

**CORSO di FISICA GENERALE I**  
***prova scritta d'esame – 2 luglio 2021***

1. Una carrucola omogenea di forma cilindrica (raggio  $R=9.55$  cm e massa  $M=6$  kg) è appesa al soffitto e vincolata a ruotare senza attriti attorno all'asse passante per il suo centro O, che si trova a quota  $H=2$  m dal pavimento. Una corda inestensibile e priva di massa con lunghezza  $L=3.3$  m passa sopra la carrucola e alle sue estremità sono appese due masse puntiformi diverse,  $m_1=1.5$  kg da un lato e  $m_2=4$  kg dall'altro. Il corpo  $m_1$  è collegato anche a una molla di lunghezza a riposo  $l_0=30$  cm e costante elastica  $k=245$  N/m e disposta verticalmente. L'altra estremità della molla è vincolata al pavimento sottostante.  
(1) In condizioni statiche, all'equilibrio, determinare la lunghezza della molla e la forza necessaria a sostenere la carrucola in O.  
Tirando poi  $m_2$  verso il basso fino a far sì che le due masse abbiano la stessa quota e lasciando andare  $m_2$  da ferma, si osserva il moto unidimensionale della massa  $m_1$ .  
(2) Scrivere l'equazione che ne descrive il moto, in funzione delle sole grandezze  $m_1, m_2, M, k, g, l_0$ ;  
(3) determinare il valore del periodo di oscillazione e la legge oraria per  $m_1$ ;  
(4) esprimere in funzione del tempo il momento angolare di  $m_1$  rispetto a O e quello della carrucola rispetto a  $m_1$ ;  
(5) determinare numericamente il valore massimo dell'energia cinetica della carrucola rispetto a un sistema di riferimento solidale con  $m_1$ .
2. Un satellite di massa  $m$  si trova a una data distanza  $D$  da un pianeta di massa  $M$  numericamente molto maggiore di  $m$ . I due corpi possono essere considerati sferici e con una densità omogenea. Il satellite possiede inizialmente una velocità di modulo  $v_0$  diretta perpendicolarmente al il raggio vettore che congiunge le due masse.  
(1) Quali grandezze fisiche sono conservate durante il moto? Giustificare formalmente la risposta.  
(2) mostrare che il satellite si trova nell'istante iniziale a una distanza massima oppure minima dal pianeta;  
(3) descrivere qualitativamente il tipo di traiettoria che compie il satellite in funzione del valore della velocità iniziale  $v_0$  e determinare i valori di massimo/minimo avvicinamento in caso di orbite chiuse - in funzione di  $G, M, D, v_0$  - rappresentando anche in forma grafica il risultato.
3. Una certa quantità di gas ideale monoatomico subisce un ciclo di trasformazioni quasi-statiche e senza attriti: a partire da uno stato iniziale di equilibrio il gas viene espanso a contatto con un primo termostato a temperatura  $T_1=300$  K. Di seguito si ha un'espansione adiabatica che porta il gas a una nuova temperatura  $T_2=260$  K. A partire da questo stato il gas viene ulteriormente espanso senza modificare la sua temperatura. Successivamente si inizia a comprimere il gas: prima adiabaticamente fino a portarlo a una temperatura  $T_3=280$  K, intermedia fra  $T_1$  e  $T_2$ , poi isotermicamente alla temperatura  $T_4$ ; infine per chiudere il ciclo viene eseguita un'ultima compressione adiabatica che riporta il gas allo stato iniziale.  
(1) sapendo che in un ciclo di funzionamento il gas produce un lavoro pari a 100 J e che nel tratto di compressione isoterma il gas cede l'energia pari a 6.5 kJ si calcolino i calori scambiati nei tratti di espansione isoterma;  
(2) si calcoli il rendimento del ciclo e lo si confronti con quello di una trasformazione di Carnot reversibile operante fra le stesse temperature estreme di quelle del caso in esame commentando il risultato;  
(3) sapendo poi che l'ammontare di gas è pari a  $n=1.8$  moli, si calcolino i rapporti di espansione e compressione in tutti i tratti del ciclo;  
(4) si calcolino le variazioni di entropia e di energia interna del gas in tutte le fasi del ciclo;  
(5) si rappresenti il più rigorosamente possibile (rispettando le scale numeriche) il ciclo in un diagramma PV e in un diagramma TS;
4. Un cilindro a tenuta termica perfetta è chiuso superiormente da un pistone di massa  $M=1250$  kg e sezione di  $80 \text{ cm}^2$ . Il pistone è anch'esso isolante e può scorrere liberamente. Nel cilindro sono contenute 3 moli di gas ideale monoatomico alla temperatura iniziale di 310 K. La pressione esterna al cilindro è quella atmosferica, costante e pari a 1 bar. Inizialmente il sistema è in equilibrio statico.  
(1) Calcolare l'altezza dal fondo del cilindro alla quale si trova inizialmente il pistone mobile;  
(2) nel cilindro si inserisce una resistenza elettrica che immette molto lentamente la quantità di energia  $Q=600$  cal. Si ottenga la temperatura finale del gas e di quanto si sposta il pistone durante la trasformazione;  
(3) si ottenga in corrispondenza di questo processo la variazione di entropia del gas, dell'ambiente esterno e dell'universo;  
(4) si calcoli che frazione di energia immessa dalla resistenza elettrica è stata utilizzata per sollevare il pistone.