

EXAMEN DU BACCALAUREAT

JUIN 2010 - SESSION PRINCIPALE

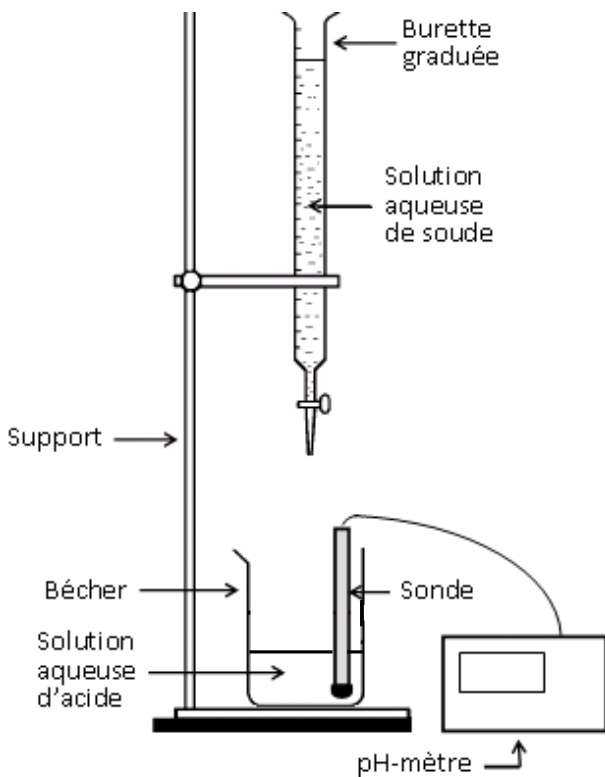
SECTIONS : MATHÉMATIQUES ;
SCIENCES EXPÉRIMENTALES ;
SCIENCES TECHNIQUES

CORRIGÉ DE L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

CHIMIE

Exercice 1

1- Pour le dosage des acides A_1H et A_2H , on utilise le dispositif schématisé ci-dessous :



Remarque : afin d'homogénéiser le milieu réactionnel, il vaut mieux y plonger un turbulent (barreau aimanté) et placer le bécher sur un agitateur magnétique.

2- a) Les dosages étant réalisés à $25^\circ C$, on a :

- sur la courbe (1), $pH_{E1} = 7 \Leftrightarrow$ La solution obtenue à l'équivalence est neutre. Donc, l'acide dosé est fort.
- sur la courbe (2), $pH_{E2} > 7 \Leftrightarrow$ La solution obtenue à l'équivalence est basique. Donc, l'acide dosé est faible.

Autre méthode :

La courbe (1) possède un seul point d'inflexion. Donc, l'acide dosé est fort. Par contre, la courbe (2) possède deux points d'inflexion. Donc, le 2^e acide dosé est faible.

b) L'équivalence acido-basique est caractérisée par : $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$

$$\Leftrightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$$

Or, d'après les courbes (1) et (2), le volume V_{BE} ajouté à l'équivalence est le même dans les deux cas ($V_B = 20 \text{ mL}$). Donc, les deux acides utilisés ont la même concentration $C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

c) On sait que le pH d'une solution aqueuse d'acide faible s'écrit :

$$pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_A) \Leftrightarrow pK_a = 2pH + \log C_A$$

Avec $C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et avec la valeur $pH_0 = 3,4$ de la solution aqueuse d'acide faible utilisée, que l'on peut relever sur la courbe (2), on a :

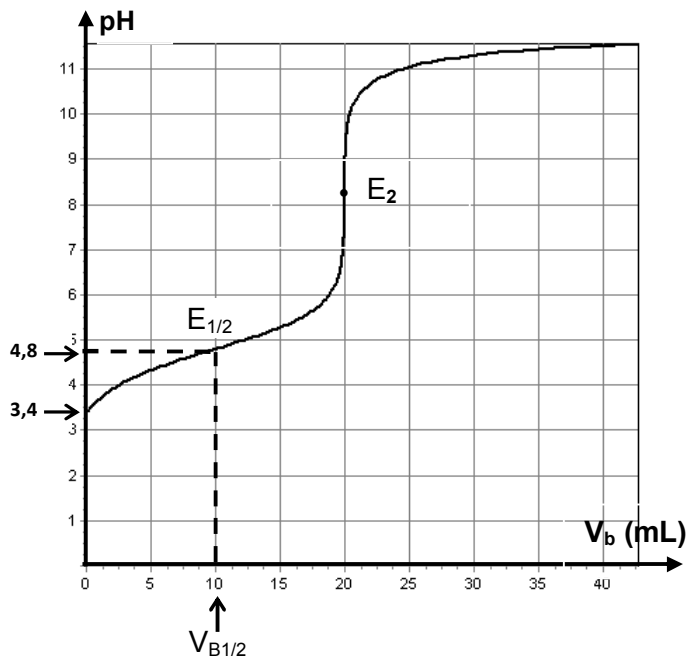
$$pK_a = 4,8$$

Autre méthode :

Au point de demi-équivalence $E_{1/2}$, point correspondant à $V_{B1/2} = \frac{1}{2}$, on sait que $pH = pK_a$. Or, $V_{BE} = 10 \text{ mL}$, ce qui lui correspond sur la courbe (2), $pH \approx 4,8$.

Donc, l'acide faible a : $pK_a = 4,8$

Toutefois, cette 2^e méthode reste approximative dans le cas présent parce que la graduation dont est muni l'axe de pH ne permet pas une lecture précise de la valeur 4,8.



A retenir : Dans l'écriture d'une telle équation, la double flèche est exigée parce que l'acide A_2H est faible.

b) A l'équivalence, on a une solution aqueuse du sel $Na^+ + A_2^-$. Or, A_2^- est la base conjuguée de l'acide faible A_2H . Donc, elle réagit avec l'eau selon l'équation :



Il s'en suit, d'après la loi de modération, un déplacement de l'équilibre d'ionisation propre de l'eau



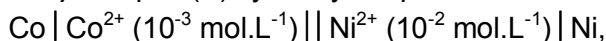
dans le sens (2) de manière à ce que le produit ionique de l'eau reste constant :

$K_e = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$ à 25°C.

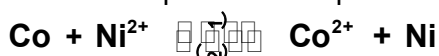
Par suite, $[H_3O^+]$ devient inférieure à $[OH^-]$, ce qui explique le caractère basique de la solution $Na^+ + A_2^-$.

Exercice 2

1- a) A la pile (P) symbolisée par :



on associe l'équation chimique :



1-La fem initiale E de la pile s'écrit :

$E = E^{\circ} - 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]_o}{[Ni^{2+}]_o}$

$\Leftrightarrow E^{\circ} = E + 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]_o}{[Ni^{2+}]_o}$

A.N. : $E^{\circ} = 0,02 \text{ V}$

$E^{\circ} = E^{\circ}_{Ni^{2+}/Ni} - E^{\circ}_{Co^{2+}/Co} \Leftrightarrow E^{\circ}_{Ni^{2+}/Ni} = E^{\circ} + E^{\circ}_{Co^{2+}/Co}$

A.N. : $E^{\circ}_{Ni^{2+}/Ni} = -0,26 \text{ V}$

2-Le signe positif de la fem initiale E de la pile (P) signifie que son pôle positif est l'électrode de la demi pile de droite, c'est-à-dire, l'électrode de cobalt. Donc, la réaction qui se produit spontanément dans la pile en circuit fermé est la réaction (1) : $Co + Ni^{2+} \rightarrow Co^{2+} + Ni$

2- a) Au cours du fonctionnement de la pile, la

fem s'écrit : $E = E^{\circ} - 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]}{[Ni^{2+}]}$.

Si la pile ne débite plus aucun courant dans le circuit extérieur, c'est parce que

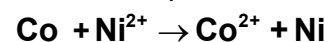
le quotient $\frac{[Co^{2+}]}{[Ni^{2+}]}$ atteint la valeur de la

constante d'équilibre K de la réaction (1),

d'où : $E^{\circ} - 0,03 \log K = 0 \Leftrightarrow K = e^{\frac{E^{\circ}}{0,03}}$

A.N. : $K = 4,64$

b) Tableau d'avancement volumique



| État du système | Avancement volumique y | Concentrations (mol.L ⁻¹) | |
|--------------------|------------------------|---|---|
| | | [Ni ²⁺] | [Co ²⁺] |
| État initial | 0 | [Ni ²⁺] _o | [Co ²⁺] _o |
| État intermédiaire | y | [Ni ²⁺] _o - y | [Co ²⁺] _o + y |
| État final | y _f | [Ni ²⁺] _o - y _f | [Co ²⁺] _o + y _f |

Par suite, la constante d'équilibre s'écrit :

$K = \frac{[Co^{2+}]_f}{[Ni^{2+}]_f} = \frac{[Co^{2+}]_o + y_f}{[Ni^{2+}]_o - y_f} \Leftrightarrow y_f = \frac{K[Ni^{2+}]_o - [Co^{2+}]_o}{K + 1}$

A.N. : $y_f = 8,05 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, ce qui donne :

- * $[Ni^{2+}]_{\text{éq}} = 1,95 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- * $[Co^{2+}]_{\text{éq}} = 9,05 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \approx 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

$$3- a) E = E^0 - 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]_o'}{[Ni^{2+}]_o'}$$

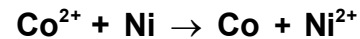
$$[Co^{2+}]_o' = [Co^{2+}]_{\text{éq}}$$

$$[Ni^{2+}]_o' = \frac{[Ni^{2+}]_{\text{éq}} \cdot V}{2V} = \frac{1}{2} [Ni^{2+}]_{\text{éq}}$$

A.N. : E = - 8,6 mV

b) Avec la dilution, la fem de la pile (P) n'est plus nulle, mais elle est négative. Donc, si elle est en circuit fermé, elle va débiter du courant dans le sens contraire.

Autrement dit, l'équilibre va être déplacé dans le sens (2) :



PHYSIQUE

Exercice 1

I-1-a) Détermination graphique de la fem E

Au cours de la charge du condensateur, la tension u_C à ses bornes augmente. Une fois le condensateur est complètement chargé, il ne circule plus aucun courant dans le circuit RC et la tension u_C se trouve égale à la valeur de la fem E du générateur : $u_{C\infty} = E$.

Donc, E est égale à la valeur de l'ordonnée du point d'intersection de la tangente à la courbe (\mathcal{C}) à l'infini avec l'axe des ordonnées : **E = 6 V**

Autre méthode :

On sait que lorsqu'on soumet un dipôle RC à un échelon de tension E, on a :

$u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, où τ est la constante de temps du dipôle.

Il s'en suit : quand $t \rightarrow \infty$, $u_C \rightarrow E$, ce qui revient à dire $u_C(\infty) = E$.

Donc, E est égale à la valeur de...

b) Détermination graphique de τ

1^{ère} méthode

$$u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

Pour $t = \tau$, on a $u_C(\tau) = E(1 - e^{-1})$, ce qui donne $u_C(\tau) = 0,63.E$

Or, $E = 6 \text{ V} \Rightarrow u_C(\tau) = 3,78 \text{ V} \approx 3,8 \text{ V}$.

τ est alors l'abscisse 2,5 ms du point d'ordonnée 3,8 V de la courbe (\mathcal{C}).

$$\tau = 2,5 \text{ ms} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

2^{ème} méthode

La pente p de la tangente (T) au chronogramme (\mathcal{C}) en O (origine des temps et des tensions) est égale à

$$\left(\frac{du_C}{dt}\right)_{t=0}$$

$$p = \left(\frac{du_C}{dt}\right)_{t=0} = \frac{E}{\tau} (e^{-\frac{t}{\tau}})_{t=0} = \frac{E}{\tau} \Leftrightarrow \tau = \frac{E}{p}$$

Etant une portion de droite passant par l'origine O, la tangente (T) a pour

équation : $u(t) = \frac{E}{\tau} t$, équation d'après

laquelle $u(\tau) = E$.

Donc, la valeur de τ est l'abscisse 2,5 ms du point de la tangente (T), d'ordonnée égale à 6 V :

$$\tau = 2,5 \text{ ms}$$

3^{ème} méthode

$$\text{Graphiquement, } p = \frac{u(t_2) - u(t_1)}{t_2 - t_1}$$

En choisissant sur la tangente (T) deux points bien espacés, par exemple ceux d'abscisses $t_1 = 0 \text{ s}$ et $t_2 = 2,5 \text{ ms}$, on trouve qu'il leur correspond respectivement $u(t_1) = 0 \text{ V}$ et $u(t_2) = 6 \text{ V}$, d'où :

$$p = 2400 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$$

Sachant que $E = 6 \text{ V}$, la formule $\tau = \frac{E}{p}$

$$\text{donne: } \tau = 2,5 \text{ ms}$$

2-Connaisant la valeur de τ , on peut calculer avec une précision plus ou moins grande, la durée θ au bout de laquelle le condensateur sera complètement chargé :

–Avec une précision de 1%, $\theta = 5\tau$

A.N. : $\theta = 12,5 \text{ ms}$

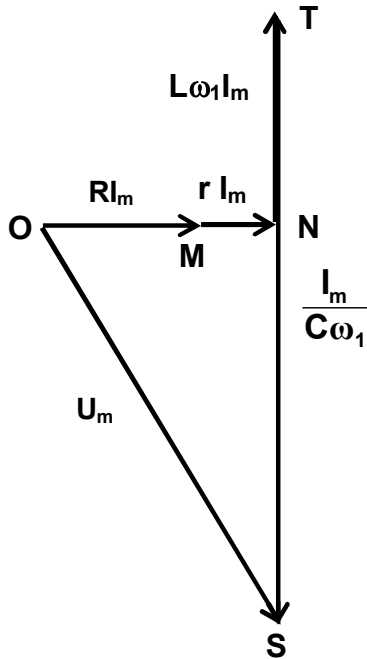
-Avec une précision de 1‰, $\theta = 7\tau$

A.N. : $\theta = 17,5 \text{ ms}$

$$3-\tau = RC \Leftrightarrow C = \frac{\tau}{R}$$

A.N. : $C = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 1,25 \mu\text{F}$

II-1- Annotation de la construction de Fresnel



- 2- a) Le vecteur de Fresnel \overline{OM} représentant la tension u_R est d'un module de 2 cm. Or, 1 cm représente 1 V. Donc, $U_{Rm} = 2 \text{ V}$

$$U_{Rm} = RI_m \Leftrightarrow I_m = \frac{U_{Rm}}{R}$$

A.N. : $I_m = 20 \text{ mA}$

- b) Le module du vecteur \overline{TS} représentant u_C mesure 8 cm $\Rightarrow U_{Cm} = 8 \text{ V}$

$$U_{Cm} = \frac{I_m}{C\omega_1} = \frac{I_m}{2\pi N_1 C} \Leftrightarrow N_1 = \frac{I_m}{2\pi C U_{Cm}}$$

A.N. : $N_1 = 139,68 \text{ Hz} \approx 140 \text{ Hz}$

- c) $U_{Lm} = L\omega_1 I_m = 2\pi N_1 L I_m \Leftrightarrow LN_1 = \frac{U_{Lm}}{2\pi N_1 I_m}$

Le module du vecteur \overline{NT} représentant u_L mesure 2,8 cm $\Rightarrow U_{Lm} = 2,8 \text{ V}$

A.N. : $L = 0,1596 \text{ H} \approx 0,160 \text{ H}$

3- a) L'impédance Z de l'oscillateur RLC série

est telle que : $U_m = ZI_m = ZI\sqrt{2}$

A la fréquence $N_2 = 236 \text{ Hz}$, on a comme intensité efficace $I_2 = 28,3 \text{ mA}$.

$$\Rightarrow Z_2 = \frac{U_m}{I_2\sqrt{2}} = 149,9 \Omega \approx 150 \Omega$$

- b) La résistance totale de l'oscillateur RLC série est : $R + r = 100 + 50 = 150 \Omega$

$$\Rightarrow Z_2 = R + r$$

L'impédance Z étant ainsi à sa valeur minimale, l'oscillateur RLC série est le siège d'une résonance d'intensité.

$$c) Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

Or, $Z_2 = R + r \Rightarrow$

$$L\omega_2 = \frac{1}{C\omega_2} \Leftrightarrow L = \frac{1}{C\omega_2^2} = \frac{1}{4\pi^2 CN_2^2}$$

A.N. : $L = 0,160 \text{ H}$: c'est bien la même valeur trouvée dans 2-b.

Exercice 2

I.1-a) La longueur d'onde λ est la longueur parcourue par l'onde en une période temporelle T .

b) La valeur de la longueur d'onde λ_1 est celle de la distance D_1 séparant deux rides consécutives du schéma de la figure 1.

Remarque :

Pour que la détermination de D_1 soit suffisamment précise, il est commode de procéder par la mesure de la distance séparant plusieurs rides successives.

Application :

Dans le cas présent, la distance entre la 1^{ère} ride et la 4^e ride mesure 3.9 cm. Or, cette distance est égale à 3λ .

$$\Rightarrow \lambda = 1,3 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{v}{N_1} \Leftrightarrow v_1 = \lambda_1 N_1$$

A.N. : $v_1 = 0,143 \text{ m.s}^{-1}$

2- a) Soit D la distance séparant 5 rides successives $\Leftrightarrow D = 4\lambda_2$

$$D = 3 \text{ cm} \Rightarrow \lambda_2 = 0,75 \text{ cm}$$

$$v_2 = \lambda_2 N_2$$

Avec $N_2 = 20 \text{ Hz}$, on obtient : $V_2 = 0,150 \text{ m}$

b) Un milieu de propagation dispersif est tout milieu dans lequel la célérité de l'onde dépend de la fréquence d'émission N. Or, dans le cas présent, v_2 est différente de v_1 . Donc, **l'eau est un milieu dispersif.**

3- $y_A(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(40\pi t)$

L'amortissement est supposé nul.

$\Rightarrow y_B(t) = y_A(t - \theta)$, avec θ : temps mis par l'onde pour se propager de A à B.

Il s'en suit $AB = v\theta$: distance entre les sommets A et B.

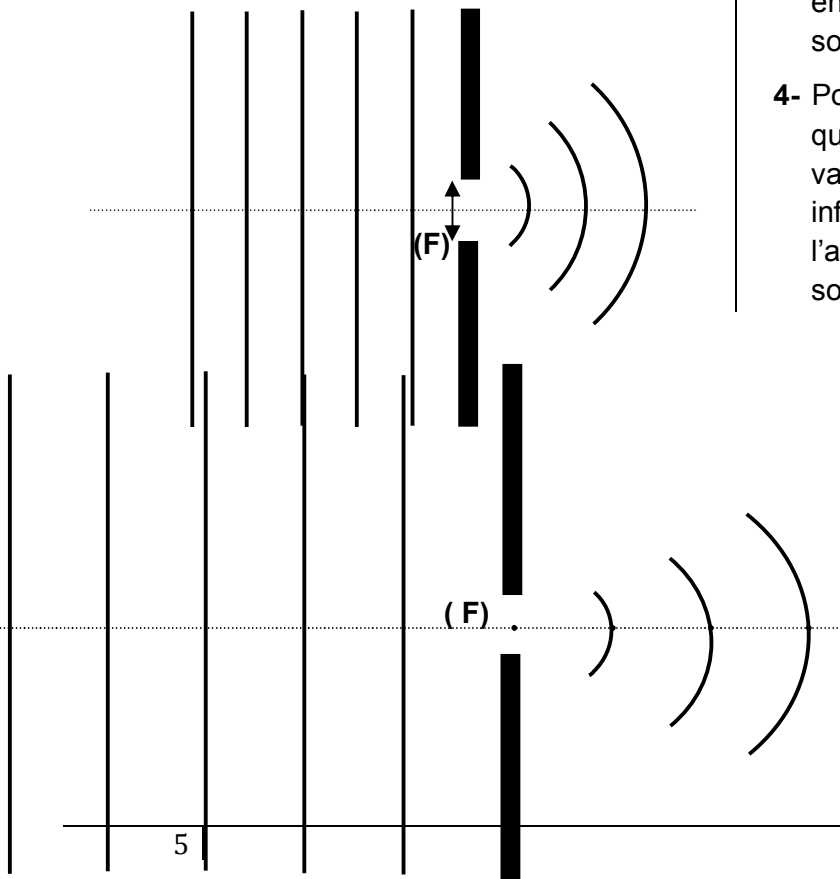
Or, $AB = 2\lambda \Rightarrow \theta = 2T$.

$$\Rightarrow y_B(t) = y_A(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(40\pi t)$$

II.1-a) Pour qu'il y ait diffraction au niveau de la fente (F), il faut que la longueur d'onde λ soit d'une valeur comparable à celle de la largeur a de la fente.

b) On a $\lambda_2 = 0,75 \text{ cm}$ et $a = 8 \text{ mm}$. De telles valeurs sont bien comparables. Donc, **il y a bien diffraction au niveau de la fente (F).**

c) Forme des rides diffractées :



2-a) Forme des rides à la fréquence N_1 :

b) Plus la longueur d'onde λ est supérieure à la largeur a de la fente, plus le phénomène de diffraction est net. Donc, **avec une valeur donnée de a, il faut augmenter celle de λ pour rendre le phénomène observé plus net.**

Exercice 3

- 1- Il s'agit de la spectroscopie d'émission et la spectroscopie d'absorption.
- 2- Comme applications de la spectroscopie atomique, on a cité dans le texte :
 - L'analyse de la lumière du soleil ou des étoiles,
 - Le contrôle de la pollution à basse altitude par la technique Lidar.
- 3- Avec un apport d'énergie à l'atome, celui-ci se trouve dans un état excité. Cet état n'étant pas stable, l'atome retourne à son état fondamental ou à un état moins excité en libérant de l'énergie qu'il a absorbée, sous forme d'émissions lumineuses.
- 4- Pour obtenir un spectre d'absorption, il faut que lumière avec laquelle on irradie la vapeur d'atomes soit constituée d'une infinité de radiations. Donc, la source dont l'auteur a fait allusion dans le texte est une source de lumière blanche.