

Scuola Superiore dell'Università degli Studi di Udine

Prova di ammissione, A.A. 2012/13

Prova di Fisica, 14 Settembre 2012

Risolvere i seguenti problemi

1. Una particella di massa  $m$  è vincolata a scorrere senza attrito lungo una guida giacente in un piano verticale, fisso nel campo dei gravi. L'equazione cartesiana della guida è

$$y = -\frac{1}{2} \alpha x^2,$$

dove  $\alpha$  è una costante positiva,  $x$  è una coordinata orizzontale e  $y$  è una coordinata verticale ascendente. All'istante  $t = 0$  la particella si trova nel punto di coordinate  $(0, 0)$  e la sua velocità è

$$v_0 = \sqrt{\frac{g}{\alpha}},$$

dove  $g$  è l'accelerazione di gravità.

- Determinare il valore di  $x$  al generico istante  $t > 0$ .
  - Determinare il valore della reazione vincolare esercitata dalla guida sulla particella al generico istante  $t > 0$ .
  - Spiegare che cosa accadrebbe se la velocità iniziale della particella fosse leggermente maggiore o minore del valore assegnato.
2. Un recipiente a forma di parallelepipedo con base quadrata di lato  $a = 30$  cm è riempito di acqua per un'altezza  $h_0 = 20$  cm. Il recipiente (di massa trascurabile) è dotato di ruote tramite le quali può spostarsi liberamente (con attriti trascurabili) su un piano orizzontale. Su una delle sue pareti laterali, in prossimità del fondo, è presente un forellino di sezione  $A = 0.5$  cm<sup>2</sup>; il foro risulta chiuso da un piccolo tappo. Con il recipiente inizialmente in quiete viene tolto il tappo che ostruiva il foro e l'acqua esce in direzione orizzontale. Determinare, nell'istante immediatamente successivo all'estrazione del tappo:
- la velocità con cui fuoriesce l'acqua dal foro;
  - l'accelerazione con la quale il recipiente prende a muoversi (specificando anche direzione e verso del moto).
3. In un liquido, soltanto le molecole la cui energia cinetica è superiore a un valore di soglia  $E_0$  possono lasciare la superficie e contribuire all'evaporazione.
- Stimare il valore di  $E_0$  per l'acqua, assumendo che essa corrisponda all'energia cinetica media delle molecole alla temperatura di ebollizione.
  - Stimare la quantità di calore  $Q$  necessaria per vaporizzare una mole di acqua basandosi sul risultato precedente.
  - Spiegare come mai l'acqua evapora anche a temperature inferiori a quella di ebollizione. Spiegare se, in una misura, ci si debba aspettare un valore di  $Q$  maggiore o minore di quello trovato, motivando la risposta.
4. Un circuito elettrico è costituito da un generatore ideale di tensione, che produce una differenza di potenziale costante  $V$  ai suoi capi, e da una resistenza termicamente isolata. All'istante  $t = 0$  il circuito viene chiuso e la resistenza si trova a temperatura ambiente  $T_0$  ed ha valore  $R_0$ . Si supponga che la capacità termica della resistenza sia  $c$  e che il suo coefficiente termico sia  $\alpha$ .
- Determinare la temperatura della resistenza al generico istante  $t > 0$ .
  - Tracciare un grafico della corrente in funzione del tempo, per  $t \geq 0$ .
  - Supponendo che la resistenza *non* sia termicamente isolata, e che il calore da essa scambiato con l'ambiente esterno nell'unità di tempo sia pari a  $K(T - T_0)$ , dove  $K$  è una costante, determinare la temperatura della resistenza in condizioni stazionarie.



4. Spiegare come viene modificato il grafico della corrente in funzione del tempo, sotto le ipotesi del punto 3.
5. Si supponga che le particelle elementari possiedano, oltre alla carica elettrica  $q_e$ , anche una "carica magnetica"  $q_m$ , tale che una particella in quiete produca, oltre al campo elettrostatico coulombiano, un campo magnetico

$$B = \frac{q_m}{4\pi r^2},$$

ove  $r$  indica la distanza fra il punto dove si calcola il campo e il punto dove si trova la particella. Si supponga inoltre che per protoni ed elettroni sia  $q_{e,\text{protone}} = e$ ,  $q_{e,\text{elettrone}} = -e$ , dove  $e$  è la carica elettrica fondamentale, ma che il rapporto  $\sigma = q_m/q_e$  possa essere diverso per i protoni e gli elettroni.

1. Assumendo che la Terra sia una sfera omogenea di raggio  $6.3 \times 10^6$  m e che contenga, in media,  $10^{30}$  protoni per metro cubo, calcolare il valore del campo magnetico alla superficie dovuto a tale asimmetria, in funzione di  $\sigma_{\text{protone}}$  e  $\sigma_{\text{elettrone}}$ .
2. Sapendo che le misure del campo magnetico in prossimità della superficie terrestre forniscono un valore medio per la sua componente radiale inferiore a  $10^{-4}$  T, dedurre un limite superiore per la quantità

$$|\sigma_{\text{protone}} - \sigma_{\text{elettrone}}|.$$

6. In una regione molto grande è presente un campo magnetico uniforme e costante di modulo  $B = 0.1$  T. Da un punto interno di tale regione vengono lanciati dei protoni con velocità esattamente perpendicolare a  $\vec{B}$  e si osserva che essi seguono delle orbite circolari di raggio  $R = 10$  cm.
1. Determinare la velocità  $v_0$  dei protoni ed il loro periodo  $T$  di rivoluzione.
- Successivamente nella regione viene prodotto anche un campo elettrostatico  $\vec{E}$  di modulo  $E = 10^5$  V/m, parallelo e concorde a  $\vec{B}$ . Supponendo che i protoni vengano lanciati dallo stesso punto e con la stessa velocità di prima ( $\vec{v}_0$ ):
2. descrivere il tipo di traiettoria ora seguito dalla particelle;
  3. calcolare la variazione di energia cinetica dei protoni nell'intervallo di tempo  $T$  (pari al periodo di rivoluzione calcolato al punto 1.) immediatamente successivo al loro lancio.

---

Si utilizzino i seguenti valori:

- costante di Boltzmann:  $k = 1.38 \times 10^{-23}$  J/K;
- equivalente meccanico del calore: 4.19 J/cal;
- carica elettrica fondamentale:  $e = 1.60 \times 10^{-19}$  C;
- permeabilità magnetica del vuoto:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m;
- massa del protone:  $1.67 \times 10^{-27}$  kg.