SAPIENZA Università di Roma
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

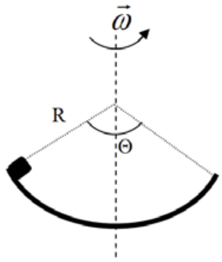
Corso di Fisica I
Proff. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti

Prova di esame del 2 febbraio 2023
a.a. 2022-23

Risolvere gli esercizi seguenti formulando la loro soluzione prima analiticamente e poi numericamente

1. In un piano cartesiano Oxy un punto materiale A si muove con velocità v_A = - 1 m/s lungo la retta x = 0. All'istante t=0 s si trova nel punto di coordinate (0,s) e da esso viene lanciato un oggetto con velocità in modulo v_A e diretta lungo il verso positivo dell'asse x. Allo stesso istante t=0 s un secondo punto materiale B parte con velocità iniziale nulla dal punto di coordinate (d,0), muovendosi con accelerazione costante a lungo la retta di equazione x = d. Determinare il valore di a tale che l'oggetto lanciato da A colpisca il punto materiale B. [s = 3d , d = 2 m]

2. Un corpo di massa m=0.1 kg, assimilabile ad un punto materiale, è poggiato sulla superficie interna scabra (μ_s=0.6) di una scodella (calotta sferica di raggio R= 30 cm) in rotazione attorno ad un asse verticale. Sapendo che sulla sezione della scodella, la posizione del corpo (vedi figura) è individuata da un angolo pari a θ = 60°, calcolare: ***a)*** la massima velocità angolare della scodella tale che il punto materiale si mantenga solidale al suo bordo; ***b)*** il valore della reazione vincolare normale in tale condizione.



3. Un marziano vuole stimare la massa della Terra. Per tale ragione ha costruito una bilancia a molla. Salendo sulla bilancia sul suo pianeta, Marte, ha ottenuto una deformazione di X = 3.68 cm. Arrivato sulla terra ripete l'esperimento ottenendo una deformazione X_1 = 10 cm. Sapendo che il marziano conosce il raggio della Terra (R_T = 6371 km), il raggio e la massa di Marte (R_M = 3390 km, M_M = 6.39 10^{23} kg) determinare la massa della Terra.

4. Calcolare il massimo rendimento di una macchina termica operante con un ciclo di Carnot mediante una mole di gas perfetto monoatomico che durante la compressione adiabatica dimezzi il suo volume. Calcolare successivamente e nelle stesse condizioni del primo quesito i valori di T_1 e T_2 a cui si svolgono le isoterme, ipotizzando che il calore ceduto sia pari a Q_c = -3200 J ed il volume in C (dopo l'espansione adiabatica) sia pari a 5 volte il volume iniziale.

5. Due corpi con capacità termica costante C = 480 J/K sono inizialmente alla stessa temperatura T_0 = 350 K e sono collegati mediante una macchina termica ciclica in grado di lavorare reversibilmente, inizialmente spenta. Il sistema è adiabatico. Si vuole raffreddare, mediante la macchina termica uno dei due corpi ad una temperatura finale T_1 = 300 K. Calcolare la temperatura finale T_2 dell'altro corpo e calcolare il lavoro L necessario.

Sezione TEORIA

Rispondere facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

T1. Spiegare le ragioni per le quali l'accelerazione di gravità non è in realtà diretta esattamente verso il centro della Terra. Dare una valutazione dello scostamento alle diverse latitudini.

T2. Spiegare perché un gas perfetto ha un'energia interna funzione solo della temperatura.

SAPIENZA Università di Roma
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

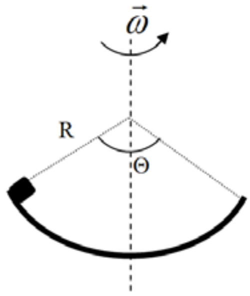
Corso di Fisica I
Proff. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti

SOLUZIONI - Prova di esame del 2 febbraio 2023
a.a. 2022-23

1. Il corpo lanciato da A si muove con velocità che ha componenti $v_x = v_A$ e $v_y = -v_A$. Interseca pertanto la traiettoria del punto materiale B nel punto (d,s-d) che raggiunge all'istante $t^* = d/v_A$. Affinché il punto B transiti nello stesso punto allo stesso istante dovrà essere: $(s-d) = \frac{1}{2} a\, t^{*2}$ da cui $a = 4\, v_A^2/d =$ **2 m s^{-2}**

---

2. Nel sistema di riferimento non inerziale solidale alla scodella si ha che:



$$\begin{cases} mg\sin(\Theta/2) - m\omega^2 R\sin(\Theta/2)\cdot\cos(\Theta/2) + A_s = 0 \\ mg\cos(\Theta/2) + m\omega^2 R(\sin(\Theta/2))^2 - R_N = 0 \end{cases}$$

Imponendo la condizione di staticità $A_s \le \mu_s R_N$ si ottiene $\boldsymbol{\omega} \le 7{,}7$ rad/s

da cui si ricava che: ***R_N = 1.3 N***

---

3. Sul pianeta Marte: $Gm\, M_M/R_M^2 = -kX$. All'arrivo sulla terra: $GmM_T/R_T^2 = -kX_1$. Risolvendo rispetto ad m: $kX\, R_M^2/(GM_M) = kX_1 R_T^2/(GM_T)$ da cui $M_T = 6\ 10^{24}$ kg indipendentemente dal valore della costante k della molla.

---

4. Il massimo rendimento sarà pari a $\boldsymbol{\eta} = 1 - T1/T2 = 1 - (V_A/V_D)^{\gamma-1}$ = 37%. Il calore ceduto è pari a $nRT_1 \ln (V_D/V_C) = n RT_1 \ln (V_D/V_A * V_A/V_C)$ da cui T_1 = 420 K e T_2 = 667 K.

---

5. Per una trasformazione reversibile la variazione di entropia dell'universo è nulla. Pertanto $\Delta S_{univ}=\Delta S_{macchina}+\Delta S_{ambiente}= 0$. Sarà quindi nulla la variazione di entropia delle sorgenti $\Delta S_1 + \Delta S_2 = 0$ dove $\Delta S_1 = C \ln(T_1/T_0)$ e $\Delta S_2 = C \ln(T_2/T_0)$ Considerato che $\Delta S_1 = - \Delta S_2$ allora $T_2 = T_0^2/T_1$ = 408 K. Per il primo principio della termodinamica $\Delta U = Q - L$ ed essendo per la macchina termica $\Delta U = 0$, si ha che: $L = Q = Q_1 + Q_2$. Considerato che $Q_1 = - C (T_1 - T_0)$ e $Q_2 = - C (T_2 - T_0)$ da cui $\boldsymbol{L}$ = **= - 3840 *J*.**
