Exercice 1 *Terme de Chern-Simons*

Montrez que l'invariant de Lorentz $F_{\mu\nu}\mathcal{F}^{\mu\nu}$ construit dans la série précédente peut s'écrire comme une dérivée totale, i.e. $F_{\mu\nu}\mathcal{F}^{\mu\nu} = \partial_\mu C^\mu$.

- Donnez l'expression du vecteur C^μ appelé terme de Chern-Simons.
- Montrez comment C^μ se transforme sous la transformation de jauge $A_\mu \to A_\mu + \partial_\mu \alpha$.

Exercice 2 *Electrostatique macroscopique*

Soit une sphère conductrice de rayon R_1 chargée électriquement d'une charge Q. La sphère est entourée du vide. Une couche diélectrique de permittivité ϵ se trouve entre la distance $R_2 > R_1$ et $R_3 > R_2$.
Calculer l'induction électrique $\mathbf{D}$, le champ électrique $\mathbf{E}$ et la polarisation $\mathbf{P}$ en chaque point de l'espace. Trouver les densités de charge libre ρ et microscopique $< \eta >$.

Exercice 3 *Magnétostatique macroscopique*

Considérer un cylindre métallique infini de rayon a parcouru par un courant I. Le cylindre est entouré par un isolant de perméabilité μ. Une surface cylindrique métallique de rayon $b > a$ conduit un courant I dans la direction opposée.
Calculer le champ magnétique $\mathbf{H}$, l'induction magnétique $\mathbf{B}$ et l'aimantation $\mathbf{M}$ en chaque point de l'espace. Trouver le courant de surface et le courant microscopique.

Exercice 4 *Diélectrique anisotrope*

On place une charge électrique dans un diélectrique anisotrope de permittivité $\epsilon_{ij} = \epsilon_{ji}$. Calculer le potentiel ϕ créé par cette charge ainsi que la polarisation $\mathbf{P}$ induite et la densité moyenne $\langle \eta \rangle$ des charges microscopiques du diélectrique.