

ΨΣ003 – Φυσική

Χωρητικότητα - διηλεκτρικά

Γιάννης Λιαπέρδος

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Σχολή Οικονομίας και Τεχνολογίας
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων



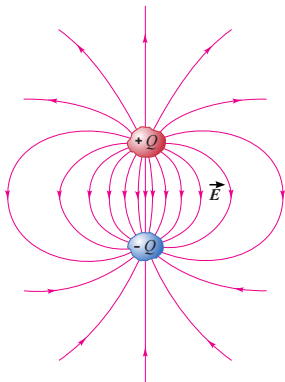
Περιεχόμενα

1 Χωρητικότητα

2 Διηλεκτρικά

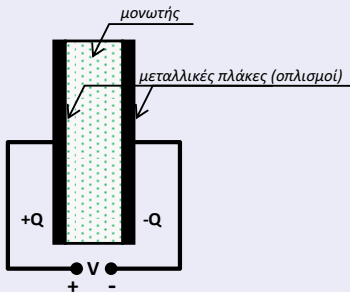
Γενικά

- Στη γενική περίπτωση, ένας **πυκνωτής** σχηματίζεται από **δύο αγωγούς** μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται **μονωτής ή κενό**.



Επίπεδος πυκνωτής

Δομή επίπεδου πυκνωτή



Χωρητικότητα και ενέργεια πυκνωτή

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$E = \frac{1}{2}CV^2$$

Επίπεδος πυκνωτής

Ερώτηση 4.1

Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της χωρητικότητας;

Επίπεδος πυκνωτής

Άσκηση 4.1

Πυκνωτής χωρητικότητας $10\mu\text{F}$ φορτίζεται σε τάση 10V . Να βρεθεί το φορτίο του πυκνωτή και η ενέργεια την οποία αποθηκεύει.

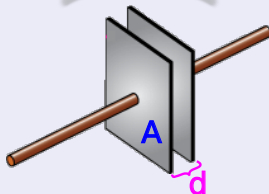
Άσκηση 4.2

- 1 Πυκνωτής χωρητικότητας $2\mu\text{F}$ συνδέεται με πηγή τάσης. Αν ο πυκνωτής αποκτήσει φορτίο $6\mu\text{C}$, να βρεθεί η τάση της πηγής και η ενέργεια του πυκνωτή.
- 2 Αφαιρούμε την πηγή τάσης και συνδέουμε παράλληλα προς τον πυκνωτή του προηγούμενου ερωτήματος άλλον αφόρτιστο πυκνωτή. Αν η τάση στα άκρα των πυκνωτών γίνει 2V , να βρεθεί η χωρητικότητα του δεύτερου πυκνωτή και η ενέργεια του συστήματος. Συγκρίνετε με την τιμή ενέργειας την οποία υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα.

Επίπεδος πυκνωτής

Χωρητικότητα επίπεδου πυκνωτή

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$



Επίπεδος πυκνωτής

Ερώτηση 4.2

Μπορείτε να αποδείξετε τη σχέση της προηγούμενης διαφάνειας με τη βοήθεια του νόμου του Gauss;

Επίπεδος πυκνωτής

Άσκηση 4.3

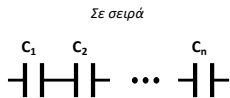
Η απόσταση ανάμεσα στους οπλισμούς φορτισμένου πυκνωτή ελαττώνεται κατά 25%. Να βρεθεί το ποσοστό μεταβολής της ενέργειας του πυκνωτή όταν ο πυκνωτής:

- 1 δεν είναι συνδεδεμένος με πηγή τάσης.
- 2 είναι συνδεδεμένος με πηγής σταθερής τάσης.

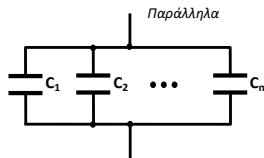


Ισοδύναμη χωρητικότητα

- Ισοδύναμη χωρητικότητα πυκνωτών



$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$



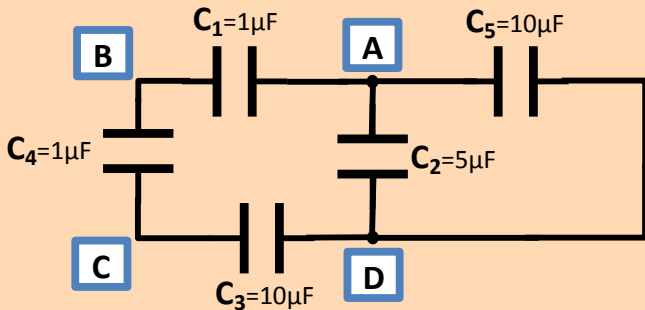
$$C = \sum_{i=1}^n C_i$$



Ισοδύναμη χωρητικότητα

Άσκηση 4.4

Για το δικτύωμα πυκνωτών του σχήματος να προσδιορίσετε τις ισοδύναμες χωρητικότητες μεταξύ των σημείων A-B, A-C και A-D.



Ισοδύναμη χωρητικότητα

Άσκηση 4.5

Να βρεθεί η χωρητικότητα επίπεδου πυκνωτή όταν μεταξύ των οπλισμών τοποθετηθεί μεταλλική πλάκα πάχους a . Η επιφάνεια τόσο των οπλισμών του πυκνωτή όσο και της μεταλλικής πλάκας είναι A και η απόσταση μεταξύ των οπλισμών είναι d , όπου $a < d$.



Προσομοίωση



https://phet.colorado.edu/sims/html/capacitor-lab-basics/latest/capacitor-lab-basics_en.html



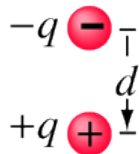
Περιεχόμενα

1 Χωρητικότητα

2 Διηλεκτρικά

Ηλεκτρικό δίπολο

- Πρόκειται για ένα σύστημα **ίσων** και **ετερόνυμων** φορτίων q τα οποία βρίσκονται σε **σταθερή απόσταση** d .



Διπολική ηλεκτρική ροπή

- Αναφέρεται σε ένα ηλεκτρικό δίπολο. Πρόκειται για διανυσματικό μέγεθος \vec{p} με διεύθυνση τη διεύθυνση της ευθείας που συνδέει τα κέντρα των δύο φορτίων του διπόλου, φορά από το αρνητικό προς το θετικό φορτίο και μέτρο $p = q \cdot d$.

$$\vec{p} = q\vec{d}$$



Διηλεκτρικά

Τι είναι;

Πρόκειται για συνώνυμο των **μονωτών**.

Μεταξύ των οπλισμών ενός πυκνωτή παρεμβάλλεται συνήθως διηλεκτρικό για τους εξής λόγους:

- επιτρέπει την τοποθέτηση των οπλισμών σε πολύ μικρή απόσταση, χωρίς να έρχονται σε επαφή, με αποτέλεσμα την αύξηση της χωρητικότητας (γιατί; 🤔)
- αντέχουν σε ισχυρότερα ηλεκτρικά πεδία σε σχέση με τον αέρα
- αυξάνουν τη χωρητικότητα του πυκνωτή, μειώνοντας την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών (βλπ. πιο κάτω)



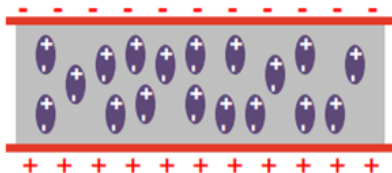
Πόλωση διηλεκτρικού

- Τα άτομα ή τα μόρια ενός διηλεκτρικού συμπεριφέρονται σαν **ηλεκτρικά δίπολα**.
- Απουσία εξωτερικού ηλεκτρικού πεδίου τα **δίπολα** έχουν **τυχαίο** προσανατολισμό.



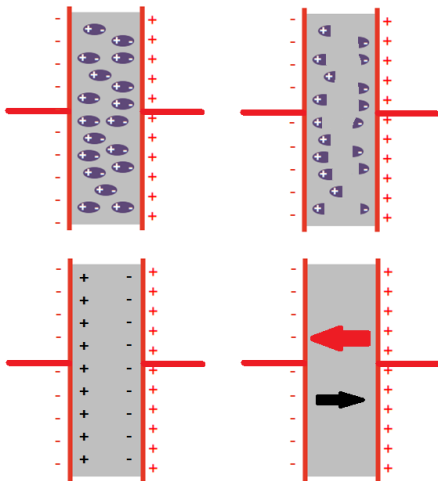
Πόλωση διηλεκτρικού

- Όταν ένα διηλεκτρικό τοποθετηθεί σε ηλεκτρικό πεδίο υφίσταται **πόλωση** και τα στοιχειώδη ηλεκτρικά δίπολα **προσανατολίζονται**.



Πυκνωτής με διηλεκτρικό

- Η **πόλωση** του διηλεκτρικού προκαλεί **μείωση** της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών πυκνωτή.



Πυκνωτής με διηλεκτρικό

- Μείωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου συνεπάγεται μείωση της τάσης στα άκρα του πυκνωτή (γιατί; 🤔).
- Δεδομένου ότι το φορτίο των οπλισμών παραμένει σταθερό, συνεπάγεται ότι η **χωρητικότητα** του πυκνωτή **αυξάνεται** (γιατί; 🤔).



Πυκνωτής με διηλεκτρικό

Σχετική διηλεκτρική σταθερά (ϵ)

$$\epsilon = \frac{C}{C_0}$$

C_0 , C η χωρητικότητα του πυκνωτή χωρίς και με διηλεκτρικό, αντίστοιχα.



Πυκνωτής με διηλεκτρικό

Ερώτηση 4.3

Πώς θα πρέπει να τροποποιηθεί η σχέση $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ προκειμένου να ισχύει για πυκνωτή με διηλεκτρικό;



Πυκνωτής με διηλεκτρικό

Άσκηση 4.6

Ο χώρος μεταξύ των οπλισμών επίπεδου πυκνωτή γεμίζει με τρία διαδοχικά επίπεδα διαφορετικών διηλεκτρικών, με τα διηλεκτρικά να τοποθετούνται παράλληλα στους οπλισμούς. Αν οι σχετικές διηλεκτρικές σταθερές των τριών υλικών είναι 4, 6 και 8, και τα αντίστοιχα πάχη 4cm, 6cm και 8cm, να βρεθεί η χωρητικότητα του πυκνωτή αν η επιφάνεια κάθε οπλισμού είναι 100cm^2 .



Πυκνωτής με διηλεκτρικό

Άσκηση 4.7

Πυκνωτής φορτίζεται σε τάση V και στη συνέχεια, αφού αποσυνδεθεί από την πηγή φόρτισης, συνδέεται με άλλον όμοιο του αφόρτιστο πυκνωτή ο οποίος περιέχει διηλεκτρικό. Παρατηρούμε τότε πως η τάση στα άκρα του συστήματος γίνεται $V/4$. Να βρείτε τη σχετική διηλεκτρική σταθερά του δεύτερου πυκνωτή.



Πυκνωτής με διηλεκτρικό

Άσκηση 4.8

Οι οπλισμοί πυκνωτή απέχουν ℓ και έχουν φορτισθεί σε τάση V . Απομακρύνουμε τους οπλισμούς κατά 1 cm . Να υπολογίσετε το πάχος μιας πλάκας από διηλεκτρικό με σχετική διηλεκτρική σταθερά $\epsilon=2$ που πρέπει να τοποθετηθεί ανάμεσα στους οπλισμούς ώστε η τάση του πυκνωτή να επανέλθει στην αρχική τιμή V .

