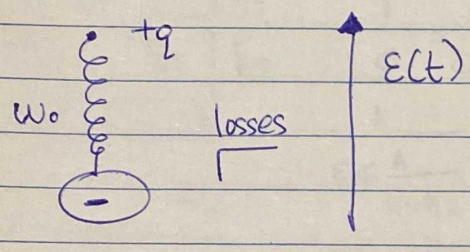
Πεδία Α
8η Διάλεξη

10/3/2025

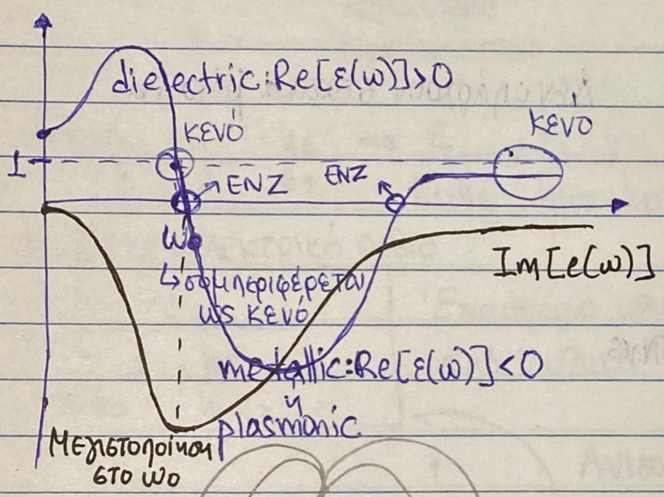
$h_\varepsilon(t) \rightleftarrows \varepsilon(\omega)$
$h_\mu(t) \rightleftarrows \mu(\omega)$ } Lorenz Permitivity $\varepsilon(\omega)$ (DIELECTRIC)

$$\varepsilon(\omega) = 1 + \frac{\omega_p^2}{\omega_0^2 - \omega^2 + i\omega\Gamma} \rightleftarrows \delta(t) \to \boxed{S} \to h_\varepsilon(t)$$

$\varepsilon(\omega) = 1$ Κενός Χώρος

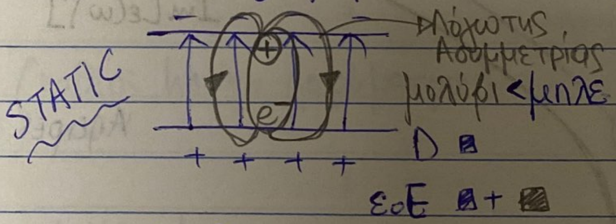


*Ελατήριο, γιατί το (−) έλκεται πάντα απ' το (+) κ' αντίστροφα ⇒ το e^- είναι δεσμευμένο
Δύναμη Επαναφοράς



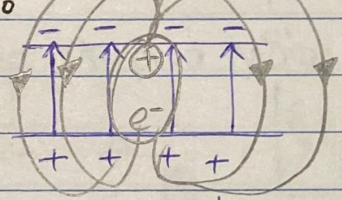
$$Re[\varepsilon(\omega)] = 1 + \frac{\omega_p^2(\omega_0^2 - \omega^2)}{(\omega_0^2 - \omega^2) + \omega^2\Gamma^2}$$

Στην Στατική υποχρεωτικά $Re[\varepsilon(\omega)] \geq 1$

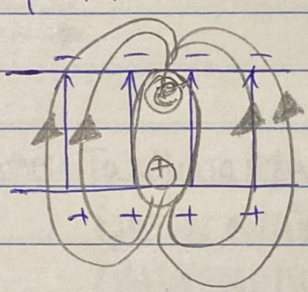


$D = (\varepsilon > 1)\varepsilon_0 E$

$\varepsilon \to 0^-$
Το μολύβι αντιτίθεται στο μπλε και είναι μεγαλύτερο αρκετά



$\varepsilon \to 0^+$
Αυτή την φορά συμβαδίζει με το backround field (το μολύβι με το μπλε)

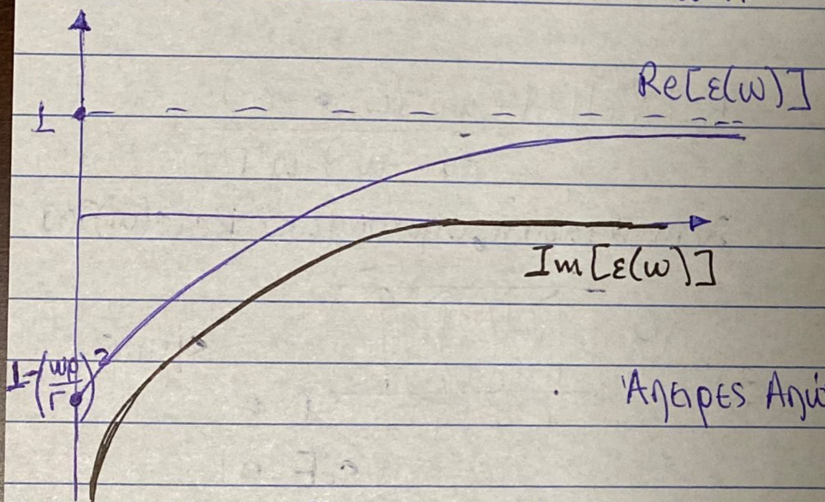


$\boxed{\text{DRUDE PERMITIVITY}}$ (METALS)

Σε αντίθεση με το φαινόμενο Lorenz δεν έχουμε δεσμευμένα e^-
Έχουμε νέφος ελεύθερων e^-
Απώλειες Γ ελεύθερων e^- : φαινόμενο Joule (συγκρούσεις)
Κόβω το ελατήριο: $\boxed{\omega_0 = 0}$

Άρα $\left.\begin{array}{l} \omega_0 = 0 \\ \text{Lorenz} \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{\varepsilon(\omega) = 1 + \frac{\omega_p^2}{\omega(i\Gamma - \omega)}}$

$$Re[\varepsilon(\omega)] = 1 + \frac{\omega_p^2(-\omega^2)}{\omega^4 + \Gamma^2\omega^2} = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + \Gamma^2}$$



Δεν υπάρχουν σταδικά μέταλλα

Άπειρες Απώλειες

$$Im[\varepsilon(\omega)] = \frac{-\omega_p^2\omega\Gamma}{\omega^4 + \Gamma^2\omega^2} = \frac{-\omega_p^2\Gamma}{(\omega^2 + \Gamma^2)\omega}$$

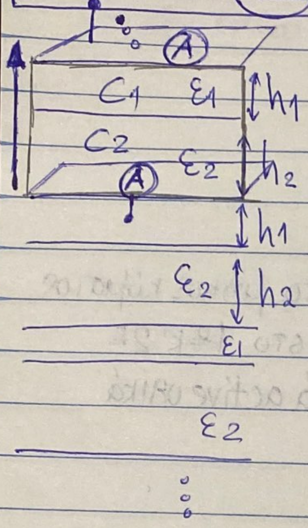
(Υπάρχουν κ' στο Helios)

Πέρα

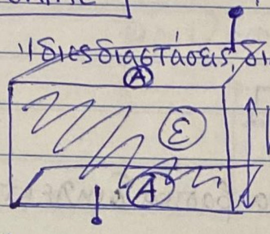
1D LAYERED METAMATERIAL

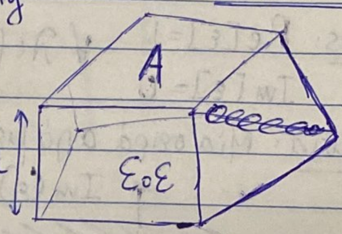
Τα μοντελοποιούμε ως πυκνωτές
Είναι ιδανικοί για τις στατικές συχνότητες*

Ίδιες διαστάσεις, διαφορετικό permitivity



$\Leftrightarrow$





$$C=\varepsilon_0\varepsilon\frac{A}{h}$$

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\Rightarrow$$

$$\frac{1}{\varepsilon_0\varepsilon\frac{A}{h_1+h_2}}=\frac{1}{\varepsilon_0\varepsilon_1\frac{A}{h_1}}+\frac{1}{\varepsilon_0\varepsilon_2\frac{A}{h_2}}$$ (το μόνο άγνωστο είναι το ε)

Ισοδύναμη χωρητικότητα

$$\Rightarrow \frac{h_1+h_2}{\varepsilon}=\frac{h_1}{\varepsilon_1}+\frac{h_2}{\varepsilon_2}\Rightarrow\frac{\varepsilon}{h_1+h_2}=\frac{\varepsilon_1\varepsilon_2}{h_1\varepsilon_2+h_2\varepsilon_1}\Rightarrow \varepsilon=\frac{\varepsilon_1\varepsilon_2(h_1+h_2)}{h_1\varepsilon_2+h_2\varepsilon_1}\Rightarrow$$

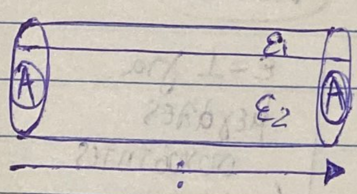
Για κάθετο ηλεκτρικό πεδίο

$$\boxed{\varepsilon_y=\frac{\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2}{\frac{h_1}{h_1+h_2}\varepsilon_2+\frac{h_2}{h_1+h_2}\varepsilon_1}}$$

Έχω άπειρα υλικά (καθώς h_1, h_2 παράμετροι) από 2 υλικά

Ανισοτροπικό Υλικό

Για οριζόντιο ηλεκτρικό πεδίο:



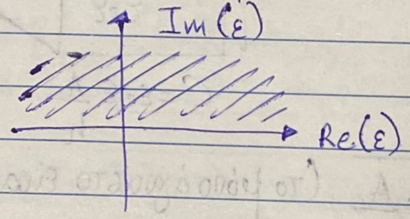
$$\boxed{\varepsilon_x=\frac{h_1}{h_1+h_2}\varepsilon_1+\frac{h_2}{h_1+h_2}\varepsilon_2}$$

* Στατικές φόρμουλες: Τα κύματα έχουν μεγάλο μήκος κύματος (μικρές συχνότητες) ⇒ παίρνω τον μέσο όρο των αντιδράσεων, λαμβάνω τις προσεγγίσεις.
ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ
Διαφορετικά, οι φόρμες καταρρέουν.

$\boxed{\text{PROJECT 1}}$ Making air out of solids

Στόχος: $Re[\varepsilon]=1$, $Im[\varepsilon]=0$ $\quad \forall \lambda \in [400nm, 700nm]$

Δεδομένα: Μία σειρά από μέταλλα και κάποια βασικά διηλεκτρικά



Γεωμετρικός τόπος ως προς το μήκος κύματος
Απαγορεύεται να βρίσκομαι στο 1ο κ' 2ο τεταρτημόριο, γιατί αφορά active υλικά

Στο 2ο ερώτημα κάνω βελτιστοποίηση
optimization with losses

Στο 3ο ερώτημα: optimization without losses → μηδενίζω το Imaginary
⇒ πιο επιτυχημένη προσέγγιση

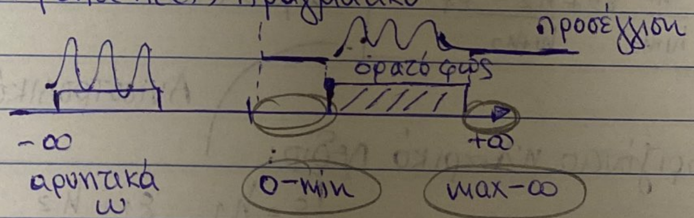
Στο 4ο ερώτημα: $h_\varepsilon(t)=?$

Έχω το $\varepsilon(\omega)$

$$h_\varepsilon(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\varepsilon(\omega)e^{+i\omega t}\,d\omega$$

→ Πρέπει $h_\varepsilon(t)$ πραγματικό

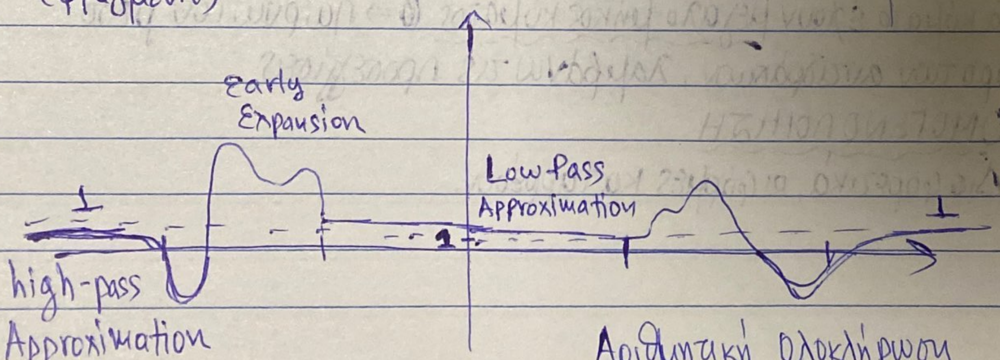
↑ πραγματικό (without losses)



⇓ για να δώσω πραγμ. σήμα
άρτιος μετασχηματισμός Fourier

ε = 1 για μεγάλες συχνότητες (πολύ γρήγορες ταλαντώσεις ⇒ δεν προλαβαίνει να σπάσει η ασυμμετρία των ατόμων ⇒ συμπεριφέρεται σαν το κενό)

Διακριτό VS Συνεχές
↓ Μέγιστη συχνότητα (φραγμένη)
↓ Άπειρη συχνότητα



Αριθμητική ολοκλήρωση

$$h_\varepsilon(f)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\varepsilon(\omega)\varepsilon^{i\omega t}\,d\omega=\boxed{\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\left(\left(\varepsilon(\omega)\right)_\varepsilon-1\right)e^{i\omega t}\,d\omega}$$

$$\boxed{+\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\varepsilon^{i\omega t}\,d\omega}$$