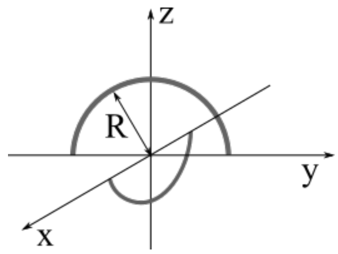
1 novembre 2024

Test mi-semestre

1 Exercice 1

Un demi cercle de rayon $R = 10$ cm et chargé uniformément, de charge totale $Q = 2.5\ \mu$C, est placé dans le plan (YZ) avec son centre en (0,0,0) comme indiqué sur la figure ci-contre. Un autre demi cercle de charge totale 2Q est placé en dessous, dans le plan (XZ) et avec son centre en (0,0,0). On place une charge $q = 0.5\ \mu$C de masse $m = 100$ g à la position (0,0,0).



(a) On néglige la gravité dans un premier temps. Quel doit être le rayon R' du demi-cercle du bas, pour que la charge soit à l'équilibre à la position (0,0,0) ?

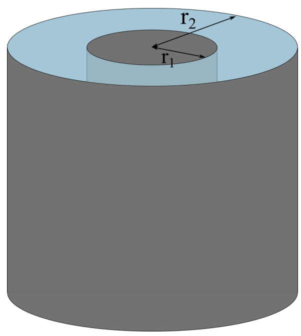
(b) Que se passerait-il si l'on plongeait tout le dispositif dans un liquide de constante diélectrique $K = 3$? Quel devrait être R' pour maintenir l'équilibre ?

(c) On prend maintenant en compte la gravité. Quel doit-être rayon du demi-cercle du bas pour que la charge reste en (0,0,0) ?

(d) En prenant en compte la gravité, que se passerait-il si l'on plongeait tout le dispositif dans un liquide de constante diélectrique $K = 3$? Quel serait alors R' pour maintenir l'équilibre ?

2 Exercice 2

Un cylindre plein de rayon $r_1 = 1$ cm et constante diélectrique $K_1 = 2$, est chargé uniformément avec densité de charge ρ [C/m^3] inconnue. Un cylindre conducteur creux de rayon $r_2 = 5$ cm est placé autour du premier cylindre et chargé avec une densité de charge $\sigma = 1\ \mu$C/m^2. Entre les deux cylindres il y a de l'eau distillée avec constante diélectrique $K_2 = 80$. On considère les cylindres comme de longueur infinie.



(a) Trouvez une expression pour le champ électrique en tout point de l'espace en fonction de ρ et des autres constantes connues.

(b) Trouvez une expression pour $\Delta V = V(r = 0) - V(r_2)$, la différence de potentiel entre le centre du premier cylindre et la surface du deuxième cylindre.

(c) On mesure cette différence de potentiel ΔV et on trouve 30 V. Que vaut ρ ?

3 Exercice 3

Un étudiant emménage dans un appartement, dont la cuisine ne dispose que d'une seule prise, qui délivre une tension de 220 V. Le réseau électrique de l'appartement est protégé par un disjoncteur qui coupe le courant, si le courant fourni par une prise dépasse 16 A. L'étudiant dispose d'un lave-vaisselle, nécessitant une puissance d'au moins 1.5 kW pour fonctionner, et qui peut-être modélisé comme une résistance de 30 Ω. Il a de plus une bouilloire, de caractéristiques inconnues, qui peut également être modélisée comme une simple résistance. Avec une multiprise, il branche sur la prise de la cuisine les deux appareils en même temps, qui sont donc connectés en parallèle.

(a) Dessiner le schéma électrique correspondant à la situation. On considère la prise comme une simple force électromotrice. De quel courant a besoin le lave-vaisselle pour fonctionner ? Quel courant circule effectivement dans l'appareil en fonctionnement ?

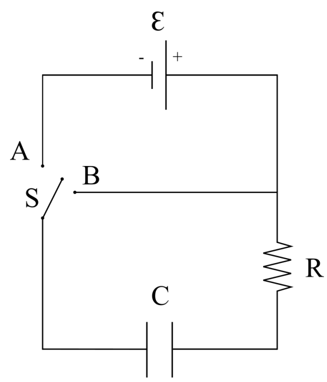
(b) Avec les deux appareils en fonctionnement, le compteur électrique de l'appartement indique une puissance consommée de 2993 W. Quel est la résistance de la bouilloire ?

(c) L'étudiant achète une machine à laver qu'il installe dans la cuisine, et la connecte à sa multiprise. Au cours des cycles d'un lavage, la puissance consommée par la machine à laver varie en fonction du temps comme $P(t) = 900\left(1 + \sin\left(\frac{t}{100} - \frac{\pi}{2}\right)\right)$. La machine à laver peut-elle fonctionner en même temps que les deux autres appareils ? Si oui, combien de temps ?

(d) Calculer l'énergie consommée par la machine à laver pendant les 30 premières minutes de fonctionnement, si les deux autres appareils sont éteints.

4 Exercice 4

On considère le circuit suivant, avec $\mathcal{E} = 100$ V, $R = 1$ kΩ et $C = 1$ nF. L'interrupteur S se trouve initialement sur la position B. À $t = 0$, on change S sur la position A, et on fait osciller S entre les positions A et B tel qu'il reste sur A pendant un temps T_0 et sur B pendant un même temps T_0, en considérant nul le temps pour le déplacement de l'interrupteur S entre les deux positions. On s'intéresse au potentiel aux bornes du condensateur en fonction du temps, $V_C(t)$.



(a) Pour les périodes où S se trouve sur A, trouvez l'expression pour $V_C(t)$ en fonction de la conditions initiale (au début de la période).

(b) Pour les périodes où S se trouve sur B, trouvez l'expression pour $V_C(t)$ en fonction de la condition initiale (au début de la période).

(c) On choisit T_0 tel que le potentiel aux bornes du condensateur est égal à la moitié de celui de la batterie au temps $t = T_0$. Trouvez la constante T_0.

(d) Quelle est la valeur $V_C(t)$ à $t = 2T_0$? De même pour $t = 4T_0$?

(e) Dessiner qualitativement la fonction $V_C(t)$ sur plusieures périodes T_0 .