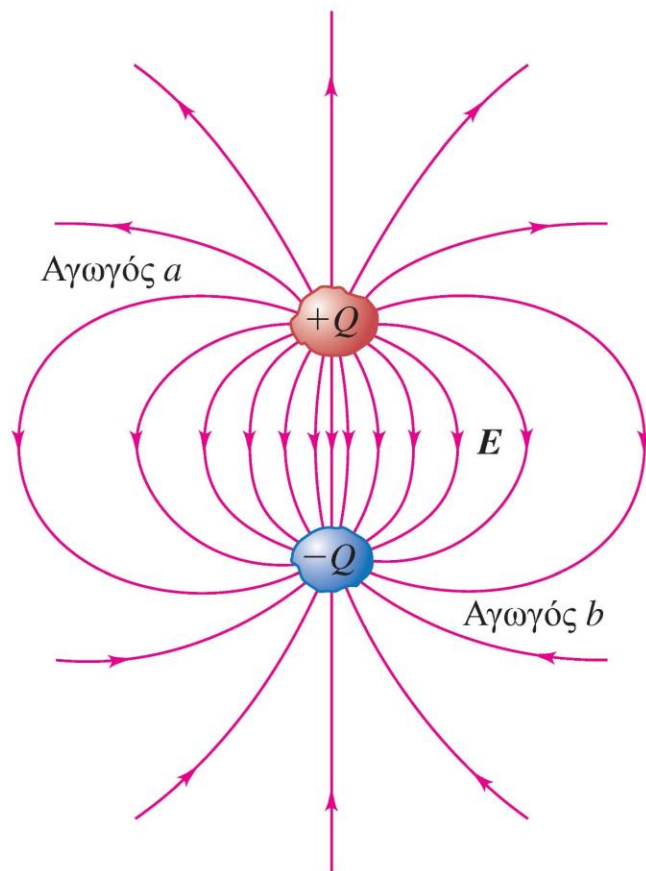


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΑ

Πυκνωτές και χωρητικότητα

24.1 Δύο αγωγοί a και b , μονωμένοι μεταξύ τους, αποτελούν πυκνωτή.



Χωρητικότητα του πυκνωτή $\cdots \rightarrow C = \frac{Q}{V_{ab}}$

Μέτρο του φορτίου στον κάθε αγωγό
Διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών (ο a έχει φορτίο $+Q$ και ο b $-Q$)

(24.1)

Η μονάδα χωρητικότητας στο σύστημα SI ονομάζεται **farad** (φαράντ) (1 F), προς τιμή του Michael Faraday (Μάικλ Φαραντέι, Άγγλος φυσικός και χημικός, 1791-1867). Από την Εξ. (24.1), ένα farad = ένα *coulomb* ανά volt (1 C/V):

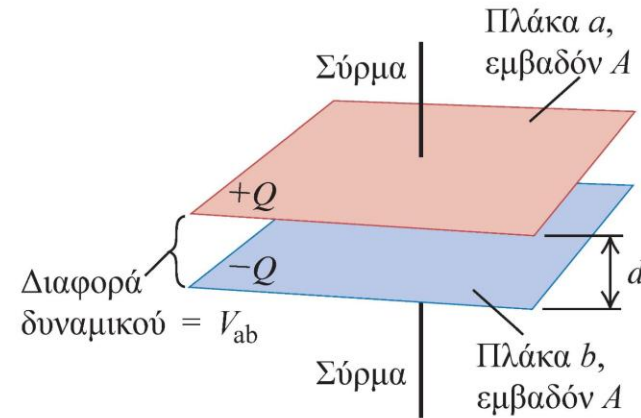
$$1 \text{ F} = 1 \text{ farad} = 1 \text{ C/V} = 1 \text{ coulomb ανά volt}$$

Όσο μεγαλύτερη η χωρητικότητα C ενός πυκνωτή, τόσο μεγαλύτερο το μέτρο Q του φορτίου του κάθε οπλισμού για δεδομένη διαφορά δυναμικού V_{ab} και επομένως τόσο μεγαλύτερη η αποθηκευμένη ενέργεια.

Πυκνωτής με παράλληλες πλάκες

24.2 Φορτισμένος επίπεδος πυκνωτής.

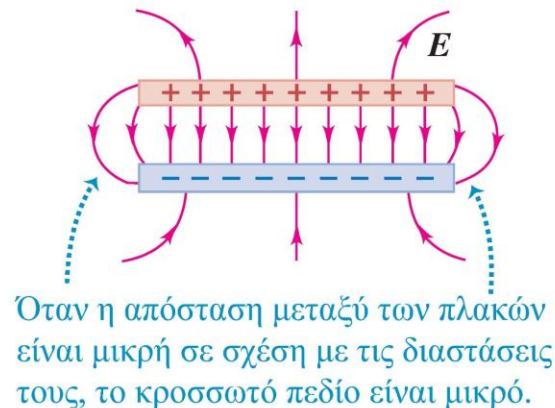
(α) Διάταξη των πλακών του πυκνωτή



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$

$$V_{ab} = Ed = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{Qd}{A}$$

(β) Πλευρική όψη του ηλεκτρικού πεδίου E



Χωρητικότητα
επίπεδου πυκνωτή
στο κενό

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Μέτρο του φορτίου στον κάθε οπλισμό
Εμβαδόν του κάθε οπλισμού
Απόσταση μεταξύ των πλακών
Ηλεκτρική σταθερά
Διαφορά δυναμικού μεταξύ των πλακών

(24.2)

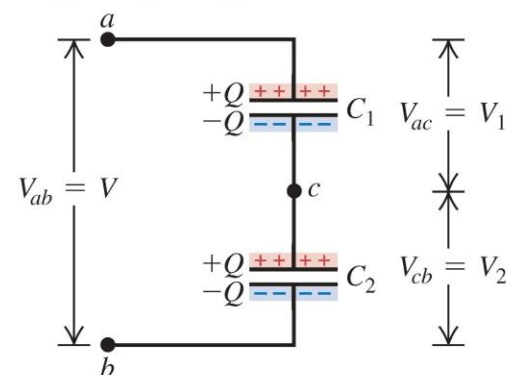
Πυκνωτές συνδεδεμένοι σε σειρά και παράλληλα

24.8 Σύνδεση σε σειρά δύο πυκνωτών.

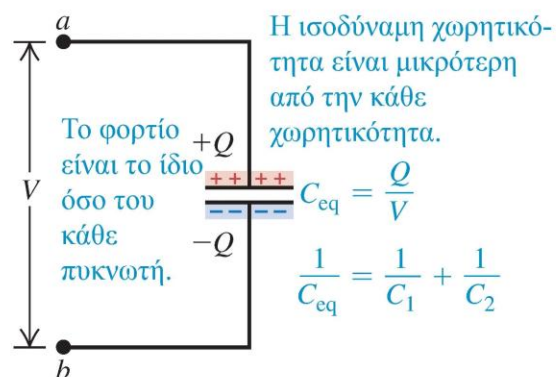
(a) Δύο πυκνωτές σε σειρά

Πυκνωτές σε σειρά:

- Οι πυκνωτές έχουν ίδιο φορτίο Q .
- Οι διαφορές δυναμικού τους προστίθενται:
 $V_{ac} + V_{cb} = V_{ab}$.



(b) Ο ισοδύναμος πυκνωτής

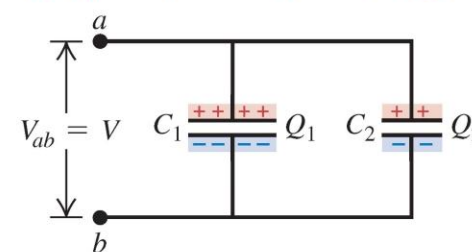


24.9 Παράλληλη σύνδεση δύο πυκνωτών.

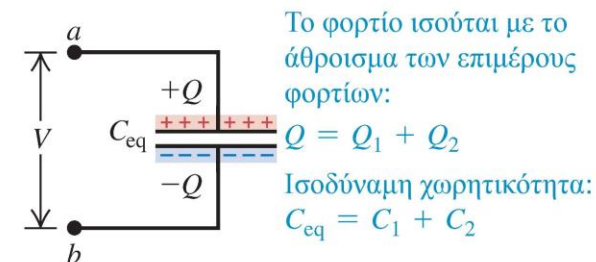
(a) Δύο πυκνωτές παράλληλα

Πυκνωτές παράλληλα:

- Οι πυκνωτές έχουν το ίδιο δυναμικό V .
- Το φορτίο του κάθε πυκνωτή εξαρτάται από τη χωρητικότητά του: $Q_1 = C_1 V$, $Q_2 = C_2 V$.



(b) Ο ισοδύναμος μοναδικός πυκνωτής



Αποθήκευση ενέργειας σε πυκνωτές και ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου

Δυναμική ενέργεια αποθηκευμένη σε πυκνωτή

Μέτρο του φορτίου σε κάθε οπλισμό

$$U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV \quad (24.9)$$

Χωρητικότητα

Διαφορά δυναμικού μεταξύ οπλισμών

$$u = \text{Πυκνότητα ενέργειας} = \frac{\frac{1}{2}CV^2}{Ad} \quad (24.10)$$

Πυκνότητα ηλεκτρικής ενέργειας στο κενό

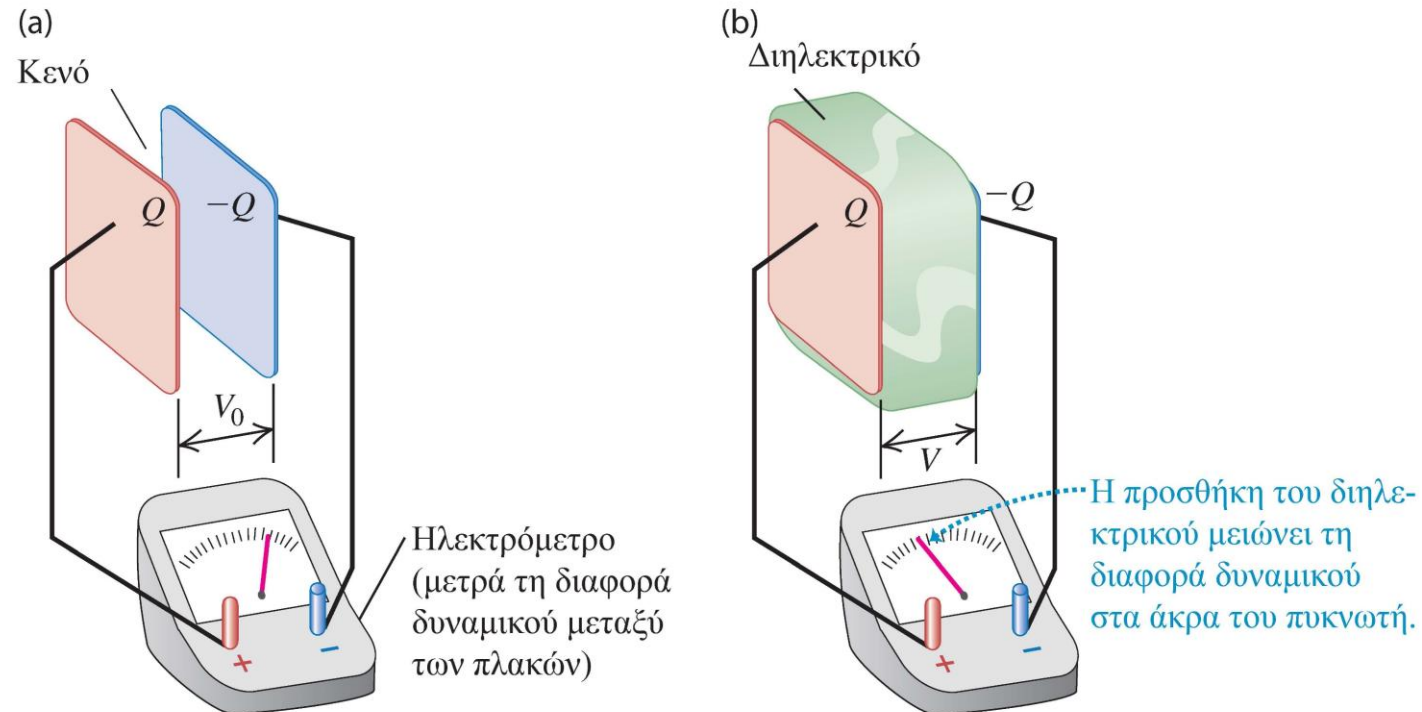
Μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου

$$u = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 \quad (24.11)$$

Ηλεκτρική σταθερά

Διηλεκτρικά

24.14 Επίδραση διηλεκτρικού μεταξύ των πλακών επίπεδου πυκνωτή. (a) Για δεδομένο φορτίο, η διαφορά δυναμικού είναι V_0 . (b) Για το ίδιο φορτίο αλλά με διηλεκτρικό μεταξύ των πλακών, η διαφορά δυναμικού V είναι μικρότερη από V_0 .

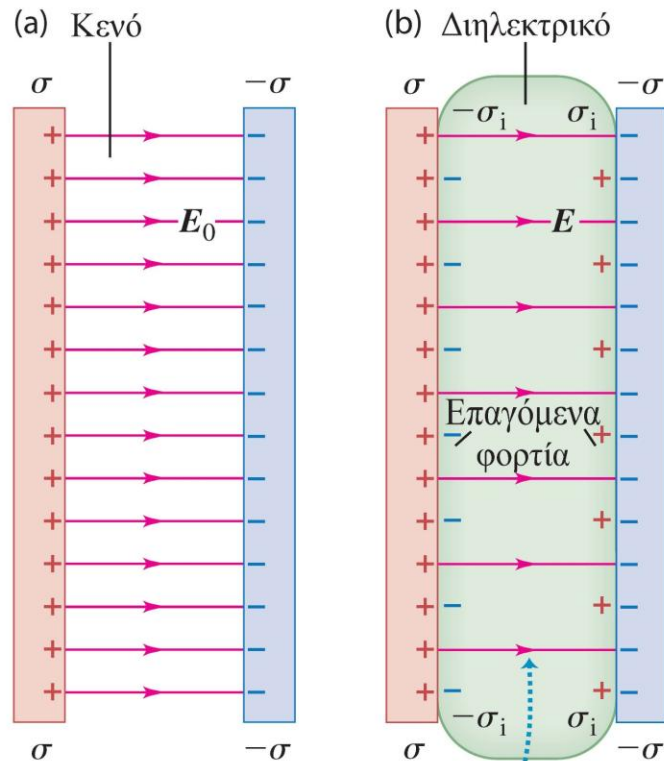


$$K = \frac{C}{C_0} \quad (\text{ορισμός της διηλεκτρικής σταθεράς}) \quad (24.12)$$

$$V = \frac{V_0}{K} \quad (\text{όταν το } Q \text{ είναι σταθερό}) \quad (24.13)$$

Επαγόμενο φορτίο και πόλωση

24.15 Γραμμές ηλεκτρικού πεδίου με (a) κενό μεταξύ των οπλισμών και (b) διηλεκτρικό μεταξύ των οπλισμών.



Για δεδομένη πυκνότητα φορτίου σ , τα επαγόμενα φορτία στις επιφάνειες του διηλεκτρικού μειώνουν το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ των οπλισμών.

$$E = \frac{E_0}{K} \quad (\text{όταν το } Q \text{ είναι σταθερό}) \quad (24.14)$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (24.18)$$

Χωρητικότητα ενός επίπεδου πυκνωτή, διηλεκτρικό μεταξύ των οπλισμών

$$C = KC_0 = K\epsilon_0 \frac{A}{d} = \epsilon \frac{A}{d} \quad (24.19)$$

Διηλεκτρική σταθερά

Επιφάνεια του κάθε οπλισμού

Επιτρεπτικότητα = $K\epsilon_0$

Χωρητικότητα χωρίς διηλεκτρικό

Ηλεκτρική σταθερά

Απόσταση μεταξύ των οπλισμών

Πυκνότητα ηλεκτρικής ενέργειας στο διηλεκτρικό

$$u = \frac{1}{2}K\epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2}\epsilon E^2 \quad (24.20)$$

Διηλεκτρική σταθερά

Επιτρεπτικότητα = $K\epsilon_0$

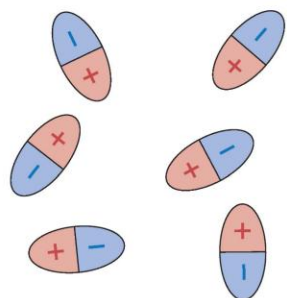
Ηλεκτρική σταθερά

Μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου

Μοριακό πρότυπο του επαγόμενου φορτίου

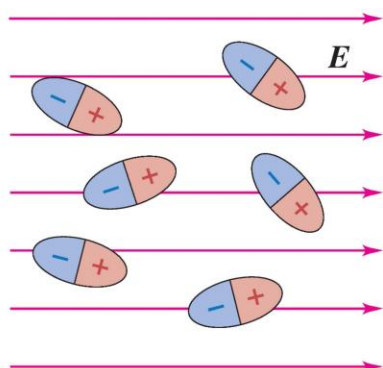
24.17 Πολικά μόρια (a) χωρίς και (b) με εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο E .

(a)



Χωρίς ηλεκτρικό πεδίο, τα πολικά μόρια προσανατολίζονται τυχαία.

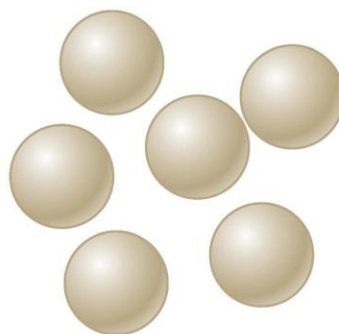
(b)



Όταν εφαρμόζεται ηλεκτρικό πεδίο, τα μόρια τείνουν να ευθυγραμμιστούν με αυτό.

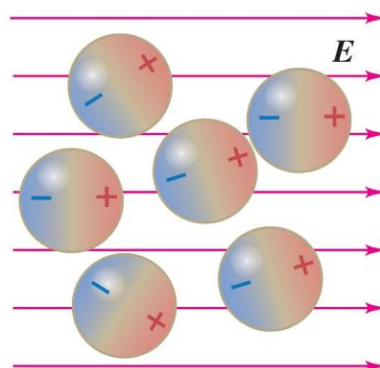
24.18 Μη πολικά μόρια (a) χωρίς και (b) με εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο E .

(a)



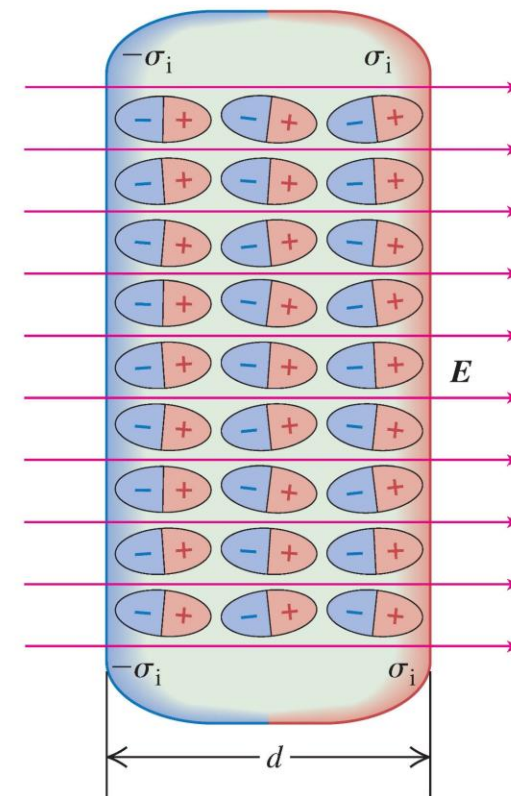
Χωρίς ηλεκτρικό πεδίο τα μη πολικά μόρια δεν είναι ηλεκτρικά δίπολα.

(b)



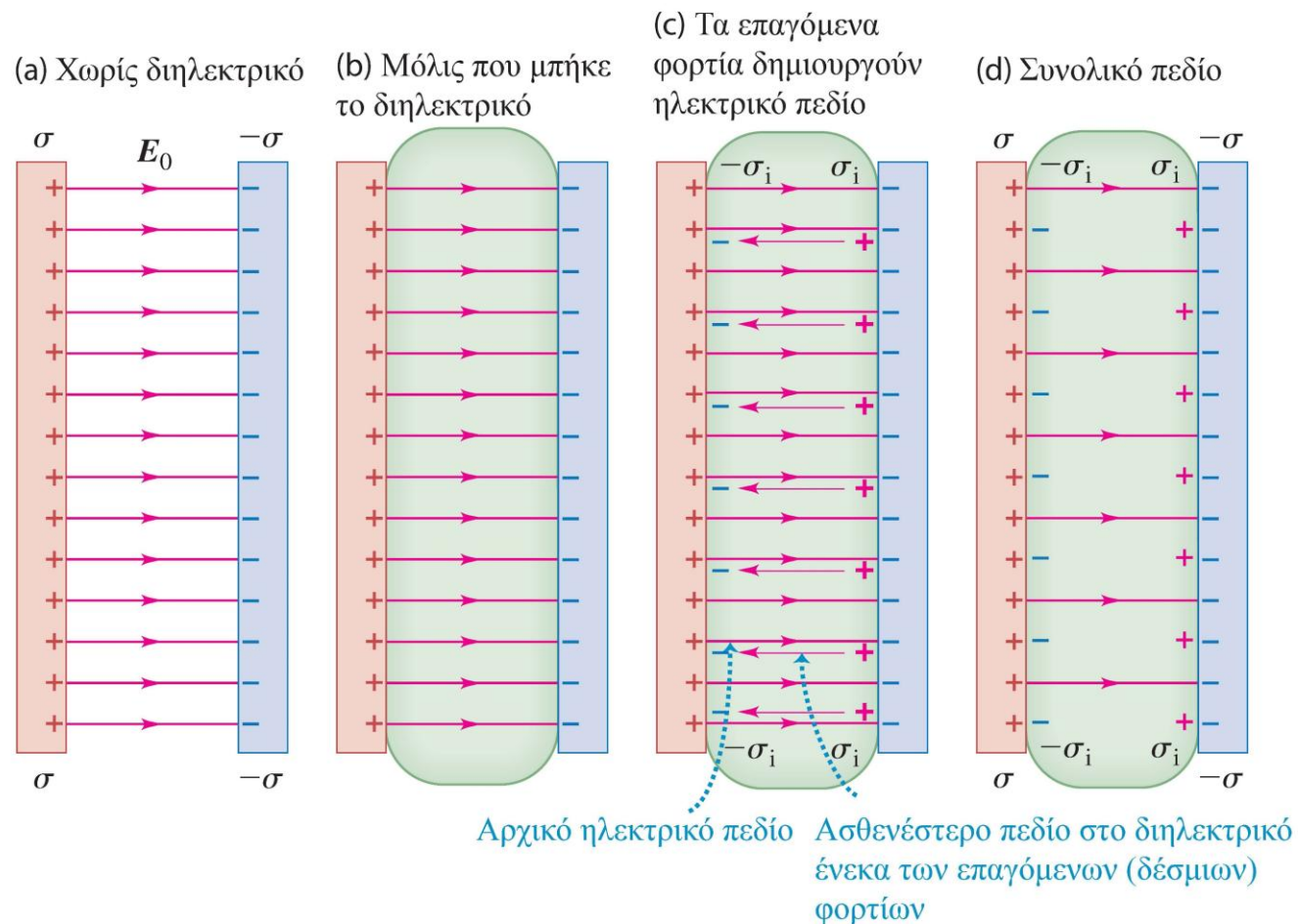
Το ηλεκτρικό πεδίο διαχωρίζει λίγο τα θετικά και τα αρνητικά φορτία, κάνοντας τα μόρια στην ουσία πολικά.

24.19 Η πόλωση διηλεκτρικού μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο E δημιουργεί λεπτά στρώματα δέσμιων φορτίων στις επιφάνειες, με επιφανειακές πυκνότητες φορτίου σ_i και $-\sigma_i$. Τα μεγέθη των μορίων αναπαριστώνται υπερβολικά μεγάλα για μεγαλύτερη σαφήνεια.



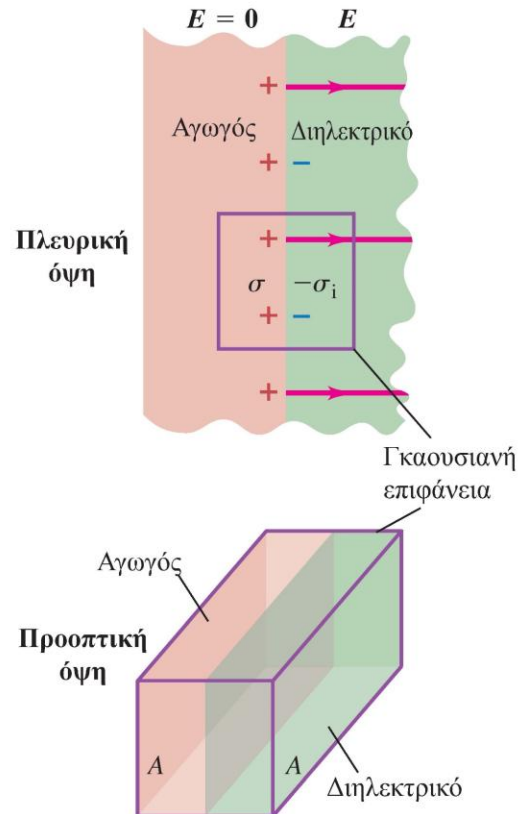
Μοριακό πρότυπο του επαγόμενου φορτίου

24.20 (a) Ηλεκτρικό πεδίο μέτρου E_0 μεταξύ δύο φορτισμένων πλακών. (b) Εισαγωγή διηλεκτρικού διηλεκτρικής σταθεράς K . (c) Τα επαγόμενα επιφανειακά φορτία και το πεδίο τους. (d) Συνολικό πεδίο μέτρου E_0 / K .



Ο Νόμος του Gauss στα Διηλεκτρικά

24.22 Ο νόμος του Gauss με διηλεκτρικό. Αυτό το σχήμα δείχνει μια κοντινή όψη της αριστερής πλάκας του πυκνωτή του Σχ. 24.15b. Η γκαουσιανή επιφάνεια είναι ένα τετράγωνο κουτί που βρίσκεται κατά το μισό μέσα στον αγωγό και κατά το άλλο μισό μέσα στο διηλεκτρικό.



Νόμος του Gauss σε διηλεκτρικό:

$$\oint \vec{KE} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{encl-free}}}{\epsilon_0} \quad (24.23)$$

Διηλεκτρική σταθερά ϵ_0

Ολικό ελεύθερο φορτίο μέσα στην επιφάνεια

Επιφανειακό ολοκλήρωμα του $\vec{KE}$ πάνω στην κλειστή επιφάνεια

Ηλεκτρική σταθερά

