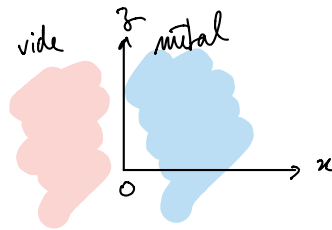


II.

1 cf. bb.

2.



$$\vec{E}(x=0, y, z, t) = \vec{E}_0 e^{i\omega t}$$

↑ transverse

dans le métal

$$\begin{cases} \vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 e^{i(\omega t - kx)} \\ \vec{k} = k\vec{e}_x \end{cases}$$

↑ convention

→ on injecte dans l'équation de diffusion

avec la convention, on n'a pas de divergence

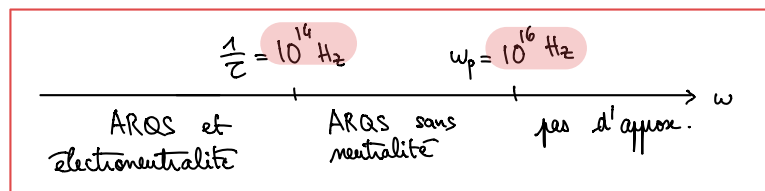
$$-k^2 - i\omega\mu_0\sigma_0 = 0$$

$$k^2 = -i\omega\mu_0\sigma_0$$

$$k = \pm \frac{(1-i)}{\sqrt{2}} \sqrt{\mu_0\sigma_0\omega}, \quad \delta = \sqrt{\frac{2}{\mu_0\sigma_0\omega}}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \underbrace{e^{-\frac{x}{\delta}}}_{\text{absorption}} e^{i(\omega t - \frac{x}{\delta})}$$

absorption



Recapitulatif

ondes dans un conducteur : effet de peau
 $P_{vol} \sim \sigma E^2$
 effet joule

réflexion totale

propagation libre

Domaine spectral	Ondes radio à micrométriques $\omega \ll 1/\tau \ll \omega_p$	IR à UV $1/\tau \ll \omega < \omega_p$	UV dur, X faible $1/\tau \ll \omega_p \leq \omega$
ARQS	oui si $L \ll \lambda = c/f$	non oui oui	non
Électro-neutralité	oui	oui sauf pour une perturbation initiale de charge vers $\omega \lesssim \omega_p$	oui sauf à ω_p et sauf pour une perturbation initiale de charge
Relation dispersion	$k^2 \approx -i\mu_0\sigma_0\omega$	$k^2 \approx (\omega^2 - \omega_p^2)/c^2$	
Interprétation	pénétration de l'onde EM dans le métal amortie par effet Joule	interaction électrons-ions négligeable donc plus d'effet Joule et réémission totale de l'onde EM	les électrons ne suivent plus, le métal devient transparent à l'onde EM
Phénomènes physiques	loi d'Ohm, effet de peau, réflexion partielle	onde stationnaire évanescence, réflexion totale (éclat métallique)	propagation libre, transparence des métaux, plasmons à $\omega = \omega_p$

TABLE 1 – Les trois régimes d'interaction entre un métal et une onde EM.

- $\sigma \approx \sigma_0$
- j_0 néglige
- ARQS

- $\sigma \approx \frac{\sigma_0}{i\omega\tau}$
- pas d'ARQS

Domaine spectral

$\omega \ll \frac{1}{\tau} \ll \omega_p$
 radio, centimétrique

10^{14} Hz
 $\frac{1}{\tau} \ll \omega \ll \omega_p$
 IR à UV

10^{16} Hz
 $\frac{1}{\tau} \ll \omega_p \leq \omega$
 UV dur à X

ARQS

✓

✓

✗

électroneutralité

✓

✓ sauf perturbation initiale de charge

✓ sauf perturbation initiale de charge
 ✗ à $\omega = \omega_p$.

Relation de dispersion

$$k^2 \approx -i\mu_0\sigma_0\omega$$

$$k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}$$

$$k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}$$

Phénomènes physiques

effet de peau
 réflexion partielle

onde évanescence
 réflexion totale
 éclat métallique

propagation libre
 avec dispersion

Interprétation

pénétration de l'onde EM
 avec amortissement par effet Joule

réémission de l'onde incidente

les électrons ne peuvent suivre les oscillations du champ EM.