



FACOLTA' DI INGEGNERIA

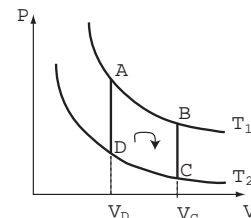
Corso di laurea in ingegneria elettrica e ingegneria meccanica

Anno Accademico 2008-2009

Prova scritta dell'esame di Fisica I (9 CFU) - 13 novembre 2009

*Risolvete i seguenti esercizi formulando la soluzione dapprima in termini analitici, quindi in termini numerici.*

1. All'istante  $t = 0$  un punto materiale inizia a muoversi nel piano  $xy$  lungo una traiettoria le cui equazioni parametriche sono:  $x(t) = t + 2t^2$  e  $y(t) = t^3$ . Determinare il modulo della velocità vettoriale del punto nell'istante  $\bar{t} = 1$  s.
2. Una forza costante  $F = 10$  N è applicata, dall'alto verso il basso, con una inclinazione  $\alpha = 30^\circ$  rispetto all'orizzontale a un blocco di massa  $m = 2$  kg in quiete su di un piano scabro orizzontale. Sapendo che per effetto della forza  $F$  il blocco raggiunge una velocità  $v = 8$  m/s in un tempo  $t = 3.6$  s, calcolare il coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d$  tra blocco e piano.
3. Un'asta omogenea di massa  $m = 1$  kg e lunghezza  $l = 1$  m è appesa per un estremo  $O$  (vincolo senza attrito) in un piano verticale e, mentre si trova in equilibrio, viene colpita perpendicolarmente nell'estremo libero con un impulso  $J$ . Determinare  $J$  sapendo che, in seguito al colpo, l'asta raggiunge la posizione orizzontale con velocità nulla.
4. Calcolare il rendimento del ciclo reversibile illustrato nella figura, svolto da un gas perfetto monoatomico. Il ciclo è composto da due trasformazioni isoterme ( $AB$  e  $CD$ ) e da due trasformazioni isocore ( $BC$  e  $DA$ ). ( $T_1 = 400$  K,  $T_2 = 300$  K,  $V_C/V_D = 2$ )



5. **NOTA: Questo esercizio è solo per coloro che devono sostenere l'esame di Fisica I da 9 crediti**

Un grosso blocco di metallo alla temperatura  $T_0 = 500$  K viene immerso in un recipiente termicamente isolato e di capacità termica trascurabile contenente  $m = 10$  kg di acqua alla temperatura  $T_1 = 300$  K: raggiunta l'acqua una temperatura  $T_2 = 350$  K, il blocco viene estratto dall'acqua. Supponendo la capacità termica del blocco molto grande, ovvero potendo considerare la sua temperatura costante, calcolare la variazione di entropia del sistema blocco-acqua.

*Rispondete concisamente e con precisione alle seguenti domande.*

1. Spiegate perchè l'energia potenziale è definita a meno di una costante.
2. Ricavate la disuguaglianza di Clausius.

**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I (9 CFU) DEL 13/11/09**  
**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRICA E INGEGNERIA MECCANICA**

**Esercizio N. 1**

$$\dot{x}(t) = 1 + 4t \Rightarrow \dot{x}(\bar{t}) = 5 \text{ m/s} \qquad \dot{y}(t) = 3t^2 \Rightarrow \dot{y}(\bar{t}) = 3 \text{ m/s}.$$

Quindi:

$$v(\bar{t}) = \sqrt{\dot{x}(\bar{t})^2 + \dot{y}(\bar{t})^2} = 5.8 \text{ m/s}.$$

**Esercizio N. 2**

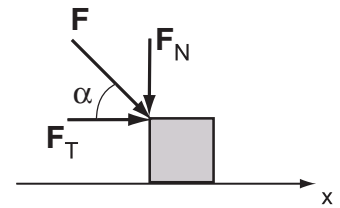
$$F_T = F \cos \alpha \quad \text{e} \quad F_N = F \sin \alpha.$$

Il moto del blocco è uniformemente accelerato; infatti la sua accelerazione vale

$$a = \frac{F \cos \alpha}{m} - \mu_d \left( g + \frac{F \sin \alpha}{m} \right).$$

Poichè  $v = v_0 + at \Rightarrow a = \frac{v}{t} = 2.2 \text{ m s}^{-2}$ . Pertanto:

$$\mu_d = \frac{\frac{F \cos \alpha}{m} - a}{g + \frac{F \sin \alpha}{m}} = 0.17.$$



**Esercizio N. 3**

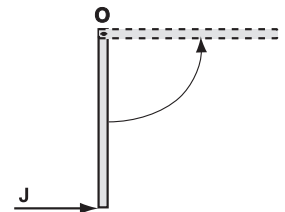
Durante il colpo (urto) si conserva il momento della quantità di moto rispetto al punto  $O$ , quindi:

$$Jl = I_0 \omega \Rightarrow J = \frac{I_0 \omega}{l}$$

dove  $I_0 = \frac{1}{3}ml^2$  e  $\omega$  la velocità angolare dell'asta subito dopo il colpo. Quest'ultima può essere calcolata applicando il principio di conservazione dell'energia meccanica tra lo stato iniziale (asta verticale) e quello finale (asta orizzontale):

$$\frac{1}{2}I_0\omega^2 = mg\frac{l}{2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3g}{l}} = 5.4 \text{ rad s}^{-1}$$

Pertanto:  $J = 1.8 \text{ N s}$ .



**Esercizio N. 4**

$$\eta = \frac{L}{Q_{ASS}} = \frac{Q_{ASS} + Q_{CED}}{Q_{ASS}} = 1 + \frac{Q_{CED}}{Q_{ASS}}$$

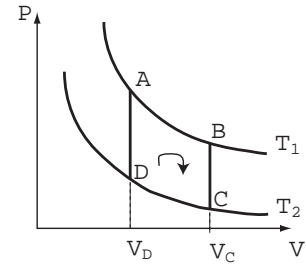
$$Q_{AB} = nRT_1 \ln \frac{V_B}{V_A} = nRT_1 \ln 2 > 0$$

$$Q_{BC} = nc_V(T_2 - T_1) < 0$$

$$Q_{CD} = nRT_2 \ln \frac{V_D}{V_C} = nRT_2 \ln \frac{1}{2} < 0$$

$$Q_{DA} = nc_V(T_1 - T_2) > 0$$

$$\text{Quindi: } \eta = 1 + \frac{T_2 \ln \frac{1}{2} + \frac{3}{2}(T_2 - T_1)}{T_1 \ln \frac{1}{2} + \frac{3}{2}(T_1 - T_2)} = 16.2\%$$

**Esercizio N. 5**

$$\Delta S = \Delta S_A + \Delta S_B$$

$$\Delta S_A = \int_{T_1}^{T_2} cm \frac{dT}{T} = cm \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Delta S_B = \frac{1}{T_0} \int (dQ_B)_{REV} = -\frac{1}{T_0} \int_{T_1}^{T_2} cm dT = -cm \frac{T_2 - T_1}{T_0}$$

$$\Delta S = cm \left( \ln \frac{T_2}{T_1} - \frac{T_2 - T_1}{T_0} \right) = 2.3 \times 10^3 \text{ J/K}$$