

## LE CARATTERISTICHE DEI CONDENSATORI

In questa lezione apprenderemo:

- che cosa sono la capacità elettrica e la rigidità dielettrica
- che cos'è il campo elettrico in un condensatore
- a confrontare il moto di una carica con quello di un proiettile
- che cos'è il collegamento di condensatori

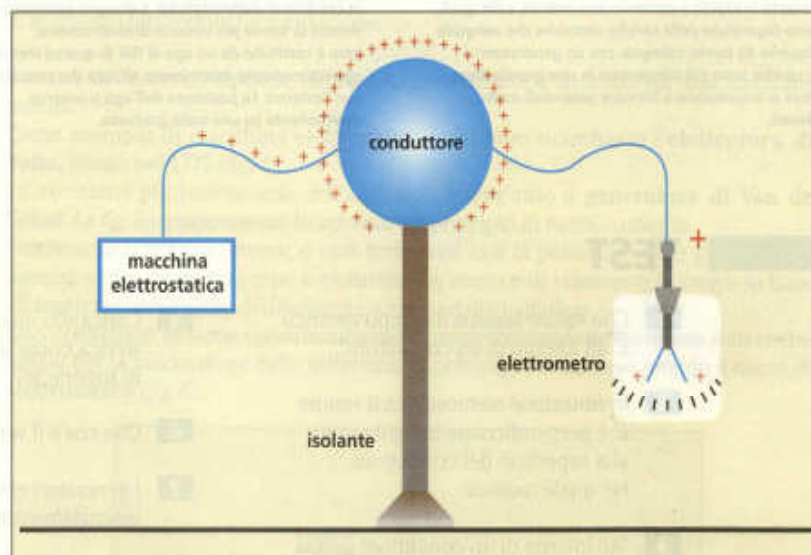
### La capacità elettrica

P 202

Il conduttore sferico illustrato nella fig. 1 è collegato con una macchina elettrostatica e con un elettrometro, ed è poggiato su un sostegno isolante.

Messa in funzione, la macchina elettrostatica carica il conduttore. L'elettrometro segnala il potenziale  $V$  di quest'ultimo, che va via via aumentando con l'aumentare della carica  $Q$  a esso fornita dalla macchina. Infatti, all'aumentare di  $Q$ , aumenta contemporaneamente il campo elettrico  $E$  attorno al conduttore e, conseguentemente, il potenziale  $V$  del conduttore.

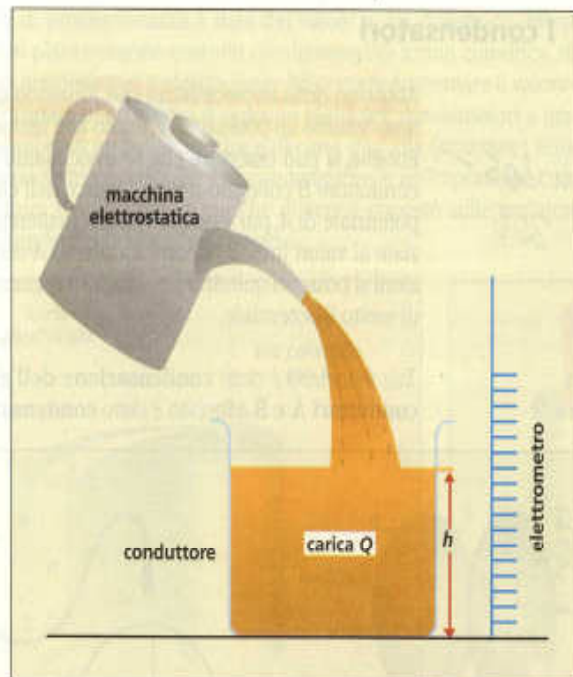
1. Il potenziale acquistato dal conduttore è direttamente proporzionale alla carica a esso fornita.



Per comprendere meglio il significato della capacità elettrica, ci può aiutare l'analogia con l'esempio illustrato nella fig. 2. La quantità d'acqua che il contenitore versa nel secchio corrisponde alla carica elettrica  $Q$  fornita al conduttore. Il livello  $h$  che l'acqua raggiunge nel secchio corrisponde al potenziale  $V$  segnato dall'elettrometro. Non sarà difficile constatare quanto segue.

1. Il valore di  $h$  dipende dalla quantità di liquido versata nel secchio. Allo stesso modo il valore di  $V$  dipende dalla carica  $Q$  fornita al conduttore.
2. Il valore di  $h$  dipende anche dalla capacità del secchio (il volume che esso racchiude): infatti, versando la stessa quantità di liquido in un recipiente più largo, e quindi più capace, il livello  $h$  sarebbe più basso e viceversa.

2. La capacità elettrica di un conduttore può essere paragonata alla capacità di un recipiente nel quale si versi del liquido.



Analogamente, fornendo la stessa carica a conduttori diversi (aventi cioè diversa capacità elettrica), essi assumerebbero un diverso potenziale  $V$ .

Ora, se noi potessimo misurare la carica  $Q$  e il corrispondente potenziale  $V$ , constateremo che queste due grandezze sono direttamente proporzionali: raddoppiando o triplicando la carica  $Q$  fornita al conduttore, anche il potenziale acquistato da quest'ultimo si raddoppia, si triplica ecc.

Possiamo pertanto scrivere l'equazione:

$$Q/V = \text{cost}$$

Tale equazione afferma che:

**Che cos'è la capacità elettrica**

fornendo al conduttore una **carica  $Q$** , quest'ultimo acquista un **potenziale  $V$  direttamente proporzionale alla carica**

Al rapporto costante  $Q/V$  diamo il nome di **capacità elettrica** e la individuiamo con la lettera  **$C$** .

Naturalmente l'unità di misura della capacità elettrica nel SI è espressa dal rapporto tra l'unità di misura della carica elettrica e l'unità di misura del potenziale. Essa è detta **farad (F)**, dal nome del fisico inglese Faraday. Dunque abbiamo:

$$1 \text{ farad} = 1 \text{ coulomb}/1 \text{ volt}$$

Ossia:

**Che cos'è il farad**

un conduttore ha la capacità di **1 farad** quando, fornendo a esso una carica di **1 coulomb**, il conduttore acquista il **potenziale di 1 volt**.

Il farad è una unità di misura molto grande e quindi poco pratica. Per questo motivo vengono utilizzati i sottomultipli del farad:

il **microfarad** ( $\mu\text{F}$ ) =  $10^{-6}$  F

il **nanofarad** (nF) =  $10^{-9}$  F

il **picofarad** (pF) =  $10^{-12}$  F

## I condensatori

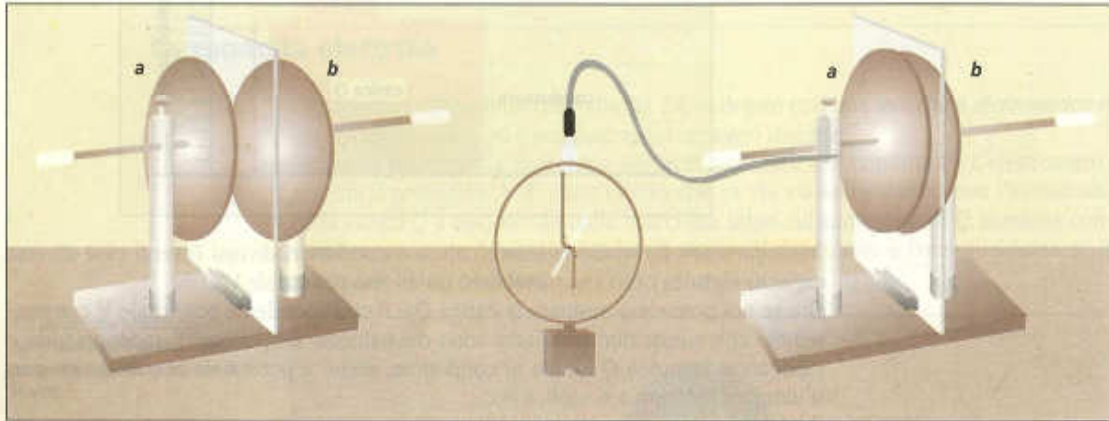
*p -204-205-206*

Abbiamo detto in precedenza che, fornendo una carica  $Q$  a un conduttore  $A$ , quest'ultimo assume un potenziale  $V$ , legato alla carica  $Q$  dalla relazione:  $Q/V = C$ .

Ebbene, si può osservare che se avviciniamo ad  $A$ , supposto di forma piana, un altro conduttore  $B$  collegato a terra, l'indice dell'elettrometro segnala una diminuzione del potenziale di  $A$ , pur essendo rimasta inalterata la carica  $Q$  di  $A$ . Per riportare il potenziale ai valori iniziali occorre fornire ad  $A$  un supplemento di carica  $Q'$ . In tali condizioni si possono quindi accumulare su  $A$  grandi quantità di cariche, senza aumentarne di molto il potenziale.

Che cos'è un condensatore

Tale fenomeno è detto **condensazione dell'elettricità** e il sistema costituito dai due conduttori  $A$  e  $B$  affacciati è detto **condensatore** (fig. 3).



3. A sinistra. Il condensatore è un sistema di due conduttori (armature), affacciati e separati tra loro da materiale isolante (dielettrico). In figura le armature sono due dischi metallici paralleli e separati da un foglio di plexiglas. Se il condensatore è caricato, cioè se sulle armature ci sono quantità di cariche uguali, ma di segno opposto, fra di esse si manifesta una differenza di potenziale. Questo fenomeno è visibile collegando al condensatore un elettrometro (a destra).

I due conduttori  $A$  e  $B$  sono detti *armature* del condensatore.

La diminuzione del potenziale dell'armatura  $A$  in seguito all'avvicinamento dell'armatura  $B$ , essendo rimasta inalterata la carica  $Q$  di  $A$ , indica che si è verificato un aumento della capacità elettrica di  $A$ .

In tali condizioni, con l'armatura  $B$  collegata a terra,

il rapporto tra la carica  $Q$  di  $A$  e il suo potenziale  $V$  è detto **capacità  $C$**  del condensatore.

Si osservi che  $V$  può anche essere inteso come *differenza di potenziale* tra le due armature, poiché il potenziale di  $B$ , essendo  $B$  collegato a terra, si mantiene nullo qualunque sia la carica indotta su di esso nell'avvicinamento ad  $A$ .

La capacità di un condensatore dipende, ovviamente, dalle sue caratteristiche di costruzione: un condensatore, perciò, ha una propria capacità a prescindere dalla carica e dal potenziale, così come un recipiente ha una propria capacità a prescindere dal liquido che vi versiamo. Nel caso particolare di un condensatore ad armature piane si può dimostrare sperimentalmente che tale capacità  $C$  dipende dall'area  $S$  di affacciamento delle armature, dalla distanza  $d$  tra di esse e dalla costante dielettrica  $\epsilon$  del mezzo o materiale interposto tra le armature, ossia:

$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

Tale espressione, valida per qualunque tipo di condensatore, afferma che:

Capacità di un condensatore

la **capacità di un condensatore** è direttamente proporzionale alla **superficie  $S$**  di affacciamento delle armature ed è inversamente proporzionale alla **distanza  $d$**  tra di esse.

La costante di proporzionalità è data dal valore  $\epsilon$  del dielettrico interposto. Oltre ai condensatori piani vengono costruiti condensatori di forma cilindrica, sferica ecc. Per ottenere dei condensatori a elevata capacità occorre aumentare il valore di  $S$ . Volendo occupare poco spazio, si possono realizzare condensatori a grande capacità e poco ingombranti arrotolando strisce di carta stagnola (*armature*) separate da carta paraffinata (*dielettrico*): vedi fig. 4. Il condensatore è un'importante componente dei circuiti elettrici. Esso accumula cariche di segno opposto sulle armature e non consente il passaggio di cariche al suo interno.

4. A fianco. Un condensatore di piccole dimensioni, costituito da fogli di carta stagnola, che fungono da armature, separati da carta paraffinata isolante.



5. Estrema destra. Il condensatore illustrato ha una capacità di  $0.2 \mu\text{F}$ ; esso porta inoltre l'indicazione  $500 \text{ V}$ , che corrisponde alla differenza di potenziale o tensione di esercizio.



## La rigidità dielettrica

Nei condensatori in commercio, come, per esempio, quello illustrato nella fig. 5, viene indicato, oltre al valore della capacità, anche la tensione di lavoro e cioè la differenza di potenziale (d.d.p.) che non può essere superata se non si vuole "bruciare" il dielettrico. Essendo un isolante, infatti, il dielettrico impedisce il passaggio di cariche elettriche fra le due armature.

Esso contrasta l'azione della differenza di potenziale esistente tra queste ultime, fin quando la d.d.p. non raggiunge un determinato valore. Al di là di tale valore, il dielettrico non riesce più a ostacolare il moto delle cariche. In tale situazione ha luogo una scarica – evidenziata da una scintilla luminosa – cui si accompagna un colpo secco.

## Che cos'è la rigidità dielettrica

La capacità di un dielettrico di resistere all'azione di differenze di potenziale senza "bruciarsi" è detta rigidità dielettrica.

Così, per esempio, dire che la rigidità dielettrica di un condensatore piano tra le cui armature vi sia aria è  $2000000$  volt per metro, significa dire che, poste le armature alla distanza di  $1 \text{ m}$ , la scarica si verificherebbe quando la d.d.p. avesse raggiunto il valore di  $2000000$  volt. A tale condizione, se la distanza fra le armature fosse ridotta a  $1 \text{ mm}$ , la scarica si verificherebbe quando la d.d.p. avesse raggiunto il valore di  $2000$  volt.

## Azione del campo elettrico in un condensatore

p 298-299

Posta fra le armature di un condensatore (fig. 6), una carica elettrica è attratta dalla piastra carica di segno contrario ed è respinta dalla piastra dello stesso segno. Pertanto, la carica in esame è sottoposta all'azione di un campo  $\vec{E}$ . Tale campo, per

ragioni di simmetria, è uguale in tutti i punti dello spazio compreso fra le due armature. La sua intensità è espressa dall'equazione:

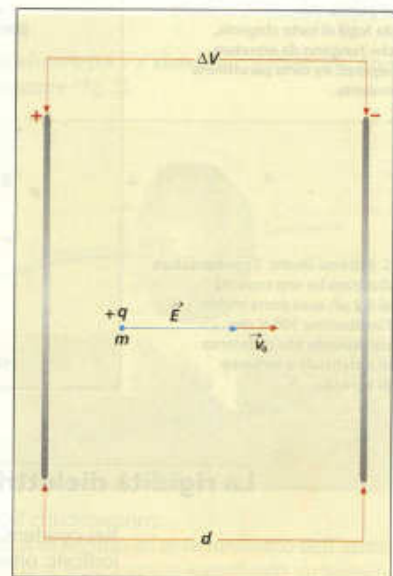
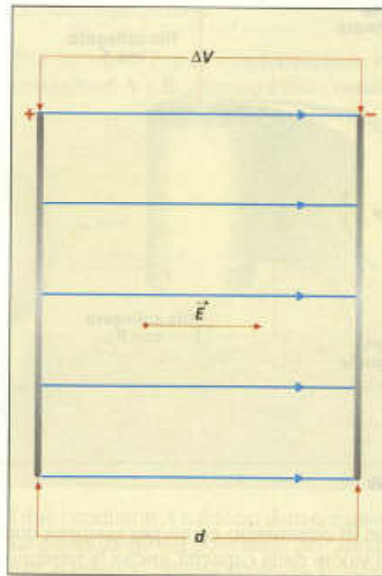
$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

dove  $\Delta V$  indica la differenza di potenziale esistente fra le due armature e  $d$  la distanza fra queste ultime.

Un campo elettrico fornito delle caratteristiche che abbiamo enunciato è detto **campo elettrico uniforme**. Pertanto:

### Che cos'è un campo elettrico uniforme

6. A fianco. Il campo elettrico  $\vec{E}$  fra le armature di un condensatore è lo stesso in tutti i punti. La sua intensità è espressa da:  $E = \Delta V/d$ .



7. Estrema destra. La particella di carica  $q$  e di massa  $m$  ha velocità iniziale  $v_0$  diretta nel verso di  $\vec{E}$ . Nell'ipotesi  $v_0 = 0$ , la velocità  $v$  da essa acquistata dopo aver percorso il tratto di lunghezza  $d$  sotto l'azione di  $\vec{E}$  è espressa da:  $v = \sqrt{2q E d/m}$ .

### Particella carica e campo uniforme

una condensatore determina al suo interno un **campo elettrico uniforme**.

È proprio tale proprietà che giustifica l'impiego del condensatore in molte situazioni. Consideriamo una particella di massa  $m$  e di carica  $q$ , fornita di una velocità iniziale  $\vec{v}_0$  diretta nel verso di  $\vec{E}$ .

Tale particella è accelerata dal campo elettrico allo stesso modo di come lo è un grave in caduta libera sotto l'azione della forza di gravità (fig. 7).

La forza agente sulla particella è espressa dall'equazione:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

Pertanto, la particella acquista l'accelerazione:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q\vec{E}}{m}$$

Poiché il moto della particella è un moto uniformemente accelerato, indicando con  $d$  la distanza percorsa dalla particella nel tempo  $t$  abbiamo:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

ossia:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 \quad [43.1.]$$

Nell'ipotesi che valga la condizione  $v_0 = 0$ , la [43.1.] diventa:

$$d = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2$$

e, pertanto:

$$t = \sqrt{\frac{2md}{qE}}$$

Da qui, ricordando che vale l'equazione:

$$v = a \cdot t = \frac{qE}{m} t$$

otteniamo:

$$v = \frac{qE}{m} \cdot \sqrt{\frac{2md}{qE}} = \sqrt{\frac{2qEd}{m}}$$

dove  $v$  indica la velocità acquistata dalla particella carica dopo aver percorso il tratto di lunghezza  $d$  sotto l'azione del campo elettrico uniforme  $\vec{E}$ . L'energia cinetica acquistata dalla particella è invece espressa dall'equazione:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = q E d$$

Ora, consideriamo il caso in cui la particella in esame abbia una velocità iniziale  $v_0$  perpendicolare al campo  $\vec{E}$ . A tale condizione, la traiettoria percorsa dalla particella è una parabola, definita dall'equazione:

$$y = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} \left(\frac{x}{v_0}\right)^2 \quad \leftarrow \text{da dimostrare} \quad [43.2.]$$

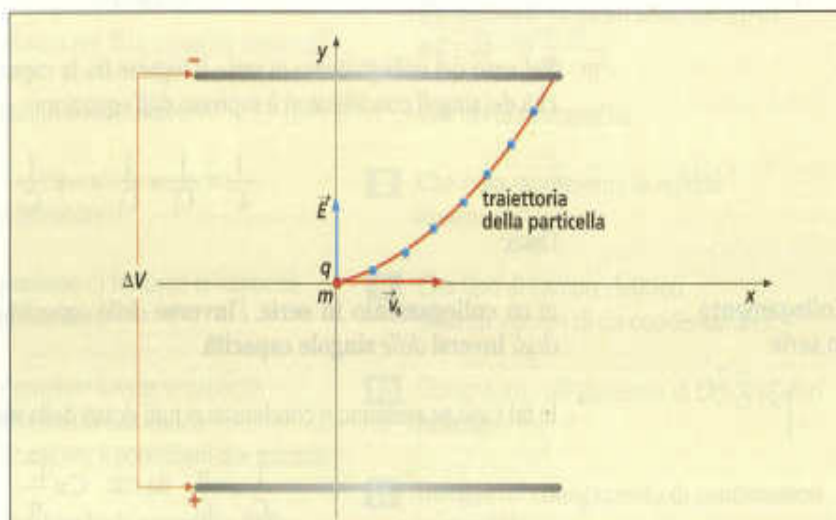
Infatti, assumendo che la velocità iniziale  $\vec{v}_0$  della particella sia diretta lungo l'asse delle  $x$ , mentre il campo  $\vec{E}$  sia diretto lungo l'asse delle  $y$  (fig. 8), abbiamo:

$$x = v_0 \cdot t \quad [43.3.]$$

e:

$$y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 \quad [43.4.]$$

Ora, il moto della particella è il moto risultante dalla composizione del moto rettilineo uniforme espresso dalla [43.3.] con il moto uniformemente accelerato espresso dalla [43.4.]. In effetti, ricavando  $t$  dalla [43.3.] e ponendo il valore ottenuto nella [43.4.], otteniamo la [43.2].



8. La particella di carica  $q$  e di massa  $m$  ha velocità iniziale  $v_0$  perpendicolare a  $\vec{E}$ . La traiettoria da essa percorsa è una parabola, definita dall'equazione  $y = (1/2) (q \cdot E/m) (x/v_0)^2$ .

## Il moto di una carica e il moto di un proiettile

Il moto su esposto ha una piena analogia col moto di un proiettile in un campo gravitazionale che abbia velocità iniziale  $\vec{v}_0$  perpendicolare alla forza di gravità. E infatti, anche in questo caso, avremo che il moto risultante del proiettile è dato dalla composizione del moto diretto lungo  $\vec{v}_0$ . Il primo sarà un moto rettilineo uniforme, in quanto la forza di gravità non ha componenti nella direzione di  $\vec{v}_0$ .

Il secondo sarà un moto naturalmente accelerato, in quanto  $\vec{v}_0$  non ha componenti in direzione della forza di gravità.

Indicando con  $x$  la direzione di  $\vec{v}_0$  e con  $y$  quella della forza di gravità, avremo:

$$x = v_0 \cdot t \quad [43.5.]$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \frac{F_p}{m} \cdot t^2 \quad [43.6.]$$

Ricavando  $t$  dalla [43.5.] e sostituendolo nella [43.6.] avremo:

$$y = \frac{1}{2} \frac{F_p}{m} \left( \frac{x}{v_0} \right)^2$$

Nella [43.2.] compare la forza elettrica, nella [43.3.] quella di gravità.

## Il collegamento dei condensatori

Nelle applicazioni, talvolta è necessario collegare tra loro più condensatori. Tale collegamento può essere effettuato secondo due modalità: in parallelo (fig. 9) e in serie (fig. 10).

Il collegamento **in parallelo** rende disponibile una capacità complessiva  $C$  espressa dalla relazione:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

ossia:

*in un collegamento in parallelo, la capacità totale è uguale alla somma delle singole capacità.*

Naturalmente, nel caso di  $n$  condensatori aventi tutti la stessa capacità  $C'$ , abbiamo:

$$C = n \cdot C'$$

Nel caso del collegamento in serie, il legame fra la capacità complessiva  $C$  e le capacità dei singoli condensatori è espresso dall'equazione:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Ossia:

*in un collegamento in serie, l'inverso della capacità totale è uguale alla somma degli inversi delle singole capacità.*

In tal caso, se avessimo  $n$  condensatori tutti dotati della stessa capacità  $C'$  avremmo:

$$\frac{1}{C} = \frac{n}{C'} \quad \text{da cui:} \quad C = \frac{C'}{n}$$

Collegamento  
in parallelo

p. 232

Collegamento  
in serie

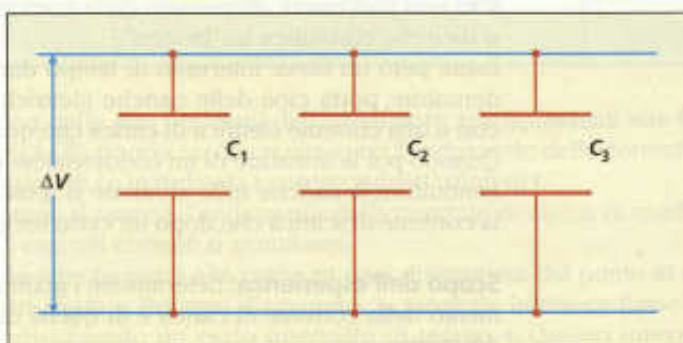
p. 230

Facciamo notare che, nel caso dei collegamenti in serie, il valore della capacità totale è minore del valore della più piccola tra le capacità presenti in batteria.

Mentre in un collegamento in parallelo aumenta la capacità totale e resta invariata la differenza di potenziale, in un collegamento in serie si riduce la capacità totale e aumenta la differenza di potenziale. In quest'ultimo caso, la d.d.p. è pari alla somma delle differenze di potenziale ai capi dei singoli condensatori che compongono la batteria.

9. Collegamento di condensatori in parallelo. La capacità complessiva  $C$  resa disponibile da condensatori collegati in parallelo è espressa dalla relazione:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$



10. Collegamento di condensatori in serie. La capacità totale  $C$  resa disponibile da condensatori collegati in serie è espressa dalla relazione:

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots + 1/C_n$$

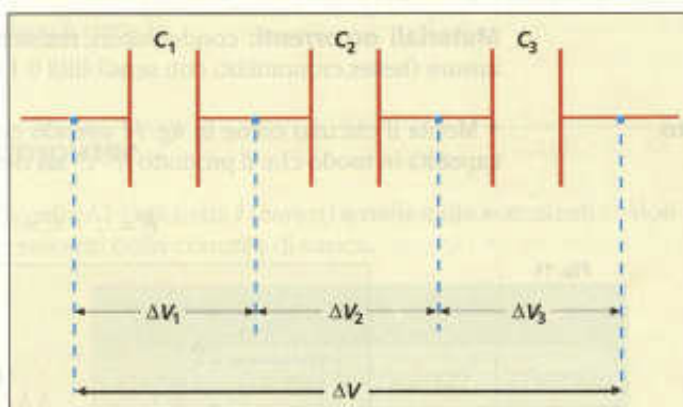


Figura 1

## TEST

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>1</b> Che cosa rappresenta la capacità elettrica di un conduttore?</p> <p><b>2</b> Come si misura nel SI la capacità elettrica?</p> <p><b>3</b> Com'è fatto un condensatore?</p> <p><b>4</b> Da che cosa dipende la capacità di un condensatore?</p> <p><b>5</b> Quale equazione ci fornisce la capacità di un condensatore?</p> <p><b>6</b> A un condensatore avente la capacità di <math>3 \text{ pF}</math> viene fornita una carica di <math>3 \cdot 10^{-7} \text{ C}</math>: calcola il potenziale che assume.</p> <p><b>7</b> Un condensatore ha la superficie delle</p> | <p>armature uguale a <math>40 \text{ cm}^2</math>: queste sono a una distanza di <math>4 \text{ mm}</math> l'una dall'altra. Il condensatore ha un dielettrico pari a <math>\epsilon = 53 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}</math>.</p> <p>Calcola la sua capacità.</p> <p><b>8</b> Che cosa rappresenta la rigidità dielettrica?</p> <p><b>9</b> Che tipo di campo elettrico si ha all'interno di un condensatore?</p> <p><b>10</b> Disegna un collegamento di condensatori in serie.</p> <p><b>11</b> Disegna un collegamento di condensatori in parallelo.</p> |
|---|---|

• Disponi il fondo scala del tester in conformità all'ordine di grandezza della corrente. Chiudi l'interruttore in A (fase di carica) e rileva i tempi in cui la corrente, diminuendo, assume valori decrescenti di quantità costante. Puoi scegliere, ad esempio, di rilevare i tempi ogni qualvolta la corrente scende di  $5 \mu\text{A}$ :



## ATTIVITÀ SPERIMENTALE

### Andamento della corrente di carica e di scarica in un condensatore

#### Introduzione

Il condensatore, poiché è formato da due conduttori posti a una certa distanza tra loro, non può essere attraversato dalla corrente elettrica e, quindi, posto in un circuito, si dice che costituisce un "blocco".

Esiste però un breve intervallo di tempo durante il quale il generatore carica il condensatore, porta cioè delle cariche elettriche sul condensatore stesso, dando luogo così a una corrente elettrica di carica che, quando il condensatore è carico, si annulla. Quando poi le armature di un condensatore carico vengono collegate tra loro con un conduttore, le cariche sulle armature si spostano fino a neutralizzarsi, generando così la corrente di scarica che, dopo un certo tempo, si annulla.

**Scopo dell'esperienza:** determinare i grafici che visualizzano rispettivamente l'andamento della corrente di carica e di quella di scarica di un condensatore in funzione del tempo.

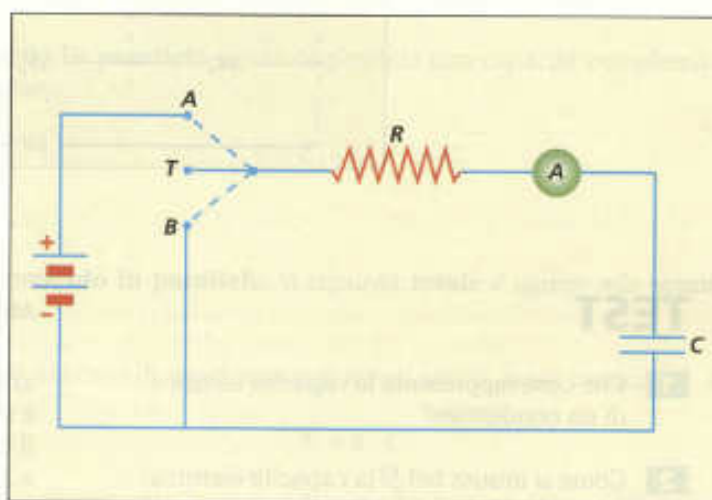
**Materiali occorrenti:** condensatori, resistenze, generatore di tensione, strumenti di misura (tester, cronometro con sensibilità 0.1 s), interruttore e fili elettrici.

#### Procedimento

- Monta il circuito come in *fig. 11* avendo cura di scegliere i valori delle resistenze e capacità in modo che il prodotto  $R \cdot C$  sia dell'ordine di una ventina di secondi:

$$R = \dots \quad C = \dots \quad R \cdot C = \dots$$

Fig. 11



- Disponi il fondo scala del tester in conformità all'ordine di grandezza della corrente. Chiudi l'interruttore in A (fase di carica) e rileva i tempi in cui la corrente, diminuendo, assume valori decrescenti di quantità costante. Puoi scegliere, ad esempio, di rilevare i tempi ogni qualvolta la corrente scende di  $5 \mu\text{A}$ :

$$i_1 = \dots \quad t_1 = \dots \quad i_2 = \dots \quad t_2 = \dots \quad i_3 = \dots \quad t_3 = \dots$$

e così via.

- Quando la corrente di carica si annulla, porta l'interruttore nella posizione B, dando così inizio alla fase di scarica.
- Ripeti la stessa operazione di rilevamento dei tempi fatta in precedenza:

$$i_1 = \dots \quad t_1 = \dots \quad i_2 = \dots \quad t_2 = \dots \quad i_3 = \dots \quad t_3 = \dots$$

e così via.

- Raccogli i dati in una tabella.

Interruttore in A		Interruttore in B	
$t$ (s)	$i$ ( $\mu\text{A}$ )	$t$ (s)	$i$ ( $\mu\text{A}$ )

- Per ciascuna delle due posizioni dell'interruttore, corrispondenti alle fasi di carica (A) e di scarica (B), traccia un diagramma con l'andamento della corrente, riportando in ascissa i valori di  $i$  e in ordinata i corrispondenti valori di  $t$ .
- Dai diagrammi si osserva l'andamento della corrente di carica di quella di scarica. In entrambi i casi tali correnti si annullano. Traccia ora le rette tangenti alle curve su ogni diagramma dal punto in cui ciascuna curva incontra l'asse  $y$ . Per ogni diagramma, la tangente interseca l'asse dei tempi in un punto, individuando un certo intervallo di tempo  $\tau$ . Questo intervallo è detto costante di tempo ed è circa  $\tau \simeq R \cdot C$ . Osserva che il tempo impiegato dalla corrente per annullarsi è circa  $3\tau$ .



### Elaborazione al computer

#### Preparazione del foglio

- Scrivi nella cella A1 l'etichetta  $I$  (carica) e nelle celle sottostanti i valori rilevati per le intensità decrescenti della corrente di carica.

	A	B	C	D
1	$I$ (carica)	$t$ (carica)	$I$ (scarica)	$t$ (scarica)
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...
...	...	...	...	...
$n$	...	...	...	...

- Scrivi nella cella B1 l'etichetta  $t$  (carica) e nelle celle sottostanti i tempi ai quali sono state rilevate le correnti di carica.
- Scrivi nella cella C1 l'etichetta  $I$  (scarica) e nelle celle sottostanti le correnti di scarica rilevate.
- Scrivi nella cella D1 l'etichetta  $t$  (scarica) e nelle celle sottostanti i tempi di rilevamento delle correnti di scarica.

#### Rappresentazione grafica

- Attiva la procedura *Grafo*.
- Scegli una rappresentazione  $x, y$ .
- Indica come asse delle  $x$  la zona A2..An.
- Indica come asse delle  $y$  la zona B2..Bn.
- Visualizza.
- Indica come asse delle  $x$  la zona C2..Cn.
- Indica come asse delle  $y$  la zona D2..Dn.
- Visualizza.

## TEST DI AUTOVERIFICA Risposte a pag. 650

1 Due cariche elettriche poste a una certa distanza esercitano tra loro una forza data dalla legge di Coulomb. Tale forza, a parità di distanza:

- A. è maggiore se le due cariche sono poste nel vuoto;
- B. è maggiore se le due cariche sono poste in acqua, in quanto la costante dielettrica del vuoto è circa 1/80 di quella dell'acqua;
- C. è la stessa in quanto, per ipotesi, non sono cambiate né le cariche, né la loro distanza.

2 Che cosa si intende quando affermiamo che la carica dell'elettrone è una carica elementare? Significa che la carica dell'elettrone:

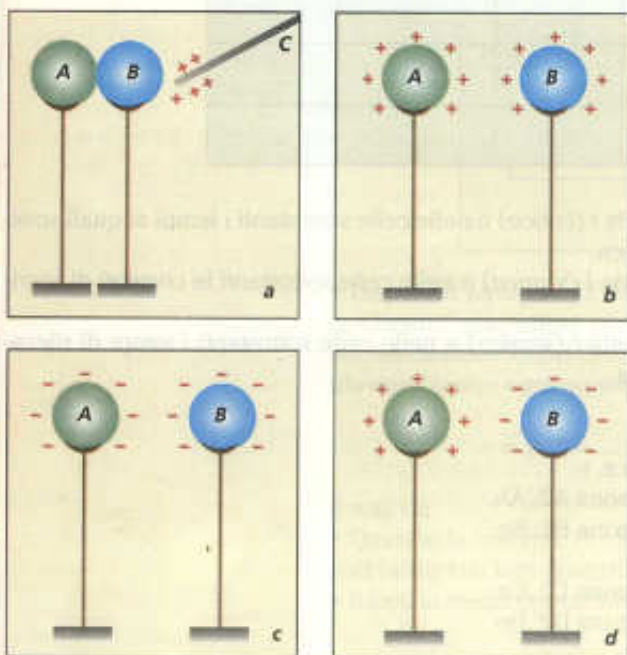
- A. è molto semplice.
- B. consente di individuare l'elemento chimico a cui l'elettrone appartiene;
- C. non può essere suddivisa e che ogni altra carica è sempre composta da un multiplo intero di  $e$ .

3 In riferimento all'andamento delle linee di forza di un campo elettrico, si può affermare che:

- A. esse sono sempre parallele;
- B. esse non si possono mai intersecare;
- C. in casi particolari esse si possono anche intersecare.

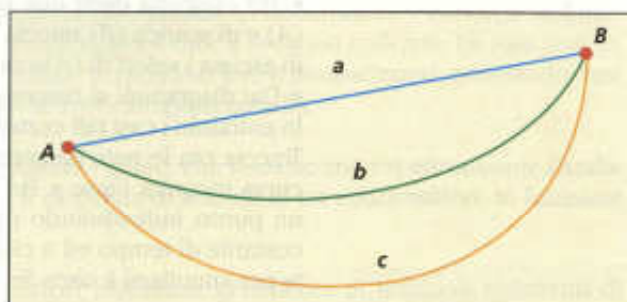
4 Si avvicini, senza toccarlo, un corpo carico  $C$  alle due sfere a contatto  $A$  e  $B$  della fig. a. Prima di allontanarlo si stacchino le due sfere. Indica quale delle situazioni in  $b, c$  o  $d$  si viene a determinare.

- A. Fig. b.    B. Fig. c.    C. Fig. d.



5 La carica elettrica dell'illustrazione viene trasportata dal punto A al punto B seguendo le traiettorie in essa riportate. In merito al lavoro fatto si può affermare che:

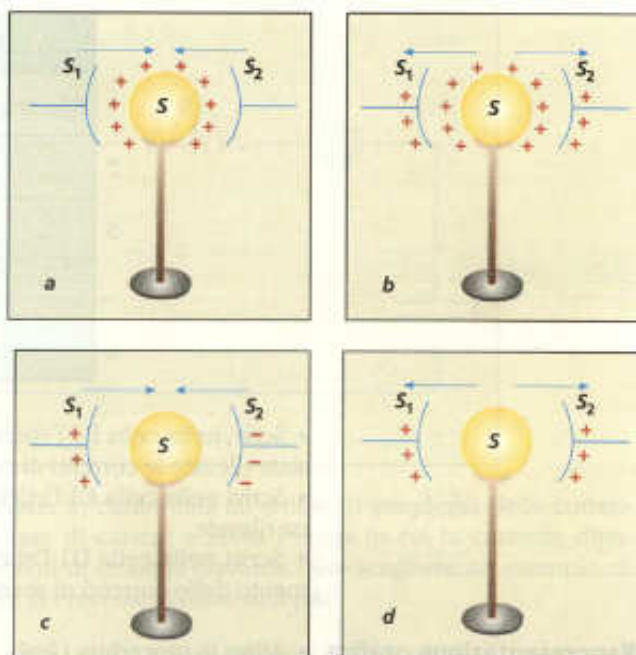
- A. il lavoro è maggiore se la traiettoria è stata la  $c$ ;
- B. il minimo lavoro si ha seguendo la traiettoria  $a$ ;
- C. il lavoro fatto non dipende dalla traiettoria seguita dalla carica  $q$ , ma solo dai valori del potenziale elettrico in A e in B.



6 La sfera conduttrice  $S$ , posta su un sostegno isolante, viene caricata e ricoperta con due semisfere  $S_1$  e  $S_2$ , anch'esse conduttrici (fig. a).

Staccando le due semisfere, quale delle situazioni illustrate si verifica?

- A. Fig. b.    B. Fig. c.    C. Fig. d.



7 In riferimento alla direzione del campo elettrico in un punto qualunque di un conduttore in equilibrio elettrostatico, si può affermare che:

- A. tale direzione è sempre tangente alla superficie;
- B. la direzione del campo elettrico è tale da presentare sempre una componente

tangenziale alla superficie;

C. la direzione del campo elettrico è sempre perpendicolare alla superficie.

8 A parità di ogni altra condizione, due condensatori che differiscono solo per l'area delle armature presenteranno all'interno un campo elettrico che è:

A. maggiore nel condensatore in cui le armature hanno area più grande;

B. maggiore nel condensatore avente le armature di area più piccola.

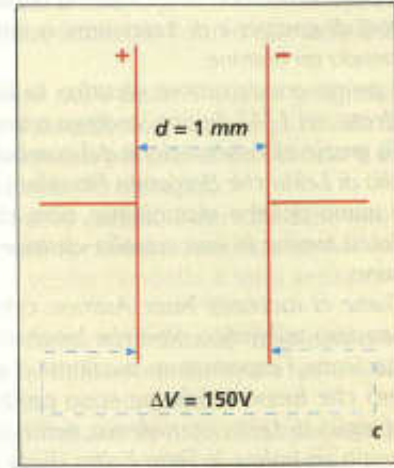
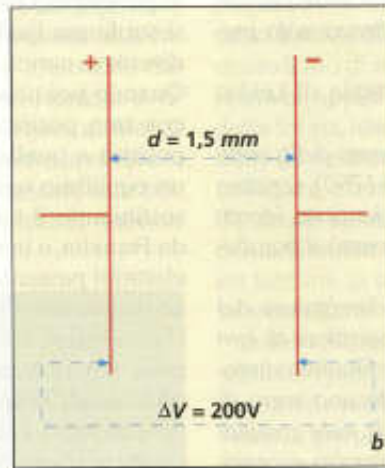
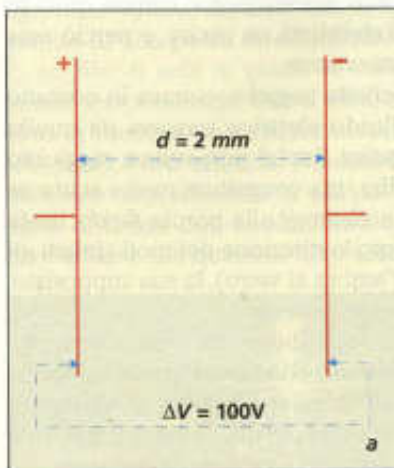
C. uguale in entrambi i casi.

9 Quale dei tre condensatori delle illustrazioni presenta al suo interno un campo elettrico maggiore?

A. Fig. a.

B. Fig. b.

C. Fig. c.



10 In riferimento alla velocità acquistata da una particella carica posta tra le armature di un condensatore carico, si può affermare che tale velocità è:

A. direttamente proporzionale alla radice quadrata della massa  $m$  della particella;

B. direttamente proporzionale al campo elettrico  $E$  e alla carica  $q$  della particella;

C. direttamente proporzionale alla radice quadrata dell'energia cinetica acquistata dalla particella e inversamente proporzionale alla radice quadrata della sua massa.

11 In riferimento all'energia cinetica che la particella acquista dopo aver percorso un certo tratto, si può affermare che tale energia è:

A. indipendente dalla massa della particella;

B. indipendente dalla carica  $q$  che essa trasporta;

C. indipendente dal valore del campo elettrico.

12 Se tra le armature di un condensatore viene interposto un dielettrico di costante  $\epsilon_r$ , succede che:

A. la differenza di potenziale tra le armature diminuisce di un fattore  $\epsilon_r$ ;

B. la differenza di potenziale aumenta di un fattore  $\epsilon_r$ ;

C. la capacità del condensatore diminuisce di un fattore  $\epsilon_r$ .

13 Volendo aumentare la capacità di un condensatore mantenendo invariata l'estensione delle superfici affacciate delle armature e la loro distanza, si deve:

A. aumentare la carica;

B. porre una delle due armature a terra;

C. interporre tra le armature un dielettrico con costante più elevata.

