

## Exercices - Série 4

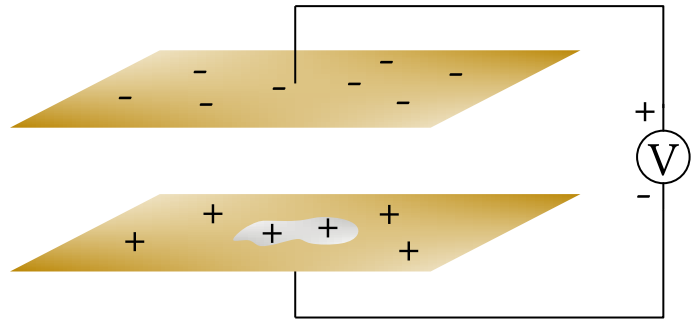
### Exercice 1 Condensateur Terre-nuages - niveau 1

Lors d'un orage, la différence de potentiel entre la Terre et les nuages peut atteindre  $3.5 \times 10^7$  V. On considère des nuages à une hauteur de 1.5 km et couvrant une surface de  $110 \text{ km}^2$ . Dans ces circonstances, on peut modéliser le système Terre-nuages comme un condensateur plan.

- Calculez la capacité de ce système ( $\epsilon_{r,air} = 1$ ).
- Calculez la charge stockée dans chaque 'plaque' de ce système.
- Calculez l'énergie stockée dans ce 'condensateur'.
- Un éclair durant 0.2 s est intercepté par un paratonnerre. Supposant que la totalité de l'énergie stockée dans ce système est libérée par l'éclair, calculez la puissance moyenne reçue par le paratonnerre.

### Exercice 2 "Lévitiation" électrostatique - niveau 2

Un morceau d'une feuille d'aluminium est posé (donc en contact) sur la plaque inférieure de deux plaques horizontales et parallèles d'un condensateur plan. Si vous appliquez une différence de potentiel entre ces deux plaques (par exemple pôle négatif sur la plaque supérieure, pôle positif sur la inférieure), un champ électrique est généré entre les deux plaques. Ce champ génère une force de Coulomb sur l'aluminium, orientée vers le haut, donc qui s'oppose à la force de gravité. Si le potentiel appliqué est tel que la force électrostatique égalise la force de gravité, le morceau d'aluminium commence à léviter.



Montrez que le potentiel  $V$  qui vérifie cette condition est donné par :

$$V^2 = \frac{2\rho g d^2 h}{\epsilon_0} \quad (1)$$

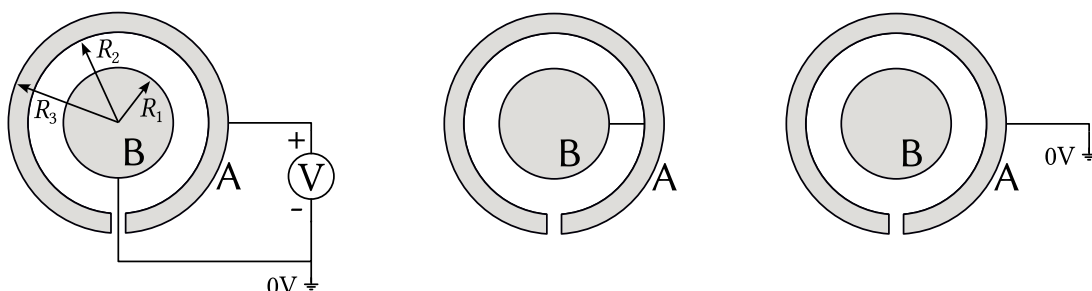
avec  $\epsilon_0$  la permittivité électrique du vide,  $\rho$  la densité de l'aluminium,  $h$  l'épaisseur de la feuille d'aluminium,  $g$  l'accélération de gravité, et  $d$  la distance entre les deux plaques.

Remarques :

- Si vous utilisez la loi de Gauss, justifiez-le.
- Écrivez la force de Coulomb et la force de gravité comme forces par unité de surface.

### Exercice 3 Sphères concentriques - niveau 3

Une sphère conductrice de rayon  $R_2 = 40$  cm et  $R_3 = 60$  cm, contient une sphère conductrice  $B$  concentrique, de rayon  $R_1 = 20$  cm. Les deux sphères sont connectées à un générateur de tension  $V_0 = 900$  V.



- a) Déterminez la valeur et le signe des charges  $q_1$ ,  $q_2$ , et  $q_3$  qui se trouvent sur les trois surfaces.

A un certain moment, le générateur est débranché.

- b) Calculez la variation d'énergie électrostatique dans le cas où les deux sphères vont être connectées entre eux.  
c) Calculez la variation d'énergie électrostatique dans le cas où la sphère  $A$  est connectée à la Terre.

**Indications :** La capacité condensateur sphérique est donnée par :

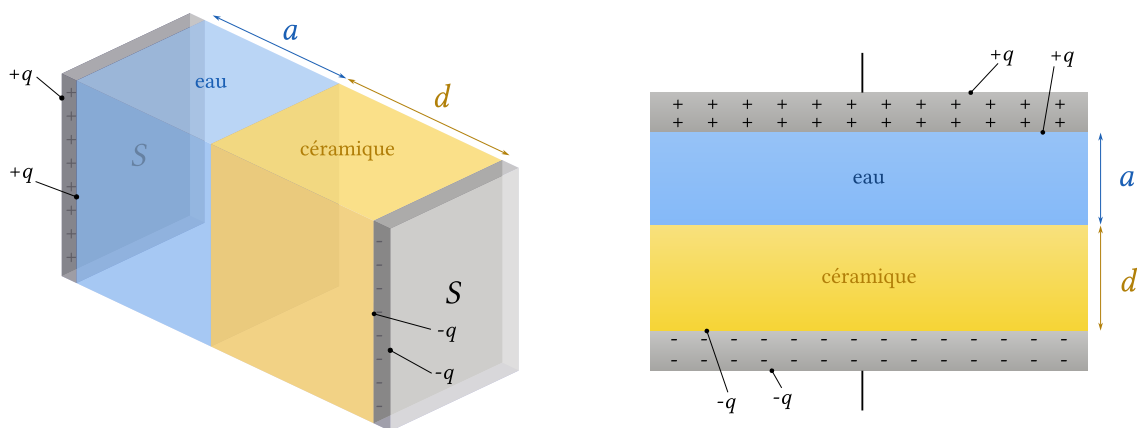
$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1} \quad (2)$$

## Exercice 4 Ligne de transmission électrique

Une ligne de transmission électrique dans une ville consiste en deux câbles parallèles de longueur  $L$  et rayon  $R = 1$  mm, séparés d'une distance  $d = 10$  cm. On suppose que  $L \gg d \gg R$ . Calculez la capacité par unité de longueur de cette ligne de transmission. La capacité ayant un effet négatif pour la transmission de signaux, que peut-on faire pour la réduire ?

## Exercice 5 Défaut d'humidité

Un fabricant de condensateurs a détecté un défaut de fabrication à un endroit où le diélectrique n'est pas suffisamment compact. De ce fait, de l'humidité s'est introduite entre le diélectrique et l'une des plaques du condensateur, comme sur la figure. On désire évaluer l'effet de ce défaut. Chaque plaque du condensateur a une surface  $S$  et est chargée de  $\pm 2q$ . Cette charge est répartie uniformément (on ignore l'effet de pointe) de chaque côté de la plaque. Notez ici l'épaisseur non nulle de chaque plaque.



- a) En utilisant la loi de Gauss, exprimez la capacité de ce condensateur défectueux en fonction des constantes diélectriques des deux matériaux  $\epsilon_{r,eau}$  et  $\epsilon_{r,ceramique}$ , de leurs épaisseurs respectives  $a$  et  $d$  et de la surface du condensateur  $S$ .  
b) Montrez que l'on trouve la même expression en considérant un circuit équivalent à ce condensateur composite.  
c) Calculez la capacité d'un condensateur de surface  $S = 0.25$  cm<sup>2</sup> avec une couche d'eau d'épaisseur  $a = 0.05$   $\mu$ m et un diélectrique en céramique d'épaisseur  $d = 1$   $\mu$ m. La constante diélectrique de l'eau est  $\epsilon_{r,eau} = 78.4$  et celle de la céramique est  $\epsilon_{r,ceramique} = 21$ . Ce défaut va-t-il augmenter ou diminuer la capacité du condensateur ?