

Settimana: 8

Argomenti:

Materia: Fisica

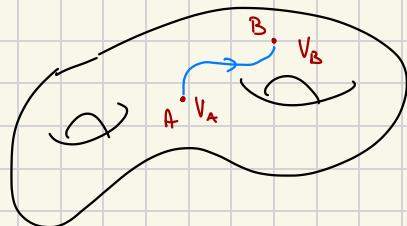
Classe: 5F

Data: 3/11 /25

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 $\Delta V = 0$



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

$$\frac{W_{A \rightarrow B}}{q} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \cdot \vec{ds}_i}{q} = \sum_{i=1}^n \frac{\vec{F}_i}{q} \cdot \vec{ds}_i = \sum_{i=1}^n \underbrace{\vec{E}_i}_{\substack{\text{dato che} \\ \vec{F} \text{ non costante, faccio} \\ \text{la somma sui pezzettini}}} \cdot \vec{ds}_i = 0$$

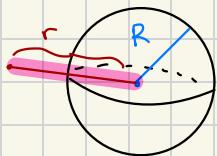
perché dentro
al conduttore

□

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

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

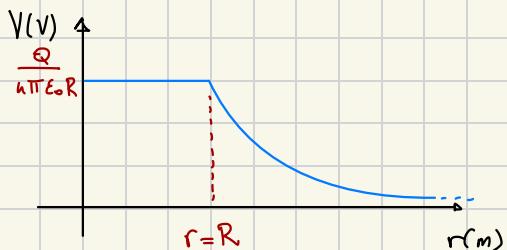
Cioè implica che per calcolare il potenziale in un punto di un conduttore posso calcolarlo sulla superficie e lì si dovrà "raccordare" con il potenziale generato esternamente



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

→ Per quanto già visto vale che

$$V(r) = \begin{cases} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} & 0 \leq r \leq R \\ \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} & r \geq R \end{cases}$$



Cosa accade se connetto due conduttori tramite un filo conduttore



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

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

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

$$V_{1,\text{in}}$$

$$V_{2,\text{in}}$$

Sit. finale

$$Q = q_1 + q_2$$

$$V_1 = V_2$$

$$\begin{aligned} q_1 &= q_{1,\text{fin}} \\ q_2 &= q_{2,\text{fin}} \end{aligned}$$

Nello sit. finale ho:

→ Ce l'ho perché lo ricavo dalla st.

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = q_1 + q_2 \\ V_1 = V_2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = q_1 + q_2 \\ \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = q_1 + q_2 \\ \frac{q_1}{R_1} = \frac{q_2}{R_2} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = q_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \\ q_2 = q_1 \frac{R_2}{R_1} \end{array} \right. \Rightarrow Q = q_1 \frac{R_2 + R_1}{R_1} \Rightarrow$$

Simmetrie

$$q_1 = Q \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

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

Pag 265 n 29



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

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

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

A partire da loro
calcolo la carica fin in
ciascuna sfera

$$D_1 = 3,5 \cdot 10^{-8} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}, \quad D_2 = 2,01 \cdot 10^{-8} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

$$r_1 = ? \quad r_2 = ? \quad \begin{matrix} \text{sup. delle} \\ \text{sfera 1} \end{matrix}$$

$$\text{In generale } \sigma = \frac{\Delta Q}{\Delta S} \Rightarrow \text{Da qui } q_1 = D_1 \cdot \Delta S = 4\pi r_1^2 \cdot D_1$$

- - - - -

$$q_2 = D_2 \cdot \Delta S = 4\pi r_2^2 \cdot D_2$$

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

$$q_1 = Q \frac{r_2}{r_1+r_2} \quad \text{mo} \quad 4\pi r_1^2 \sigma_1 = Q \frac{r_1}{r_1+r_2}$$

$$r_1 = \frac{Q}{4\pi \sigma_1 (r_1+r_2)} \approx 2,7 \text{ cm}$$

me lo do
il problema

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

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

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

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

Carica nel cond ↗ Elettrice
↙ Potenziale

$$[C] = \frac{[Q]}{[V_0]} = \frac{C}{V} = F \quad \text{Farad} \quad \text{In onore di Faraday}$$

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

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**.)

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.

Leggi dell'elettrochimia

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

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



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

$$C_1, C_2$$



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

$$\begin{aligned} q_{1,\text{fin}} &= q_1 \\ q_{2,\text{fin}} &= q_2 \end{aligned}$$

$$C_1, C_2$$

$V_1 = V_2 \rightsquigarrow$ Conduttori attaccati

$$\left\{ \begin{array}{l} q_1 + q_2 = Q \\ V_1 = V_2 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} q_1 + q_2 = Q \\ \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \end{array} \right. \quad \Rightarrow q_2 = q_1 \frac{C_2}{C_1}$$

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

$$q_1 = Q \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

$$q_2 = Q \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

Ese: Calcolare C di una sfera di raggio R :

$$\Rightarrow V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \quad \underline{\underline{C}} = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}} = \underline{\underline{\frac{4\pi\epsilon_0 R}{Q}}}$$