

DM de SPC

Ce devoir a pour but de parcourir les principales notions abordées en première année qui serviront de socle à des choses plus complexes en deuxième année. L'objectif est moins la recherche de performance comme c'est le cas en DS, que de comprendre en profondeur les concepts manipulés. Bien entendu, ce devoir ne saurait remplacer le balayage personnel du cours de première année.

En cas de difficultés, votre cours et vos TD seront une aide précieuse, mais je reste bien sûr disponible à l'adresse suivante : g.blot@cpge-brizeux.fr.

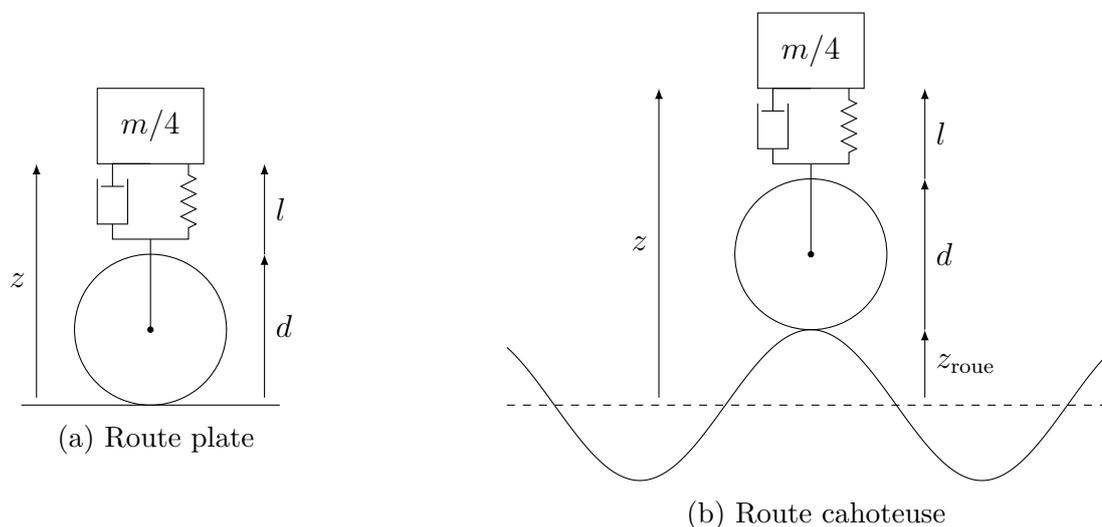
Exercice 1 - Filtre ADSL

On cherche à réaliser un filtre électronique appelé «filtre ADSL» dont le but est de supprimer les signaux ADSL tout en conservant ceux correspondant à la voix humaine. Pour simplifier, on suppose que les signaux ADSL sont sinusoïdaux de fréquence 1 MHz. On désire que le signal ADSL soit atténué d'au moins 20 dB et que la voix ne soit pas atténuée de plus de 3 dB.

1. Dresser le gabarit du filtre recherché.
2. De quel type de filtre s'agit-il ?
3. Proposer un filtre remplissant les critères demandés. Proposer des valeurs pour ses composants qui vous paraissent réalistes.
4. Quelle est l'impédance d'entrée de ce filtre ?

Exercice 2 - Amortisseur

Un amortisseur de voiture réalise la liaison entre la roue et la voiture et est constitué d'un ressort de longueur à vide $l_0 = 50$ cm et de constante de raideur k en "parallèle" duquel est fixé un piston générant une force frottement fluide $\vec{F} = -f \frac{dl}{dt} \vec{e}_z$ où l est la longueur du ressort et \vec{e}_z est un vecteur unitaire dirigé vers le haut. On note m la masse de la voiture, d le diamètre de la roue et l la longueur du ressort (voir schéma).



Pour simplifier, on étudie un seul amortisseur et on suppose qu'un quart de la masse de la voiture repose sur lui.

1. En l'absence de mouvement, quelle est la longueur du ressort ?
2. La roue étant immobile, établir l'équation différentielle vérifiée par l'altitude z de la voiture.
3. Quelle valeur de k choisir pour que le régime soit critique ?
4. La voiture roule maintenant sur une route cahoteuse et la roue oscille verticalement. Son altitude s'écrit $z_{\text{roue}} = Z_0 \sin(\omega t)$. En supposant le régime permanent établi, établir l'équation différentielle vérifiée par l'altitude de la voiture.
5. En déduire la fonction de transfert $H(w) = \frac{z}{z_{\text{roue}}}$. Quelle est la nature de ce filtre ?

Exercice 3 - Satellite

On s'intéresse à un satellite de télécommunication en orbite autour de la Terre.

1. Démontrer que le mouvement du satellite est plan.
2. Démontrer la loi des aires.
3. On suppose maintenant le mouvement circulaire. Démontrer la 3e loi de Kepler.
4. Dans quel plan et à quelle distance de la Terre faut-il positionner le satellite pour qu'il soit géostationnaire.

Exercice 4 - Réfrigérateur

On considère un réfrigérateur utilisé pour conserver plus longtemps les aliments.

1. Quelle est la source froide ? et la source chaude ?
2. Définir l'efficacité d'un réfrigérateur.
3. En raisonnant sur un cycle de Carnot, déterminer la valeur maximale que peut prendre cette valeur. Proposer une application numérique.
4. On suppose que le fluide frigorigère peut être modélisé par un gaz parfait monoatomique. Représenter le cycle de Carnot dans un diagramme (P,V) en précisant les équations de chaque portion de courbe.

Exercice 5 - Bicarbonate et eau minérale

On s'intéresse au bicarbonate¹ présent dans une eau minérale dont l'étiquette est donnée ci-dessous.

TYPICAL ANALYSIS mg/l	
CALCIUM	55
MAGNESIUM	19
POTASSIUM	1
SODIUM	24
BICARBONATE	248
CHLORIDE	37
SULPHATE	13
NITRATE	<0.1
IRON	0
ALUMINIUM	0
DRY RESIDUE AT 180°C	280
pH AT SOURCE	7.4

BEST BEFORE END: SEE BOTTLE
CONTACT US FREE

Données : $pK_a(\text{CO}_2(\text{aq})/\text{HCO}_3^-) = 6$ $pK_a(\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}) = 10$

1 H Hydrogène 1,0							2 He Hélium 4,0
3 Li Lithium 6,9	4 Be Bérylium 9,0	5 B Bore 10,8	6 C Carbone 12,0	7 N Azote 14,0	8 O Oxygène 16,0	9 F Fluor 19,0	10 Ne Néon 20,2
11 Na Sodium 23,0	12 Mg Magnésium 24,3	13 Al Aluminium 27,0	14 Si Silicium 28,1	15 P Phosphore 31,0	16 S Soufre 32,1	17 Cl Chlore 35,5	18 Ar Argon 40,0

1. Quelle est la concentration de bicarbonate (en mol/L) dans l'eau minérale ?

¹Aussi appelé hydrogénocarbonate.

2. Représenter le diagramme de prédominance des trois espèces CO_2 , CO_3^{2-} , HCO_3^- . Comment peut-on appeler l'espèce HCO_3^- ?

3. La concentration d'ions CO_3^{2-} n'est pas indiquée sur l'étiquette. Pour comprendre pourquoi, calculer leur concentration (en mol/L puis en mg/L).