

SIF4012 og MNFFY103 høst 2002: Sammendrag uke 38

(Alonso&Finn 25.6-25.10)

Polare molekyler (H_2O , HCl): Har permanent dipolmoment

Upolare atomer og molekyler (CO_2 , H_2): Har ikke permanent dipolmoment

Effekt av ytre elektrisk felt $\mathbf{E}$ på

polare molekyler: innretting av permanente elektriske dipoler langs $\mathbf{E}$

upolare molekyler: innretting av induerte elektriske dipoler langs $\mathbf{E}$ (svak effekt)

Dielektrikum = elektrisk isolator som polariseres i ytre elektrisk felt

Netto effekt av ytre $\mathbf{E}$ -felt på dielektrikum: Forskyvning av bundne ladninger, induert nettoladning på overflaten av dielektrikumet. Dvs: Indusert elektrisk felt inne i dielektrikumet motsatt rettet det ytre feltet; fører til *redusert* elektrisk felt inne i mediet.

Polarisering = dipolmoment pr volumenhet: $\mathbf{P} = \mathbf{p}/V$

Sammenheng med induert overflateladning: $P_{\perp} = \sigma_i$

($P_{\perp} = \mathbf{P} \cdot \mathbf{n}$ = komponenten av $\mathbf{P}$ normalt på overflaten; σ_i = tetthet av induert overflateladning)

Elektrisk forskyvning: $\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}$

Sammenheng med *fri* overflateladning: $D_{\perp} = \sigma_f$

($D_{\perp} = \mathbf{D} \cdot \mathbf{n}$ = komponenten av $\mathbf{D}$ normalt på overflaten; σ_f = tetthet av fri overflateladning)

Gauss lov for dielektriske medier: $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{A} = Q_f$ der Q_f = netto fri ladning innenfor lukket flate S .

På differensiell form: $\nabla \cdot \vec{D} = \rho_f$ der ρ_f = tetthet av fri ladning

Enheter: $[D] = [P] = \text{C/m}^2$

Lineær respons: $\mathbf{P} = \chi_e \epsilon_0 \mathbf{E} \Rightarrow \mathbf{D} = (1 + \chi_e) \epsilon_0 \mathbf{E} = \epsilon_r \epsilon_0 \mathbf{E} = \epsilon \mathbf{E}$

Elektrisk susceptibilitet: χ_e

Relativ permittivitet: $\epsilon_r = 1 + \chi_e$ (=dielektrisitetetskonstanten)

Permittiviteten til mediet: $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$

Enheter: χ_e og ϵ_r dimensjonsløse, $[\epsilon] = [\epsilon_0] = \text{C}^2/\text{Nm}^2 = \text{C/Vm}$

[Merk: Disse relasjonene mellom $\mathbf{D}$, $\mathbf{E}$ og $\mathbf{P}$ gjelder "der vi observerer". For eksempel: Dersom vi har et dielektrikum i et ytre felt $\mathbf{E}_0$, kan vi *ikke* beregne $\mathbf{P}$ direkte fra den lineære sammenhengen gitt ovenfor. Feltet $\mathbf{E}$ er her det *totale* feltet, *inklusive* effekten av polarisering i mediet. Se Øving 5, oppgave 2 og 3!]

Punktladning q i dielektrikum med permittivitet ϵ :

$$E(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon r^2}, \quad V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon r}$$

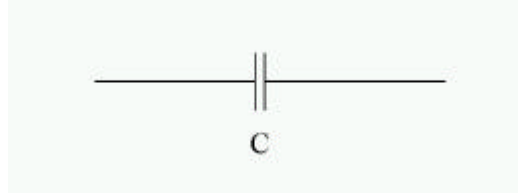
Mediet polariseres og *skjærer* ladningen q . Dermed: E og V *reduseres* med faktor $1/\epsilon_r$ i forhold til om punktladningen befant seg i vakuum.

Kondensator: To adskilte ledere

Kapasitans C : Med ladning $\pm Q$ på de to lederne og potensialforskjell V mellom dem er kapasitansen pr def. $C = Q/V$.

Enhet: $[C] = C/V = F$ (farad)

Symbol i elektriske kretser:



Parallellplatekondensator:

To parallelle metallplater med areal A og innbyrdes avstand d .

Kapasitans: $C = \epsilon_0 A/d$

Med dielektrikum (permittivitet ϵ) mellom platene: $C = \epsilon A/d > C(\text{luftfylt kondensator})$

Talleksempel: $A = 1 \text{ cm}^2$, $d = 1 \text{ mm}$, $\epsilon_r = 2$

$$\Rightarrow C = 2 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ (C/Vm)} \cdot (10^{-4}/10^{-3}) \text{ (m}^2/\text{m)} = 1.8 \cdot 10^{-12} \text{ C/V} = 1.8 \text{ pF (picofarad)}$$