

Esercitazione IV -Dielettrici

1 Condensatore con dielettrico liquido

Considerate un condensatore piano con armature quadrate di superficie S separate da una distanza d ($d \ll \sqrt{S}$), posizionato con le placche parallele al suolo. Metà del volume fra le placche è riempito di un liquido dielettrico con costante ϵ_r . Calcolate la capacità del condensatore nel caso in cui il dielettrico occupi la metà inferiore dello spazio fra le placche. Calcolate la capacità del condensatore nel caso in cui il dielettrico occupi la metà laterale destra dello spazio fra le placche. Caricate il condensatore con una carica Q e calcolate l'energia elettrostatica corrispondente ai due tipi di posizionamento del dielettrico. Quale configurazione prende il liquido quando si carica il condensatore con una carica sufficientemente grande? Perché la risposta è valida solo se la carica è sufficientemente grande?

2 Sfera conduttrice cava con acqua

Una carica Q si trova ad una distanza $R/2$ dal centro di una sfera conduttrice di raggio R , globalmente neutra. Una carica di prova $q \ll Q$ è posizionata all'esterno della sfera ad una distanza $R/2$ dalla sua superficie. Calcolare la forza sulla carica q . Come varia la forza quando la sfera conduttrice è riempita di acqua ($\epsilon_r = 80$)? Come varia la forza quando solo lo spazio esterno alla sfera conduttrice è riempito di acqua? Come varia la forza quando tutto lo spazio interno ed esterno alla sfera conduttrice è riempito di acqua?

3 Lama dielettrica

Considerate una lama piana dielettrica di materiale plastico di spessore 1 cm e costante dielettrica $\epsilon_r = 3$. La lama è piazzata in un campo elettrico esterno uniforme di 10^5 V/m. Il vettore di campo elettrico esterno fa un angolo $\alpha = 45^\circ$, con la normale alla lama. Calcolate, all'interno della lama, il modulo del campo elettrico e l'angolo β che fanno le linee di campo elettrico rispetto alla normale. Calcolate infine la carica di polarizzazione presente nel sistema.

4 Energia di idratazione

L'energia di idratazione, E_{id} è la differenza di energia fra una configurazione in cui uno ione è posizionato nel vuoto è quella in cui è immerso nell'acqua. Consideriamo vari ioni monoatomici di raggio ionico r_I (verificate come è definito in chimica il raggio ionico). Un modello semplice di idratazione suppone che l'acqua, anche sulla scala molecolare, si comporti come un dielettrico uniforme ($\epsilon_r = 80$) e che intorno ad uno ione idratato si formi una sfera cava (priva di acqua) di raggio r_C (detto raggio di coordinazione). Inoltre nel modello si suppone che lo ione abbia una distribuzione di carica a simmetria sferica, nulla al di fuori del raggio di idratazione. Usando questo modello, calcolate in funzione della carica dello ione e di r_C , l'energia di idratazione. L'energia di idratazione si può misurare sperimentalmente (verificate come è misurata). In tabella sono riportati, per diversi ioni, l'energia di misurata

di idratazione misurata il rispettivo raggio ionico. Calcolate, usando il modello dielettrico, i valori di r_C che riproducono l'energia di idratazione e comparateli a r_I . Commentate il risultato.

ione	E_{id} [kJ/mol]	r_I [Å]
Li ⁺	520	0.73
Na ⁺	405	1.13
K ⁺	321	1.51
F ⁻	506	1.19
Cl ⁻	364	1.67
Br ⁻	337	1.82

5 Sfera in liquido dielettrico

Una sfera conduttrice di raggio R e carica Q si trova nel vuoto.

- Calcolate il lavoro per immergere totalmente la sfera in un liquido di costante dielettrica ϵ_r . Calcolate le differenti cariche di superficie (libere, di polarizzazione e totali) dopo l'immersione.
- Considerate il caso in qui la sfera galleggi sulla superficie del liquido (con lo spazio sopra il liquido occupato dal vuoto) in modo che solo la metà inferiore della sfera sia immersa nel liquido
 - Indicate quali condizioni devono soddisfare i campi $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ e $\mathbf{D}(\mathbf{r})$ ai bordi del conduttore e all'interfaccia vuoto/liquido
 - Cercate un campo $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ che soddisfi alle condizioni al bordo (verificate se un campo a simmetria sferica può soddisfare alle condizioni). Quanto vale la carica superficiale sull'interfaccia vuoto/liquido? Calcolate la carica superficiale totale e sulla sfera e il campo $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ in tutto spazio.
 - Calcolate il lavoro necessario per posizionare la sfera dal vuoto a questa posizione di semi-immersione.
- Considerate ora una sfera isolante (di costante dielettrica uguale a 1) con una carica totale Q distribuita sulla sua superficie
 - Calcolate il lavoro per immergere totalmente la sfera in un liquido di costante dielettrica ϵ_r .
 - Quando la sfera galleggia semi-immersa la soluzione trovata per la sfera conduttrice si applica anche alla sfera isolante?
 - Il lavoro fatto per semi-immersione la sfera isolante è maggiore o minore di quello fatto per semi-immersione la sfera conduttrice?
- Come cambiano le risposte ai punti precedenti se la sfera isolante è uniformemente carica sul volume invece che sulla superficie?