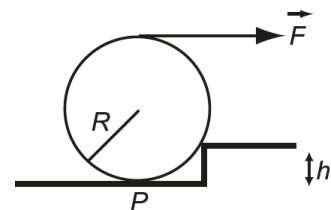




Risolvere gli esercizi seguenti formulando la loro soluzione prima analiticamente e poi numericamente.

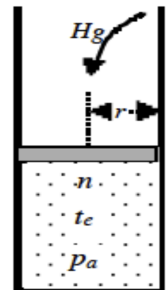
1. Due automobili A e B, assimilabili a punti materiali, partono contemporaneamente con velocità nulla dallo stesso luogo, muovendosi di moto rettilineo lungo due direzioni che formano fra loro un angolo ϑ . L'automobile A si muove con accelerazione $a_A = k_A t^{1/2}$ mentre l'automobile B si muove con accelerazione $a_B = k_B t$. Determinare con quale velocità il guidatore dell'automobile B vede muoversi l'automobile A dopo 2.5 secondi dalla partenza. ($\vartheta = 60^\circ$; $k_A = 0.25 \text{ m s}^{-5/2}$; $k_B = 0.3 \text{ m s}^{-3}$)

2. Una ruota di massa $M=1.75 \text{ kg}$ e raggio R è in equilibrio su di un piano orizzontale liscio sotto l'azione di una forza orizzontale F , applicata sulla sommità della ruota, che la spinge verso un gradino scabro di altezza $h = R/2$. Determinare il valore minimo della forza F se si vuole che la reazione vincolare esercitata dal piano sulla ruota nel punto di contatto al suolo (P) sia nulla. (Si consideri l'attrito tra ruota e gradino sufficiente ad evitare lo slittamento)



3. Un recipiente a pareti rigide di base S e altezza $h = 1 \text{ m}$ è interamente riempito di acqua. Se viene lanciato verso l'alto con accelerazione a in modulo pari a $2g$, si determini la pressione sul fondo del recipiente.

4. Un cilindro diatermico, di raggio $r = 25 \text{ cm}$ è provvisto di un pistone metallico di massa trascurabile che può scorrere senza attrito. Fra il pistone e il fondo sono contenute $n=3.5$ moli di un gas perfetto biatomico in equilibrio con l'ambiente esterno ($p_e = 1 \text{ atm}$; $T_e = 30^\circ \text{C}$). **a)** Si calcoli la distanza h del pistone dal fondo. Si versa sul pistone molto lentamente del mercurio ($\rho = 13.6 \text{ g/cm}^3$). Si calcoli: **b)** quanti litri di mercurio occorre versare perché alla fine della trasformazione il volume dell'aria nel cilindro sia pari a due terzi del volume iniziale; **c)** i valori di L , Q e ΔU dell'aria nella trasformazione reversibile avvenuta.



5. Due moli di gas perfetto monoatomico sono contenute in un recipiente. Partendo da uno stato iniziale A , il gas viene sottoposto a due trasformazioni consecutive:
I: espansione libera con cui il gas viene portato ad un volume finale V_B triplo di quello iniziale V_A ;
II: compressione isoterma reversibile alla fine della quale il gas riacquista il suo volume iniziale V_A .
Calcolare la variazione di entropia dell'Universo.

Sezione TEORIA

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

- T1. Dimostrare che la variazione di Energia Meccanica è uguale al Lavoro fatto dalle Forze non conservative.
T2. Utilizzando il piano di Gibbs (T,S): 1) disegnare un ciclo di funzionamento di una macchina di Carnot che utilizzi un gas perfetto; 2) ricavare le espressioni analitiche delle trasformazioni isocore e isobare.



SAPIENZA Università di Roma
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

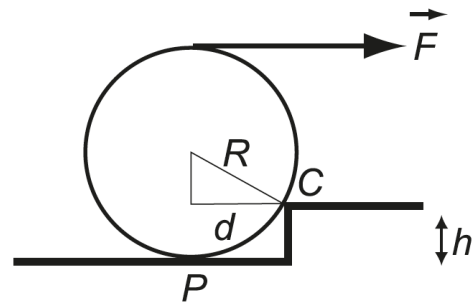
Corso di Fisica I
Prof. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti



SOLUZIONI della prova di esame del 4 settembre 2023
APPELLO ordinario – a.a. 2022-23

- E1. La velocità calcolata per $t = 2.5$ s risulta pari a $v_A = \frac{2}{3} k_A t^{3/2} = 0.66$ m/s. Per v_B allo stesso tempo si ha $\frac{1}{2} k_B t^2 = 0.94$ m/s. La velocità relativa si calcola come $v_A' = v_A - v_B$ da cui: $v_A'{}_x = v_A \cos \vartheta - v_B$ e $v_A'{}_y = v_A \sin \vartheta$. La velocità ha modulo $v_A' = 0.83$ m/s e angolo rispetto alla direzione di A pari a $\vartheta' = -43^\circ = -0.75$ rad

- E2. La reazione vincolare in P è normale al piano essendo quest'ultimo liscio. Prendendo il punto di contatto C tra ruota e gradino come polo, la seconda equazione cardinale della dinamica dei sistemi di punti si scrive all'equilibrio, considerando nulla la reazione in P:



$$F(2R - h) - Mgd = 0 \Rightarrow F = \frac{Mgd}{(2R - h)}$$

Essendo $R = 2h$ si ha che $d = \sqrt{R^2 - h^2}$ e $F = Mg/\sqrt{3} = 9.9$ N

- E3. Considerando il sistema di riferimento solidale con il recipiente, l'acqua è soggetta ad una accelerazione di gravità apparente $g' = g + a = 3g$. Essendo le pareti del recipiente rigide, la pressione sul fondo è $P = \rho g' h = 29.4$ kPa.

E4. a) Utilizzando l'equazione di stato dei gas perfetti si ha : $V = \pi r^2 h = n R T / P$ e si ottiene:

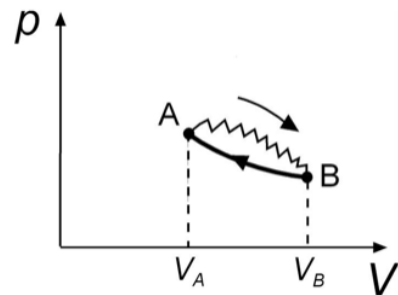
$$h = (nRT) / \pi r^2 P = \mathbf{0.44 \text{ m}}$$

b) La trasformazione eseguita dal gas è isoterma. Perché alla fine il volume sia $2/3$ del volume iniziale, la pressione dovrà essere $3/2$ di quella iniziale e quella esercitata dalla massa di mercurio sul pistone dovrà essere pari a 50.5 kPa. Il volume di mercurio si calcola imponendo $50.5 \text{ kPa} = m_{\text{Hg}} g / \pi r^2 = \rho V_{\text{Hg}} g / \pi r^2$ da cui:

$$V_{\text{Hg}} = 0.0743 \text{ m}^3 = \mathbf{74.3 \text{ litri}}$$

c) Per l'isoterma reversibile avremo: $L = n R T \ln(V_f / V_i) = Q$ e $\Delta U = 0$. Considerando che $V_f = 2/3 V_i$ abbiamo $L = Q = \mathbf{-3.6 \text{ kJ}}$

E5. La trasformazione è un ciclo, dal momento che l'espansione libera (A->B) non cambia la T del gas che quindi dopo la seconda trasformazione ritorna al suo stato iniziale.



$$\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{gas}} + \Delta S_{\text{sorgente}}$$

$$\text{ciclo} \Rightarrow \Delta S_{\text{gas}} = 0$$

$$\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sorgente}} = -\frac{Q_{\text{gas}}^{\text{isoterma}}}{T_A} = 2R \ln 3 \approx 18.26 \text{ J/K}$$