

EM3 – Exemples de champs électrostatiques

5.2.2 Exemples de champs électrostatiques		
Plan infini uniformément chargé en surface.	Établir l'expression du champ créé par un plan infini uniformément chargé en surface.	Partie qui sort souvent aux oraux des concours.
Condensateur plan. Capacité. Densité volumique d'énergie électrostatique.	Établir l'expression du champ créé par un condensateur plan. Déterminer l'expression de la capacité d'un condensateur plan. Citer l'ordre de grandeur du champ disruptif dans l'air. Déterminer l'expression de la densité volumique d'énergie électrostatique dans le cas du condensateur plan à partir de celle de l'énergie du condensateur.	Le théorème de Gauss mal appliqué est fortement sanctionné au concours.
Énergie de constitution d'un noyau atomique modélisé par une boule uniformément chargée.	Exprimer l'énergie de constitution d'un noyau en construisant le noyau par adjonction progressive de charges apportées de l'infini.	
5.2.3 Analogies avec le champ gravitationnel		
Analogies entre champ électrostatique et champ gravitationnel.	Utiliser les analogies entre les forces électrostatique et gravitationnelle pour déterminer l'expression de champs gravitationnels.	Il faut autant savoir l'appliquer que celui sur l'électrostatique.

I – Méthodes de calcul du champ $\vec{E}$

I-1) Les différentes méthodes

I-2) Etude des symétries et invariances

I-3) Exemple : Distribution cylindrique

- a) Fil infini
- b) Cylindre infini chargé volumiquement
- c) Cylindre infini chargé surfaciquement

II - Champ électrostatique créé par un plan chargé

II-1) Distribution volumique

- a) Théorème de Gauss
- b) Equation de Maxwell-Gauss

II-2) Distribution surfacique

- a) Calcul du champ
- b) Calcul du potentiel
- c) Discontinuité de E

II-3) Le condensateur plan

- a) Champ électrique
- b) Le potentiel :
- c) Capacité
- d) Energie du condensateur

III – Champ électrostatique créé par une boule chargée uniformément

III-1) Champ et potentiel électrostatique

III-2) Energie de constitution du noyau

- a) Analyse dimensionnelle
- b) Calcul de E_{Noyau}

IV – Champ de gravitation

IV-1) Analogie avec le champ électrostatique

IV-2) Théorème de Gauss de la gravitation

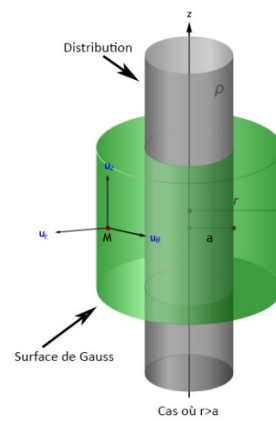
IV-3) Champ gravitationnel d'un astre sphérique

V – Ecoulement irrotationnel

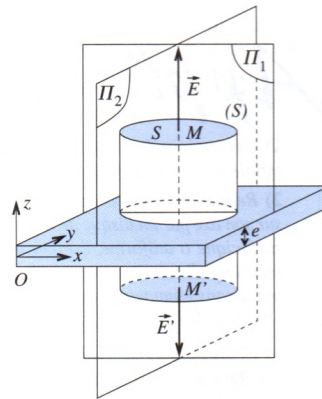
V-1) Analogie électrostatique

V-2) Fil infini

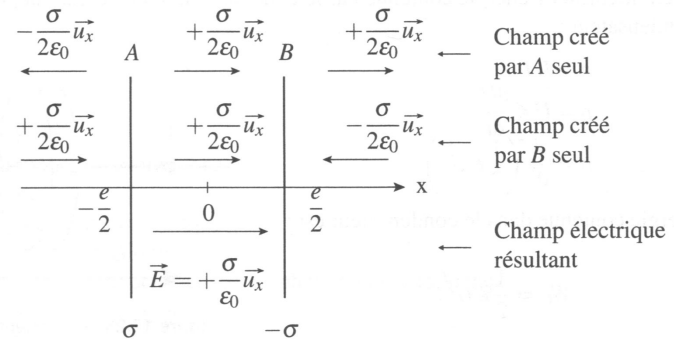
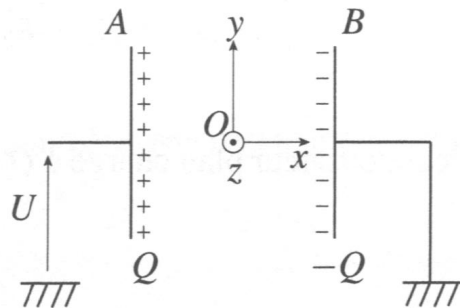
I-3) Exemple : Distribution cylindrique



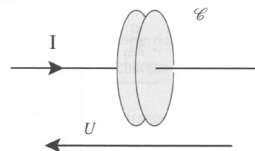
II-1) Distribution volumique



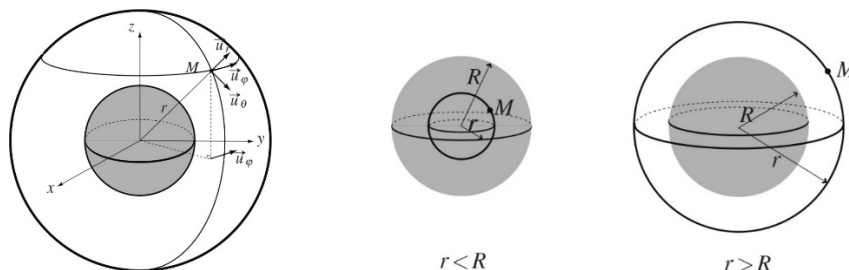
II-3) Le condensateur plan

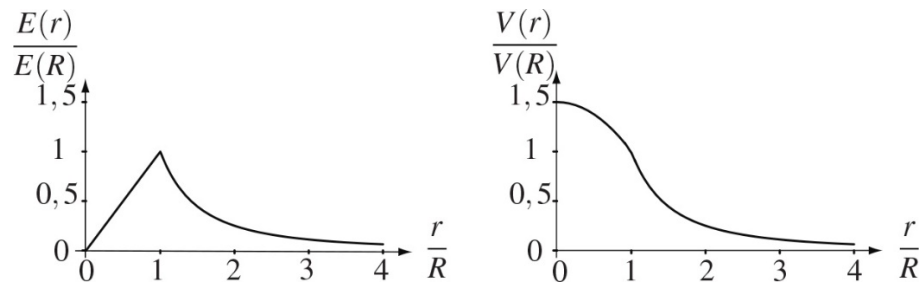
Quelques valeurs de ϵ_r :

Matériau	Paraffine	Porcelaine	Bakélite	Plexiglas	Air (sec)
ϵ_r	2,2	5 à 6	5 à 6	3,3	1



III-1) Champ et potentiel électrostatique





IV-1) Analogie avec le champ électrostatique

Analogie		
Type	Electrostatique	Gravitationnel
Sources	$q_1 \text{ et } \rho$	$m_1 \text{ et } \mu$
Force : $\vec{F}_{1 \rightarrow 2}$	$\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$	$-\frac{G m_1 m_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$
Constante :	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	$-G$
Champ :	$\frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$	$-\frac{G m_1}{r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$
Théorème de Gauss :	$\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}_{ext} = Q_{int} / \epsilon_0$	$\oiint_S \vec{g} \cdot d\vec{S}_{ext} = -4\pi G M_{int}$
Maxwell-Gauss :	$\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	$\text{div } \vec{g} = -4\pi\mu G$

V-1) Analogie électrostatique

	Electrostatique	Ecoulement irrotationnel et incompressible
Irrotationnel	$\vec{rot} \vec{E} = \vec{0}$	$\vec{rot} \vec{v} = 2 \vec{\Omega} = \vec{0}$
Incompressible et zone absente de sources	$\text{div } \vec{E} = 0$	$\text{div } \vec{v} = 0$
Théorème de Gauss	$\oiint_S (\epsilon_0 \vec{E}) \cdot d\vec{S} = Q_{int}$	$\oiint_S \vec{v} \cdot d\vec{S} = D_v$
Champ	$\epsilon_0 \vec{E}$	$\vec{v}$
Sources	Q_{int}	D_v
Potentiel	$\vec{E} = -\vec{grad} V$	$\vec{v} = \vec{grad} \phi$
Equation de Laplace	$\Delta V = 0$	$\Delta \phi = 0$
Symétries	Les propriétés de symétrie de $\vec{E}$ se retrouvent pour ce type d'écoulement. - Plan de symétrie des sources : $\vec{v}$ est dans ce plan. - Plan d'antisymétrie des sources : $\vec{v}$ est orthogonal.	

V-2) Fil infini

