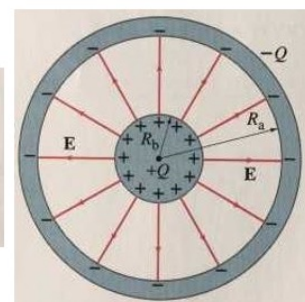
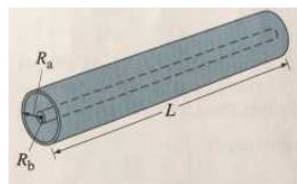


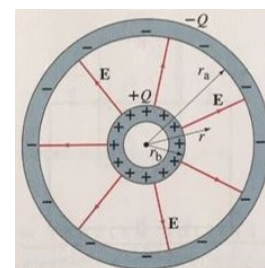
Série 4

1 Condensateurs cylindrique et sphérique

- (a) Soit un condensateur cylindrique et consistant en un câble de rayon $R_b = 0.5$ cm entouré d'une coque coaxiale cylindrique de rayon $R_a = 1$ cm (Figures). Chaque cylindre, dont nous pouvons ignorer les extrémités, est de longueur $L = 10$ cm $\gg R_a - R_b$. Le condensateur est chargé afin que le cylindre interne porte une charge $Q > 0$ et inversement $-Q$ pour le cylindre externe. Déterminez la capacité du condensateur.



- (b) Soit un condensateur sphérique constitué de deux fines coques sphériques de rayon $r_a = 2$ cm et $r_b = 1$ cm (Figure). La coque intérieure porte une charge uniformément distribuée $Q > 0$ à sa surface et la coque externe une charge opposée $-Q$. Déterminez la capacité du condensateur.



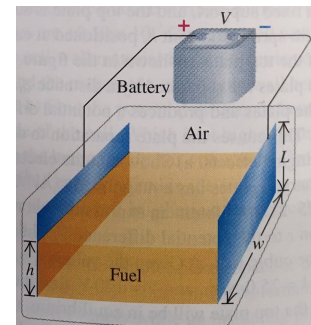
2 Décharge capacitive d'un éclair

Lors d'un orage, la différence de potentiel entre la Terre et les nuages peut atteindre 3.5×10^7 V. On considère des nuages à une hauteur de 1.5 km et couvrant une surface de 110 km². Dans ces circonstances, on peut modéliser le système Terre-nuages comme un condensateur plan.

- Calculez la capacité de ce système ($K_{air} = 1$).
- Calculez la charge stockée dans chaque 'plaque' de ce système.
- Calculez l'énergie stockée dans ce 'condensateur'.
- Un éclair d'une durée de 0.33 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.

3 Jauge de carburant

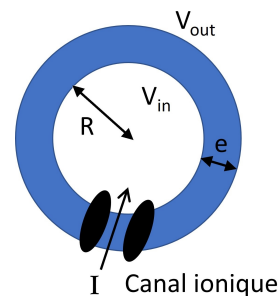
Une jauge de carburant utilise un condensateur pour déterminer la hauteur de carburant dans un réservoir. Chaque armature rectangulaire a une longueur w et une largeur L . La hauteur du carburant entre les deux armatures est h . La constante diélectrique effective K_{eff} entre les armatures du condensateur varie entre 1 pour un réservoir vide et K pour un réservoir plein, avec K la constante diélectrique du carburant. Un circuit électrique approprié est capable de déterminer K_{eff} .



- Dérivez une expression pour K_{eff} en fonction de h .
- Quel est la constante diélectrique effective K_{eff} pour un réservoir rempli de carburant à un-quart, à moitié, à trois-quarts, si le carburant est de l'essence ($K = 1.95$) ?
- Répétez la partie b) pour du méthanol ($K = 33.0$).
- Pour quel carburant cette jauge est-elle plus pratique ?

4 Capacité électrique d'un neurone

On suppose qu'un neurone est une cellule composée d'une membrane sphérique isolante de rayon $R = 10 \mu\text{m}$ et d'épaisseur $e = 6 \text{ nm}$. La constante diélectrique de cette membrane lipidique est de $K = 5$. On suppose que la résistance de la membrane est infinie et donc qu'elle agit comme un pur condensateur. On mesure une différence de potentiel électrique entre l'intérieur et l'extérieur de la membrane de $\Delta V = V_{\text{out}} - V_{\text{in}} = 70 \text{ mV}$.



- Calculer la capacité C de la cellule.
- Calculer la charge Q à la surface de la membrane.
- On observe une chute exponentielle du potentiel électrique transmembranaire, $\Delta V(t) = \Delta V(0)e^{-t/\tau}$, et on mesure $\tau = 2 \text{ ms}$. On suppose que ceci est dû à l'ouverture d'un trou dans la membrane ("canal ionique") qui permet un courant électrique d'y passer à travers. Déterminez la valeur maximale de ce courant.

5 Condensateur avec plans inclinés (bonus)

Supposons qu'une des armatures d'un condensateur plan soit pivotée d'un angle θ . Déterminez une formule pour la capacité C en fonction de A , d et θ , avec A la surface d'une armature. On suppose que l'angle θ est petit et que les armatures sont carrés.

Indication : considérer le condensateur comme un grand nombre de condensateurs connectés en parallèle.

