

Esame di Fisica Sperimentale 1 del 04.07.1997

Esercizio 1

Un satellite artificiale di massa $m = 100kg$ si mantiene su un'orbita circolare equatoriale senza utilizzare i propri motori. Il satellite rimane inoltre fisso sulla verticale di una stazione di controllo a terra (raggio della Terra $R_T = 6373km$, massa della Terra $M_T = 5.98 \cdot 10^{24}kg$). Si calcoli:

- l'altezza del satellite rispetto alla stazione;
- l'energia cinetica del satellite.

Il satellite si muove su una superficie equipotenziale, quindi la risultante delle forze che agiscono su di esso deve essere nulla:

$$\vec{F}_G = \vec{F}_C \quad (1)$$

ovvero la forza di attrazione gravitazionale Terra-satellite deve essere uguale alla forza centrifuga. Si ha

$$G \frac{m_s M_T}{d^2} = m_s \omega^2 d \quad (2)$$

dove $d = R_T + h$ è la distanza dal centro della Terra, h è la quota rispetto la sua superficie; ω è la velocità di rotazione, uguale a quella della Terra: $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $T = 86400s$.

Si ricava d :

$$d = \left(\frac{GM_T}{\omega^2} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

quindi

$$h = d - R_T = 335886km \quad (4)$$

L'energia cinetica del satellite

$$\frac{1}{2} m \omega^2 (h + R)^2 = 4.7 \cdot 10^8 J \quad (5)$$

Esercizio 2

Un vaso pieno d'acqua è posto su una bilancia. Il vaso ha una massa $m_v = 1kg$ e contiene $V_{H_2O} = 3l$ di acqua. Un cubetto di metallo di volume $V_c = 200cm^3$ e massa $m_c = 900g$, legato a un filo verticale, è immerso completamente nell'acqua. Si calcoli:

- la tensione del filo;
- il valore della massa che si trova sul quadrante della bilancia.

Si ha:

$$V_{H_2O} = 3l = 3 \cdot 10^{-3}m^3$$

$$V_c = 200cm^3 = 2 \cdot 10^{-4}m^3$$

$$m_c = 900g = 0.9kg$$

La risultante delle forze è

$$T + A - P = 0 \quad (6)$$

dove T è la tensione del filo, A è la spinta di Archimede e P è il peso del cubetto.

Quindi

$$T + \rho_{H_2O}V_c g = m_c g \quad (7)$$

da cui

$$T = m_c g - \rho_{H_2O}V_c g = 6.86N \quad (8)$$

Il peso totale dei corpi è

$$P_{tot} = (m + m_{H_2O} + m_c) g = (m + \rho_{H_2O}V_{H_2O} + m_c) g \quad (9)$$

A quest'ultimo va tolta la tensione del filo

$$P_{eff} = (m + \rho_{H_2O}V_{H_2O} + m_c) g - T \quad (10)$$

Per avere la massa, bisogna dividere tutto per g :

$$m_{eff} = \frac{P_{eff}}{g} = (m + \rho_{H_2O}V_{H_2O} + m_c) - \frac{T}{g} = 4.2kg \quad (11)$$

Esercizio 3

Un gas, il cui comportamento è assimilabile ad un gas perfetto, occupa inizialmente un volume $V_A = 4l$ alla pressione $P_A = 2atm$. Il gas compie una trasformazione complessiva data dalle seguenti trasformazioni parziali:

- AB : una trasformazione isobara che raddoppia il volume del gas;
- BC : una trasformazione isocora che dimezza la pressione del gas;
- CD : un trasformazione isobara che riporta il gas al volume iniziale;
- DA : una trasformazione isocora che riporta il gas alla pressione iniziale.

Calcolare il lavoro eseguito dalla trasformazione complessiva e il calore totale scambiato dal gas.

Si ha:

$$V_A = 4l = 4 \cdot 10^{-3}m^3$$

$$P_A = 2atm = 2.02 \cdot 10^5 Nm^{-2}$$

$$V_B = 2V_A$$

$$P_B = P_A$$

$$V_C = V_A$$

$$P_C = \frac{P_A}{2}.$$

Il primo principio della termodinamica:

$$\Delta U = Q - L \quad (12)$$

In un ciclo la variazione di energia interna è nulla:

$$Q = L \quad (13)$$

Il lavoro del ciclo è

$$L = L_{AB} + L_{CD} = P_A(V_B - V_A) + P_C(V_D - V_C) = P_A V_A - \frac{P_A V_A}{2} = \frac{P_A V_A}{2} = 404J \quad (14)$$