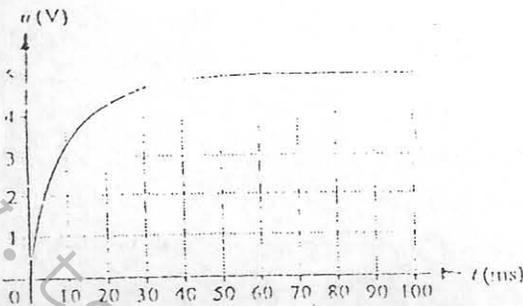
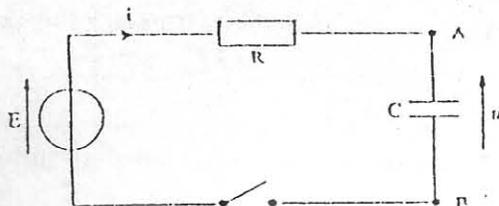


Partie A (5 points)

On charge un condensateur, initialement déchargé, sous une tension continue E . On réalise l'acquisition par ordinateur de la tension u aux bornes du condensateur.



Données : $C = 10 \mu\text{F}$; $R = 1,0 \text{ k}\Omega$.

- (1 point) Donner la relation entre la charge du condensateur $q(t) = q_A(t)$ et l'intensité du courant $i(t)$.
- (1 point) Donner la relation entre $q(t)$, la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur et sa capacité C .
- (2 points) Montrer que la tension $u(t)$ vérifie l'équation différentielle suivante :

$$E = RC \frac{du}{dt} + u$$
- (1 point) La solution proposée par le logiciel de modélisation est : $u = 5,0 (1 - e^{-100t})$ avec t en s. À quoi correspondent les valeurs numériques 5,0 et 100 ?
- (1 point) Déterminer graphiquement la constante de temps τ sur la courbe précédente. Calculer sa valeur théorique et conclure.

Partie B (5 points)

Le système Galileo sera constitué de satellites en orbite autour de la Terre. Ils envoient des ondes électromagnétiques vers la Terre, ce qui permet de déterminer la longitude, la latitude et l'altitude. Avec ce système de radionavigation, chacun pourra connaître sa position à un instant donné. Le modèle de calcul repose sur une triangulation avec au moins 4 satellites et une synchronisation sur les horloges atomiques embarquées sur les satellites (horloges au césium ou rubidium avec une précision de 10^{-12} s). D'après le site futura-sciences.com.

Célérité de la lumière $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- (1 point) Avec un modèle d'orbite circulaire, la vitesse du satellite situé à l'altitude $h = 2,00 \cdot 10^4 \text{ km}$ s'exprime par la relation

$$v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}}$$

avec :

- $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ S.I. : constante de gravitation ;
- $R_T = 6380 \text{ km}$: rayon de la Terre ;
- $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$: masse de la Terre.

Calculer la vitesse du satellite, en déduire sa période.

- (1 point) Déterminer la durée t minimale mise par les ondes envoyées par le satellite pour arriver au récepteur situé au sol.
- (2 points) Le système Galileo présente un écart sur la position d'un centimètre. Quel sera l'écart Δt sur la durée t ? La précision des horloges est-elle suffisante ?
- (1 point) Les horloges atomiques au césium fonctionnent sur une transition atomique de fréquence $\nu = 9\,192\,631\,770 \text{ Hz}$, calculer l'énergie du photon correspondant. La constante de Planck a pour valeur $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Partie C (6points)

L'équation de mise en solution de l'acide carboxylique dans l'eau est :
 $R - COOH(l) + H_2O(l) = R - COO^-(aq) + H_3O^+(l)$

- (0,5point) Donner l'expression de la constante d'acidité K_A du couple $R - COOH(aq)/R - COO^-$
- (1point) Montrer qu'à partir de l'expression de la constante d'acidité K_A on peut écrire :

$$pH = pK_A + \log \frac{[RCOO^-(aq)]_{eq}}{[RCOOH(aq)]_{eq}}$$

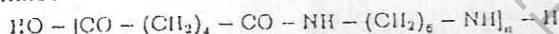
- (a) (0,5point) Quel est le réactif limitant lorsqu'on a versé un volume de solution S_0 égal à $V_0 = \frac{V_{LE}}{2}$?
 (b) (1point) En utilisant la dernière ligne du tableau d'avancement, montrer que, pour un volume de solution S_0 égal à $V_0 = \frac{V_{LE}}{2}$, on a $x_f = \frac{C_0 \cdot V_{LE}}{2}$.
 (c) (1point) À l'aide de la réponse obtenue à la question A.6 et de la réponse précédente, montrer que $[RCOO^-(aq)]_{eq} = [RCOOH(aq)]_{eq}$ lorsque $V_0 = \frac{V_{LE}}{2}$.
- (1point) À l'aide de la relation établie à la question C.2 et de l'égalité $[RCOO^-(aq)]_{eq} = [RCOOH(aq)]_{eq}$ déduire l'expression du pH pour $V_0 = \frac{V_{LE}}{2}$.
- (1point) En utilisant la courbe donnée de titrage et les données de pK_A ci-après, identifier la nature de l'acide carboxylique $R - COOH$.

| Couple acide / base | pK_A |
|--------------------------------|--------|
| $HClC - COOH/HClC - COO^-$ | 1,3 |
| $H_7ClC - COOH/H_7ClC - COO^-$ | 2,9 |
| $H - COOH/H - COO^-$ | 3,8 |
| $H_3C - COOH/H_3C - COO^-$ | 4,8 |

Partie D (4points)

En 1947, W.H. Carothers, de la société Dupont de Nemours, déposait aux États-Unis le brevet de nylon. Le nylon est un polyamide obtenu par une réaction chimique appelée polycondensation. C'est une réaction de polymérisation entre motifs monomères avec élimination de petites molécules. Une application industrielle est le « bas nylon » ou « soie synthétique ». Cette fibre est insoluble dans l'eau et les solvants organiques usuels, elle se dissout dans le phénol et fond à 263 °C Elle présente une meilleure élasticité que les fibres naturelles.

Le nylon-6,6 est produit par la réaction entre l'hexane-1,6-diamine et l'acide hexane-dioïque. Le polymère a pour formule :



Au Laboratoire, on utilise le dichlorure d'hexanedioyle au lieu de l'acide. Dans un bécher, on verse avec précaution 10 mL d'une solution de dichlorure d'hexanedioyle en solution à 5% en masse dans le dichlorométhane. Le long d'un agitateur en verre ; on fait couler la solution aqueuse d'hexane-1,6-diamine. Il se forme deux phases. On rajoute quelques gouttes de phénolphtaléine. À l'aide d'un crochet, on tire une fibre que l'on enroule autour d'un agitateur. On obtient un fil nylon rose. On effectue un lavage du fil à l'eau, puis on le met à l'étuve.

| Espèces chimiques | Solubilité dans l'eau | densité | sécurité |
|---------------------------|-----------------------|---------|-------------|
| Dichlorure d'hexanedioyle | Insoluble | 1,1 | Corrosif |
| Hexane-1,6-diamine | Soluble | 0,9 | Corrosif |
| Dichlorométhane | Insoluble | 1,3 | Inflammable |

Masses molaires en $g \cdot mol^{-1}$: C = 12; H = 1; N = 14; O = 16

Zone de virage de la phénolphthaléine pH 8,2 - 10; couleur acide incolore ; couleur basique rose.

- (0,5point) Recopier la formule du nylon-6,6 et entourer le groupe amide.
- (0,5point) Donner la formule semi-développé du monomère hexane-1,6-diamine.
- (1point) Dans le texte, on lit « avec élimination de petites molécules ». Quelle petite molécule est éliminée lorsque le nylon-6,6 est synthétisé à partir de diacide (acide hexanedioïque) ?
- Dans la formule du polymère, n est appelé degré de polymérisation, c'est-à-dire nombre de fois où le motif se répète dans la macromolécule (n est très grand). Il est possible de déterminer la masse molaire du polymère par chromatographie.
 - (1point) Rappeler le principe de la chromatographie.
 - (0,5point) Le motif du polymère est :
 $- [CO - (CH_2)_4 - CO - NH - (CH_2)_6 - NH] -$
 Calculer sa masse molaire.
 (c) (0,5point) On obtient une masse molaire égale à $1,2 \cdot 10^5 \cdot mol^{-1}$ pour le nylon-6,6. Calculer dans ces conditions le degré de polymérisation.