

• Pour $r > R_2$ on trouve $E_{IV} = 0$ et $V_{IV} = V_B = 0 \text{ Volt}$ 0.25pt (x2)

c. Pour $r = R_1$ on obtient $V_B - V_A = \frac{Q_A}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_A} \right)$ avec $V_B = 0 \text{ Volt}$ 0.5pt

0.25pt

0.25pt

0.25pt

On détermine $Q_A = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_1 R_A}{R_1 - R_A} V_0$ et $Q_B = Q_{B_i} = -Q_A$. AN: $Q_A = -Q_B = 2.22 \text{ nC}$

d. Détermination de la capacité C de condensation du système de conducteurs sphériques ainsi formé.

$$V_A - V_B = \frac{Q_A}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_A} - \frac{1}{R_1} \right) = \frac{Q_A}{C}. \text{ La capacité de condensation est: } C = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_1 R_A}{R_1 - R_A}$$

Dans le cas où $R_1 - R_A = e$ on obtient: $C = 4\pi\epsilon_0 \frac{R^2}{e}$ avec $R_1 \approx R_A = R$ soit $C = \epsilon_0 \frac{S}{e}$.

0.5pt

0.5pt

Problème 3 (8 points)

a. $E = (r + R_1) \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C_1}$ qui donne $\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C_1(r + R_1)} = \frac{E}{(r + R_1)}$ 0.75 pt

b. $q(t) = Q_f (1 - e^{-t/\tau})$ avec $Q_f = EC_1$ et $\tau = (r + R_1)C_1$ 0.25pt (x2)

c. $i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{E}{(r + R_1)} e^{-t/\tau}$ 0.75 pt

0.5 pt

d. Bilan des énergies :

➤ Energie fournie par le générateur: $W_G = \int_{t=0s}^{\infty} E i(t) dt = - \left[\frac{E^2 \tau}{(r + R_1)} e^{-t/\tau} \right]_{0s}^{\infty} = E^2 C_1$ 0.5 pt

➤ Energie stockée dans le condensateur: $W_{C_1} = \int_{q=0}^{Q_f} \frac{q}{C_1} dq = \frac{1}{2} \frac{Q_f^2}{C_1} = \frac{1}{2} E^2 C_1$ 0.5 pt

➤ Energie consommée par effet joule: $W_G = \int_{t=0s}^{\infty} (r + R_1) i(t)^2 dt = - \left[\frac{\tau E^2}{2 (r + R_1)^2} e^{-2t/\tau} \right]_{0s}^{\infty} = \frac{1}{2} E^2 C_1$ 0.5 pt

0.5 pt

0.25 pt

II-a. A l'équilibre $C_2 \parallel C_3$; $C_e = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}$ d'où $V_{C_1} = \frac{Q'_1}{C_1} = \frac{Q_e}{C_e} = \frac{Q'_1 + Q_e}{C_1 + C_e} = \frac{Q_f}{C_1 + C_e}$. AN: $V_{C_1} = 10 \text{ V}$

b. $Q'_1 = V_{C_1} C_1$; $Q'_2 = Q'_3 = V_{C_1} C_e$. AN: $Q'_1 = 10 \cdot 10^{-8} \text{ Cb}$; $Q'_2 = Q'_3 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Cb}$ 0.25pt (x2)

0.25pt (x2)

c. $V_{C_2} = \frac{Q'_2}{C_2}$; $V_{C_3} = \frac{Q'_3}{C_3}$

AN: $V_{C_2} = 2 \text{ V}$; $V_{C_3} = 8 \text{ V}$

0.25pt (x2)

0.25pt (x2)

d. L'énergie dissipée dans R_2 :

➤ Energie stockée dans le condensateur C_1 : $W_{C_1} = \frac{1}{2} \frac{Q_1'^2}{C_1}$ 0.25 pt

➤ Energie stockée dans le condensateur C_e : $W_{C_e} = \frac{1}{2} \frac{Q_e^2}{C_e} = \frac{1}{2} \frac{Q_2'^2}{C_2} = \frac{1}{2} \frac{Q_3'^2}{C_3}$ 0.25 pt

➤ Energie consommée par effet joule dans R_2 : $W_{R_2} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q_f}{C_1} - \frac{Q'_1}{C_1} - \frac{Q_e}{C_e} \right)$ AN: $W_{R_2} = 28 \cdot 10^{-8} \text{ Joule}$

0.5 pt

0.25 pt

