

TD 4

Énergie d'un ensemble de 9 charges discrètes, énergie de distributions continues, analogie champ électrique - champ de gravité

Exercice 1

Une maille cristallographique centrée est constituée de 8 charges $-e$ placées au sommet d'un cube d'arête a et d'une charge $+2e$ au centre du cube. Déterminer l'énergie de ce système de 9 charges.

Exercice 2

Déterminer l'énergie électrique d'une sphère de rayon R , de charge totale Q , chargée uniformément en surface par intégration de la densité volumique d'énergie.

Déterminer l'énergie électrique d'une sphère de rayon R , de charge totale Q , chargée uniformément en volume par intégration de la densité volumique d'énergie.

Comparer ces deux énergies et interpréter.

Exercice 3

- Déterminer l'énergie stockée dans l'espace inter-armature d'un condensateur sphérique.
- Déterminer l'énergie stockée dans l'espace inter-armature d'un condensateur cylindrique, par unité de longueur.

Exercice 4

Dans cet exercice, on s'intéresse à l'énergie propre de gravitation d'une étoile de masse M assimilée à une sphère de rayon R de masse volumique ρ supposée uniforme. Il s'agit de s'appuyer sur l'analogie formelle entre force de gravité et force de Coulomb.

4.1. En s'appuyant sur le calcul de l'énergie électrique d'une sphère chargée uniformément en volume fait en TD, montrer que l'énergie propre de gravité d'une étoile s'écrit :

$$W_g = k G \frac{M^2}{R}$$
 où $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ est la constante universelle de gravitation. On prendra garde au signe de la constante adimensionnelle k qu'on justifiera.

4.2. Application numérique approximative : Pour le soleil, $M = 2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ et

$R = 7 \cdot 10^5 \text{ km}$, calculer W_g