Secondo Compito Parziale di Fisica
07/12/17 - Fila A

Istruzioni:

- scrivere sul foglio in modo chiaro nome, cognome, fila e anno di corso
- numerare le pagine
- si può usare una calcolatrice scientifica come unico strumento per fare i calcoli
- le $\star$ rappresentano i punti massimi acquisibili per ogni domanda di un esercizio (totale: 35 punti)
- fare particolare attenzione alle unità di misura e alla distinzione tra vettori e scalari (-0.5 punti ad errore)
- cercare di commentare lo svolgimento dell'esercizio e dimostrare di saper analizzare i risultati dei calcoli, soprattutto se ritenuti non corretti, in maniera critica
- evitare di scrivere elenchi di formule che non sono direttamente connesse con i passaggi usati per lo svolgimento
- scrivere il testo in Italiano o in Inglese

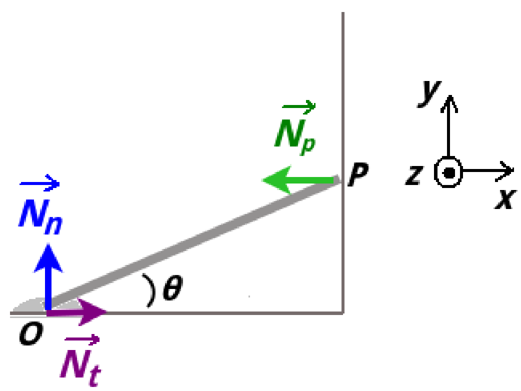

Figura 1

Esercizio 1

Come riportato in figura 1, una sbarra omogenea di massa $m = 10.0$ kg e lunghezza $l = 2.00$ m è libera di ruotare attorno ad un suo estremo O per via di una cerniera posta in esso. La cerniera esercita le forze vincolari $\vec{N}_t$ e $\vec{N}_n$. Con l'altro estremo, la barra è appoggiata in P ad un muro privo di attrito, che esercita una forza vincolare $\vec{N}_P$. La sbarra forma con il suolo un angolo $\theta = \frac{\pi}{6}$. Nel sistema di riferimento l'accelerazione di gravità è $\vec{g} = -g\hat{j}$

a) (★ ★ ★★) dopo aver applicato correttamente la forza peso della sbarra, trovare le equazioni dei momenti torcenti $\vec{\tau}_m$ e $\vec{\tau}_P$ di $m\vec{g}$ e $\vec{N}_P$ rispetto al polo O.

b) (★ ★ ★★) Trovare $|\vec{N}_P|$, $|\vec{N}_n|$ e $|\vec{N}_t|$ in condizioni di equilibrio.

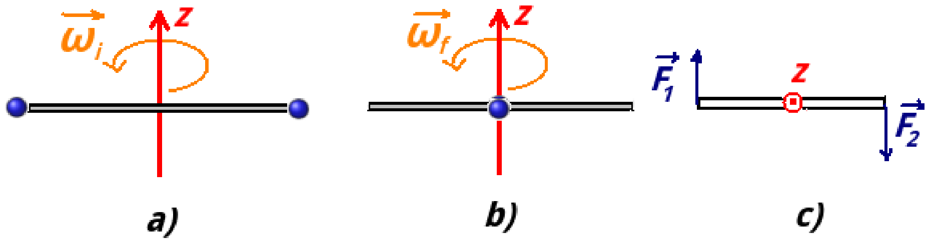

Figura 2

Esercizio 2

Una sbarra di massa $M = 10.0$ kg e lunghezza $L = 4.00$ m in figura 3-a) ha attaccate alle due estremità due corpi schematizzabili come punti materiali e di massa $m = 2.00$ kg. La sbarra ruota attorno all'asse z passante per il suo centro di massa ad una velocità angolare $\omega_i = 2.00$ rad/s.

a) (★★) Quale è il momento d'inerzia I complessivo del sistema intorno all'asse z?

In un certo istante, a causa dell'intervento di non meglio specificate forze interne, le due masse si spostano fino a raggiungere entrambe l'asse z (figura 3-b)).

b) (★★) Qual è la nuova velocità angolare ω_f del sistema?

Viene a questo punto applicata una coppia di forze come in figura 3-c) (vista dall'alto). Il modulo del momento torcente della coppia è $\tau = 5.00$ Nm.

b) (★ ★ ★) Quale è la nuova velocità angolare ω_{f2} dopo un tempo $t' = 1.00$ s?

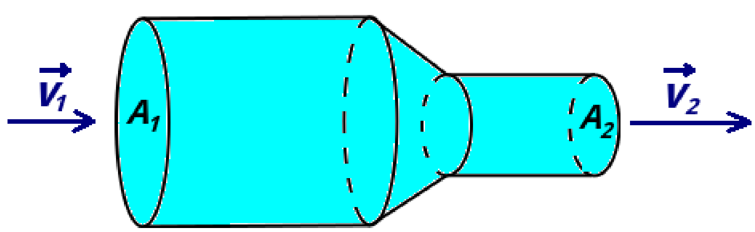

Figura 3

Esercizio 3

In figura 3, dell'acqua scorre attraverso un tubo orizzontale che si restringe da una sezione $A_1 = 1.20 \cdot 10^{-3}$ m^2 a $A_2 = 0.500 \cdot 10^{-3}$ m^2. La differenza di pressione $\Delta P = P_1 - P_2$ nelle due sezioni del tubo è $5.40 \cdot 10^3$ Pa.

a) (★ ★ ★ ★ ★) Qual è la portata volumica R_v nel tubo? (suggerimento: scrivere i moduli delle velocità $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ in funzione di R_v.).

Esercizio 4

Prima della partenza, un automobilista misura con un manometro la pressione degli pneumatici, rilevando una pressione relativa P_{r1} di 214 kPa. La temperatura T_1 è 15.0°C. Dopo alcune ore di guida, l'automobilista misura nuovamente la pressione e trova una pressione relativa di P_{r2} di 241 kPa. Trattare il gas all'interno degli pneumatici come un gas perfetto biatomico (n = 1.50 mol) e considerare trascurabile la variazione di volume degli pneumatici (trasformazione a volume costante).

a) (★★) Trovare le pressioni assolute del gas P_1 e P_2 degli pneumatici nei due casi.

b) (★★) Trovare la temperatura T_2 corrispondente alla seconda misura.

c) (★ ★ ★) Calcolare la variazione di entropia avvenuta nel gas.

** Esercizio 5

Un ciclo reversibile, con $n = 2.00$ mol di azoto (N_2), rappresenta il funzionamento di una macchina termica a 4 tempi. Le trasformazioni sono:

$1 \rightarrow 2$ isocora

$2 \rightarrow 3$ espansione isobara

$3 \rightarrow 4$ isocora

$4 \rightarrow 1$ compressione isobara

La pressione in 1 è P_1 = 0.500 bar. La pressione in 2 è P_2 = 0.800 bar. Il volume in 1 è V_1=0.100 m^3 e in 4 è V_4 = 0.150 m^3. Il gas può essere considerato un gas perfetto.

a) (★★) Disegnare la trasformazione sul diagramma di Clapeyron e calcolare il lavoro durante tutte le trasformazioni

b) (★ ★ ★) Calcolare il calore scambiato durante ogni trasformazioni

c) (★ ★ ★) Calcolare il rendimento η della macchina e confrontarlo con quello della macchina di Carnot operante fra le stesse temperature estreme della macchina in questione (espressi in %)

gas perfetto	n_l	C_V/R	C_P/R	$\gamma = C_P/C_V$
monoatomico	3	3/2	5/2	5/3
biatomico	5	5/2	7/2	7/5
poliatomico	6	3	4	4/3

Relazioni utili

Momenti di Inerzia baricentrici di solidi omogenei:

- Sbarretta = $\frac{1}{12}mL^2$
- Sfera = $\frac{2}{5}mr^2$
- Cilindro = $\frac{1}{2}mr^2$

- densità acqua $\rho = 1.00 \cdot 10^3$ kg/m^3
- calore specifico dell'acqua c_a = 1.00 cal/(g°K)
- calore specifico ghiaccio c_g = 0.500 cal/(g°K)
- calore specifico rame c_{cu} = 0.0920 cal/(g°K)
- calore latente di fusione ghiaccio $\mathcal{L}$ = 333 kJ/kg
- 1 cal = 4.186 J

- $\Delta S = \int_a^b \frac{\partial Q}{T}$
- $\int_a^b \frac{dx}{x} = \ln\left(\frac{x_b}{x_a}\right)$
- $\eta = \frac{L}{Q_{as}}$
- $\eta_c = 1 - \frac{T_f}{T_c}$
- $R = 8.31$ Jmol^{-1}K^{-1}
- P_0 = 1.000 atm = 1.013·10^5 Pa=1.013 bar

Trasformazione adiabatica:

- PV^γ=costante
- $\frac{T^\gamma}{P^{\gamma-1}}$=costante
- $TV^{\gamma-1}$=costante