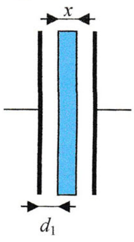
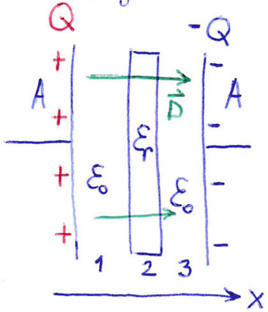
89 v2. Mi történik a kapacitással, ha a lemezek közé egy x vastagságú, $\varepsilon_r = 3$ permittivitású műanyag lapot, ill. ha egy fémlemezt tolunk be, úgy, hogy a lemez nem ér hozzá a fegyverzetekhez. Hogyan függ a kapacitás a betolt lemez és a fegyverzet d_1 távolságától? A kondenzátor lemezeinek távolsága d.

$\varepsilon_r = 3$



műanyag lap



Tegyük fel, hogy van valamennyi Q töltés a kondenzátor lemezein. Az előadás diáinak megfelelően a lemezeket végtelen töltött síkoknak tekintjük, és a Gauss törvényből az elektromos indukcióvektorra:

$$\vec{D} = \sigma \vec{e}_x = \frac{Q}{A}\vec{e}_x \quad \text{(független a közegtől!)}$$

Emiatt a térerősség: $\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \vec{E} \longrightarrow \vec{E} = \dfrac{\vec{D}}{\varepsilon_0 \varepsilon_r}$

Homogén elektromos tér esetén a feszültség: $U_1 = E_1 \cdot d_1$

$$U_2 = E_2 \cdot x$$

$$E_1 = E_3 = \frac{D}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{A\varepsilon_0} \qquad U_3 = E_3 \cdot (d - d_1 - x)$$

$$E_2 = \frac{D}{\varepsilon_0 \varepsilon_r} = \frac{Q}{A\varepsilon_0\varepsilon_r}$$

Tehát a lemezek közötti feszültségre:

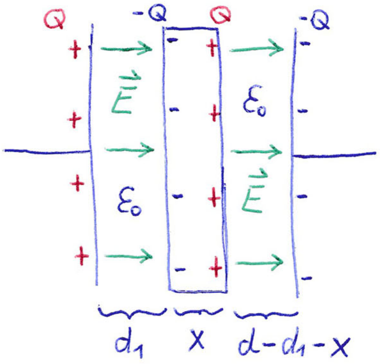
$$U = U_1 + U_2 + U_3 = \frac{Q}{A\varepsilon_0} \cdot d_1 + \frac{Q}{A\varepsilon_0\varepsilon_r} \cdot x + \frac{Q}{A\varepsilon_0}(d - d_1 - x) = \frac{Q}{A\varepsilon_0}\left(d_1 + \frac{x}{\varepsilon_r} + d - d_1 - x\right)$$

$$U = \frac{Q}{A\varepsilon_0}\left(d - x + \frac{x}{3}\right) = \frac{Q}{A\varepsilon_0}\left(d - \frac{2x}{3}\right)$$

Kapacitás definíciója: eredeti kapacitás $C_0 = \varepsilon_0 \dfrac{A}{d}$ (ha üres)

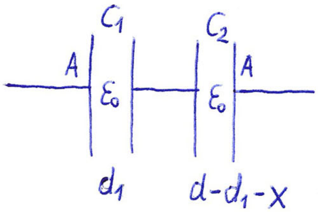
$$C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{\frac{Q}{A\varepsilon_0}\left(d - \frac{2x}{3}\right)} = \frac{A\varepsilon_0}{d - \frac{2x}{3}} = \varepsilon_0 \frac{A}{d\left(1 - \frac{2x}{3d}\right)} = \underline{\underline{\frac{C_0}{1 - \frac{2x}{3d}}}}$$

Fémlap x vastagsággal



A fémlapban a térerősség nulla
Ez úgy valósul meg, hogy a lapon is kialakul $-Q$ és Q töltés a szétválasztás miatt.
(Semleges volt kezdetben, az össztöltése most is nulla!)

Ez az elrendezés végülis olyan, mintha két kondenzátor sorba lenne kapcsolva.



$$C_1 = \varepsilon_0 \frac{A}{d_1} \qquad C_2 = \varepsilon_0 \frac{A}{d-d_1-x}$$

Eredeti kapacitás: $C_0 = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$

Sorosan kapcsolt kondenzátorokra:

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\varepsilon_0 \frac{A}{d_1} \cdot \varepsilon_0 \frac{A}{d-d_1-x}}{\varepsilon_0 \frac{A}{d_1} + \varepsilon_0 \frac{A}{d-d_1-x}} = \frac{\varepsilon_0 \frac{A}{d_1} \cdot \frac{1}{d-d_1-x}}{\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d-d_1-x}} = \frac{\varepsilon_0 \frac{A}{d_1(d-d_1-x)}}{\frac{d-d_1-x+d_1}{d_1(d-d_1-x)}} =$$

$$= \frac{\varepsilon_0 A}{d-x} = \frac{\varepsilon_0 A}{d\left(1-\frac{x}{d}\right)} = \underline{\underline{\frac{C_0}{1-\frac{x}{d}}}}$$