

Se materialmente isotropi

$$\underline{P}(\underline{r}) = \epsilon_0 \chi_e \underline{E}(\underline{r})$$

$\underline{D}$ = vettore ind. elettrica

$$\underline{\sigma}_p(\underline{r}) = \underline{P}(\underline{r}) \cdot \hat{n} \big|_{\underline{r} \in S}$$

Se non ci sono cariche libere

$$\underline{D}_{1m} = \underline{D}_{2m} \quad \text{condiz. di continuité}$$

$$\underline{\rho}_p(\underline{r}) = -\nabla \cdot \underline{P}(\underline{r})$$

$$\underline{E}_1 t = \underline{E}_2 t$$

$$\underline{D}(\underline{r}) = \epsilon_0 \underline{E}(\underline{r}) + \underline{P}(\underline{r})$$

$$\underline{D}(\underline{r}) = \epsilon_0 \epsilon_r \underline{E}(\underline{r})$$

Gauss Dielettrica:

$$\oint \underline{D}(\underline{r}) \cdot \hat{n} dS = Q_f$$

Condensatore facce piane

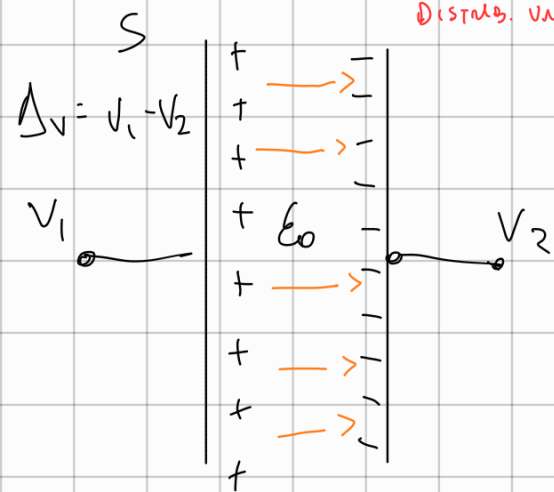
Cosa succede se mettiamo dielettrico

all'interno lo carica
carica condensatore, non Q_1, Q_2 sulle
in un condensatore ideale

No effetto ai bordi;
ind. completa

Campo elettrostatico
all'interno di un
condensatore

DIST. UNIF.



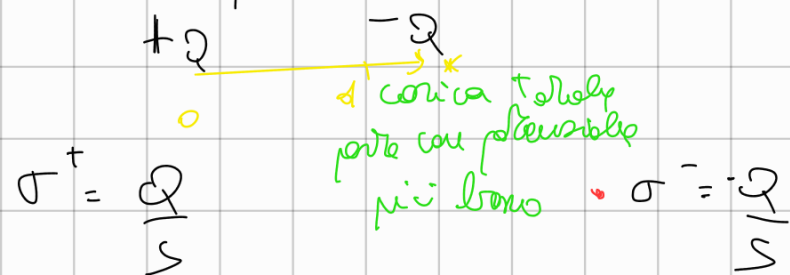
$$|\underline{E}| = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\Delta V = \frac{Q}{C_0}$$

Se inserisco un materiale isotropo,

non dielettrico



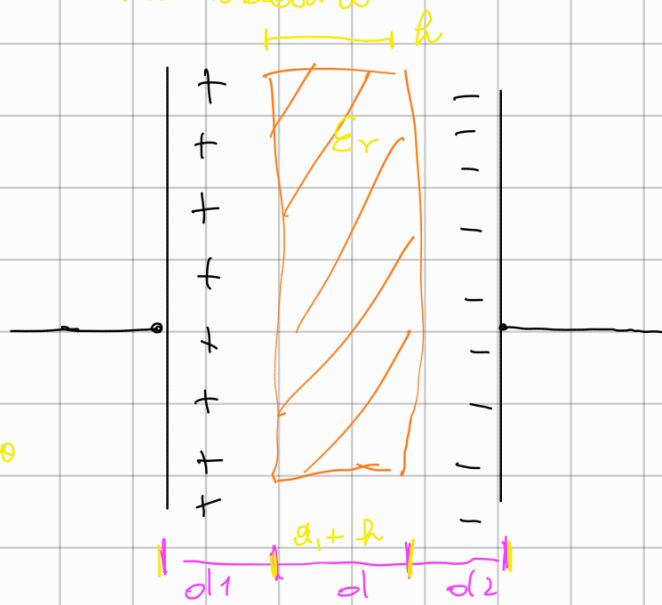
la carica totale
potrebbe essere
piu' bassa

$$\sigma^- = -\frac{Q}{S}$$

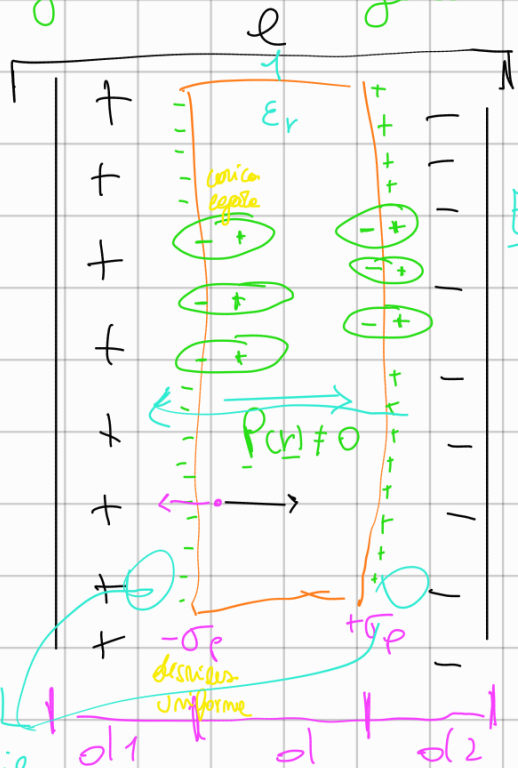
quando condensatore ideale, la
carica e' sulle pareti interne, e fuori
e' 0

Q sulle superficie si conserva
piccoli e isolato

$$d_1 + d + d_2 = l$$



il dielettrico allora si polarizza, e all'interno gli atomi vengono deformati. Ho sull'interfaccia delle sup. di polarità



cost. $|\underline{E}_p| = \frac{\sigma_p}{\epsilon_0}$ debole e tal.

$$\underline{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \int_{d_1+h}^{d_1} dx + \frac{\sigma}{\epsilon_0} \int_{d_1+h}^{d_2} dx$$

all'interno non ci saranno le densità di carica volumetriche

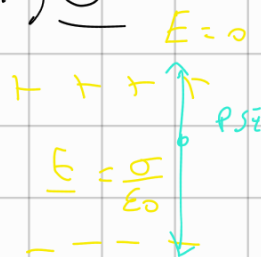
Il campo elettrico è uniforme in tutti i punti interni

$$\underline{P}(\underline{r}) = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \underline{E}$$

densità di carica, PSE delle discontinuità

$$|\underline{E}| = \frac{\sigma}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_p}{\epsilon_0}$$

per x nel die. dato è minore



$$\sigma_p = -\sigma_p \text{ anche inizialmente neutro}$$

$$E = 0 \text{ all'esterno}$$

all'esterno del dielettrico corpo polarizzato è nullo

attraversando l'interfaccia D non cambia

induzione elettrostatica all'interno, è la zona di densità dove c'è aria

$$D_{diel} = \epsilon_0 \epsilon_r E$$

$$D_{vac} = \epsilon_0 E_{vac}$$

$$D_{om} = D = \epsilon_0 |\underline{E}| = \epsilon_0 \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \sigma$$

D è solo normale, il corpo elettrostatico in aria è solo normale $\epsilon_r = 1$

Non Dora che Dfiori come x e NON HO CARICHE LIBERE

il campo elettrico è dovuto solo dalle cariche libere nel dielettrico

$$D_{im} = D = \epsilon_0 \epsilon_r |\underline{E}| = \sigma$$

$$\text{perché } D_{im} = D_{om} = \sigma$$

il campo totale all'interno è dato ancora dalle cariche libere perché di polarizz. è dato ϵ_r

Passo ora a calcolare il campo elettrostatico all'interno

come avevamo supposto all'inizio il corpo el. è
 debole c'è un corpo di depolarizzante, minore
 che si sposta d. C.E. il quale infatti
 è minore del dielettrico.
 Minore di $\frac{1}{\epsilon_r}$

$$|E| = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

metto il
 modulo perché non
 ho perso alcuna
 informazione



allora $\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} \hat{x}$

le cariche
 di polarizz.
 diminuiscono il
 campo el. TOTALE

so che vale in ogni punto del diel.

$$\vec{E}_d = \frac{\sigma}{\epsilon_r} \hat{x}$$

legge tra $\vec{P}$ e $\vec{E}$

$$\vec{P} = \epsilon_0 \epsilon_r \vec{E}$$

vetture polarizz.
 uniformi in tutti i punti
 del dielettrico

$$\vec{P} = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} \hat{x}$$

$$\vec{P} = (\epsilon_r - 1) \frac{\sigma}{\epsilon_r} \hat{x}$$

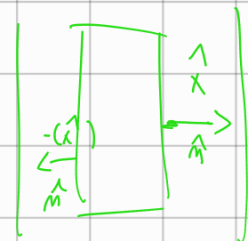
UNIF IN TUTTI I PUNTI, come E

appena esco fuori

$$\vec{P} = 0 \leftarrow \text{no dielettrico}$$

$$\vec{\sigma}_p = \vec{P} \cdot \hat{n} \bigg|_{\text{res}} = \frac{(\epsilon_r - 1) \sigma}{\epsilon_r}$$

non solo
 densità
 carica polarizz.
 sulle 2 facce del diel.



$$\vec{\sigma}_p = \frac{(\epsilon_r - 1) \sigma}{\epsilon_r} \quad \text{C/m}^2$$

DIVERGENZA DI $\vec{P}$ è 0
 quindi non ha
 densità
 di polarizz.
 volumetrica
 INTERNA
 $\nabla \cdot \vec{P}$, densità
 sulla
 faccia

$$\vec{\sigma}_p = \vec{P} \cdot \hat{n} = \frac{(\epsilon_r - 1) \sigma}{\epsilon_r} (-\hat{x})$$

densità di polarizz. sono

UNIFORMI (copoli sul diel) e sono una fraz. di σ

$$\sigma_p^+ = - \frac{(\epsilon_r - 1) \sigma}{\epsilon_r} \quad \text{C/m}^2$$

stessa di-
conica di-
planos.

depolimerizza il
corpo all'interno

Da σ , ρ e condit. di condano ho calcolato

ρ e E_{tot} all'interno

Prima per trovare una carica da uniformare all'ore

$$(V_2 - V_1) = - \int_1^2 E_{\text{tot}} \cdot \hat{x} dx = - \int_0^d E_1 - |E_1 - E_2|$$

non posso calcolare σ

$$\bullet V_1 - V_2 = E \cdot d$$

Prendo un camino $| \dots |$ lungo x

ma invece ho 3 campi elettrostatici costanti non per forza giu-

F_{tot}

σ_{tot}

$$\Delta V = V_1 - V_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d_2 + \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} d + \frac{\sigma}{\epsilon_0} d_1$$

Introducendo il dielettrico, varia la
differenza di potenziale, diminuisce
allora AUMENTA CAPACITA'

La quantità di carica rimane la stessa.

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

$$\bullet C = \frac{Q}{\frac{\sigma}{\epsilon_0} d_2 + \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} d + \frac{\sigma}{\epsilon_0} d_1}$$

Q non è
costante ma
costante V (ϵ)
e costante C

$$= \frac{Q}{\frac{Q}{S \epsilon_0} d_2 + \frac{Q}{S \epsilon_0 \epsilon_r} d + \frac{Q}{S \epsilon_0} d_1}$$

$$= \frac{1}{\frac{d_2}{\epsilon_0 S} + \frac{d}{\epsilon_0 \epsilon_r S} + \frac{d_1}{\epsilon_0 S}}$$

condensatore che ha
quattro a sinistra di 1

2) capacità di un condensatore di aria
all'interno un dielettrico

capacità condensatore pieno in aria

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{e}$$

Capacità condensatore
in aria

$$\frac{1}{C_2}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_2}$$

INTRODUZIONE DIELETTRICO
AUMENTA CAPACITÀ;
HO 3 condensatori
IN SERIE

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_{\text{diel.}}} + \frac{1}{C_1}}$$

Sono 3 condensatori in serie!

La interpretiamo come sono
3 condensatori in aria
la cui capacità del
condensatore dielettrico
è moltiplicata di ϵ_r

$$d_1 + d + d_2 = l$$

$$\Rightarrow \frac{d_1}{\epsilon_0 S} + \frac{d_2}{\epsilon_0 S} = \frac{d_1 + d_2}{\epsilon_0 S} = \frac{l - d}{\epsilon_0 S}$$

$$= \frac{1}{\frac{l - d}{\epsilon_0 S} + \frac{d}{\epsilon_r \epsilon_0 S}}$$

Sono spaziali d_1 e d_2
non conta come lo mettiamo,
la capacità non cambia.
non dipende dalla distanza delle
piastre.

2 condensatori in serie



Se faccio tendere $d \rightarrow l$ (riempio tutto il volume di dielettrico)



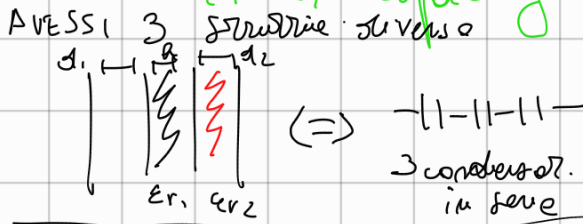
$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$

area $S \rightarrow$
dist. $d \rightarrow$

ho aumentato la capacità di ϵ_r e allora ΔV di $1/\epsilon_r$

$$\Delta V = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} d$$

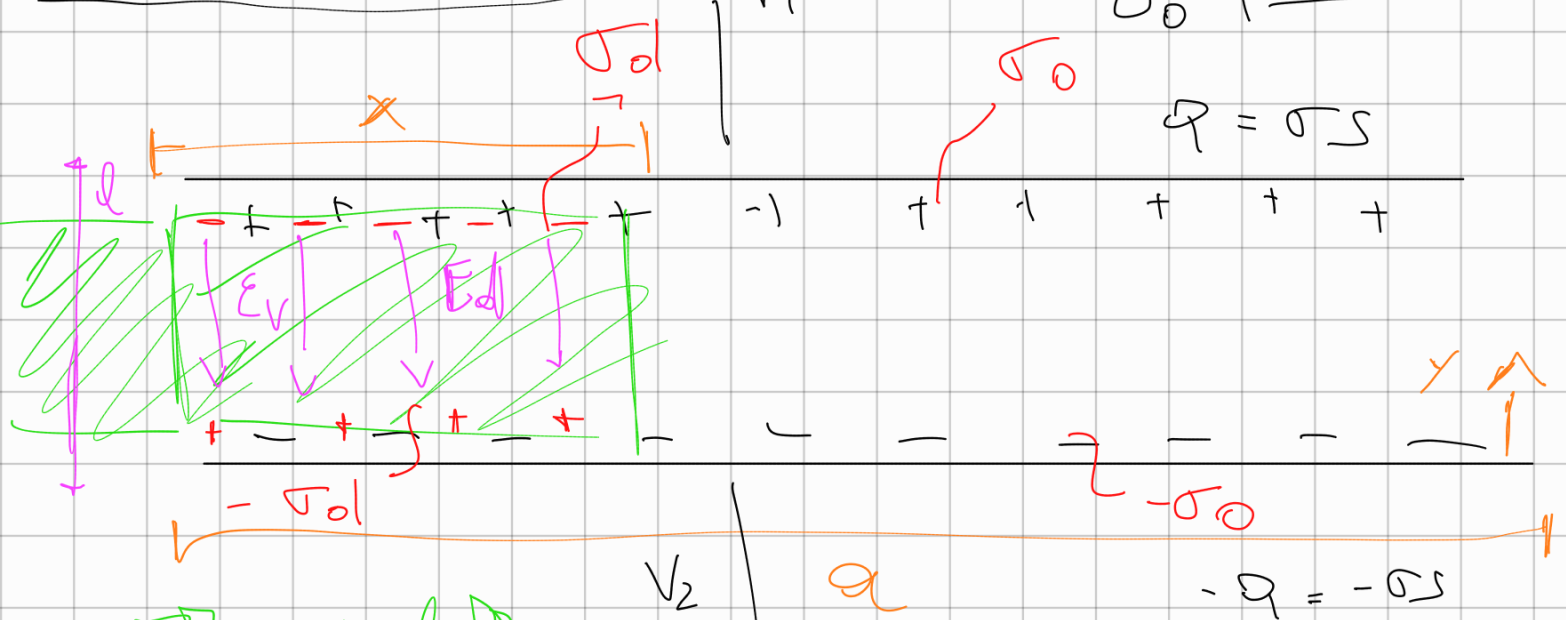
max capacity?



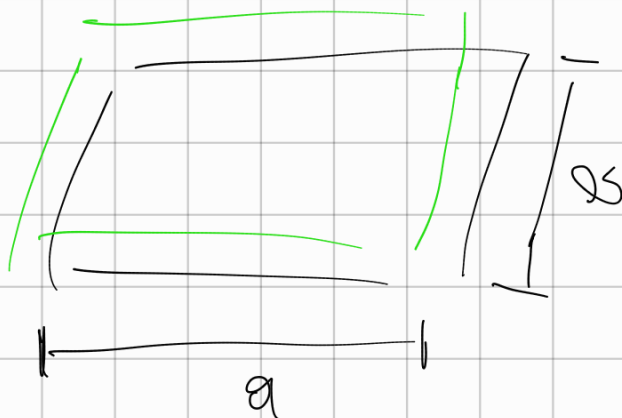
$$C = \frac{1}{\frac{d_1}{\epsilon_0 \epsilon_{r1}} + \frac{d_2}{\epsilon_0 \epsilon_{r2}} + \frac{d_3}{\epsilon_0 \epsilon_{r3}}}$$

sono 3 corpi di diversi materiali

MA VETT INDOT. E' UGUALE PER CONDIZ. DI CONTIN. $D_1 = D_2 = D_3$



metto dielettrico solo su un pozzo



$$\Delta V = V_1 - V_2$$

in corrispondenza dello spazio nel dielettrico si genera una carica di polarizzazione uniforme

il campo elettrostatico all'interno all'interno delle
 sfere più piccolo, ma ricordiamo che

$$E_1 = E_2$$

quando attraverso l'interfaccia
 il campo elettrostatico non
 cambia per via della
 condizione di tangenza
 dell'interfaccia

quindi

$$E_1 = E_0$$

rimangono costanti

il campo el. è nullo perché

cambia la carica libera non più distribuita
 uniformemente, ma in 2 parti.

avremo una σ_d e una $-\sigma_0$ fuori.

$$\sigma_d S + \sigma_0 S = (\sigma_d + \sigma_0) S = \sigma S$$

$$\sigma_d + \sigma_0 = \sigma$$

$$E_0 = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0} (-\hat{y})$$

$$D_0 = \epsilon_0 E_0 = -\sigma_0 (\hat{y})$$

$$D_d = \epsilon_0 \epsilon_r E_d = \sigma_d (-\hat{y})$$

↳ dipende solo dalle cariche libere

$$\Rightarrow E_d = \frac{-\sigma_d}{\epsilon_0 \epsilon_r} (\hat{y})$$

da cui ricaviamo che

velocità v_{gr}

✓ le 2 sfere di carica

$$-\frac{\sigma_0}{\epsilon_0} = \frac{+\sigma_d}{\epsilon_0 \epsilon_r} \Rightarrow \sigma_0 = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r}$$

e 2 che vale la relazione $\sigma_d + \sigma_o = \sigma$

$$\frac{\sigma_d}{\epsilon_r} + \sigma_o = \sigma$$

e moltiplico per le rispettive superfici

$$\frac{\sigma_d}{\epsilon_r} (a-x)b + \sigma_o x b = \sigma a b$$

$$\frac{\sigma_d}{\epsilon_r} (a-x) + \sigma_o x = \sigma a$$

• $\Delta V = V_1 - V_2 \Rightarrow \Delta V_N = E_o l$
WVA

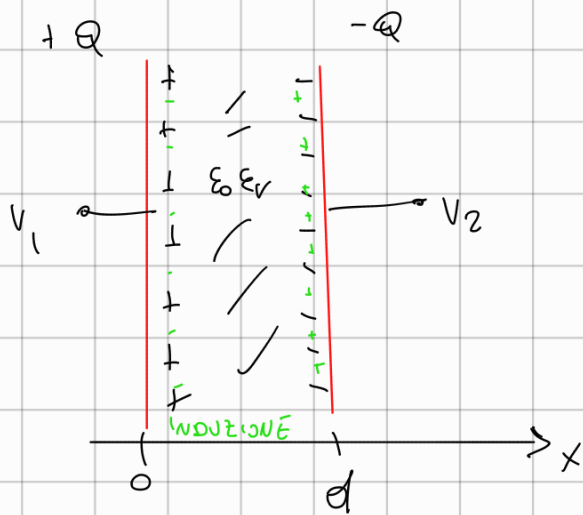
• $C = \frac{Q}{\Delta V_N} = \frac{\frac{\sigma_d}{\epsilon_r} (a-x)b + \sigma_o x b}{\Delta V_N}$

$$C = \frac{\sigma_d a b}{\epsilon_r} \frac{1}{\Delta V_N} - \frac{\sigma_o}{\epsilon_r} \frac{x b}{\Delta V_N} + \frac{\sigma_d x b}{\Delta V_N}$$

$$= \frac{\sigma_d}{\epsilon_r} \frac{1}{\Delta V_N} + \frac{\sigma_d (x - \frac{x}{\epsilon_r}) b}{\Delta V_N}$$

Da F, x are

La lossa on-line. Condensatore con dielettrico



$$\Delta V = V_1 - V_2 \quad |E| = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

RICETTA DIELETTRICA di
UN MATERIALE

E_r numero reale di campo
che può essere presente senza che
questo produca le caratteristiche di
dielettrico.

È così forte che strappa elettroni da atomi, ionizzati
ha una scarica elettrica, rompe il dielettrico

la cui $E_{r \text{ critica}} \approx 3 \cdot 10^6 \frac{V}{m}$ 3 milioni di volt
m

$$E_{r \text{ vero}} \approx 4 \div 6 \cdot 10^7 \frac{V}{m}$$

LIMITI e al sottopasso il condensatore
si rompe, diventa un conduttore, $\Delta V = 0$

$$\Delta V = |E| d$$

però $|E|$ cost

$$\Delta V_{max} = E_r d$$

$$\Rightarrow \Delta V < \Delta V_{max}$$