

Introduzione alla Fisica Moderna - a.a. 2017-18

28/06/2018

Nome Cognome Matricola:

Gli esercizi contrassegnati da * sono riservati agli studenti degli anni precedenti al 2017/'18, in alternativa a quello di pari indice.

- 1) Un osservatore invia un impulso luminoso di frequenza $\nu = 10^{15}$ Hz contro uno specchio, che si muove alla velocità $v = 5 \times 10^7$ m/sec in direzione opposta al fascio ed orientato ortogonalmente ad esso. Quale frequenza misura l'osservatore per il fascio riflesso?

-

- 1*) Due orologi atomici sono posti in due sistemi di riferimento in moto relativo: uno solidale con la Terra, l'altro con il Sole. Sapendo che la velocità relativa Terra-Sole è $v = 3 \times 10^4$ m/sec, calcolare quanti anni debbono trascorrere perché l'orologio terrestre perda 1.0 ± 10^{-15} sec secondi l'anno rispetto a quello solare.

-

- 2) Sapendo che il deutone ha massa $m_D = 1875.6$ MeV, e che il neutrone rilascia un'energia di 0.78 MeV nel decadimento β in un protone, un elettrone ed un neutrino (di massa a riposo nulla), dare una stima dell'intensità del potenziale di legame delle forze nucleari tra protoni e neutroni.

-

- 3) Un elettrone viene accelerato uniformemente da fermo in modo da percorrere 10 m nel sistema del laboratorio in 10^{-6} sec. Usando le leggi della dinamica relativistica calcolare la d.d.p. elettrico da applicare tra gli estremi del cammino.

-

- 4) Si consideri il sistema dinamico nonlineare

$$\begin{aligned} z'(t) &= -\frac{3}{2}cu(t)^2z(t) - \frac{3}{2}cu(t)z(t)^2 - \frac{1}{2}cu(t)^3 - \frac{1}{2}cz(t)^3 - u(t) \\ u'(t) &= \frac{3}{2}cu(t)^2z(t) + \frac{3}{2}cu(t)z(t)^2 + \frac{1}{2}cu(t)^3 + \frac{1}{2}cz(t)^3 + z(t) \end{aligned}$$

dove $c > 0$.

Si traccino le linee di flusso del campo vettoriale per un generico c .

Si determinino i punti di equilibrio e la loro stabilità lineare.

Si applichi il teorema di Lyapunov per stabilire il carattere globale della stabilità .

Supponendo che $c \ll 1$, si calcoli il periodo delle soluzioni attorno al punto di equilibrio come funzione dell'energia.

-

- 5) Si consideri il sistema costituito da due corpi rigidi uguali a forma di sbarra, che interagiscono tra loro con un momento torcente della forma $\tau \sin(\theta_{rel}/2 - \theta_0)$ e sono collegati in catena con delle pareti fisse, con le quali interagiscono ancora con dei momenti torcenti relativi (in verso opposto) della forma $\tau \sin(\theta)$, dove θ è l'angolo che ciascuna sbarra forma con la parete adiacente.

- (a) Si scriva la lagrangiana del sistema.
- (b) Si determinino le posizioni di equilibrio
- (c) Si scriva la lagrangiana nell'approssimazione delle piccole oscillazioni
- (d) Si scrivano le equazioni di Eulero - Lagrange per il sistema approssimato.
- (e) Si calcolino le frequenze dei modi normali.

- 6) Ricordando che l'Hamiltoniana Lagrangiana per una particella relativistica di massa a riposo m e carica q in un campo magnetico uniforme è

$$H = c \sqrt{m^2 c^2 + \left(\vec{P} - \frac{q}{c} \vec{A} \right)^2},$$

scrivere le equazioni del moto nella gauge simmetrica e studiare le eventuali leggi di conservazione.

- 7) Usando le parentesi di Poisson fondamentali per (q, p) la trovare per quali valori di a, b, c, d la trasformazione è canonica

$$Q = q^a \cos b p, \quad P = q^c \sin d p \quad (1)$$

e trovare una funzione generatrice di tipo F_3 .

-

- 8) Sapendo che la frequenza di soglia dell'effetto fotoelettrico di un metallo è $\nu_0 = 6.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$, dire quanto vale l'energia cinetica massima di un fotoelettrone estratto da un fotone di energia $E_f = 7.5 \text{ eV}$. Valutare se è sufficiente utilizzare le espressioni meccaniche classiche o quelle relativistiche.

-

1 Costanti e fattori di conversione

- Velocità della luce nel vuoto: $c = 299792458 \text{ m/sec}$
- Costante di Planck: $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ joule sec}$
- $1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ joule}$
- Costante di Wien: $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m } ^\circ K$
- Costante di Stefan-Boltzmann : $\sigma = 5.670 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ K^4}$
- Costante di Boltzmann $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \frac{\text{joule}}{^\circ K}$
- Numero di Avogadro : $N_A = 6,022 \times 10^{23}$
- Massa del protone : $m_p = 1.6726219 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- Massa dell'elettrone : $m_e = 9.10938 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- Carica dell'elettrone $e = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Massa del neutrone : $m_n = 939.6 \text{ MeV}$
- Lunghezza d'onda Compton per l'elettrone : $2.426 \times 10^{-12} \text{ m}$