

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.3

9^ο VIDEO, 1/11/2013, Σελ. 81-86

0λ-12λ Επανάληψη προηγούμενων

12λ- τέλος

Μέση ελεύθερη διαδρομή και ενεργός διατομή σκέδασης (τύπος 5.24, σελ.81) και συνθήκες ισχύος του τύπου αυτού. Σε περίπτωση που δεν ισχύουν οι ως άνω συνθήκες η μέση ελεύθερη διαδρομή προσδιορίζεται από τη σχέση

Πλάτος κύματος $\propto \exp(ikx)$, $k = k_1 + ik_2$, $l = 1/2k_2$

Ενεργός διατομή σκέδασης ΗΜ κύματος από μικρά αλλά μακροσκοπικά σωματίδια (σταγονίδια νερού ή/και σωματίδια σκόνης) (τύπος 5.26, σελ.82 που ισχύει όταν το μήκος κύματος πολύ μεγαλύτερο από την ακτίνα του σωματιδίου. Αλλιώς η διατομή σκέδασης είναι περίπου 1-2 φορές τη γεωμετρική διατομή πr^2)

Ορισμός **ηλεκτρικής επιδεκτικότητας** χ ενός υλικού που είναι ο λόγος της πόλωσης P (=συνολική διπολική ροπή/όγκου) δια του ηλεκτρικού πεδίου που προκάλεσε την πόλωση.

Ισχύουν οι σχέσεις που συνδέουν τα σημαντικά φυσικά ηλεκτρικά μεγέθη της ύλης, διηλεκτρική συνάρτηση, αγωγιμότητα, επιδεκτικότητα

$$\varepsilon(\omega) = 1 + 4\pi\chi(\omega) = 1 + \frac{4\pi i\sigma(\omega)}{\omega}, \quad \chi(\omega) = na_p(\omega) \text{ για αέριο,} \quad \text{G-CGS} \quad (1)$$

ή

$$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_0 + \varepsilon_0\chi(\omega) = \varepsilon_0 + \frac{i\sigma(\omega)}{\omega}, \quad \varepsilon_0\chi(\omega) = na_p(\omega) \text{ για αέρια,} \quad \text{SI} \quad \varepsilon_{G-CGS} = \varepsilon_{SI} / \varepsilon_0$$

Αντιστοιχα μέγεθρα ορίζονται και για τις μαγνητικές ιδιότητες της ύλης.

Θυμίζω ότι ο δείκτης διάθλασης $n(\omega) = \sqrt{\varepsilon(\omega)\mu(\omega)}$ G_CGS, όπου $\mu(\omega)$ είναι η μαγνητική διαπερατότητα. Συνήθως για τα περισσότερα υλικά $\mu \approx 1$, G-CGS

Εξισώσεις του Maxwell στο κενό και στην ύλη στο σύστημα SI και στο σύστημα G-CGS (Βλέπε το παράρτημα IV, σελ. 287-294) Όταν εμπλέκονται και μαγνητικά φαινόμενα ίσως είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείτε το σύστημα SI.

Για να υπολογίσει κανείς τη διηλεκτρική συνάρτηση, την αγωγιμότητα και την επιδεκτικότητα αρκεί να υπολογίσει κανείς πρώτα την αγωγιμότητα και να βρει μετά τα υπόλοιπα από τη σχέση (1). Βολεύει να δουλέψουμε στο G-CGS (Βλ. **σελ. 85**)

Η πορεία είναι η εξής:

Γράφουμε την εξίσωση του Νεύτωνα για την μετατόπιση x του ηλεκτρονίου υπό την επίδραση όλων των δυνάμεων που του ασκούνται

$$m_e \ddot{x} = -eE - \kappa x - \frac{m_e}{\tau} \dot{x} \Rightarrow x = \frac{-eE}{m_e [\omega_0^2 - \omega^2 - i\omega/\tau]}, \quad v = \dot{x} = -i\omega x, \quad \sigma = j/E = -en_e v/E$$

$$\sigma = j/E = -en_e v/E = \frac{-i\omega e^2 n_e}{m_e [\omega_0^2 - \omega^2 - i\omega/\tau]}, \quad \text{όπου } \omega_0^2 \equiv \kappa/m_e,$$

Υπάρχει η δυνατότητα να έχουμε $\kappa=0$ ή να υπάρχουν περισσότερα από ένα κ , οπότε θα έχουμε περισσότερα από ένα ωμέγα ω_{0i} . Επομένως η πιο γενική σχέση για το σ είναι

$$\sigma = \frac{i\omega e^2 n_e}{m_e [\omega^2 + i\omega/\tau]} + \sum_i \frac{-i\omega e^2 n_{ei}}{m_e [\omega_{0i}^2 - \omega^2 - i\omega/\tau]} \rightarrow \frac{e^2 n_e \tau}{m_e} \quad \text{όταν το } \omega \text{ τείνει στο μηδέν. Έπεται ότι}$$

$$\varepsilon = 1 + (4\pi i\sigma/\omega) = 1 - \frac{4\pi e^2 n_{ef}}{m_e [\omega^2 + i\omega/\tau]} + \sum_j \frac{4\pi e^2 n_{ej}}{m_e [\omega_{0j}^2 - \omega^2 - i\omega/\tau]}$$

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής Κεφαλαίου 4

1. Η σχέση μεταξύ μήκους ελεύθερης διαδρομής και ενεργού διατομής σκέδασης σε ένα αέριο είναι:

$$(α) l = n\sigma^2 \quad (β) l = n\sigma \quad (γ) l = n^2 \sigma^{3,5} \quad (δ) l = 1/n\sigma. \quad n = N/V$$

2. Η σχέση μεταξύ της διηλεκτρικής συνάρτησης ε ενός μετάλλου και της αγωγιμότητας του σ είναι (στο σύστημα G-CGS):

$$(α) \varepsilon = 1 + 4\pi i\sigma \quad (β) \varepsilon = 1 + (4\pi i\sigma/\omega) \quad (γ) \varepsilon = 1 + (4\pi\sigma/\omega) \quad (δ) \varepsilon = 1 + 4\pi\sigma$$

3. Το μήκος ελεύθερης διαδρομής ΗΜ κύματος μήκους κύματος λ σε ένα μέταλλο με διηλεκτρική συνάρτηση ε και $n_2 \approx \text{Im} \sqrt{\varepsilon}$ δίνεται από τον τύπο (στο G-CGS):

$$(α) l = 1/n\sigma \quad (β) l = 4\pi n_2 \lambda \quad (γ) l = \lambda/4\pi n_2 \quad (δ) l = \lambda/4\pi\varepsilon$$

4. Η αγωγιμότητα σ ενός μετάλλου δίνεται (στο G-CGS) από τον προσεγγιστικό τύπο (n_f είναι η συγκέντρωση των 'ελεύθερων' ηλεκτρονίων και τ ο χρόνος αποκατάστασης):

$$(\alpha) \sigma = e^2 n_f \omega / m_e (\omega + i \tau^{-1})$$

$$(\beta) \sigma = i e^2 n_f \omega / m_e (\omega + i \tau^{-1})$$

$$(\gamma) \sigma = e^2 n_f \omega / m_e (\omega^2 + i \omega \tau^{-1})$$

$$(\delta) \sigma = i e^2 n_f \omega / m_e (\omega^2 + i \omega \tau^{-1})$$

5. Η διηλεκτρική συνάρτηση ϵ ενός μετάλλου δίνεται από τον τύπο του Drude, που είναι:

$$(\alpha) \epsilon = 1 - [\omega_p^2 / (\omega^2 + i \omega \tau^{-1})]$$

$$(\beta) \epsilon = 1 - [\omega_p / (\omega + i \tau^{-1})]$$

$$(\gamma) \epsilon = 1 - [\omega_p^4 / (\omega^4 + i \omega^3 \tau^{-1})]$$

$$(\delta) \epsilon = 1 - [\omega_p / (\omega + i \tau^{-1})]^2$$

6. Το μήκος ελεύθερης διαδρομής ορατού ΗΜ κύματος σε ένα μέταλλο είναι περίπου:

$$(\alpha) l \approx 10 \text{ nm} \quad (\beta) l \approx 1000 \text{ nm} \quad (\gamma) l \approx 100000 \text{ nm} \quad (\delta) l \approx 1000000 \text{ nm}$$

7. Η ενεργός διατομή σ ελαστικής σκέδασης ΗΜ κύματος με μήκος κύματος $\lambda \gg V^{1/3}$ από διαφανές σφαιρίδιο όγκου V και διηλεκτρικής συνάρτησης ϵ δίνεται από τον τύπο:

$$(\alpha) \sigma = \frac{24}{\pi} \left(\frac{\epsilon + 1}{\epsilon + 2} \right) \left(\frac{V}{\lambda} \right)$$

$$(\beta) \sigma = \frac{24}{\pi} \left(\frac{\epsilon + 1}{\epsilon + 2} \right) \left(\frac{V^2}{\lambda^4} \right)$$

$$(\gamma) \sigma = \frac{24}{\pi} \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \right)^2 \left(\frac{V}{\lambda} \right)$$

$$(\delta) \sigma = \frac{24}{\pi} \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \right)^2 \left(\frac{V^2}{\lambda^4} \right)$$