

12 In prossimità di una superficie sferica conduttrice nel vuoto la densità di carica elettrica è $1,77 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2$.

► Determina il vettore campo elettrico in prossimità della superficie.

[200 N/C]

13 Il potenziale in un punto a distanza 2,00 mm dalla superficie di un conduttore è di 103 V, mentre il potenziale del conduttore è di 100 V.

► Quanto vale la densità di carica sulla superficie del conduttore in prossimità del punto considerato?

[$1,3 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2$]

14 Un conduttore *A* e un conduttore *B* si trovano, rispettivamente, a un potenziale di +120 V e di +300 V rispetto al potenziale di terra. Decidi di assumere come riferimento per il potenziale il conduttore *A*.

► Quali sono i valori del potenziale del conduttore *B* e della Terra?

[+180 V; -120 V]

15 La Terra si comporta come un buon conduttore carico. In prossimità del suolo il campo elettrico è diretto verso il basso e il suo valore è dell'ordine di 150 V/m.

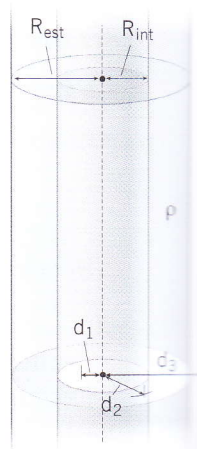
► Calcola la densità di carica presente al suolo.

► Stima la carica in eccesso posseduta dalla Terra.

[$-1,33 \times 10^{-9} \text{ C}$; $-6,80 \times 10^9 \text{ C}$]

16 Nel guscio compreso tra i due raggi di base ($R_{int} = 10 \text{ cm}$ e $R_{est} = 20 \text{ cm}$) di un cilindro cavo di altezza indefinita, è distribuita uniformemente una carica $\rho = 3,0 \times 10^{-9} \text{ C/m}^3$. Il sistema è posto nel vuoto.

► Ricava l'andamento del campo elettrico nei seguenti punti a distanza *d* dall'asse di simmetria: 5 cm, 15 cm, 25 cm.



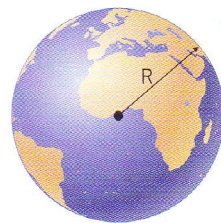
[0 V/m; 14 V/m; 20 V/m]

4 LA CAPACITÀ DI UN CONDUTTORE

17 PROBLEMA SVOLTO

Considera la Terra come un conduttore isolato di raggio $R = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$ e posto nel vuoto.

► Qual è la sua capacità elettrostatica?



$R = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$
 $C = ?$

■ Strategia e soluzione

- Visto che il conduttore Terra è considerato nel vuoto, utilizzeremo la formula (7) con $\epsilon = \epsilon_0$.
- Sostituendo in tale formula i valori numerici troviamo

$$C = 4\pi\epsilon_0 R = 4 \times 3,14 \times \left(8,854 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \right) \times (6,38 \times 10^6 \text{ m}) = 7,09 \times 10^{-4} \text{ F.}$$

■ Discussione

La capacità elettrostatica di una sfera delle dimensioni della Terra è quindi minore di un millesimo di farad. Si vede allora che il farad è un'unità di misura troppo grande per poter essere di comodo uso con conduttori di dimensioni comuni (o anche eccezionali come la stessa Terra).

Nelle applicazioni tecnologiche si utilizzano comunemente capacità dell'ordine del picofarad (1 pF = 10^{-12} F), del nanofarad (1 nF = 10^{-9} F) e del microfarad (1 mF = 10^{-6} F).

18 Una sfera conduttrice isolata nel vuoto ha una capacità elettrostatica di 1,00 F.

- Determina il raggio R della sfera.
- Quanto vale il rapporto tra R e il raggio terrestre?

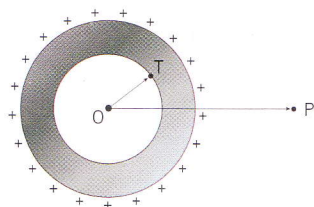
$$[8,99 \times 10^9 \text{ m}; 1,41 \times 10^3]$$

19 Una sfera metallica nel vuoto, inizialmente scarica, viene portata al potenziale di $-3,5 \times 10^2$ V. Il raggio della sfera è di 10 cm.

- Calcola la carica Q depositata sulla superficie esterna.
- Quante cariche elementari formano Q ?

$$[-3,9 \times 10^{-9} \text{ C}; 2,4 \times 10^{10}]$$

20 Una sfera conduttrice cava, come nella figura sotto, è posta nel vuoto, ha raggio interno $r_1 = 4,0$ cm e possiede una carica di 7,7 nC. Il potenziale della sfera, con la convenzione che sia zero all'infinito, è $1,2 \times 10^3$ V. Il punto P dista 15 cm dal centro della sfera.



- Trova il valore del raggio esterno r_2 della sfera.
- Calcola il valore del potenziale nel punto P .
- Calcola il valore del potenziale nel punto T sulla superficie interna.
- Calcola il valore del potenziale nel centro O .

$$[5,8 \times 10^{-2} \text{ m}; 4,6 \times 10^2 \text{ V}; 1,2 \times 10^3 \text{ V}; 0 \text{ V}]$$

21 Considera la sfera cava carica dell'esercizio precedente.

- Realizza il grafico (in scala) che mostra l'andamento del potenziale elettrico in un punto P in funzione della distanza r di P da O .
- Come si modifica il grafico del potenziale se sulla sfera è presente una carica di uguale valore ma negativa?

22 Due conduttori isolati nel vuoto, rispettivamente con capacità C_1 e $C_2 = 10 C_1$ sono tenuti ad una

distanza tale che i campi elettrici prodotti non possano influenzare le rispettive cariche. Inizialmente, i due conduttori sono caricati positivamente: $Q_1^i = 2,0 \times 10^{-8}$ C, $Q_2^i = 9,0 \times 10^{-8}$ C. I conduttori, in un secondo momento, vengono collegati con un filo di capacità trascurabile. Successivamente il filo viene tagliato.

- Calcola il valore finale (Q_1^f ; Q_2^f) della carica situata su ciascun conduttore.

$$[1,0 \times 10^{-8} \text{ C}; 1,0 \times 10^{-7} \text{ C}]$$

5 SFERE IN EQUILIBRIO ELETTROSTATICO

23 Due sfere conduttrici di raggi $r_1 = 2,7$ cm e $r_2 = 4,4$ cm hanno carica elettrica $Q_1 = 3,0 \times 10^{-9}$ C e $Q_2 = 2,2 \times 10^{-9}$ C. Le due sfere vengono collegate con un filo conduttore sottile di capacità elettrostatica trascurabile. Si verifica un passaggio di cariche da una sfera all'altra fino a che non si raggiunge una condizione di equilibrio.

- Determina la carica elettrica presente su ciascuna sfera nella nuova condizione di equilibrio.

- Determina la variazione del potenziale elettrico delle due sfere.

$$[2,0 \times 10^{-9} \text{ C}; 3,2 \times 10^{-9} \text{ C}; -3,4 \times 10^2 \text{ V}; 2,1 \times 10^2 \text{ V}]$$

24 Due sfere conduttrici A e B , distanti tra loro, sono collegate da un sottile filo conduttore. Su ciascuna sfera è presente una densità superficiale di carica, $\sigma_A = 4,2 \times 10^{-10}$ C/m² sulla prima e $\sigma_B = 1,8 \times 10^{-10}$ C/m² sulla seconda. Il raggio della prima sfera è $r_A = 1,2$ cm.

- Determina il raggio della seconda sfera.

- Determina il potenziale delle due sfere.

$$[2,8 \text{ cm}; 0,57 \text{ V}]$$

25 Tre sfere conduttrici, di raggi $r_1 = 3,4$ cm, $r_2 = 7,6$ cm e $r_3 = 12,8$ cm hanno cariche elettriche $q_1 = 14$ nC, $q_2 = -2,8$ nC e $q_3 = 5,6$ nC. Le tre sfere vengono messe a contatto e poi separate nuovamente.

- Determina la carica presente sulle tre sfere.

- Determina il potenziale delle tre sfere collegate.

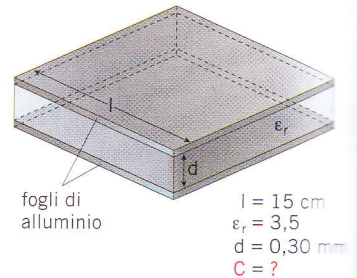
- Determina la capacità del sistema costituito dalle tre sfere collegate tra loro.

$$[0,60 \text{ nC}; 1,3 \text{ nC}; 2,3 \text{ nC}; 1,6 \times 10^2 \text{ V}; 2,6 \times 10^{-11} \text{ F}]$$

26 PROBLEMA SVOLTO

Un condensatore piano è formato da due fogli quadrati di alluminio, entrambi con un lato di 15 cm, incollati dalle parti opposte di un foglio di nylon ($\epsilon_r = 3,5$) che ha uno spessore di $d = 0,30$ mm.

- Qual è la capacità del condensatore?



Strategia e soluzione

- La formula (16) può essere riscritta come:

$$C = \epsilon \frac{S}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{l^2}{d}$$

- Sostituendo i valori numerici nell'espressione precedente troviamo:

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{l^2}{d} = 3,5 \times \left(8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \right) \times \frac{(0,15 \text{ m})^2}{(3,0 \times 10^{-4} \text{ m})} = 2,3 \times 10^{-9} \text{ F}$$

La capacità del condensatore vale 2,3 nF.

Discussione

Per confronto con il condensatore, consideriamo una sfera isolata posta nel vuoto e calcoliamo che raggio dovrebbe avere per possedere la stessa capacità del condensatore, cioè una capacità $C_{\text{sfera}} = 2,3 \text{ nF}$. Dalla formula (7), scritta nel caso del vuoto, abbiamo

$$C_{\text{sfera}} = 4\pi\epsilon_0 r \Rightarrow r = \frac{C_{\text{sfera}}}{4\pi\epsilon_0} = \frac{2,3 \times 10^{-9} \text{ F}}{4 \times 3,14 \times (8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m})} = 21 \text{ m}$$

Un condensatore di 15 cm di lato ha quindi la stessa capacità di una sfera isolata di 21 m di raggio. Se si vuole accumulare carica elettrica, è evidente il vantaggio che si ha usando un condensatore piuttosto che un conduttore isolato.

- 27 \star Un condensatore piano di capacità $6,6 \times 10^{-9} \text{ F}$ ha le armature, quadrate, poste a distanza $5,0 \times 10^{-4} \text{ m}$ e riempite con un materiale di costante dielettrica $\epsilon_r = 4,0$.

- Quanto misura il lato delle armature?

[31 cm]

- 28 $\star\star$ Un condensatore ha l'armatura positiva a un potenziale +20 V e l'armatura negativa a +5 V. Questi valori sono riferiti al potenziale di terra. La sua capacità è di 3,0 nF.

- Determina la carica presente sulle due armature.

[45 nC]

- 29 $\star\star$ Le misure eseguite su un condensatore hanno fornito i seguenti valori: $Q = -8,80 \mu\text{C}$ depositata sull'armatura negativa e $\Delta V = 120 \text{ V}$.

- Calcola la capacità del condensatore.

[7,33 $\times 10^{-11} \text{ F}$]

- 30 $\star\star$ Un condensatore di capacità 2,9 nF ha una carica $Q_+ = +7,2 \mu\text{C}$ sull'armatura positiva e una carica $Q_- = -7,2 \mu\text{C}$ sull'armatura negativa.

- Qual è la differenza di potenziale ai capi del condensatore?

[2,5 kV]

31 Un condensatore piano è realizzato con due lastre circolari di raggio 11,0 cm poste, in aria, a una distanza di 2,50 mm. Il campo elettrico tra le armature è $8,02 \times 10^4$ V/m.

- ▶ Determina la capacità del condensatore.
- ▶ Calcola la carica di ciascuna armatura.
- ▶ Calcola la differenza di potenziale tra le armature.

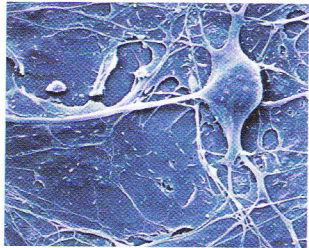
[135 pF; 27,0 nC; 200 V]

32 Considera il condensatore dell'esercizio precedente. Lo spazio tra le armature viene riempito con della carta ($\epsilon_r = 2,10$) e la differenza di potenziale fra le armature viene mantenuta costante (200 V).

- ▶ Di quanto è aumentata la capacità del condensatore con l'introduzione del dielettrico?
- ▶ Quanta carica in più è fluita sulle armature?

[149 pF; 29,8 nC]

33 Un assone è un prolungamento sottile e lungo di una cellula nervosa. La sua membrana è carica positivamente all'esterno e negativamente all'interno per cui, entro certi limiti, si comporta come un condensatore piano. Lo spessore medio della membrana è pari a 1×10^{-8} m e la superficie ha area 2×10^{-6} m. Assumi $\epsilon_r = 5$. La differenza di potenziale tra i due lati della membrana è 1 V.



Accademia Nazionale delle Scienze, 2004

- ▶ Calcola la capacità elettrica dell'assone.
- ▶ Determina intensità, direzione e verso del campo elettrico.

[9 nF; 1×10^8 V/m]

34 Devi costruire un condensatore piano usando come armature due foglietti di stagnola quadrati di lato 10,0 cm. Vuoi che il tuo sistema possa mantenere sulla lastra negativa dieci miliardi di elettroni in eccesso quando la differenza di potenziale è pari a 4,00 V.

▶ Quanto devono distare le due armature nel vuoto?

[0,221 mm]

35 Le armature parallele di un condensatore piano posto nell'aria sono a distanza 4,00 cm l'una dall'altra e hanno area pari a 60,0 cm². Sulle armature è presente una carica di 5,60 nC. Un elettrone entra nel campo elettrico, attraverso un foro posto nel centro dell'armatura carica positivamente, con velocità di modulo v_0 . Fai l'ipotesi che l'elettrone si muova perpendicolarmente alle armature del condensatore.

- ▶ Quale valore deve avere v_0 perché la velocità dell'elettrone si annulli a metà tra le armature?
- ▶ Il risultato ottenuto dipende dalla direzione della velocità iniziale v_0 ?

(Suggerimento: pensa alla conservazione dell'energia per l'elettrone...)

[$2,72 \times 10^7$ m/s; no]

36 Nel vuoto all'interno di un condensatore avente capacità $C = 1,0$ pF, con armature quadrate di lato $l = 10$ cm, fra le quali si ha una differenza di potenziale $\Delta V = 10$ V, viene inserita una carica $q = 2,0 \times 10^{-8}$ C e massa $m = 3,0 \times 10^{-10}$ kg posta inizialmente in quiete.

- ▶ Determina l'accelerazione con cui si muove.

[$7,5 \times 10^3$ m/s²]

37 Un condensatore piano è composto da due lastre di area S uniformemente cariche con densità superficiale σ . Le due lastre sono poste a distanza $d = 20$ cm e tra esse è inserito un materiale con costante dielettrica $\epsilon_r = 0,20$. La differenza di potenziale è $\Delta V = 1,0 \times 10^3$ V.

- ▶ Ricava il valore di σ .

Dal centro del condensatore, all'interno del materiale, viene lanciata una carica $q = 4,0 \times 10^{-8}$ C in direzione perpendicolare alle linee del campo elettrico di massa $m = 2,0 \times 10^{-10}$ kg.

- ▶ In quanti secondi la carica raggiunge una delle due armature?

[$8,9 \times 10^{-9}$ C/m²; $4,5 \times 10^{-4}$ s]

7 CAPACITÀ DEL CONDENSATORE SFERICO

38 In un condensatore sferico la sfera interna, di raggio $R_1 = 3,6$ cm ha carica elettrica $Q_1 = 2,4 \times 10^{-10}$ C e il guscio sferico esterno, di raggio interno $R_2 = 12$ cm e raggio esterno $R_3 = 13$ cm, ha carica elettrica $Q = 0,8 \times 10^{-10}$ C. Il guscio sferico non è collegato a terra.

- Determina la quantità di carica presente sulle superfici delle armature del condensatore.
- Mostra che si può definire la capacità di questo

condensatore sferico.

$$[-2,4 \times 10^{-10}; 3,2 \times 10^{-10} \text{ C}]$$

39 In un condensatore sferico il raggio del guscio sferico esterno è 12 cm. Quando la sfera interna ha una carica di $3,6 \times 10^{-12}$ C, la differenza di potenziale tra la sfera e il guscio è di 2,4 V.

- Determina il raggio della sfera interna del condensatore.
- Determina la densità superficiale di carica presente sulla superficie interna del guscio sferico.

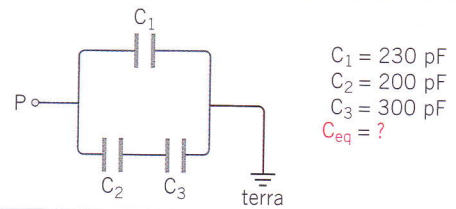
$$[1,2 \text{ cm}; 2,0 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2]$$

8 I CONDENSATORI IN SERIE E PARALLELO

40 PROBLEMA SVOLTO

Le capacità dei tre condensatori che compaiono nella figura sono, rispettivamente, $C_1 = 230$ pF, $C_2 = 200$ pF e $C_3 = 300$ pF.

- Qual è la capacità equivalente del sistema?



Strategia e soluzione

- La rete della figura è più complessa di una semplice connessione in serie o in parallelo: in effetti, i condensatori di capacità C_2 e C_3 sono in serie tra loro e, insieme, sono in parallelo con quello di capacità C_1 .
- In questi casi si risolve il problema per gradi. Prima di tutto, calcoliamo la capacità equivalente C_{23} dei due condensatori posti in serie. Dalla formula (29), scritta come

$$\frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

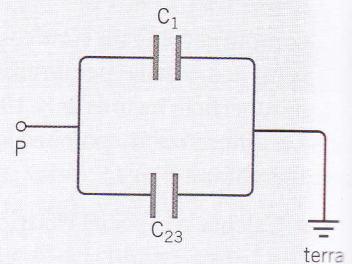
si ricava

$$C_{23} = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = \frac{(200 \text{ pF}) \times (300 \text{ pF})}{200 \text{ pF} + 300 \text{ pF}} = 120 \text{ pF}.$$

Al punto in cui siamo, lo schema del problema è equivalente a quello della figura a lato, in cui il condensatore di capacità C_1 è in parallelo a quello di capacità C_{23} .

Ricordando allora la formula (27), troviamo la capacità equivalente richiesta:

$$C_{eq} = C_1 + C_{23} = 230 \text{ pF} + 120 \text{ pF} = 350 \text{ pF}.$$



Discussione

Dal punto di vista elettrostatico, la rete di condensatori del problema ha le stesse proprietà di un unico condensatore di capacità pari a 350 pF.

41 Due condensatori hanno capacità $C_1 = 1,60 \mu\text{F}$ e $C_2 = 2,40 \mu\text{F}$.

- Calcola la capacità equivalente quando i condensatori sono collegati in parallelo.
- Calcola la capacità equivalente quando i condensatori sono collegati in serie.

[4,00 μF ; 0,960 μF]

42 Vuoi accumulare una carica di 20 μC collegando in parallelo dei condensatori identici di capacità pari a $5,0 \times 10^{-8} \text{F}$. La differenza di potenziale ai capi del parallelo è 50 V.

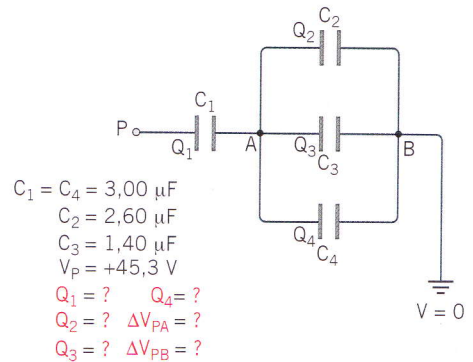
- Quanti condensatori bisogna utilizzare?

[8]

43 PROBLEMA SVOLTO

È data la rete di condensatori della figura seguente, con $C_1 = C_4 = 3,00 \mu\text{F}$, $C_2 = 2,60 \mu\text{F}$ e $C_3 = 1,40 \mu\text{F}$. Il punto P si trova a un potenziale di +45,3 V rispetto al potenziale di terra.

- Determina la carica su ogni condensatore e la differenza di potenziale ai capi di ciascuno di essi.



■ Strategia e soluzione

- Dato il condensatore numero i ($i = 1, \dots, 4$), indichiamo con Q_i la carica positiva presente su di esso e con V_i la differenza di potenziale tra le sue armature.
- Per risolvere il problema conviene calcolare dapprima la capacità equivalente della rete di condensatori. Per iniziare, i tre condensatori C_2 , C_3 e C_4 , in parallelo tra loro, sono equivalenti a un unico condensatore di capacità

$$C_{234} = C_2 + C_3 + C_4 = (2,60 + 1,40 + 3,00) \mu\text{F} = 7,00 \mu\text{F}.$$

In questo modo la rete iniziale è equivalente allo schema seguente, con il condensatore C_1 in serie con il condensatore C_{234} . La capacità equivalente del sistema è, quindi,

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_{234}}{C_1 + C_{234}} = \frac{(3,00 \mu\text{F}) \times (7,00 \mu\text{F})}{3,00 \mu\text{F} + 7,00 \mu\text{F}} = 2,10 \mu\text{F}.$$

- Il condensatore equivalente ha una capacità di 2,10 μF ed è soggetto a una differenza di potenziale $V = 45,3 \text{V}$; quindi la carica che si trova sulla sua armatura positiva è

$$Q_{eq} = C_{eq} V = (2,10 \times 10^{-6} \text{F}) \times (45,3 \text{V}) = 9,51 \times 10^{-5} \text{C}.$$

- Come è spiegato nel paragrafo 8, per i condensatori in serie si ha $Q_{eq} = Q_1 = Q_{234}$. Ciò permette di calcolare la tensione V_1 ai capi di C_1 :

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_{eq}}{C_1} = \frac{9,51 \times 10^{-5} \text{C}}{3,00 \times 10^{-6} \text{F}} = 31,7 \text{V}.$$

Sapendo questo, per sottrazione si può determinare

$$V_{234} = V_2 = V_3 = V_4 = 45,3 \text{V} - 31,7 \text{V} = 13,6 \text{V}.$$

- Abbiamo così determinato le differenze di potenziale ai capi di ciascun condensatore. Per finire il problema rimangono ancora da calcolare le cariche

$$Q_2 = C_2 V_2 = (2,60 \times 10^{-6} \text{ F}) \times (13,6 \text{ V}) = 3,54 \times 10^{-5} \text{ C},$$

$$Q_3 = C_3 V_3 = (1,40 \times 10^{-6} \text{ F}) \times (13,6 \text{ V}) = 1,90 \times 10^{-5} \text{ C},$$

$$Q_4 = C_4 V_4 = (3,00 \times 10^{-6} \text{ F}) \times (13,6 \text{ V}) = 4,08 \times 10^{-5} \text{ C}.$$

■ Discussione

Una volta conosciuti, per esempio, Q_2 e Q_3 , la carica Q_4 poteva essere anche calcolata per sottrazione:

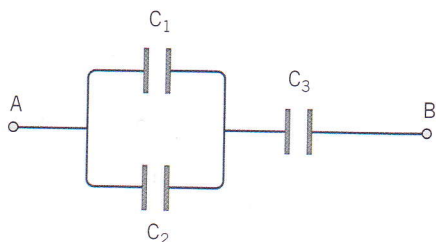
$$Q_4 = Q_{eq} - Q_2 - Q_3 = (9,51 - 3,54 - 1,90) \times 10^{-5} \text{ C} = 4,07 \times 10^{-5} \text{ C}.$$

Questo risultato, pur non essendo identico al precedente, è compatibile se si tiene conto delle approssimazioni fatte trattando le cifre significative.

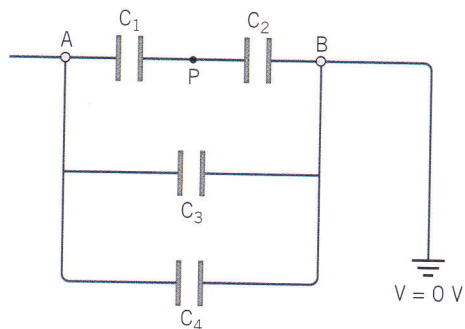
- 44** Del sistema di condensatori nella figura sai che $C_1 = 350 \text{ pF}$, $C_2 = 520 \text{ pF}$, $C_3 = 230 \text{ pF}$ e $\Delta V_{AB} = 1,50 \text{ kV}$.

- Calcola la capacità equivalente.
- Determina la carica su ciascun condensatore e la differenza di potenziale ai capi di ognuno di essi.

$$[182 \text{ pF}; Q_1 = 10 \text{ nC}; Q_2 = 163 \text{ nC}; Q_3 = 273 \text{ nC}; \Delta V_1 = \Delta V_2 = 313 \text{ V}; \Delta V_3 = 1,19 \times 10^3 \text{ V}]$$



- 45** Nello schema di figura sotto le capacità dei condensatori sono: $C_1 = 2,0 \text{ } \mu\text{F}$, $C_2 = 3,0 \text{ } \mu\text{F}$, $C_3 = 1,6 \text{ } \mu\text{F}$, $C_4 = 3,2 \text{ } \mu\text{F}$. La carica sul condensatore C_2 è $Q_2 = 12 \times 10^{-5} \text{ C}$.



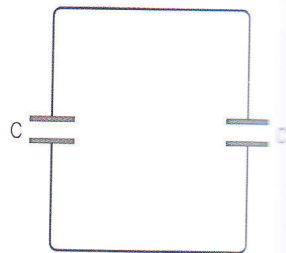
- Calcola la capacità equivalente del sistema.
- Determina il valore del potenziale nel punto P e nel punto A.
- Calcola la carica presente sulle armature degli altri condensatori.

$$[6,0 \text{ mF}; V_P = +40 \text{ V}; V_A = +80 \text{ V}; Q_1 = 12 \times 10^{-5} \text{ C}; Q_3 = 16 \times 10^{-5} \text{ C}; Q_4 = 32 \times 10^{-5} \text{ C}]$$

- 46** Un condensatore di capacità $C = 6,50 \text{ nF}$ è caricato fino a ottenere una differenza di potenziale fra le sue armature di 400 V . Il condensatore viene staccato dalla sorgente di carica e poi collegato a un secondo condensatore, inizialmente scarico, di capacità $C' = 2/5 C$, come nella figura sotto.

- Determina la differenza di potenziale ai capi dei due condensatori.

- Quanto vale la carica immagazzinata su ciascun condensatore?



(Suggerimento: dopo il collegamento tra i due condensatori, la carica elettrica, inizialmente presente solo sul primo condensatore, si distribuisce su entrambi fino a che si stabilisce una nuova condizione di equilibrio elettrostatico.)

$$[286 \text{ V}; 1,86 \times 10^{-6} \text{ C}; 7,40 \times 10^{-7} \text{ C}]$$

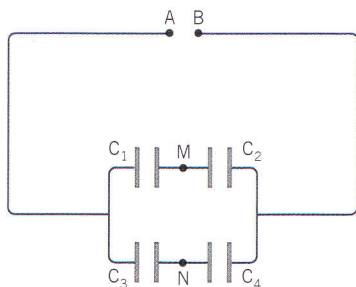
47 Lo spazio tra le armature di un condensatore piano, che ha capacità $1,0 \text{ nF}$ nel vuoto, è riempito per metà del suo spessore con un dielettrico di costante dielettrica relativa $\epsilon_{r1} = 4,9$; nell'altra metà, invece, è introdotto un dielettrico con $\epsilon_{r2} = 3,7$.

► La capacità del condensatore è aumentata o diminuita?

(Suggerimento: puoi immaginare il condensatore come formato da due condensatori, uguali per dimensioni, riempiti con dielettrici diversi e collegati in serie. La giustificazione teorica la puoi trovare nel problema 7.)

[aumenta a $4,2 \text{ nF}$]

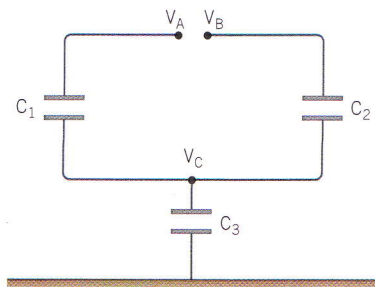
48 Tra i punti A e B di un circuito viene applicata una differenza di potenziale ΔV . Il circuito è rappresentato nella figura.



Le capacità dei condensatori che formano il circuito sono: $C_1 = 1 \text{ nF}$, $C_2 = 2 \text{ nF}$, $C_3 = 3 \text{ nF}$ e C_4 .

► Ricava il valore di C_4 affinché si abbia $V_M - V_N = 0$.
[6 nF]

49 I tre condensatori all'interno del circuito mostrato nella figura hanno capacità rispettivamente $C_1 = 1,0 \text{ nF}$, $C_2 = 2,0 \text{ nF}$ e $C_3 = 3,0 \text{ nF}$.



Inoltre $V_A = 20 \text{ V}$ e $V_B = 80 \text{ V}$.

► Quanto vale V_C ?

[30 V]

9 L'ENERGIA IMMAGAZZINATA IN UN CONDENSATORE

50 Un condensatore di capacità pari a 650 pF è caricato fino a ottenere una differenza di potenziale di 200 V fra le sue armature.

► Quanto lavoro è stato compiuto per caricarlo?

[$1,30 \times 10^{-3} \text{ J}$]

51 Tramite i due elettrodi di un defibrillatore, applicati vicino al cuore, viene scaricata una energia di 500 J . La capacità del dispositivo è di $300 \text{ }\mu\text{F}$.

► Calcola la tensione tra i due elettrodi.

► Calcola la carica accumulata su ciascuna piastra.

[1,83 kV; 549 mC]

52 Tra le armature di un condensatore piano (con dielettrico aria) vi è un campo elettrico uniforme di 880 V/m . Scaricandosi, il condensatore rilascia un'energia di $1,50 \times 10^{-8} \text{ J}$.

► Quanto misura il volume tra le armature?

► Quale sarebbe il volume se fosse riempito con un dielettrico avente $\epsilon_r = 80$?

[$4,38 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; $5,48 \times 10^{-5} \text{ m}^3$]

53 Lo spazio tra le armature di un condensatore piano da $55 \text{ }\mu\text{F}$ è stato riempito inserendovi una sottile lastra di materiale isolante, di costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 4,5$. Il condensatore viene caricato alla differenza di potenziale di 24 V e successivamente isolato.

► Quanto lavoro occorre per estrarre la lastra?

[$25 \times 10^{-2} \text{ J}$]

54 Per allontanare le armature di un condensatore piano carico e isolato occorre spendere una certa energia contro le forze che tendono ad attrarre le cariche di segno opposto presenti sulle due facce. Nel condensatore carico è accumulata un'energia W_0 .

► Quanto lavoro occorre compiere per raddoppiare la distanza tra le armature?

[W_0]