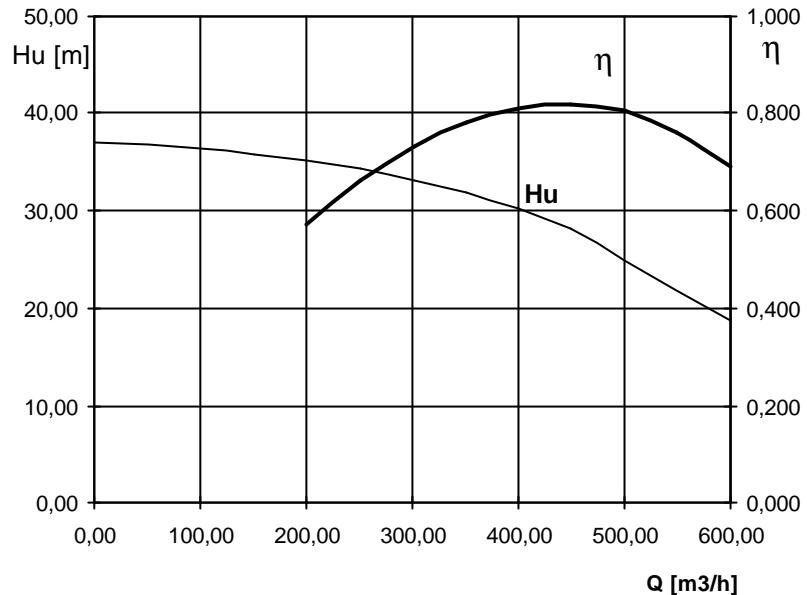


**Esercizi sulle turbopompe.**

24) Una turbopompa, ruotando alla velocità di 2500 giri/min, presenta la caratteristica mano-metrica indicata a fianco. Essa viene impiegata per trasferire acqua tra due serbatoi i cui peli liberi sono posti ad una differenza di quota pari a 15 m. Si calcoli a quale velocità di rotazione la pompa dovrà ruotare affinché la portata d'acqua da essa inviata si annulli. Facendo ruotare la pompa a tale velocità angolare, si determini la portata che la pompa è in grado di mandare qualora la prevalenza manometrica richiesta si riduca a 10 m.



Facendo ruotare la pompa a tale velocità angolare, si determini la portata che la pompa è in grado di mandare qualora la prevalenza manometrica richiesta si riduca a 10 m.

*(La condizione di funzionamento indicata nella seconda parte dell'esercizio prevede ovviamente che la turbopompa venga installata in un altro circuito, in quanto in un circuito aperto la prevalenza manometrica è pari alla somma della prevalenza geodetica e delle perdite di carico nel circuito mentre la sola prevalenza geodetica del primo circuito è di 15 m).*

25) Una pompa idraulica centrifuga, alla velocità di rotazione di 1450 giri/min, lavora in condizioni di massimo rendimento con prevalenza  $H_{u0} = 80$  m e portata  $Q_0 = 2$  m³/s. Si vuole utilizzare tale pompa, facendola funzionare in condizioni di massimo rendimento, tra due serbatoi i cui peli liberi sono posti ad un dislivello  $H_g = 160$  m. La tubazione utilizzata dà luogo ad una perdita di carico (perdite concentrate + perdite distribuite) di 1 m quando è attraversata da una portata di 1 m³/s. Calcolare la velocità a cui far ruotare la pompa e la portata che essa invia.

*(Si noti che il punto di funzionamento della pompa dovrà giacere sia sulla parabola che passa per l'origine ed il punto  $(Q_0, H_{u0})$ , in modo da garantire il funzionamento in similitudine con il punto a massimo rendimento a  $n = 1450$  giri/min, sia sulla parabola che rappresenta la caratteristica esterna  $H_g + kQ^2$ ).*

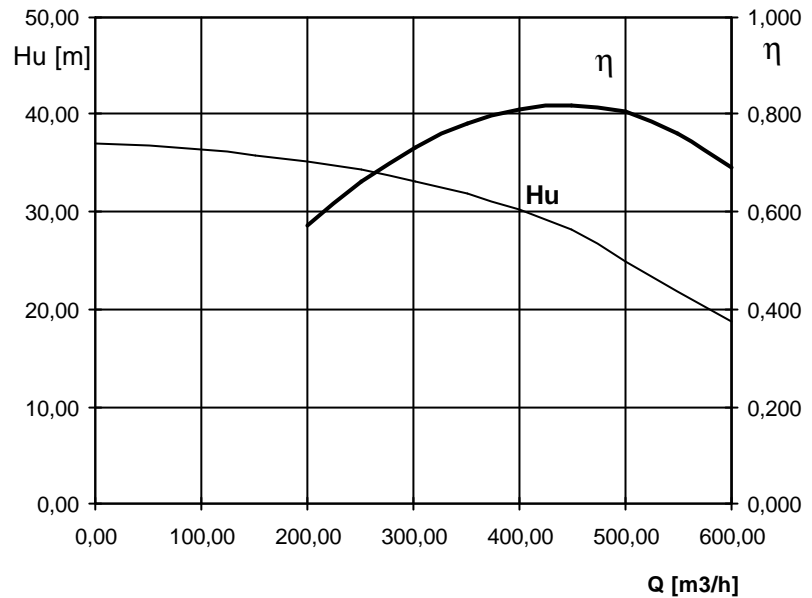
26) Una pompa centrifuga monostadio deve far circolare 80 l/s di acqua in un circuito che richiede una prevalenza di 20 m. La pompa prescelta ha un diametro della bocca di aspirazione di 18 cm e funziona a 1600 giri/min con rendimento  $\eta_v = 0.80$ . Calcolare la potenza assorbita dalla pompa ( $\eta_m = 0.97$ ) ed il numero di giri caratteristico. Sapendo che la temperatura dell'acqua di aspirazione è di 40°C e che, per le condizioni di funzionamento indicate, il costruttore assegna un  $NPSH_{min} = 6.5$  m, calcolare la pressione minima all'ingresso della pompa affinché questa non cavi.

*(Per determinare la condizione limite di cavitazione occorre conoscere la tensione di*



vapore dell'acqua nelle condizioni di funzionamento ( $40^{\circ}\text{C}$ ). Occorrerà quindi utilizzare le tabelle delle curve limiti del vapore, ed in particolare i dati relativi alla curva limite inferiore).

24)





## Esercizi sugli impianti di turbine a gas.

- 27) Un impianto di turbina a gas a ciclo chiuso rigenerativo della potenza utile di 10 kW ( $h_m = 0,97$ ) utilizza come fluido l'argon ( $\mu = 40$  kg/kmole;  $k = 1.67$ ). La potenza termica complessivamente fornita al fluido dall'esterno ammonta a 57,8 kW. Sono note le temperature estreme del ciclo: ingresso compressore  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ , uscita dal compressore  $t_2 = 213^\circ\text{C}$ , ingresso in turbina  $t_3 = 795^\circ\text{C}$  ed uscita dalla turbina  $t_4 = 639^\circ\text{C}$ . Determinare la portata di gas, l'efficacia del rigeneratore ed il rendimento utile dell'impianto. Si determinino inoltre i rendimenti isoentropici del compressore e della turbina sapendo che il rapporto di compressione è  $\beta_c = 1.7$  e che il rapporto di espansione si riduce a  $\beta_t = 0.95\beta_c$  a causa delle cadute di pressione negli scambiatori di calore.
- 28) Calcolare il lavoro massico ed il rendimento globale di un ciclo di turbina a gas, reale, rigenerativo, che in condizioni ambiente standard ( $20^\circ\text{C}$  e 760 mmHg) presenta le seguenti caratteristiche:  
 $h_c = 5$ ;  $T_3 = 1250$  K,  $h_{yc} = h_{yt} = 0,85$ ;  $h_{ps} = 0,97$ ;  $h_{pb} = 0,98$ ;  $h_b = 0,98$ ;  $h_o = 0,96$ ;  $R_s = 0,80$   
Si assuma: potere calorifico inferiore del combustibile  $H_i = 42.7$  MJ/kg, capacità termica massica media dei reagenti  $c_p = 1046.5$  J/kgK, costante elastica dei reagenti  $R = 287.2$  J/kgK, capacità termica massica media dei gas combusti  $c_p' = 1172.0$  J/kgK e costante elastica dei gas combusti  $R' = 288.8$  J/kgK.
- 29) Un impianto di turbina a gas a ciclo aperto con compressione interrefrigerata uniforme presente in condizioni ambiente standard le seguenti caratteristiche:  
 $h_c = 13$ ;  $T_3 = 1350$  K,  $h_{yc} = h_{yt} = 0,86$ ;  $h_{pb} = 0,97$ ;  $h_b = 0,96$ ;  $h_o = 0,97$   
Si determini il rendimento del ciclo assumendo per semplicità: cadute di pressioni trascurabili negli scambiatori di calore e  $(1+a)/a \cong 1$ .  
Determinare infine l'aumento del rendimento del ciclo qualora si introduca la rigenerazione con  $R_s = 0.70$ .  
( $c_p = 1050$  J/kgK,  $R = 287.2$  J/kgK,  $c_p' = 1180$  J/kgK,  $R' = 288.8$  J/kgK)
- 30) Un impianto di turbina a gas a ciclo semplice aperto funziona con le seguenti caratteristiche:  
 $p_1 = 1$  bar;  $T_1 = 300$  K;  $h_c = 8$ ;  $T_3 = 1200$  K,  $h_{yc} = 0,85$ ;  $h_{is} = 0,88$ ;  $h_{pb} = 1$ ;  
 $h_b = 0,97$ ;  $h_m = 0,97$ ;  $H_i = 42,7$  MJ/kg  
Calcolare la portata di aria necessaria per una potenza utile di 10 MW ed il rendimento globale dell'impianto.  
Riducendo per laminazione la pressione alla bocca di aspirazione del compressore al valore di 0.7 bar, mantenendo invariato il rapporto di compressione e la temperatura di ingresso alla turbina, calcolare la nuova potenza ed il nuovo rendimento globale dell'impianto supponendo invariati i vari rendimenti.



## Esercizi sui motori a combustione interna

- 31) Un motore a carburazione 4T, avente cilindrata totale  $iV = 1800 \text{ cm}^3$ , presenta a 4500 giri/min in condizioni ambiente standard ( $20^\circ\text{C}$  e  $760 \text{ mmHg}$ ) le seguenti caratteristiche: potenza utile  $P_u = 89.3 \text{ CV}$ , pressione media indicata  $p_{mi} = 12.4 \text{ kg/cm}^2$ , consumo specifico  $q_b = 227 \text{ g/CVh}$ , rapporto aria-combustibile  $\alpha = 13$ , rendimento del ciclo limite  $\eta_{lim} = 0.39$ .  
Valutare il coefficiente di riempimento  $\lambda_v$  ed il rendimento termodinamico interno  $\eta_{\theta_i}$  del motore in tali condizioni. Si valuti inoltre il coefficiente di riempimento e la potenza fornita nelle condizioni ambiente di  $1.012 \text{ bar}$  e  $30^\circ\text{C}$ , assumendo in prima approssimazione il consumo specifico costante (potere calorifico inferiore del combustibile  $H_i = 44 \text{ MJ/kg}$ ).
- 32) Un motore automobilistico a quattro tempi ad accensione comandata fornisce a pieno carico e in condizioni ambiente standard una potenza utile di  $50 \text{ kW}$  alla velocità di rotazione di  $4200 \text{ giri/min}$ . In tali condizioni il motore presenta un consumo specifico di combustibile di  $285 \text{ g/kWh}$ . Sapendo che il coefficiente di riempimento vale  $0.80$ , e che a  $3000 \text{ giri/min}$  il suo valore sale a  $0.85$  mentre il consumo specifico si riduce a  $275 \text{ g/kWh}$ , determinare potenza e coppia del motore, sempre a pieno carico, nelle nuove condizioni di funzionamento, nonché il valore della portata in massa di combustibile.
- 33) Dalle prove effettuate al banco su un motore alternativo 4T ad accensione comandata di cilindrata complessiva  $iV = 1200 \text{ cm}^3$  è stata misurata una coppia all'albero di  $79.7 \text{ Nm}$  a  $4950 \text{ giri/min}$ . Il tempo necessario al motore per consumare un volume  $V_b = 150 \text{ cm}^3$  di benzina è risultato essere di  $0.534 \text{ min}$ . Sapendo che la densità massica del combustibile è pari a  $0.739 \text{ kg/dm}^3$ , determinare la potenza erogata dal motore nelle condizioni di prova, la pressione media effettiva ed il consumo specifico del motore.  
Determinare inoltre la potenza fornita ed il consumo specifico nelle condizioni ambiente standard sapendo che le prove sono state condotte in un ambiente a  $24^\circ\text{C}$  e  $744 \text{ mmHg}$ .