	D.R.E. SIDI BOUZID *** LYCÉE BIR EL HFEÏ	DEVOIR DE SYNTHÈSE N°1 *** SCIENCES PHYSIQUES *** Durée : 3 Heures	Prof : Yousfi Hmida *** 4 ^{ème} sciences techniques *** 2010/2011
---	--	--	--

CHIMIE

EXERCICE N°1 : étude d'un document scientifique (3 points)

Fritz Haber : un criminel de guerre récompensé

Juste avant la guerre, **Haber** et son institut sont parvenus à résoudre un problème stratégique : la synthèse directe de l'ammoniac (NH_3) par réaction de l'azote (N_2) atmosphérique avec l'hydrogène (H_2). Un problème doublement vital : pour augmenter les rendements agricoles au moyen des engrais azotés, d'une part ; et, d'autre part, pour alimenter l'industrie chimique, car l'acide nitrique et l'ammoniac sont nécessaires aussi bien à la production en chimie lourde qu'en chimie fine (colorants et médicaments).

La solution de ce problème ne fut pas chose aisée. Haber a commencé à étudier la réaction dès 1904 en faisant des calculs de constante d'équilibre. Il a alors prévu par le calcul qu'on obtiendrait 8 % d'ammoniac pour une pression de 200 atmosphères à 600 °C...

...Des années de recherche en collaboration furent nécessaires pour passer à l'échelle industrielle, et c'est grâce à l'intervention de l'ingénieur Carl Bosch, qui a résolu le problème du contrôle des hautes pressions, que le procédé Haber-Bosch a pu être mis en œuvre en 1914, au bon moment pour alimenter les usines de guerre !

..Mais **Haber** va très loin, dès 1914, il s'acquitte d'une première mission qui lui est confiée par le ministère de la Guerre en raison de ses travaux antérieurs sur les composés nitrés. Il parvient à augmenter la production d'acide nitrique (utile pour la production d'explosifs). Haber mérite donc à plusieurs titres la récompense d'un prix Nobel de chimie. Qu'est-ce donc qui provoque l'indignation de la communauté scientifique internationale ?

Bernadette Bensaude-Vincent

<http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=23925>

Questions :

- 1) Ecrire l'équation de la réaction de synthèse de l'ammoniac (NH_3) par le procédé Haber.
- 2) Dégager à partir du texte ce qui montre que cette réaction est limitée.
- 3) Dresser un tableau descriptif d'évolution de cette réaction (Tous les composés sont à l'état gazeux) En partant d'**une mole** de N_2 et **3 moles** de H_2 .
- 4) d'après ce texte la réaction de synthèse de l'ammoniac est favorisée par les températures élevées et les hautes pressions.
 - a) Déterminer le caractère énergétique (exothermique ou endothermique) de la réaction de synthèse de l'ammoniac.
 - b) Expliquer à l'aide de la loi de modération que lorsqu'on augmente la pression à température constante l'équilibre se déplace dans le sens de synthèse de l'ammoniac.

EXERCICE N°2 : (4 points)

On prépare 10 tubes à essai contenant chacun **0,1 mol** d'acide éthanóique (**A**) et **0,1 mol** d'éthanol (**B**). Les tubes sont fermés hermétiquement et placés dans une étuve à température constante de **100 °C** à une date prise comme origine des temps.

A une date **t** donnée, on fait sortir un tube de l'enceinte, on la refroidit rapidement et on effectue un dosage de l'acide éthanóique restant avec une solution titrée d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine pour les tubes N°1 à N°9. Le **tableau 1** ci-dessous donne les résultats des dosages successifs.

N° tube à essai	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date t (heure)	5	10	20	40	100	150	200	250	300
n(Acide restant) (mmol)	74	65	53	45	36	35	34	33	33

- 1) Dresser un tableau descriptif de l'évolution de la réaction (on symbolise l'équation de la réaction par : $A + B \rightleftharpoons \text{ester} + \text{eau}$).
- 2) Déterminer l'avancement maximale x_m de la réaction.
- 3) En utilisant le tableau descriptif et le **tableau 1** :
 - a) Déterminer l'avancement final x_f .
 - b) Déduire le taux d'avancement final τ_f de la réaction.
 - c) Donner deux propriétés de la transformation étudiée. Justifier votre réponse.
- 4) Calculer la constante d'équilibre **K** de la réaction étudiée.
- 5) A **t₁₀=301 heures**, on ajoute au tube N°10, **a=5 mmol** d'ester (éthanoate d'éthyle) sans variation de volume du mélange.
 - a) Enoncer la loi de modération relative à la variation de la concentration. Donner le sens d'évolution du système après l'ajout de la quantité **a** de l'ester.
 - b) Une fois le nouvel équilibre est atteint, on dose la quantité d'acide restant on trouve : **n(acide restant)= 34 mmol**. Déduire la nouvelle composition molaire du mélange à l'équilibre.

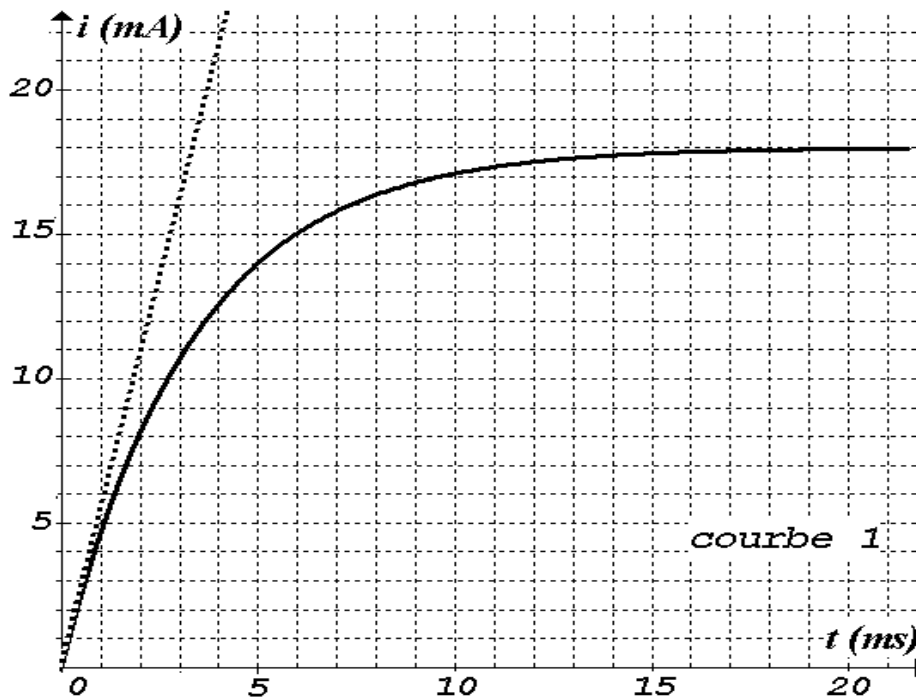
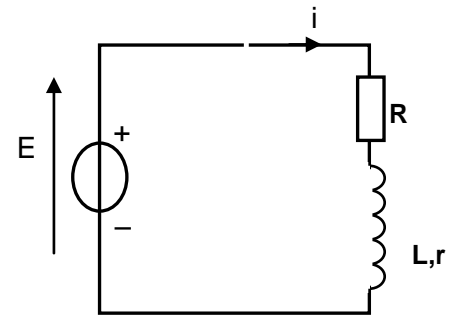
PHYSIQUE

EXERCICE N°1 : (6 points)

On réalise le circuit correspondant au schéma-ci après. Et qui comporte :

- Un générateur qui délivre une tension constante $E=2\text{ V}$.
- Une bobine, d'inductance L et de résistance interne r .
- Un conducteur ohmique de résistance $R=100\ \Omega$.

Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur permet de suivre l'évolution de l'intensité i du courant en fonction du temps, **courbe 1** ci-après.



- 1) Quel est le phénomène physique mis en évidence sur l'enregistrement et quel est l'élément du circuit responsable de ce phénomène ?
- 2) Montrer que l'équation différentielle régissant la variation de l'intensité du courant dans le circuit s'écrit de la forme :

$$E = (R + r)i + L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

(Un schéma du circuit avec la représentation des tensions est nécessaire).

- 3) Soit I_p l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit, **en régime permanent**.
 - a) Montrer à partir de l'équation (1) que l'expression littérale de I_p est donné par :

$$I_p = \frac{E}{R + r} \quad (2)$$

- b) Donner la valeur numérique de I_p à partir de la courbe 1.

4)

a) Quelle est la valeur du courant à la date $t = 0$ s ? Comment s'écrit alors l'équation différentielle (1) donnée précédemment ?

b) Montrer qu'à $t = 0$ s, on a $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = \frac{I_P}{\tau}$ (3) avec $\tau = \frac{L}{R+r}$: constante de temps du dipôle RL.

c) Déterminer graphiquement, à partir de la courbe 1, $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}$.

d) Calculer à partir de l'équation (3) la valeur de τ .

5) Déterminer à partir des résultats précédents les valeurs de r et L .

6) Calculer l'énergie magnétique E_m emmagasinée par la bobine en régime permanent.

EXERCICE N°2 : (7 points)

On dispose d'un condensateur de capacité $C = 0,5 \mu F$ et d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

I) On charge le condensateur et on le relie aux bornes de la bobine.

- 1) Schématiser le circuit de décharge du condensateur à travers la bobine et établir l'équation différentielle régissant la grandeur $q(t)$, charge de l'une des armatures à la date t .
- 2) Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$, déterminer l'expression de ω_0 . En déduire l'expression de la période propre T_0 de cet oscillateur.
- 3) On observe, sur un oscilloscope, la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur (courbe 2).
 - a) Montrer que l'inductance de la bobine $L = 0,1$ H.
 - b) Montrer que $u(t)$ s'écrit sous la forme : $u(t) = U_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$. Déterminer les valeurs numériques de U_m , ω_0 et φ .
 - c) Montrer que l'expression de $i(t)$ (l'intensité du courant dans le circuit) est donnée par : $i(t) = I_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ avec $I_m = \omega_0 C U_m$.
 - d) Donner l'expression de l'énergie électrique E emmagasinée dans le circuit en fonction de t .
 - e) Montrer que cette énergie est constante au cours du temps et calculer sa valeur.

II) On charge le condensateur et on le branche, en série, avec la bobine et un résistor de résistance $R_3 = 100 \Omega$. On observe, sur l'oscilloscope, la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur (courbe 3).

- 1) Les oscillations sont dites libres et amorties. Expliquer les deux termes soulignés.
- 2) Calculer la variation d'énergie entre $t_0 = 0$ s et $t_1 = T$.
- 3) Pour deux autres valeurs de la résistance R_4 et R_5 on obtient respectivement les courbes 4 et 5.
 - a) Pour chacune des résistances R_4 et R_5 , donner le nom du régime d'oscillations.
 - b) Comparer les résistances R_3 , R_4 et R_5 . Justifier.

