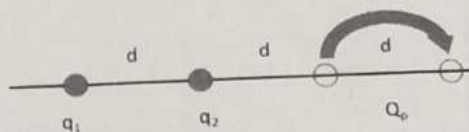


ESERCIZI PER L'ESAME

PARTE DI ELETTROSTATICA, CORRENTI E CONDENSATORI

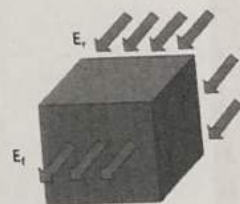
1 Forza elettrica

- Si definisca il lavoro di una forza elettrica su una carica di prova.
- Si consideri il disegno a fianco: due cariche $q_1 = -4 \text{ nC}$ e $q_2 = 6 \text{ nC}$ sono fissate ad una distanza $d = 3 \text{ mm}$ tra loro. Una carica di prova $Q_p = 1.5 \text{ nC}$ viene liberata con velocità nulla alla distanza d da q_2 . Essa è vincolata a muoversi lungo l'asse congiungente le cariche, come in figura. Che lavoro è esercitato dalle due cariche q_1 e q_2 da quando è liberata fino al punto corrispondente al doppio della distanza iniziale (punto a destra della figura)?
- Se la massa della particella è $m = 6 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$, quale sarà la sua velocità in questo punto?



2 Legge di Gauss

- Si enunci la Legge di Gauss.
- Nel caso in figura, si consideri un volume chiuso di forma cubica con lato $l = 30 \text{ mm}$, che si trova in una regione nella quale il campo nella faccia di fronte è perpendicolare a questa e uscente di modulo $E_f = 300 \text{ V/m}$. Nel retro il campo è perpendicolare alla faccia, entrante e di modulo $E_r = 450 \text{ V/m}$. Per le restanti facce, il campo è parallelo alle facce. Calcolare il flusso totale concatenato con il volume in questione.
- Calcolare la carica contenuta.
- Questa distribuzione di campo può essere ottenuta solo con le cariche entro il cubo?



3 Condensatori e energia elettrostatica

- Si definisca la capacità di un condensatore
- Si descriva l'energia elettrostatica che si può immagazzinare.
- Due dischi quadrati di lato $l = 550 \text{ mm}$, paralleli tra loro e con una separazione di $h = 1,7 \text{ mm}$ formano un condensatore piano. Si calcoli la capacità C .
- Se, una volta polarizzato con una differenza di potenziale pari a V , l'energia immagazzinata risulta di $U = 0,6 \text{ J}$, calcolare V .
- Si calcoli la capacità nel caso in cui l'interno viene riempito completamente da una lastra di plexiglas ($K = 3,5$).

4 Resistività dei materiali

- Qual'è l'origine della resistività?
- Come è legata alla resistenza elettrica?
- Un conduttore come in figura di lunghezza $L = 200 \text{ m}$ è composto da una parte centrale in rame (resistività $= 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$), di sezione circolare e raggio $R = 1,5 \text{ mm}$, indicata con colore pieno, e un guscio esterno di spessore R , di un materiale incognito. Si osserva che applicando una tensione di $V = 7 \text{ V}$, le correnti che fluiscono sono uguali. Determinare il valore della corrente totale e la resistività del materiale incognito.
- Quanto vale la potenza dissipata da ciascuna parte e quella totale?



$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

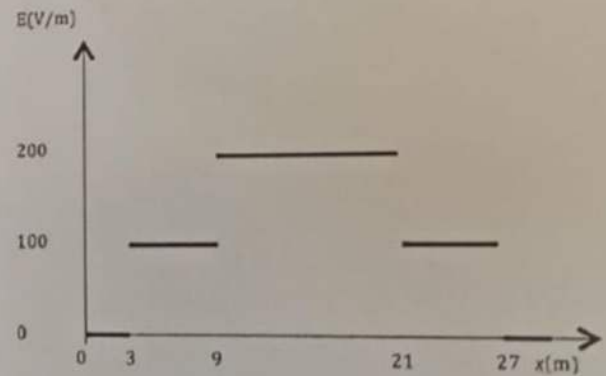
5 Energia nel condensatore elettrostatico

- Un condensatore con capacità $C_1 = 850 \text{ nF}$ è caricato con un generatore di resistenza interna pari a 12Ω alla tensione di $V_1 = 530 \text{ V}$. Calcolare il lavoro totale del generatore e l'energia immagazzinata nel condensatore.
- Se C_1 viene staccato dal generatore e poi collegato in parallelo ad un condensatore inizialmente scarico con capacità pari a $C_2 = 1,3 \mu\text{F}$, calcolare la tensione finale del sistema e la variazione di energia immagazzinata.
- Se ai due condensatori venisse collegato anche un resistore in parallelo, con resistenza pari a $R_s = 20 \Omega$, calcolare in quanto tempo la carica totale dei due condensatori si riduce a metà del valore iniziale.

6 Campo Elettrico uniforme a tratti

Si enunci la Legge di Gauss.

- b) Il campo elettrico generato da delle distribuzioni di carica piane e parallele viene misurato e riportato in figura a lato. La simmetria è piana e il campo è diretto lungo l'asse x .
- c) si determini che distribuzione di carica ha prodotto tale campo e come è disposta.
- d) Descrivere come si ricava il potenziale elettrostatico, dato il campo o le cariche sorgenti, e quindi ricavare e fare il grafico di quello delle distribuzioni in questione, assumendo che sia nullo per $x=0$ m.

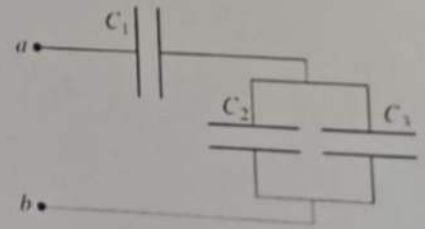


- e) Se al tempo $t=0$ s viene liberato un protone al centro delle distribuzioni di carica, $x=15$ m, in che direzione si muove? Con che velocità arriva nella regione di campo nullo?

7 Campo Elettrico uniforme a tratti

Si descriva il concetto di energia immagazzinata dal campo elettrico e come viene quantificata.

- b) Tre condensatori sono collegati con nella figura a fianco. Le capacità sono: $C_1=4700$ nF, $C_2=15$ μ F e $C_3=12$ μ F. Sono caricate nei punti a e b da un generatore con $V_0=250$ V.
- c) calcolare la carica finale in ciascun condensatore.
- d) calcolare come varia la carica tra le armature quando le armature di C_3 vengono poste in cortocircuito, ponendole a contatto.
- e) in questo caso, calcolare di quanto varia l'energia elettrostatica immagazzinata.

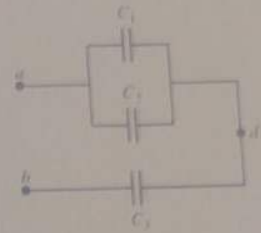


8 Capacità

I) Si definisca la capacità di un condensatore.

- II) Nella figura a lato, $C_1=6,00$ μ F, $C_2=3,00$ μ F, $C_3=5,00$ μ F. La rete di condensatori è collegata ad un generatore di potenziale V_{ab} , applicato tra a e b. Dopo che le cariche sui condensatori hanno raggiunto i loro valori finali, la carica su C_2 è $40,0$ μ C. Quali sono le cariche su C_1 e C_3 ?

III) Qual'è il valore di V_{ab} ?



9 Forza elettrica

- I) Si definisca la forza elettrica tra cariche isolate e distribuzioni di carica.
- II) Si caricano due sfere conduttrici (vedi Figura), di eguale diametro, con uguale carica in eccesso e si pongono ad una separazione $d=20$ cm. Se la forza di repulsione risulta di $4,57 \cdot 10^{-21}$ N, quanti sono gli elettroni in eccesso in ciascuna delle sfere?



10 Condensatori e energia elettrostatica

- I) Si definisca la capacità di un condensatore
- II) Si descriva l'energia elettrostatica che si può immagazzinare.
- III) Due dischi di raggio $r=400$ mm, paralleli tra loro e con una separazione di $h=1,2$ mm formano un condensatore piano. Si calcoli la capacità C .
- IV) Se, una volta polarizzato con una differenza di potenziale pari a V , l'energia immagazzinata risulta di $U=0,3$ J, calcolare V .

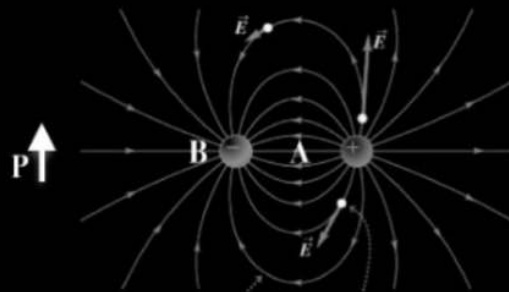
11 Forza elettrica su dipoli

a) Si dia la definizione di dipolo elettrico e se ne faccia un esempio.

b) si consideri un dipolo P di modulo 20 nCm e indicato con la freccia a lato. Dato un campo elettrico prodotto da due cariche con in figura, e in particolare si considerino i due punti A e B nei quali E ha il medesimo valore in modulo $E = 70 \text{ V/m}$: in che direzione P tende ad allinearsi?

c) quanto vale il momento torcente quando l'angolo tra P ed E è pari a 90° oppure 45° oppure 180° ?

d) se il dipolo viene lasciato libero di muoversi, in A e B, resterà fermo o si muoverà?



12 Condensatori

a) di descriva da cosa è costituito un condensatore e se ne definisca la capacità.

b) descrivere se l'induzione in un condensatore è parziale o totale e giustificarne il motivo.

c) considerando due condensatori in parallelo, e collegati ad un generatore $V_0 = 550 \text{ V}$. Il primo ha armature piane di area $A_1 = 2 \text{ m}^2$ e il secondo di $A_2 = 0.1 \text{ m}^2$. La spaziatura del primo è $h_1 = 1 \text{ cm}$ e quella del secondo $h_2 = 20 \text{ }\mu\text{m}$. Quale dei due affaccia più carica, e quanta?

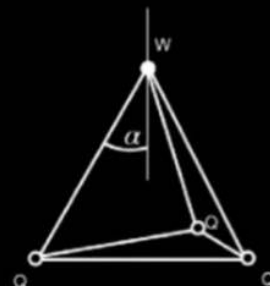
d) in quale il campo elettrico è maggiore, e di quanto?

13 Equilibrio elettrico

a) Si definisca la forza elettrica.

b) Si scriva l'espressione della forza elettrica tra un sistema di cariche puntiformi.

c) Si consideri il disegno a fianco: tre cariche uguali $Q = +4 \text{ nC}$ sono fissate a formare un triangolo equilatero orizzontale di lato $d = 12 \text{ mm}$. Una piccola sferetta, di raggio trascurabile e di massa $m = 2 \text{ g}$ e carica W , viene avvicinata al sistema e si nota che si ferma in un punto che forma esattamente un tetraedro, quindi con la stessa distanza tra ogni carica. Si determini il valore e il segno di W . Si ricorda che l'angolo con la verticale e un lato del tetraedro vale $\alpha = 36,26^\circ$.



14 Potenza dissipata nei resistori

a) Si definisca la resistenza elettrica.

b) Una lampadina da $R_L = 38,0 \text{ }\Omega$ è collegata ai terminali di una batteria da 6 V , la quale ha una resistenza interna pari a $R_i = 1,50 \text{ }\Omega$. Calcolare la corrente che fluisce nella lampadina.

c) Quale percentuale della potenza della batteria viene dissipata nella resistenza interna e quindi non contribuisce alla luce prodotta della lampadina?

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}, \mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ N/A}^2, e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

15 Forza elettrica

I) Si discuta cosa accade in un campo elettrico uniforme ad una carica isolata e ad una coppia di cariche formanti un dipolo elettrico.

II) In un campo elettrico uniforme verticale $E = 100 \text{ V/m}$ è posto un dipolo con separazione tra le cariche $d = 20 \text{ }\mu\text{m}$, orientato per formare un angolo di 60° con il campo. Se il suo potenziale elettrostatico vale $U = -200 \text{ pJ}$. Calcolare il modulo della carica del dipolo.

III) calcolare il momento esercitato dal campo in quella posizione.

PARTE DI MAGNETISMO, INDUZIONE ELETTROMAGNETICA E LEGGI DI MAXWELL

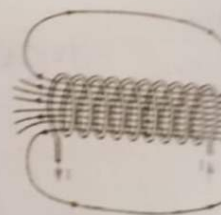
16 Campo generato dalle cariche in moto

1. Si definisca il campo magnetico generato da una carica in moto.
2. Si consideri che in un punto si incrociano un nucleo di carbonio, $Z=6$, e un elettrone, in moto con velocità di modulo uguale ($v=5 \cdot 10^6$ m/s) ma in direzioni opposte. Si calcoli il campo magnetico prodotto nel punto indicato dalla freccia tratteggiata, a 3 nm dalle due particelle ad un angolo di 105° dalla direzione dell'elettrone.
3. Si determini la direzione del campo magnetico così creato.
4. Si calcoli il campo elettrico generato delle cariche nello stesso punto e se ne discuta la differenza.



17 Moto in campo di solenoide

1. Si enunci la Legge di Biot e Savart, e si descrivano le unità di misura interessate
2. In un solenoide ci sono 550 spire in una lunghezza di 22 cm, calcolare il campo centrale prodotto da una intensità di corrente $I=12$ A.
3. Si liberano nella zona centrale due ioni di sodio, ciascuno con carica $q = +2$ e massa 23 amu. Il primo ione ha velocità pari a 1500 m/s ortogonale all'asse del solenoide. Determinare il tipo di orbita e il raggio che forma.
4. Il secondo ione ha la medesima velocità ma diretta lungo l'asse del solenoide. Descriverne la traiettoria.
5. determinare il periodo dell'orbita nei due casi.

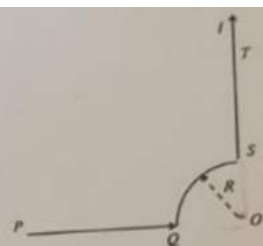


18 Leggi di Maxwell

1. Si enuncino le quattro Leggi di Maxwell.
2. In particolare, qual'è il significato dei due termini a secondo membro della Legge di Ampere-Maxwell?
3. Qual'è la differenza nella Legge di Gauss per il campo magnetico ed elettrico?
4. in che ipotesi si sono derivate le onde elettromagnetiche piane.

19 Sorgente di Campo Magnetico

- a) Si descriva come il campo magnetico viene generato da una corrente, con la relativa equazione generale.
- b) Considerando un filo come in figura, con i tratti PQ e ST pari a 3 m e il tratto di arco con raggio di curvatura pari a 0.2 m. È percorso da una corrente di 70 A. Calcolare il campo magnetico nel punto O.
- c) Calcolare il campo magnetico in un punto a metà del tratto ST e distante $10 \mu\text{m}$ dal filo, introducendo l'approssimazione più ragionevole.
- d) Si enunci la legge di Ampere-Maxwell.



20 Forza magnetica

- I) Si definisca la forza magnetica sentita da una carica e una corrente in un campo magnetico.
- II) Si scriva l'espressione della forza magnetica tra due fili paralleli percorsi da corrente.
- III) Si consideri in filo di rame rettilineo lungo $l=2,00$ m e del peso $m=155$ g e che è percorso da una corrente immerso nel campo magnetico terrestre orizzontale con ampiezza di $B=0,550$ gauss. Qual è l'ampereaggio minimo che la corrente in questo cavo dovrebbe avere in modo che il suo peso sia completamente sostenuto dalla forza magnetica dovuta al campo terrestre (levitazione magnetica), supponendo che nessun'altra forza eccetto la gravità agisca su di essa?
- IV) In che modo il filo dovrebbe essere orientato rispetto al campo terrestre per potersi supportare in questo modo?

21 Legge di Faraday

- I) Si definisca la Legge di Faraday e se ne discutano due applicazioni.
- II) Si discuta il segno meno dell'equazione (Legge di Lenz).
- III) Una bobina con raggio $r=4,05$ cm è composta da 510 giri ed è posta in un campo magnetico uniforme che varia nel tempo secondo $B = (1,20 \times 10^{-2} \text{ T/s}) t + (3,05 \times 10^{-5} \text{ T/s}^4) t^4$. La bobina è collegata a un resistore da $R=610 \Omega$ e il suo piano è perpendicolare al campo magnetico. Trascurando la resistenza della bobina, scrivere l'andamento della corrente in funzione del tempo.
- IV) Calcolare il valore della corrente al tempo $t_0=5,05$ s

22 Legge di Faraday

- I) Si enunci la Legge di Faraday, specificando le unità di misura delle grandezze coinvolte.
- II) Una spira quadrata di lato $a=350$ mm è realizzata con un filo con una resistività lineare incognita ρ espressa in $\mu\Omega/\text{m}$. Questa si trova immersa in un campo magnetico uniforme, che forma un angolo $\theta=20^\circ$ con la normale alla spira. L'ampiezza del campo è $B = (2 + 8,4 t) \text{ T}$, ove t è il tempo dall'accensione, in secondi. Una volta acceso il campo, si constata che la spira dissipa una potenza pari a $7,2$ W, per effetto Joule. Determinare ρ .
- III) Se la spira viene vincolata in modo da poter ruotare intorno ad un lato ortogonale a B , si sviluppa un momento meccanico dopo l'accensione: determinarne l'ampiezza.

23 Forza Magnetica

- I) Si descriva l'effetto del campo magnetico sul moto di una particella carica e la variazione conseguente di energia cinetica.
- II) Le linee di campo magnetico sono anche linee di forza?
- ✓ III) Si studi il moto elicoidale di un **protone** (massa $m=1,6 \cdot 10^{-27}$ kg e di carica e): viene rilasciata con velocità v nel punto q di coordinate $(0, h, 0)$, con $h=15$ mm e indicato nella figura a fianco. Nella regione è presente un campo magnetico uniforme e orientato parallelamente all'asse x , di ampiezza $B=2,5$ mT. La velocità iniziale del protone giace in un piano parallelo al piano xz e forma un angolo θ con il campo B . Si desidera che la sua traiettoria, composta da un moto circolare e uno uniforme, passi per il punto P posto sul piano xz e con coordinate $(h, 0, h)$. Calcolare il periodo del moto circolare.
- IV) Determinare il modulo della velocità e l'angolo θ .

