Isabelle Bricaud : i.bricaud@yahoo.fr
Benoît Malet: maletbenoit@yahoo.fr
Pierre Salles : lycee.salles@laposte.net
Valérie Hoornaert : vhoornaert@gmail.com
Pascal Olive : psi1montaigne@gmail.com
François Lelong : psi2phch@gmail.com
Jérôme Fanjeaux : jerome.fanjeaux@free.fr

PSI2. PHYSIQUE. Semaine de colle 12, du lundi 15 au vendredi 19 décembre 2025.

Théorème de Gauss en électrostatique et gravitation. *Enoncé et utilisation. Lien avec la gravitation, th de Gauss en gravitation.*
Il n'est intéressant que pour des systèmes qui ont suffisamment de symétries et d'invariances.
Les plans de symétrie permettent de trouver la direction du champ (Ex: $\vec{E}(M) = E(r,\theta,z)\vec{e}_r$)
Les invariances de la distribution de charge permettent de simplifier la dépendance spatiale du champ (Ex : $E(r,\theta,z) = E(r)$)
Les cas vus en cours doivent être maîtrisés :

a)Symétrie sphérique (liaison importante avec la gravitation).
b)Symétrie cylindrique (fil , câble)
c)Symétrie plane (plan z=0 chargé uniformément).

Pour ce dernier cas, le résultat $\vec{E}(M) = signe(z)\frac{\sigma}{2\varepsilon_o}\vec{e}_z$ devrait être connu car son obtention est longue et permet ensuite de construire le condensateur plan et de calculer sa capacité : $C = \varepsilon_o S/d$ avec notations ad hoc.
Calcul de capacités (notamment condensateur plan).
On relie qualitativement une discontinuité de champ à la présence d'une charge surfacique.

Théorème d'Ampère. *Même méthode que pour le théorème de gauss : symétries et invariance pour simplifier l'écriture du champ magnétique. Choix du contour pour rendre possible le calcul de la circulation. VOIR le courant enlacé.*
Il faut maîtriser :

le câble rectiligne infini (câble coaxial) ,
le solénoïde infini d'axe Oz : $\vec{B}(M) = \mu_o n i \vec{e}_z$ uniforme à l'intérieur du solénoïde, nul en-dehors
le plan infini (z=0) avec courants surfaciques : $\vec{B}(M) = signe(z).\frac{\mu_o}{2}\vec{j}_s \wedge \vec{e}_z$

Les deux dernières formules sont à connaître, car longues à réobtenir.
Intégration directe des formes locales (MG et MA) à la place des deux théorèmes.

Application importante : *Le câble coaxial.*

Relations de continuité à fournir . *Les discontinuité de champ doivent être associées à la présence de charges ou courant surfacique. Les relations doivent être fournies. Cependant, à la traversée d'un plan, les composantes tangentielles du champ électrique et la composante normale du champ magnétique sont continues.*

Passage à l'électrodynamique

Dans le cas statique,
MA s'écrit : $\overrightarrow{rot}(\vec{B}) = \mu_o\vec{j}$ qui donne $\oint_{contour}\vec{B}.d\vec{\ell} = \mu_o \iint_{surface}\vec{j}.\vec{n}dS = \mu_o I_{enlacé}$
En dynamique , il faut tenir compte du courant de déplacement :
MA s'écrit : $\overrightarrow{rot}(\vec{B}) = \mu_o(\vec{j}+\vec{j}_d)$ qui donne $\oint_{contour}\vec{B}.d\vec{\ell} = \mu_o \iint_{surface}(\vec{j}+\vec{j}_d).\vec{n}dS$
Voir exercice sur le condensateur en régime variable.
En-dehors des distributions de charges et courants, le champs électromagnétique est une onde.
Utilisation des relations de Maxwell pour obtenir un champ magnétique à partir d'un champ électrique fourni ou l'inverse.

Aspect énergétique.

Densité d'énergie électromagnétique $u_{em} = u_e + u_m = \varepsilon_o\frac{E^2}{2} + \frac{B^2}{2\mu_o}$ en J.m^{-3}.
Vecteur de Poynting $\vec{\Pi} = \vec{E} \wedge \frac{\vec{B}}{\mu_o}$ en W.m^{-2}. Donne la direction et le sens de la propagation de l'énergie.
L'équation de conservation de l'énergie est : $div(\vec{\Pi}) + \vec{j}.\vec{E} + \frac{\partial u_{em}}{\partial t} = 0$.

Prop : la puissance traversant une surface S orientée est égale au flux du vecteur de Poynting à travers cette surface.
On peut obtenir l'autoinductance L d'une bobine de N spires, de longueur ℓ , de section droite S :

$$L \approx \frac{\mu_o S N^2}{\ell}$$

Wie Gott in Frankreich.