

III. Traitement antireflet de la cellule

Q 23

Où a : $\vec{k}_i = -\vec{k}_n = \frac{\omega}{c} m_v \vec{e}_z$

$\vec{k}_t = \frac{\omega}{c} m_s \vec{e}_z$

Q 24. Equation de Maxwell Faraday : $\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \Rightarrow \vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega}$ pour une OPH

• $\vec{B}_i(z,t) = \frac{\vec{k}_i \wedge \vec{E}_i(z,t)}{\omega} \Rightarrow \vec{B}_i(z,t) = \frac{m_v (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{oi})}{c} e^{i(\omega t - k_d z)}$

• $\vec{B}_n(z,t) = \frac{\vec{k}_n \wedge \vec{E}_n(z,t)}{\omega} \Rightarrow \vec{B}_n(z,t) = -\frac{m_v (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{on})}{c} e^{i(\omega t + k_d z)}$

• $\vec{B}_t(z,t) = \frac{\vec{k}_t \wedge \vec{E}_t(z,t)}{\omega} \Rightarrow \vec{B}_t(z,t) = \frac{m_s (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{ot})}{c} e^{i(\omega t - k_d z)}$

Les amplitudes sont : $\vec{B}_{oi} = \frac{m_v}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{oi})$ $\vec{B}_{on} = -\frac{m_v}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{on})$ $\vec{B}_{ot} = \frac{m_s}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{ot})$

Q 25. Continuité du champ électrique en $z=0$: $\vec{E}_{oi} + \vec{E}_{on} = \vec{E}_{ot}$

Continuité du champ magnétique en $z=0$: $\vec{B}_{oi} + \vec{B}_{on} = \vec{B}_{ot}$

$\Rightarrow \frac{1}{c} \vec{e}_z \wedge [m_v \vec{E}_{oi} - m_v \vec{E}_{on} - m_s \vec{E}_{ot}] = \vec{0}$

$\Rightarrow \begin{cases} m_v \vec{E}_{oi} - m_v \vec{E}_{on} - m_s \vec{E}_{ot} = \vec{0} \\ \text{ou} \\ m_v \vec{E}_{oi} - m_v \vec{E}_{on} - m_s \vec{E}_{ot} \text{ parallèle à } \vec{e}_z \end{cases}$
 $\Rightarrow$ impossible car les champs sont transverses.

donc : $\begin{cases} \vec{E}_{oi} + \vec{E}_{on} = \vec{E}_{ot} \\ m_v (\vec{E}_{oi} - \vec{E}_{on}) = m_s \vec{E}_{ot} \end{cases} \Rightarrow \vec{E}_{on} = \frac{m_v - m_s}{m_v + m_s} \vec{E}_{oi}$

D'où le coefficient de réflexion : $r_{vs} = \frac{m_v - m_s}{m_v + m_s}$

Q 26. Les puissances électromagnétiques incidente, réfléchie ou transmise font intervenir $\vec{E}^2$.

Donc sans calcul on peut écrire : $R = r_{vs}^2 = \left(\frac{m_v - m_s}{m_v + m_s} \right)^2$ A.N : $R = 0,2$

20% de la puissance incidente est réfléchie. Cette perte fait décroître le rendement de la cellule.

Q 27. Les champs magnétiques des ondes 1 et 2 sont : $\vec{B}_1(z,t) = \frac{m_d}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{o1}) e^{i(\omega t - k_d z)}$

$\vec{B}_2(z,t) = -\frac{m_d}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{o2}) e^{i(\omega t + k_d z)}$

Continuité du champ électrique en $z=e$:

$\vec{E}_{o1} e^{-i k_d e} + \vec{E}_{o2} e^{+i k_d e} = \vec{E}_{ot} e^{-i k_d e}$ (1) ($e^{i\omega t}$ simplifié)

Continuité du champ magnétique en $z=e$:

$$\frac{1}{c} m_d (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{o1}) e^{-ik_d e} - \frac{1}{c} m_d (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{o2}) e^{+ik_d e} = \frac{m_s}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{ot}) e^{-ik_s e}$$

$$\Rightarrow \vec{e}_z \wedge [m_d \vec{E}_{o1} e^{-ik_d e} - m_d \vec{E}_{o2} e^{+ik_d e} - m_s \vec{E}_{ot} e^{-ik_s e}] = \vec{0}$$

$$\Rightarrow m_d \vec{E}_{o1} e^{-ik_d e} - m_d \vec{E}_{o2} e^{ik_d e} = m_s \vec{E}_{ot} e^{-ik_s e} \quad (2)$$

En combinant (1) et (2): $m_d \vec{E}_{o1} e^{-ik_d e} - m_d \vec{E}_{o2} e^{ik_d e} = m_s (\vec{E}_{o1} e^{-ik_d e} + \vec{E}_{o2} e^{ik_d e})$

$$\Rightarrow (m_d - m_s) \vec{E}_{o1} e^{-ik_d e} = (m_d + m_s) \vec{E}_{o2} e^{ik_d e}$$

$$\Rightarrow \vec{E}_{o2} = \underbrace{\frac{m_d - m_s}{m_d + m_s}}_{=r_{ds}} \vec{E}_{o1} e^{-i2k_d e} = 2 \frac{\omega}{c} m_d e = \varphi$$

donc: $\boxed{\vec{E}_{o2} = r_{ds} \vec{E}_{o1} e^{-i\varphi}}$

Q28. Continuité du champ électrique en $z=0$: $\vec{E}_{oi} = \vec{E}_{o1} + \vec{E}_{o2} \quad (3)$

Continuité du champ magnétique en $z=0$: $\frac{m_v}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{oi}) = \frac{m_d}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{o1}) - \frac{m_d}{c} (\vec{e}_z \wedge \vec{E}_{o2})$

$$\Rightarrow m_v \vec{E}_{oi} = m_d (\vec{E}_{o1} - \vec{E}_{o2}) \quad (4)$$

En combinant (3) et (4): $m_v (\vec{E}_{o1} + \vec{E}_{o2}) = m_d (\vec{E}_{o1} - \vec{E}_{o2})$

$$(m_v + m_d) \vec{E}_{o2} = (m_d - m_v) \vec{E}_{o1}$$

donc: $\vec{E}_{o2} = \frac{m_d - m_v}{m_v + m_d} \vec{E}_{o1}$

Avec la relation de la question 27, on en déduit: $\frac{m_d - m_v}{m_v + m_d} = \frac{m_d - m_s}{m_d + m_s} e^{-i\varphi}$

Les deux fractions sont réelles, d'où: $e^{-i\varphi} = \pm 1$

• Si $e^{-i\varphi} = +1$: $\frac{m_d - m_v}{m_d + m_v} = \frac{m_d - m_s}{m_d + m_s} \Rightarrow m_v = m_s$ ce qui n'est pas vrai, donc ce cas n'est pas possible

• Si $e^{-i\varphi} = -1$: $\frac{m_d - m_v}{m_d + m_v} = -\frac{m_d - m_s}{m_d + m_s} \Rightarrow m_d^2 = m_v m_s \Rightarrow \boxed{m_d = \sqrt{m_v m_s}}$

$$e^{-i\varphi} = -1 \Rightarrow \varphi = \pi [2\pi] \Rightarrow \boxed{\varphi = \pi + 2p\pi} \quad p \in \mathbb{Z}$$

Q29. Dans ces conditions, tout le rayonnement solaire est transmis vers le silicium. La conversion en courant électrique sera optimale.