



BLAISE PASCAL  
PT 2018-2019

TD 3 – Préparation à l'oral

**Lundi 27 mai**

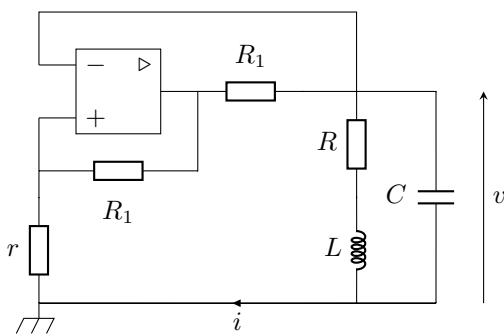
Flasher ce code pour  
accéder aux corrigés



## Annales de concours

### Exercice 1 : Oscillateur RLC à ALI

[oral banque PT, ♦♦♦]



On suppose l'ALI idéal et fonctionnant en régime linéaire.

- 1 - Justifier que le régime linéaire est possible.
- 2 - Établir une relation de proportionnalité entre  $i$  et  $v$ .
- 3 - Déterminer une équation différentielle vérifiée par  $v$ .
- 4 - À quelles conditions théoriques sur  $r$  obtient-on des auto-oscillations sinusoïdales? Quelle est leur fréquence?
- 5 - Quelle inégalité doit vérifier  $r$  pour permettre le démarrage des oscillations? Lorsque cette inégalité est vérifiée, comment l'amplitude des oscillations évolue-t-elle? Diverge-t-elle? Pourquoi?

### Exercice 2 : Ballon d'eau chaude

[oral banque PT, ♦♦♦]

Deux variantes de cet exercice ont été données ... sachant que dans la première variante les deux questions font un exercice entier à elles seules!

Le but de l'exercice est d'étudier l'isolation thermique d'un ballon d'eau chaude. Le ballon est modélisé par un cylindre creux en acier d'épaisseur  $e = 30$  mm, de hauteur  $h = 157$  cm et de rayon  $\ell = 57$  cm dont les parois planes sont parfaitement calorifugées.

Première version :

- 1 - Établir l'équation de diffusion dans la paroi du cylindre.
- 2 - En déduire le profil de température en régime permanent.

Deuxième version :

- 3 - À partir du premier principe, montrer que le flux thermique sortant d'un cylindre de rayon  $r$  ( $\ell < r < \ell + e$ ) ne dépend pas de  $r$  en régime permanent.

Questions communes aux deux versions :

- 4 - Par une analogie à préciser, en déduire la résistance thermique du ballon. La calculer numériquement.

On décide d'isoler le dispositif. Une première solution consiste à utiliser de la laine de verre d'épaisseur  $e' = 300$  mm. Une autre possibilité est de choisir du polyester d'épaisseur  $e'' = 50$  mm.

- 5 - Calculer la nouvelle résistance thermique.
- 6 - Quel est le meilleur choix?

Données : conductivités thermiques

- ▷ Acier :  $\lambda = 50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;
- ▷ Laine de verre :  $\lambda' = 0,035 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;
- ▷ Polyester :  $\lambda'' = 0,022 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

**Exercice 3 : Supraconducteur****[exemple officiel banque PT, ♦♦♦]**

- 1) Ecrire les équations de Maxwell (cas général) et l'équation de Maxwell-Ampère dans le cas stationnaire. En déduire le théorème d'Ampère.
- 2) A très basse température, certains matériaux supraconducteurs vérifient l'équation de London que l'on donne ci-dessous où  $j$  est la densité de courant et  $\lambda$  est une constante réelle positive propre au matériau considéré. Montrez que cette équation couplée à l'équation de Maxwell-Ampère vue en 1) conduit à une équation différentielle en  $B$ , équation différentielle que l'on exprimera.

$$\overrightarrow{\text{rot}} j = -\frac{1}{\mu_0 \lambda^2} \vec{B}$$

- 3) Résoudre en supposant le matériau supraconducteur d'épaisseur infinie de  $x=0$  à l'infini. Pour  $x$  négatif, on suppose l'existence d'un champ magnétique extérieur  $\vec{B}_0$ . On cherchera à exprimer le champ  $B$  en fonction de  $x$ .
- 4) On considère un tore bobiné parcouru par un courant d'intensité  $i$ . Calculer le champ  $B$  en tout point de l'espace. Forme des lignes de champ ? On moule le tout dans un matériau supraconducteur (expérience de Tonomura 1986). On envoie un faisceau d'électrons au travers du tore (selon l'axe). Sont-ils influencés en physique classique (par la force de Lorentz) ? Intérêt de cette réalisation ?
- 5) Calculer l'inductance d'un tore (à section carrée) comportant  $N$  spires, de rayon  $R$  (rayon interne) et de hauteur  $a$ .