

## Tema 1

Illustrare una osservazione che a vostro avviso ha avuto una particolare influenza sullo sviluppo della fisica moderna. inquadrare il fenomeno, descrivere il metodo di osservazione, i risultati di rilievo e la loro interpretazione.

Un circuito è costituito dalla serie di un condensatore  $C$ , una resistenza  $R$ , una induttanza  $L$  e un interruttore. L'interruttore è inizialmente aperto e ai capi del condensatore vi è una differenza di potenziale  $\Delta V$ . All'istante  $t = 0$  l'interruttore viene chiuso. Calcolare in funzione del tempo la potenza dissipata e fare un grafico indicando le scale. [ $C = 10^{-6}$  F,  $R = 5 \Omega$ ,  $L = 10^{-2}$  H,  $\Delta V = 200$  V]

Due masse  $m_1$  e  $m_2$ , che sono costrette a muoversi in un piano sono connesse da una sbarra priva di massa di lunghezza  $R$  in modo da formare un rotore rigido.

- Scrivere l'equazione di Schrödinger per questo rotore ed ottenere gli autovalori dell'energia e le corrispondenti autofunzioni normalizzate;
- Ottenere una equazione per l'autovalore dell'operatore  $\mathbf{L}^2 = -\hbar^2 \partial^2 / \partial \phi^2$ , corrispondente al quadrato del momento angolare del rotore;
- Quale è il valore di aspettazione del momento angolare per lo stato di energia piú bassa del rotore? E per uno stato di energia  $E = m^2 \hbar^2 / 2I$  se  $m$  è un intero non nullo?

### Costanti fisiche

velocità della luce nel vuoto	$3.0 \times 10^8$	$\text{m s}^{-1}$
costante di Planck ridotta	$6.6 \times 10^{-16}$	$\text{eV s}$
carica elementare	$1.6 \times 10^{-19}$	$\text{C}$
costante dielettrica del vuoto	$8.8 \times 10^{-12}$	$\text{F m}^{-1}$
permeabilità magnetica del vuoto	$4\pi \times 10^{-7}$	$\text{H m}^{-1}$
massa dell'elettrone	0.51	$\text{MeV c}^{-2}$
massa del protone	$0.93 \times 10^3$	$\text{MeV c}^{-2}$
energia di Rydberg	13.6	$\text{eV}$
raggio atomico di Bohr	$0.53 \times 10^{-10}$	$\text{m}$
magnetone di Bohr	$5.8 \times 10^{-5}$	$\text{eV T}^{-1}$
magnetone nucleare	$3.2 \times 10^{-8}$	$\text{eV T}^{-1}$
numero di Avogrado	$6.0 \times 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$

## Tema 2

Il progresso della fisica segue e promuove il progresso delle metodiche sia sperimentali che teoriche. Illustrare un esempio in cui l'impiego di un metodo di indagine innovativo ha portato a risultati di particolare rilievo.

Calcolare la densità dell'aria in condizioni standard di pressione e temperatura. Calcolare il valore medio della velocità lineare e di rotazione delle molecole dell'aria. [ $p = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ ;  $T = 300 \text{ K}$ ; si consideri l'aria composta di azoto  $A = 14$ ]

Calcolare sulla base del modello atomico di Bohr il campo magnetico generato al centro dell'orbita da un elettrone che percorre una circonferenza di raggio  $R$ , pari al raggio atomico di Bohr e gli stati di energia di un protone al centro dell'orbita.

### Costanti fisiche

velocità della luce nel vuoto	$3.0 \times 10^8$	$\text{m s}^{-1}$
costante di Planck ridotta	$6.6 \times 10^{-16}$	$\text{eV s}$
carica elementare	$1.6 \times 10^{-19}$	$\text{C}$
costante dielettrica del vuoto	$8.8 \times 10^{-12}$	$\text{F m}^{-1}$
permeabilità magnetica del vuoto	$4\pi \times 10^{-7}$	$\text{H m}^{-1}$
massa dell'elettrone	0.51	$\text{MeV c}^{-2}$
massa del protone	$0.93 \times 10^3$	$\text{MeV c}^{-2}$
energia di Rydberg	13.6	$\text{eV}$
raggio atomico di Bohr	$0.53 \times 10^{-10}$	$\text{m}$
magnetone di Bohr	$5.8 \times 10^{-5}$	$\text{eV T}^{-1}$
magnetone nucleare	$3.2 \times 10^{-8}$	$\text{eV T}^{-1}$
numero di Avogrado	$6.0 \times 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$

### Tema 3

Illustrare con qualche semplice esempio la rilevanza del concetto di simmetria nel derivare le leggi fisiche alla base dei fenomeni naturali. Discutere un metodo per verificare la validità (o la violazione) di una particolare simmetria in un fenomeno fisico.

Due lastre metalliche piane circolari di raggio  $r = 1$  m, coassiali, distanti  $d = 1$  cm l'una dall'altra, sono immerse in aria e portano ciascuna una carica uguale e di segno contrario  $Q = 10^{-4}$  C. All'istante  $t = 0$  una delle lastre viene fatta spostare lungo l'asse con velocità costante  $v = 3$  cm s $^{-1}$  e durante lo spostamento la differenza di potenziale stabilitasi inizialmente viene fatta rimanere costante. Calcolare per  $t = 3$  s:

- la densità di corrente di spostamento;
- la circuitazione di  $\mathbf{H}$  lungo una linea chiusa a forma di quadrato di lato  $l = 10$  cm posta tra le lastre e coassiale con essa.

Un gas degenere di  $Z$  fermioni non interagenti tra loro di spin  $1/2$  e massa  $m$  è confinato in una buca di potenziale a simmetria sferica di raggio  $R$ . Calcolare l'energia di Fermi in funzione del numero  $Z$  e nel caso  $Z = 32$ . [ $m = 0.5$  MeV/c $^2$ ;  $R = 10^{-10}$  m]

#### Costanti fisiche

velocità della luce nel vuoto	$3.0 \times 10^8$	m s $^{-1}$
costante di Planck ridotta	$6.6 \times 10^{-16}$	eV s
carica elementare	$1.6 \times 10^{-19}$	C
costante dielettrica del vuoto	$8.8 \times 10^{-12}$	F m $^{-1}$
permeabilità magnetica del vuoto	$4\pi \times 10^{-7}$	H m $^{-1}$
massa dell'elettrone	0.51	MeV c $^{-2}$
massa del protone	$0.93 \times 10^3$	MeV c $^{-2}$
energia di Rydberg	13.6	eV
raggio atomico di Bohr	$0.53 \times 10^{-10}$	m
magnetone di Bohr	$5.8 \times 10^{-5}$	eV T $^{-1}$
magnetone nucleare	$3.2 \times 10^{-8}$	eV T $^{-1}$
numero di Avogrado	$6.0 \times 10^{23}$	mol $^{-1}$