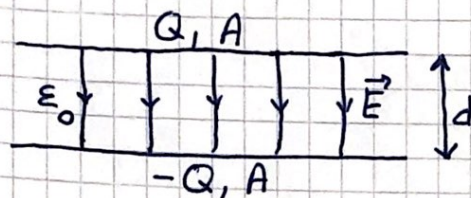


Fra før, luftfylt kondensator:

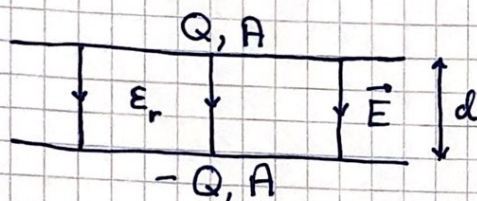


$$E = \sigma / \epsilon_0 = Q / A \epsilon_0$$

$$V = E \cdot d = Qd / A \epsilon_0$$

$$\Rightarrow \underline{C = Q/V = \epsilon_0 A/d}$$

Fyllt med dielektrikum:



$$E = \sigma / \epsilon = Q / A \epsilon_r \epsilon_0$$

$$V = E \cdot d = Q \cdot d / A \epsilon_r \epsilon_0$$

$$\Rightarrow \underline{C = \epsilon_r \epsilon_0 A/d}$$

Plateladningen  $\pm Q$  skaper felt  $\sigma / \epsilon_0$  mellom platene. Polarisering av isolatoren gir indusert ladning på overflaten og svekket felt,  $E = \sigma / \epsilon = \sigma / \epsilon_r \epsilon_0 < \sigma / \epsilon_0$ , og dermed redusert spenning mellom platene,  $V = Qd / A \epsilon_r \epsilon_0$ .

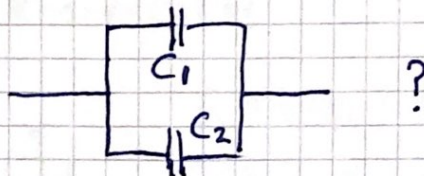
Hvis spenningen  $V$  holdes fast med en spenningskilde, må ladningen  $\pm Q$  økes hvis luft byttes ut med dielektrikum mellom platene, for å opprettholde et felt  $E = V/d$  når isolatoren polariseres.

Merk at når  $C = \epsilon A/d$ , er  $\underline{F/m}$  enhet for permittiviteten  $\epsilon$ .

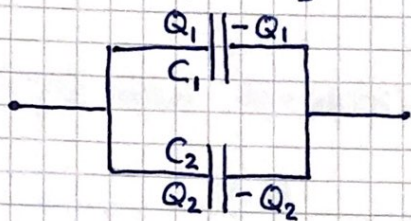


## Kobling av flere kapasitanser [os2 8.2]

Parallellkobling: Hvor stor  $\frac{C}{Q} \parallel -Q$  oppfører seg på samme måte som



Pga lik spenning  $V$  over  $C_1$  og  $C_2$ :

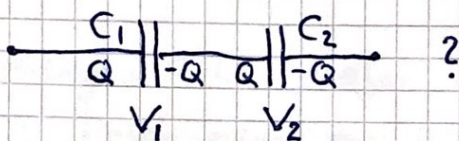


$$V = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} ; Q_1 + Q_2 = Q$$

$$\Rightarrow C_1 V + C_2 V = C V$$

$$\Rightarrow \boxed{C = C_1 + C_2}$$

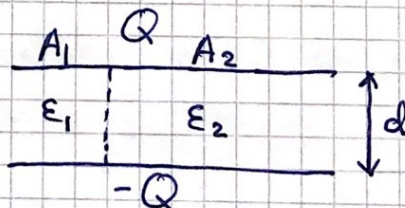
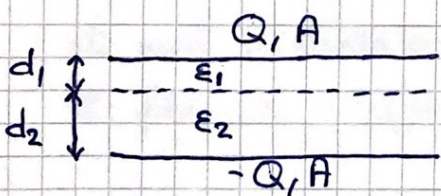
Seriekobling: Hvor stor  $\frac{C}{Q} \parallel -Q$  oppfører seg som  $\frac{C_1}{Q} \parallel -Q \parallel \frac{C_2}{Q} \parallel -Q$  ?



Pga lik ladning  $\pm Q$  på  $C_1$  og  $C_2$ :

$$V_1 + V_2 = V \Rightarrow \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = \frac{Q}{C} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

Kondensator med ulike dielektrika mellom platene:



$$C^{-1} = C_1^{-1} + C_2^{-1}$$

$$C_j = \epsilon_j A / d_j \quad (j=1,2)$$

$$C = C_1 + C_2$$

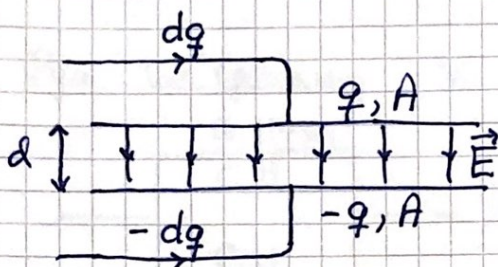
$$C_j = \epsilon_j A_j / d \quad (j=1,2)$$



## Energi lagret i felt $\vec{E}$

[os2 8.3]

En spenningskilde gjør et arbeid  $W$  når den kobles til og lader opp en kondensator. Gir potensiell energi  $U$  lagret i feltet  $\vec{E}$  mellom platene.



$$dU = v(q) dq = \frac{q}{C} dq$$

= økning i pot. energi når  
ladningen økes fra  $\pm q$  til  
 $\pm (q + dq)$

Opplading fra  $q=0$  til  $q=Q$  gir potensiell energi

$$U = \int dU = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} CV^2$$

som med  $C = \epsilon_0 A/d$  og  $V = Ed$  gir

$$U = \frac{1}{2} (\epsilon_0 A/d) (Ed)^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \cdot \underbrace{(Ad)}_{\text{volum mellom platene}}$$

dvs

energien pr volumenhet i feltet  $\vec{E}$  er

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

Gjelder generelt, f.eks. for elektromagnetiske bølger.

(Senere skal vi se at  $u_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2$  er energitetheten i et magnetfelt  $\vec{B}$ )