

Formulario per l'esame del corso di Fisica 2 - Scienze e Tecnologie Chimiche

Nota: Il significato dei simboli è quello del testo: Serway, Jewett, "Fisica per Scienze ed Ingegneria", vol. 2, ed. EdiSES per la parte di fisica classica. Per la parte di fisica moderna la notazione è invece quella del testo: Halliday, Resnick, Krane, "Fisica 2", V edizione, Casa Editrice Ambrosiana

1 Campi elettrici, potenziali, condensatori

- Forza di Coulomb: $\mathbf{F}_{12} = k_e \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{\mathbf{r}}_{12}$
- Campo elettrico della carica puntiforme: $\mathbf{E}(\mathbf{r}) = k_e \frac{q}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$
- Campo elettrico generato da una distribuzione di carica: $\mathbf{E}(\mathbf{r}) = k_e \int \frac{dq}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$
- Teorema di Gauss: $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$
- Differenza di potenziale: $\Delta V = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$
- Potenziale della carica puntiforme: $V(r) = k_e \frac{q}{r}$
- Potenziale generato da una distribuzione di carica: $V(r) = k_e \int \frac{dq}{r}$
- Relazione tra campo elettrico e potenziale: $\mathbf{E} = -\nabla V$
- Capacità di un condensatore: $C = \frac{Q}{\Delta V}$
- Capacità della sfera conduttrice di raggio R: $C = 4\pi\epsilon_0 R$
- Capacità del condensatore piano ideale: $C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$
- Energia immagazzinata da un condensatore carico: $E = \frac{1}{2} Q \Delta V$
- Densità di energia elettrostatica: $u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$
- Capacità di condensatori in serie: $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$
- Capacità di condensatori in parallelo: $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$

2 Correnti elettriche e circuiti in corrente continua

- Corrente istantanea: $I = \frac{dQ}{dt}$
- Densità di corrente: $j = \frac{I}{A} = nqv_d$
- Legge di Ohm: $\Delta V = RI$ e $j = \sigma E$
- Resistività e resistenza: $R = \rho \frac{l}{A}$
- Potenza dissipata dal conduttore: $P = I\Delta V = I^2 R = \frac{\Delta V^2}{R}$
- Resistenze in serie: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$
- Resistenze in parallelo: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$
- Carica del condensatore: $q(t) = Q_{max}(1 - e^{-t/RC})$; $i(t) = \frac{f.e.m.}{R} e^{-t/RC}$
- Scarica del condensatore: $q(t) = Q_i e^{-t/RC}$; $i(t) = \frac{Q_i}{RC} e^{-t/RC}$

3 Campi magnetici

- Forza di Lorentz: $\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$
- Raggio di Larmor: $r_L = \frac{mv_{\perp}}{qB}$
- Pulsazione di Larmor: $\omega_L = \frac{qB}{m}$
- Momento magnetico di una spira percorsa da corrente: $\boldsymbol{\mu} = IA$
- Forza sul filo percorso da corrente: $\mathbf{F} = I\mathbf{L} \times \mathbf{B}$
- Momento torcente sulla spira percorsa da corrente: $\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{\mu} \times \mathbf{B}$
- Effetto Hall: $\Delta V_H = \frac{IB}{nqt}$

4 Sorgenti di campo magnetico

- Legge di Biot-Savart: $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_C \frac{d\mathbf{s} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2}$
- Teorema di Ampere: $\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 I_{conc}$
- Campo magnetico del filo indefinito: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
- Campo magnetico del toroide: $B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$
- Campo magnetico del solenoide: $B = \mu_0 nI$
- Teorema di Gauss per \mathbf{B} : $\int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$

5 Induzione elettromagnetica

- Legge dell'induzione: $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_B}{dt}$
- Campo elettromotore: $\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{d\phi_B}{dt}$
- Forza elettromotrice autoindotta: $\mathcal{E}_L = -L\frac{di}{dt}$
- Auto-induttanza: $L = \frac{d\phi_B}{dI}$
- Salita della corrente in un circuito L-R: $i(t) = \frac{\mathcal{E}}{R}(1 - \exp(-t/\tau))$ con $\tau = L/R$
- Discesa della corrente in un circuito L-R: $i(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} \exp(-t/\tau)$ con $\tau = L/R$
- Energia magnetica racchiusa in un induttore: $U_B = \frac{1}{2}LI^2$
- Densità di energia magnetica: $u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$

6 Onde elettromagnetiche

- Corrente di spostamento: $I_d = \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$
- Equazioni di Maxwell (nel vuoto):

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{q}{\varepsilon_0} \quad (1)$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0 \quad (2)$$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (3)$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 I + \varepsilon_0 \mu_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \quad (4)$$

- Velocità della luce: $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$
- Relazione tra E e B per onde nel vuoto: $\frac{E}{B} = c$
- Relazione tra lunghezza d'onda, frequenza e velocità di propagazione per onde monocromatiche: $\lambda\nu = v$
- Vettore di Poynting: $\mathbf{S} = \frac{1}{\mu_0} \mathbf{E} \times \mathbf{B}$
- Pressione di radiazione: $P = \frac{S}{c}$
- Intensità di un'onda elettromagnetica: $I = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E_{max}^2 \cdot c = \frac{B_{max}^2}{2\mu_0} \cdot c$

7 Natura della luce e leggi dell'ottica geometrica

- Indice di rifrazione: $n = \frac{c}{v}$
- Legge della riflessione: $\theta_1 = \theta_1'$
- Legge della rifrazione: $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$
- Riflessione interna totale: $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$ se $n_1 > n_2$
- Lunghezza d'onda in un mezzo: $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$

8 Ottica ondulatoria

- Interferenza costruttiva nell'esperimento di Young: $d \sin \theta_{chiara} = m\lambda$ con $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$
- Interferenza distruttiva nell'esperimento di Young: $d \sin \theta_{scura} = (m + \frac{1}{2})\lambda$ con $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$
- Intensità luminosa nell'esperimento di Young: $I = I_{max} \cos^2 \left(\frac{\pi d \sin \theta}{\lambda} \right)$
- Relazione tra differenza di cammino δx e sfasamento $\delta \phi$: $\delta \phi = \frac{2\pi \delta x}{\lambda}$
- Minimi di diffrazione da singola fenditura: $\sin \theta_{scura} = m \frac{\lambda}{a}$ con $m = \pm 1, \pm 2, \dots$
- Reticolo di diffrazione: $d \sin \theta_{chiara} = m\lambda$ con $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$
- Limite alla risoluzione angolare da apertura circolare: $\theta_{min} \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$
- Diffrazione alla Bragg: $2d \sin \theta = n\lambda$ con $n = 1, 2, 3 \dots$

9 Elementi di Fisica Moderna

- Spettro del corpo nero: $u(\lambda) = \frac{2\pi c^2 h}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1}$
- Legge di Wien: $\lambda_{max} \cdot T = c_{Wien}$
- Legge di Stefan: $I = \sigma T^4$
- Effetto fotoelettrico: $h\nu = \Phi + K_{max}$
- Effetto Compton $= \Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \Phi)$
- Raggi delle orbite dell'atomo di Bohr: $r_n = n^2 a_0$
- Energie dei livelli dell'atomo di Bohr: $E_n = -\frac{\mathcal{R}}{n^2}$
- Relazioni di De Broglie: $\nu = \frac{E}{h}$ $\lambda = \frac{h}{p}$
- Principio di indeterminazione di Heisenberg: $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2}$
- Equazione di Schrödinger: $\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\mathbf{x}, t) \right) \psi(\mathbf{x}, t) = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(\mathbf{x}, t)$

10 Alcune costanti fisiche

- Carica elementare $e \approx 1.6 \times 10^{-19}$ C
- Costante di Boltzmann $k_B \approx 1.38 \times 10^{-23}$ J/K
- Costante di Coulomb $k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 8.99 \times 10^9$ N · m²/C²
- Costante di Planck $h \approx 6.63 \times 10^{-34}$ J × s
- Costante dielettrica del vuoto $\epsilon_0 \approx 8.85 \times 10^{-12}$ C²/(N · m²)
- Permeabilità magnetica del vuoto $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T · m/A
- Elettronvolt eV $\approx 1.6 \times 10^{-19}$ J
- Massa del protone $m_p \approx 1.67 \times 10^{-27}$ kg
- Massa dell'elettrone $m_e \approx 9.1 \times 10^{-31}$ kg
- Numero di Avogadro $N_A \approx 6.022 \times 10^{23}$ particelle/mol
- Unità di massa atomica $u \approx 1.66 \times 10^{-27}$ kg
- Velocità della luce nel vuoto $c \approx 3.0 \times 10^8$ m/s
- Costante di Wien: $c_{Wien} \approx 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
- Costante di Stefan: $\sigma \approx 5.678 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
- Raggio di Bohr: $a_0 \approx 0.53$ Å
- Energia di Rydberg: $\mathcal{R} \approx 13.6$ eV