

ESERCIZIO TH OIN

IN UN RECIPIENTE DI VOLUME $V = 20 \text{ l}$ SONO CONTENUTE $0,5 \text{ mol}$ DI N_2
 (PM = $28 \frac{\text{g}}{\text{mole}}$), ALLA TEMPERATURA DI 27°C

- QUANTO VALE LA DENSITA' DI AZOTO ALL'INTERNO DEL RECIPIENTE
- QUANTO VALE LA PRESSIONE ALL'INTERNO DEL RECIPIENTE
- QUANTO VALGONO L'ENERGIA MEDIA TRASLAZIONALE E VELOCITA' MEDIA DELLE MOLECOLE
- QUANTO VALGONO L'ENERGIA TOTALE DI UNA SINGOLA MOLECOLA E L'ENERGIA INTERNA DEL GAS

A) $\rho = \frac{M}{V}$
 $\cdot M = n \text{ PM}$
 $\Rightarrow \rho = \frac{0,5 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol}}{0,02 \text{ m}^3} = 700 \text{ g/m}^3$

B) $P = \frac{nRT}{V} = \frac{0,5 \text{ mol} \cdot 0,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}{0,02 \text{ m}^3} = 62355 \text{ Pa}$

C) $\bar{E}_{k \text{ transl}} = \frac{3}{2} k_B T = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 300 \text{ K} = 6,2 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

$\bar{v} = \sqrt{\frac{2 \bar{E}_k}{m}}$, $m = \frac{\text{PM}}{N_A} = \frac{28 \text{ g/mole}}{6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mole}}} = 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,2 \cdot 10^{-21} \text{ J}}{4,65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}} \approx 516 \text{ m/s}$

B) E_{TOT} DI UNA MOLECOLA
 DA EQUIPARTIZIONE ENERGIA: $\bar{E}_{\text{TOT}} = \frac{l}{2} k_B T$
 N_2 E' UNA MOLECOLA BIATOMICA $\Rightarrow 3 \text{ GDL TRASL e } 2 \text{ ROTAZ}$
 $\Rightarrow l = 5$

$\Rightarrow \bar{E}_{\text{TOT}} = \frac{5}{2} k_B T = 1,04 \cdot 10^{-20} \text{ J}$

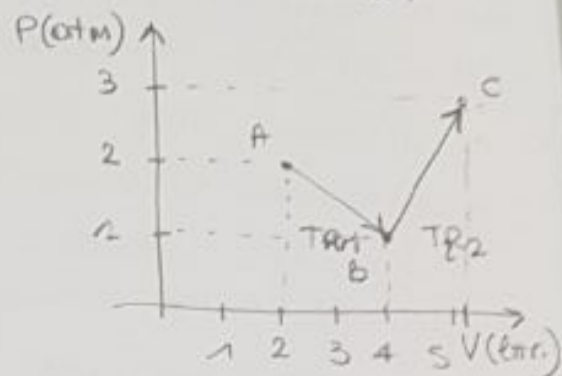
E_{TOT} INTERNA

$U = N E_{\text{TOT}} = n N_A \bar{E}_{\text{TOT}} = 0,5 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1,04 \cdot 10^{-20}$
 $= 3,13 \text{ kJ}$

ESERCIZIO TH CIN

0,2 MOL DI GAS PERFETTO MONOATOMICO COMPIONO LA TRASFORMAZIONE INDICATA IN FIGURA.

CALCOLARE



- 1) LE TEMPERATURE T_A, T_B, T_C
- 2) LA VARIAZIONE COMPLESSIVA DI ENERGIA INTERNA NELLA TRASF $A \rightarrow B \rightarrow C$

3) IL LAVORO TOTALE COMPIUTO $N_{A \rightarrow C}$

4) IL CALORE COMPLESSIVO ASSORBITO (CON SEGNO)

1) LEGGE DEI GAS PERFETTI

$$T = \frac{PV}{nR} \rightarrow T_A = \frac{2,02 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,002 \text{ m}^3}{0,2 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} = 243 \text{ K}$$

$$T_B = \frac{1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,004 \text{ m}^3}{0,2 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} = 243 \text{ K}$$

$$T_C = \frac{3,03 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,005 \text{ m}^3}{0,2 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} = 911 \text{ K}$$

$$2) \Delta U = \frac{f}{2} nR \Delta T = \frac{3}{2} \cdot 0,2 \cdot 8,314 \cdot (911 - 243) = 1,67 \text{ kJ}$$

$$3) W_{\text{GAS, AC}} = \int_A^C P(V) dV \quad \text{E' L'AREA SOTTOFA ALLA CURVA P(V) NEL PIANO P-V}$$

\rightarrow HO 2 POSSIBILITA' 1 TROVO EQ RETTE AB e BC
2 VEDO CHE L'AREA E' LA SOMMA DI 2 TRAPEZI

$$1. \text{ TRAP 1) } \frac{(2+2) \cdot 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 2 \cdot 0,001 \text{ m}^3}{2} = 303 \text{ J}$$

$$\text{TRAP 2) } \frac{(1+3) \cdot 1,01 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 0,001 \text{ m}^3}{2} = 202 \text{ J}$$

$$W_{AC} = 303 \text{ J} + 202 \text{ J} = 505 \text{ J}$$

4) CALORE DAL 1° PRINCIPIO T.D.

$$Q = \Delta U + W = 1670 \text{ J} + 505 \text{ J} = 2175 \text{ J}$$

ESERCIZIO

UN CILINDRO HA A PARETI ADIABATICHE DI SEZIONE $S = 0,1 \text{ m}^2$ E' MUNITO DI UN PISTONE MOBILE, ANCH' ERO ADIABATICO, DI MASSA TRASCURABILE. LA BASE DEL CILINDRO INVECE CONDUCE CALORE ED E' POSTA A CONTATTO CON UN TERMOSTATO COSTITUITO DA GHIACCIO FONDENTE.

INIZIALMENTE IL CILINDRO CONTIENE $N = 2$ MOLI DI GAS PERFETTO ALLA PRESSIONE ATMOSFERICA $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$.

1) SI CALCOLI IL VOLUME OCCUPATO DAL GAS IN TALI CONDIZIONI

2) SUCCESSIVAMENTE SUL PISTONE VIENE APPESATA UNA MASSA $M = 500 \text{ kg}$ CHE COMPRIME IL GAS.
SI CALCOLINO

A) VOLUME FINALE V_2 OCCUPATO DAL GAS RAGGIUNTO L'EQ. TERMODIN.

B) LA QUANTITA' DI GHIACCIO FUSO, NOTO IL CALORE LATENTE DI FUSIONE $\lambda_g = 335 \text{ kJ/kg}$ DEL GHIACCIO

C) LA VARIAZIONE DI ENTROPIA DEL GAS, GHIACCIO E UNIVERSO

1) VOLUME INIZIALE GAS DA EQ. GAS PERFETTO

$$V_0 = \frac{NRT_0}{P_0} = \frac{2 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa}}$$

$$\approx 0,045 \text{ m}^3$$

$$J = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$P_0 = \text{kg} / \text{m} \cdot \text{s}^2$$

$$\frac{J}{P_0} = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}}{\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}} = \frac{\text{m}^2}{\text{m}} = \text{m}$$

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

2) QUANDO SUL PISTONE VIENE POSTA LA MASSA $M \rightarrow$ IL GAS SUBISCE UNA COMPRESIONE ISOTERMA IRREVERSIBILE

AD EQ. RAGGIUNTO IL GAS AVRA' (P_1, V_1, T_1)

• $T_1 = T_0$ POICHE' GAS RIMANE A CONTATTO CON TERMOSTATO AL GHIACCIO FONDENTE

$$P_1 = P_0 + P_{\text{MASSA}} = P_0 + \frac{F}{S} = P_0 + \frac{Mg}{S} = 10^5 \text{ Pa} + \frac{500 \cdot 9,8}{0,1}$$

$$= 1,49 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

A) VOLUME POSSIAMO TROVARLO DALL' EQ. DI STATO

$$V_1 = \frac{NRT_1}{P_1} = \frac{2 \cdot 8,314 \cdot 273}{1,49 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 0,03 \text{ m}^3$$

B) PER CALCOLARE LA MASSA DEL GHIACCIO FUSO, INDICHIAMO CON Q IL CALORE CEDUTO DAL GAS AL GHIACCIO NELLA COMPRESIONE
 ALORA

$$m_{g, \text{fuso}} = \frac{Q}{\lambda}$$

TROVIAMO Q. POICHE' LA TRASF E' ISOTERMA (CONTATTO TERMOSTATO, GHIACCIO IN TRASF) => NON VARIA E INTERNA GAS

$$\Rightarrow Q = \Delta U + W \Rightarrow Q = W$$

CON W LAVORO COMAUTO DALLE FORZE ESTERNE DI PRESSIONE SUL GAS NELLA COMPRESIONE

$$W = - \int_{V_0}^{V_1} P_1 dV = P_1 (V_0 - V_1) = 1,49 \cdot 10^5 (0,045 - 0,03)$$

$$= 2,235 \text{ kJ}$$

POICHE' LA TRASFORMAZIONE NON E' QUADRIPLICATA, PER IL CALCOLO DEL LAVORO DOBBIAMO CONSIDERARE LA PRESSIONE ESTERNA AGENTE SUL PISTONE, CHE E' COSTANTE (= P₁)

=> LA MASSA DEL GHIACCIO FUSO E'

$$m_{g, \text{fuso}} = \frac{2,235 \text{ kJ}}{335 \text{ kJ/kg}} = 6,67 \text{ g}$$

↳ NB: LA FORMULA $W = nRT \ln \frac{V_{\text{fin}}}{V_{\text{in}}}$ E' VALIDA SOLO PER TRASFORMAZIONI ISOTERME REVERSIBILI

c) • ΔS_{gas} : ISOTERMA => $\Delta S_{\text{gas}} = nR \ln \frac{V_1}{V_0} = 2 \cdot 8,314 \cdot \ln \frac{0,03}{0,045}$

$$= -6,7 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

• $\Delta S_{\text{ghiaccio}}$: IN TRASF DI FASE => $\Delta S_{\text{gn}} = \frac{M \lambda}{T_0} \approx 8,18 \frac{\text{J}}{\text{K}}$

• $\Delta S_{\text{UNIVERSO}}$: $\Delta S_{\text{un}} = \Delta S_{\text{gas}} + \Delta S_{\text{gn}} = 1,44 \frac{\text{J}}{\text{K}}$

$\Delta S_{\text{un}} > 0 \Rightarrow$ IRREV

NON APPLICABILE IN QUESTO CASO ESSENDO LA TRASF. IRREVERSIBILE