

# Colles de Physique-Chimie

Chams GHARIB

2024-2025



# Table des matières

<b>MPSI</b>	<b>1</b>
Semaine 01 (16/09-20/09) . . . . .	2
Questions de cours . . . . .	2
Exercice 1 : Application des lois de Kirchhoff . . . . .	2
Exercice 2 . . . . .	3
Exercice 3 : Rendement d'un montage potentiométrique . . . . .	3
Exercice 4 : Adaptation de puissance . . . . .	3
Semaine 02 (23/09-27/09) . . . . .	4
Questions de cours . . . . .	4
Exercice 1 : Résistance de fuite d'un condensateur . . . . .	4
Exercice 2 : Étude d'un circuit RL . . . . .	5
Exercice 3 : Rendement énergétique de la charge d'un conden- sateur . . . . .	5
Semaine 03 (30/09-04/10) . . . . .	6
Questions de cours . . . . .	6
Exercice 1 : Fluoruration du dioxyde d'uranium . . . . .	6
Exercice 2 : Constante d'équilibre et quotient de réaction. . . . .	6
Exercice 3 : Utilisation du quotient de réaction. . . . .	7
<b>MPI</b>	<b>9</b>
Semaine 02 (23/09-27/09) . . . . .	10
Exercice 1 . . . . .	10
Exercice 2 . . . . .	11
Exercice 3 . . . . .	11
Semaine 03 (30/09-04/10) . . . . .	12
Exercice 1 : Intégration d'un créneau par un filtre passe bande	12
<b>MP</b>	<b>13</b>
Semaine 01 (16/09-20/09) . . . . .	14
Exercice 1 . . . . .	14
Exercice 2 . . . . .	15

# TABLE DES MATIÈRES TABLE DES MATIÈRES

---

Exercice 3 . . . . .	15
Semaine 02 (23/09-27/09) . . . . .	16
Exercice 1 . . . . .	16
Exercice 2 . . . . .	16
Exercice 3 . . . . .	16
Exercice 4 . . . . .	16
Semaine 03 (30/09-04/10) . . . . .	17
Exercice 1 . . . . .	17
Exercice 2 . . . . .	17
Exercice 3 . . . . .	17

MPSI

## Semaine 01 (16/09-20/09)

### Notions abordées :

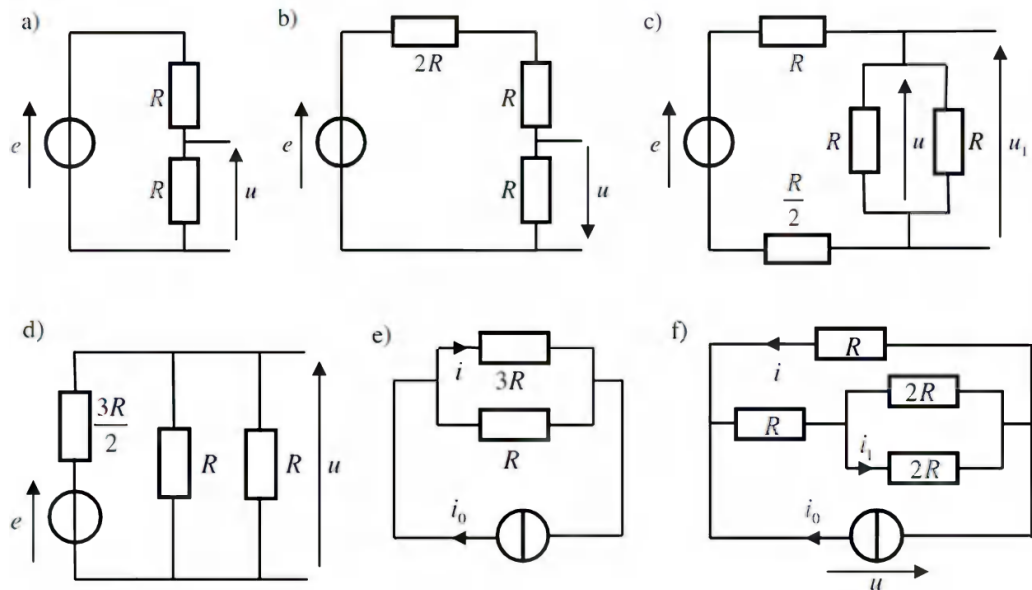
- Analyse dimensionnelle.
- Circuits électriques dans l'ARQS.

### Questions de cours

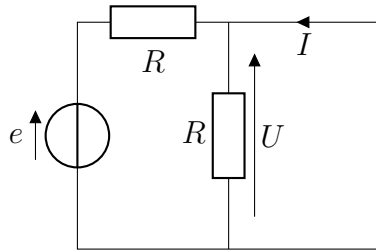
1. Définir le courant électrique. Définir l'intensité du courant électrique.
2. Définir la tension électrique.
3. Décrire les conventions d'orientation des dipôles. Que valent la puissance reçues et fournies dans chaque cas ?
4. Qu'est-ce que l'ARQS ? Quelles conséquences ?
5. Démontrer la formule du pont diviseur de tension.
6. Démontrer la formule du pont diviseur de courant.

### Exercice 1 : Application des lois de Kirchoff

Pour chaque circuit, donner les tensions  $u$  et  $u_1$  en fonction de  $e$  ou bien les intensités  $i$  et  $i_1$  en fonction de  $i_0$ .



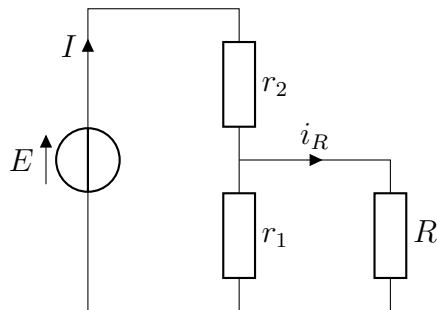
## Exercice 2



On donne  $R = 10 \text{ k}\Omega$ .

1. Tracer la caractéristique du dipôle ci-contre.
2. On ajoute une charge de résistance  $R' = 3 \text{ k}\Omega$ . Déterminer le point de fonctionnement de deux façons.

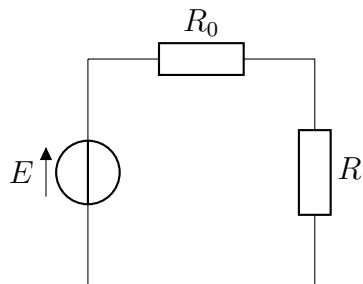
## Exercice 3 : Rendement d'un montage potentiométrique



Le rendement  $\eta$  de ce diviseur de tension est le rapport  $P_R$  de la puissance dissipée dans la résistance de charge  $R$  à la puissance  $P_E$  fournie par la source de tension  $E$ . Exprimer  $\eta$  en fonction de  $r_1$ ,  $r_2$  et  $R$ .

AN :  $r_1 = 750 \Omega$ ,  $r_2 = 250 \Omega$ ,  $R = 80 \Omega$ . Commentaire.

## Exercice 4 : Adaptation de puissance



Un générateur présente une tension à vide  $E$  et une résistance interne  $R_0$ . On y branche une charge de résistance  $R$ . Pour quelle valeur de  $R$  la puissance dissipée dans la résistance  $R$  est elle maximale ? Que vaut alors cette puissance ?

## Semaine 02 (23/09-27/09)

### Notions abordées :

- Circuits linéaires du premier ordre.

### Questions de cours

1. Relation entre la charge d'un condensateur et sa tension aux bornes.
2. Relations entre intensité et tension pour un condensateur et une bobine.
3. Continuité des grandeurs dans un circuit électrique.
4. Établir l'expression de l'énergie stockée dans un condensateur/une bobine.

### Exercice 1 : Résistance de fuite d'un condensateur

Un condensateur réel présente des fuites de courants. Comment le modéliser ?

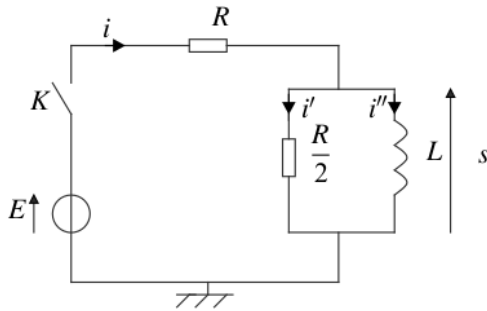
Il est inséré dans un circuit série comportant un générateur de f.é.m  $E$ , une résistance  $r$  et un interrupteur  $K$ . On mesure la tension aux bornes du condensateur à l'aide d'un voltmètre idéal. On ferme  $K$  et on attend que l'indication du voltmètre se stabilise. Puis on ouvre  $K$  en déclenchant au même instant un chronomètre. On constate que la tension indiquée par le voltmètre baisse de 10% en un temps  $T$ .

On donne  $E = 1\text{ V}$ ,  $r = 10\text{ k}\Omega$ ,  $T = 1.0\text{ s}$  et  $C = 19\text{ }\mu\text{F}$ .

1. Exprimer la valeur  $U$  vers laquelle la tension aux bornes du condensateur tend lorsque  $K$  est fermé. En déduire une manière de déterminer  $R_f$  (résistance de fuite).
2. Montrer que la mesure du temps  $T$  permet aussi de déterminer  $R_f$ . Commenter en relation avec l'une des hypothèses de l'énoncé.



## Exercice 2 : Étude d'un circuit RL



À  $t = 0^-$ , on ferme l'interrupteur  $K$ .

1. Donner  $i$ ,  $i'$ ,  $i''$  et  $s$  en  $t = 0^+$ .
2. Que vaut  $s(t)$  lorsque  $t$  tend vers l'infini.
3. Établir l'équation différentielle vérifiée par  $s(t)$ .
4. En déduire  $s(t)$ . En tracer l'allure.
5. Exprimer le temps  $t_0$  au bout duquel  $s(t)$  a été divisé par 10.
6. On mesure  $t_0 = 30 \mu\text{s}$  pour  $R = 1.0 \text{ k}\Omega$ . En déduire  $L$ .

## Exercice 3 : Rendement énergétique de la charge d'un condensateur

On considère un circuit composé d'une résistance  $R$  et d'un condensateur de capacité  $C$  en série aux bornes duquel on place un générateur de tension idéal de f.é.m  $E$  et un interrupteur  $K$ . À l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$  et la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur est nulle.

1. Établir l'équation différentielle vérifiée par  $u_c$ .
2. Déterminer  $u_c(t)$  et en tracer l'allure.
3. Mêmes questions pour l'intensité du courant parcourant le circuit.
4. Exprimer en fonction de  $C$  et  $E$  :
  - L'énergie  $\mathcal{E}_{elec}$  emmagasinée par le condensateur quand  $t \rightarrow +\infty$ .
  - L'énergie  $W_{Joule}$  dissipée par effet Joule dans la résistance entre  $t = 0$  et  $t \rightarrow +\infty$ .
  - L'énergie  $W_{gen}$  fournie par le générateur entre  $t = 0$  et  $t \rightarrow +\infty$ .
5. Donner une relation liant  $\mathcal{E}_{elec}$ ,  $W_{Joule}$  et  $W_{gen}$  et proposer une interprétation physique de cette relation. Comment définir puis exprimer un rendement ?

## Semaine 03 (30/09-04/10)

### Notions abordées :

- Circuits linéaires du premier ordre (cf semaine précédente).
- Équilibre chimique.

### Questions de cours

1. Une mole de méthane réagit avec une mole de dioxygène selon une réaction de combustion. Déterminer la composition finale du système. (Équilibrer + Tableau d'avancement + Avancement final pour une réaction totale).
2. Exprimer l'activité d'une espèce chimique dans un mélange. Préciser les hypothèses nécessaires.
3. Exprimer le quotient réactionnel d'une réaction donnée et prévoir le sens d'évolution spontanée d'un système chimique.

### Exercice 1 : Fluoration du dioxyde d'uranium

Le dioxyde d'uranium solide réagit avec le fluorure d'hydrogène gazeux pour former du tétrafluorure d'uranium solide et de la vapeur d'eau.

On maintient la température égale à 700 K et la pression totale à 1 bar. La constante d'équilibre à 700 K est égale à  $K^\circ = 6.8 \times 10^4$ .

1. Écrire la réaction.
2. On part de 1.0 mol de dioxyde d'uranium et de 1.0 mol de fluorure d'hydrogène. Quelle sera la composition finale du système ?
3. Même question en partant de 0.10 mol de dioxyde d'uranium et de 1.0 mol de fluorure d'hydrogène. Que remarque-t-on dans ce cas ?

### Exercice 2 : Constante d'équilibre et quotient de réaction.

Pour préparer industriellement du dihydrogène, on fait réagir en phase gazeuse du méthane avec de l'eau. La réaction produit également du monoxyde de carbone.

La réaction se déroule sous une pression totale constante  $p_{tot} = 10$  bar. La constante d'équilibre vaut  $K^\circ = 15$ . Initialement, le système contient 10 mol de méthane, 30 mol d'eau, 5 mol de monoxyde de carbone et 15 mol de dihydrogène.

1. Exprimer la constante d'équilibre en fonction des pressions partielles des constituants.
2. Exprimer le quotient de réaction  $Q$  en fonction de la quantité de matière de chacun des constituants et de la pression totale. Calculer  $Q$  dans l'état initial.
3. Le système est-il à l'équilibre thermodynamique ? Si non, dans quel sens se produira l'évolution ?
4. Déterminer la composition du système à l'équilibre.

### Exercice 3 : Utilisation du quotient de réaction.

Un récipient de volume  $V_0 = 2.00 \text{ L}$  contient initialement  $0.500 \text{ mol}$  de  $\text{COBr}_2$  qui se décompose à une température de  $346 \text{ K}$  selon la réaction :



.

1. Déterminer la composition du système à l'équilibre sachant que la constante d'équilibre à  $346 \text{ K}$  vaut  $K^\circ = 5.46$ .
2. Calculer le pourcentage de  $\text{COBr}_2$  décomposé à cette température.
3. L'équilibre précédent étant réalisé, on ajoute  $2.00 \text{ mol}$  de monoxyde de carbone. L'équilibre chimique est-il réalisé ? Si non, décrire l'évolution ultérieure du système.



MPI

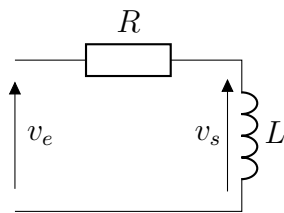
## Semaine 02 (23/09-27/09)

### Notions abordées :

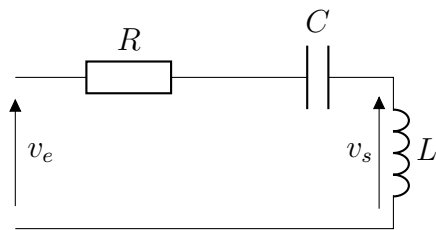
- Révisions de MPSI en électronique.
- Filtrage d'un signal périodique.

### Exercice 1

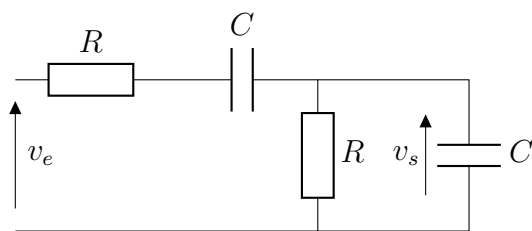
On donne  $R = 1.0 \text{ k}\Omega$  et  $L = 10 \text{ mH}$ .



1. Quel type de filtre ce circuit permet-il de réaliser ?
2. Déterminer sa fonction de transfert.
3. Déterminer les pentes des asymptotes en gain BF et HF.
4.  $v_e$  s'écrit comme somme de trois harmoniques de même amplitude, de même phase à l'origine et de fréquences respectives  $f_1 = 100 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 1 \text{ kHz}$  et  $f_3 = 100 \text{ kHz}$ . Écrire  $v_e$  puis  $v_s$ .
5.  $v_e$  est maintenant un triangle de fréquence  $60 \text{ Hz}$ . Quelle est la forme de  $v_s$  ?

**Exercice 2**

1. Quel type de filtre ce circuit permet-il de réaliser ?
2. Déterminer sa fonction de transfert.
3. Déterminer les pentes des asymptotes en gain BF et HF. Tracer le diagramme de Bode asymptotique.
4.  $v_e$  s'écrit comme somme de trois harmoniques de même amplitude, de même phase à l'origine et de fréquences respectives  $f_1 = 100$  Hz,  $f_2 = 1$  kHz et  $f_3 = 100$  kHz. Écrire  $v_e$  puis  $v_s$ .
5. Ce filtre peut-il avoir un comportement dérivateur ? Intégrateur ?

**Exercice 3**

On donne  $R = 1.0 \text{ k}\Omega$  et  $C = 500 \text{ nF}$ .

1. Quel type de filtre ce circuit permet-il de réaliser ?
2. Déterminer sa fonction de transfert.
3. Déterminer la bande passante. Définir le facteur de qualité.
4.  $v_e$  s'écrit comme somme de trois harmoniques de même amplitude, de même phase à l'origine et de fréquences respectives  $f_1 = 100$  Hz,  $f_2 = 1$  kHz et  $f_3 = 100$  kHz. Écrire  $v_e$  puis  $v_s$ .

## Semaine 03 (30/09-04/10)

### Notions abordées :

- Électronique de MPSI.
- Filtrage d'un signal périodique.
- Numérisation.
- Portes logiques.

### Exercice 1 : Intégration d'un créneau par un filtre passe bande

Une tension créneau est injectée dans un filtre passe-bande non inverseur d'ordre 2, de pulsation de résonance  $\omega_0$ , de facteur de qualité  $Q$  et de gain maximum  $G_0$ . La pulsation  $\omega$  de la tension créneau est supposée grande devant  $\omega_0$ .

1. Écrire la fonction de transfert du filtre.
2. Montrer que ce filtre se comporte vis-à-vis du créneau d'entrée comme un intégrateur.
3. Écrire l'équation différentielle reliant la tension d'entrée  $v_e(t)$  et la tension de sortie  $v_s(t)$  de l'intégrateur. Qu'obtient-on précisément en sortie du filtre ? Comment seraient modifiés les résultats si on ajoutait une tension continue au créneau à l'entrée ?



MP

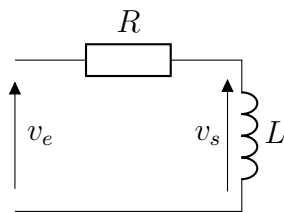
## Semaine 01 (16/09-20/09)

### Notions abordées :

- Révisions de MPSI en électronique.
- Filtrage d'un signal périodique.
- Traitement numérique du signal.

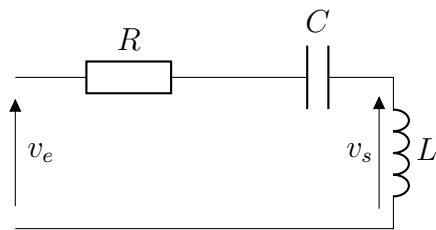
### Exercice 1

On donne  $R = 1.0 \text{ k}\Omega$  et  $L = 10 \text{ mH}$ .



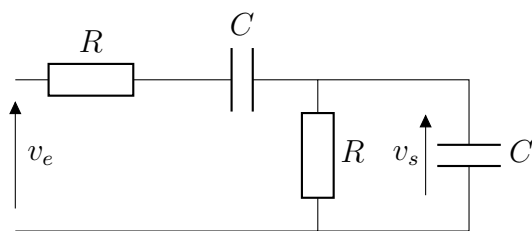
1. Quel type de filtre ce circuit permet-il de réaliser ?
2. Déterminer sa fonction de transfert.
3. Déterminer les pentes des asymptotes en gain BF et HF.
4.  $v_e$  s'écrit comme somme de trois harmoniques de même amplitude, de même phase à l'origine et de fréquences respectives  $f_1 = 100 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 1 \text{ kHz}$  et  $f_3 = 100 \text{ kHz}$ . Écrire  $v_e$  puis  $v_s$ .
5.  $v_e$  est maintenant un triangle de fréquence  $60 \text{ Hz}$ . Quelle est la forme de  $v_s$  ?

## Exercice 2



1. Quel type de filtre ce circuit permet-il de réaliser ?
2. Déterminer sa fonction de transfert.
3. Déterminer les pentes des asymptotes en gain BF et HF. Tracer le diagramme de Bode asymptotique.
4.  $v_e$  s'écrit comme somme de trois harmoniques de même amplitude, de même phase à l'origine et de fréquences respectives  $f_1 = 100$  Hz,  $f_2 = 1$  kHz et  $f_3 = 100$  kHz. Écrire  $v_e$  puis  $v_s$ .
5. Ce filtre peut-il avoir un comportement dérivateur ? Intégrateur ?

## Exercice 3



On donne  $R = 1.0 \text{ k}\Omega$  et  $C = 500 \text{ nF}$ .

1. Quel type de filtre ce circuit permet-il de réaliser ?
2. Déterminer sa fonction de transfert.
3. Déterminer la bande passante. Définir le facteur de qualité.
4.  $v_e$  s'écrit comme somme de trois harmoniques de même amplitude, de même phase à l'origine et de fréquences respectives  $f_1 = 100$  Hz,  $f_2 = 1$  kHz et  $f_3 = 100$  kHz. Écrire  $v_e$  puis  $v_s$ .

## Semaine 02 (23/09-27/09)

### Notions abordées :

- Mécanique du point.
- Traitement numérique du signal.

### Exercice 1

1. Définir un satellite géostationnaire et calculer son altitude.
2. Quel travail faut-il fournir pour augmenter son altitude de 50 km.

### Exercice 2

On considère un point matériel astreint à se déplacer autour d'un anneau en rotation autour d'un diamètre, à  $\omega$  constante.

Positions d'équilibre ? Stabilité ?

### Exercice 3

On cherche à graver sur un *CD* une musique. Toutefois, il existe un signal parasite à  $f_p = 42.1$  kHz.

1. Échantillonnage sur 16 bits. Quelle est la taille du fichier si la durée vaut 74 minutes.
2. Le critère de Shannon est-il vérifié ? Conséquence ?
3. Comment résoudre ce problème ?

### Exercice 4

Décrire le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique statique uniforme.

## Semaine 03 (30/09-04/10)

### Notions abordées :

- Traitement numérique du signal.
- Mécanique de MPSI.
- Dynamique en référentiel non galiléen.

### Exercice 1

Une tige rigide est en rotation uniforme autour de son axe à la pulsation  $\omega$ . Un mobile  $M$  est lié par un fil au point  $O$  situé sur l'axe à l'altitude  $h$ .

1. Démontrer la loi de composition des accélérations pour un référentiel en rotation uniforme.
2. Déterminer l'angle  $\alpha_0$  d'équilibre du mobile.
3. Étudier la stabilité de la position d'équilibre.

### Exercice 2

Un électron et un proton de même énergie cinétique sont plongés dans un champ magnétique uniforme, orthogonal à leur vitesse initiale.

1. Décrire qualitativement les trajectoires.
2. Comparer :
  - Leur vitesse.
  - Le rayon de leur trajectoire.
  - Leur période.
3. Calculer la force centrifuge subie par l'électron.

### Exercice 3

Un mobile  $M$  coulisse sans frottement sur un axe horizontal ( $Ox$ ) dans un train qui accélère avec une accélération  $A\vec{u}_x$ , le point  $O$  étant fixé à l'arrière du wagon. Entre  $O$  et  $M$  on place un ressort  $(k, l_0)$ . À  $t = 0$ ,  $x = l_0$  et la vitesse de  $M$  dans le référentiel du train est nulle.

1. Démontrer la loi de composition des accélérations dans un référentiel uniformément accéléré.
2. Établir  $x(t)$ .

MP SEMAINE 03 (30/09-04/10)

---