



Esercizi

ONDE FLUIDI TERMODINAMICA

Esercizi in Più

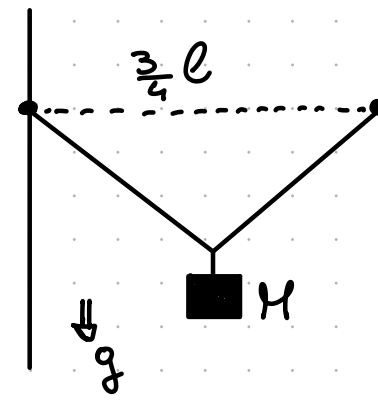
Sono gli esercizi segnati nel PDF "Esercizi in Più OFT"
e sono quegli esercizi che erano nelle esercitazioni 2021-2022 ma
che non sono stati riportati nel 2023-2024.

1.7C

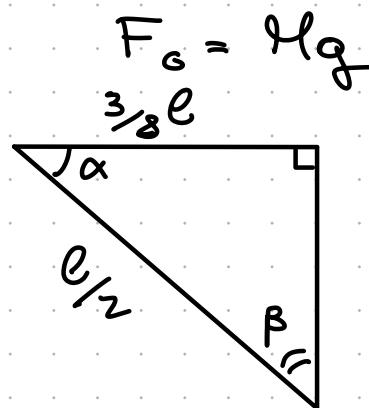
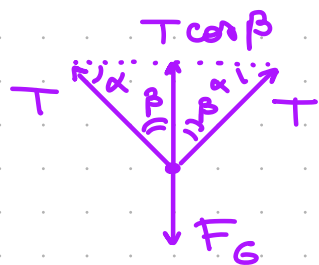
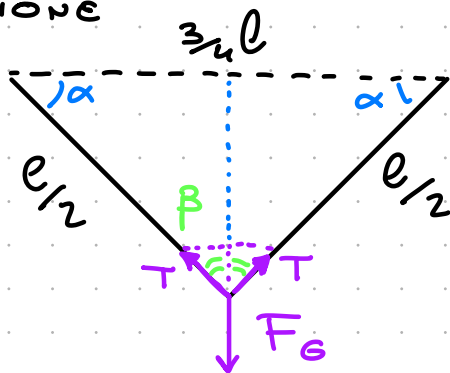
$$g = 9.8 \text{ g/m}$$

ℓ , M

DETERMINA $v(H)$ e M T.C. $v = 100 \frac{3}{2}$



PER LA TROVARE TENSIONE v IN UNA CORDA TESA M SERVE



$$\alpha, \beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

M SERVONO α e β

$$\frac{3}{8} \ell = \frac{\ell}{2} \cos \alpha \Rightarrow \alpha = \cos^{-1} \left(\frac{\frac{3}{8} \ell}{\frac{\ell}{2}} \right) = \cos^{-1} \left(\frac{3}{4} \right) = 41,4^\circ$$

$$\Rightarrow \beta = 48,6^\circ$$

EQUAZIONI DEL MOTO

$$\begin{cases} 0 = T \sin \beta \\ 0 = -F_G + 2 \cdot T \cos \beta \end{cases} \Rightarrow 2T \cos \beta = F_G \Rightarrow T = \frac{F_G}{2 \cos \beta}$$

DAUNQUE

$$v = \sqrt{\frac{T}{g}} = \sqrt{\frac{F_G}{2g \cos \beta}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{H g}{2g \cos \beta}}$$

$$\text{SE } v = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow H = \frac{2g v^2 \cos \beta}{g} = 13.21 \text{ Kg}$$

4.5

CHITARRA

$$\nu_0^H = 82.4 \text{ Hz}$$

$$\nu_0^{LA} = 110.0 \text{ Hz}$$

$$\nu_0^{RE} = 146.8 \text{ Hz}$$

$$L = 65 \text{ cm}$$

$$\rho_m = 3.2 \text{ g/cm}^3$$

$$T = 70 \text{ N}$$

DETERMINA:

• DIAMETRI [mm] CORDE

• EQ. ONDA, $\lambda = 2 \text{ mm}$
 $x = L/2$

• ONDA $\Rightarrow$ PRESSIONE DEL LA
 $L(2m) = 52 \text{ dB}$

$$\nu_s = 343 \text{ m/s}$$

$$\rho_A = 1.21 \text{ kg/m}^3$$

CORDE TESE FISSE AGLI ESTREMI

$$\nu_0 = \frac{\nu}{2L} \Rightarrow \nu = 2L\nu_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \nu^H = 107.12 \text{ m/s} \\ \nu^{LA} = 143 \text{ m/s} \\ \nu^{RE} = 190.84 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\rho_m = \frac{m}{S \cdot L} = \frac{1}{S} \rho_L \Rightarrow \rho_L = \rho_m S$$

S = SEZIONE

$$\nu_i = \sqrt{\frac{T}{\rho_L}} = \sqrt{\frac{T}{\rho_m S}} = \sqrt{\frac{4T}{\rho_m \pi d_i^2}} = \frac{1}{d_i} \sqrt{\frac{4T}{\rho_m \pi}} \Rightarrow d_i = \frac{1}{\nu_i} \sqrt{\frac{4T}{\rho_m \pi}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} d^{HI} = 1,56 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,56 \text{ mm} \\ d^{LA} = 1,17 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,17 \text{ mm} \\ d^{RE} = 8,74 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 0,87 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\omega_i = 2\pi \nu_i \quad \omega^{LA} = 691,15 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$k^{LA} = \frac{\omega^{LA}}{v^{LA}} = 4,83 \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

$$t = 0$$

$$\xi^{LA}(x, 0) = A \sin(k^{LA} x)$$

$$L = 52 \text{ dB} = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \Rightarrow I = I_0 \cdot 10^{\frac{52}{10}} = 1,58 \cdot 10^{-7} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\omega_{ARIA}^{LA} = \omega^{LA} \quad k_{ARIA}^{LA} = \frac{\omega^{LA}}{v_{suono}} = 2,015 \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

$$I_{ARIA} : I = \frac{1}{2} \rho_{ARIA} (\omega_{ARIA}^{LA})^2 A_{ARIA}^2 \frac{v_{suono}}{v_0^2}, \quad v_0 = 2 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \lambda_{\text{AZA}} = \sqrt{\frac{2 I r_0^2}{\rho_{\text{AZA}} (\omega_{\text{AZA}}^{\text{LA}})^2 v_{\text{sound}}}} = 7.98 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

QUINZA

$$\Delta p = \frac{\rho_0 v \omega A}{r} \cos(kr - \omega t) = \frac{\Delta p_{\text{MAX}}}{r} \cos(kr - \omega t)$$

$$\Delta p_{\text{MAX}} = 0.023 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = \frac{\Delta p_{\text{MAX}}}{r} \cos(k_A^{\text{LA}} x - \omega^{\text{LA}} t)$$

6.5

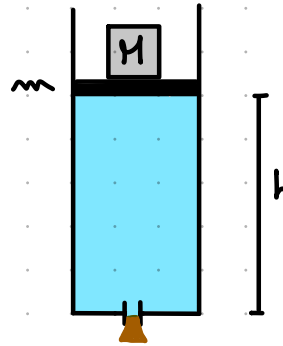
$$S = 100 \text{ cm}^2$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$m = 70.6 \text{ kg}$$

$$s = 20 \text{ cm}^2$$

$$M = 300 \text{ kg}$$



POSIZIONARE ANCHE m) M VUOL DIRE APPLICARE UNA PRESSIONE: (CONSIDERANDO

$$p_H = \frac{(M + m)g}{S} = 363558,6 \text{ Pa}$$

POSSO SFRUTTARE A QUESTO PUNTO LA LEGGE DI BERNOULLI:

$$p_0 + p_H + \frac{1}{2} \rho v_0^2 + \rho g h = p_0 + \frac{1}{2} \rho v^2$$

AVENDO MESSO: $z=0$ SULLA BASE DEL CILINDRO
 v_0 LA VELOCITÀ DI DISCESA DELLO STANTUFFO
 v LA VELOCITÀ DI USCITA

PERÒ USO LA COSTANZA DELLA PORTATA (FLUIDO IDEALE):

$$v_0 S = v s \Rightarrow v_0 = \frac{s}{S} v \Rightarrow v_0 = \frac{20}{100} v = \frac{1}{5} v$$

DUNQUE

$$p_H + \frac{1}{2} \rho \frac{v^2}{25} + \rho g h = \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$\Rightarrow p_n + \rho g h = \frac{1}{2} \rho v^2 \left(1 - \frac{1}{25}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{2}{\rho} (p_n + \rho g h) = v^2 \frac{24}{25}$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{50}{24} \left(\frac{p_n}{\rho} + g h \right)$$

$$\Rightarrow v^2 = \sqrt{\frac{25}{12} \left(\frac{p_n}{\rho} + g h \right)}$$

$$\Rightarrow v = 28,61 \text{ m/s}$$

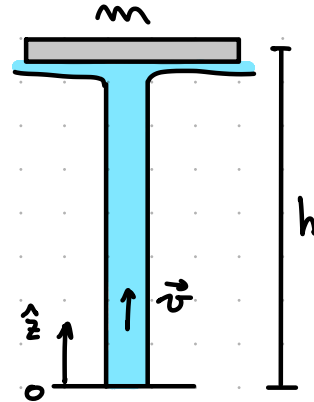
6.4C(bis)

$$d = 7 \text{ cm}$$

$$v = 15 \text{ m/s}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

$$m = 9$$



Hi SERVE LA PRESSIONE, PER
POI TROVARE LA FORZA, CHE
IL GETTO ESERCITA SULLA
PIASTRA.

INNANZITUTTO, LA PIASTRA HA UN PESO $P = mg$
E PER ESSERE IN EQUILIBRIO SERVE CHE SIA ESERCITATA
UNA PRESSIONE

$$p_p = \frac{P}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{4P}{\pi d^2} = \frac{4mg}{\pi d^2}$$

PER TROVARE LA FORZA ESERCITATA SFRUTTO LA VARIAZIONE DI
QUANTITÀ DI MOTO:

$$\Delta p = \Delta m \Delta v$$

PER Δm USO LA DEFINIZIONE DI PORTATA

$$\Delta m = Q_m \Delta t \quad \Rightarrow \quad \Delta m = \rho v S \Delta t$$
$$Q_m = \rho v S$$

CON $S = \pi \frac{d^2}{4}$ $\Rightarrow \Delta m = \frac{\rho \pi d^2 v}{4} \Delta t$

IN QUESTO MODO

$$\Delta p = \frac{\rho \pi d^2 v}{4} \Delta v \Delta t \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\rho \pi d^2 v}{4} \Delta v$$

MI SERVE DUNQUE Δv . SFRUTTO IL TEOREMA DI BERNOULLI

$$z=0 : p_0 + \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$z=h : p_0 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \rho v^2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h \Rightarrow v_2^2 = v^2 - 2gh$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{v^2 - 2gh} = 13,63 \text{ m/s}$$

ARRIVA IL GETTO CON v_2 SULLA PIASTRA, IL GETTO SI DIVIDE IN DUE E PROCEDE ORIZZONTALMENTE, PER CUI LA VELOCITÀ FINALE (NORMALE ALLA PIASTRA) È $v_f = 0 \text{ m/s}$. DUNQUE

$$\Delta v = -v_2$$

E

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = - \frac{\rho \pi d^2 v v_2}{4}$$

LA FORZA ESERCITATA DAL GETTO È DUNQUE

$$|F| = \left| \frac{\Delta p}{\Delta t} \right| = \frac{\rho \pi d^2 v v_2}{4}$$

CHE DEVE BILANCIARE LA FORZA PESO DELLA PIASTRA:

$$|F| = P \Rightarrow \frac{\rho \pi d^2 v v_2}{4} = \boxed{P = 786.816 \text{ N}}$$

8.6 $m = 10 \text{ g}$ $M = 50 \text{ g}$ $T_{H_2O} = 60^\circ$
 $Al: c_{AL} = 0.21 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $T_{OAL} = 0^\circ\text{C}$
 $Cu: c_{CU} = 0.09 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $T_{OCU} = 20^\circ\text{C}$
 $Pb: c_{PB} = 0.03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, $T_{OPB} = 40^\circ\text{C}$

DETERMINA : T DI EQUILIBRIO

SO DAL PRINCIPIO O DELLA TD CHE IL CALORE CEDUTO DA UN CORPO È IL CALORE ASSORBITO DAGLI ALTRI, PER CUI L'ACQUA CEDE CALORE E LE TRE M L ASSORBONO E POSSO IN GENERALE IMPORRE

$$\Delta Q = 0 \quad (Q \text{ SCAMBIATO})$$

$$\Rightarrow Q_{AL} + Q_{CU} + Q_{PB} + Q_{H_2O} = 0$$

$$\Rightarrow m c_{AL} (T_E - T_{OAL}) + m c_{CU} (T_E - T_{OCU}) + m c_{PB} (T_E - T_{OPB}) + M c_{H_2O} (T_E - T_{H_2O}) = 0$$

$$\Rightarrow T_E (m (c_{AL} + c_{CU} + c_{PB}) + M c_{H_2O}) = m (c_{AL} T_{OAL} + c_{CU} T_{OCU} + c_{PB} T_{OPB}) + M c_{H_2O} T_{H_2O}$$

$$\Rightarrow T_E = \frac{m (c_{AL} T_{AL} + c_{CU} T_{OCU} + c_{PB} T_{OPB}) + M c_{H_2O} T_{H_2O}}{m (c_{AL} + c_{CU} + c_{PB}) + M c_{H_2O}} = \boxed{56,85^\circ\text{C}}$$

9.1

$$V_A, V_A = 4V_B, V_B$$

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$$T_B = T_0 = \text{cost}$$

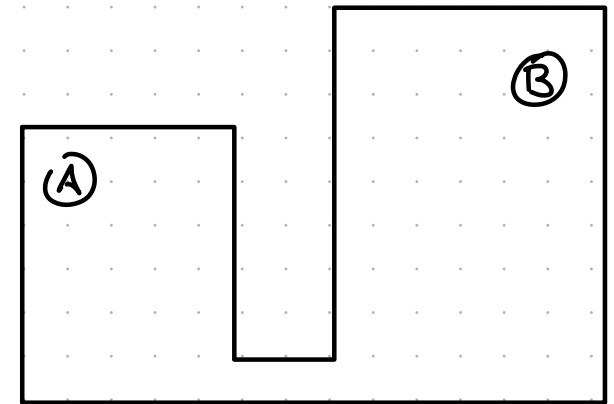
$$T_A \text{ si scalda fino a quando } m_A = m_B$$

- DETERMINA:
- T_A FINALE
 - p_A FINALE
con $p_0 = 2 \text{ atm}$

ALL'INIZIO HO IL GAS IN EQUILIBRIO, PER CUI

$$p_A^0 = p_B^0 = p_0, T_A^0 = T_B^0 = T_0$$

ESSENDO TUTTO UGUALE, MA CON VOLUMI DIVERSI IL NUMERO DI MOL m_A ED m_B DEVONO ESSERE DIVERSI. VERO COSA SONO m_A ED m_B DALLE EQUAZIONI DI STATO



$$\begin{cases} p_A V_A = m_A R T_A \\ p_B V_B = m_B R T_B \end{cases}, \begin{cases} 4 p_0 V_A = m_A R T_0 \\ p_0 V_A = m_B R T_0 \end{cases} \Rightarrow p_0 V_A = \frac{m_A}{4} R T_0 = m_B R T_0$$

$$\Rightarrow \boxed{m_A = 4 m_B}$$

DUNQUE HO IN TOTALE $m = 5 m_B$. NELLO STATO FINALE IL NUMERO DI MOL PRESENTI SI DISTRIBUISCONO EGUALMENTE IN A E B.

VERO CHE IN B TENGO T COSTANTE MA m_B E p_B CARBIANO
ESSENDO COLLEGATO CON A PER CUI IN B HO

$$p_0, V_B, T_B = T_0, m_B \rightarrow p_B, V_B, T_B = T_0, m$$

IN A CAMBIA TUTTO, m_A, p_A, T_A , PER CUI

$$p_0, V_A = 4V_B, T_A = T_0, m_A = 4m_B \rightarrow p_A, V_A = 4V_B, T_A, m$$

RUTILIZZO LE EQUAZIONI DI STATO, MA IMPONENDO CHE ANCHE NELLA
SITUAZIONE FINALE HO EQUILIBRIO E QUINDI $p_A = p_B = p'$

$$\begin{cases} p_A V_A = m R T_A \\ p_B V_B = m R T_B \end{cases}; \begin{cases} 4 p' V_B = m R T_A \\ p' V_B = m R T_0 \end{cases}$$

FACCIO IL RAPPORTO

$$4 = \frac{T_A}{T_0} \Rightarrow \boxed{T_A = 4 T_0 = 1200 \text{ K}}$$

DALL'EQUAZIONE DI STATO DI A POSSO TROVARE $p_A = p'$

$$\begin{cases} p_0 V_A = m_A R T_0 \\ p_A V_A = m R T_A \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{RAPPORTO} \\ \Rightarrow \\ p_A = p' \end{array} \quad \frac{p_0}{p'} = \frac{m_A}{m} \frac{T_0}{T_A}$$

HA
S. LE $5m_B$ MOL DEL GAS NELLA SITUAZIONE FINALE
DISTRIBUISCONO EQUAMENTE, PER CUI

$$m = \frac{5}{2} m_B$$

E RICORDO

$$m_A = 4m_B, T_A = 4T_0$$

PER CUI

$$\frac{p_0}{p'} = \frac{4m_B}{\frac{5}{2}m_B} \frac{T_0}{4T_0}$$

$\Rightarrow$

$$\frac{p_0}{p'} = \frac{2}{5}$$

$\Rightarrow$

$$p' = \frac{5}{2} p_0 = 5 \text{ atm}$$

9.3

$m = 1 \text{ mol}$
GAS BIATOMICO

PARETI ISOLANTI (ADIABATICO)

$S = 100 \text{ cm}^2$

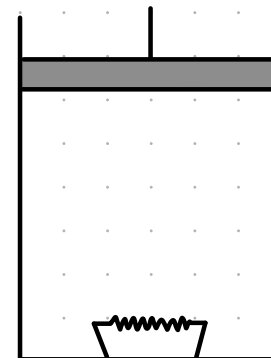
$P = 20 \text{ W}$

$\Delta t = 380 \text{ s}$

$V_1 = 1 \text{ l}$

$p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

ESPANSIONE ISOBARA



DETERMINA :
• T_F
• INNALZAMENTO DEL PISTONE

POSSO CALCOLARE LA TEMPERATURA INIZIALE DALL'EQUAZIONE DI STATO

$$p_1 V_1 = n R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_1 V_1}{n R} = 240.56 \text{ K}$$

L'ALTEZZA A CUI SI TROVA IL PISTONE È

$$V_1 = S h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{V_1}{S} = 0.1 \text{ m}$$

SO CHE L'ESPANSIONE È ISOBARA $p_2 = p_1$ E SO CHE VALE

$$Q = m C_p (T_2 - T_1)$$

MA POSSO RICAVALRE
COSÌ DAL MOMENTO CHE IL

$Q_{\text{ASSORBITO}}$ DAL GAS È IL Q_{CEDUTO} DALLA RESISTENZA :

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P \Delta t$$

$$P \Delta t = m C_p (T_2 - T_1) \Rightarrow T_2 = T_1 + \frac{P \Delta t}{m C_p} = 481.12 \text{ K}$$

con T_2 RICAVO V_2 DALL'EQUAZIONE DI STATO

$$p_2 V_2 = n R T_2 \Rightarrow V_2 = \frac{n R T_2}{p_2} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

IL PISTONE SI TROVA QUINDI AD UN'ALTEZZA

$$h_2 = \frac{V_2}{S} = 0,2 \text{ m}$$

SI È ALZATO DUNQUE DI

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 0,1 \text{ m}$$

9.7C

$$k = 52 \text{ W/m.K}$$

$$S = 0,5 \text{ cm}$$

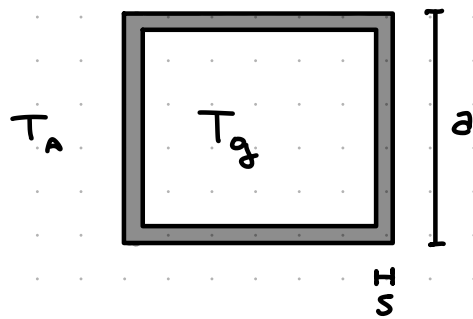
$$T_g = 0^\circ\text{C}$$

$$T_A = 100^\circ\text{C}$$

$$a = 101 \text{ cm}$$

$$l = 80 \text{ cal/g}$$

DETERMINA: • m_g CHE SI
FONDE IN
10 S



$$\text{so } T_A - T_g = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot \frac{S}{kA}$$

DOVE $A' = a^2$ MA IO HO 6 FACCE
 $\Rightarrow A = 6A' = 6a^2$

E ΔQ SARÀ IL CALORE CHE PASSA ATTRAVERSO LE PARETI DEL
CONTENITORE E SCALDA IL GHIACCIO

$$\Rightarrow \Delta Q = \frac{\Delta T \Delta t k a^2}{S} = 63\,654,24 \text{ kJ}$$

DUNQUE SO $Q = m l$

$$\Rightarrow m_g = \frac{\Delta Q}{l} = 190,08 \text{ kg}$$

DA CONTROLLARE

AGGIUNTIVO

$$l = 10 \text{ m}$$

$$r = 0.5 \text{ m}$$

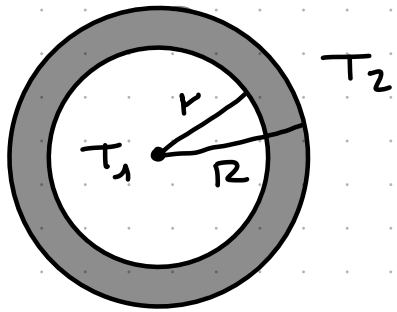
$$R = 1 \text{ m}$$

$$T_2 = 80^\circ\text{C}$$

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = 30 \text{ kW}$$

$$k_{\text{ACCIAIO}} = 14 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

DETERMINA : • T_1



so

$$dT = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta r}{kA}$$

Δr È LO SPESSORE DELLA CORONA CIRCOLARE

$$\Delta r = \pi(R^2 - r^2)$$

DUNQUE CON $P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ CHE VA DALL'INTERNO VERSO L'ESTERNO

$$T_1 = T_2 + \frac{P}{k} \int_r^R \frac{ds}{2\pi s \cdot L}$$

s = SPESSORE

$$\Rightarrow T_1 = T_2 + \frac{P}{2\pi k L} \int_r^R \frac{ds}{s} = T_2 + \frac{P}{2\pi k L} \ln\left(\frac{R}{r}\right) = 376,79 \text{ K}$$

$$\Rightarrow \boxed{T_1 = 103,64^\circ\text{C}}$$

10.8c

$$m = 0,9 \text{ kg}$$

$$T_1 = 250 \text{ K}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ m}^3$$

$$T_2 = 500 \text{ K}$$

DETERMINA :

- p ALL'EQUILIBRIO
- ΔS DELL'ACQUA E DELLA SORGENTE
- ΔS_2

PER TROVARE p MI SERVE LA TEMPERATURA DI EQUILIBRIO.
INTRODUCO m E HO UNO SCAMBIO DI CALORE FINO A $T_F = 273 \text{ K}$

$$Q_1 = m c_{ice} (T_F - T_1) = 43,615 \text{ J}$$

LA VARIAZIONE DI ENTROPIA SARANNO

$$\Delta S_1^m = m c_{ice} \ln\left(\frac{T_F}{T_1}\right) = 166,85 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_1^s = -\frac{Q_1}{T_2} = -87,23 \text{ J/K}$$

POI C'È IL CAMBIAMENTO DI FASE. MI CALCOLO IL CALORE
PER SCIogliere IL GHIACCIO :

$$Q_F = m \lambda = 301392 \text{ J}$$

LA VARIAZIONE DI ENTROPIA IN QUESTO CAMBIAMENTO DI FASE È

$$\Delta S_{FASE}^m = \frac{m \lambda}{T} = \frac{Q_F}{T_1} = 1205,6 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{\text{FASE}}^s = -\frac{Q_F}{T_2} = -602,78 \text{ J/K}$$

POI L'ACQUA VIENE RISCALDATA FINO A $T_E = 373,15$ IN CUI EVAPORA

$$Q_2 = m C_{H_2O} (T_E - T_F) = 376812 \text{ J}$$

$$\Delta S_2^m = m C_{H_2O} \ln\left(\frac{T_E}{T_F}\right) = 1175,5 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_2^s = -Q_2/T_2 = -753,62 \text{ J/K}$$

HO IL CAMBIAMENTO DI FASE

$$Q_E = m \lambda_E = 2031300 \text{ J}$$

$$\Delta S_E^m = \frac{Q_3}{T_E} = 5443,65 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_E^s = -Q_3/T_2 = -4062,6 \text{ J/K}$$

DOPPIA CHÈ SCALDO ANCORA IL VAPORE FINO A T_2 (ISOCORA)

$$m = n P_{\text{mol}} \Rightarrow m = \frac{m}{P_{\text{mol}}} = 50 \text{ mol}$$

$$Q_3 = m C_v (T_2 - T_E) = 131828,86 \text{ J}$$

$$\Delta S_3^m = m C_v \ln\left(\frac{T_2}{T_E}\right) = 304,11 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_3^s = -Q_3/T_2 = -263,66 \text{ J/K}$$

POSSO TROVARE I PRIMI DUE PUNTI DELL'ESERCIZIO

$$p = \frac{nRT_2}{V_1} = 2078500 \text{ Pa} = 20,5 \text{ atm}$$

$$\Delta S^m = 8295,71 \text{ J/K}$$
$$\Delta S^s = -5769,89 \text{ J/K}$$

L'ACQUA IN PER SÈ HA COMPIUTO UN CICLO $\Rightarrow \Delta S^m = 0$
PERÒ NEL SUO CICLO CEDERÀ CALORE ALL'AMBIENTE CHE
AUMENTERÀ LA SUA ENTROPIA IN

$$\Delta S^{\text{AMB}} = 8295,71 \text{ J/K}$$

OSSIA QUELLA ASSORBITA (CEDUTA IN MODULO) DURANTE IL RISCALDAMENTO (RAFFREDDAMENTO). QUINDI SI AVRÀ

$$\Delta S^u = \Delta S^{\text{AMB}} + \Delta S^s = 2525,82$$

11.4

$$W = -400 \text{ J}$$

$$T_2 = 25^\circ \text{C}$$

$$T_1 = -4^\circ \text{C}$$

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$T_3 = 20^\circ \text{C}$$

DETERMINA : • $\neq$ CICLI PER ACQUA $\rightarrow$ GHIACCIO

$$\bullet \Delta S_A, \Delta S_U$$

$$c_A = 4.18 \text{ J/kg K}, \quad c_g = 2051,5 \text{ J/kg K}$$

$$\lambda = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J/kg K}$$

CALCOLO
PORTARE
PRIMA
L'ACQUA
DA
TUTTO
T₃
IL
AL
CALORE
GHIACCIO
NECESSARIO
A
T₁ :

$$Q = Q_1 + Q_F + Q_2$$

DONDE
Q_F
DA
Q₁
È
0°C
IL
A
T₁
È
IL
CALORE
DI
FUSIONE
PER
PORTARE
L'ACQUA
DA
T₃
A
0°C
E
Q₂
QUELLO
PER
ANDARE

$$Q = mc_A(0^\circ \text{C} - T_3) + m\lambda + mc_g(T_1 - 0^\circ \text{C})$$
$$= 421946 \text{ J}$$

CALORE
DA
FORNIRE
ALL'ACQUA
DAL
FRIGORIFERO.
CALCOLO
IL
CICLO
IL
FRIGO
USANDO
LE
DEFINIZIONI

$$W = Q_{\text{ASS}} + Q_{\text{CED}} \quad (\text{POICHÉ } \Delta U = 0)$$

$$\xi = \frac{T_1}{T_2 - T_1} = \frac{Q_{\text{ASS}}}{|W|} \Rightarrow \xi = 9,281 = \frac{Q_{\text{ASS}}}{|W|}$$

$$\Rightarrow Q_{\text{ASS}} = \xi |W| = 3712,4 \text{ J}$$

DUNQUE CI METTE

$$Q = N Q_{\text{ASS}} \Rightarrow N = \frac{Q}{Q_{\text{ASS}}} = 113,66$$

QUINDI

114 GIRI

LE VARIAZIONI DI ENTROPIA SONO (MASSA m CHE SCAMBIA CALORE CON UNA SORGENTE A T_1):

$$\Delta S_A = m c_A \ln\left(\frac{273\text{K}}{T_3}\right) = -295,87 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_G = m c_g \ln\left(\frac{T_1}{273\text{K}}\right) = -30,264 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{\text{FUSIONE}} = -\frac{Q_F}{273\text{K}} = -\frac{m \lambda}{273\text{K}} = -1208,13 \text{ J/K}$$

11.8C

CICLO DI CARNOT

DETERMINA : • η , W

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 100 \text{ K}$$

$$T_2 = 300 \text{ K}$$

$$\Delta S_2 = -10 \text{ J/K}$$

RICAVO SUBITO

$$\Delta T = T_1 - T_2 \Rightarrow T_1 = \Delta T + T_2 = 400 \text{ K}$$

IL

RENDIMENTO $\bar{E}$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0,25 = 25\%$$

PER

UN

CICLO

SO

$$\Delta S_{\text{SIST}} = 0$$

E

$$\Delta S_{\text{SIST}} = \sum_{\substack{i,j \\ i \neq j}} \Delta S_{ij}$$

MA

SO

CHE

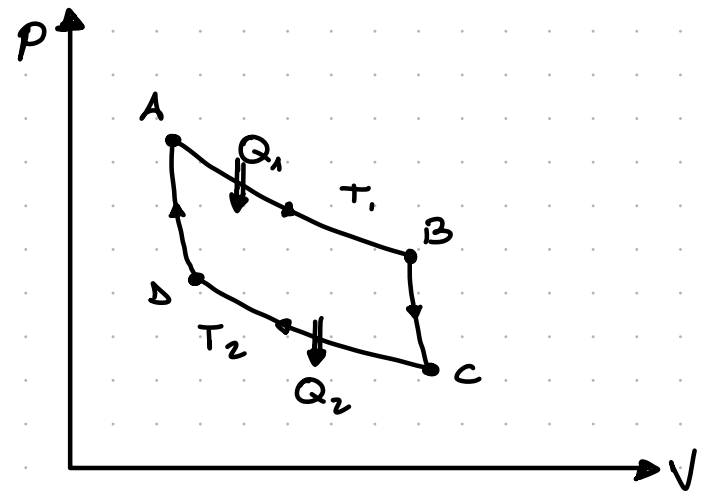
TRASFORMAZIONI

ADIABATICHE

SONO

ISOENTROPICHE, DUNQUE

$$\Delta S_{\text{SIST}} = \Delta S_{\text{ISOT}, T_1} + \Delta S_{\text{ISOT}, T_2} = 0$$



$$\Rightarrow \Delta S_{\text{ISOT}, T_1} = -\Delta S_{\text{ISOT}, T_2} = 10 \text{ J/K}$$

QUESTO MI È UTILE POICHÈ SO CHE UN CORPO ALLA TEMPERATURA T_i SCAMBIA CALORE CON UNA SORGENTE HA ENTROPIA

$$\Delta S = \frac{Q}{T_i}$$

PER CUI RIESCO A TROVARE IL CALORE ASSORBITO E CEDUTO

$$\begin{cases} Q_1 = Q_{\text{ASS}} = \Delta S_1 T_1 = 4000 \text{ J} \\ Q_2 = Q_{\text{CED}} = \Delta S_2 T_2 = -3000 \text{ J} \end{cases}$$

QUINDI IL CALORE SCAMBIATO NEL CICLO È

$$Q_{\text{TOT}} = Q_1 + Q_2 = 1000 \text{ J}$$

PER UN CICLO TERMODINAMICO SO $\Delta U = 0$, DUNQUE DAL 1° PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA VEDO

$$W_{\text{TOT}} = Q_{\text{TOT}} = 1000 \text{ J}$$

11.9C

REVERSIBILI, GAS IDEALE MONOATOMICO

$$n = 1 \text{ mol}$$

A → B	ESPANSIONE	ADIABATICA	$V_B = 3 V_A$
B → C	ISOBARA		$V_C = V_B/2$
C → D	COMPRESSIONE	ADIABATICA	
D → A	ISOCORA		

$$T_B = 400 \text{ K}$$

- DETERMINA:
- SE LA MACCHINA LAVORA COME TERMICA O FRIGORIFERA
 - η
 - CONFRONTA CON η DI CARNOT
 - ΔS PER OGNI TRASFORMAZIONE E DEL CICLO

PER VEDERE SE È UNA MACCHINA FRIGORIFERA O TERMICA DEVO VALUTARE IL LAVORO (SE ASSORBITO O CEDUTO).

$$AB: Q = 0 \quad W = -\Delta U = -nC_V(T_B - T_A)$$

$$\text{USO } TV^{\gamma-1} = \text{cost}$$

$$\Rightarrow T_A V_A^{\gamma-1} = T_B (3V_A)^{\gamma-1} \Rightarrow T_A = 3^{\gamma-1} T_B = 832,03 \text{ K}$$

DUNQUE

$$W_{AB} = -nC_V(T_B - T_A) = 5,387 \text{ kJ}$$

$$BC: W = nR(T_C - T_B)$$

UTILIZZO

$$\frac{V}{T} = \text{cost} \Rightarrow \frac{V_C}{T_C} = \frac{V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{1}{2T_C} = \frac{1}{T_B} \Rightarrow T_C = \frac{T_B}{2} = 200 \text{ K}$$

$$W_{BC} = nR(T_C - T_B) = -1,662 \text{ kJ}$$

MI SERVIRÀ ANCHE

$$Q_{BC} = nC_p(T_C - T_B) = -4,158 \text{ kJ}$$

$$CD: Q = 0, W = -\Delta U = -nC_v(T_D - T_C)$$

USO ANCORA

$$TV^{\gamma-1} = \text{cost} \Rightarrow T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$$

$$\text{HO } V_C = \frac{V_B}{2} = \frac{3}{2} V_A \quad \text{E } D \rightarrow A \text{ ISOCORA} \Rightarrow V_D = V_A$$

DUNQUE

$$T_C \left(\frac{3}{2}\right)^{\gamma-1} = T_D \Rightarrow T_D = 262,074 \text{ K}$$

COSÌ TROVO

$$W_{CD} = -nC_v(T_D - T_C) = -0,774 \text{ kJ}$$

VEDO ANCHE

$$Q_{CD} = 0$$

$$DA : W = 0, \quad Q_{DA} = m C_V (T_A - T_D) = 7,107 \text{ kJ}$$

DUNQUE VERO

$$Q_{CED} = Q_{BC} \quad Q_{ASS} = Q_{DA}$$

$$W_{TOT} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} = 2,991 \text{ kJ}$$

ED ESSENDO $W_{TOT} > 0$ È CALORE CEDUTO, QUINDI È UNA MACCHINA TERMICA.

CALCOLO

$$\eta = \frac{W}{Q_{ASS}} = 0,419 = 41,9 \%$$

PER UNA MACCHINA DI CARNOT TRA T_C E T_A HO

$$\eta_{CARNOT} = 1 - \frac{T_C}{T_A} = 0,759 = 75,9 \%$$

LE VARIAZIONI DI ENTROPIA SONO

$$\Delta S_{AB} = m C_V \ln\left(\frac{T_B}{T_A}\right) + m R \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$

$$\Delta S_{BC} = m C_P \ln\left(\frac{V_C}{V_B}\right)$$

$$\Delta S_{CD} = m C_V \ln\left(\frac{T_D}{T_C}\right) + m R \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right)$$

$$\Delta S_{\text{da}} = m c_v \ln(T^A / T_0)$$

DUNQUE

$$\Delta S_{AB} = 7,85 \cdot 10^{-4} \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{BC} = -14,410 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{CD} = -2,76 \cdot 10^{-4} \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{DA} = 14,405 \text{ J/K}$$

$$\underline{\underline{\Delta S_{\text{ciclo}} = -0,005 \text{ J/K}}}$$

DA CONTROLLARE !