

CORSO di FISICA GENERALE I – compito scritto – 23 gennaio 2026

- 1) Un vagone chiuso si muove orizzontalmente con accelerazione costante a . Una massa m si trova all'interno appoggiata sulla parete posteriore a un'altezza h dal pavimento del vagone. Si sa che tra la massa e la parete c'è attrito (statico, con coefficiente μ_s e dinamico, con coefficiente μ_D).
 - a) determinare il valore critico dell'accelerazione a_c del carrello che discrimina la caduta della massa dal suo rimanere alla quota iniziale h .
 - b) Per un'accelerazione del carrello pari ad $a_c/2$, determinare il tempo t_F che la massa impiega a raggiungere il pavimento, partendo da una velocità verticale nulla.
 - c) Posto $g=9.8 \text{ m/s}^2$, $h=1.2 \text{ m}$, $\mu_s=0.25$ e $\mu_D=0.08$ si ottengano i valori numerici di a_c e di t_F dei due punti precedenti.
 - d) Determinare, nelle condizioni cinematiche di cui al punto (b), la traiettoria che la massa compie nel riferimento inerziale solidale al suolo che vede il carrello muoversi partendo con una velocità orizzontale nulla.
 - e) Supponendo che vi sia poi attrito viscoso di Stokes con l'aria rappresentato da una costante β , si scriva l'equazione del moto della massa nel riferimento solidale con il carrello, si trovi un'espressione per la velocità della massa in funzione del tempo, sempre in questo riferimento e con le stesse condizioni cinematiche del punto (b) e si riporti la legge oraria della velocità in un grafico.
 - f) Si determinino le potenze messe in gioco dalle forze che agiscono sulla massa ponendosi in entrambe i riferimenti (solidale con il carrello e fermo al suolo) ancora nelle condizioni del punto (b) e si verifichi che le espressioni ottenute coincidono con le derivate temporali dell'energia cinetica, così confermando la validità del teorema lavoro-energia.

- 2) Una biglia viene lanciata lungo la salita di un piano inclinato secondo l'angolo θ . Il moto iniziale della biglia è di pura traslazione con velocità v_0 . Il piano presenta attrito per la sfera con coefficiente cinetico μ_C e, se necessario, è in grado di fornire l'attrito statico richiesto per consentire un rotolamento senza slittamenti. Il raggio geometrico della biglia è R e quello giratore rispetto al suo centro è K_O . Si osserva che la sfera inizia gradualmente a ruotare fino a raggiungere, dopo un tempo t_R , una condizione cinematica per la quale il punto di contatto con il piano è istantaneamente fermo.
 - a) Esprimere, in funzione di v_0 , μ_C , θ e R/K_O , la velocità v_R con la quale la biglia sta traslando all'istante t_R .
 - b) Si descriva il moto compiuto dalla biglia a partire dall'istante t_R in poi, dimostrando che dopo un ulteriore intervallo di tempo t_F la biglia si ferma e ottenendo un'espressione per t_F in funzione di v_R , g , θ e R/K_O .
 - c) Utilizzando come polo fisso il punto iniziale di contatto Q della biglia con il piano inclinato, si verifichi, per il tratto di salita fino all'inizio del rotolamento puro, che la seconda equazione cardinale predice correttamente il tempo t_R a partire dalla variazione del momento angolare riferita a Q .
 - d) Si misuri la velocità di traslazione che possiede la biglia nell'istante t_R e si ottiene il valore $v_R=11.0 \text{ cm/s}$. Sapendo che l'angolo di inclinazione del piano è $\theta=45^\circ$, $\mu_C=0.12$ e $v_0=80.0 \text{ cm/s}$ stabilire se la sfera lanciata è piena oppure cava.
 - e) Calcolare, utilizzando i valori numerici del punto precedente e sapendo anche che la massa della sfera è di 15 g , la sua variazione di energia cinetica nell'intervallo di tempo che va da t_R a t_F .

- 3) Un cilindro è realizzato con pareti conduttrici diatermiche ed è chiuso da un pistone mobile inizialmente bloccato; esso contiene 2 moli di gas biatomico in equilibrio a 30°C e alla pressione di 5 bar; l'ambiente esterno è alla pressione atmosferica di 1 bar. A un dato istante il pistone viene lasciato libero di scorrere e si attende che il gas si porti a una nuova condizione di equilibrio termodinamico. Si sa che $R=8.31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$.
- a) Calcolare il volume occupato dal gas nello stato di equilibrio raggiunto con il pistone sbloccato.
 - b) Calcolare il lavoro che il gas compie durante l'espansione.
 - c) Calcolare la variazione di entropia del gas, dell'ambiente e dell'universo termodinamico durante questa stessa trasformazione.
 - d) Ottenere una relazione quantitativa tra la variazione di entropia dell'universo, il lavoro compiuto dal gas e quello che il gas avrebbe potuto compiere se il processo fosse stato reversibile.
 - e) Calcolare le variazioni di entalpia e delle energie libere di Helmholtz ($U-TS$) e di Gibbs ($H-TS$) per il processo mettendo i risultati in relazione con il lavoro massimo ottenibile dal gas.
- 4) Un gas biatomico viene utilizzato per realizzare un ciclo termodinamico interamente reversibile composto da due rami isotermi e da due rami isocori. Il rapporto tra la pressione massima e quella minima del gas durante il ciclo è r_p ; il rapporto tra la temperatura massima e quella minima è r_T .
- a) Esprimere, in funzione di r_p e r_T , il rendimento η del ciclo quando viene fatto funzionare come macchina termica.
 - b) Esprimere, in funzione di r_p e r_T , il coefficiente di prestazione ω del ciclo quando viene fatto funzionare come macchina frigorifera.
 - c) Sapendo che $r_p=10$ e $r_T=2$ calcolare numericamente η e ω e commentare il risultato alla luce del teorema di Carnot.
 - d) Disegnare in scala il ciclo in un diagramma TS.