

Durée = 3h

EXERCICE 1

(5 points)

3^{ème} loi de Képler

1. Jupiter, comme la Terre sont des planètes du système solaire. Elles tournent autour du Soleil de masse M_s sur des orbites quasiment circulaires de rayons R_J et R_T .
La force responsable de ces mouvements est la force de gravitation universelle d'intensité :

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d_{12}^2} \quad (1)$$

- 1.1 Que représentent G , m_1 , m_2 et d_{12} dans la formule (1) ?
1.2 Quel est le référentiel utilisé pour fournir les données du tableau (A) ?

	Période T en jours	Rayon de l'orbite en 10^6 km
Terre	$T_T = 365$	$R_T = 150$
Jupiter	$T_J = 4333$	R_J

Tableau (A)

- 1.3 Dans ce référentiel, établir l'expression de la période T_T du mouvement de la Terre sur son orbite en fonction de G , M_s et R_T .
1.4 Calculer la valeur du rapport $\frac{T_T^2}{R_T^3}$.
1.5 Écrire l'expression de la période T_J du mouvement de Jupiter sur son orbite en fonction de G , M_s et R_J .
1.6 En déduire la valeur de R_J .
2. Jupiter possède des satellites qui tournent autour d'elle sur des orbites considérées comme circulaires de rayons r .
Données :

	IO	EUROPE	GANYMEDE	CALLISTO
Période T en heures	42,5	85,2	172	400
Rayon de l'orbite r (10^6 kilomètres)	0,42	0,67	1,07	1,88
T^2 ($10^{11} s^2$)	0,23	0,94	3,8	20,64
r^3 ($10^{26} m^3$)	0,74	3	12,2	66,4

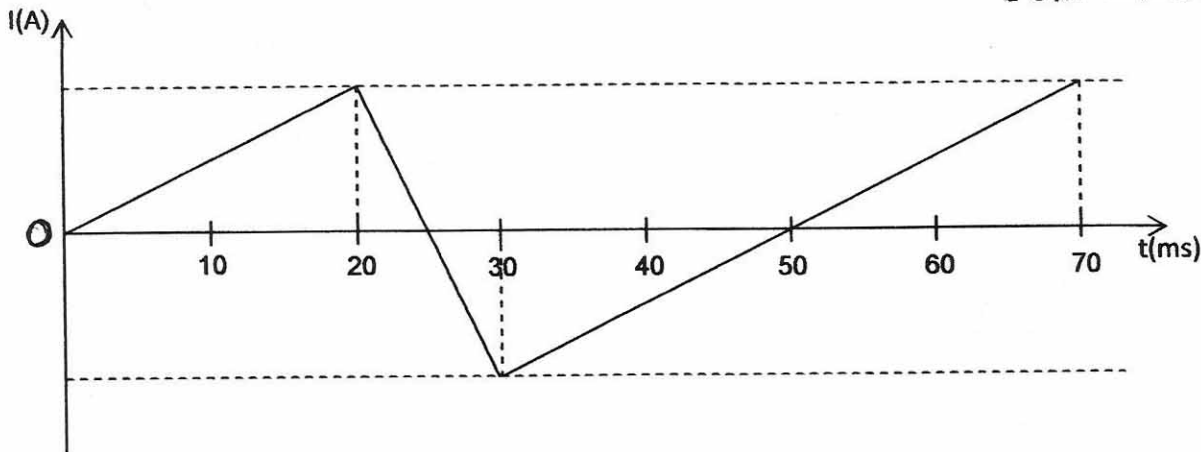
Tableau (B)

- 2.1 Quel est le référentiel utilisé pour fournir les données du tableau (B) ?
2.2 Dans ce référentiel, donner l'expression littérale de la période d'un satellite en fonction de G , M_J (masse de Jupiter) et de r .
2.3 Représenter le graphe donnant les variations de T^2 en fonction de r^3 .
Echelle : $1\text{cm} \leftrightarrow 10^{11} s^2$; $1\text{cm} \leftrightarrow 4 \cdot 10^{26} m^3$.
2.4 Utiliser le graphe pour calculer la masse de Jupiter.
On donne $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I}$

EXERCICE 2 (5points)

On considère un solénoïde (AC) supposé idéal ou parfait de longueur $\ell = 41,2 \text{ cm}$, de diamètre $d = 5 \text{ cm}$ et comprenant $N = 400$ spires. Ce circuit est orienté arbitrairement de A vers C. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I}$

- 1) Le solénoïde est parcouru par un courant d'intensité $I = 5 \text{ A}$
 - 1-1. Représenter les lignes de champ magnétique à l'intérieur du solénoïde ainsi que le vecteur champ magnétique $\vec{B}$
 - 1-2. Donner l'expression de l'intensité du champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur du solénoïde en fonction de μ_0 , N , ℓ et I . Calculer sa valeur.
 - 1-3. Donner l'expression littérale du flux de la bobine en fonction de μ_0 , N , ℓ et d et celle du flux propre d'auto-induction de la bobine
 - 1-4. En déduire l'expression de l'inductance L et calculer sa valeur.
- 2- En réalité la résistance du solénoïde est $r = 2 \Omega$. Il est maintenant parcouru par un courant périodique dont l'intensité varie au cours du temps comme l'indique la figure ci-dessous.
 - 2-1. Calculer la période et la fréquence du courant.
 - 2-2. Donner l'expression de l'intensité du courant i pendant la première période.
 - 2-3. Déterminer la valeur algébrique de la f.é.m. auto-induite e pendant la première période
 - 2-4. Calculer la tension u aux bornes de la bobine pendant la première période.
 - 2-5. Représenter sur le même graphe, les variations de la f.é.m. e et de la tension u aux bornes de la bobine en fonction du temps. E chelle $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ V}$
 $1 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ mS}$



EXERCICE 3 (5 points)

On veut préparer une solution tampon à partir d'une solution commerciale d'acide éthanóique ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) et d'une solution d'éthanoate de sodium ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$).

- 1- On dispose d'une bouteille commerciale d'acide éthanóique sur laquelle on lit les indications suivantes :
 - masse molaire : 60 g/mol
 - masse volumique : $\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$
 - pureté = 99%.
 - 1-1. Déterminer le volume V_0 de la solution commerciale qu'il faut prélever pour préparer un volume $V_a = 1\text{L}$ de solution d'acide éthanóique de concentration $C_a = 0,1 \text{ mol/L}$.
 - 1-2. Écrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide éthanóique avec l'eau.
- 2- On dispose également d'un flacon d'éthanoate de sodium en poudre portant l'indication suivante : Masse molaire : 82 g/mol.
 - 2-1. Déterminer la masse m_b d'éthanoate de sodium qu'il faut peser pour préparer un volume $V_b = 500 \text{ mL}$ de solution d'éthanoate de sodium de concentration $C_b = 0,3 \text{ mol/L}$.
 - 2-2. Écrire l'équation de la dissolution de l'éthanoate de sodium dans l'eau.
 - 2-3. Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'ion éthanóate et l'eau.
- 3- Préparation de la solution tampon.
 - 3-1. Donner les propriétés d'une solution tampon.
 - 3-2. Donner l'expression de la constante d'acidité K_a du couple acide éthanóique/ion éthanóate et en déduire la relation entre pH et pKa.
 - 3-3. À quelle condition $\text{pH} = \text{pKa}$?
 - 3-4. On veut préparer un volume $V = 100 \text{ mL}$ d'une solution tampon à partir des solutions d'acide éthanóique et d'éthanoate de sodium précédentes. Déterminer les volumes d'acide éthanóique et d'éthanoate de sodium à utiliser.
- 4- Détermination expérimentale du pKa couple acide éthanóique/ion éthanóate.

On introduit dans un bécher $V_a = 20 \text{ mL}$ de la solution aqueuse d'acide éthanóique. On verse progressivement dans le bécher une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0,1 \text{ mol/L}$. On relève au fur et à mesure la valeur du pH et on obtient le tableau de mesures ci-dessous.

$V_b(\text{mL})$	0	2	4	6	8	12	14	16	18	19	19,4	19,8	20	20,4	21
pH	2,9	3,8	4,3	4,5	4,6	4,8	5	5,3	5,7	6	6,4	6,8	8,8	10,5	11

$V_b(\text{mL})$	22	24	26	30
pH	11,3	11,6	11,8	12

- 4-1. Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_b)$.
 Échelle : 1 cm $\leftrightarrow$ 1 unité pH
 1 cm $\leftrightarrow$ 2 mL.
- 4-2. Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E.
- 4-3. Retrouver la valeur de la concentration molaire C_a de la solution d'acide éthanóique.
- 4-4. Déduire de la courbe la valeur du pKa du couple $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-$.

EXERCICE 4 (5 points)

Dans le laboratoire de chimie d'un lycée, un professeur découvre un flacon sans étiquette contenant un composé organique liquide. On désigne par A le composé organique contenu dans le flacon. Le professeur décide d'identifier le composé A afin de l'utiliser éventuellement avec ses élèves en travaux pratiques. Pour cela, il réalise une série d'expériences.

Expérience 1 : Le professeur réalise l'hydrolyse du composé A. Il obtient deux composés B et C qu'il sépare par une technique appropriée.

Expérience 2 : Il verse quelques gouttes d'une solution aqueuse de B sur du papier pH, celui-ci vire au rouge.

Expérience 3 : Il prélève 1,85 g du composé C qu'il fait réagir avec un excès de sodium. À la fin de la réaction, il a recueilli un volume $V = 0,28$ L de dihydrogène. Il verse quelques gouttes de la solution obtenue dans de l'eau contenant de la phénolphtaléine. L'indicateur coloré vire au rose.

Expérience 4 : Il réalise enfin l'oxydation ménagée du composé C par une solution de dichromate de potassium ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$; 2K^+) acidifiée. Il obtient un composé D. Le composé D donne un précipité jaune avec la 2,4-dinitro-phénylhydrazine (DNPH) et est sans action sur la liqueur de Fehling.

- 1- Déterminer la nature des composés A, B, C et D.
- 2- Le composé A contient en masse 27,58 % d'oxygène. Déterminer :
 - 2-1. La masse molaire M_A du composé A.
 - 2-2. La formule brute du composé A.
- 3-
 - 3-1. Écrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu dans l'expérience n°3 en utilisant la formule générale de C.
 - 3-2. Montrer que le composé C a pour formule brute $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.
- 4-
 - 4-1. Écrire la formule semi-développée des composés A, B, C, D et les nommer.
 - 4-2. Écrire l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse du composé A. Donner les caractéristiques de cette réaction.
 - 4-3. Le composé A peut être obtenu par l'action d'un composé E (contenant un atome de chlore) sur le composé C.
 - 4-3.1. Écrire la formule semi-développée du composé E.
 - 4-3.2. Écrire l'équation-bilan de la réaction qui a eu lieu.
 - 4-3.3. Donner le nom de cette réaction.

On donne (en g.mol^{-1}) : $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{H}) = 1$.
 Volume molaire : $V_m = 22,4$ L.mol^{-1} .