

# Formule di Fisica

Lorenzo Pappalardo

September 2021

## Contents

<b>1</b>	<b>Legge di Coulomb (Forza Elettrica)</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Campo Elettrico</b>	<b>3</b>
2.1	Dipolo . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Flusso del Campo Elettrico</b>	<b>3</b>
3.1	Legge di Gauss . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Potenziale</b>	<b>3</b>
4.1	Energia Potenziale Elettrica . . . . .	3
4.2	Differenza di Potenziale . . . . .	3
<b>5</b>	<b>Capacità</b>	<b>4</b>
5.1	Condensatori . . . . .	4
5.1.1	In Parallelo . . . . .	4
5.1.2	In Serie . . . . .	4
<b>6</b>	<b>Corrente Elettrica</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Legge di Ohm</b>	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>Potenza Dissipata (Effetto Joule)</b>	<b>4</b>
<b>9</b>	<b>Forza Elettromotrice</b>	<b>4</b>
9.1	Potenza Erogata . . . . .	4
<b>10</b>	<b>Leggi di Kirchhoff</b>	<b>5</b>
10.1	Prima Legge (Nodo) . . . . .	5
10.2	Seconda Legge (Maglia) . . . . .	5
10.3	Resistenze . . . . .	5
10.3.1	In Serie . . . . .	5
10.3.2	In Parallelo . . . . .	5
<b>11</b>	<b>Circuiti RC</b>	<b>5</b>
11.1	Equazione per la Carica sul Condensatore . . . . .	5

<b>12 Campo Magnetico</b>	<b>5</b>
12.1 Filo di Lunghezza Indefinita Rettilineo (Legge di Biot-Savart) . . . . .	5
12.2 Filo di Lunghezza Indefinita Generico . . . . .	5
<b>13 Forza Magnetica</b>	<b>6</b>
13.1 Filo di Lunghezza Finita . . . . .	6
13.2 Tra Due Fili Paralleli . . . . .	6
<b>14 Forza di Lorentz(o)</b>	<b>6</b>
14.1 Selettore di Velocità . . . . .	6
14.2 Spettrometro di Massa . . . . .	6
<b>15 Legge di Ampère</b>	<b>6</b>
15.1 Più Correnti . . . . .	6
15.2 Solenoide . . . . .	7
<b>16 Flusso del Campo Magnetico</b>	<b>7</b>
<b>17 Legge di Faraday</b>	<b>7</b>
<b>18 Forza Elettromotrice Indotta</b>	<b>7</b>
<b>19 Forza Elettromotrice Autoindotta</b>	<b>7</b>
19.1 Induttanza . . . . .	8
<b>20 Circuiti RL</b>	<b>8</b>
20.1 Corrente di Regime . . . . .	8
20.2 Corrente al variare del tempo . . . . .	8
<b>21 Potenza nel Circuito RL</b>	<b>8</b>
<b>22 Energia Immagazzinata nel Campo Magnetico</b>	<b>8</b>
<b>23 Circuiti LC</b>	<b>8</b>
<b>24 Legge di Ampère-Maxwell</b>	<b>9</b>

## 1 Legge di Coulomb (Forza Elettrica)

$$\vec{F}_E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1)$$

Direzione: retta che passa per le due particelle

Unità di Misura: Newton

## 2 Campo Elettrico

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q_0} \quad (2)$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \quad (3)$$

Unità di Misura: Volt\Metro

$$\vec{F}_E = \vec{E}q_0 \quad (4)$$

### 2.1 Dipolo

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2aq}{(a^2 + r^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (5)$$

## 3 Flusso del Campo Elettrico

$$\Phi(\vec{E}) = \vec{E} \times S = \vec{E}S \cos(\theta) \quad (6)$$

Unità di Misura: Volt · Metro

### 3.1 Legge di Gauss

$$\Phi(\vec{E}) = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (7)$$

## 4 Potenziale

### 4.1 Energia Potenziale Elettrica

$$\Delta U = -W_{AB} = -\int_A^B F dr \quad (8)$$

Unità di Misura: Joule

### 4.2 Differenza di Potenziale

$$\Delta V = \frac{W_{AB}}{q_0} = \frac{\int_A^B F dr}{q_0} = \frac{\int_A^B -q_0 E dr}{q_0} = -\int_A^B E dr \quad (9)$$

Unità di Misura: Volt

$$\Delta U = q\Delta V \quad (10)$$

## 5 Capacità

$$C = \frac{q}{\Delta V} \quad (11)$$

Unità di Misura: Farad

### 5.1 Condensatori

#### 5.1.1 In Parallelo

$$C_{eq} = C_1 + C_2 \quad (12)$$

#### 5.1.2 In Serie

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (13)$$

## 6 Corrente Elettrica

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (14)$$

Unità di Misura: Ampère

$$i = \int_S \vec{J} dS \quad (15)$$

con:

- Densità di Corrente  $J = \frac{q}{Vol} v_d$
- Velocità di Deriva  $v_d$

## 7 Legge di Ohm

$$\Delta V = iR \quad (16)$$

Unità di Misura: Ohm ( $\Omega$ )

## 8 Potenza Dissipata (Effetto Joule)

$$Pd = \frac{dU}{dt} = \frac{dq\Delta V}{dt} = i\Delta V = \frac{\Delta V^2}{r} = i^2 R \quad (17)$$

## 9 Forza Elettromotrice

$$\epsilon = \frac{W}{q_0} = \frac{\oint F dr}{q_0} = \frac{\oint q_0 E dr}{q_0} = \oint E dr \quad (18)$$

Unità di Misura: Volt

### 9.1 Potenza Erogata

$$Pe = i\epsilon \quad (19)$$

## 10 Leggi di Kirchhoff

### 10.1 Prima Legge (Nodo)

$$\sum_k i_k = 0 \quad (20)$$

La somma algebrica delle correnti che confluiscono in **un nodo** deve essere nulla

### 10.2 Seconda Legge (Maglia)

$$\sum_k \Delta V_k = 0 \quad (21)$$

La somma algebrica delle differenze di potenziale per un completo attraversamento di **una maglia** deve essere nulla

### 10.3 Resistenze

#### 10.3.1 In Serie

$$R_{eq} = R_1 + R_2 \quad (22)$$

#### 10.3.2 In Parallelo

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (23)$$

## 11 Circuiti RC

$$\epsilon = iR + \frac{q}{C} \quad (24)$$

con Forza Elettromotrice  $\epsilon$

### 11.1 Equazione per la Carica sul Condensatore

$$q(t) = q_{max}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (25)$$

con Costante di Tempo  $\tau = RC$

## 12 Campo Magnetico

### 12.1 Filo di Lunghezza Indefinita Rettilineo (Legge di Biot-Savart)

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r} (\vec{l} \times \vec{r}) \quad (26)$$

### 12.2 Filo di Lunghezza Indefinita Generico

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{Curva} \frac{i}{r^3} (\vec{dl} \times \vec{r}) \quad (27)$$

## 13 Forza Magnetica

$$\vec{F}_M = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (28)$$

### 13.1 Filo di Lunghezza Finita

$$\vec{F}_M = \int i d\vec{l} \times \vec{B} \quad (29)$$

### 13.2 Tra Due Fili Paralleli

$$F_M = \frac{\mu_0}{2\pi} i_1 i_2 \frac{l}{d} \quad (30)$$

## 14 Forza di Lorentz(o)

$$\vec{F} = \vec{F}_E + \vec{F}_M = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} \quad (31)$$

Unità di Misura: Tesla

### 14.1 Selettore di Velocità

$$\vec{F}_M = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{F}_E = -q\vec{E}$$

Si impone  $F_M = F_E \Rightarrow vB = E$  da cui:

- $v = \frac{E}{B} \Rightarrow F_{TOT} = 0 \Rightarrow$  Prosegue in linea retta
- $v > \frac{E}{B} \Rightarrow F_M > F_E \Rightarrow$  Viene deflessa verso l'alto
- $v < \frac{E}{B} \Rightarrow F_M < F_E \Rightarrow$  Viene deflessa verso il basso

### 14.2 Spettrometro di Massa

$\vec{F}_M = q\vec{v} \times \vec{B}$  è una forza centripeta  $\Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{r}$

## 15 Legge di Ampère

$$\oint_{\gamma} \vec{B} d\vec{s} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r} \oint_{\gamma} ds = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r} 2\pi r = \mu_0 i \quad (32)$$

con linea chiusa orientata  $\gamma$

### 15.1 Più Correnti

$$\oint_{\gamma} \vec{B} d\vec{s} = \mu_0 \sum_j i_j \quad (33)$$

## 15.2 Solenoide

$$\vec{B} = \mu_0 n i \quad (34)$$

con Numero di Spire per unità di lunghezza  $n = \frac{N}{l}$

$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{R^2}{r^3} i \quad (35)$$

con:

- Raggio della spira R
- Distanza dall'anello al punto (diagonale) r

## 16 Flusso del Campo Magnetico

$$\Phi(\vec{B}) = \oint \vec{B} ds \quad (36)$$

Unità di Misura: Weber

Se la superficie è **chiusa** allora è **nullo**

## 17 Legge di Faraday

$$\epsilon_i = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = -\frac{d(\int \vec{B} \times \vec{ds})}{dt} = -\frac{d(BScos(\theta))}{dt} \quad (37)$$

con Forza Elettromotrice Indotta  $\epsilon_i$

Essa può essere generata variando nel tempo:

- B
- A
- $\theta$
- B, A e  $\theta$

## 18 Forza Elettromotrice Indotta

$$\epsilon_i = \frac{W}{q_0} = \frac{\oint_{\gamma} F ds}{q_0} = \frac{\oint_{\gamma} q_0 E_i ds}{q_0} = \oint_{\gamma} E_i ds \quad (38)$$

con Campo Elettrico Indotto  $E_i$

Unità di Misura: Volt

Segue dalla Legge di Faraday:

$$\oint_{\gamma} E_i ds = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} \quad (39)$$

## 19 Forza Elettromotrice Autoindotta

$$\epsilon_L = -L \frac{di}{dt} \quad (40)$$

## 19.1 Induttanza

$$L = -\epsilon_L \frac{dt}{di} = \mu_0 n^2 S l \quad (41)$$

con lunghezza  $l$

## 20 Circuiti RL

Per la Seconda Legge di Kirchhoff:

$$\epsilon = iR + L \frac{di}{dt} \quad (42)$$

### 20.1 Corrente di Regime

Non c'è variazione di corrente nel tempo  $\Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$

$$i_\infty = \frac{\epsilon}{R} \quad (43)$$

### 20.2 Corrente al variare del tempo

$$i(t) = i_\infty (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (44)$$

con Costante di Tempo  $\tau = \frac{L}{R}$

## 21 Potenza nel Circuito RL

$$\epsilon i = i^2 R + L i \frac{di}{dt} \Rightarrow P_G = P_R + P_L \quad (45)$$

con:

- Potenza Erogata dal Generatore  $P_G = \epsilon i$
- Potenza Dissipata dalla Resistenza  $P_R = i^2 R$
- Potenza Immagazzinata dall'Induttore  $P_L = L i \frac{di}{dt}$

## 22 Energia Immagazzinata nel Campo Magnetico

$$U_B = \int_0^{U_B} P_L dt = \int_0^{i(t)} L i di = \frac{1}{2} L [i(t)]^2 \quad (46)$$

## 23 Circuiti LC

Caso Ideale (vale il Principio di Conservazione dell'Energia):

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \omega_0^2 q = 0 \quad (47)$$

Caso Reale ( $R \neq 0$ ):

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \omega_0^2 q + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} = 0 \quad (48)$$

con:



- Pulsazione  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
- Periodo  $T = \frac{2\pi}{\omega_0}$

## 24 Legge di Ampère-Maxwell

$$\oint \vec{B} d\vec{s} = \mu_0 i + \mu i_S \quad (49)$$

con Corrente di Spostamento  $i_S = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt}$

Se  $i$  varia nel tempo  $\Rightarrow$  varia  $q \Rightarrow$  varia  $\vec{E}$ :

I campi magnetici possono essere generati anche da campi elettrici variabili nel tempo.