

 $\text{MPSI} \longrightarrow \text{MP*}$ 

# Révisions de physique-chimie

#### Pourquoi une feuille de révision?

La deuxième année est très courte (fin des cours fin mars - début avril) et vous devez effectuer un démarrage rapide au mois de septembre. Il n'est pas envisageable de mettre une à deux semaines pour « se mettre dans le bain ». Les thèmes choisis seront abordés dans les premières semaines de cours ou de TP.

#### Quand traiter les exercices?

Vous devez commencer à traiter ces exercices à partir du lundi 15 Août 2022. Un rythme de deux à trois exercices par jour est raisonnable en ayant bien revu les chapitres concernés et avoir refait des exercices de MPSI et des parties de DS ou DM. Certains exercices sont très proches du cours, d'autres moins. Ne vous laissez pas surprendre par le temps, commencez tôt vos révisions : il vous sera plus profitable de travailler moins par jour mais plus longtemps, que l'inverse.

#### Comment faire si je bloque?

- Tout d'abord, utilisez votre cours de première année et les livres dont vous disposez.
- Vérifiez si toutes les capacités exigibles du programme sont assimilées. Les programmes officiels de MPSI et de MP doivent être *imprimés* et *consultés* régulièrement quand vous révisez ou apprenez.
  - MPSI:https://prepas.org/index.php?document=71
  - MP/MP\*:https://cache.media.education.gouv.fr/file/31/08/ 5/ensecsup702\_annexes\_1417085.pdf
- En dernier recours, vous pouvez envoyer vos questions à Laurent BEAU: beau.mpstar@club.fr

## Les premières semaines en MP\*

Nous commencerons par un complément de mécanique (environ deux semaines) et nous poursuivrons par le début du programme d'électromagnétisme (électrostatique et magnétostatique). Ces parties nécessitent de **maîtriser** parfaitement les **différents systèmes de coordonnées**.

Un premier devoir surveillé de physique-chimie (4 heures) est programmé mi-spetembre. Il portera, entre autres, sur le programme de MPSI, tout particulièrement sur

- la mécanique,
- l'induction électromagnétique,
- la chimie.

Sites internet de la MP\* http://cahier-de-prepa.fr/mp\*-kerichen/

Créez un compte sur ce site avec l'adresse électronique utilisée durant l'année scolaire (évitez d'en changer en cours d'année).

Reposez-vous, profitez de vos vacances et arrivez en pleine forme et motivés à la rentrée.

> Laurent BEAU Professeur de physique-chimie MP\*



Il faut absolument maîtriser les systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques.

#### **□**1 – Systèmes de coordonnées

- 1. Schématiser les systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques et représenter les trois bases locales (sur trois schémas différents!).
- 2. Exprimer le vecteur position  $\overrightarrow{OM}$  dans chacune des bases.
- 3. Exprimer le vecteur déplacement élémentaire  $d\overrightarrow{OM} = d\overrightarrow{\ell}$  à l'aide des schémas. En déduire les expressions du vecteur vitesse dans chaque système de coordonnées.
- 4. Établir les expressions du vecteur-accélération en coordonnées cartésiennes et cylindriques (l'expression en coordonnées sphériques sera donnée en cas de besoin dans un problème).

#### □ 2 – Surfaces et volumes élémentaires

- 1. Schématiser les systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques et représenter les trois bases locales (sur trois schémas différents).
- 2. Montrer que le volume élémentaire s'écrit
  - (a)  $d\tau = dxdydz$  en coordonnées cartésiennes;
  - (b)  $d\tau = r dr d\theta dz$  en coordonnées cylindriques;
  - (c)  $d\tau = r^2 \sin \theta \, dr \, d\theta \, d\varphi$  en coordonnées sphériques.
- 3. Montrer qu'on peut définir trois surfaces élémentaires dans chaque système de coordonnées. Les exprimer et les représenter sur un schéma.
- 4. À l'aide de ces surfaces et volumes élémentaires, exprimer
  - (a) l'aire d'un disque;
  - (b) le volume d'un cylindre droit;
  - (c) l'aire d'une sphère;

- (d) le volume d'une boule;
- (e) l'aire d'une couronne de rayon intérieur *r* et d'épaisseur d*r*;
- (f) le volume d'une coquille sphérique comprise entre les sphères de rayons r et r + dr.

Ces six expressions sont à connaître par cœur.

### □ 3 – 1000 m départ arrêté

Sur la fiche technique d'un Peugeot 3008 essence 130 CH, on lit les performances suivantes

- Vitesse maximale: 188 km/h
- 0 à 100 km/h en 10,8 s
- 0 à 1000 m départ arrêté en 32,3 s
- 1. Calculer l'accélération en la supposant constante de 0 à 100 km/h.
- 2. Calculer l'accélération en la supposant constante de lors du 1000 m départ arrêté. Quelle est la vitesse qu'atteindrait alors le véhicule au bout du kilomètre? Commenter.
- 3. Le modèle d'une accélération constante du véhicule est-elle valide? Si non, comment évolue l'accélération au cours du temps?

## -`@´-

## Conseils

Ne pas confondre un point matériel et un solide.

La vitesse  $\overrightarrow{v}(M)$  d'un point matériel M de masse m dans un référentiel  $(\mathcal{R})$  a une signification et permet de définir sa quantité de mouvement  $\overrightarrow{p} = m\overrightarrow{v}(M)$  dans ce référentiel et son moment cinétique en O dans ce référentiel  $\overrightarrow{L}_O = \overrightarrow{OM} \wedge \overrightarrow{p}(M)$ ;

La « vitesse d'un solide » n'a aucun sens sauf si le solide est translation dans le référentiel d'étude.



## Rappel

La quantité de mouvement d'un système de point matériel est égale à la quantité de mouvement de son centre de masse G affecté de toute la masse m du système :

$$\vec{p} = m\vec{v}(G)$$

## ☐ 4 – Quantité de mouvement d'un système matériel

Soit deux points matériels  $M_1$  et  $M_2$  de masses respectives  $m_1$  et  $m_2$  et de vitesses respectives  $\overrightarrow{v}_1$  et  $\overrightarrow{v}_2$  dans le référentiel  $(\mathcal{R})$ . On note G le barycentre du système des deux points.

- 1. Montrer que la quantité de mouvement du système des deux points est  $\vec{p} = (m_1 + m_2)\vec{v}(G)$ .
- 2. Montrer que pour un système de N points matériels de masses  $m_i$ , la quantité de mouvement du système est  $\vec{p} = \left(\sum_{i=1}^N m_i\right) \vec{v}(G)$ .



#### `ó-Conseils

On entend souvent « j'assimile le solide à un point matériel ». C'est rarement nécessaire (tir d'un ballon de basket par exemple) et parfois impossible (pendule pesant).

La loi de la quantité de mouvement appliquée à un système s'écrit

$$\frac{\mathrm{d}\vec{p}}{\mathrm{d}t} = \vec{R}_{\mathrm{ext}}$$

où  $\overrightarrow{R}_{\text{ext}}$  est la résultante des actions extérieures s'exerçant sur le solide. Cette loi devient donc, si le système est fermé (donc de masse m constante)

$$m\vec{a}(G) = \vec{R}_{\text{ext}}$$

La connaissance des actions extérieures permet donc d'accéder au mouvement du centre de masse du système si on connait  $\overrightarrow{R}_{ext}$  (réussite du

tir d'un ballon de basket dans un champ de pesanteur) ou à  $\overrightarrow{R}_{\text{ext}}$  si on connaît le mouvement du centre de masse (pendule pesant).



## **⊘**-Conseils

Travailler avec soin le chapitre concernant le mouvement d'un solide en rotation autour d'un axe fixe orienté.

À maîtriser absolument :

- moment cinétique scalaire d'un solide en rotation autour d'un axe fixe orienté;
- moment d'une force par rapport à un point;
- moment d'une force par rapport à un axe orienté nécessitant de connaître la notion de bras de levier;
- loi du moment cinétique en un point fixe;
- loi du moment cinétique scalaire pour un solide en rotation autour d'un axe fixe orienté;
- couple, liaison pivot;
- énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe orienté;
- loi de l'énergie cinétique.

## □ 5 – Pendule simple

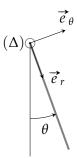
On considère un pendule simple constitué d'une masse ponctuelle m accrochée au bout d'un fil de longueur L. L'autre extrémité du fil est accrochée en un point O fixe. On néglige tout frottement et on note  $\theta$  l'angle entre la verticale descendante et le fil tendu.

- 1. Établir l'équation du mouvement du pendule en supposant le fil tendu par trois méthodes différentes.
- 2. Dans quel cas cette équation différentielle est-elle linéaire? Résoudre alors cette équation en choisissant des conditions initiales qui respectent cette linéarité.
- 3. On part de la situation suivante à l'instant t=0:  $\theta=0$  et vitesse initiale de la masse  $\vec{v}=v_0\vec{e}_r$ .

- (a) À l'aide du théorème de l'énergie mécanique, exprimer le carré de la vitesse de la masse  $v^2$  en fonction de l'angle  $\theta$  en supposant le fil tendu.
- (b) À l'aide de la loi de la quantité de mouvement, exprimer la tension du fil T en fonction de l'angle  $\theta$  en supposant le fil tendu.
- (c) Montrer que selon la vitesse  $v_0$ , le pendule adopte trois mouvements différents au cours du temps. On mettra en évidence deux vitesses critiques  $v_{c,1}$  et  $v_{c,2}$  qu'on exprimera en fonction de g et L. On décrira le comportement du pendule pour  $v_0 \leq v_{c,1}, v_{c,1} < v_0 \leq v_{c,2}$  et  $v_0 > v_{c,2}$ .

### ☐ 6 – Pendule pesant

On considère une barre homogène de masse m et de longueur L susceptible de tourner autour d'un axe  $(\Delta)$  horizontal passant par une de ses extrémités. Le moment d'inertie de la barre par rapport à l'axe  $(\Delta)$  est  $J_{\Delta} = \frac{1}{3} m L^2$ .



On supposera la liaison pivot **idéale** (ou **parfaite**) entre l'axe  $(\Delta)$  et la barre.

- 1. Donner la définition d'une liaison pivot parfaite. Quelle sont les conséquences sur le moment par rapport à  $(\Delta)$  des actions exercées par l'axe sur la barre et sur la puissance de ces actions?
- 2. Établir l'équation du mouvement du pendule
  - (a) à l'aide du théorème du moment cinétique;
  - (b) à l'aide du théorème de l'énergie cinétique.
- 3. En déduire l'action exercée  $\vec{R} = R_r \vec{e}_r + R_\theta \vec{e}_\theta$  par l'axe  $\Delta$  sur la barre.

## ☐ 7 – Oscillateur harmonique ou quasi-harmonique

Une sphère de rayon R et de masse m est suspendue à l'extrémité basse d'un ressort verticale de longueur à vide  $\ell_0$  et de raideur k. L'autre extrémité du ressort est fixe.

- 1. Quelle est la longueur du ressort à l'équilibre lorsque la bille est dans l'air?
- 2. Cette longueur à l'équilibre est-elle la même lorsque la sphère est plongée dans un liquide de masse volumique  $\mu$  et de viscosité  $\eta$ ?
- 3. Le mouvement de la bille est pseudo-périodique lorsqu'elle est plongée dans ce liquide car elle subit une force de frottement fluide

$$\vec{f} = -6\pi \eta R \vec{v}$$

lorsque la norme de sa vitesse  $\vec{v}$  est suffisamment faible.

Exprimer la viscosité  $\eta$  en fonction des caractéristiques de la sphère, de la période  $T_0$  dans l'air et de la pseudo-période T dans le fluide.

#### □ 8 – Tir basket-ball

Un joueur de basket-ball tire à une distance D du panier. Le ballon est initialement à une hauteur  $h_0=2,00$  m et le cercle à une hauteur h=3,05 m au-dessus du sol. Au lancer franc, D=4,60 m et pour un tir à trois points D>6,25 m. Le joueur impose une vitesse initial  $\overrightarrow{v}_0$  au centre de masse du ballon, faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale.

- 1. Établir l'équation de la trajectoire si on néglige les frottements exercés par l'air sur le ballon.
- 2. En prenant  $v_0 = \|\vec{v}_0\| = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , le joueur peut-il réussir un lancer franc? Un tir à trois points?
- 3. Avec la même vitesse, à quelle(s) distance(s) du panier, le joueur n'a-t-il aucune chance de marquer le panier?

#### □9 - Déflecteur

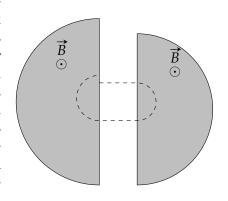
Des électrons ayant une vitesse horizontale  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{e}_x$  arrivent en O dans une région de longueur  $\ell$  où règne un champ électrique vertical  $\vec{E} = E \vec{e}_y$ . À la sortie de cette région, les électrons ont une vitesse déviée d'un angle  $\alpha$  par rapport à la vitesse d'entrée.

- 1. Déterminer  $\alpha$ .
- 2. Si on veut réaliser la même déflexion avec un champ magnétique uniforme, comment doit-il être dirigé et quelle doit être sa norme?

AN : 
$$e = 1.6 \times 10^{-19}$$
 C,  $m = 9.1 \times 10^{-31}$  kg,  $v_0 = 1.0 \times 10^6$  m·s<sup>-1</sup>,  $\ell = 50$  mm,  $E = 100$  V·m<sup>-1</sup>

#### □ 10 - Cyclotron

Les accélérateurs de type cyclotron sont constitués de deux demi-cylindres creux dénommés « dees » en anglais du fait de leur forme. Chaque dee est soumis à un champ magnétique uniforme, la direction, le sens et la valeur du champ étant les mêmes dans les deux dees. Les deux dees sont séparés par un espace où règne un champ électrique uniforme qui accélère la particule chargée.



- 1. Montrer que, dans un dee, le mouvement d'un proton est circulaire et uniforme.
- 2. Exprimer la durée de parcours dans un dee. Cette durée dépend-elle de la vitesse d'entrée du proton?
- 3. Quelle vitesse maximale peut atteindre le proton?
- 4. Pourquoi faut-il inverser le sens du champ électrique après chaque trajet dans un dee? Déterminer la fréquence de la tension à appliquer entre les dees.
- 5. Quel est le gain d'énergie cinétique du proton à chaque passage dans la zone accélératrice?
- 6. On souhaite que le proton, initialement injecté avec une vitesse nulle, fasse 500 tours avant sa sortie. Quelle différence de potentiel doit-on appliquer entre les dees?

AN :  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C,  $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$  kg, B = 0.1 T et le diamètre du plus petit dee est D = 2.0 m.



## Rappel

## Mouvements dans un champ de force centrale conservatif

Bien relire le programme officiel pour vérifier que vous maîtrisez les capacités exigibles du programme.

#### ☐ 11 – Satellite géostationnaire

- 1. Déterminer l'altitude d'un satellite géostationnaire.
- 2. On se propose d'augmenter de 50 km l'altitude d'une satellite géostationnaire de masse m=1,0 tonne. Quelle énergie faut-il fournir au satellite?
- 3. Quelle sera, sur cette orbite, sa période apparente pour un observateur terrestre?

#### ☐ 12 - Comète de Halley

La comète de Halley a une trajectoire elliptique autour du Soleil avec une période de 76 ans et la distance du point de son orbite le plus proche du Soleil est  $d_P = 0.59$  UA (1 UA = distance Terre-Soleil).

- 1. Calculer le demi grand axe de sa trajectoire.
- 2. Calculer son excentricité.
- 3. Calculer la plus grande distance de la comète au Soleil.
- 4. Calculer les vitesses maximale et minimale de la Comète dans le référentiel héliocentrique.

Indications: il n'est pas nécessaire de connaître la masse du Soleil ni la constante de gravitation pour effectuer les applications numériques. Réfléchir d'abord aux unités de distance et de temps les plus adaptées au problème et justifier la valeur de  $a^3/T^2$  dans ce système d'unités.

## ☐ 13 – Explosion d'une comète

Une comète de période T=770 ans tourne autour du Soleil en s'en approchant au plus près à une distance  $d=7,75\times 10^{-3}$  UA (1 UA = distance Terre-Soleil).

- 1. Déterminer le demi-grand axe *a* et l'excentricité *e* de l'orbite elliptique.
- 2. Déterminer les vitesse minimale et maximale de la comète dans le référentiel héliocentrique.
- 3. À son périhélie P, la comète arrive avec une vitesse  $\overrightarrow{v}_P$  et explose en deux morceaux de masses  $m_1$  et  $m_2$  partis respectivement avec les vitesses  $\overrightarrow{v}_1$  et  $\overrightarrow{v}_2$ , tels que  $|(\overrightarrow{v}_P, \overrightarrow{v}_1)| = \alpha_1 = 20^\circ$  et  $|(\overrightarrow{v}_P, \overrightarrow{v}_2)| = \alpha_2 = 50^\circ$ . La quantité de mouvement totale se conserve durant l'explosion et l'on observe que  $||\overrightarrow{v}_1|| \approx ||\overrightarrow{v}_2||$ .
  - (a) Déterminer le rapport des masses  $m_1/m_2$  puis la norme des vitesses des fragments.
  - (b) Calculer l'énergie mécanique par unité de masse pour chaque fragment et en déduire le type des nouvelles trajectoires.

#### ☐ 14 - Cristallographie CFC

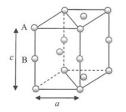
L'aluminium cristallise en un réseau cubique face centrées (CFC). On note  $M_{\rm Al}$  sa masse molaire et a son paramètre de maille.

- 1. Dessiner la maille correspondante.
- 2. Calculer la compacité de cette maille. Commenter.
- 3. Calculer la masse volumique de l'aluminium et en déduire le rayon atomique correspondant.
- 4. Définir et calculer la taille  $r_T$  d'un site tétraédrique. Les localiser et les dénombrer dans une maille CFC.
- 5. Même question pour un site octaédrique.

**Données**  $M_{Al} = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; a = 405 pm;  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

## □ 15 - Graphite

Le carbone graphite a une structure hexagonale plane et régulière. Les plans A et B sont distants de 335 pm. La distance séparant deux atomes de carbone d'un même plan est de 142 pm.



- 1. Quelle est la coordinence du carbone dans cette structure?
- 2. Déterminer la valeur des paramètres de maille a et c.
- 3. Déterminer la compacité du carbone graphite ainsi que sa masse volumique.

**Données**  $M_C = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

#### ☐ 16 - Structure CC

Le sodium cristallise dans une structure cubique centrée (CC).

- 1. Dessiner cette structure.
- 2. Déterminer le nombre d'atomes par maille ainsi que la coordinence de cette structure.
- 3. Quelle est la relation entre le paramètre de maille a et le rayon métallique r?

- 4. On déterminer la densité du sodium cristallisé  $d_{\mathrm{Na}}=0,968$  .
  - (a) En déduire le paramètre de maille et le rayon atomique du sodium.
  - (b) Comment évoluerait la masse volumique si la maille devenait plus compacte, sous l'influence de la pression par exemple?
  - (c) Déterminer la nouvelle masse volumique  $\rho'$  d'une structure CFC.

#### □ 17 – Atomistique

On s'intéressera ici à la structure électronique des atomes : H(Z=1), N(Z=7) et O(Z=8).

- 1. Préciser comment localiser l'oxygène (ligne et colonne), sans regarder la classification périodique.
- 2. Qu'entend-on par électrons de valence et électrons de cœur?
- 3. Donner la représentation de LEWIS de ces trois atomes.
- 4. Quelle est la représentation de LEWIS des molécules de dioxygène, d'ammoniac et d'eau?
- 5. Quelle est la géométrie des molécules d'ammoniac et d'eau?

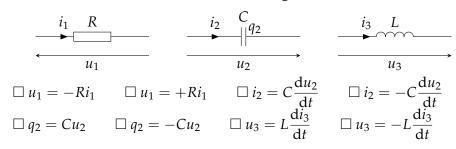
#### **□** 18 – Brome

- 1. Préciser la position de l'atome de brome dans la classification périodique. De quelle famille fait-il partie? Quel est l'ion le plus répandu dans la nature?
- 2. Donner une formule de LEWIS de l'ion bromate  ${\rm BrO_3}^-$  sachant que l'atome de brome est entouré par trois atomes d'oxygène. Même question pour l'ion perbromate  ${\rm BrO_4}^-$ .

#### Données

- Oxygène : numéro atomique Z=8, électronégativité  $\chi(O)=3,5$

#### ☐ 19 - Relations courant-tension ou charge-tension



#### □ 20 - Diviseurs de tension et de courant

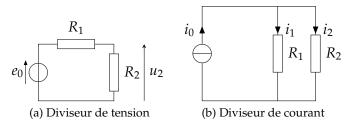


Fig 1

Ces deux configurations sont très importantes et les résultats à établir sont à connaître.

- 1. Exprimer  $u_2$  en fonction de  $e_0$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
- 2. Exprimer les deux courants  $i_1$  et  $i_2$  en fonction de  $i_0$  et des conductances  $G_1 = \frac{1}{R_1}$  et  $G_2 = \frac{1}{R_2}$ .

## Rappel

Un régime transitoire est la période de transition entre deux régimes continus.

- La tension aux bornes d'un condensateur est toujours continue.
- Le courant circulant dans une bobine est toujours continu.

## -\

#### **⊘**-Conseils

Une étude *qualitative* approfondie permet en général de prévoir le comportement d'un circuit pendant le régime transitoire. Elle doit être menée en construisant un tableau comportant les expressions de toutes les grandeurs électriques – courants dans les branches, tensions aux bornes des dipôles ,

- 1. à  $t = 0^-$ ;
- 2. à  $t = 0^+$ ;
- 3. pour  $t \to +\infty$ .

#### ☐ 21 – Lampe témoin

Dans le montage de la figure 2, le composant  $\otimes$  est une lampe – équivalente électriquement à une résistance 4R – qui ne s'allume que si la tension à ses bornes est supérieure à E/2.

Le circuit est branché depuis longtemps au moment où, à t=0, on ferme l'interrupteur K.

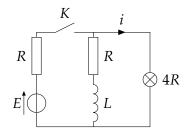


Fig 2 – Lampe témoin

- 1. Exprimer le courant i dans la lampe
  - (a) à  $t = 0^+$ , juste après la fermeture de l'interrupteur;
  - (b) lorsque le régime stationnaire est atteint.
- 2. Une fois le régime stationnaire précédent atteint, on ouvre l'interrupteur. Exprimer le courant *i* juste après cette ouverture.

3. La lampe est-elle constamment allumée pour t > 0? Pourquoi l'appellet-on « lampe témoin » ?

#### □ 22 – Condensateurs en série

Deux condensateurs de capacités respectives  $C_1$  et  $C_2$ , un résistor de résistance R et un interrupteur K se trouvent dans la même maille (fig. 3).

Pour t < 0, l'interrupteur est ouvert et un seul des condensateurs est chargé  $(Q_1(t < 0) = Q_{10}, Q_2(t < 0) = 0)$ .

On ferme l'interrupteur à l'instant t=0.

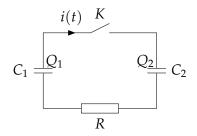
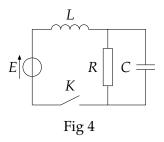


Fig 3

- 1. Prévoir *qualitativement* l'évolution temporelle des grandeurs électriques du circuit. On donnera notamment les expressions de  $Q_{1\infty}$  et  $Q_{2\infty}$  des charges  $Q_1$  et  $Q_2$  quand  $t \to +\infty$  (sans expliciter les expressions de  $Q_1(t)$  ou  $Q_2(t)$  à un instant t quelconque).
- 2. Prévoir la constante de temps  $\tau$  caractéristique de l'évolution temporelle des grandeurs électriques.
- 3. Établir l'équation différentielle vérifiée par i(t) et donner l'expression de i(t).
- 4. Exprimer  $Q_1(t)$  et  $Q_2(t)$ .
- 5. Aspect énergétique.
  - (a) Exprimer la variation d'énergie emmagasinée dans les deux condensateurs entre t=0 et  $t\to +\infty$ .
  - (b) Exprimer l'énergie reçue par le résistor entre t = 0 et  $t \to +\infty$ .
  - (c) Commenter!

## □ 23 – Régime transitoire

On considère le circuit RLC qui est alimenté par un générateur de tension continue E (fig. 4).



- 1. On ferme l'interrupteur à l'instant t = 0, le condensateur étant initialement déchargé. Établir l'équation différentielle vérifiée par le courant circulant dans la résistance R.
- 2. L'écrire sous forme canonique en introduisant le facteur de qualité Q et la pulsation  $\omega_0$ .
- 3. Déterminer la valeur de ce courant ainsi que sa dérivée à l'instant initial.
- 4. En fonction de la valeur de *Q*, déterminer l'expression de l'intensité dans les différents cas.

### ☐ 24 – Générateurs en parallèles

Deux générateurs de tension, de f.é.m.  $E_1$  et  $E_2$ , de résistances internes  $R_1$  et  $R_2$  sont branchés en parallèle.

Montrer que l'ensemble est équivalent à un seul générateur de tension dont on donnera les caractéristiques.

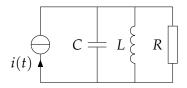


Fig 5 – Circuit bouchon

#### ☐ 25 – Puissance en régime sinusoïdal forcé

On considère un circuit RLC (fig. 5) qui est alimenté par une source de courant sinusoïdal d'intensité  $i(t) = I_0 \cos(\omega t)$ .

- 1. Exprimer l'amplitude complexe  $\underline{U}$  de la tension u(t) aux bornes du circuit en fonction de R, L, C et de  $I_0$ .
- 2. Déterminer l'amplitude  $U_m$  de u(t) et montrer que  $U_m$  passe par un maximum pour une pulsation  $\omega_0$  que l'on déterminera.
- 3. Tracer la courbe donnant  $U_m$  en fonction de  $\omega$ . Déterminer la largeur de la bande passante  $\Delta \omega$ .
- 4. Déterminer le facteur de qualité du circuit Q en fonction de R, L et C. On donne  $Q = \frac{\omega_0}{\Lambda \omega}$ .
- 5. Déterminer la puissance électrique moyenne  $\mathcal P$  fournie par la source de courant.
- 6. Montrer que cette puissance passe par un maximum. Déterminer la pulsation correspondant à ce maximum.
- 7. On pose  $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ . Montrer que la puissance  $\mathcal{P}$  s'écrit sous la forme :

$$\mathcal{P} = \frac{\mathcal{P}_{\text{max}}}{1 + A\left(x - \frac{1}{x}\right)^2}$$

Déterminer  $\mathcal{P}_{max}$  et A.

8. Déterminer la largeur  $\Delta\omega'$  de l'intervalle de pulsations telles que  $2\mathcal{P}>\mathcal{P}_{max}$ . Comparer  $\Delta\omega'$  à  $\Delta\omega$ .

#### ☐ 26 – Respect d'un gabarit de filtre

On souhaite réaliser un filtre dont les diagrammes de Bode sont ceux de la figure 6.

- 1. Lequel des deux quadripôles de la figure 7 remplit le cahier des charges ? Proposer des valeurs pour les composants de ce quadripôle.
- 2. Le signal d'entrée est  $u_e(t) = E_0 \cos(2\pi f_1 t) + \frac{E_0}{10} \cos(2\pi f_2 t) + \frac{E_0}{10} \cos(2\pi f_3 t)$  avec  $E_0 = 5$ , 0 V,  $f_1 = 300$  Hz,  $f_2 = 20$  kHz et  $f_3 = 20$  Hz. Exprimer le signal de sortie  $u_s(t)$ .

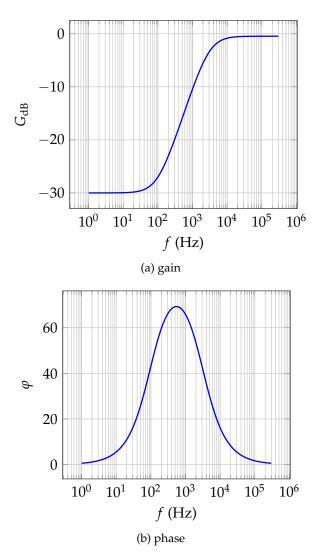
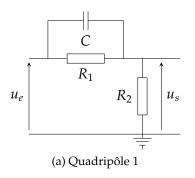


Fig 6 – Diagrammes de Bode



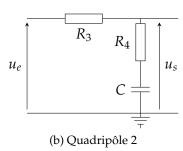


Fig 7