

**Formulario di Fisica**  
**per le prove scritte degli studenti con DSA**

## 1 Vettori

**Funzioni goniometriche**  $\cos \theta = \frac{c_{adj}}{i}$        $\sin \theta = \frac{c_{opp}}{i}$        $\tan \theta = \frac{c_{opp}}{c_{adj}}$

**Scomposizione di un vettore**  $a_x = a \cos \theta$        $a_y = a \sin \theta$        $\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$

**Modulo di un vettore**  $a = \sqrt{(a_x)^2 + (a_y)^2}$

**Direzione di un vettore**  $\theta = \arccos\left(\frac{a_x}{a}\right) = \arcsin\left(\frac{a_y}{a}\right) = \arctan\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$

### 1.1 Operazioni coi vettori

**Somma tra vettori**  $\vec{a} + \vec{b} = (a_x + b_x)\hat{i} + (a_y + b_y)\hat{j}$

**Differenza tra vettori**  $\vec{a} - \vec{b} = (a_x - b_x)\hat{i} + (a_y - b_y)\hat{j}$

**Prodotto di uno scalare per un vettore**  $k\vec{a} = (ka_x)\hat{i} + (ka_y)\hat{j}$

**Prodotto scalare**  $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \theta$

**Prodotto vettoriale**  $|\vec{a} \times \vec{b}| = ab \sin \theta$

## 2 Misura

### Multipli e sottomultipli della unità di misura

Prefisso	Simbolo	Fattore di conversione
pico-	p-	$1/1\,000\,000\,000\,000 = 10^{-12}$
nano-	n-	$1/1\,000\,000\,000 = 10^{-9}$
micro-	$\mu$ -	$1/1\,000\,000 = 10^{-6}$
milli-	m-	$1/1\,000 = 10^{-3}$
centi-	c-	$1/100 = 10^{-2}$
deci-	d-	$1/10 = 10^{-1}$
deca-	da-	$10^1$
etto-	h-	$10^2$
kilo-	k-	$10^3$
mega-	M-	$10^6$
giga-	G-	$10^9$
tera-	T-	$10^{12}$

### Costanti fisiche fondamentali

Nome	Simbolo e valore
velocità della luce nel vuoto	$c = 299\,792\,458\text{ m/s} \simeq 3,0 \times 10^8\text{ m/s}$
costante dielettrica del vuoto	$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}\text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$
costante di Coulomb	$k_0 = 8,99 \times 10^9\text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$
permeabilità magnetica del vuoto	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ N/A}^2$
costante di gravitazione universale	$G = 6,672 \times 10^{-11}\text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
carica elementare	$e = 1,602 \times 10^{-19}\text{ C}$
massa dell'elettrone	$m_e = 9,109 \times 10^{-31}\text{ kg}$
massa del protone	$m_p = 1,673 \times 10^{-27}\text{ kg}$
massa del neutrone	$m_n = 1,675 \times 10^{-27}\text{ kg}$
numero di Avogadro	$N_A = 6,022 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$
costante di Boltzmann	$k_B = 1,38 \times 10^{-23}\text{ J/K}$
costante dei gas	$R = 8,314\text{ J/mol} \cdot \text{K}$
costante di Planck	$h = 6,62607 \times 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$

Gradi e radianti  $\frac{\theta_{rad}}{\theta_{gradi}} = \frac{2\pi}{360}$

$\theta_{gradi}$	0	30	45	60	90	180	270	360
$\theta_{rad}$	0	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$	$\pi$	$3\pi/2$	$2\pi$

### 3 Meccanica

#### 3.1 Definizioni fondamentali

**Densità di un corpo**  $d = \frac{m}{V} \quad \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

**Velocità media**  $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \left[ \frac{m}{s} \right]$

**Conversione tra m/s e km/h**  $\frac{km}{h} \xrightarrow{:3,6} \frac{m}{s} \quad \frac{m}{s} \xrightarrow{\cdot 3,6} \frac{km}{h}$

**Accelerazione media**  $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \left[ \frac{m}{s^2} \right]$

#### 3.2 Cinematica

##### 3.2.1 Moto rettilineo uniforme

**Legge oraria**  $s(t) = vt + s_0$

##### 3.2.2 Moto uniformemente accelerato

**Legge oraria**  $s(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0 \quad v(t) = at + v_0$

**Moto parabolico**  $s = \begin{cases} x = v_{0x}t + x_0 \\ y = \frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}t + y_0 \end{cases} \quad v = \begin{cases} v_x = v_{0x} \\ v_y = gt + v_{0y} \end{cases}$

##### 3.2.3 Moto circolare uniforme

**Velocità angolare (pulsazione)**  $\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad \left[ \frac{rad}{s} \right]$

**Velocità tangenziale**  $v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi rf = \omega r \quad \left[ \frac{m}{s} \right]$

**Accelerazione centripeta**  $a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \quad \left[ \frac{m}{s^2} \right]$

**Forza centripeta**  $F_c = ma_c = m \frac{v^2}{r} \quad [N]$

##### 3.2.4 Moto armonico

**Legge oraria**  $s(t) = r \cos(\omega t) \quad v(t) = -\omega r \sin(\omega t) \quad a(t) = -\omega^2 r \cos(\omega t)$

#### 3.3 Dinamica

**Secondo principio della dinamica (legge fondamentale della dinamica)**  $\vec{F} = m\vec{a} \quad [N]$

**Condizione di equilibrio per corpi puntiformi**  $\sum \vec{F} = 0$

**Forza peso**  $\vec{P} = m\vec{g}$

**Attrito statico**  $\vec{F}_{A\max} = \mu_s \vec{F}_\perp$

**Forza di richiamo di una molla (legge di Hooke)**  $\vec{F} = -k\vec{x}$

### 3.4 Lavoro ed energia meccanica

**Lavoro**  $L = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs \cos \theta$  [J]

**Potenza media**  $\bar{P} = \frac{L}{\Delta t}$  [W]

**Energia cinetica di traslazione**  $K = \frac{1}{2}mv^2$  [J]

**Energia potenziale gravitazionale**  $U_g = mgh$  [J]

**Energia potenziale elastica**  $U_{elastica} = \frac{1}{2}k(\Delta s)^2$  [J]

**Conservazione dell'energia meccanica totale**  $U_0 + K_0 = U_1 + K_1$

### 3.5 Quantità di moto e momento angolare

**Quantità di moto**  $\vec{p} = m\vec{v}$   $\left[ kg \cdot \frac{m}{s} \right]$

**Teorema dell'impulso**  $\Delta \vec{p} = \vec{I} = \vec{F}\Delta t$

**Urti su una retta**  $m_1v_0 + m_2w_0 = m_1v_1 + m_2w_1$

**Momento di una forza (momento torcente)**  $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$  [N · m]

**Condizioni di equilibrio per corpi rigidi**  $\sum \vec{F} = 0$  e  $\sum \vec{M} = 0$

**Momento angolare**  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$   $L = rp \sin \theta$

**Variazione del momento angolare**  $\Delta \vec{L} = \vec{M}\Delta t$

**Momento d'inerzia**  $L = I\omega$   $\Delta L = I\Delta\omega = M\Delta t$

**Energia cinetica di un corpo in rotazione**  $K = \frac{1}{2}I\omega^2$

**Accelerazione angolare**  $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$   $\left[ \frac{rad}{s^2} \right]$

**Momento torcente e momento d'inerzia**  $M = I\alpha$

### 3.6 Gravitazione

**Legge di gravitazione universale**  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

**Accelerazione di gravità sulla superficie della Terra**  $g = 9,807 \frac{m}{s^2}$

**Campo gravitazionale di una massa puntiforme**  $g = G \frac{M}{r^2}$

**Energia potenziale gravitazionale di un sistema di due masse**  $U(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r}$  [J]

### 3.7 Meccanica dei fluidi

**Pressione**  $p = \frac{F}{S}$  [Pa]

**Pressione atmosferica**  $1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$

**Legge di Stevino**  $p = dgh + p_{atm}$

**Principio di Archimede**  $S = g \cdot d_{fluido} \cdot V_{corpo}$  [N]

**Portata**  $q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = Sv$

## 4 Termologia e termodinamica

### 4.1 Temperatura e dilatazione termica

**Celsius e kelvin**  $T_K = T_{\circ C} + 273,15$        $T_{\circ C} = T_K - 273,15$        $\Delta T_K = \Delta T_{\circ C}$

**Dilatazione lineare dei solidi**  $\Delta \ell = \ell_0 \lambda \Delta T$        $\ell_1 = \ell_0(1 + \lambda \Delta T)$

**Dilatazione volumica dei solidi e dei liquidi**  $\Delta V = V_0 \alpha \Delta T$        $V_1 = V_0(1 + \alpha \Delta T)$

### 4.2 Gas perfetti

**Massa e moli**  $m_{[g]} = nM$

**Moli e numero di particelle**  $n = \frac{N}{N_A}$

**Formula dei gas perfetti**  $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$

**Equazione di stato dei gas perfetti**  $pV = nRT$

### 4.3 Calore

**Joule e calorie**  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$        $1 \text{ Cal} = 1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J}$

**Legge fondamentale della calorimetria**  $Q = cm\Delta T$

**Calore specifico dell'acqua**  $c_{H_2O} = 4,186 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

**Potere calorifico**  $P_c = \frac{Q}{m} \quad \left[ \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$

**Passaggi di stato**  $Q = L_f m$        $Q = L_v m$

### 4.4 Modello microscopico della materia

**Energia cinetica media di un gas**

- $\bar{K} = \frac{3}{2} k_B T$  per gas con tre gradi di libertà (monoatomici);
- $\bar{K} = \frac{5}{2} k_B T$  per gas con cinque gradi di libertà (biatomici);
- $\bar{K} = 6 k_B T$  per strutture molecolari non lineari.

**Energia interna di un gas perfetto**  $U = \frac{\ell}{2} N k_B T = \frac{\ell}{2} n R T$

#### 4.5 Primo principio della termodinamica

**Primo principio della termodinamica (PPT)**  $\Delta U = Q - L$

**Trasformazione isobara**  $\Delta U = Q - p\Delta V$

**Trasformazione isocora**  $\Delta U = Q$

**Trasformazione isoterma**  $Q = L$

**Trasformazione adiabatica**  $\Delta U = -L$

**Trasformazione ciclica**  $Q = L$

#### 4.6 Secondo principio della termodinamica

**Rendimento di una macchina termica**  $\eta = \frac{L}{Q_2} = 1 - \frac{|Q_1|}{Q_2}$

**Enunciato del rendimento**  $0 \leq \eta < 1$

**Teorema di Carnot**  $\eta_Q \leq \eta_R$

**Rendimento della macchina di Carnot**  $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

**Disuguaglianza di Clausius**  $\frac{\Delta Q_1}{T_1} + \frac{\Delta Q_2}{T_2} + \dots + \frac{\Delta Q_n}{T_n} \leq 0$

**Entropia**  $\Delta S = S(B) - S(A) = \left( \sum_i \frac{\Delta Q_i}{T_i} \right)_{A \rightarrow B}^{rev} \quad \left[ \frac{J}{K} \right]$

## 5 Onde

### 5.1 Onde elastiche

**Frequenza**  $f = \frac{1}{T}$   $[s^{-1}] = [Hz]$

**Pulsazione dell'onda**  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$   $\left[\frac{rad}{s}\right]$

**Velocità di propagazione dell'onda**  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$   $\left[\frac{m}{s}\right]$

**Legge oraria delle onde in un punto fissato**  $y = a \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = a \cos(\omega t + \varphi_0)$

**Legge delle onde in un istante fissato**  $y = a \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi_0\right)$

### 5.2 Suono

**Velocità del suono nell'aria**  $v = 340 \text{ m/s}$

**Intensità**  $I = \frac{E}{A\Delta t}$   $\left[\frac{W}{m^2}\right]$

**Livello di intensità sonora**  $L_s = 10 \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right)$   $[dB]$

**Effetto Doppler, sorgente ferma e ricevitore in moto**  $f' = \frac{v_s \pm v}{v_s} f$

**Effetto Doppler, sorgente in moto e ricevitore fermo**  $f' = \frac{v_s}{v_s \pm v} f$

### 5.3 Onde luminose e ottica geometrica

**Indice di rifrazione di un mezzo materiale**  $n = \frac{c}{v}$

**Legge della rifrazione (legge di Snell)**  $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1}$

**Riflessione totale**  $\sin \hat{i}_{lim} = \frac{n_2}{n_1}$   $\hat{i}_{lim} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$

**Specchi sferici concavi**  $f = \frac{R}{2}$

**Formula dei punti coniugati per gli specchi**  $\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$

**Ingrandimento**  $M = \frac{i}{p}$

**Formula dei punti coniugati per le lenti sottili**  $\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f}$



## 6 Fenomeni elettrici e magnetici

### 6.1 Elettrostatica

**Legge di Coulomb**  $F = k_0 \frac{q_1 q_2}{r^2}$

**Costante elettrica del vuoto**  $k_0 = 8,99 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

**Costante dielettrica del vuoto**  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$   $k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

**Campo elettrico**  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_P} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] \quad E = k_0 \frac{Q_S}{r^2}$

**Flusso del campo elettrico**  $\Phi_S(E) = \vec{E} \cdot \vec{S} = ES \cos \theta \quad \left[ \frac{N \cdot m^2}{C} \right]$

**Teorema di Gauss per il campo elettrico**  $\Phi_S(E) = \frac{Q_{tot}}{\epsilon_0}$

**Lavoro in un campo elettrico**  $L = \vec{F} \cdot \vec{s} = q\vec{E} \cdot \vec{s}$

**Energia potenziale elettrica in A (rispetto a B)**  $U_A = L_{B \rightarrow A}$

**Energia potenziale elettrica di un sistema di due cariche**  $\Delta U = k_0 \frac{q_1 q_2}{r}$

**Potenziale elettrico**  $V_A = \frac{U_A}{q_P} \quad [V] \quad \Delta U = q \cdot \Delta V$

**Differenza di potenziale (tensione) tra i punti A e B**  $\Delta V_{AB} = \frac{\Delta U_{AB}}{q_P} = \frac{L_{B \rightarrow A}}{q_P} = -\vec{E} \cdot \vec{s}$

**Potenziale elettrico generato da una carica Q a distanza r**  $V(r) = k_0 \frac{Q}{r}$

**Circuitazione del campo elettrico**  $\Gamma_{\mathcal{L}}(E) = \sum_i \vec{E}_i \cdot \Delta \vec{\ell}_i = \sum_i E_i \Delta \ell_i \cos \theta_i = -\sum_i \Delta V_i = 0$

**Teorema di Coulomb**  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

**Capacità di un condensatore**  $C = \frac{Q}{\Delta V} \quad [F]$

**Capacità di un condensatore piano**  $C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$

**Capacità totale per condensatori in parallelo**  $C_{tot} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

**Capacità totale per condensatori in serie**  $\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

**Campo elettrico all'interno di un condensatore**  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

**Energia immagazzinata in un condensatore**  $E = L_{carica} = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$

## 6.2 Corrente elettrica

**Intensità di corrente**  $i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad [A] \quad i_{ist} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} = q'(t)$

**Prima legge di Ohm**  $i = \frac{\Delta V}{R}$

**Resistenza totale per resistori in parallelo**  $\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$

**Resistenza totale per resistori in serie**  $R_{tot} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

**Potenza dissipata da una resistenza**  $P = \frac{L}{\Delta t} = i\Delta V = i^2 R = \frac{\Delta V^2}{R} \quad [W]$

**Effetto Joule**  $L = P\Delta t = i^2 R\Delta t \quad [J]$

**Kilowattora**  $1 kWh = 3,6 \times 10^6 J$

**Forza elettromotrice di un generatore di tensione**  $f_{em} = \frac{L}{q} \quad [V]$

**Resistenza interna e generatore reale**  $\Delta V = \frac{R}{R+r} f_{em} \quad i = \frac{f_{em}}{R+r}$

**Seconda legge di Ohm**  $R = \rho \frac{L}{S}$

**Dipendenza della resistività dalla temperatura**  $\Delta \rho = \alpha \rho_0 \Delta T$

**Elettronvolt**  $1 eV = 1,60 \times 10^{-19} J$

## 6.3 Elettromagnetismo

**Legge di Ampère**  $F = k \cdot \frac{i_1 i_2}{d} \cdot L = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 i_2}{d} \cdot L$

**Permeabilità magnetica del vuoto**  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{A^2}$

**Forza subita da un filo in un campo magnetico**  $F = Bi\ell \quad F = B_{\perp} i\ell = Bi\ell \sin \theta$

**Legge di Biot-Savart**  $B = \mu_0 \frac{i}{2\pi r} \quad [T]$

**Campo al centro di una spira**  $B = \mu_0 \frac{i}{2r}$

**Campo al centro di un solenoide lungo  $\ell$  con  $N$  spire**  $B = \mu_0 \frac{Ni}{\ell}$

**Forza di Lorentz**  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

**Raggio della traiettoria della carica**  $r = \frac{mv}{qB}$

**Flusso del campo magnetico**  $\Phi_S(B) = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \theta \quad [Wb]$

**Teorema di Gauss per il campo magnetico**  $\Phi_S(B) = 0$

**Circuitazione del campo magnetico**  $\Gamma_{\mathcal{L}}(B) = \sum_i \vec{B}_i \cdot \Delta \vec{\ell}_i = \sum_i B_i \Delta \ell_i \cos \theta_i$

**Teorema di Ampère**  $\Gamma_{\mathcal{L}}(B) = \mu_0 \sum_k i_k$

## 6.4 Induzione elettromagnetica

**Legge di Faraday-Neumann**  $f_{em ind} = -\frac{\Delta\Phi(B)}{\Delta t}$

**Fem indotta istantanea**  $f_{em ind ist} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} -\frac{\Delta\Phi(B)}{\Delta t} = -\frac{d\Phi(B)}{dt} = -\Phi'(t)$

**Induttanza**  $L = \frac{\Phi(B)}{i}$  [H]

**Autoinduzione**  $f_{em auto} = -\frac{\Delta\Phi(B)}{\Delta t} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$

**Circuito RL** Chiusura:  $i(t) = i_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$  Apertura:  $i(t) = i_0 \cdot e^{-\frac{R}{L}t}$

**Forza elettromotrice in corrente alternata**  $f_{em}(t) = f_{em0} \cdot \sin(\omega t)$

**Corrente in regime alternato**  $i(t) = i_0 \cdot \sin(\omega t)$

**Valori efficaci in corrente alternata**  $i_{efficace} = \frac{i_0}{\sqrt{2}}$   $f_{em efficace} = \frac{f_{em0}}{\sqrt{2}}$

**Circuito ohmico (resistivo)**  $i(t) = \frac{f_{em}(t)}{R}$   $i_0 = \frac{f_{em0}}{R}$

**Circuito induttivo**  $i(t) = \frac{f_{em0}}{\omega L} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$   $i_0 = \frac{f_{em0}}{\omega L}$

**Circuito capacitivo**  $i(t) = \omega C f_{em0} \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$   $i_0 = \omega C f_{em0}$

**Circuito RLC**  $f_{em eff} = Z \cdot i_{eff}$

**Impedenza**  $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$  [ $\Omega$ ]

**Risonanza**  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

**Circuito LC**  $q(t) = Q_0 \cdot \cos(\omega t)$   $i(t) = \omega Q_0 \cdot \sin(\omega t)$

**Potenza media prodotta in corrente alternata**  $\bar{P} = f_{em eff} \cdot i_{eff}$

**Trasformatori**  $\frac{f_{em eff2}}{f_{em eff1}} = \frac{n_2}{n_1}$   $\bar{P}_1 = f_{em eff1} \cdot i_{eff1} = f_{em eff2} \cdot i_{eff2} = \bar{P}_2$

## 6.5 Equazioni di Maxwell e onde elettromagnetiche

**Circuitazione del campo elettrico indotto**  $\Gamma_{\mathcal{L}}(E) = -\frac{\Delta\Phi_S(B)}{\Delta t}$

**Corrente di spostamento**  $i_s = \epsilon_0 \frac{\Delta\Phi_S(E)}{\Delta t}$  [A]

**Equazioni nel caso statico**  $\Phi_S(E) = \frac{Q}{\epsilon_0}$ ;  $\Phi_S(B) = 0$ ;  $\Gamma_{\mathcal{L}}(E) = 0$ ;  $\Gamma_{\mathcal{L}}(B) = \mu_0 i$ .

**Equazioni generali**  $\Phi_S(E) = \frac{Q}{\epsilon_0}$ ;  $\Phi_S(B) = 0$ ;  $\Gamma_{\mathcal{L}}(E) = -\frac{\Delta\Phi_S(B)}{\Delta t}$ ;  $\Gamma_{\mathcal{L}}(B) = \mu_0 (i + i_s)$ .

**Velocità di un'onda elettromagnetica nel vuoto**  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \cdot \mu_0}} \simeq 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

**Frequenza e lunghezza d'onda**  $\lambda = cf$

**Ampiezza di  $E$  e di  $B$**   $E = cB$

**Densità media di energia di un'onda**  $\overline{W} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2$

**Irraggiamento di un'onda elettromagnetica**  $E_e = \frac{1}{2} c \epsilon_0 E_0^2$

## 7 Fisica moderna

### 7.1 Relatività di spazio e tempo

**Coefficiente di dilatazione (fattore di Lorentz)**  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$  con  $\beta = \frac{v}{c}$

**Dilatazione dei tempi**  $\Delta t' = \gamma \Delta t$

**Contrazione delle lunghezze parallele al moto**  $\Delta x' = \frac{\Delta x}{\gamma}$

**Intervallo invariante tra due eventi**  $(\Delta s)^2 = (c\Delta t)^2 - (\Delta x)^2 - (\Delta y)^2 - (\Delta z)^2$

**Composizione relativistica delle velocità**  $u' = \frac{u - v}{1 - \frac{uv}{c^2}}$

**Effetto Doppler relativistico**  $f' = f \sqrt{\frac{1 \pm \beta}{1 \mp \beta}}$

**Redshift e blueshift**  $z = \frac{f}{f'} - 1$

**Equivalenza massa-energia**  $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$

**Energia di quiete**  $E = m_0 c^2$

**Massa relativistica**  $m = \gamma m_0$

**Energia totale di una particella relativistica (relazione di Einstein)**  $E = \gamma m_0 c^2 = mc^2$

**Energia cinetica relativistica**  $K_r = (\gamma - 1)m_0 c^2$

**Quantità di moto relativistica**  $\vec{p}_r = m\vec{v} = \gamma m_0 \vec{v}$

**Quantità di moto della luce**  $p = \frac{E}{c}$

**Quadrivettore energia-quantità di moto**  $\left( \frac{E}{c}; p_x; p_y; p_z \right)$

### 7.2 Fisica quantistica

**Legge di Wien**  $\lambda_{max} = \frac{0,2898}{T} \text{ cm}$

**Legge di Stefan-Boltzmann**  $R_{sp} = \sigma T^4$

**Costante di Planck**  $h = 6,62607 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

**Energia trasportata dal campo elettromagnetico**  $E = nhf$

**Energia e quantità di moto di un fotone**  $E = hf$   $p = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c}$

**Raggi delle orbite di Bohr**  $r_n = n^2 \cdot \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} = (5,29 \times 10^{-11} \text{ m}) \cdot n^2$

**Relazione di De Broglie**  $\lambda = \frac{h}{p}$

**Costante di Planck ridotta**  $\hbar = \frac{h}{2\pi} \simeq 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

**Principio di indeterminazione di Heisenberg**  $\Delta x \Delta p \simeq \hbar$   $\Delta t \Delta E \simeq \hbar$

## 8 Derivate e integrali notevoli

**Derivate e cinematica**  $s'(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} = v(t)$        $s''(t) = v'(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = a(t)$

### Derivate notevoli

Funzione	Derivata di	Rispetto a	Formula
velocità	posizione	tempo	$v(t) = \frac{ds}{dt}$
accelerazione	velocità	tempo	$a(t) = \frac{dv}{dt}$
forza	quantità di moto	tempo	$F(t) = \frac{dp}{dt}$
forza	energia	posizione	$F(s) = \frac{dU}{ds}$
intensità di corrente	carica	tempo	$i(t) = \frac{dq}{dt}$
potenza	energia	tempo	$P(t) = \frac{dU}{dt}$
$f_{em}$	flusso di $B$	tempo	$f_{em}(t) = -\frac{d\Phi(B)}{dt}$
corrente di spostamento	flusso di $E$	tempo	$i_s(t) = \epsilon_0 \frac{d\Phi(E)}{dt}$

**Spazio percorso**  $\Delta s = \int_{t_0}^{t_1} v(t) dt$

**Lavoro di una forza**  $L = \Delta U = \int_{s_0}^{s_1} F(s) ds$

**Circuitazione**  $\Gamma_{\mathcal{L}}(E) = \oint_{\mathcal{L}} \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$        $\Gamma_{\mathcal{L}}(B) = \oint_{\mathcal{L}} \vec{B} \cdot d\vec{\ell}$

## 9 Tavola periodica degli elementi

1	2	Z = numero atomico Sim = simbolo Nome = nome dell'elemento mass = massa atomica standard in unit� di massa atomica															
H	He																
1,00784	4,002602																
3	4															10	
Li	Be															Ne	
6,938	9,0121831															Neon	
11	12															18	
Na	Mg															Ar	
Sodio	Magnesio															Argon	
22,98976928	24,304															39,448	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Potassio	Calcio	Scandio	Titanio	Vanadio	Cromo	Manganese	Ferro	Cobalto	Nichel	Rame	Zinco	Gallio	Germanio	Arsenico	Selenio	Bromo	Krypton
39,0983	40,078	44,955908	47,867	50,9415	51,9961	54,938044	55,845	58,933194	58,9334	63,546(3)	65,38	69,723	72,630	74,921595	78,971	79,901	83,798
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Rubidio	Stronzio	Ittριο	Zirconio	Niobio	Molibdeno	Tecnecio	Rutenio	Rodidio	Palladio	Argento	Cadmio	Indio	Stagno	Antimonio	Tellurio	Iodio	Xenone
85,4678	87,62	88,90684	91,224	92,90637	95,95	(98)	101,07	102,90550	106,42	107,8682(2)	112,414	114,918	118,710	121,760	127,60	126,90447	131,293
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Cesio	Bario	Lantanidi	Hafnio	Tungsteno	Tungsteno	Reni	Osmio	Iridio	Palladio	Oro	Mercurio	Tallio	Piombo	Bismuto	Polonio	Astatio	Radon
132,90545196	137,207	137,207	178,49	180,94788	183,84	186,207	190,23	192,217	195,084	196,966569(6)	200,592	204,382	207,2	208,98040	(209)	(210)	(222)
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
Francio	Radio	Attinidi	Rutherfordio	Dubnio	Seaborgio	Bohrio	Hassio	Mellettio	Darmstadtio	Rueggio	Copernicio	Ununio	Flerovio	Unpentio	Livermorio	Unseptio	Unoctio
(223)	(226)		(261)	(268)	(269)	(270)	(289)	(279)	(281)	(282)	(285)	(286)	(289)	(289)	(289)	(294)	(294)
*																	
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Lantanio	Cerio	Praseodimio	Nesodimio	Promezio	Samario	Eurorio	Gadolino	Terbio	Disprosio	Osmio	Erbio	Tulio	Itterbio	Lutezio			
138,90547(7)	140,116	140,90766	144,242	(145)	150,36	151,964	157,25	158,92535	162,500	167,259	168,93422	168,93422	173,045	174,9668			
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			
Attinio	Torio	Protattinio	Uranio	Nettuno	Plutonio	Americo	Curio	Berkelio	Californio	Einsteinio	Fermio	Mendelevio	Nobelio	Lawrencio			
(227)	(232)	(231)	238,02891	(237)	(244)	(243)	(251)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(266)			
**																	