PROGRAMME DE COLLE 6
Semaine du 9 novembre 2026

Chapitre T2 - Diffusion de particules

Exercices uniquement.

Ce qu'il faut savoir faire en exercice :

- Effectuer un bilan local de particules adapté au problème considéré : choix des coordonnées, présence ou non d'un terme source, simplification en régime stationnaire ou quasi stationnaire.
- Exploiter l'équation de la diffusion pour déterminer un temps caractéristique de diffusion.
- Injecter une forme proposée de $n(P,t)$ dans l'équation de diffusion afin de la résoudre. Bien exploiter les conditions initiales (fournies par l'énoncé) et/ou aux limites (celles fournies par l'énoncé + la continuité du flux).
- Vérifier *a posteriori* la validité d'une hypothèse de régime quasi stationnaire.

Chapitre T3 - Diffusion thermique

Questions de cours et exercices.

Questions de cours :

- Équation de la diffusion thermique : définition et unité de D, ordre de grandeur de D pour l'eau, l'air et le cuivre, irréversibilité de la diffusion, ordre de grandeur du temps typique de diffusion.
- Conditions aux limites. Donner celle imposée par la continuité du flux thermique puis celles associées aux modèles suivants : contact thermique parfait, transfert conducto-convectif, parois calorifugées.
- Résistances thermiques : conditions d'utilisation et définition.
- Établir l'expression de la résistance thermique d'un barreau cylindrique (longueur L, section S, conductivité thermique λ) calorifugé latéralement.
- Associations de résistances thermiques : expliquer dans quel cas on les associe en série et dans quel cas on les associe en parallèle. Exprimer la résistance thermique équivalente dans les deux cas.
- ARQP (ou ARQS) thermique : préciser quel temps doit être négligeable devant quel temps. Soient un thermostat à T_1 et un système Σ de capacité thermique C_Σ et de température supposée uniforme $T_2(t)$, échangeant de la chaleur uniquement entre eux, *via* une résistance thermique R_{th}. Établir l'équation différentielle satisfaite par $T_2(t)$ et faire l'analogie avec un circuit RC.
- Ondes thermiques. On considère un milieu semi-infini (occupant les $z \geqslant 0$, caractérisé par λ, ρ, c, sans termes sources) auquel on impose $T(z=0,t) = T_0 + T_1\cos(\omega t)$. On cherche $T(z,t) = T_0 + \text{Re}(\underline{f}(z,t))$ avec $\underline{f}(z,t) = A\exp(\omega t - \underline{k}z)$. Établir la relation entre $\underline{k}^2$ et ω (relation de dispersion), expliquer quelle expression de $\underline{k}$ on conserve, et en déduire $T(z,t)$. Commenter l'atténuation et le déphasage.

Ce qu'il faut savoir faire en exercice :

- Effectuer un bilan local d'énergie interne ou d'enthalpie adapté au problème considéré : choix des coordonnées, présence ou non d'un terme source, simplification en régime stationnaire ou quasi stationnaire.
- Exploiter l'équation de la diffusion pour déterminer un temps caractéristique de diffusion.
- Injecter une forme proposée de $T(P,t)$ dans l'équation de diffusion afin de la résoudre. Bien exploiter les conditions initiales (fournies par l'énoncé) et/ou aux limites (celles fournies par l'énoncé, éventuels contacts thermiques parfaits + la continuité du flux).
- Vérifier *a posteriori* la validité d'une hypothèse de régime quasi stationnaire.
- Dans le cadre du régime stationnaire ou quasi stationnaire, utiliser les résistances thermiques et leurs associations.

Chapitre EM1 - Propriétés du champ électromagnétique

Questions de cours uniquement (pas de TD spécifique associé à ce chapitre).

Questions de cours :

- Soit une distribution de charges et courants admettant un plan de symétrie Π_S. Expliquer ce que cela signifie, et donner (la démonstration a été faite en classe mais n'est pas exigible) les conséquences pour les champs $\overrightarrow{E}$ et $\overrightarrow{B}$ créés par la distribution. Même question si la distribution de charges et courants admet un plan d'antisymétrie Π_A.
- Soit un champ vectoriel $\overrightarrow{U}$ admettant un plan de symétrie Π_S : montrer qu'en tout point M **appartenant au plan** Π_S, $\overrightarrow{U}(M)$ est inclus dans le plan Π_S. Soit un champ vectoriel $\overrightarrow{U}$ admettant un plan d'antisymétrie Π_A : montrer qu'en tout point M **appartenant au plan** Π_A, $\overrightarrow{U}(M)$ est orthogonal au plan Π_A.
- Citer les quatre équations de Maxwell, les nommer, et donner leur simplification dans le cas particulier du régime stationnaire.

Chapitre EM2 - Électrostatique

Questions de cours uniquement.

Questions de cours :

- À partir de l'équation de Maxwell-Gauss, établir le théorème de Gauss.
- À partir de l'équation de Maxwell-Faraday en régime stationnaire, montrer que le champ électrostatique $\overrightarrow{E}$ est à circulation conservative. Justifier également l'existence du potentiel électrique V et donner la relation entre $\overrightarrow{E}$ et V.
- Établir l'équation de Poisson pour le potentiel électrostatique.
- Définir une ligne de champ, un tube de champ et détailler les propriétés topographiques des lignes de champ, notamment vis-à-vis du potentiel.
- Montrer que dans une région vide de charges, $\overrightarrow{E}$ est à flux conservatif et en déduire l'évolution de la norme de $\overrightarrow{E}$ losque les lignes de champ se resserrent et lorsqu'elles s'écartent.
- Déterminer $\overrightarrow{E}$ et V créés par une charge ponctuelle.
- Déterminer $\overrightarrow{E}$ et V créés par une boule uniformément chargée en volume.
- Déterminer $\overrightarrow{E}$ et V créés par une sphère uniformément chargée en surface.
- Déterminer $\overrightarrow{E}$ et V créés par un fil rectiligne de longueur infinie, porteur d'une densité linéique de charge uniforme.
- Déterminer $\overrightarrow{E}$ et V créés par un cylindre plein, de longueur infinie, uniformément chargé en volume.
- Déterminer $\overrightarrow{E}$ et V créés par un plan infini uniformément chargé en surface.