

Svolgere un tema a scelta tra i due

Discutere il fenomeno della risonanza; illustrare con un esempio e descrivere un metodo per misurare i parametri caratteristici del fenomeno.

Illustrare un progetto di ricerca di vostro interesse nell'ambito del dottorato inquadrando il tema nel contesto attuale delle conoscenze nel campo, la metodologia della ricerca che intendete seguire e gli obiettivi (realistici) che vi proponete di conseguire.

Risolvere due esercizi a scelta tra i tre

La funzione di Green dell'operatore $H - k^2 I$, tale che $H|\psi_n\rangle = k_n^2|\psi_n\rangle$, è data dalla formula

$$G(x, y; k) = \sum_n \frac{\psi_n(x)\psi_n^*(y)}{k_n^2 - k^2} = \\ = \theta(x - y) \frac{\sin kx \sin k(y - L)}{k \sin kL} + \theta(x - y) \frac{\sin ky \sin k(x - L)}{k \sin kL}$$

dove $\theta(z)$ è la funzione a gradino [$\theta(z) = 0$ per $z < 0$, $\theta(z) = 1$ per $z > 0$] e I è l'operatore identità. Calcolare autofunzioni e autovalori di H .

Mostrare che a grande distanza dal nucleo le funzioni d'onda atomiche dello stato legato decadono a zero esponenzialmente mentre quelle degli stati del continuo hanno un andamento oscillante.

Una sorgente luminosa puntiforme si trova a profondità h sotto la superficie di un lago esteso e profondo. Dimostrare che la frazione f di energia luminosa che emerge dall'acqua è indipendente da h . Si trascuri l'assorbimento nell'acqua e la riflessione dalla superficie, ad eccezione della riflessione totale.

Svolgere un tema a scelta tra i due

Il ruolo delle simmetrie nel derivare le leggi fisiche in fisica classica e quantistica. Illustrare con un esempio.

Illustrate un progetto di ricerca di vostro interesse nell'ambito del dottorato inquadrando il tema nel contesto attuale delle conoscenze nel campo, la metodologia della ricerca che intendete seguire e gli obiettivi (realistici) che vi proponete di conseguire.

Risolvere due esercizi a scelta tra i tre

Supponiamo di voler fattorizzare l'operatore $B = -\frac{\partial^2}{\partial x^2} + x^2$ nel prodotto di due operatori mutuamente coniugati A e $A^\dagger$, nella forma $B = A^\dagger A + cI$, con $A = \frac{\partial}{\partial x} + x + \frac{\beta}{x}$, $A^\dagger = -\frac{\partial}{\partial x} + x + \frac{\beta}{x}$ e I l'operatore identità. Si ottengono per il numero reale β , e di conseguenza per il numero c , due soluzioni; indicare quali. Però una sola di queste permette di ricostruire l'intero insieme degli autovalori e delle autofunzioni a partire dallo stato fondamentale. Indicare quali e perché.

La struttura iperfine dell'atomo di idrogeno produce una riga di emissione di frequenza 1.4 GHz . Se rappresentiamo la hamiltoniana di interazione responsabile della separazione dei livelli con $H = \kappa \vec{s}_e \cdot \vec{s}_p$, calcolare il valore della costante κ , la differenza di energia tra i due stati rispetto allo stato in assenza di interazione e la loro popolazione relativa a temperatura di 300 K .

Determinare il moto di una carica elettrica q di massa m nel vuoto e in campo magnetico uniforme e costante, supponendo che la velocità iniziale abbia componenti diverse da zero sia nella direzione parallela che nella direzione perpendicolare a quella del campo. Trascurare l'effetto della forza di gravità e dell'emissione di radiazione. Spiegare cosa cambia se la velocità non è trascurabile rispetto a quella della luce.

$$\hbar = 0.66 \cdot 10^{-15} \text{ eV s}; \quad k = 0.86 \cdot 10^{-4} \text{ eV/K}$$

Svolgere un tema a scelta tra i due

Lo "scattering" come metodo di indagine dei sistemi fisici. Illustrare con un esempio.

Illustrate un progetto di ricerca di vostro interesse nell'ambito del dottorato inquadrando il tema nel contesto attuale delle conoscenze nel campo, la metodologia della ricerca che intendete seguire e gli obiettivi (realistici) che vi proponete di conseguire.

Risolvere due esercizi a scelta tra i tre

Una sorgente emette (con velocità iniziale trascurabile) $3 \cdot 10^9$ elettroni al secondo che vengono focalizzati e accelerati con una differenza di potenziale di $2.5 \cdot 10^3$ V e poi si propagano di moto rettilineo uniforme. Scrivere la funzione d'onda che descrive il fascio di elettroni e calcolare il coefficiente di normalizzazione.

Una mole di gas perfetto monoatomico è in equilibrio alla temperatura $T_0 = 300$ K in un recipiente a pareti adiabatiche, avente un volume iniziale $V_0 = 12$ l, chiuso superiormente da uno stantuffo avente un'area $A = 100$ cm², caricato con una massa $m = 100$ Kg. La massa m viene tolta ed il gas si espande in modo adiabatico, passando al volume $V_1 = 21$ l. Calcolare il lavoro compiuto dal gas e la sua temperatura finale.

Una linea di trasmissione è costituita da un cavo coassiale lungo 100 m in cui il conduttore esterno ha raggio $r_e = 3$ mm e quello interno $r_i = 0.2$ mm. Il conduttore interno ha resistività $2 \cdot 10^{-8}$ Ω m e l'isolante ha costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 2$. Calcolare la velocità di propagazione di un segnale e l'attenuazione se la linea è terminata sulla sua impedenza caratteristica trascurando effetti dispersivi (le proprietà dei materiali non dipendono dalla frequenza). Capacità e induttanza per unità di lunghezza: $\frac{dC}{d\ell} = \frac{2\pi\epsilon}{\ln(r_e/r_i)}$; $\frac{dL}{d\ell} = \frac{\mu}{2\pi} \ln(r_e/r_i)$

$$m_e c^2 = 0.5 \cdot 10^6 \text{ eV}; \quad N_A = 6.02 \cdot 10^{23} / \text{mole}; \quad k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K};$$

$$\epsilon_0 = 8.8 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}; \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}; \quad c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$