

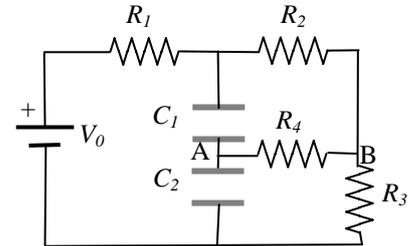
Corso di Laurea Ing EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 - 23/5/2007

Nome e cognome: .....

Matricola: .....

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Un circuito elettrico è costituito da quattro resistori ( $R_1 = 100$  ohm,  $R_2 = 400$  ohm,  $R_3 = 500$  ohm,  $R_4 = 800$  ohm) e due condensatori ( $C_1 = 200$  nF,  $C_2 = 1.00$  μF) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 10.0$  V.



a) Quanto vale, in condizioni stazionarie, la differenza di potenziale  $V_4$  ai capi della resistenza  $R_4$  (cioè tra i punti A e B di figura)?

$V_4 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  V

b) Quanto vale la corrente  $I$  erogata dal generatore in condizioni stazionarie?

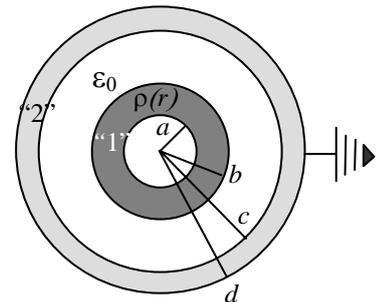
$I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  mA

c) Supponete che, ad un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito; quanto vale l'energia  $U_{diss}$  che viene dissipata per effetto Joule dalle resistenze nell'intero processo di scarica dei condensatori? Quali resistenze sono coinvolte nella dissipazione?

$U_{diss} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  J

Resistenze coinvolte nel processo: .....

2. Un guscio sferico (detto "1") di raggio interno  $a = 10$  cm e raggio esterno  $b = 20$  cm porta al suo interno una densità di carica volumica **disomogenea** che dipende solo dalla distanza  $r$  dal centro secondo la legge  $\rho(r) = \rho_0 b^2 / r^2$ , con  $\rho_0 = 1.0 \times 10^{-5}$  C/m<sup>3</sup>. Un secondo guscio, detto "2", fatto di **materiale conduttore**, ha raggio interno  $c = 40$  cm, raggio esterno  $d = 50$  cm ed è **collegato a terra**. Il guscio "2" circonda il guscio "1" essendo concentrico ad esso, come rappresentato schematicamente in figura.



a) Quanto vale la carica  $Q$  portata dal guscio "1" al suo interno? [Sfruttate in modo opportuno la simmetria sferica del problema!]

$Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  C

b) Quanto valgono le cariche  $Q_c$  e  $Q_d$  che, all'equilibrio, si trovano sulle superfici interna ( $r=c$ ) ed esterna ( $r=d$ ) del guscio "2"?

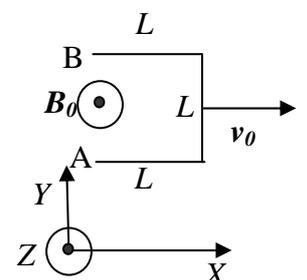
$Q_c = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  C

$Q_d = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  C

c) A quale **potenziale elettrico**  $V_b$  si trova la superficie esterna del guscio "1", cioè la superficie sferica di raggio  $r=b$ ? [Ricordate la relazione tra differenza di potenziale e potenziale, e che, per convenzione, la terra ha potenziale nullo ( $V_{TERRA}=0$ ); usate il valore  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$  F/m per la costante dielettrica del vuoto, che è il "mezzo" che si trova fra i due gusci]

$V_b = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  V

3. Un pezzo di filo elettrico **sottile** di materiale conduttore è ripiegato ad "U" come rappresentato in figura; la lunghezza di tutti e tre i suoi lati è  $L = 10$  cm. Questo filo viene mosso da un operatore esterno in modo da avere una velocità **costante** di modulo  $v_0 = 10$  m/s diretta nel verso positivo dell'asse X del sistema di figura; in tutto lo spazio in cui si muove il filo insiste un campo magnetico **uniforme e costante** di modulo  $B_0 = 1.0 \times 10^{-2}$  T diretto nel verso positivo dell'asse Z. Supponete che il movimento del filo abbia avuto inizio



molto prima di quando si compiono le osservazioni di questo esercizio, cioè che il conduttore si trovi in condizioni di equilibrio.

a) Quanto vale la differenza di potenziale  $\Delta V = V_B - V_A$  tra i capi B ed A del filo (indicati in figura)?  
 $\Delta V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots V$ .

b) Supponendo che il filo abbia massa **trascurabile** e resistenza elettrica  $R = 10 \text{ ohm}$ , quanto vale la potenza  $W$  che l'operatore esterno deve applicare al filo per muoverlo a velocità  $v_0$ ? [Attenti: considerate una situazione **stazionaria**, cioè di **equilibrio**!]  
 $W = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots W$ .

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
 Pisa, 23/5/2007 Firma:

### FOGLIETTO

$$\vec{j} = \rho \vec{v} = ne\vec{v} \quad \text{Def. dens. corr.}$$

$$\vec{j} = \sigma_c \vec{E} = \frac{1}{\rho_c} \vec{E} \quad \text{Dens. corr. in conduttore.}$$

$$\sigma_c = \frac{ne^2 \tau_c}{m} \quad \text{Conducibilità secondo Drude.}$$

$$I = \Phi_s(\vec{j}) = \int \vec{j} \cdot \hat{n} dS \quad \text{Corrente/dens. corr.}$$

$$V = RI \quad \text{Legge di Ohm}$$

$$W = VI \quad \text{Effetto Joule}$$

$$Q = CV \quad \text{Capacità}$$

$$\tau = RC \quad \text{Tempo di scarica Condensatore su resistenza}$$

$$U_E = CV^2 / 2 \quad \text{Energia condensatore}$$

$$\vec{F}_E = q\vec{E} \quad \text{Def. campo elettrico/forza elettrica}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad \text{Def. d.d.p.}$$

$$\vec{E} = \frac{\kappa_E Q}{r^2} \hat{r} \quad \text{Campo in } r \text{ di carica puntiforme/sferica } Q$$

$$d\vec{E} = \frac{\kappa_E dq}{r^2} \hat{r} \quad \text{Relazione costitutiva campo el.}$$

$$\Phi_{S, chiusa}(\vec{E}) = \int_{S, chiusa} \vec{E} \cdot \hat{n} dS = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \quad \text{Teorema di Gauss}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \quad \text{Circuitazione campo elettrico (statico)}$$

$$\vec{F}_M = q\vec{v} \times \vec{B} \quad \text{Forza di Lorentz}$$

$$d\vec{F}_M = I d\vec{l} \times \vec{B} \quad \text{Forza su elemento di filo}$$

$$\vec{p}_M = SI\hat{n} \quad \text{Momento dipolo magnetico per spira di superficie } S \text{ e corrente } I$$

$$\vec{\tau} = \vec{p}_M \times \vec{B} \quad \text{Momento delle forze su spira}$$

$$d\vec{B} = \frac{\kappa_B d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \quad \text{Relazione costitutiva campo magn.}$$

$$\Phi_{S, chiusa}(\vec{B}) = \int_{S, chiusa} \vec{B} \cdot \hat{n} dS = 0 \quad \text{Flusso campo magn.}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{concat} \quad \text{Teor. Ampere (statico).}$$

$$\int \xi^n d\xi = \frac{\xi^{n+1}}{n+1} \quad \text{(per } n \neq -1) \quad \text{Integrali}$$

$$\int \frac{1}{\xi} d\xi = \ln(\xi)$$

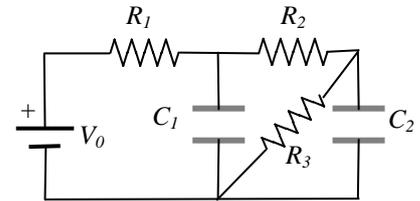
Corso di Laurea Ing EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 - 23/5/2007

Nome e cognome: .....

Matricola: .....

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Un circuito elettrico è costituito da tre resistori ( $R_1 = 100$  ohm,  $R_2 = 400$  ohm,  $R_3 = 500$  ohm) e due condensatori ( $C_1 = 200$  nF,  $C_2 = 1.00$   $\mu$ F) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 10.0$  V.



a) Quanto vale la corrente  $I$  erogata dal generatore in condizioni stazionarie?

$I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  mA

b) Quanto valgono le cariche  $Q_1$  e  $Q_2$  accumulate sui condensatori in condizioni stazionarie?

$Q_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  C

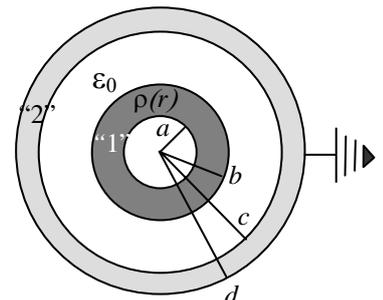
$Q_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  C

c) Supponete che, ad un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito; quanto vale l'energia  $U_{diss}$  che viene dissipata per effetto Joule dalle resistenze nell'intero processo di scarica dei condensatori? Quali resistenze sono coinvolte nella dissipazione?

$U_{diss} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  J

Resistenze coinvolte nel processo: .....

2. Un guscio cilindrico (detto "1") di raggio interno  $a = 10$  cm, raggio esterno  $b = 20$  cm ed altezza  $h = 2.0$  m ( $h \gg a, b$ ) porta al suo interno una densità di carica volumica **disomogenea** che dipende solo dalla distanza  $r$  dal centro secondo la legge  $\rho(r) = \rho_0 b^2 / r^2$ , con  $\rho_0 = 1.0 \times 10^{-5}$  C/m<sup>3</sup>. Un secondo guscio, detto "2", fatto di **materiale conduttore**, ha raggio interno  $c = 40$  cm, raggio esterno  $d = 50$  cm, altezza  $h = 2.0$  m ( $h \gg c, d$ ) ed è **collegato a terra**. Il guscio "2" circonda il guscio "1" essendo coassiale ad esso, come rappresentato schematicamente in figura. [Considerate nulli gli "effetti ai bordi" dato che i gusci sono "molto più alti che larghi"]



a) Quanto vale la carica  $Q$  portata dal guscio "1" al suo interno? [Sfruttate in modo opportuno la simmetria cilindrica del problema! Può farvi comodo sapere che  $\ln 2 \sim 0.69$ ]

$Q = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$  C

b) Quanto valgono le cariche  $Q_c$  e  $Q_d$  che, all'equilibrio, si trovano sulle superfici interna ( $r=c$ ) ed esterna ( $r=d$ ) del guscio "2"? [Ricordate di trascurare gli effetti ai bordi, che in pratica significa porre campo nullo all'esterno del sistema!]

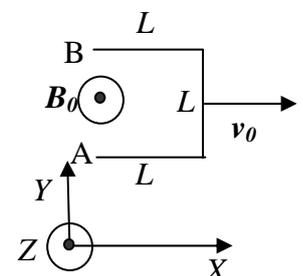
$Q_c = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$  C

$Q_d = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  C

c) A quale **potenziale elettrico**  $V_b$  si trova la superficie esterna del guscio "1", cioè la superficie cilindrica di raggio  $r=b$ ? [Ricordate la relazione tra differenza di potenziale e potenziale, e che, per convenzione, la terra ha potenziale nullo ( $V_{TERRA}=0$ ); usate il valore  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$  F/m per la costante dielettrica del vuoto, che è il "mezzo" che si trova fra i due gusci]

$V_b = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  V

3. Un pezzo di filo elettrico **sottile** di materiale conduttore è ripiegato ad "U" come rappresentato in figura; la lunghezza di tutti e tre i suoi lati è  $L = 10$  cm. Questo filo viene mosso da un operatore esterno in modo da avere una velocità **costante** di modulo  $v_0 = 10$  m/s diretta nel verso positivo dell'asse  $X$  del sistema di figura; in tutto lo spazio in cui si muove il filo insiste un campo magnetico **uniforme e costante** di modulo  $B_0 = 1.0 \times 10^{-2}$  T diretto nel verso



positivo dell'asse Z. Supponete che il movimento del filo abbia avuto inizio molto prima di quando si compiono le osservazioni di questo esercizio, cioè che il conduttore si trovi in condizioni di equilibrio.

a) Quanto vale la differenza di potenziale  $\Delta V = V_B - V_A$  tra i capi B ed A del filo (indicati in figura)?  
 $\Delta V = \dots\dots\dots = \dots\dots V$ .

b) Supponendo che il filo abbia massa **trascurabile** e resistenza elettrica  $R = 10 \text{ ohm}$ , quanto vale la potenza  $W$  che l'operatore esterno deve applicare al filo per muoverlo a velocità  $v_0$ ? [Attenti: considerate una situazione **stazionaria**, cioè di **equilibrio!**]  
 $W = \dots\dots\dots = \dots\dots W$ .

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
 Pisa, 23/5/2007 Firma:

### FOGLIETTO

$\vec{j} = \rho \vec{v} = ne\vec{v}$ Def. dens. corr. $\vec{j} = \sigma_c \vec{E} = \frac{1}{\rho_c \vec{E}}$ Dens.corr.in conduttore. $\sigma_c = \frac{ne^2 \tau_c}{m}$ Conducibilità secondo Drude. $I = \Phi_s(\vec{j}) = \int \vec{j} \cdot \hat{n} dS$ Corrente/dens.corr. $V = RI$ Legge di Ohm $W = VI$ Effetto Joule $Q = CV$ Capacità $\tau = RC$ Tempo di scarica $U_E = CV^2 / 2$ Energia condensatore	$\vec{F}_E = q\vec{E}$ Def. campo elettrico/forza elettrica $\Delta V = V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$ Def. d.d.p. $\vec{E} = \frac{\kappa_E Q}{r^2} \hat{r}$ Campo in r di carica puntiforme/sferica Q $d\vec{E} = \frac{\kappa_E dq}{r^2} \hat{r}$ Relazione costitutiva campo el. $\Phi_{S, chiusa}(\vec{E}) = \int_{S, chiusa} \vec{E} \cdot \hat{n} dS = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$ Teorema di Gauss $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ Circuitazione campo elettrico (statico)	$\vec{F}_M = q\vec{v} \times \vec{B}$ Forza di Lorentz $d\vec{F}_M = Id\vec{l} \times \vec{B}$ Forza su elemento di filo $\vec{p}_M = SI\hat{n}$ Momento dipolo magnetico per spira di superficie S e corrente I $\vec{\tau} = \vec{p}_M \times \vec{B}$ Momento delle forze su spira $d\vec{B} = \frac{\kappa_B d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$ Relazione costitutiva campo magn. $\Phi_{S, chiusa}(\vec{B}) = \int_{S, chiusa} \vec{B} \cdot \hat{n} dS = 0$ Flusso campo magn. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{concat}$ Teor. Ampere (statico). $\int \xi^n d\xi = \frac{\xi^{n+1}}{n+1}$ (per $n \neq -1$ ) $\int \frac{1}{\xi} d\xi = \ln(\xi)$ Integrali
--	---	--

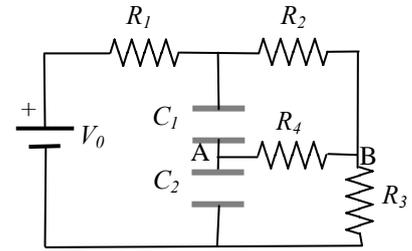
# Corso di Laurea Ing EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 - 23/5/2007

Nome e cognome: .....

Matricola: .....

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Un circuito elettrico è costituito da quattro resistori ( $R_1 = 100$  ohm,  $R_2 = 400$  ohm,  $R_3 = 500$  ohm,  $R_4 = 800$  ohm) e due condensatori ( $C_1 = 200$  nF,  $C_2 = 1.00$   $\mu$ F) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 10.0$  V.



- a) Quanto vale, in condizioni stazionarie, la differenza di potenziale  $V_4$  ai capi della resistenza  $R_4$  (cioè tra i punti A e B di figura)?

$$V_4 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$$

- b) Quanto vale la corrente  $I$  erogata dal generatore in condizioni stazionarie?

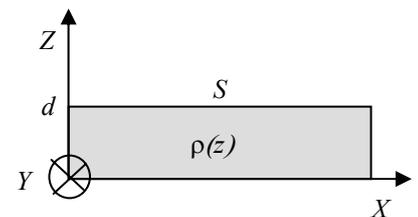
$$I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

- c) Supponete che, ad un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito; quanto vale l'energia  $U_{diss}$  che viene dissipata per effetto Joule dalle resistenze nell'intero processo di scarica dei condensatori? Quali resistenze sono coinvolte nella dissipazione?

$$U_{diss} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$$

Resistenze coinvolte nel processo: .....

2. Una lastra di materiale non conduttore è "appoggiata" sul piano  $XY$  di un sistema di riferimento, come rappresentato in figura. La lastra è molto più "larga" di quanto non sia "alta", in modo da poter trascurare gli "effetti ai bordi": infatti la sezione di base vale  $S = 1.0 \times 10^3$  cm<sup>2</sup>, mentre lo spessore vale  $d = 1.0$  cm. La lastra porta una distribuzione di carica volumica **disomogenea** che dipende solo dalla quota  $z$  secondo la legge  $\rho(z) = \rho_0 z^2 / d^2$ , con  $\rho_0 = 3.0 \times 10^{-5}$  C/m<sup>3</sup>. Si sa che il campo elettrico è nullo per  $z \leq 0$ .



Disegno non in scala!

- a) Quanto vale la carica  $Q$  portata dalla lastra al suo interno?  
[Sfruttate in modo opportuno la simmetria piana del problema!]

$$Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$$

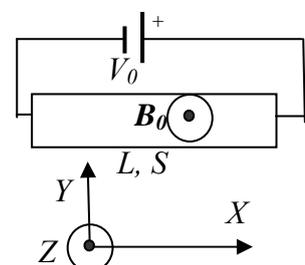
- b) Quanto vale la differenza di potenziale  $\Delta V$  tra faccia "superiore" e faccia "inferiore" della lastra (cioè tra i punti  $z = d$  e  $z = 0$ )? [Usate il valore  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$  F/m per la costante dielettrica nella lastra]

$$\Delta V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$$

- c) Un elettrone (massa  $m = 9.0 \times 10^{-31}$  kg, carica  $q = -1.6 \times 10^{-19}$  C) incide sulla faccia "inferiore" ( $z=0$ ) della lastra avendo una velocità iniziale di modulo  $v_0 = 2.0 \times 10^6$  m/s diretta nel verso positivo dell'asse  $Z$ . Supponendo ragionevolmente che l'elettrone possa penetrare nel materiale della lastra senza "interagire meccanicamente" con esso (cioè trascurando ogni forma di attrito), quanto vale, in modulo, la velocità  $v$  con cui esso lascia la faccia "superiore" ( $z=d$ ) della lastra?  
[Trascurate ogni effetto della forza peso sulla dinamica dell'elettrone]

$$v = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

3. Una barretta di sezione  $S = 1.0$  cm<sup>2</sup> e lunghezza  $L = 10$  cm, fatta di materiale conduttore di conducibilità  $\sigma_C = 1.6 \times 10^8$  (ohm m)<sup>-1</sup>, è collegata come in figura ad un generatore di differenza di potenziale continua  $V_0 = 10$  V. Un campo magnetico **uniforme e costante** di modulo  $B_0 = 1.0 \times 10^{-2}$  T diretto nel verso positivo dell'asse  $Z$  di figura, agisce sul sistema. Il sistema è in condizioni stazionarie.



- a) Sapendo che la densità degli elettroni che formano la corrente è  $n_e = 1.0 \times 10^{27}$  elettroni/m<sup>3</sup>, qual è la velocità  $v_X$  con cui gli elettroni si muovono lungo l'asse  $X$  di figura? [Fate approssimazioni ragionevoli sull'uniformità del campo elettrico nella barretta; usate il valore  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C per l'unità di carica]

$$v_X = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

- b) Quanto vale, componente per componente, la forza  $F$  che agisce su **uno** degli elettroni che formano la corrente?

$$F_X = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ N}$$

$$F_Y = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ N}$$

$$F_Z = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ N}$$

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
Pisa, 23/5/2007 Firma:

### FOGLIETTO

$$\vec{j} = \rho \vec{v} = ne\vec{v} \quad \text{Def. dens. corr.}$$

$$\vec{j} = \sigma_c \vec{E} = \frac{1}{\rho_c \vec{E}} \quad \text{Dens.corr.in conduttore.}$$

$$\sigma_c = \frac{ne^2 \tau_c}{m} \quad \text{Conducibilità secondo Drude.}$$

$$I = \Phi_S(\vec{j}) = \int \vec{j} \cdot \hat{n} dS \quad \text{Corrente/dens.corr.}$$

$$V = RI \quad \text{Legge di Ohm}$$

$$W = VI \quad \text{Effetto Joule}$$

$$Q = CV \quad \text{Capacità}$$

$$\tau = RC \quad \text{Tempo di scarica Condensatore su resistenza}$$

$$U_E = CV^2 / 2 \quad \text{Energia condensatore}$$

$$\vec{F}_E = q\vec{E} \quad \text{Def. campo elettrico/forza elettrica}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad \text{Def. d.d.p.}$$

$$\vec{E} = \frac{\kappa_E Q}{r^2} \hat{r} \quad \text{Campo in } r \text{ di carica puntiforme/sferica } Q$$

$$d\vec{E} = \frac{\kappa_E dq}{r^2} \hat{r} \quad \text{Relazione costitutiva campo el.}$$

$$\Phi_{S, chiusa}(\vec{E}) = \int_{S, chiusa} \vec{E} \cdot \hat{n} dS = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \quad \text{Teorema di Gauss}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \quad \text{Circuitazione campo elettrico (statico)}$$

$$\vec{F}_M = q\vec{v} \times \vec{B} \quad \text{Forza di Lorentz}$$

$$d\vec{F}_M = Id\vec{l} \times \vec{B} \quad \text{Forza su elemento di filo}$$

$$\vec{p}_M = SI\hat{n} \quad \text{Momento dipolo magnetico per spira di superficie } S \text{ e corrente } I$$

$$\vec{\tau} = \vec{p}_M \times \vec{B} \quad \text{Momento delle forze su spira}$$

$$d\vec{B} = \frac{\kappa_B d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \quad \text{Relazione costitutiva campo magn.}$$

$$\Phi_{S, chiusa}(\vec{B}) = \int_{S, chiusa} \vec{B} \cdot \hat{n} dS = 0 \quad \text{Flusso campo magn.}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{concat} \quad \text{Teor. Ampere (statico).}$$

$$\int \xi^n d\xi = \frac{\xi^{n+1}}{n+1} \quad (\text{per } n \neq -1) \quad \text{Integrali}$$

$$\int \frac{1}{\xi} d\xi = \ln(\xi)$$