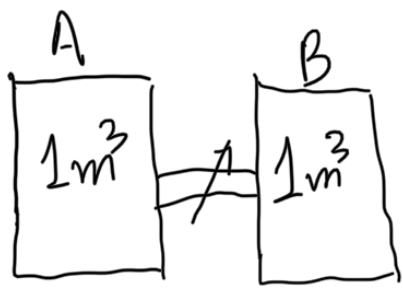


ΘΕΜΑ 4 Δύο άκαμπτα χάλκινα δοχεία A και B, όγκου $V=1 \text{ m}^3$ το καθένα, συνδέονται με μία βαλβίδα, που αρχικά είναι κλειστή. Περιέχουν αντίστοιχα n_A, n_B moles ιδανικού αέριου Ήλιου (He μονοατομικό), στην ίδια θερμοκρασία $T=200\text{K}$. Στο δοχείο A η πίεση είναι $P_A=3,32 \times 10^5 \text{ Pa}$ και στο δοχείο B είναι $P_B=1,66 \times 10^5 \text{ Pa}$. Αρχικά τα δοχεία είναι χωρισμένα από το περιβάλλον με ένα μονωτικό τοίχωμα που δεν επιτρέπει την ανταλλαγή θερμότητας.

A. (2 μονάδ.) Ανοίγουμε την βαλβίδα και αφήνουμε το απομονωμένο σύστημα των δύο δοχείων να ισορροπήσει στην νέα του κατάσταση.

1. Από πόσα moles He αποτελείται το σύστημα;
2. Υπολογίστε την αρχική εσωτερική ενέργεια του συστήματος. Θα αλλάξει η τιμή της μετά το άνοιγμα της βαλβίδας;
3. Ποια θα είναι η τελική θερμοκρασία του συστήματος και γιατί;
4. Υπολογίστε την τελική του πίεση.
5. Με την παραπάνω μεταβολή, θα αλλάξει η συνολική εντροπία του αερίου; Γιατί;



$$n_A \quad n_B$$

$$P_A = 3,32 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad P_B = 1,66 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T = 200 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

$$P_A \cdot V = n_A R T \Rightarrow n_A = \frac{P_A \cdot V}{R \cdot T} = \frac{332.000}{1.660}$$

$$\Rightarrow n_A = 200 \text{ moles}$$

①

$$n_B = \frac{P_B \cdot V}{R \cdot T} = \frac{166.000}{1.660}$$

$$\Rightarrow n_B = 100 \text{ moles}$$

$$\textcircled{2} \rightarrow \left. \begin{aligned} U_A &= n_A \frac{3}{2} R T \\ U_B &= n_B \frac{3}{2} R T \end{aligned} \right\} U_{\text{ολ}} = (n_A + n_B) \frac{3}{2} R T = 300 \cdot 1,5 \cdot 1.660 = 747 \text{ kJ}$$

Η $U_{\text{ολ}}$ δεν θα αλλάξει: έχουμε απομονωμένο σύστημα (δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον και δεν υπάρχει παραγωγή έργου. (όταν, όγκος)

$$\textcircled{3} \left. \begin{aligned} U_{\text{ολ}} &= \text{σταθερή} \\ \text{Ισοανικό αέριο} \end{aligned} \right\} \rightarrow U \text{ εξαρτάται ΜΟΝΟ από } T \Rightarrow T \text{ δεν αλλάζει}$$

$$T = 200 \text{ K}$$

$$\textcircled{4} \left. \begin{array}{l} P_{\text{Τεα}} \cdot V_{0\lambda} = (n_A + n_B) R \cdot T \\ V_{0\lambda} = 2 \text{ m}^3 \end{array} \right\} \Rightarrow 2,49 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow P_{\text{Τεα}} = \frac{(n_A + n_B) R \cdot T}{V_{0\lambda}} = \frac{300 \cdot 8,3 \cdot 200}{2} = 2,49 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$\textcircled{5}$ Η εντροπία θα αυξηθεί: Στατιστικά: το κάθε άτομο He μπορεί να κινηθεί και στα 2 δοχεία.
 Θερμοδυναμικά, έχουμε ΜΗ αντιστρεπτική διεργασία, άρα $\Delta S > \frac{\Delta Q}{T}$
 Εδώ $\Delta Q = 0$, άρα $\Delta S > 0$, αύξηση S.

1. Περιβάλλον \rightarrow Αέριο (υψό $T \rightarrow$ χαλνό T)

$$2. H = k \cdot A \cdot \frac{300-200}{L} = 400 \cdot 10 \frac{100}{0,01} = 4 \cdot 10^7 \text{ W}$$

$$3. \Delta Q = n \cdot C \cdot \Delta T = 300 \cdot 12,45 \cdot 100 = 373,5 \text{ kJ}$$

$$4. \left. \begin{array}{l} \Delta S_{\text{περιβ}} \downarrow = \frac{\Delta Q}{300} \\ \Delta S_{\text{ΑΕΡ}} \uparrow \end{array} \right\} \Delta S_{\text{ολ}} = \Delta S_{\text{περιβ}} + \Delta S_{\text{ΑΕΡ}} > 0$$

Μπορούμε να φανταστούμε την θέρμανση του αερίου σαν τρία
γειρά από μικρές, ισόθερμες και αντιστρεπτές διεργασίες, όπου
για κάθε μία $\Delta S_i = \frac{\Delta Q_i}{T}$, με $200 \text{ K} < T < 300 \text{ K}$. Το άθροιστά τους
δίνει το ΔQ με παρονομαστή μικρότερο του 300 K . Άρα, η αύξηση
της εντροπίας του αερίου είναι μεγαλύτερη από την μείωση
της εντροπίας του περιβάλλοντος. Άρα η ολική εντροπία αυξάνει.

A. Σε μία συσκευή παστερίωσης, διέρχονται 5 Kg γάλακτος ανά δευτερόλεπτο. Το γάλα θερμαίνεται από τους 12°C στους 72°C. Ποια θερμική ισχύ πρέπει να διαθέτει η συσκευή; Δίνεται η ειδική θερμότητα του γάλακτος $c_p = 3,93 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{Kg} \cdot \text{K})$.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 5 \cdot 3930 \cdot 60 \quad \leftarrow (\text{σε } 1 \text{ sec})$$
$$= 1.179.000 \text{ J}$$

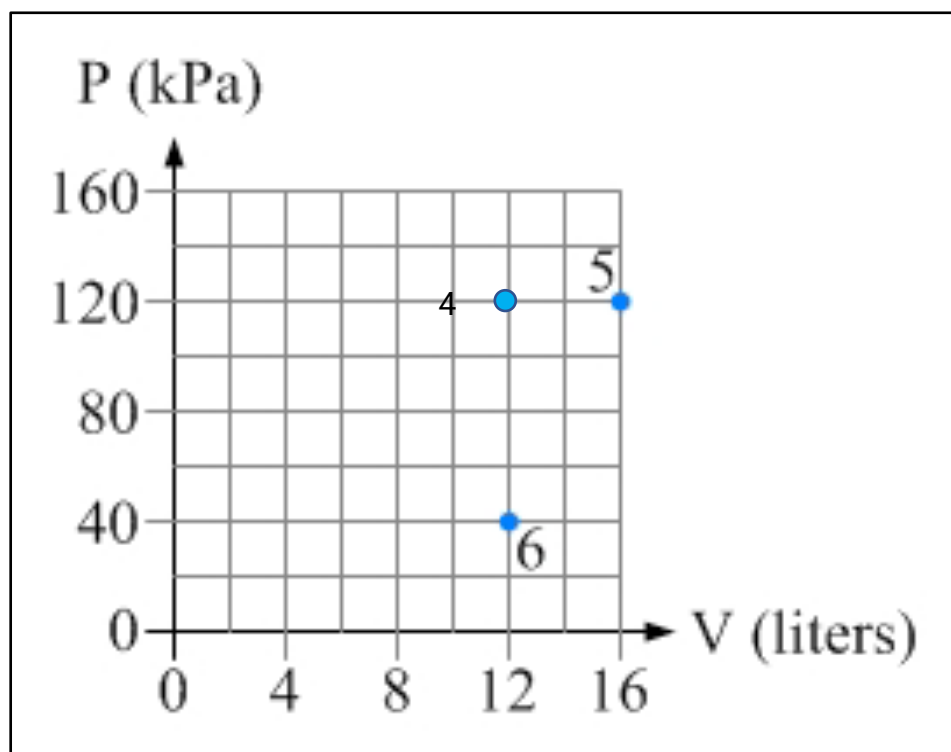
$$\Rightarrow \text{ισχύς } H = 1.179.000 \text{ J/sec} = \underline{\underline{1,179 \text{ MW}}}$$

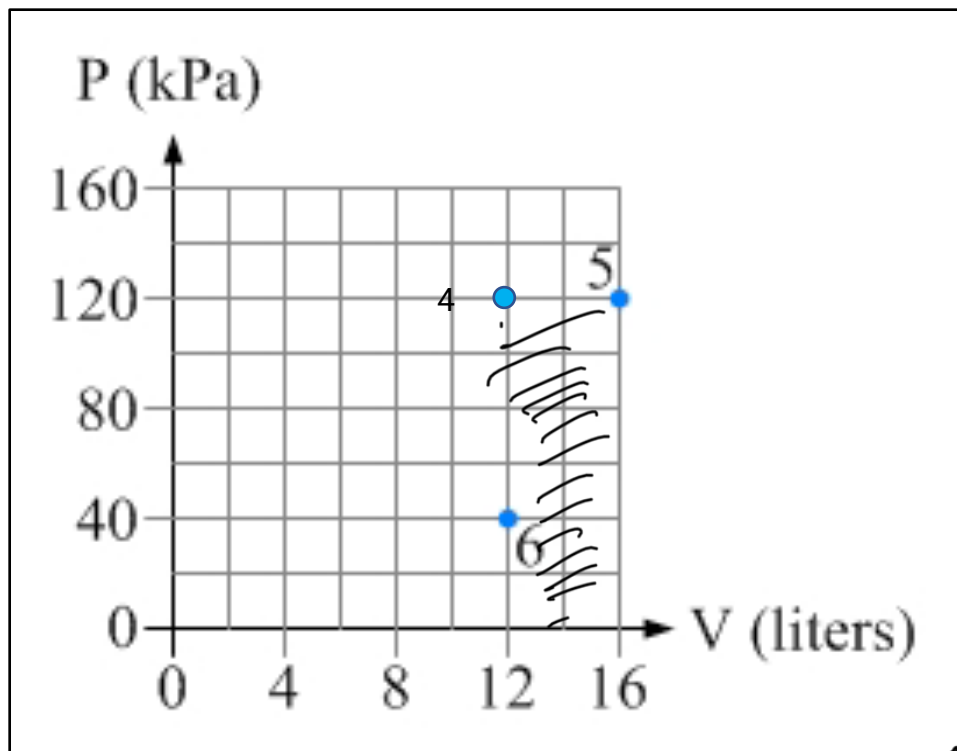
B. Ένα μονοατομικό αέριο αποτελείται από n moles, ώστε $n \cdot R = 0,2 \text{ J/K}$. Το αέριο μεταβαίνει από την κατάσταση 5 στην κατάσταση 6 μέσω μίας σειράς μεταβολών.

A) Ποια η θερμοκρασία του στις καταστάσεις 5 και 6; Πόσο μεταβάλλεται η εσωτερική του ενέργεια από το 5 στο 6;

B) Αν η μεταβολή είναι $5 \rightarrow 4 \rightarrow 6$, πόσο έργο παρήχθη από ή προς το αέριο; Πόση θερμότητα έρευσε από ή προς το αέριο;

Γ) Το έργο και η θερμότητα που υπολογίσατε στο (B) θα είναι τα ίδια για οποιαδήποτε διαδρομή από το 5 στο 6; Γιατί; (Υπενθύμιση: $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ λίτρα}$)





$$n \cdot R = 0,2 \text{ mol/K}$$

(A)

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$T_5 = \frac{P_5 \cdot V_5}{nR} = \frac{120 \cdot 10^3 \cdot 16 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 9600 \text{ K}$$

$$T_6 = \frac{P_6 \cdot V_6}{nR} = \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 2400 \text{ K}$$

$$U_5 = \frac{3}{2} n R T_5 = 1,5 \cdot 0,2 \cdot 9600 = 2880 \text{ J}$$

$$U_6 = \frac{3}{2} n R T_6 = 1,5 \cdot 0,2 \cdot 2400 = 720 \text{ J}$$

$$\Delta U = U_6 - U_5 = -2160 \text{ J}$$

$$\text{1ος νόμος } \Delta U = Q - W \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -2160 = Q - (-480) = Q + 480 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = -2160 - 480 = -2640 \text{ J}$$

(B) 5-4-6. Έργο 4-6 = 0

Έργο 5-4. $P = 120 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
 $\Delta V = -4 \text{ lt} = -4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

Άρα $P \cdot \Delta V = -480 \text{ J}$

(Γ) Οχι. Q, W εξαρτώνται από την διαδρομή.