Settimana: 8

Materia: Fisica
Classe: 5F
Data: 3/11 /25

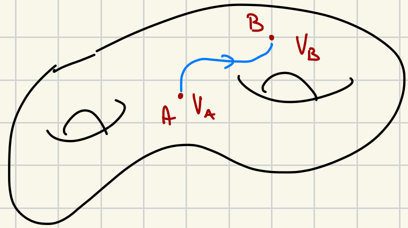
Argomenti:

Potenziale in un conduttore

Teorema: Dato un conduttore in equilibrio elettrostatico, il potenziale è lo stesso in ogni pto del conduttore.

Dim: Voglio dimostrare che $V_A = V_B$ per ogni coppia di punti nel conduttore. Analogamente è sufficiente mostrare che

$$\Delta V = 0$$



$$\Delta V = -\frac{W_{A\to B}}{q}$$ con q di prova.

$$\frac{W_{A\to B}}{q} \boxed{=} \frac{\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i \cdot \vec{\Delta s}_i}{q} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\vec{F}_i}{q} \cdot \vec{\Delta s}_i = \sum_{i=1}^{n} \underbrace{\vec{E}_i}_{=0} \cdot \vec{\Delta s}_i = 0$$

Dato che $\vec{F}$ non costante, faccio la somma sui pezzettini

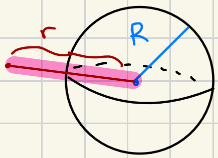
perché dentro al conduttore

□

Oss: Un conduttore è quindi un volume equipotenziale, cioè ogni punto ha lo stesso V.

Fatto: La funzione potenziale, $V: \mathbb{R}^3 \to \mathbb{R}$ cioè che prende un punto nello sp. e restituisce il potenziale è una funzione continua

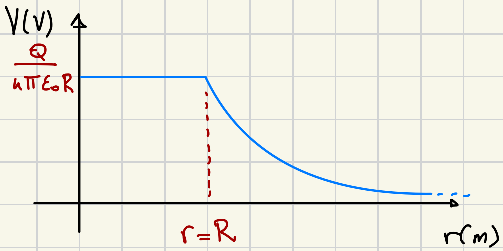
Cioè implica che per calcolare il potenziale in un punto di un conduttore posso calcolarlo sulla superficie e lì si dovrà "raccordare" con il potenziale generato esternamente



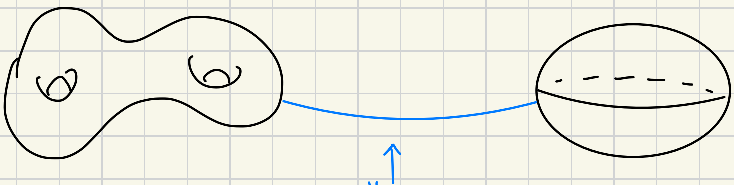
Per calcolare V interno e sulla superficie, lo calcolo sulla superficie perché lo considero come pto esterno e poi è uguale in tutti i pti.

⇝ Per quanto già visto vale che

$$V(r) = \begin{cases} \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} & 0 \leq r \leq R \\ \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} & r \geq R \end{cases}$$



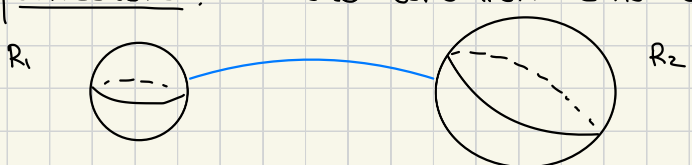
Cosa accade se connetto due conduttori tramite un filo conduttore



$q_{1,in}$; $V_{1,in}$ connetto i due conduttori con un cavo conduttore "trascurabile" rispetto alla situazione. $q_{2,in}$; $V_{2,in}$

L'obiettivo è trovare una relazione tra i potenziali all'inizio e il potenziale V del conduttore finale e le cariche.

Caso particolare: I due conduttori sono sfere di raggio R_1, R_2



Sit iniziale

$Q = q_{1,in} + q_{2,in}$

$V_{1,in}$

$V_{2,in}$

Sit. finale

$q_1 = q_{1,fin}$

$q_2 = q_{2,fin}$

$Q = q_1 + q_2$

$V_1 = V_2$ ⇝ Uguali perché è tutto collegato

Nella sit. finale ho:

↳ Ce l'ho perché lo ricavo dalla sit. iniziale

$$\begin{cases} Q = q_1 + q_2 \\ V_1 = V_2 \end{cases} \qquad \begin{cases} Q = q_1 + q_2 \\ \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1} = \dfrac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2} \end{cases} \qquad \begin{cases} Q = q_1 + q_2 \\ \dfrac{q_1}{R_1} = \dfrac{q_2}{R_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q = q_1 \left(1 + \dfrac{R_2}{R_1}\right) \\ q_2 = q_1 \dfrac{R_2}{R_1} \end{cases} \rightsquigarrow Q = q_1 \frac{R_2 + R_1}{R_1} \rightsquigarrow \boxed{q_1 = Q \frac{R_1}{R_1 + R_2}}$$

Simmetria

$$\boxed{q_2 = Q \frac{R_2}{R_1 + R_2}}$$

Pag 265 n 29

$q_{1,in} = 8{,}78 \cdot 10^{-10}\,C$

$q_{2,in} = 0\,C$

$r_1 + r_2 = 7{,}4\,cm = 7{,}4 \cdot 10^{-2}\,m$

A partire da loro calcolo la carica fin in ciascuna sfera ← $\left[\sigma_1 = 3{,}5 \cdot 10^{-8} \frac{C}{m^2}, \quad \sigma_2 = 2{,}01 \cdot 10^{-8} \frac{C}{m^2}\right]$

$r_1 = ? \quad r_2 = ?$

sup. della sfera 1

In generale $\sigma = \dfrac{\Delta Q}{\Delta S}$ ⇝ Da qui $q_1 = \sigma_1 \cdot \Delta S = 4\pi r_1^2 \cdot \sigma_1$

. . . . . $q_2 = \sigma_2 \cdot \Delta S = 4\pi r_2^2 \sigma_2$

Per le formule sopra so che $Q = q_{1,in} + q_{2,in} = q_{1,in}$

$$q_1 = Q \frac{r_1}{r_1+r_2} \rightsquigarrow 4\pi r_1^{\cancel{2}} \sigma_1 = Q \frac{\cancel{r_1}}{r_1+r_2}$$

$$r_1 = \frac{Q}{4\pi \sigma_1 \underbrace{(r_1+r_2)}_{\text{me lo dà il problema}}} \approx 2{,}7 \text{ cm}$$

Oss Giulio $\rightsquigarrow r_2 = (r_1+r_2) - r_1 \approx 4{,}7$ cm

Fatto sperimentale: All'equilibrio elettrostatico la carica Q e il potenziale V_0 di un conduttore sono direttamente propor.

Pertanto è possibile definire questo rapporto dato un conduttore

Def: Dato un conduttore caricato con carica Q che ha un potenziale V_0, definiamo la capacità C come

↳ Elettrica

$$C = \frac{Q}{V_0}$$

$Q \to$ carica nel cond

$V_0 \to$ Potenziale

$$[C] = \frac{[Q]}{[V_0]} = \frac{C}{V} = F$$

Farad In onore di Faraday

Michael **Faraday** (1791 – 1867) è stato uno dei più grandi scienziati della storia, in particolare nel campo della **fisica** e della **chimica**.

Ecco una sintesi chiara della sua figura:

🧠 **Chi era**

- Nato a Londra da una famiglia povera, iniziò come **garzone in una legatoria**, dove scoprì la passione per la scienza leggendo i libri che rilegava.
- Grazie alla sua curiosità e determinazione, riuscì a diventare **assistente di Humphry Davy** alla Royal Institution, uno dei più importanti scienziati britannici dell'epoca.

⚡ **Principali scoperte**

1. **Induzione elettromagnetica (1831)**

→ Scoprì che muovendo un magnete vicino a una bobina si genera una corrente elettrica: è il principio alla base di **generatori** e **trasformatori** elettrici.
(Questo fenomeno è oggi noto come *legge di Faraday dell'induzione*.)

2. **Gabbia di Faraday**

→ Scoprì che un conduttore cavo protegge l'interno dai campi elettrici esterni. È il principio che protegge, ad esempio, chi sta dentro un'auto durante un fulmine.

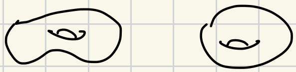
3. **Leggi dell'elettrolisi**

→ Descrisse in modo quantitativo come l'elettricità provoca reazioni chimiche, fondando la **elettrochimica moderna**.

4. **Concetto di campo**

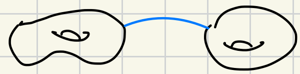
→ Introdusse l'idea che forze come quella elettrica o magnetica non agiscano "a distanza", ma si propaghino tramite un **campo** che riempie lo spazio.
Questa intuizione fu poi formalizzata da Maxwell e divenne centrale in tutta la fisica moderna.

Stesso es di prima, ma più in generale tramite capacità



$q_{1,in} + q_{2,in} = Q$

C_1 , C_2



$q_{1,fin} + q_{2,fin} = Q$

$q_{1,fin} = q_1$
$q_{2,fin} = q_2$

C_1 , C_2
$V_1 = V_2$ ⇝ Conduttori attaccati

$$\begin{cases} q_1 + q_2 = Q \\ V_1 = V_2 \end{cases} \qquad \begin{cases} q_1 + q_2 = Q \\ \dfrac{q_1}{C_1} = \dfrac{q_2}{C_2} \end{cases} \rightsquigarrow q_2 = q_1 \frac{C_2}{C_1}$$

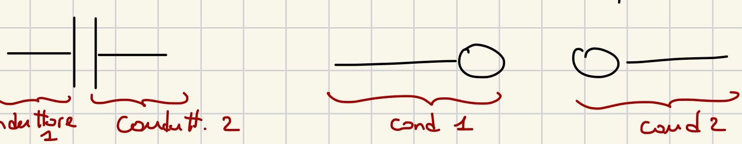
$$\rightsquigarrow Q = q_1 \left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right) \rightsquigarrow Q = q_1 \frac{C_1 + C_2}{C_1}$$

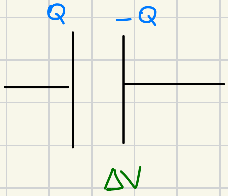
$$\boxed{q_1 = Q \frac{C_1}{C_1 + C_2}} \qquad \boxed{q_2 = Q \frac{C_2}{C_1 + C_2}}$$

Es: Calcolare C di una sfera di raggio R.

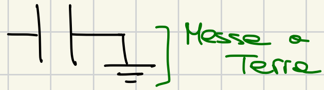
$$\triangleright \quad V_0 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} \qquad \underline{C} = \frac{Q}{V_0} = \frac{\cancel{Q}}{\frac{\cancel{Q}}{4\pi\varepsilon_0 R}} = \underline{4\pi\varepsilon_0 R}$$

Def: Un condensatore è un sistema di due conduttori separati dal vuoto o da un materiale isolante tali che se uno si carica con carica Q, l'altro si carica per induzione con carica −Q

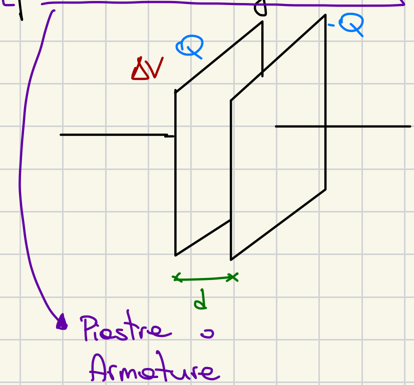




A volte si fissa il potenziale di uno dei due conduttori, per farlo si attacca il conduttore a terra e si pone il potenziale a Terra uguale a 0



Def: Un condensatore piano è un condensatore in cui le parti che si guardano sono "piatte" (rettangoli, quadrate, circolari)



Def: Dato un condensatore definiamo la capacità di un condensatore come

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

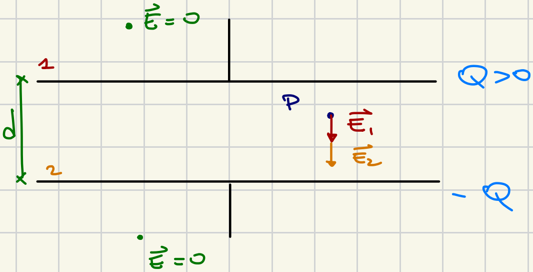
$Q \to$ carica

$\Delta V \to$ Diff. di potenziale

$$[C] = \frac{[Q]}{[\Delta V]} = \frac{C}{V} = F$$

Oss: La capacità C di un condensatore è SEMPRE un numero positivo poiché la carica Q la prendiamo per conv. positiva e $\Delta V = V_{(+)} - V_{(-)}$ con $V_{(+)}$ potenziale della piastra carica positivamente (magg) e $V_{(-)}$ potenziale della piastra carica negativamente (min)

Analisi del condensatore piano:



Supposizione: Consideriamo i due piatti come piani infiniti per il calcolo del campo elettrico. La supposizione ha senso perché d è molto più piccolo della grandezza delle piastre.

Il campo elettrico E dentro il condensatore vale (in modulo)

$$E = E_1 + E_2 = \frac{|\sigma|}{2\varepsilon_0} + \frac{|\sigma|}{2\varepsilon_0} = \frac{|\sigma|}{\varepsilon_0}$$

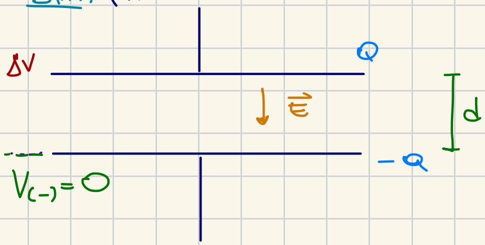
con σ densità di carica della piastra

Goal: Trovare ΔV del condensatore e poi trovare C

Proposizione: In un condensatore piano, con le armature a distanza d e superficie delle armature S valgono:

(1) $\Delta V = E \cdot d$ (2) $C = \varepsilon_0 \dfrac{S}{d}$

Dim. (1)



Il campo elettrico è costante, quindi fissato un sdr, il potenziale segue la formula $E \cdot d$

Fisso sdr nella piastra inferiore

$\Rightarrow$ $V_{(-)} = 0$

$V_{(+)} = E \cdot d$

$$\Delta V = V_{(+)} - V_{(-)} = E \cdot d$$

(2) $$C = \frac{Q}{\Delta V} \overset{\Delta V = E d}{\boxed{=}} \frac{Q}{E \cdot d} \overset{E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}}{\boxed{=}} \frac{\varepsilon_0}{\sigma} \cdot \frac{Q}{d} \overset{\text{rosso}}{\boxed{=}} \varepsilon_0 \frac{S}{d}$$

$$\boxed{\begin{gathered} \sigma = \frac{Q}{\Delta S} \\ \Updownarrow \\ \frac{Q}{\sigma} = \Delta S \end{gathered}}$$

Pag 265 n. 40 – 43 – 44 – 46 – 48 – 50