

TD EM14 : Conducteurs et condensateurs

Exercice 1 : capacité du condensateur plan

Soit deux armatures métalliques parallèles de surfaces S égales, supposées très grandes devant l'épaisseur e entre les armatures.

Ces armatures sont placées dans le vide.

Établir, en fonction de S et e , l'expression de la capacité du condensateur plan ainsi formé.

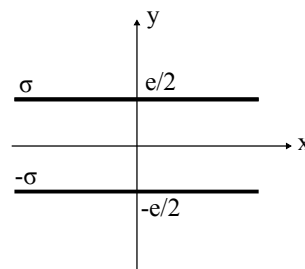


FIGURE 1 – Condensateur plan

Exercice 2 : un condensateur plan d'épaisseur variable

Soit un condensateur plan constitué de deux armatures placées perpendiculairement à l'axe Ox . L'armature positive porte la charge $+Q$ et est située à l'abscisse $x = 0$; l'armature négative est située à l'abscisse $x = e$. On note U la tension positive établie entre ces armatures. On connaît, depuis l'exercice 1, l'expression de la capacité du condensateur plan.

1. Le condensateur étant isolé (la charge des armatures reste constante), on déplace l'armature négative de l'abscisse e à l'abscisse $e + h$. Établir l'expression de la nouvelle tension U' qui s'établit entre les armatures.
2. Quel travail fournit l'opérateur lors de ce déplacement ?
3. Quelle est la variation d'énergie potentielle du condensateur quand il passe de sa position initiale à sa position finale ? Conclure.

Exercice 3 : le condensateur cylindrique

Soit un condensateur cylindrique composé d'une armature cylindrique positive de rayon R_1 de hauteur h portant la charge $+Q$ entouré d'une armature cylindrique négative de rayon $R_2 (>R_1)$ de hauteur h portant la charge $-Q$.

Les armatures portent une densité surfacique de charge uniforme (σ).

On suppose que l'espace inter-armatures est faible et qu'à ce titre, les surfaces des armatures sont égales.

On donne les expressions du champ électrique créé par un cylindre uniformément chargé en surface :

$$\vec{E}(r < R) = \vec{0} \qquad \vec{E}(r > R) = \frac{\sigma R}{\epsilon_0 r} \vec{u}_r \qquad (22)$$

dans un système de coordonnées cylindriques.

1. Trouver l'expression du champ électrique total qui règne dans l'espace entre-armatures.
2. Calculer la circulation du champ \vec{E} le long d'un chemin "intéressant" entre R_1 et R_2 .
3. Quelle relation existe entre la circulation de \vec{E} et le potentiel ?
4. Connaissant la relation entre la charge, la tension et la capacité, en déduire la capacité de ce condensateur en fonction de h , R_1 et R_2 .