

---

**Programme de colles**  
**du 04/11/2024 au 08/11/2024**  
**Semaine 06 - S45**

---

*Notions à maîtriser*

*En italique*

Démonstrations à  
maîtriser

En bleu

Méthodes à  
maîtriser

En gras

Exercice du TD  
correspondant

En gras et en  
orange

---

**Physique EM02 : Dipôle électrostatique (Cours + Exercices)**

*Voir programme précédent.*

**Physique EM03 : Magnétostatique (Cours + Exercices)**

*Voir programme précédent.*

Méthode d'application du théorème d'Ampère pour les problèmes à haut degré de symétrie.

Distributions étudiées :

- fil infini de section non nulle (câble infini)
- solénoïde infini (ou sans effets de bords)

**Savoir appliquer le théorème d'Ampère à une distribution de haut degré de symétrie pour déterminer le champ magnétostatique créé : ex. 1, ex. 2, ex. 3, ex. 4, ex. 8, ex. 10**

Dipôle magnétostatique :

*Cas d'une boucle de courant plane. Moment dipolaire magnétostatique  $\vec{m}$ .*

*Symétries / invariances. Repère d'étude approprié. Analogies avec le dipôle électrostatique.*

*Expression du champ dipolaire magnétostatique dans l'approximation dipolaire (par analogie).*

*Carte de champ dipolaire magnétostatique (rappel MPSI).*

**Connaître l'allure d'une carte de champ dipolaire magnétostatique.**

**Savoir identifier les symétries/invariances du champ dipolaire magnétostatique.**

**Savoir exprimer le champ dipolaire magnétostatique par analogie avec celle du champ dipolaire électrostatique : ex. 6**

*Rappels sur la force de Lorentz et les forces de Laplace (élémentaire ou non).*

*Énergie potentielle d'interaction. Expression admise dans le cas d'un champ extérieur quelconque.*

*Actions exercées par un champ extérieur non uniforme : approximation sur les variations spatiales du champ extérieur.*

*Expressions admises de la résultante (à partir de  $E_p$ ) et du couple de forces.*

*Généralisation de l'action d'un champ magnétostatique sur un dipôle magnétostatique.*

*Attraction vers les zones de champs intenses d'un dipôle aligné sur le champ (admis).*

*Positions d'équilibre de rotation d'un dipôle.*

**Savoir établir l'expression des forces de Laplace exercées par un champ magnétostatique sur une boucle de courant : ex. 7, ex. 9**

**Savoir étudier les actions exercées par un champ quelconque sur un dipôle à l'aide de formules admises ou fournies : ex. 6, ex. 9**

## Physique TH01 : Diffusion thermique (Cours uniquement)

Caractéristiques principales des types d'échanges thermiques : conduction, convection, rayonnement.  
Flux thermique  $\phi_{th}$  comme débit de transfert thermique. Flux thermique sortant/entrant d'un système.  
Vecteur densité de flux thermique  $\vec{j}_{th}$ . Flux thermique à travers une surface quelconque.  
Lien entre transfert thermique reçu/fourni, flux entrant/sortant et orientation de  $\vec{dS}$ .

Loi de Fourier : énoncé, limites de validité.

Conductivité thermique  $\lambda$  d'un matériau. *Dimension, unité SI.*

Ordres de grandeur : acier, verre, air au repos, eau au repos.

### Savoir estimer l'ordre de grandeur de la conductivité d'un matériau condensé.

Équation locale de bilan thermique : hypothèses de travail sur le milieu/sur les transferts.

Différences de modélisation entre transferts surfaciques et sources volumiques.

*Bilan local 1D et unidirectionnel le long d'un axe (en coordonnées cartésiennes).*

*Bilan local 1D pour un transfert radial en coordonnées cylindriques.*

*Bilan local 1D pour un transfert radial en coordonnées sphériques.*

*Équation locale de bilan thermique 1D.*

Généralisation *admise* à la présence de sources volumiques.

Opérateur divergence, théorème de Green-Ostrogradski : énoncé, interprétation de  $\text{div } f$ .

Généralisation *admise* de l'équation locale à une géométrie quelconque en présence de sources.

### Savoir effectuer un bilan thermique local 1D dans tout système de coordonnées : **ex. 2, ex. 6, ex. 7, ex. 8, ex. 9**

### Savoir utiliser l'expression généralisée fournie du bilan thermique local.

Équation de diffusion thermique 1D avec/sans sources dans chaque cas 1D étudiée précédemment.

*Démonstrations, expressions, interprétation.*

Coefficient de diffusion thermique  $D$  d'un matériau : expression, *dimension, unité SI.*

Opérateur laplacien : relation entre  $\Delta f$  et  $\overrightarrow{\text{grad}} f$ , expression en coordonnées cartésiennes.

Généralisation *admise* de l'équation de diffusion thermique à une géométrie quelconque à l'aide de l'opérateur laplacien.

### Savoir établir l'équation de diffusion thermique 1D dans tout système de coordonnées : **ex. 2, ex. 7, ex. 8, ex. 9**

### Savoir utiliser l'expression généralisée fournie de l'équation de diffusion thermique.

Temps  $\tau$  et longueur  $L$  caractéristiques de diffusion thermique : définition, analyse en ordre de grandeur, *relation entre  $\tau, L$  et  $D$ .*

### Savoir déterminer une durée caractéristique de diffusion thermique connaissant la taille caractéristique d'un système (et inversement) par une analyse en ordre de grandeur : **ex. 3, ex. 4, ex. 7**