

**MODULO 1****Esercizio n. 1**

Un corpo puntiforme di massa  $m$  è agganciato ad una estremità di un filo, inestensibile e di massa trascurabile, di lunghezza  $l$  e di tensione di rottura  $\tau_R$ .

a) L'altra estremità del filo è agganciata ad un perno che è su un piano orizzontale liscio sul quale il corpo si muove di moto circolare (partendo da fermo) con una accelerazione scalare costante  $a_s$ . Dopo un tempo  $t_1$  viene misurata la velocità,  $v_1$ , e la tensione nel filo, che risulta essere  $\tau_1$ . Dopo quanto tempo si rompe il filo?

b) Il filo, questa volta, è lasciato libero di pendolare nel vuoto. Qual è l'angolo massimo da cui si può lasciare da fermo il corpo senza che il filo si rompa, nelle oscillazioni successive?

DATI NUMERICI:  $l = 90 \text{ cm}$  ;  $\tau_R = 20 \text{ N}$  ;  $t_1 = 12 \text{ s}$  ;  $v_1 = 0.6 \text{ m/s}$  ;  $\tau_1 = 0.35 \text{ N}$ .

**Esercizio n. 2**

Un piccolo satellite artificiale, di massa  $m$ , viene posto in orbita e all'apogeo, a distanza  $r_A$  dal centro  $O$  della terra, la sua velocità ha modulo  $v_A$ .

a) Quanto vale il modulo del suo momento angolare  $|\vec{L}_0|$  e la sua energia meccanica  $E$ ? [si consideri  $GM_T \simeq 4 \cdot 10^{14} \text{ Nm}^2/\text{kg}$ ]

b) Si calcoli il valore del modulo della velocità al perigeo,  $v_P$ , e la distanza,  $r_P$ , di questo da  $O$ .

Il satellite è munito di razzi direzionali che possono modificare la sua velocità.

c) Di quanto deve essere diminuita (in percentuale) la velocità al perigeo affinché il satellite possa rimanere, da quel momento, su un'orbita circolare?

DATI NUMERICI:  $m = 100 \text{ kg}$  ;  $r_A = 3 \cdot 10^4 \text{ km}$  ;  $v_A = 3 \text{ km/s}$ .

**MODULO 2****Esercizio n. 3**

Una sfera omogenea, di raggio  $r$  e massa  $m$ , è poggiata (ed è inizialmente ferma) su un carrello, che è libero di muoversi su un piano orizzontale. La sfera si trova ad una distanza  $l$  tra il punto di contatto e l'estremità sinistra del carrello ed è presente un attrito tra i due materiali con coefficienti  $\mu_d = \mu_s$ . Ad un certo istante il carrello viene messo in moto verso destra, con una accelerazione  $\vec{A}$ , che si mantiene costante.

a) Qual è il valore massimo,  $A_{Max}$ , del modulo di  $\vec{A}$ , affinché la sfera rotoli?

b) Si consideri il valore  $A^*$  per il modulo dell'accelerazione del carrello. Qual è il valore della forza di attrito in questo caso? Quanto tempo impiegherà la sfera a raggiungere l'estremità del carrello? Come sarà (qualitativamente) il moto nel vuoto della sfera, dopo questo istante, e con quale velocità angolare?

DATI NUMERICI:  $r = 12 \text{ cm}$  ;  $m = 400 \text{ g}$  ;  $l = 1.8 \text{ m}$  ;  $\mu_s = 0.2$  ;  $A^* = 2.5 \text{ m/s}^2$ .

**Esercizio n. 4**

Un gas perfetto biatomico è contenuto in un recipiente cilindrico chiuso, con pareti opportunamente isolate e separato mediante un pistone da un vano superiore in cui è fatto il vuoto (dunque solo il peso del pistone è responsabile dell'equilibrio meccanico). Al gas si fa eseguire una trasformazione ciclica  $ABCA$  in tre modalità diverse, a parità di stati  $A$ ,  $B$  e  $C$ .

1) Trasformazioni reversibili: isocora  $AB$  fino a raddoppiare la pressione, isoterma  $BC$  fino a ripristinare la pressione iniziale, isobara  $CA$ .

2) Trasformazioni reversibili: come nel ciclo precedente, ma con  $BC$  rappresentata da un tratto di retta (complessivamente un triangolo rettangolo, dunque).

3) Trasformazioni irreversibili:  $AB$  ottenuta ponendo il gas direttamente a contatto con una sorgente a temperatura  $T_B$  e aggiungendo una opportuna massa sul pistone di chiusura (in modo che il volume si mantenga costante),  $BC$  ottenuta togliendo la massa aggiunta precedentemente e lasciando in contatto il gas con la sorgente a temperatura  $T_B$ ,  $CA$  rimettendo in contatto con la sorgente a temperatura  $T_A$ .

Calcolare i parametri di stato di  $A$ ,  $B$  e  $C$  e determinare i rendimenti dei tre cicli. Infine, nel caso irreversibile, determinare la variazione totale d'entropia delle sorgenti, nell'intero ciclo.

DATI NUMERICI:  $t_A = 32^\circ \text{C}$  ;  $V_A = 12.5 \text{ l}$  ;  $Q_{CA} = -1775 \text{ J}$ .