

Elettrostatica — lista di esercizi

4A — ottobre 2026

Venti esercizi in ordine di difficoltà crescente. Ognuno si risolve con la mappa dell'elettrostatica: in fondo a ogni enunciato trovi il nodo da cui partire. Scrivi sempre dati, incognita ed equazione prima di inserire i numeri, e controlla le unità di misura.

Costanti. $k = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$ $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$ $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
 $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ $m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Parte A — Carica, forza di Coulomb, campo di una carica

Esercizio 1 — Il bastoncino strofinato

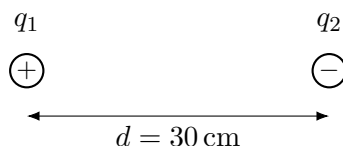
Un bastoncino di plastica, strofinato con un panno di lana, acquista una carica di $-4,8 \text{ nC}$.

- (a) Il bastoncino ha ricevuto o ceduto elettroni? Perché non si parla di protoni?
- (b) Quanti elettroni in eccesso porta?
- (c) Il panno era neutro e isolato. Che carica ha dopo lo strofinio? Che cosa è successo agli elettroni?

Nella mappa: Carica elettrica, Elettrizzazione.

Esercizio 2 — Due cariche puntiformi

Due cariche puntiformi, $q_1 = 4,0 \text{ }\mu\text{C}$ e $q_2 = -6,0 \text{ }\mu\text{C}$, sono a distanza $d = 30 \text{ cm}$.



- (a) Calcola il modulo della forza elettrica su q_1 e indica direzione e verso.
- (b) Qual è la forza su q_2 ? Perché?

Nella mappa: Forza di Coulomb.

Esercizio 3 — Coulomb in scala

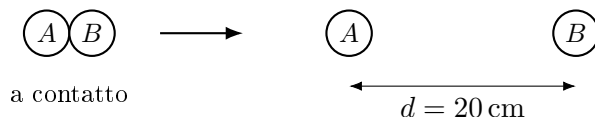
Fra due cariche puntiformi q_1 e q_2 , a distanza d , la forza ha modulo F_0 . Senza calcolare k , scrivi quanto vale la forza, in funzione di F_0 , se:

- (a) la distanza diventa $3d$;
- (b) q_1 si dimezza e la distanza diventa $d/2$;
- (c) entrambe le cariche raddoppiano e la distanza raddoppia;
- (d) A quale distanza, in funzione di d , la forza vale $F_0/16$?

Nella mappa: Forza di Coulomb.

Esercizio 4 — Sferette a contatto

Due sferette conduttrici identiche, A con $q_A = 8,0 \mu\text{C}$ e B con $q_B = -2,0 \mu\text{C}$, si toccano e poi vengono riseparate alla distanza $d = 20 \text{ cm}$.

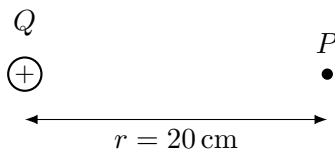


- (a) Quanto vale la carica finale su ciascuna sferetta? Perché è la stessa?
- (b) Calcola il modulo della forza fra le sferette dopo la separazione: è attrattiva o repulsiva?
- (c) Calcola la forza che ci sarebbe stata, alla stessa distanza, con le cariche iniziali, e confrontala.

Nella mappa: Elettrizzazione, Forza di Coulomb.

Esercizio 5 — Il campo di una carica e la sua azione

Una carica puntiforme $Q = 5,0 \text{ nC}$ è nell'origine. Nel punto P , a distanza $r = 20 \text{ cm}$, si trova un protone.



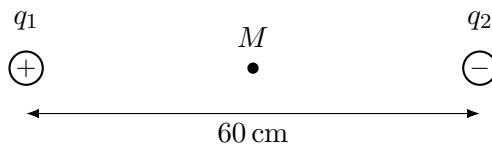
- (a) Calcola il campo elettrico in P : modulo, direzione e verso.
- (b) Calcola la forza su un protone in P . Quanto vale e che verso ha la forza su un elettrone nello stesso punto?
- (c) Calcola l'accelerazione del protone e confronta la forza elettrica con il suo peso.

Nella mappa: Carica puntiforme, Forza su una carica.

Parte B — Sovrapposizione, linee di forza, flusso

Esercizio 6 — Il campo nel punto di mezzo

Due cariche puntiformi, $q_1 = 1,0\,\mu\text{C}$ e $q_2 = -4,0\,\mu\text{C}$, sono a distanza $60\,\text{cm}$. Sia M il punto medio fra le cariche.

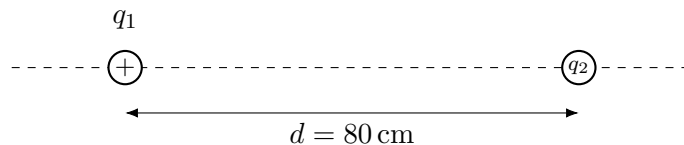


- (a) Disegna in M il campo di q_1 e quello di q_2 .
- (b) Calcola il campo totale in M : modulo e verso.
- (c) Se q_2 valesse $4,0\,\mu\text{C}$, che cosa cambierebbe? Calcola il nuovo modulo.

Nella mappa: Composizione dei campi, Carica puntiforme.

Esercizio 7 — Dove il campo si annulla

Due cariche, $q_1 = 1,0\,\mu\text{C}$ e q_2 , sono sulla stessa retta a distanza $d = 80\,\text{cm}$.



- (a) Con $q_2 = 9,0\,\mu\text{C}$, trova il punto della retta in cui il campo totale è nullo. Prima di calcolare, scegli la zona (a sinistra di q_1 , fra le cariche, a destra di q_2) e spiega perché.
- (b) Ripeti con $q_2 = -9,0\,\mu\text{C}$.

Nella mappa: Composizione dei campi.

Esercizio 8 — Le linee di forza di $+3q$ e $-q$

Una carica $+3q$ e una carica $-q$ sono come in figura. Dalla carica $+3q$ si disegnano 12 linee di forza.

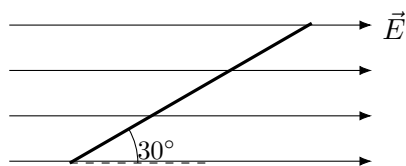


- (a) Quante di queste linee finiscono su $-q$? Perché?
- (b) Disegna sulla figura le linee di forza.
- (c) A pari distanza dalla carica, il campo è più intenso vicino a $+3q$ o vicino a $-q$? Di quanto?
- (d) Molto lontano dalle cariche, come appaiono le linee? A quale singola carica somiglia la sorgente?

Nella mappa: Linee di forza.

Esercizio 9 — Una lastra inclinata

Una lastra rettangolare di lati 0,40 m e 0,50 m è in un campo uniforme $E = 2,5 \times 10^3 \text{ N/C}$. Il piano della lastra forma 30° con le linee del campo (figura, la lastra è vista di taglio).



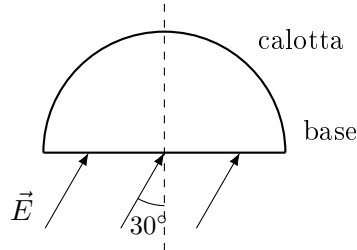
lastra, vista di taglio

- (a) Calcola il flusso attraverso la lastra, per ciascuno dei due versi della normale.
- (b) In quale posizione della lastra il flusso è massimo? E nullo?

Nella mappa: Flusso del campo.

Esercizio 10 — La calotta

Una calotta emisferica di raggio $R = 15\text{ cm}$ è chiusa dalla sua base circolare. È immersa in un campo uniforme $E = 3,0 \times 10^3\text{ N/C}$ che entra dalla base e forma 30° con l'asse della calotta (figura). Dentro non ci sono cariche.



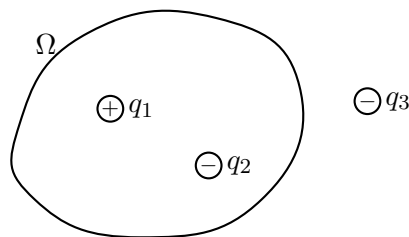
- (a) Calcola il flusso attraverso la base, con la normale rivolta verso l'esterno della superficie chiusa.
- (b) Qual è il flusso netto attraverso la superficie chiusa (calotta più base)?
- (c) Calcola il flusso attraverso la sola calotta.

Nella mappa: Flusso del campo, Teorema di Gauss.

Parte C — Il teorema di Gauss

Esercizio 11 — Cosa c'è dentro, cosa c'è fuori

Una superficie chiusa Ω racchiude le cariche $q_1 = 6,0\text{ nC}$ e $q_2 = -2,0\text{ nC}$. Una terza carica, $q_3 = -4,0\text{ nC}$, è fuori da Ω , vicinissima alla superficie.

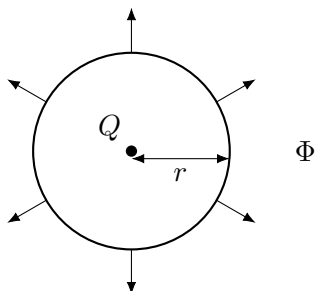


- (a) Scrivi il flusso netto attraverso Ω in funzione di q_1 , q_2 , q_3 e ϵ_0 . Una carica non conta: quale, e perché?
- (b) Calcola il valore del flusso netto.
- (c) Se q_3 fosse spostata dentro Ω , quanto varrebbe il flusso? Si può concludere che il campo è nullo sulla superficie?

Nella mappa: Teorema di Gauss.

Esercizio 12 — Dal flusso alla carica

Un flusso netto uscente di $2,5 \times 10^3 \text{ N m}^2/\text{C}$ attraversa una superficie chiusa.

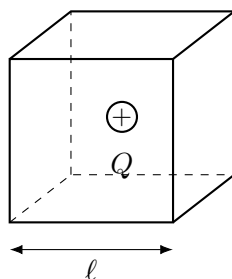


- (a) Quanta carica c'è dentro? Di che segno?
- (b) Se la superficie viene deformata senza oltrepassare cariche, il flusso cambia?
- (c) La superficie è una sfera di raggio $r = 10 \text{ cm}$ e la carica sta al centro. Quanto vale il campo sulla superficie? Verifica con la formula della carica puntiforme.

Nella mappa: Teorema di Gauss, Carica puntiforme.

Esercizio 13 — La carica nel cubo

Una carica $Q = 12 \text{ nC}$ è al centro di un cubo di lato $\ell = 20 \text{ cm}$.



- (a) Calcola il flusso attraverso tutta la superficie del cubo.
- (b) Calcola il flusso attraverso una faccia. Perché basta dividere?
- (c) Calcola il flusso attraverso un cubo senza coperchio, cioè le cinque facce restanti.
- (d) Calcola il campo nel centro di una faccia e il prodotto $E \cdot A$ con $A = \ell^2$. Perché non coincide con il flusso del punto (b)?

Nella mappa: Teorema di Gauss, Flusso del campo.

Esercizio 14 — Scegliere la gaussiana

- (a) Completa la tabella con la simmetria e la superficie gaussiana adatta, scegliendo fra: sfera concentrica; cilindro coassiale; cilindro con le basi parallele al piano; nessuna conveniente.

Distribuzione	Simmetria	Superficie gaussiana
Filo rettilineo infinito, carico in modo uniforme		
Piano infinito, carico in modo uniforme		
Sfera isolante carica in modo uniforme nel volume		
Cubo isolante carico in modo uniforme		

- (b) Vero o falso? Giustifica con una riga.

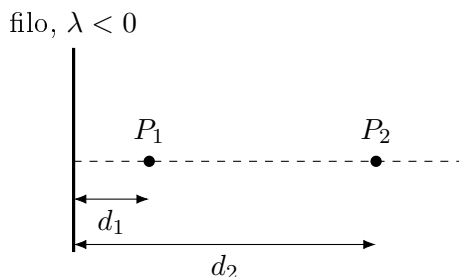
1. Il flusso attraverso una superficie chiusa dipende dalla forma della superficie.
2. Se il flusso netto è nullo, allora $E = 0$ in ogni punto della superficie.
3. Il teorema di Gauss vale solo per le distribuzioni con simmetria.
4. Una carica fuori dalla superficie non cambia il flusso, ma cambia il campo sulla superficie.

Nella mappa: Come si risolve, Teorema di Gauss.

Parte D — Simmetrie e problemi

Esercizio 15 — Un filo carico negativamente

Un filo rettilineo molto lungo ha densità lineare di carica $\lambda = -3,0 \text{ nC/m}$. Si considerano i punti P_1 e P_2 , a distanze $d_1 = 5,0 \text{ cm}$ e $d_2 = 20 \text{ cm}$ dal filo.

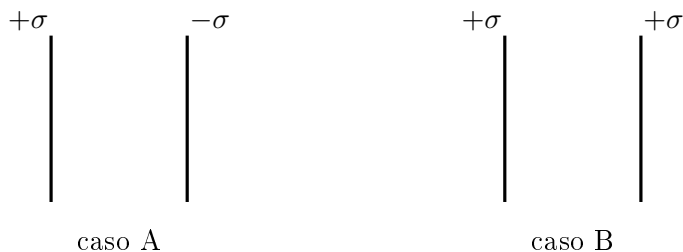


- (a) Calcola il campo in P_1 e in P_2 : modulo e verso.
- (b) Calcola la forza su un elettrone in P_1 : modulo e verso.
- (c) Quale densità lineare servirebbe per avere $E = 1,0 \times 10^3 \text{ N/C}$ a 10 cm dal filo?

Nella mappa: Simmetria cilindrica.

Esercizio 16 — Piani paralleli

Due piani paralleli molto estesi hanno densità superficiale di carica di modulo $\sigma = 1,5 \mu\text{C/m}^2$. Nel caso A i piani sono carichi $+\sigma$ e $-\sigma$, nel caso B entrambi $+\sigma$.

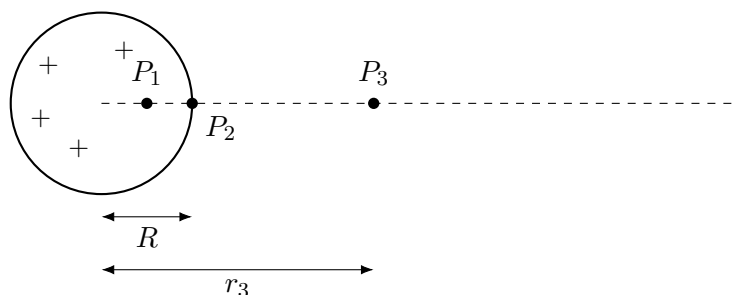


- (a) Quanto vale il campo di un solo piano?
- (b) Caso A: trova il campo fra i piani e fuori, modulo e verso, e disegna.
- (c) Caso B: ripeti.
- (d) Nel caso A, calcola la forza su un protone fra i piani.

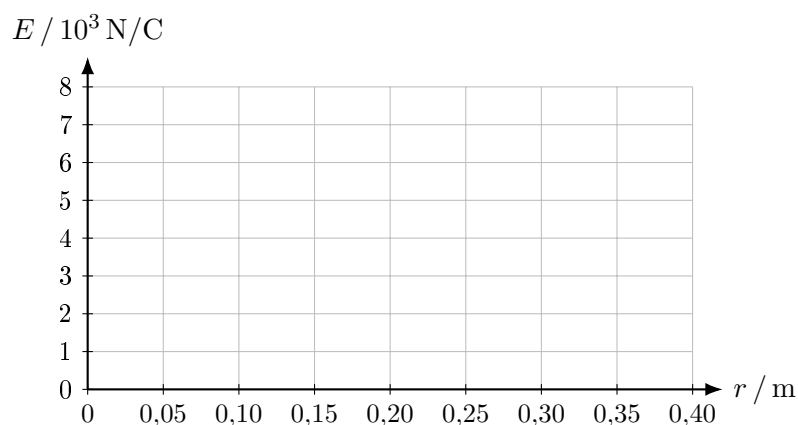
Nella mappa: Simmetria piana, Due piani paralleli.

Esercizio 17 — La sfera uniforme

Una sfera isolante di raggio $R = 10\text{ cm}$ porta una carica $Q = 8,0\text{ nC}$ distribuita in modo uniforme nel volume.



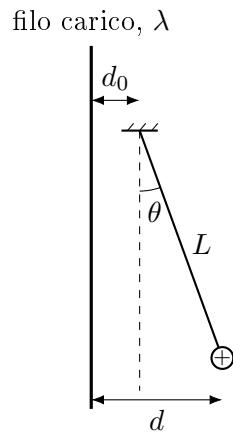
- (a) Calcola il campo in P_1 ($r_1 = 5,0\text{ cm}$), in P_2 (sulla superficie) e in P_3 ($r_3 = 30\text{ cm}$).
- (b) Verifica che in $r = R$ le due espressioni, per $r < R$ e per $r > R$, danno lo stesso valore.
- (c) Disegna il grafico di E in funzione di r da 0 a $0,40\text{ m}$ sugli assi qui sotto, indicando i tre valori calcolati.
- (d) Calcola la densità volumica di carica ρ .



Nella mappa: Simmetria sferica.

Esercizio 18 — Una pallina vicino a un filo

Un filo rettilineo verticale molto lungo ha densità lineare $\lambda > 0$ incognita. Una pallina di massa $m = 0,50\text{ g}$ e carica $q = 15\text{ nC}$ è appesa a un filo isolante di lunghezza $L = 20\text{ cm}$, fissato in un punto a distanza $d_0 = 4,0\text{ cm}$ dal filo carico. All'equilibrio il filo isolante forma $\theta = 20^\circ$ con la verticale.



- (a) Disegna le forze sulla pallina e scrivi le condizioni di equilibrio.
- (b) Calcola la distanza d della pallina dal filo carico.
- (c) Calcola il campo elettrico nel punto in cui si trova la pallina.
- (d) Calcola λ e la tensione del filo isolante.

Nella mappa: Simmetria cilindrica, Forza su una carica.

Esercizio 19 — La goccia di Millikan

Una gocciolina d'olio sferica, di raggio $r = 0,90 \mu\text{m}$ e densità $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$, resta ferma fra due piani orizzontali molto estesi, carichi con densità superficiale uguale e opposta, di modulo $\sigma = 3,7 \times 10^{-7} \text{ C/m}^2$. La goccia porta un eccesso di elettroni.

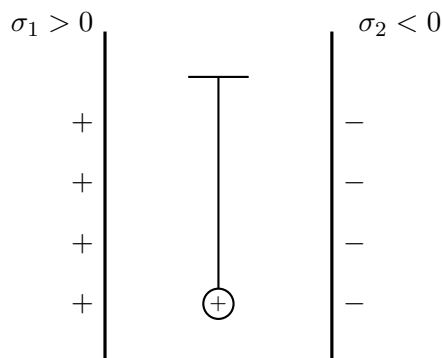


- (a) Disegna le forze sulla goccia e il verso del campo. Quale piano è positivo? Motiva.
- (b) Scrivi la condizione di equilibrio e ricava in forma letterale il numero n di elettroni in eccesso.
- (c) Calcola il peso della goccia e il campo fra i piani.
- (d) Calcola n . Perché il risultato deve essere (quasi) intero?
- (e) Se σ aumentasse del 20%, quale sarebbe l'accelerazione iniziale della goccia (modulo e verso)?

Nella mappa: Due piani paralleli, Forza su una carica.

Esercizio 20 — Pallina fra due piani diversi

Due piani verticali, paralleli e molto estesi, hanno densità $\sigma_1 = 1,0 \mu\text{C}/\text{m}^2$ (a sinistra) e $\sigma_2 = -3,0 \mu\text{C}/\text{m}^2$ (a destra). Fra i piani è appesa a un filo isolante una pallina di massa $m = 1,0 \text{ g}$ e carica $q = 5,0 \text{ nC}$.



- Calcola il campo elettrico fra i piani: modulo e verso.
- Calcola l'angolo θ che il filo forma con la verticale e di verso quale piano devia la pallina.
- Calcola la tensione del filo.
- Calcola il campo a sinistra di entrambi i piani. Se la pallina fosse appesa lì, verso dove devierebbe e di quale angolo?

Nella mappa: Due piani paralleli, Forza su una carica.

Risultati per l'autocontrollo

- (b) $3,0 \times 10^{10}$ elettroni; (c) $4,8 \text{ nC}$.
- (a) $2,40 \text{ N}$, attrattiva.
- (a) $F_0/9$; (b) $2F_0$; (c) F_0 ; (d) $4d$.
- (a) $3,0 \mu\text{C}$ ciascuna; (b) $2,02 \text{ N}$, repulsiva; (c) $3,60 \text{ N}$, attrattiva.
- (a) $1,12 \times 10^3 \text{ N/C}$; (b) $1,80 \times 10^{-16} \text{ N}$; (c) $1,08 \times 10^{11} \text{ m/s}^2$.
- (b) $4,99 \times 10^5 \text{ N/C}$ verso q_2 ; (c) $3,00 \times 10^5 \text{ N/C}$.
- (a) 20 cm da q_1 , fra le cariche; (b) 40 cm da q_1 , dalla parte opposta a q_2 .
- (a) 4 linee; (c) tre volte più intenso vicino a $+3q$; (d) come una carica $+2q$.
- (a) $\pm 2,5 \times 10^2 \text{ N m}^2/\text{C}$.
- (a) $-1,84 \times 10^2$; (b) 0; (c) $+1,84 \times 10^2 \text{ N m}^2/\text{C}$.
- (b) $4,5 \times 10^2 \text{ N m}^2/\text{C}$; (c) 0.
- (a) 22 nC ; (c) $1,99 \times 10^4 \text{ N/C}$.
- (a) $1,36 \times 10^3$; (b) $2,26 \times 10^2$; (c) $1,13 \times 10^3 \text{ N m}^2/\text{C}$.
- (a) cilindrica / cilindro coassiale; piana / cilindro con basi parallele; sferica / sfera concentrica; cubo: nessuna conveniente. (b) F, F, F, V.
- (a) $1,08 \times 10^3$ e $2,70 \times 10^2 \text{ N/C}$, verso il filo; (b) $1,73 \times 10^{-16} \text{ N}$; (c) $5,6 \text{ nC/m}$ in modulo.
- (a) $8,47 \times 10^4 \text{ N/C}$; (b) $1,69 \times 10^5$ dentro, 0 fuori; (c) 0 dentro, $1,69 \times 10^5 \text{ N/C}$ fuori; (d) $2,72 \times 10^{-14} \text{ N}$.
- (a) $3,60 \times 10^3$, $7,19 \times 10^3$, $7,99 \times 10^2 \text{ N/C}$; (d) $1,91 \times 10^{-6} \text{ C/m}^3$.
- (b) $0,108 \text{ m}$; (c) $1,19 \times 10^5 \text{ N/C}$; (d) $7,2 \times 10^{-7} \text{ C/m}$, $5,2 \times 10^{-3} \text{ N}$.
- (c) $2,69 \times 10^{-14} \text{ N}$, $4,18 \times 10^4 \text{ N/C}$; (d) $n = 4$; (e) $2,0 \text{ m/s}^2$ verso l'alto.
- (a) $2,26 \times 10^5 \text{ N/C}$; (b) $6,6^\circ$; (c) $9,9 \times 10^{-3} \text{ N}$; (d) $1,13 \times 10^5 \text{ N/C}$, $3,3^\circ$.