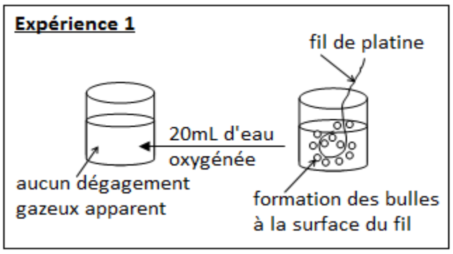
Pays : Togo	**Année :** 2014	**Session :** normale, Physiques
Série : BAC, série C-E	**Durée :** 4 h	**Coefficient :** 4

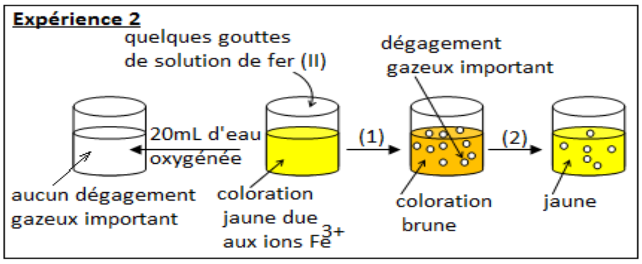
Exercice 1 : Décomposition de l'eau oxygénée

1. La réaction de décomposition de l'eau oxygénée en eau (H_2O) et en dioxygène (O_2) est une réaction d'oxydoréduction très lente. Le bilan de cette décomposition s'écrit : $H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$.

a) Comment peut-on voir si cette transformation se produit ?

b) Pour augmenter la vitesse de cette transformation, on réalise les expériences suivantes :





b₁) Quels sont les 2 catalyseurs utilisés pour augmenter la vitesse de la réaction ? Dans quel cas parle-t-on de catalyse homogène ? de catalyse hétérogène ? Justifier votre réponse.

b₂) Quelle est l'équation de la réaction (1) associée à la transformation spontanée entre les ions fer (II) Fe^{2+} et l'eau oxygénée ?

b₃) Quelle est l'équation de la réaction (2) associée à la transformation spontanée entre les ions fer (III) Fe^{3+} et l'eau oxygénée ?

b₄) Écrire l'équation de la réaction globale (1) + (2).

b₅) Expliquer pourquoi l'ion fer (II) catalyse la réaction de dismutation de l'eau oxygénée.

2. On étudie la décomposition catalytique de l'eau oxygénée dans un ballon maintenu à température constante. A la date t=0, on verse dans une solution contenant un catalyseur, la quantité d'eau oxygénée nécessaire pour que la solution de volume $V_o = 1$ L soit à la concentration $C_0 = 1$ mol.L^{-1}.
Le volume V de dioxygène dégagé est mesuré à pression constante et le volume molaire vaut
Vm = 24 L/mol. Les résultats sont les suivants :

t(h)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
V(L)	2,51	4,53	5,86	7,37	8,36	9,16	10,3	11,0	11,4	11,6	11,8	11,9

a) Établir l'expression littérale de la concentration molaire volumique en eau oxygénée (notée $[H_2O_2]$) à une date t en fonction de C_o, V_o, V_m et V. Faire l'application numérique aux différentes dates.

b) Tracer la courbe représentant $[H_2O_2]$ en fonction du temps.

Échelles : 1 cm pour 1h et 1 cm pour 0,1 mol.L^{-1}.

c) En déduire les vitesses de réaction aux dates $t_1 = 0,5$ h et $t_2 = 1,5$ h. Conclure.

Données : $E^o(H_2O_2/H_2O) = 1,77V$; $E^o(O_2/H_2O_2) = 0,68V$; $E^o(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77V$.

Exercice 2 : Acide-Base

On dispose de deux solutions acides S_1 et S_2 de même concentration C_A. S_1 est une solution aqueuse d'un monoacide A_1H et S_2 une solution aqueuse d'un monoacide A_2H.
On dose séparément un même volume $V_A = 20$ mL de chacune des solutions S_1 et S_2 par une solution de soude de concentration molaire C_B et de pH = 11,7. On obtient l'équivalence acido-basique dans les deux cas, par l'ajout d'un volume de soude égal à 40 mL.
Le tableau 1 indique les résultats de quelques mesures, avec V_B le volume de soude ajouté.

<u>Tableau 1</u>

V_B (mL)		0	20	40	80
pH	Solution S_1	3,4	4,8	8,5	11,2
	Solution S_2	2,0	2,6	7	11,2

1. *a)* Comparer les forces des deux acides A_1H et A_2H.

b) Déterminer la concentration molaire C_B de la solution de soude.
c) Déterminer la concentration molaire C_A des deux solutions acides.

2. *a)* L'un des deux acides est fort, identifier cet acide par deux méthodes différentes.
b) Déterminer le pKa du couple associé à l'acide faible.
c) Identifier l'acide faible parmi ceux proposés dans le tableau 2 ci-après.

Tableau 2

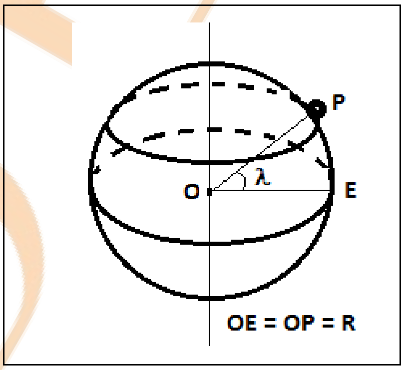
Couple acide -base	$CH_2Cl\text{-}COOH/CH_2Cl\text{-}COO^-$	CH_3COOH/CH_3COO^-	$CHCl_2\text{-}CO_2H/CHCl_2CO_2^-$
pKa	2,9	4,8	1,3

3. Justifier la valeur du pH obtenue suite à l'ajout d'un volume V_B = 80 mL d'acide à chacune des solutions S_1 et S_2.

4. *a)* Classer par force croissante, les trois acides cités dans le tableau 2.
b) Dégager, sur l'exemple de ces trois acides, l'influence sur la force de l'acide du nombre d'atomes de chlore dans la molécule AH.

Exercice 3 : **Satellite dans le champ de gravitation terrestre**

Données numériques :
Masse de la Terre : $M = 6.10^{24}$ kg
Rayon de la terre : R = 6400 km
Constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67.10^{-11}$ N.m².kg^{-2}
Période de rotation de la Terre : To = 86 164 s
(dans le référentiel géocentrique)



1. Satellite sur Terre

a) Un satellite S_1 considéré comme ponctuel de masse m est au repos sur la Terre en un point P de latitude λ. Quel est son mouvement dans le référentiel galiléen géocentrique ?
b) Exprimer sa vitesse v_o et son énergie cinétique Ec_o, dans le référentiel géocentrique, en fonction de m, R, T_o et λ.
c) En déduire l'expression de l'énergie mécanique totale E_o sachant que l'expression de l'énergie potentielle de gravitation est $E_P = -G\frac{m.M}{r}$.

A.N. : $m = 800kg$ et latitude $\lambda = 40°$. Calculer les valeurs de v_o ; et E_o.

2. Satellite sur orbite circulaire

Le satellite S_1 est maintenant sur une orbite circulaire autour de la Terre.

a) ***Étude générale***
a_1) Faire l'étude du satellite dans le référentiel géocentrique et déterminer la relation entre le rayon r de l'orbite, la vitesse v du satellite et g_o le champ de gravitation à la surface de la Terre.
a_2) En déduire l'expression de la période T de révolution en fonction du rayon r, g_o et R.
a_3) Donner l'expression de l'énergie totale E en fonction de m, r, g_o et R.

b) ***Orbite circulaire rasante***
Le satellite est d'abord envoyé sur une orbite basse de rayon r_1, d'altitude z_1 très faible devant le rayon R de la Terre. On peut donc considérer $r_1 \approx R$ (orbite rasante).
b_1) Donner l'expression de la vitesse v_1 (1ère vitesse cosmique) en fonction de g_o et R.
b_2) Donner l'expression de l'énergie totale E_1. Calculer v_1 et E_1.
b_3) Exprimer l'énergie ε_F qu'il faut fournir au satellite, au repos sur la Terre à la latitude λ, pour le mettre en orbite rasante. Cette énergie dépend-elle du point de lancement sur la Terre ?
Où sont situées les bases de lancement les plus favorables du point de vue énergétique?

3. Orbite circulaire géostationnaire

Le satellite est ensuite envoyé sur l'orbite géostationnaire de rayon r_2 .
a) Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire ? En déduire la valeur de sa période de révolution T_2 dans le référentiel géocentrique.
b) Exprimer et calculer l'altitude z_2 du satellite géostationnaire.
c) Exprimer et calculer la vitesse v_2 et l'énergie E_2 du satellite géostationnaire.
d) Un autre satellite S_2 de masse $m_2 = 10^3$ kg est en orbite circulaire autour de la Terre de rayon

r_3= 30 000 km dans le plan équatorial. A t = 0s, les satellites S_1 et S_2 sont sur la même verticale « côte à côte » et évoluent dans le même sens.
Montrer que l'intervalle de temps minimal Δt où les deux satellites se retrouvent de nouveau sur une même verticale « côte à côte » (pas nécessairement la même verticale qu'à t = 0) est donné par la relation : $\Delta t = \frac{2\pi}{R\sqrt{g_o}[(r_3)^{-3/2}-(r_2)^{-3/2}]}$. Calculer Δt.

Exercice 4 : Circuit R, L

On réalise un circuit électrique en série comportant un résistor de résistance R_i variable, une bobine d'inductance L et de résistance interne r, un ampèremètre et un interrupteur K (figure 1). L'ensemble est alimenté par un générateur de force électromotrice (fem) E et de résistance interne négligeable. Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser l'évolution au cours du temps des tensions U_{AM}, aux bornes de la branche du circuit AM et $U_{R_1} = U_{DM} = R_1.i$, la tension aux bornes du dipôle résistor lorsque sa résistance est réglée à une valeur R_1.

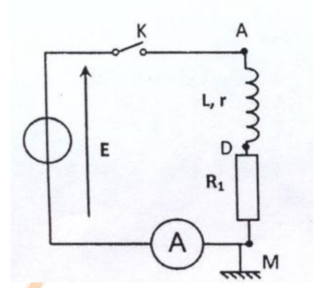
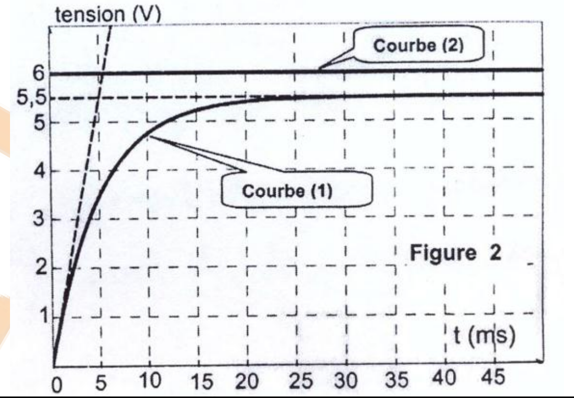


Figure 1

A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K, les courbes traduisant l'évolution au cours du temps de U_{AM} et U_{DM} sont données par la figure 2.

1. *a)* Exprimer à une date t quelconque : la puissance électrique fournie par le générateur à tout le circuit ; la puissance électrique reçue par la bobine ; la puissance électrique reçue par le résistor R_1.

b) En appliquant le principe de conservation de l'énergie, en déduire l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension U_{R_1} au cours du temps.



2. La solution de l'équation différentielle établie précédemment s'écrit : $U_{R_1}(t) = U_{O_1}(1- e^{-(\frac{R_1+r}{L}) t})$; avec U_{O_1} la valeur de $U_{R_1}(t)$ en régime permanent.

a) Laquelle des deux courbes : courbe (1) et courbe (2) correspond à $U_{R_1}(t)$.

b) Donner la valeur de la f.e.m E du générateur.

c) Quelle est la limite de $U_{R_1}(t)$ quand $t \to \infty$. Trouver graphiquement la valeur de cette limite.

3. Lorsque le régime permanent est établi, l'ampèremètre indique la valeur I_{O_1} = 50 mA.

a) Déterminer la valeur de la résistance R_1 du résistor.

b) Montrer que l'expression de la résistance r de la bobine s'écrit :

$r = (\frac{E}{U_{O_1}} - 1)R_1$. Calculer la valeur de r.

4. *a)* On définit un temps caractéristique τ_1 du circuit comme étant la date où la tension U_{R_1} vaut $(1-\frac{1}{e})U_{O_1}$. Exprimer littéralement τ_1 et déterminer graphiquement sa valeur de deux manières.

b) En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

5. Maintenant, on règle la résistance R_i à une valeur R_2.

a) Dans le but d'atteindre plus lentement le régime permanent, dire en le justifiant si l'on doit augmenter ou diminuer la valeur de la résistance par rapport à la valeur R_1.

b) Pour cette valeur R_2 de la résistance R_i, la constante de temps τ_2 est alors $\tau_2 = 2\tau_1$. Déterminer, dans ce cas, la valeur de l'intensité du courant I_{O_2} en régime permanent.