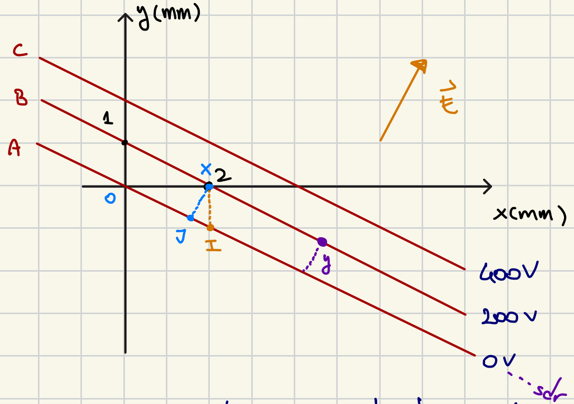
Settimana: 5

Materia: Fisica
Classe: 5F
Data: 13/10/25

Argomenti: Esercizi in classe, es in classe. Conduttori, conduttori in eq. elettrostatico, $\vec{E}$ nei conduttori, teo di Coulomb

Es 78 pag 227



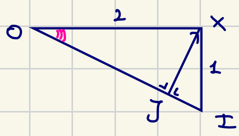
Sup. equipot.

1) $E = ?$

2) d tra due sup equipot. in modo che $\Delta V = 1 \cdot 10^2 V$

Il campo elettrico è costante visto che le sup. equipot. sono rette. Il verso non me ne preoccupo, la direzione è $\perp$ al piano

Devo calcolare y con la geometria



$$\overline{OI}^2 = \overline{OX}^2 + \overline{XI}^2 = 5$$

$$JX = OX \cdot \underbrace{\sin\alpha}_{\frac{XI}{OI}} = 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\boxed{JX = \frac{2\sqrt{5}}{5}\, mm} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \cdot 10^{-3} m$$

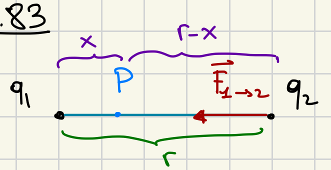
$$V = Ey \rightsquigarrow V_B = E \cdot JX \qquad E = \frac{V_B}{JX} = \left(\frac{200 \cdot 5}{2\sqrt{5} \cdot 10^{-3}}\right) \frac{V}{m}$$

$$\rightsquigarrow E \simeq 2{,}2 \cdot 10^5 \frac{V}{m}$$

(2) $\underbrace{E \cdot d = \Delta V}$ $\rightsquigarrow$ $d = \frac{\Delta V}{E} \simeq 4{,}5 \cdot 10^{-4} m$

↳ Viene da es. già fatto

n.83



$q_1 = 3\,nC = 3\cdot10^{-9}\,C$
$q_2 = -5\,nC = -5\cdot10^{-9}\,C$
$r = 6\,cm = 6\cdot10^{-2}\,m$

1) $F_{1\to2} = ?$
2) P tra le due cariche dove V si annulla

(1) $F_{1\to2} = k_0 \dfrac{|q_1||q_2|}{r^2} \simeq 8{,}4\cdot10^{-5}\,N$

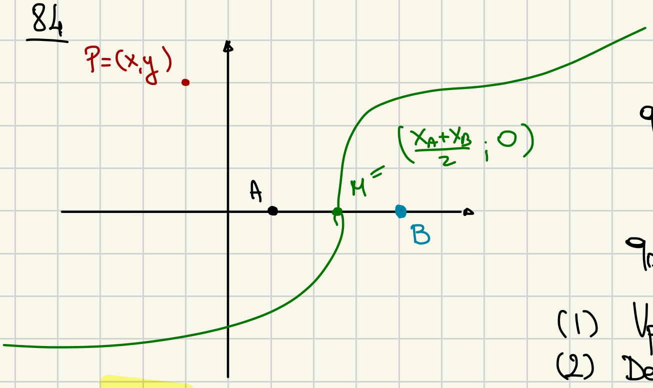
(2) $V_P = 0$

$$\frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 x} + \frac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 (r-x)} = 0 \rightsquigarrow \frac{q_1}{x} = -\frac{q_2}{r-x}$$

$$\rightsquigarrow r q_1 - x q_1 = -q_2 x \rightsquigarrow x(q_1 - q_2) = r q_1 \rightsquigarrow$$

$$x = r\cdot\frac{q_1}{q_1-q_2} \simeq 1{,}5\,cm$$

84



$A = (a,0)$
$q_A = Q$ in punto A

$B = (b,0)$
$q_B = -Q$ in punto B

(1) V_P in generale in P del piano cart.
(2) Determina l'eq. delle sup. equipotenziali che passa per M punto medio di AB

(1) $V = V_{P,A} + V_{P,B} = \dfrac{q_A}{4\pi\varepsilon_0\cdot AP} + \dfrac{q_B}{4\pi\varepsilon_0\cdot BP}$

$AP = \sqrt{(a-x)^2+y^2}$
$BP = \sqrt{(b-x)^2+y^2}$

$$V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\sqrt{(a-x)^2+y^2}} - \frac{1}{\sqrt{(b-x)^2+y^2}}\right)$$

(2) $V_M = V_{M,A} + V_{M,B} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\sqrt{\left[a-\left(\frac{a+b}{2}\right)\right]^2}} - \frac{1}{\sqrt{\left[b-\left(\frac{a+b}{2}\right)\right]^2}}\right) = 0$

Impongo che $V = V_M = 0$ e ricavo y in funzione di x.

$$\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\sqrt{(a-x)^2+y^2}} - \frac{1}{\sqrt{(b-x)^2+y^2}}\right) = 0$$

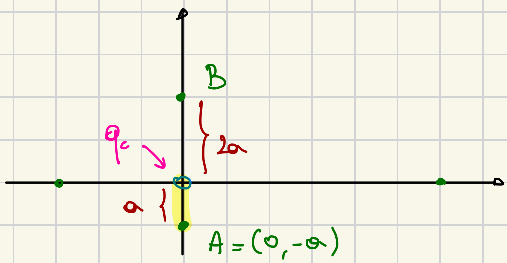
$$\sqrt{(b-x)^2+y^2} = \sqrt{(a-x)^2+y^2} \qquad \text{elevo}$$

$$(b-x)^2 + \cancel{y^2} = (a-x)^2 + \cancel{y^2}$$

$$b^2 + \cancel{x^2} - 2bx = a^2 + \cancel{x^2} - 2ax$$

$$2x(a-b) = a^2 - b^2 \quad \leadsto \quad \boxed{x = \frac{a+b}{2}}$$

Pag 229 n1



$q_A = 4{,}1\ nC \qquad A = (0;-a)$

$q_B = -q_A \qquad B = (0;2a)$

$a = 14\,cm = 0{,}14\ m$

$q_c = 2{,}9\ nC$ è all'infinito $= R$

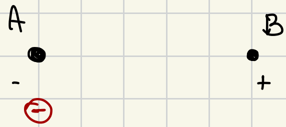
si deve portare in $O = (0,0)$

$W_{R\to O} = ?$

$$W_{O\to R} = U = \frac{q_c \cdot q_A}{4\pi\varepsilon_0\, OA} + \frac{q_c q_B}{4\pi\varepsilon_0\, OB} = \frac{q_c q_A}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{OA} - \frac{1}{OB}\right)$$

$$= \frac{q_c q_A}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) = \frac{q_c q_A}{4\pi\varepsilon_0\, a} \approx 3{,}8 \cdot 10^{-7}\ J$$

n.2.



ΔV (V)	100	120	140	160	180
$v(\cdot 10^6\ m/s)$	5,94	6,52	7,03	7,51	7,98

Prodotto è ok se la misura rientra in un errore dell' 1% di quello previsto

Il cannone supera il test?

1) Capita la situazione

2) Calcoliamo i valori teorici

$U = qV$

inizio: $E_i = K_i + U_i = 0 + eV_A$

finale: $E_f = K_f + U_f = \frac{1}{2}mv^2 + eV_B$

$E_i = E_f$

$\rightsquigarrow E_i = E_f \rightsquigarrow eV_A = \frac{1}{2}mv^2 + eV_B$

$$\frac{1}{2}mv^2 = e(V_A - V_B)$$

$$\boxed{v^2 = -\frac{2e\,\Delta V}{m}}$$

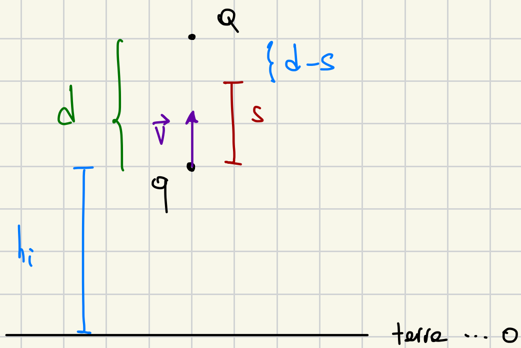
Se $\Delta V = 100\ V \rightsquigarrow v = 5{,}92 \cdot 10^6\ m/s$

Per trovare errore % faccio $\frac{V_{teorica}}{V_{calcolata}}\ \% \approx 99{,}6\ \%$

$\Rightarrow$ L'errore è dello 0,4 % e la misura è Accettabile

$\rightsquigarrow$ Ripeto e se un errore p viene oltre l' 1%, il cannone è da buttare

n. 75 pag 227



$q = 1{,}38 \cdot 10^{-17}\,C$ $\quad m = 3{,}69 \cdot 10^{-22}\,kg$

$Q = 5{,}43 \cdot 10^{-15}\,C$

$d = 62{,}6\ cm = 62{,}6 \cdot 10^{-2}\,m$

$h_i = 1{,}4\,m$

$s = 50\ cm = 50 \cdot 10^{-2}\,m$

1) $v = ?$

2) $\dfrac{\Delta U_{elettrica}}{\Delta U_{gravitaz.}} = ?$

1) L'en. si conserva

$$E_i = k_i + U_{i,elettrica} + U_{i,gravit.} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{qQ}{4\pi\varepsilon_0 d} + mgh_i$$

$$E_f = k_f + U_{f,elettrica} + U_{f,grav} = 0 + \frac{qQ}{4\pi\varepsilon_0 (d-s)} + mg\,(h_i + s)$$

$E_i = E_f \rightsquigarrow$ $v =$ chiedere a Giulio $= 5{,}74\ m/s$

2) $$\frac{\Delta U_{ee}}{\Delta U_{grav}} = \frac{\frac{qQ}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{d-s} - \frac{1}{d}\right)}{mg\,(h_i + s - h_i)} \approx -2{,}36$$

Conduttori Carichi

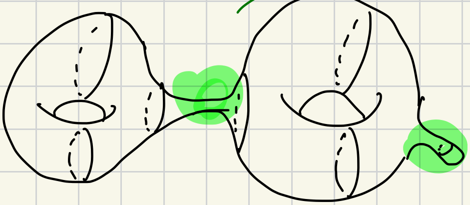
Remind: Un conduttore è un materiale in cui le cariche si possono muovere liberamente

Def: Un conduttore è in equilibrio elettrostatico se le cariche sono ferme al suo interno e non si muovono.

Fatti sperimentali:

(1) Se un oggetto è conduttore, tutta la carica si distribuisce sulla superficie

(2) Più la superficie è "localmente curva" più si addensano le cariche in quei punti

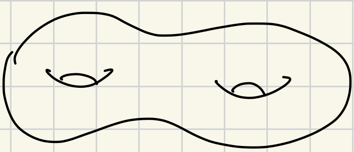


Nei punti con più curvatura finiscono più cariche

la carica si concentra nelle parti più incurvate

Fatti:

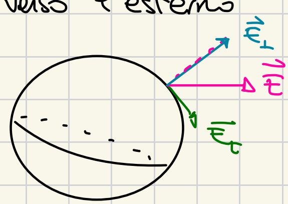
(1) All'interno dei conduttori in equilibrio elettrostatico, $\vec{E}$ è nullo



Dim 1: Se esistesse $\vec{E}$, le cariche della superficie inizierebbero a muoversi. Ma è in eq. elettrostatico e le cariche sono ferme $\Rightarrow \vec{E} = 0$

(2) Sulla superficie di un conduttore in eq. elettrostatico $\vec{E}$ è perpendicolare alla superficie e punta verso l'esterno

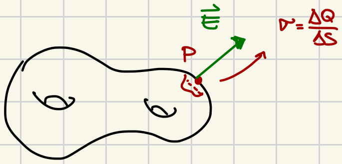
Dim 2: Se $\vec{E}$ non fosse perpendicolare, le cariche si sposterebbero lungo $\vec{E}_t$ componente tangenziale di $\vec{E}$. Ma è in



equilibrio elettrostatico e dunque le cariche sono ferme

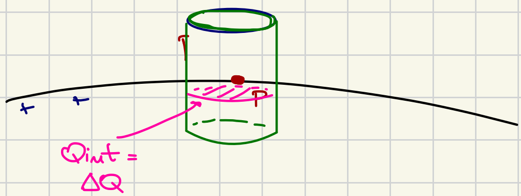
$\square$

Teorema di Coulomb: Sia σ la densità superficiale in un punto di un conduttore in equilibrio elettrostatico. Il campo elettrico $\vec{E}(P)$ è perpendicolare alla superficie in P, uscente e vale in modulo



$$\boxed{E = \frac{|\sigma|}{\varepsilon_0}}$$

Dim: Considero la superficie S e un punto P in essa e considero un cilindro abbastanza piccolo in modo che posso supporre le basi sempre $\perp$ alla superficie.



Chiamo Ω il cilindro e calcolo il flusso attraverso la sup. Ω.

(1) $\Phi_\Omega(\vec{E}) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$ per il teorema di Gauss

$\Phi_\Omega(\vec{E}) = \frac{\Delta Q}{\varepsilon_0}$

(2) Per def $\Phi_\Omega(\vec{E}) = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i \cdot \vec{\Delta S}_i = \Phi_{sup\ lat}(\vec{E}) + \Phi_{base\ int}(\vec{E}) + \Phi_{bas\ est}(\vec{E})$

- $\Phi_{base\ int}(\vec{E}) = 0$ poiché $\vec{E}$ è nullo all'interno del conduttore
- $\Phi_{sup\ lat}(\vec{E}) = 0$ poiché $\vec{\Delta S}_i$ e $\vec{E}$ sono perpendicolari (vedere piano infinito)
- $\Phi_{base\ est}(\vec{E}) = E \cdot \Delta S$ con E campo elettrico uguale ovunque per supposiz. piccolezza
  ΔS base del cilindro, $\cos\alpha = 1$ per $\perp$

Eguaglio i due flussi

$$\frac{\Delta Q}{\varepsilon_0} = E \cdot \Delta S \implies E = \frac{\Delta Q}{\Delta S} \cdot \frac{1}{\varepsilon_0}$$

$$\implies E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \rightsquigarrow \boxed{E = \frac{|\sigma|}{\varepsilon_0}}$$

Devo mettere $|\sigma|$ poiché ΔQ potrebbe essere negativo