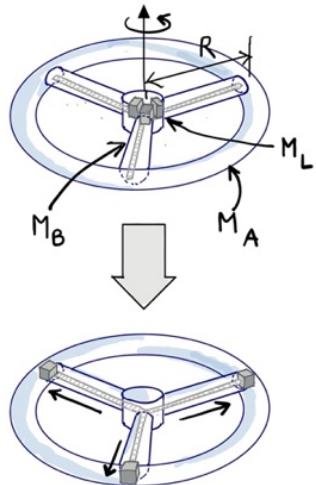


# CORSO di FISICA GENERALE I

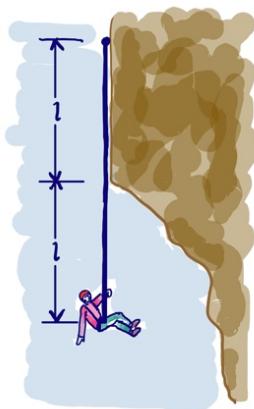
## prova scritta d'esame – 11 giugno 2021

- (1) L'astronave riportata nel disegno, in orbita permanente attorno alla Terra, è schematizzata come un anello di raggio  $R$  e massa  $M_A$  con spessore trascurabile e da tre bracci eguali di masse  $M_B$ , lunghezza  $R$  e anch'essi di spessore trascurabile disposti simmetricamente ad angoli di  $120^\circ$  fra di loro. I bracci sono collegati a un locale (di dimensioni trascurabili rispetto  $R$ ) al centro del quale si trovano inizialmente tre moduli scientifici (considerati puntiformi ed eguali) di massa  $M_L$  ciascuno. L'astronave ruota inizialmente con velocità angolare costante attorno a un asse perpendicolare all'anello e ai bracci e passante per il centro geometrico di modo che l'accelerazione sul bordo sia pari a quella di gravità al suolo terrestre. Si conoscono i valori numerici  $R=70$  m,  $M_A=500$  t,  $M_B=150$  t,  $M_L=12$  t e  $g=9.8$  m/s<sup>2</sup>.



- (a) Quanto vale la velocità angolare iniziale dell'astronave?  
 (b) A un certo punto i tre moduli scientifici vengono trasportati da un sistema robotizzato lungo i tre bracci radiali di collegamento fino al loro posizionamento nell'anello: quanto vale la velocità angolare dell'astronave al termine di questo spostamento?  
 (c) Quanto lavoro è stato eseguito in totale dai motori che hanno spostato i moduli dal centro al bordo dell'astronave?  
 (d) Determinare se l'accelerazione di gravità artificiale che verrà percepita dagli astronauti che operano nell'anello è cambiata e, in caso affermativo, calcolarne il valore.  
 (e) Se la gravità artificiale è cambiata e se si vuole ripristinarla al valore terrestre iniziale, calcolare il minimo lavoro che è necessario compiere a questo scopo e spiegare un possibile meccanismo in grado di ottenere il risultato.

- (2) Uno scalatore (un punto materiale di massa  $m=80$  kg) è appeso a una corda (inestensibile e priva di massa) di lunghezza  $2l=6$  m a una parete. Nella parte superiore la parete è verticale e la corda la affianca per un tratto lungo  $l$ . L'altro tratto della fune non affianca la parete perché questa è rientrante come raffigurato. A un certo punto, un vento che viene da sinistra nel disegno sposta lo scalatore dalla sua posizione, spingendolo verso l'interno. L'effetto del vento, considerato come una forza costante orizzontale di intensità  $F_v=196$  N, è di modificare la posizione di equilibrio dello scalatore, che risulta pari a  $\theta_0$  rispetto la verticale. Quando lo scalatore si trova a un angolo  $2\theta_0$  il vento smette di soffiare. Approssimando il moto che ha inizio nel limite delle piccole ampiezze e trascurando qualsiasi possibile attrito – anche nel punto di cuspide della parete – si determini:



- (a) la massima variazione di quota  $\Delta z$  dello scalatore;  
 (b) il lavoro fatto dal vento per portare lo scalatore alla quota  $\Delta z$ ;  
 (c) il tempo richiesto per raggiungere tale quota;  
 (d) determinare il periodo dell'oscillazione completa (asimmetrica) complessiva, dopo che è cessato il vento;  
 (e) calcolare il valore della tensione della corda negli istanti in cui lo scalatore è instantaneamente fermo e quando la fune è verticale;  
 (f) descrivere il tipo di moto che si avrebbe in presenza di aria ferma quando il vento è cessato.

- (3) Si consideri un ciclo reversibile compiuto da  $n$  moli di gas ideale monoatomico. In una prima trasformazione il gas, a partire da uno stato caratterizzato dalla temperatura  $T_0$ , aumenta il suo volume di un fattore  $r$  seguendo il ramo  $TV=\text{costante}$ . Il gas viene poi raffreddato in modo isocoro e infine compresso e ricondotto allo stato iniziale seguendo una trasformazione  $TV^2=\text{costante}$ .
- (a) Esprimere, in funzione di  $r$ , il rendimento del ciclo;
  - (b) enunciare il teorema di Carnot e verificarne l'applicabilità al ciclo in esame;
  - (c) sapendo che  $n=5$  moli,  $T_0=300$  K ed  $r=4$  calcolare numericamente il lavoro prodotto e il calore assorbito in un ciclo di funzionamento;
  - (d) enunciare il teorema di Clausius e verificarne l'applicabilità al ciclo in esame;
  - (e) in caso di funzionamento inverso del ciclo si determini il suo coefficiente di prestazione esprimendolo in funzione di  $r$ : cosa succede se  $r\rightarrow 1$ ?
- (4) Si definisce il coefficiente di espansione termica  $\beta$  misurando la variazione dell'unità di volume con la temperatura secondo la relazione  $\beta=(dV/dT)/V$ . Calcolare di quanto cambia questo coefficiente nel caso di una trasformazione isoentropica di un gas ideale biammico la cui temperatura varia da 250 K a 280 K.