

Catania, 7 Luglio 2021

Prova completa: 1, 2, 3, 4 (2h)

Prima prova intermedia: 1, 2 (1h)

### Problema n.1

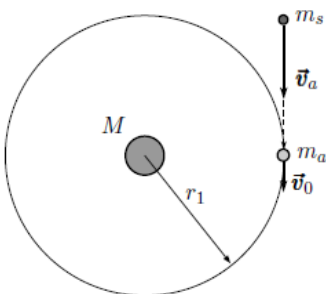
Un satellite di massa  $m_s=1000$  kg ruota intorno alla Terra in un'orbita circolare di raggio  $r_1=1.5 \cdot 10^4$  km (vedi figura). Per il satellite, determinare:

a) modulo  $v_0$  della sua velocità e modulo, direzione e verso (li si specifichi rispetto alla figura) del suo momento angolare rispetto al centro della Terra.

Ad un certo istante un'asteroide, di massa  $m_a=200$  kg, che si muove nel piano dell'orbita del satellite, lo colpisce in direzione parallela alla sua velocità (come mostrato in figura). Al momento dell'impatto con il satellite l'asteroide ha una velocità  $v_a=10v_0$ . Sapendo che la collisione tra i due è istantanea e perfettamente anelastica, determinare:

b) la velocità  $v$  del corpo (satellite + asteroide) subito dopo la collisione e l'energia che viene dissipata nell'urto.

c) Infine, pensando al moto del corpo (satellite + asteroide) dopo la collisione stabilire (giustificando la risposta) quale tipo di traiettoria (chiusa o aperta) esso seguirà.



### Problema n.2

Una sfera omogenea di massa  $M=30.0$  kg è posta in quiete su un piano orizzontale. Ad un certo istante la sfera viene colpita orizzontalmente, lungo la direttrice che passa per il suo centro, da un corpo puntiforme di massa  $m=200$  g che viaggia ad una velocità  $v_0=100$  m/s. L'urto tra i due è perfettamente elastico e la sfera, durante e dopo l'urto, non scivola sul piano.

Determinare i valori che, subito dopo l'urto, avranno le velocità:

a)  $v_1$  del corpo puntiforme;

b)  $v_{cm}$  del centro di massa della sfera.

### Problema n.3

Un recipiente cilindrico di sezione  $S=10^{-2}$  m<sup>2</sup> è diviso in due parti da un pistone libero di scorrere senza attriti. Nella parte sinistra (vedi figura) vi sono  $n=0.6$  moli di gas ideale biatomico. Nella parte destra è stato fatto il vuoto, ed è inserita una molla di costante elastica  $k=2000$  N/m. Inizialmente il

gas è alla temperatura ambiente  $T_A=300$  K, e la molla è compressa rispetto alla sua lunghezza di riposo della quantità  $\Delta x_A=0.4$  m. Il gas viene riscaldato ponendolo a contatto termico, attraverso la parete diatermica a sinistra del cilindro, con un serbatoio alla temperatura  $T_B$  (tutte le altre pareti del cilindro sono adiabatiche). Il gas si espande (N.B. trasformazione irreversibile) fino allo stato di equilibrio B in cui la molla è compressa di  $\Delta x_B=0.9$  m. Il serbatoio viene quindi rimosso, si blocca il pistone e si attende che si ristabilisca l'equilibrio termico con l'ambiente cosicchè il gas giunge allo stato C (N.B. trasformazione irreversibile). Infine, rimossa la molla e sbloccato nuovamente il pistone, si riporta il gas allo stato iniziale A con una compressione isoterma reversibile. Si determinino:

- il volume iniziale  $V_A$  del gas ed il lavoro  $W_{AB}$  compiuto dal gas nella trasformazione AB;
- la temperatura  $T_B$  del serbatoio ed il calore  $Q_{AB}$  scambiato dal gas nella trasformazione AB;
- il calore  $Q_{ced}$  ceduto nel ciclo ed il rendimento del ciclo;
- la variazione di entropia dell'universo nella trasformazione AB.



#### Problema n.4

Un blocco di ghiaccio di massa  $M=10$  kg, alla temperatura  $T_1=-4$  °C, è posto in un recipiente a pareti adiabatiche contenente una massa  $M'=70$  kg di acqua alla temperatura  $T_2=20$  °C.

- Calcolare il calore assorbito dal ghiaccio per portarsi alla temperatura  $0$  °C;
- Determinare la temperatura di equilibrio del sistema;
- Calcolare la temperatura di equilibrio e la composizione della miscela se la massa iniziale del ghiaccio è  $M=30$  kg.

Per il calore specifico del ghiaccio si usi  $c_{gh}=2100$  J/kgK, per quello dell'acqua  $c_a=4190$  J/kgK, per il calore latente di fusione  $L_f=3.33 \times 10^5$  J/kg.