Examen de Physique Générale III

Date : 20 janvier 2020 **Section : SV**

Exercice 1 (1.5 points)

La distribution de charges droite crée un champ électrique seulement dans la direction de x dont la valeur est :

$$E_x = -\int_R^{R+L} \frac{\lambda dx}{4\pi\varepsilon_0 x^2} = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R+L} - \frac{1}{R}\right) = -\frac{\lambda L}{4\pi\varepsilon_0 R(R+L)} = -75\ V/m.$$

Le demi-cercle crée un champ seulement le long d'axe Oy à cause de la symétrie de la distribution :

$$E_y = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\lambda R \cos\alpha d\alpha}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R} = 180\ V/m.$$

Donc le module du champ électrique vaut $|E| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 195\ V/m$.

Analogiquement, pour le potentiel nous obtenons pour la partie droite :

$$V_1 = \int_R^{R+L} \frac{\lambda dx}{4\pi\varepsilon_0 x} = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{R+L}{R}\right) = 32\ V,$$

et pour le demi-cercle :

$$V_2 = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\lambda R d\alpha}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{\lambda}{4\varepsilon_0} = 56.5\ V$$

et, finalement, $V = V_1 + V_2 = 89\ V$.

Exercice 2 (1.5 points)

Si la charge de condensateur vaut Q, la valeur du champ électrique créée par les charges qui se trouvent sur une électrode (par exemple, les charges positives) à l'endroit de l'autre électrode vaut :

$$E_+ = \frac{\sigma_+}{2\varepsilon_0} = \frac{Q}{2S\varepsilon_0}.$$

Ici $\sigma_+ = Q/S$ est la densité de la charge positive. Ce champ électrique E_+ va générer une force d'attraction entre les électrodes $F_{el} = QE_+ = \frac{Q^2}{2S\varepsilon_0}$. Ici $Q = C\Delta V = \frac{\varepsilon_0 S\Delta V}{d}$, donc nous obtenons $F_{el} = \frac{\varepsilon_0 S\Delta V^2}{2d^2}$, S=400 cm^2. Cette force doit être compensée par le poids donc $mg = \frac{\varepsilon_0 S\Delta V^2}{2d^2}$ et $d = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 S\Delta V^2}{2mg}} = 6.4\ mm$.

Pour des valeurs petites de d, la force d'attraction vaut $F_{el} = \frac{\varepsilon_0 S\Delta V^2}{2d^2}$ et est plus grande que "la force de répulsion» (poids) donc l'équilibre est instable.

Exercice 3.

A) Nous avons pour le flux $\phi = bzB$, donc $V_{ind} = -bvB$.

B) Nous avons $I = -bvB / R$ et la force de Laplace $F = IbB = -b^2B^2v / R$, l'équation de mouvement s'écrit comme $m\frac{dv}{dt} = mg - b^2B^2v / R$.

C) Donc $m\frac{dv}{mg - b^2B^2v / R} = dt$ et $-\frac{mR}{b^2B^2}\ln(mg - \frac{b^2B^2}{R}v) = t + C$. En utilisant la condition initiale *v(0)=0*, nous avons $v = \frac{mgR}{b^2B^2}(1 - \exp(-\frac{b^2B^2}{mR}t))$.

D) $v(\infty) = \frac{mgR}{b^2B^2}$.