

TETY 244: Θερμοδυναμική 24/11/2021

Ποσότητα 2 mol ενός αερίου υφίσταται συμπίεση από ατμοφαιρική πίεση (σημείο i) μέχρι τριπλασιασμού της (σημείο f). Μετά το τέλος της διαδικασίας (σημείο f), η θερμοκρασία παραμένει η ίδια με την αρχική (27°C). Για το αέριο αυτό δίδεται ότι $c_{p,m} = 7R/2$ και $c_{v,m} = 5R/2$ ($R = 8.314 \text{ J/molK}$). Υπολογίστε τη θερμότητα, το έργο και τις μεταβολές εσωτερικής ενέργειας, ενθαλπίας και εντροπίας (συστήματος και σύμπαντος) για κάθε ένα από τους ακόλουθους τρόπους με τους οποίους πραγματοποιήθηκε η διαδικασία. Εξηγήστε τα αποτελέσματά σας.

- (α) σε ένα βήμα, ισόθερμη συμπίεση από το i στο f.
- (β) σε δύο βήματα, ισόχωρη ψύξη από το i και ισοβαρή συμπίεση μέχρι το f.
- (γ) σε δύο βήματα, αδιαβατική συμπίεση από το i και μετά ισόχωρη ψύξη μέχρι το f.
- (δ) σε δύο βήματα, ισοβαρής ψύξη από το i και ισόχωρη συμπίεση μέχρι το f.
- (ε) Σχεδιάστε όλους τους τρόπους μαζί σε διαγράμματα PV και TS.

(α) $\Delta U = 0$ $q = -\int dW = nRT \ln \frac{P_i}{P_f} = -5480 \text{ J}$ $\Delta H = \Delta(U + PV) = 0$
 $\Delta S^{sys} = \int \frac{dq}{T} = nR \ln \frac{P_i}{P_f} = -18.27 \text{ J/K}$ $\Delta S^{env} = -\Delta S^{sys}$ (κλιμακωτά)
 $\Delta S^{env} = \frac{-q_{rev}}{T} = 18.27 \text{ J/K}$

(β) ΔΕΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΕ ΔΥΟ ΒΗΜΑΤΑ - ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΤΡΙΤΟ

(γ) $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{7}{5}$ $P_f = P_i \left(\frac{V_i}{V_f}\right)^\gamma = 4.67 \times 10^5 \text{ Pa}$ $V_i = \frac{nRT_i}{P_i} = 0.0499 \text{ m}^3$ $V_f = 0.0166 \text{ m}^3$

$T_f = T_i \left(\frac{V_i}{V_f}\right)^{\gamma-1} = 465.93 \text{ K}$

$q = 0$, $\Delta U = \int c_v dT = 6897.6 \text{ J}$ $\Delta H = \int c_p dT = 9656.6 \text{ J}$ $\Delta S^{sys} = 0$

if: $\Delta U = 0$, $dW = 0$, $q = c_v \Delta T = -6897.6 \text{ J}$ $\Delta H = -9656.6 \text{ J}$

$\Delta S_{if} = \int c_v \frac{dT}{T} = -18.3 \text{ J/K}$ $w_{tot} = 6897.6 \text{ J}$ $q_t = -6897.6 \text{ J}$

$\Delta S^{env} = \frac{q_{rev}}{T} = \frac{6897.6}{300} = 23 \text{ J/K}$

(δ) $w = -\int P dV = -\int \left[V_i \left(\frac{P_i}{V_f}\right)^{\frac{1}{\gamma}} - V_i \right] = 3327 \text{ J}$ $T_i = \frac{P_i V_i}{nR} = 100 \text{ K}$

if $\Delta H = c_p \Delta T = -11640 \text{ J}$ $q = \Delta U = w = -11640 \text{ J}$

$\Delta U = c_v \Delta T = -8314 \text{ J}$ $\Delta S_{if} = c_p \ln \frac{T_f}{T_i} = -63.94 \text{ J/K}$

if $w = -P \Delta V = 0$ $q = \Delta U = c_v \Delta T = 8314 \text{ J}$ $\Delta H = c_p \Delta T = 11640 \text{ J}$

$\Delta S_{if} = \int c_v \frac{dT}{T} = 45.67 \text{ J/K}$ $\Delta S_{if}^{sys} = -18.27 \text{ J/K}$ $\Delta S^{env} = \frac{8314}{300} = 27.7 \text{ J/K}$

