

CORSO DI FISICA 2

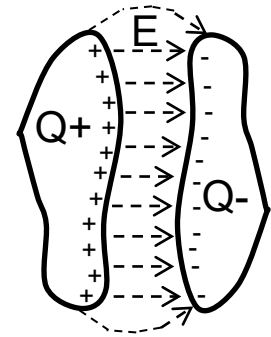
CORRENTE CONTINUA - CIRCUITI ELETTRICI

LEZIONE N. 41

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

Un **condensatore** è costituito in linea di principio da due conduttori isolati e posti a distanza finita, detti **armature**. Caricando i due conduttori con carica opposta, si forma tra di essi un campo elettrico e quindi una certa **d.d.p.** fra le armature.



Il rapporto tra la quantità di cariche depositata e la differenza di potenziale è costante. La costante rappresenta la capacità del condensatore C .

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

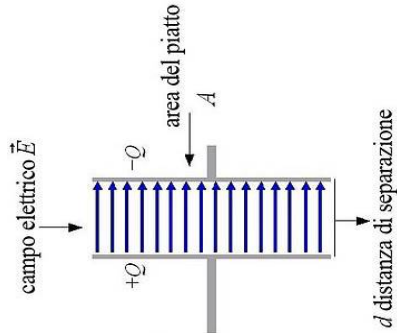
La capacità del condensatore. Si misura in Farad (simbolo F), essendo il farad un'unità di misura molto grande vengono usate i sottomultipli (picofarad pF, nanofarad nF e il microfarad mF). **FARAD [1F]=1C/1V**

La capacità dipende dalla geometria delle armature e dal materiale interposto tra di esse.

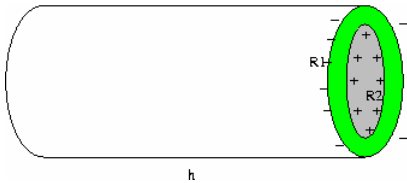
ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

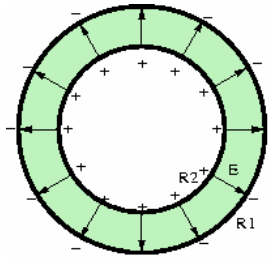
Condensatore piano



Condensatore cilindrico



Condensatore sferico



La presenza di un materiale tra le armature di un condensatore ne aumenta la capacità di un fattore (numero puro) detto **costante dielettrica relativa** che dipende dalla caratteristica del materiale.

Valori comuni della costante dielettrica relativa sono compresi tra 2 e 10 (carta, olio, gomma, mica, vetro porcellana...) ma ad esempio l'acqua presenta un valore di 81 e per altri materiali come ad esempio gli ossidi di titanio si riescono a raggiungere valori compresi tra 100 e 200.

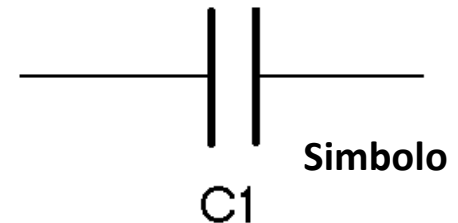
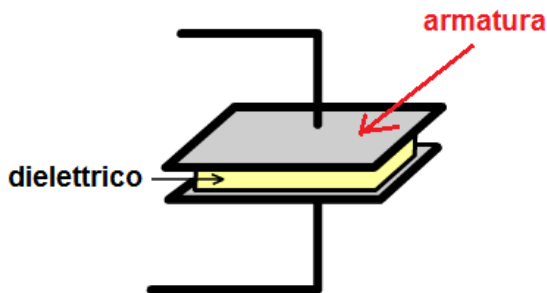
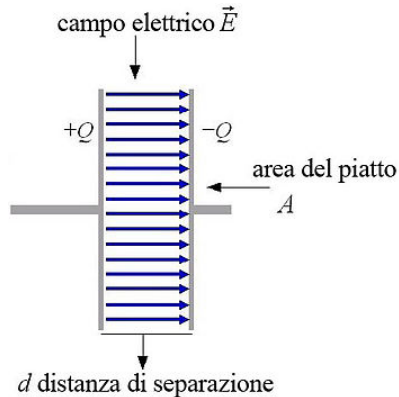
ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

Condensatore piano

La capacità dipende anche dalle caratteristiche geometriche del condensatore (forma, estensione e distanza delle armature)

Il condensatore piano ha armature piane e parallele in cui il dielettrico, per semplificare è il vuoto



Si può dimostrare che la capacità di un condensatore piano vale

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Dove:
A= Area armature
D= distanza armature
 ϵ_0 = costante dielettrica nel vuoto

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

Condensatori in serie

Come nel caso delle resistenze, i condensatori si possono collegare in serie o in parallelo.

Quando sono collegati in serie, la carica è la stessa, mentre la d.d.p. ai capi della coppia di condensatori è uguale alla somma delle singole d.d.p.:

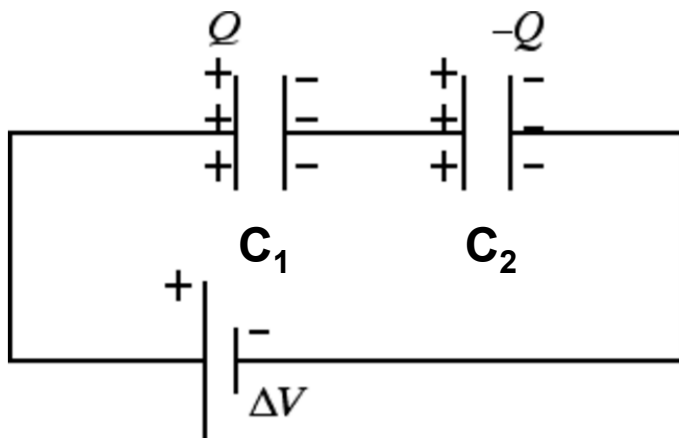
$$V = V_1 + V_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = \frac{Q}{C_{tot}}$$



$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



$$C_{tot} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$



L'inverso del condensatore equivalente di due o più condensatori in serie è uguale alla somma di tutti gli inversi dei singoli condensatori.



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

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

Condensatori in parallelo

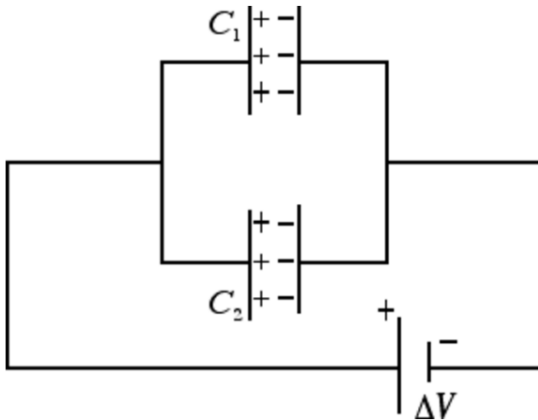
Quando due condensatori vengono disposti in parallelo, la d.d.p. tra le armature è la stessa, ma la carica si distribuisce tra i due.

Quindi la carica del condensatore equivalente è uguale alla somma delle cariche:

$$Q = Q_1 + Q_2 = C_1 \cdot V + C_2 \cdot V = V \cdot (C_1 + C_2)$$

$$C_e = \frac{Q}{V}$$

$$C_e = C_1 + C_2$$



Il condensatore equivalente di due o più condensatori posti in parallelo è un condensatore di capacità pari alla somma delle singole capacità.

$$C_e = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + \dots + C_n$$

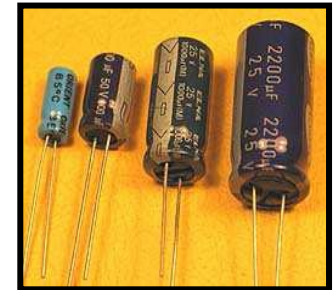
ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

I **condensatori commerciali**, pur basandosi sul medesimo principio di funzionamento, sono di molteplici tipologie realizzati con tecnologie diverse. Tra queste citiamo:

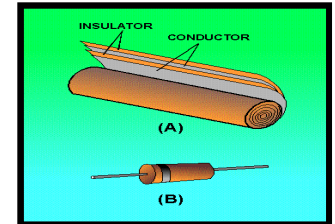
Condensatori elettrolitici:

Sono costituiti da due lamine metalliche avvolte a cilindro, separate da un sottile strato di ossido ottenuto tramite un procedimento elettrolitico.



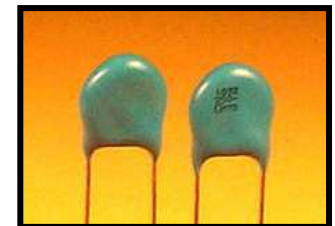
Condensatori a carta o a lamina:

Sono costituiti da due lamine metalliche intervallate da due fogli di carta o di lamina plastica arrotolati a cilindro.



Condensatori ceramici:

I condensatori ceramici sono costituiti da un sandwich di lastre conduttrici alternate con materiale ceramico.



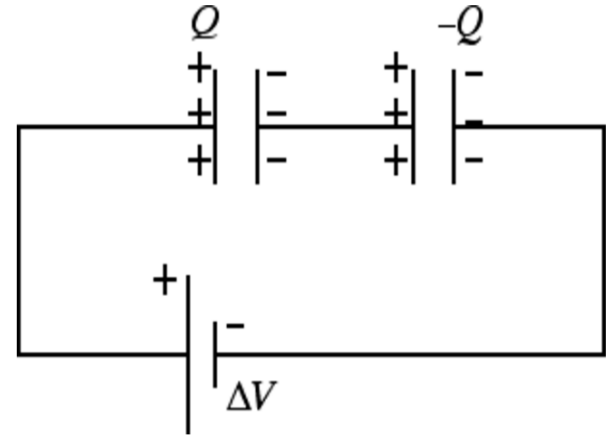
ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

Esercizio condensatori in serie

Due condensatori, $C_1 = 5,00 \mu\text{F}$ e $C_2 = 12,0 \mu\text{F}$, sono collegati in serie e connessi ad una batteria di $9,00 \text{ V}$.

- Qual è il valore della capacità equivalente
- Qual è la carica immagazzinata in ciascun condensatore.
- Qual è la differenza di potenziale ai capi di ciascun condensatore.



Soluzione

a)

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_2 + C_1}{C_1 C_2}$$

$$C_e = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_2 + C_1} = \frac{5,00 \cdot 12,0}{5,00 + 12,0} = \frac{60,0}{17} = 3,53 [\mu\text{F}]$$

b)

$$Q = V \cdot C_e = 9 \cdot 3,53 \cdot 10^{-6} = 31,77 \cdot 10^{-6} [\text{C}]$$

c)

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{31,77 \cdot 10^{-6}}{5,00} = 6,35 [\text{V}]$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{31,77 \cdot 10^{-6}}{12,0} = 2,65 [\text{V}]$$

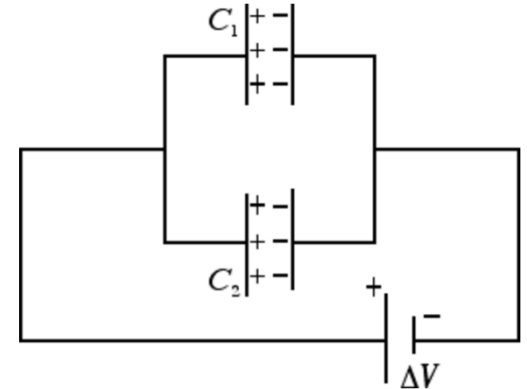
ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

Esercizio condensatori in parallelo

Due condensatori, $C_1 = 5,00 \mu\text{F}$ e $C_2 = 12,0 \mu\text{F}$, sono collegati in parallelo e connessi ad una batteria di $9,00 \text{ V}$.

- Qual è il valore della capacità equivalente.
- Qual è la differenza di potenziale ai capi di ciascun condensatore.
- Qual è la carica immagazzinata in ciascun condensatore.



Soluzione

a) $C_e = C_1 + C_2 = 5,00 + 12,0 = 17,0 [\mu\text{F}]$

b) $V = 9 \text{ [V]}$

c) $Q_1 = V \cdot C_1 = 9 \cdot 5,0 \cdot 10^{-6} = 45,0 \cdot 10^{-6} \text{ [C]}$

$$Q_2 = V \cdot C_2 = 9 \cdot 12,0 \cdot 10^{-6} = 108,0 \cdot 10^{-6} \text{ [C]}$$

$$Q = V \cdot C_e = 9 \cdot 17,0 \cdot 10^{-6} = 153,0 \cdot 10^{-6} \text{ [C]}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 45,0 \cdot 10^{-6} + 108,0 \cdot 10^{-6} = 153,0 \cdot 10^{-6} \text{ [C]}$$

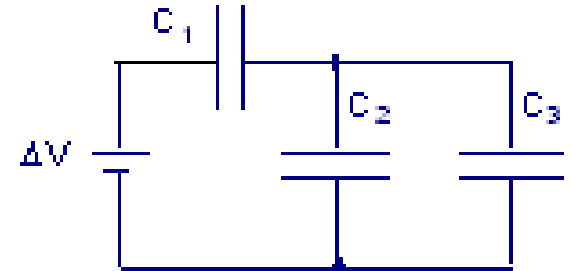
ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(Circuiti elettrici - Condensatori)

Esercizio condensatori in serie e parallelo

Tre capacità sono collegate alla batteria come mostrato in figura. Le capacità sono $C_1 = 3 \text{ [F]}$, $C_2 = 1 \text{ [F]}$, $C_3 = 5 \text{ [F]}$.

- Determinare la capacità equivalente del sistema di condensatori.
- Determinare la carica totale accumulata dal circuito se $\Delta V = 9 \text{ [V]}$



Soluzione

a) $C_{e1} = C_2 + C_3 = 1 + 5 = 6 \text{ [F]}$

$$C_{e2} = \frac{C_1 \cdot C_{e1}}{C_2 + C_1} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2 \text{ [F]}$$

b) $Q = V \cdot C_{e2} = 9 \cdot 2 = 18 \text{ [C]}$

$$Q_1 = V \cdot C_1 = 9 \cdot 5,0 \cdot 10^{-6} = 45,0 \cdot 10^{-6} \text{ [C]}$$