

- 1.49** (o) Les plaques d'un condensador pla de capacitat $C = 1,0 \text{ nF}$ tenen una superfície $A = 500 \text{ cm}^2$ i un dielèctric amb una constant dielèctrica de $\epsilon_r = 4,0$. Carreguem aquest condensador a un potencial $V = 6,0 \text{ Volt}$.
- Dibuixeu un esquema de les càrregues lliures i lligades i un diagrama vectorial dels camps elèctrics que creen aquestes càrregues així com del camp elèctric total.
 - Calculeu la distància que separa les plaques.
 - Calculeu la càrrega lliure emmagatzemada Q i el camp E_0 creat per les càrregues lliures.
 - Calculeu el camp elèctric total E .

b) 1,8 mm	c) 6,0 nC, 13,6 kV/m	d) 3,4 kV/m
-----------	----------------------	-------------

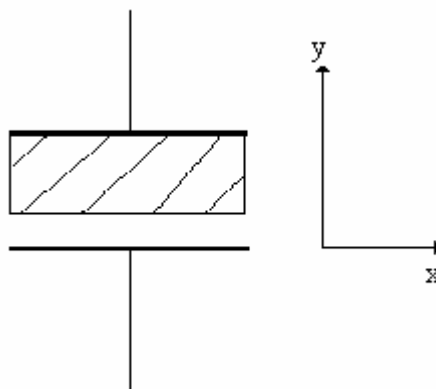
- 1.50** (o) Carreguem un condensador pla paral·lel de plaques quadrades de 10 cm de costat i separades a una distància de 1,0 mm amb $Q = 1,0 \times 10^{-9} \text{ C}$.

Mantenint la mateixa càrrega introduïm un dielèctric de permitivitat relativa $\epsilon_r = 5,0$ de manera que ocupa tota la superfície del condensador, però amb un gruix de $3/4$ de la separació entre les plaques.

a) Calculeu el valor del camp elèctric dins i fora del dielèctric.

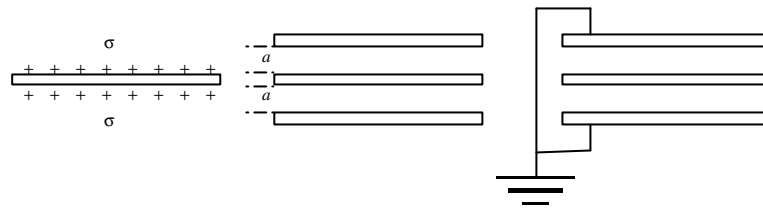
b) Deduïu el potencial en funció de la distància (y) a una de les armadures i de la diferència de potencial total entre les armadures.

c) Comproveu que la capacitat resultant d'aquest condensador és equivalent a la de dos condensadors connectats en sèrie, l'un amb una separació de plaques d' $1/4$ del total i sense dielèctric i l'altre ocupat pel dielèctric amb una separació de plaques de $3/4$ del total.



a) $E_0 = 11 \text{ kV/m}$, $E_d = 2,3 \text{ kV/m}$
b) $\Delta V = 4,5 \text{ V}$

- 1.51** (o) Una placa metàl·lica, de gruix h , està carregada amb una densitat superficial de carrega $+\sigma$. Es col·loquen dues plaques metàl·liques paral·lelament a l'anterior a distància a i, a continuació, ambdues plaques es connecten a terra, $V = 0$.



- Quina és la diferència de potencial entre la placa central y una de les altres dues?
- Calculeu la capacitat, per unitat de superfície, d'aquest sistema de conductors. (ajut: observeu que equival a dos condensadors en paral·lel).

S'introdueix, ara, un dielèctric que ocupa completament l'espai entre les dues plaques inferiors. Es mesura la diferència de potencial entre ambdues; resulta ser la meitat de la que hi havia abans d'introduir el dielèctric.

- Determineu el camp elèctric en el dielèctric, E .
- Indiqueu, en el dibuix, els valors de la densitat de càrrega lliure en cada placa.
- Determineu: el mòdul del vector desplaçament elèctric en el dielèctric, D , i la seva permitivitat dielèctrica relativa ϵ_r .
- Determineu el valor de la densitat de carrega induïda o de polarització, en el dielèctric σ_p .
- Calculeu la capacitat, per unitat de superfície, del nou sistema.

Aplicació numèrica, $\sigma = 8,85 \mu\text{C m}^{-2}$, $a = 2,0 \text{ mm}$.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> $V = 2,0 \times 10^3 \text{ V}$ $C_A = 8,8 \text{ nF m}^{-2}$ $E = 0,50 \times 10^6 \text{ V m}^{-1}$ $D = 13,3 \times 10^{-6} \text{ C m}^{-2}$; $\epsilon_r = 3,0$ $\sigma_p = \sigma$ $C_A = 18 \text{ nF m}^{-2}$ |
|---|

- 1.52** (o) Una esfera conductora de radi $R = 10 \text{ cm}$ està carregada amb una càrrega $Q = +50 \text{ nC}$. Sobre l'esfera conductora es disposa una capa, també esfèrica, d'un material dielèctric (constant dielèctrica $\epsilon_r = 3,0$), amb un gruix de 10 cm .

- Representeu les magnituds vectorials següents, en funció de la distància al centre de l'esfera, indicant-ne els valors més significatius:

- El camp elèctric E .
- El desplaçament elèctric D .
- La polarització P i el camp E' que crea.

- Trobeu la densitat de càrrega induïda a les superfícies de la capa dielèctrica.

- Al col·locar la capa esfèrica de material dielèctric, l'energia electrostàtica augmenta o disminueix?

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> $\sigma_{\text{int}} = -265 \text{ nC/m}^2$, $\sigma_{\text{ext}} = +66 \text{ nC/m}^2$ Disminueix |
|---|

- 1.53** (o) Dos blocs dielèctrics, de constants dielèctriques 3,00 i 5,00 s'estrenyen l'un contra l'altre col·locant-los en un camp elèctric. En el primer medi, E val 300 V/cm i forma un angle de 30° amb la normal a la superfície de separació dels dos dielèctrics. Trobeu els components normal i tangencial de E en el segon medi.

(156,150) V/cm

- 1.54** (o) Una superfície plana descarregada separa dos medis dielèctrics de constants ϵ_1 i ϵ_2 . Demostreu que el component tangencial del camp elèctric i el component normal del desplaçament elèctric tenen el mateix valor a ambdós costats de la superfície. Comproveu que els angles ψ_1 i ψ_2 que formen les línies de camp elèctric amb la normal a la superfície satisfan la relació següent: $\tan \psi_1 / \tan \psi_2 = \epsilon_1 / \epsilon_2$.

1.55 (*) DIELECTRIC NO HOMOGENI.

Un condensador pla conté successives capes de materials dielèctrics, de forma que podem suposar una permitivitat dielèctrica variable gradualment amb la distància de la forma següent:

$$\epsilon = \epsilon_1 + (\epsilon_2 - \epsilon_1) \frac{x}{d} \quad \text{on } \epsilon_1 = 10\epsilon_0, \epsilon_2 = 40\epsilon_0$$

on x és la distància a una de les plaques i la separació entre elles és $d = 0,10$ mm.

Si l'àrea de les plaques és $A = 1,0 \text{ cm}^2$ i el condensador s'ha carregat de forma que la densitat superficial de càrrega lliure és $\sigma = 10^{-5} \text{ Cm}^{-2}$.

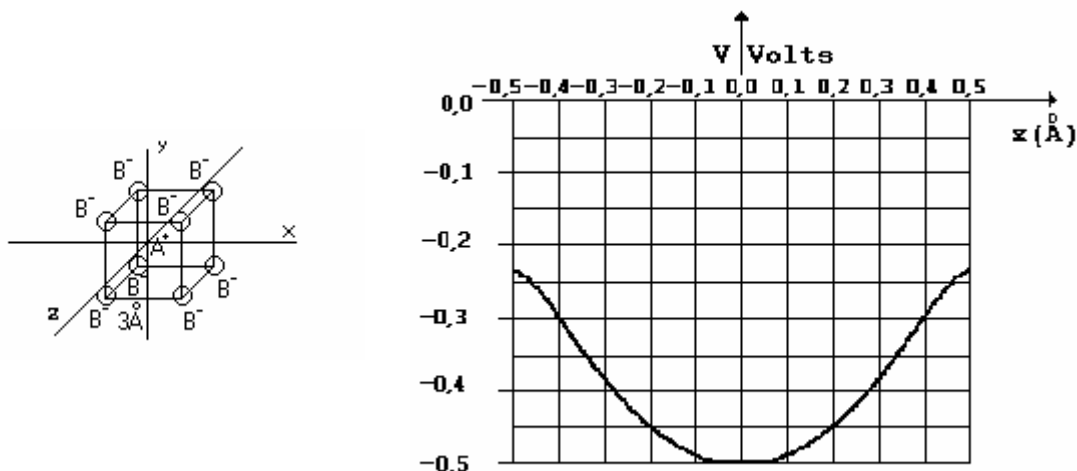
- a) Obteniu el desplaçament elèctric D en el dielèctric.
- b) Obteniu el camp elèctric $E(x)$. I el vector de polarització $P(x)$.
- c) Calculeu la densitat volúmica, i la densitat superficial, de càrrega lligada
- d) Calculeu la diferència de potencial entre les plaques.
- e) Doneu una expressió analítica de la seva capacitat i calculeu el seu valor amb les dades del problema.
- f) Calculeu l'energia emmagatzemada.

- a) $D = 10^{-5} \text{ C/m}^2$, uniforme
- b) $E(x) = 1,13 \times 10^6 / (10 + 30x/d) \text{ V/m}$ $P(x) = 10^{-5} (1 - 1/(10 + 30x/d)) \text{ C/m}^2$
- c) $\rho = -dP/dx$ $\sigma_1 = -0,9 \times 10^{-5} \text{ C/m}^2$ $\sigma_2 = 0,975 \times 10^{-5} \text{ C/m}^2$
- d) $V = 5,2 \text{ V}$
- e) $C = 190 \text{ pF}$
- f) $U = 2,5 \text{ nJ}$

1.56 (*) POLARITZABILITAT IÒNICA D'UN CRISTALL.

Un cristall iònic (clorur de liti) està constituït per ions A^+ i B^- les masses dels quals són respectivament, $m_A = 7 u_A$ i $m_B = 35 u_B$, i les càrregues dels quals són $q_A = +e$ i $q_B = -e$, on $u_A = 1,66 \times 10^{-27} \text{ Kg}$ i $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Aquest compost cristal·litza en el sistema cúbic, per la qual cosa a cada cub de dimensions $3 \times 3 \times 3 \text{ \AA}$ hi ha un ió A^+ i vuit vuitenes parts d'ió B^- .

El potencial electrostàtic creat per tots els ions (excepte l'ió A^+ central) en els voltants de 0, sobre l'eix X, pot descriure's com indica la gràfica de la figura.



- Representeu la gràfica de la força electrostàtica F_x que la xarxa exerceix sobre l'ió A^+ , en funció de la posició x .
- Si accidentalment A^+ no es troba en el punt d'equilibri, oscil·larà amb un moviment periòdic al voltant de 0. Amb quina freqüència?
- Si sobre A^+ hi actués un camp elèctric constant $E = 2000 \text{ i V/m}$, calculeu la posició d'equilibri adquirida per A^+ .
- Aquest desplaçament significa en realitat la creació d'un dipol elèctric, ja que el centre de la càrrega negativa continua essent 0, mentre que el centre de la càrrega positiva és la nova posició de A^+ . Quin és el moment dipolar d'aquest dipol?
- El valor de P és proporcional al valor del camp elèctric E . Trobeu la susceptibilitat elèctrica del material i la seva constant dielèctrica.
Quin valor té el camp E' creat per la polarització del material?
- Si apliquem un camp variable sinusoidalment amb el temps, discutiu el comportament de la susceptibilitat en funció de la freqüència. A quina freqüència serà màxima? Dibuixeu de forma aproximada la gràfica de la susceptibilitat en funció de la freqüència.

- b) $f = 9 \times 10^{12} \text{ Hz}$
 c) $8 \times 10^{-8} \text{ \AA}$
 d) $p = 8 \times 10^{-8} \text{ e\AA}$
 e) $\chi = 2,7 \quad \epsilon_r = 3,7 \quad E' = 5360 \text{ V/m}$

1.57 (c) RIGIDESA DIÈLECTRICA: CAMP DE RUPTURA.

Trobeu l'energia per unitat de volum en un camp elèctric igual al camp de ruptura,

- a l'aire, on $E_{rup} = 3 \times 10^6 \text{ V/m}$, $\epsilon_r = 1$
- a la mica, on $E_{rup} = 300 \times 10^6 \text{ V/m}$, $\epsilon_r = 6$

- a) 40 J/m^3 b) $2,4 \times 10^6 \text{ J/m}^3$