer le point d'équivalence acido – basique. Justifier la réponse

Indicateur coloré	Hélianthine	BBT	Phénophtaléine
Zone de virage	3,4-----4,4	6 -----7,6	8-----10

PHYSIQUE

EXERCICE N°1 : « 4 pts » CIRCUIT (RLC) EN REGIME SINUSOÏDAL FORCÉ

Un dipôle électrique AD est formé d'une association série (et dans l'ordre) : d'un résistor de résistance $R = 120 \Omega$, d'une bobine (d'inductance L et de résistance r) et d'un condensateur de capacité $C = 5\mu\text{F}$. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale : $u(t) = U_m \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi_u)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable. (Voir figure – 2)



Le circuit est alors le siège d'un courant alternatif sinusoïdal d'intensité : $i(t) = I_m \cdot \sin(2\pi N t + \varphi_i)$

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément, la tension du générateur $u(t)$ (sur la voie Y) et la tension $u_1(t)$ aux bornes de l'ensemble « bobine et condensateur » (sur la voie Y').

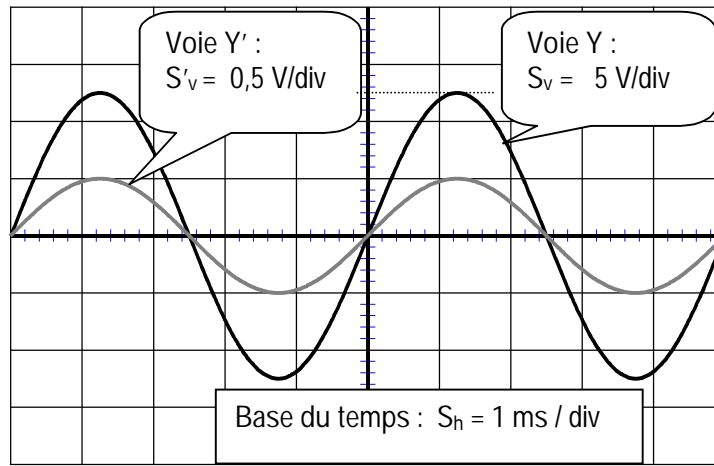
N.B. : - On notera par φ_1 la phase initiale de la tension $u_1(t)$ et par φ_2 celle de la tension $u_2(t)$.

- On prendra : $\pi^2 \approx 10$

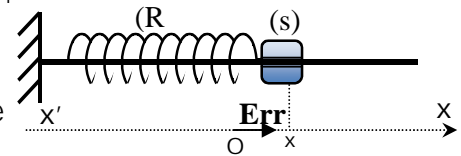
- Préciser à quels points du circuit doit – on relier les voies Y et Y' et la masse M de l'oscilloscope.
- Donner les expressions, en fonction de la fréquence N , des impédances électriques Z_1 , Z_2 et Z respectivement des dipôles (BD), (AB) et (AD).
 - Donner, en fonction des tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$, l'équation qui traduit la loi des mailles appliquée au circuit.
- La valeur de la fréquence excitatrice étant fixée à une valeur $N = N_1$.
Les oscillogrammes observés (Voir figure – 3) montrent que les tensions $u(t)$ et $u_1(t)$ sont en phase.
En plus, les amplitudes des trois tensions vérifient la relation : $U_m = U_{1,m} + U_{2,m}$.
 - Montrer que la courbe qui a la plus grande amplitude est celle qui représente la tension du générateur $u(t)$.
 - Montrer que le circuit est dans un état de résonance électrique.
 - Déterminer, à partir des oscillogrammes, les amplitudes U_m et $U_{1,m}$ ainsi que la valeur de la fréquence N_1 .
 - En déduire les caractéristiques (r et L) de la bobine utilisée.
 - Calculer la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle (AD).



Figure – 3


EXERCICE N°2 : « 4 pts » OSCILLATEUR MECANIQUE EN REGIME SINUSOÏDAL FORCE

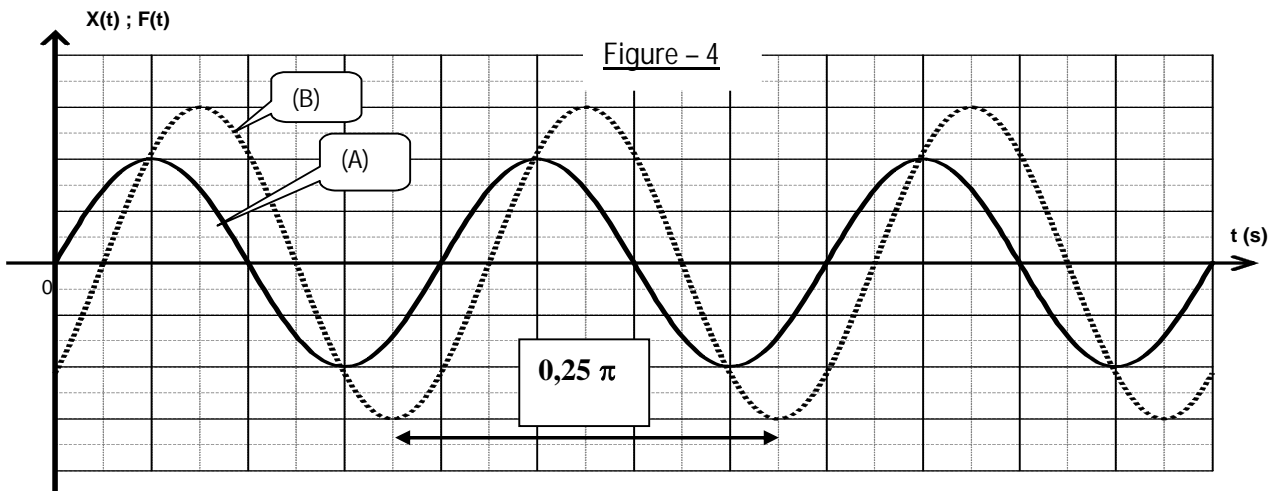
Un oscillateur mécanique est constitué d'un ressort (R) de raideur $K = 50 \text{ N.m}^{-1}$ et d'un solide (S) de masse m , pouvant coulisser sur une tige horizontale. Un dispositif d'amortissement (non représenté) exerce sur le solide (S) une force de frottement de type visqueux $\vec{f} = -h \vec{v}$ (où h est le coefficient de frottement et \vec{v} est la vitesse instantanée du solide).



Pour entretenir les oscillations du pendule, on lui exerce une force excitatrice sinusoïdale $\vec{F} = F(t) \vec{i}$ telle que :

$$F(t) = F_m \sin(\omega t + \varphi_F).$$

- Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide (S) relative à l'élongation instantanée $x(t)$. (x étant l'abscisse du centre d'inertie G du solide (S) dans le repère (O, \vec{i})).
- La figure – 4 ci dessous représente les variations de la force excitatrice $F(t)$ et de l'élongation $x(t)$ du solide au cours du temps pour une valeur fixée de pulsation excitatrice : $\omega = \omega_1$.



- Montrer que la courbe (A) est celle qui correspond à la force excitatrice $F(t)$.
- En exploitant ces deux diagrammes, déterminer :
 - La pulsation ω_1 du mouvement du pendule.
 - Le déphasage entre force excitatrice et élongation : $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x$
- La Figure – 5 (voir page 5/5) représente la construction de Fresnel incomplète à l'échelle : $1\text{cm} \leftrightarrow 0,5\text{N}$. Compléter cette construction de Fresnel en précisant les expressions du module de chaque vecteur de Fresnel.
- En déduire les valeurs des grandeurs : X_m , F_m , h et m .



- 3- a- L'amplitude X_m de l'élongation $x(t)$ vérifie la relation : $X_m = \text{Error!}$
 Montrer que cette amplitude X_m , prend une valeur maximale $X_{m,r}$ à la résonance d'amplitude lorsque la pulsation de la force excitatrice coïncide avec la valeur ω_r telle que : $\omega_{r}^2 = \omega_0^2 - \text{Error!}$ (où ω_0 est la pulsation propre du pendule).
 b- Calculer les valeurs de ω_r et $X_{m,r}$ à la résonance d'amplitude.
- 4- Pour une valeur de $\omega = \omega_2$, on constate que $x(t)$ est en quadrature retard de phase par rapport à $F(t)$.
 a- Déterminer le déphasage ($\phi_F - \phi_v$). En déduire qu'il s'agit de résonance de vitesse. Déduire la valeur de ω_2 .
 b- Déterminer, dans ce cas, les valeurs des amplitudes : V_m de la vitesse et X_m de l'élongation.
- 5- En utilisant l'analogie mécanique – électrique que l'on précisera :
 a- Faire le schéma du circuit électrique équivalent à l'oscillateur mécanique précédent.
 b- Donner l'expression de la charge Q_m du condensateur à la résonance d'intensité. Calculer sa valeur.
 On donne : $L = 0,1 \text{ H}$; $C = 10 \mu\text{F}$, la résistance totale du circuit $R = 100\Omega$, la valeur maximale de la tension excitatrice $U_m = 12 \text{ V}$.

EXERCICE N°3 : « 3 pts »**ONDE PROGRESSIVE SINUSOÏDAL**

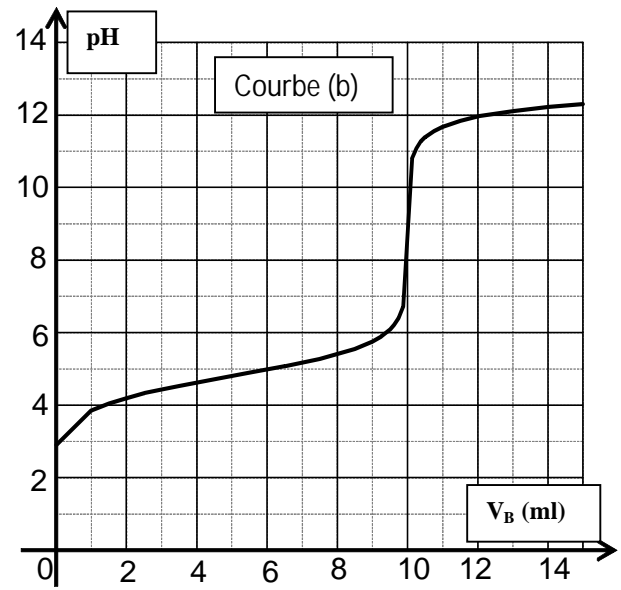
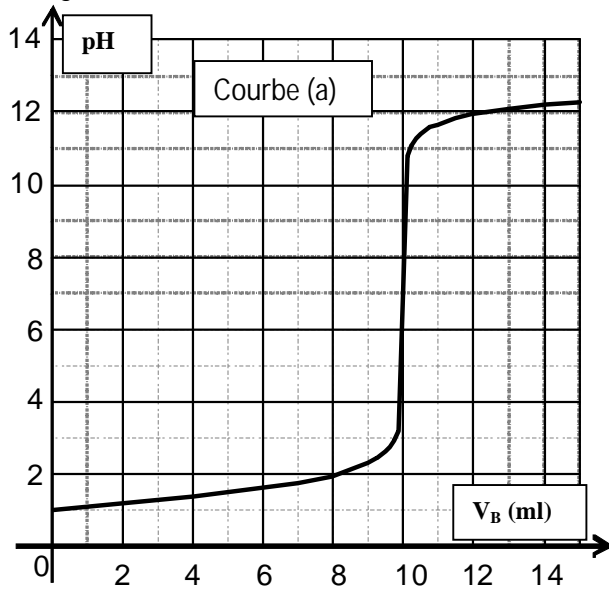
L'extrémité S d'une lame vibrante, est animée d'un mouvement vertical d'équation horaire :
 $y_s(t) = a \cdot \sin(2\pi Nt)$ avec $a = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; $N = 50 \text{ Hz}$ et $t \geq 0$

On attache à l'extrémité S de la lame vibrante une corde élastique de longueur $l = 80 \text{ cm}$ tendue horizontalement.
 Une onde mécanique se propage alors le long de cette corde à la célérité $V = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 On néglige l'amortissement et la réflexion de l'onde sur l'autre extrémité de la corde.

- 1- Dire, en le justifiant s'il s'agit d'une onde transversale ou longitudinale.
- 2- Calculer la longueur d'onde λ de l'onde qui se propage le long de la corde.
- 3- Décrire ce que l'on observe, si la corde est éclairée en lumière stroboscopique de fréquence N_e telle que :
 - a) $N_e = 25 \text{ Hz}$.
 - b) $N_e = 49,8 \text{ Hz}$.
- 4- On considère un point A de la corde situé, au repos, à une distance $x = 30 \text{ cm}$ par rapport à la source S.
 - a) Etablir l'équation horaire de mouvement du point A.
 - b) Représenter dans le système d'axes de la Figure – 6 les diagrammes de mouvement de la source S et du point A. Les comparer. (L'axe des abscisses est gradué en période temporelle T).
- 5-
 - a) Représenter sur la figure – 7 (Voir page 5/5 à remettre), l'aspect de la corde à l'instant $t_1 = 0,06 \text{ s}$.
 - c) En déduire les positions des points M_i de la corde qui vibrent en opposition de phase avec la source S dans l'intervalle de temps $[0 ; t_1]$.



Figure - 1



+

Figure - 5

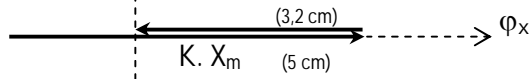


Figure - 6

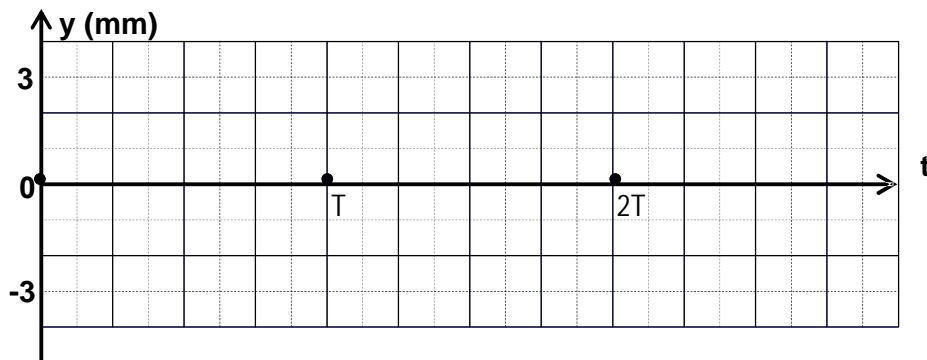
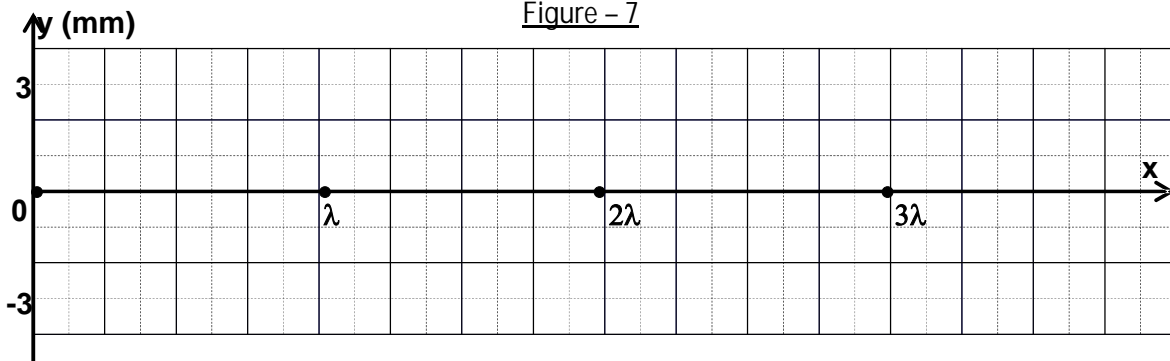
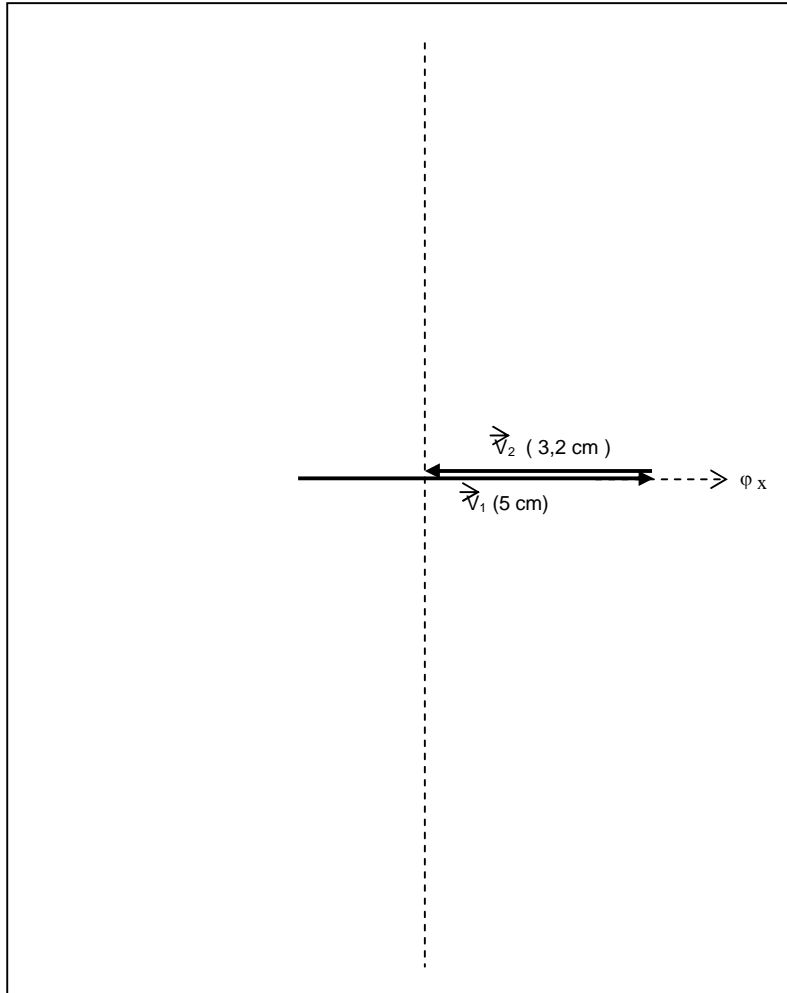


Figure - 7



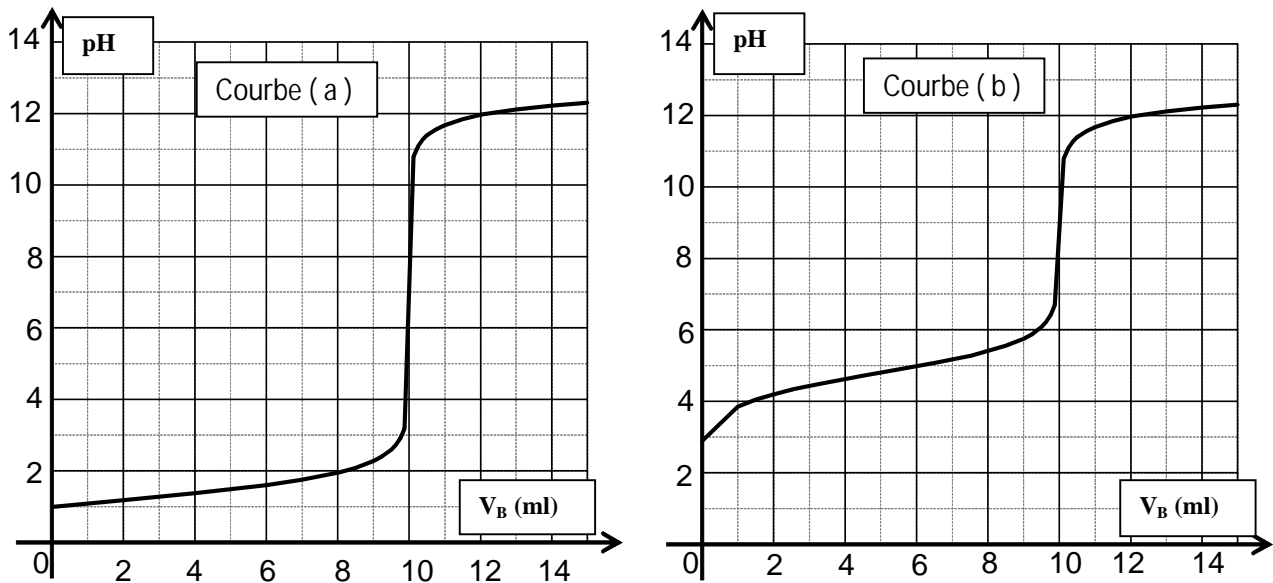


CHIMIE

Exercice N°2

Toutes les solutions aqueuses sont à 25°C. Le produit ionique de l'eau à 25°C $K_e = 10^{-14}$

On dose séparément un volume $V_1 = 20$ ml d'une solution aqueuse d'un monoacide fort A_1H de molarité C_1 puis un volume $V_2 = 20$ ml d'une solution aqueuse d'un monoacide faible A_2H de concentration C_2 par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + OH^-$) de concentration C_B . A l'aide d'un pH - mètre, on mesure dans chaque cas le pH de la solution au cours de l'ajout de la solution de base. Les résultats ont permis de tracer les deux courbes $pH = f(V_B)$ suivantes:



- 1) a- A partir de l'observation des deux courbes et sans faire de calcul, identifier celle qui correspond au dosage de la solution de l'acide A_1H .
 - b- Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E_1 . Justifier la nature du mélange à l'équivalence.
 - c- Déterminer par deux méthodes différentes, la concentration C_1 de la solution d'acide A_1H .
- 2) Dans le cas de la solution d'acide faible A_2H .
 - a- Ecrire l'équation, simplifiée, de la réaction de dosage. Justifier que la réaction est pratiquement totale.
 - b- Déterminer graphiquement
 - les coordonnées du point d'équivalence E_2 . justifier le caractère basique du mélange à l'équivalence
 - Les coordonnées du point de demi équivalence. En déduire le pK_a du couple A_2H / A_2^- .
 - c- Quelle est le nom de la solution obtenue la demi équivalence ? Rappeler brièvement ces propriétés.
 - d- On refait le dosage de la solution d'acide A_2H , mais en ajoutant au volume initial $V_2 = 10$ ml de la solution d'acide A_2H un volume $V_{eau} = 30$ ml d'eau pure. On constate que le pH à l'équivalence varie
 - d-1 Dire, en le justifiant l'effet de cette dilution sur le volume de la base ajouté à l'équivalence varie.
 - d-2 Calculer la nouvelle valeur de pH à l'équivalence. Sachant que le pH à l'équivalence est donnée par la relation $pH_E = 1/2 (pK_a + pK_e + \log C)$; C étant la concentration de l'ion A_2^- à l'équivalence.
- 3) Parmi les indicateurs colorés suivants choisir le mieux adapté aux dosages des solutions de A_2H et de A_1H pour repérer leurs points d'équivalence. Justifier la réponse

Indicateur coloré	Hélianthine	BBT	Phénophtaléine
Zone de virage	3,4-----4,4	6 -----7,6	8-----10



