

Prova scritta di Fisica

*Risolvere il maggior numero possibile di problemi. Si valutano anche soluzioni parziali. Si raccomanda di inserire i valori numerici solo nelle espressioni finali.*

**Problema 1.** Un astronave si trova in orbita circolare attorno alla terra a una distanza  $R = 6400\text{km}$  dal suo centro. Un astronauta di massa totale  $m = 110\text{kg}$  durante una passeggiata spaziale si accorge che il suo motorino a reazione si spegne, e la fune che lo lega al veicolo spaziale, di lunghezza  $l = 100\text{m}$ , si tende. Si supponga che successivamente l'astronave, la terra e l'astronauta siano sempre allineati, e che l'astronave si trovi tra la terra e l'astronauta. Assumendo che la fune possa reggere una tensione massima di  $T_{max} = 1\text{N}$ , si valuti se essa è in grado di mantenere l'astronauta legato all'astronave. Si supponga che la massa dell'astronave sia molto maggiore di quella dell'astronauta.

[Si ricorda che la costante gravitazionale di Newton vale  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg s}^2$ , e che la massa della terra ammonta a  $M = 5.98 \cdot 10^{24}\text{kg}$ .]

**Problema 2.** Due sferette identiche di massa  $m$  e dotate della stessa carica positiva  $q$  sono legate attraverso due fili isolanti inestensibili di massa trascurabile e lunghezza  $l$ , a un comune punto di sospensione  $O$ . All'equilibrio le sferette e il punto  $O$  formano un triangolo equilatero. Si suppongano note  $m$ ,  $l$  e la costante dielettrica del vuoto  $\epsilon_0$ .

- Si determini la carica  $q$  delle sferette.
- A un certo istante un motore avvolge molto lentamente i due fili, accorciandoli della stessa quantità, fino a quando la distanza tra le due sferette si riduce a  $l/2$ . Si determini l'energia spesa dal motore.
- Se a questo punto i fili vengono recisi, in quale direzione le sferette si mettono in moto?

**Problema 3.** Si osserva che radiazione emessa dal sole con una certa frequenza  $\nu_0$ , a causa del lavoro che essa deve compiere contro il campo gravitazionale del sole raggiunge la terra con una frequenza leggermente minore. Il fenomeno può essere spiegato tenendo conto che radiazione di frequenza  $\nu$  è composta da fotoni di energia  $h\nu$ , dove  $h$  è la costante di Planck. Assumendo l'equivalenza tra massa e energia secondo la formula di Einstein, e supponendo che l'emissione avvenga sulla superficie del sole,

- si dia una stima della diminuzione relativa della frequenza.
- Per poter vincere il campo gravitazionale del sole un corpo massivo deve lasciare la sua superficie con una velocità minima  $v_m$ . Si determini  $v_m$  e si calcoli la diminuzione relativa dell'energia cinetica di un corpo che lascia la superficie del sole con velocità  $v = 2v_m$ , quando raggiunge la terra.

[Si ricorda che la costante gravitazionale di Newton, la massa del sole e il raggio del sole valgono rispettivamente  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg s}^2$ ,  $M = 1.99 \cdot 10^{30}\text{kg}$ ,  $R = 6.96 \cdot 10^5\text{km}$ .]

**Problema 4.** Un pallina di massa  $m = 50g$  si muove sulla superficie interna di un mappamondo di raggio  $R = 30cm$  in assenza di attrito.

- a) Che velocità bisogna imprimere alla pallina se si vuole che essa percorra il trentesimo parallelo dell'emisfero sud?
- b) Qual è la velocità minima che la pallina deve avere al polo sud per poter raggiungere il polo nord?
- c) Si supponga che il mappamondo venga perforato qualora la pallina eserciti su di esso una forza che supera  $F = 3N$ . Qual è la velocità massima che la pallina può avere al polo sud senza perforare il mappamondo?

**Problema 5.** Sul lato esterno di una sonda spaziale di massa  $M = 150kg$  viene acceso un laser di sezione  $\Sigma = 1cm^2$ , che emette un segnale luminoso di tipo onda piana, descritto da un campo elettrico con componenti cartesiane  $E_y = E_0 \sin[k(x - ct)]$ ,  $E_x = E_z = 0$ , dove  $E_0 = 5 \cdot 10^3 V/m$  e  $c$  è la velocità della luce. Si determini,

- a) la potenza media emessa dal laser;
- b) la direzione di rinculo della sonda, e la sua accelerazione;
- c) le componenti cartesiane del campo magnetico.

[Si ricorda che la costante dielettrica del vuoto vale  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} C^2 s^2 / kg m^3$ , e che un quanto di radiazione di energia  $\mathcal{E}$  trasporta quantità di moto  $\mathcal{E}/c$ .]

**Problema 6.** Un recipiente cilindrico è diviso in due sezioni  $A$  e  $B$ , da una parete adiabatica di massa trascurabile, parallela alla sua base, che può scorrere senza attrito lungo l'asse del cilindro. Nella sezione  $A$  si trova una mole di un gas ideale monoatomico, mentre nella sezione  $B$  si trovano due moli di un altro gas ideale monoatomico. Inizialmente ciascun gas è a contatto con una sorgente di calore alla temperatura  $T_0 = 300K$ , e il sistema è in equilibrio. A un certo punto la sorgente del gas  $A$  viene sostituita con una nuova sorgente alla temperatura  $T = 400K$ , mentre il gas nella sezione  $B$  continua a restare a contatto con la sorgente a temperatura  $T_0$ , e si attende che si ristabilisca l'equilibrio. Supponendo che il processo sia reversibile si determini,

- a) il rapporto tra i volumi occupati dal gas  $B$  prima e dopo la sostituzione della sorgente del gas  $A$ ;
- b) il calore totale scambiato dal sistema costituito dai due gas;
- c) il calore scambiato dal gas  $B$ .

[Si ricorda che la costante dei gas vale  $R = 8.314 J/K mole$ , e che l'energia interna di  $n$  moli di un gas ideale monoatomico è data da  $U(T) = \frac{3}{2} nRT$ .]