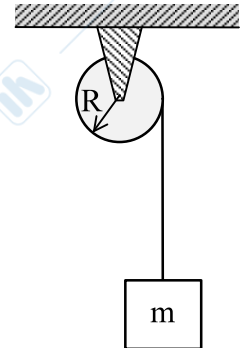




## FISICA (seconda verifica in itinere)

Proff. Della Valle, Nisoli, Torricelli

1) Un disco di raggio  $R$  può ruotare attorno ad un asse orizzontale fisso passante per il suo centro. Sul disco è avvolto un filo inestensibile e di massa trascurabile, cui è appeso un blocco di massa  $m$ . Il blocco viene lasciato libero di cadere. Trascurando ogni forma di attrito, si calcoli l'accelerazione del blocco e la tensione della fune. Si consideri noto il momento di inerzia  $I$  del disco rispetto all'asse di rotazione.



2) Un gas ideale monoatomico compie una trasformazione quasistatica in cui il calore assorbito in ogni tratto infinitesimo è 4 volte il lavoro prodotto (cioè  $\delta Q = 4\delta L$ ). Si ricavi l'equazione della trasformazione.

3) Si enunci il teorema (disuguaglianza) di Clausius e lo si utilizzi per derivare il principio di accrescimento dell'entropia.

4) Una macchina termica assorbe in ogni ciclo una quantità di calore  $Q_2 = 5$  kJ da una sorgente a temperatura  $T_2 = 500$  K e cede calore a una sorgente alla temperatura  $T_1 = 300$  K. La variazione di entropia dell'universo in ogni ciclo è  $\Delta S = 5$  J/K. Si determini:

- il lavoro prodotto in ogni ciclo;
- il rendimento della macchina.

### Modalità d'esame:

Gli studenti di FISICA (12 CFU) sono chiamati a rispondere a tutti i quesiti.

Gli studenti di FISICA A+B (10 CFU) o di FISICA A+C (10 CFU) sono chiamati a rispondere ai quesiti 2), 3) e 4).

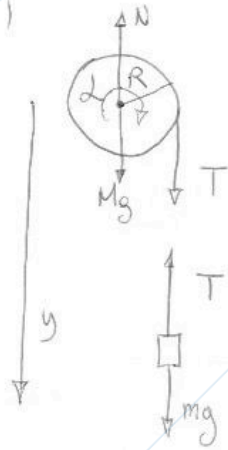
Si ricorda di:

- Scrivere in stampatello NOME, COGNOME e numero di MATRICOLA ,
- **FIRMARE** l'elaborato,
- **MOTIVARE** e **COMMENTARE** adeguatamente le formule utilizzate.



Soluzione.

1)



$$M: T + Mg - N = 0$$

$$TR = I\alpha$$

$$m: mg - T = m a_m$$

$$\text{vincolo cinematico: } a_m = \alpha R$$

$$\begin{cases} T = m(g - \alpha R) \\ TR = I\alpha \end{cases} \text{ sistema di } \begin{matrix} 2 \text{ eq. in } 2 \text{ inc.} \\ \alpha \text{ e } T \end{matrix}$$

$$mgR - m\alpha R^2 = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{mgR}{I + mR^2}$$

$$\text{Ricaviamo infine } a_m = \alpha R = \frac{mR^2}{I + mR^2} g$$

$$\text{e } T = \frac{I\alpha}{R} = \frac{Img}{I + mR^2}$$

2)

In base al I principio della TD,

$$\delta Q = \delta L + dU$$

Trattandosi di un gas ideale monoatomico sappiamo che  $dU = n c_v dT = n \frac{3}{2} R dT$ , quindi

$$\delta Q = p dV + n \frac{3}{2} R dT = 4 p dV$$

$$n \frac{3}{2} R dT = 3 p dV$$

$$n R dT = 2 p dV = 2 \frac{n R T}{V} dV$$

(facendo uso della equazione di stato  $pV = nRT$ ).

$$\frac{dT}{T} = 2 \frac{dV}{V}$$

$$\text{Integrando otteniamo } \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) = 2 \ln\left(\frac{V}{V_0}\right) = \ln\left(\frac{V}{V_0}\right)^2$$

che possiamo riscrivere come

$$\ln(TV^{-2}) = \text{costante} \quad \text{o} \quad TV^{-2} = \text{costante}$$

Si ricorda di:

- Scrivere in stampatello NOME, COGNOME e numero di MATRICOLA,
- **FIRMARE** l'elaborato,
- **MOTIVARE** e **COMMENTARE** adeguatamente le formule utilizzate.



3)

In ogni trasformazione ciclica di un sistema chiuso vale la seguente relazione

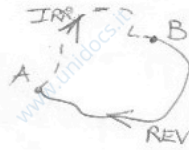
$$\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$$

ove l'uguaglianza vale solo se la trasformazione è reversibile, e  $dQ$  rappresenta la quantità di calore che il sistema (che compie la trasformazione) scambia con la sorgente a temperatura  $T$ .

Consideriamo ora una generica trasformazione ciclica composta però di una trasf. irreversibile da A a B e una reversibile da B a A

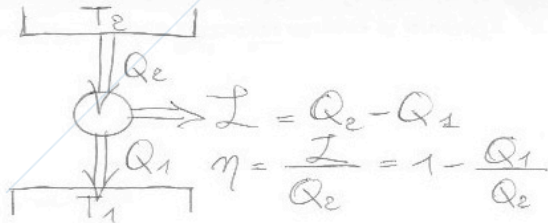
$$\int_{A, IRR}^B \frac{dQ}{T} + \int_{B, REV}^A \frac{dQ}{T} = \oint \frac{dQ}{T} \leq 0$$

$$\Rightarrow \Delta S_{AB} \triangleq \int_{A, REV}^B \frac{dQ}{T} \geq \int_{A, IRR}^B \frac{dQ}{T}$$



Se ora considero un sistema isolato, allora  $dQ=0$  in qualsiasi trasformazione e si trova il generalissimo risultato che l'entropia di un sistema isolato aumenta sempre:  $\Delta S_{AB} \geq 0$

4)



$\Delta S_s = 0$  in un ciclo ( $S$  è f.no di stato...)

$\Delta S = \Delta S_A$  (variaz. di entropia delle sorgenti) in un ciclo termodinamico.

$$\Delta S_A = \Delta S_1 + \Delta S_e = -\frac{Q_e}{T_e} + \frac{Q_1}{T_1} = \Delta S$$

Si ricava  $Q_1 = \Delta S T_1 + \frac{Q_e T_1}{T_e}$  e infine

$$L = Q_2 - Q_1 = Q_e \left(1 - \frac{T_1}{T_e}\right) - \Delta S T_1 =$$

$$= \eta_c Q_e - \Delta S T_1 = 500 \text{ J}$$

↑ rendimento della macchina di Carnot ideale che lavora tra  $T_1$  e  $T_2$ .

$$\eta = \eta_c - \frac{\Delta S T_1}{Q_e} = 0.1 \text{ (10\%)}$$

Si ricorda di:

- Scrivere in stampatello NOME, COGNOME e numero di MATRICOLA,
- **FIRMARE** l'elaborato,
- **MOTIVARE** e **COMMENTARE** adeguatamente le formule utilizzate.



www.unidocs.it

www.unidocs.it

www.



www.unidocs.it

www.unidocs.it



www.unidocs.it

www.unidocs.it



www.unidocs.it

www.unidocs.it

Si ricorda di:

- Scrivere in stampatello NOME, COGNOME e numero di MATRICOLA ,
- **FIRMARE** l'elaborato,
- **MOTIVARE** e **COMMENTARE** adeguatamente le formule utilizzate.