Programme de colles
du 09/11/2026 au 13/11/2026
Semaine 07 - *S46*

Notions à maîtriser	Démonstrations à maîtriser	**Méthodes à maîtriser**	**Exercice du TD correspondant**
En italique	En bleu	**En gras**	**En gras et en orange**

Physique EM03 : Magnétostatique (Cours + Exercices)

Voir programme précédent.

Physique TH01 : Diffusion thermique (Cours + Exercices)

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

Loi de Fourier : énoncé, limites de validité.
Conductivité thermique λ 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 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 Δf et $\overrightarrow{grad}\, f$, 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 τ et longueur L caractéristiques de diffusion thermique : définition, analyse en ordre de grandeur, relation entre τ, 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

Nécessité de conditions aux limites pour résoudre l'équation de diffusion.

Interface entre 2 solides en contact thermique parfait : description, continuité sur T et $\vec{j_{th}}$ à l'interface.

Interface solide-fluide : loi de refroidissement de Newton. Coefficient de transfert thermique de surface ("conducto-convectif") h : définition, paramètres d'influence.

Savoir établir les conditions aux limites dans un problème de diffusion thermique 1D.

Cas du transfert unidirectionnel sans sources en régime stationnaire : conséquence sur le champ de température, sur le vecteur densité de flux, sur le flux pour une section constante.

Notion de résistance thermique : analogie électrocinétique, définition, expression dans le cas d'une portion de conducteur de longueur L et de section S.

Association série/parallèle de conducteurs thermiques. Lois d'association des résistances thermiques.

Savoir résoudre l'équation de diffusion thermique 1D en régime stationnaire : ex. 2, ex. 3, ex. 7

Savoir exploiter le bilan thermique local 1D en régime stationnaire : ex. 2, ex. 3, ex. 5, ex. 6, ex. 7

Savoir exploiter la résistance thermique des matériaux dans un problème de diffusion stationnaire : ex. 1, ex. 3, ex. 4

Les résistances thermiques dans le cas des transferts radiaux ne sont pas explicitement au programme mais peuvent faire l'objet d'un exercice guidé.

Physique EM04 : Équations de Maxwell (Cours uniquement)

Conservation de la charge : postulat, bilan local 1D de charge, généralisation admise.

Définition d'un champ électromagnétique variable.

Équations locales de Maxwell dépendantes du temps : Maxwell-Gauss (MG), Maxwell-Faraday (MF), Maxwell-Flux (Mϕ), Maxwell-Ampère (MA).

Propriétés : linéarité, lien aux sources de champ EM, indissociabilité de $\vec{E}$ et $\vec{B}$ en régime variable.

Relation entre permittivité électrique, perméabilité magnétique et célérité de la lumière dans le vide.

Compatibilité avec la conservation de la charge.