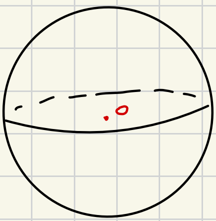
Settimana: 2

Materia: Fisica
Classe: 5F
Data: 22/09/25

Argomenti: Campo elettrico palla piena carica. Discussione sul grafico. Esercizi. Energia potenziale. Richiami ed en. potenziale elettrica. Casi chiave: $\vec{E}$ costante e sistema di cariche. Esempi ed esercizi

Campo elettrico sfera carica



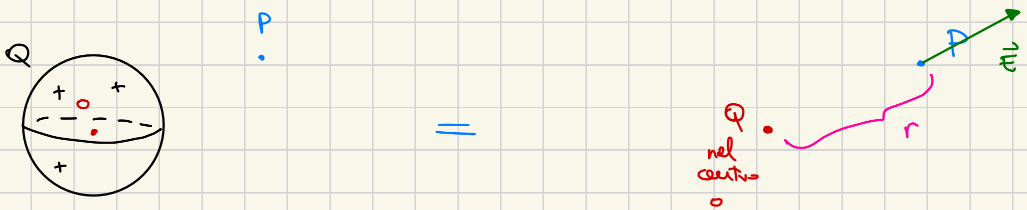
Def: La densità volumica di carica ρ è il rapporto tra la carica ΔQ e il volume ΔV dove si trova quella carica. In formule

$$\boxed{\rho = \frac{\Delta Q}{\Delta V}}$$

$$[\rho] = \frac{[\Delta Q]}{[\Delta V]} = \frac{C}{m^3}$$

Goal: Calcolare il campo elettrico $\vec{E}$ generato dalla palla carica nei punti interni ed esterni alla palla

Fatto: Per punti esterni alla palla, posso supporre che tutta la carica sia concentrata nel centro della palla. Di conseguenza

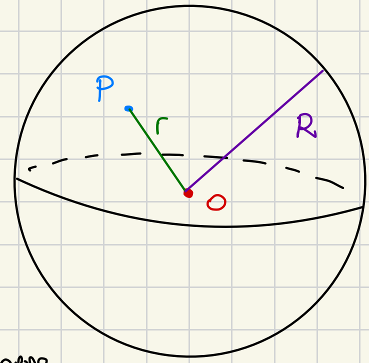


Dunque nel punto P esterno alla palla il campo elettrico vale

$$E = k_0 \frac{|Q|}{r^2} = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

__Direzione__: Radiale rispetto al centro
__Verso__: Se Q positiva, $\vec{E}$ è uscente,
Se Q negativa, $\vec{E}$ è entrante

Vediamo P interno alla palla
In questo caso il campo elettrico in P vale

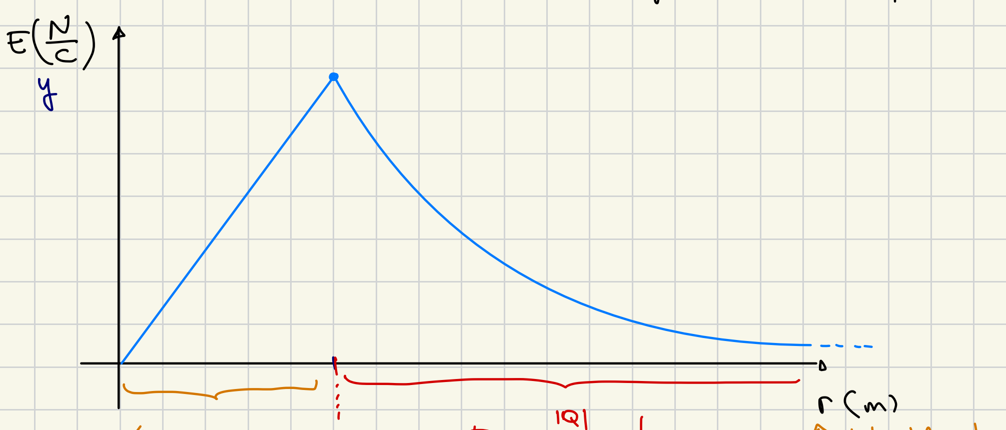


$$E = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 R^3} \cdot r \qquad \underline{r \leq R}$$

R raggio sfera. Direzione e verso come sopra

__Dim__: Non la facciamo, segue dal Teo di Gauss $\boxed{\Phi_\Omega(\vec{E}) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}}$ □

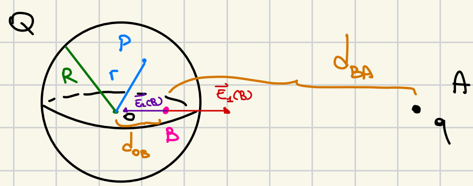
Grafico dell'andamento del campo elettrico generato dalla palla



$$E = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 R^3} r \qquad\qquad E = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2}$$

$$y = m \cdot x \qquad\qquad y = \frac{k}{x^2}$$

Pag 191 n 84



$Q = 3{,}2\,nC = 3{,}2 \cdot 10^{-9}\,C$

$R = 2{,}5\,cm = 2{,}5 \cdot 10^{-2}\,m$

$E(P) = 9{,}1 \cdot 10^{3}\,\frac{N}{C}$

$d_{AO} = 5\,cm = 5 \cdot 10^{-2}\,m$

$d_{BO} = 1{,}5\,cm = 1{,}5 \cdot 10^{-2}\,m$

$E(B) = 0$

1) Determina r

2) $q = ?$

1) $E(P) = \dfrac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 R^3} \cdot r$ Perché P dentro la sfera

$$r = \frac{E(P) \cdot 4\pi\varepsilon_0 R^3}{|Q|} \approx 4{,}9 \cdot 10^{-3}\,m$$

(Bruno Mattia)

2) $\vec{E}(B) = \vec{E}_1(B) + \vec{E}_2(B) = 0$

Passando ai moduli $E_1(B) = E_2(B)$ $\qquad d_{BA} = d_{AO} - d_{BO}$

$E_1(B) = \dfrac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 R^3}\, d_{OB}$ $\qquad E_2(B) = \dfrac{|q|}{4\pi\varepsilon_0\, d_{BA}^2}$

$$\frac{|Q|}{\cancel{4\pi\varepsilon_0} R^3}\, d_{OB} = \frac{|q|}{\cancel{4\pi\varepsilon_0} (d_{AO} - d_{BO})^2}$$

$$\leadsto |q| = \frac{|Q|}{R^3} \cdot d_{OB}\,(d_{AO} - d_{BO})^2 \approx 3{,}8 \cdot 10^{-9}\,C$$

Oss: Giulio e Leo: Abbiamo dedotto il modulo della carica. Per il segno è necessario ragionare sulla situazione

Pag 191 n 85, 86, 88

Energia pot. elettrica

Fatto: La forza elettrica è una forza conservativa (il lavoro dipende solamente dalla pos. iniziale e finale e non dalla traiettoria)

Remind: Se F conservativa ΔU è ben definita e vale

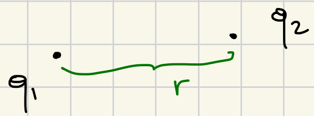
$$\Delta U = - W_{A \to B}$$

Si fissa R sdr in cui $U_R = 0$ e l'energia potenziale in un punto P è

$$U_P = W_{P \to R}$$

Vediamo 2 esempi chiave di U energia potenziale elettrica

(1) Due cariche q_1, q_2. C'è forza di Coulomb. L'energia potenziale U del sistema è l'energia necessaria per portare le due cariche a distanza infinita. Dunque $U_R = 0$ quando le due cariche a dist. infinita



(Remind $U = -G\frac{m_1 m_2}{r}$)

$$\boxed{U = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r}}$$

$[U] = J$

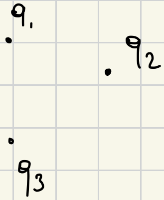
Oss: I segni delle cariche sono importanti! Se segni opposti, lavoro (e quindi energia) negativo.

E se invece di avere 2 cariche ne ho N? Allora l'energia del sistema (Lavoro nec. per allont. tutte) vale

$$U = \sum_{i<j} U_{ij} \quad \text{con} \quad U_{ij} = \frac{q_i q_j}{4\pi\varepsilon_0 r_{ij}}$$

con r_{ij} distanza q_i q_j

Esempio:

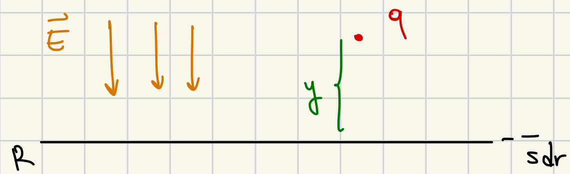


$q_1 = 1C \qquad r_{12} = 1m$
$q_2 = -2C \qquad r_{13} = 2m$
$q_3 = 3C \qquad r_{23} = 3m$

$U = ?$

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}}\right)$$

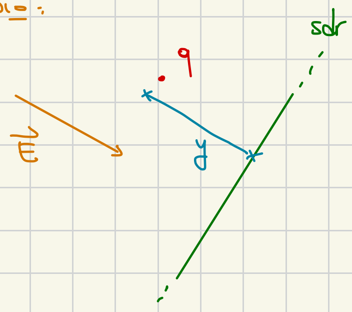
(2) Carica in un campo elettrico costante



Il sdr è ⊥ alle linee di campo. Chiamo y la distanza da q al sdr R ($U_R = 0$)

L'energia pot. elettrica U è: $\boxed{U = qEy}$ (Remind mgh)

Esempio:

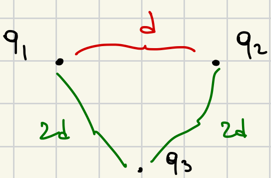


$E = 4\,\frac{N}{C} \qquad q = 1{,}3\ C$

$y = 2\,km = 2000\,m = 2\cdot 10^3\,m$

$U = qEy = 1{,}3 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 10^3\ J$

Es 14 pag 221 — Pag 221 n 13 – 15 – 17 – 19



$d = 30\,cm = 0{,}3\,m \qquad q_3 = ?$

$q = q_1 = q_2 = 2\cdot 10^{-9}\,C \qquad U_{TOT} = 0$

$r_{23} = r_{13} = 2d$

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}}\right) = 0$$

$$\frac{q_1^2}{d} + \frac{q_1 q_3}{2d} + \frac{q_1 q_3}{2d} = 0$$

$$\cancel{\frac{q_1}{d}}\left(q_1 + \frac{q_3}{2} + \frac{q_3}{2}\right) = 0$$

$$q_1 + q_3 = 0 \quad \rightsquigarrow \quad q_3 = -q_1 = -2{,}0 \cdot 10^{-9}\ C$$