

1.

Ορισμένη ποσότητα μονοατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου οι τιμές της πίεσης, του όγκου και της απόλυτης θερμοκρασίας του είναι αντίστοιχα  $p_0=2 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$ ,  $V_0=10^{-3} \text{m}^3$  και  $T_0=300 \text{K}$ . Στην συνέχεια το αέριο εκτελεί ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β, όπου καταλαμβάνει όγκο  $2V_0$ . Ακολούθως θερμαίνεται ισόχωρα ως την κατάσταση Γ, όπου η πίεση είναι  $2p_0$ .

Δ1) Να υπολογιστούν η πίεση στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β και η απόλυτη θερμοκρασία στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

*Μονάδες 6*

Δ2) Να γίνει η γραφική παράσταση των αντιστρεπτών μεταβολών ΑΒ και ΒΓ σε βαθμολογημένους άξονες πίεσης – όγκου καθώς και σε άξονες όγκου - απόλυτης θερμοκρασίας.

*Μονάδες 6*

Δ3) Να βρεθεί το έργο που παράγει το αέριο στη διάρκεια της συνολικής μεταβολής από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

*Μονάδες 7*

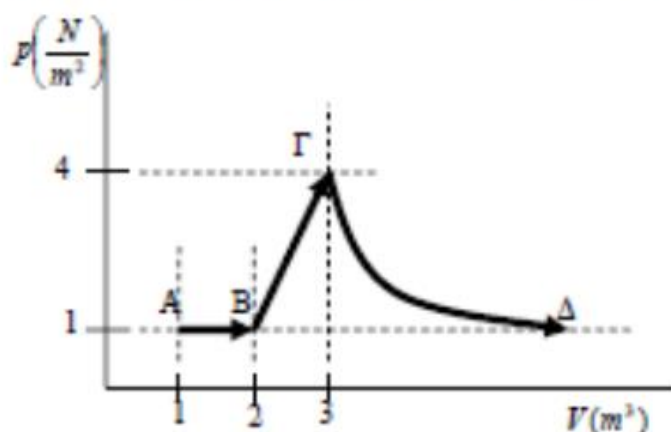
Δ4) Να βρεθεί η θερμότητα που προσφέρθηκε στο αέριο κατά τη διάρκεια της συνολικής μεταβολής από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

*Μονάδες 6*

Δίνεται  $\ln 2=0,7$ .

2.

Δίνονται στο παρακάτω σχήμα κάποιες αντιστρεπτές μεταβολές τις οποίες υφίσταται ποσότητα ιδανικού, μονοατομικού αερίου. Δίνεται επίσης ότι η μεταβολή  $\Gamma\Delta$  είναι αδιαβατική, ότι η πίεση στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας  $\Delta$  είναι ίδια με την πίεση στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας  $A$  και  $B$  (όπως φαίνεται και από το σχήμα).



Να υπολογιστούν:

$\Delta 1$ ) Ο όγκος του αερίου στην κατάσταση ισορροπίας  $\Delta$ .

*Μονάδες 7*

$\Delta 2$ ) Το έργο που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον για κάθε μία μεταβολή ξεχωριστά.

*Μονάδες 6*

$\Delta 3$ ) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε μία από τις μεταβολές.

*Μονάδες 6*

$\Delta 4$ ) Η θερμότητα που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος σε κάθε μία από τις μεταβολές.

*Μονάδες 6*

Δίδεται ότι για τα ιδανικά μονοατομικά αέρια ισχύει:  $\gamma = \frac{5}{3}$ . Επίσης θεωρήστε ότι  $4^{\frac{1}{3}} = 2,3$ .

3.

Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας  $1/R$  mol (το  $R$  είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε  $\frac{J}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ) και θερμοκρασίας  $27^\circ\text{C}$  βρίσκεται σε κυλινδρικό δοχείο η πάνω επιφάνεια του οποίου φράσσεται από έμβολο μάζας  $m = 300 \text{ kg}$  και επιφάνειας, εμβαδού  $A = 100 \text{ cm}^2$ . Το έμβολο μπορεί να μετακινείται χωρίς τριβές και αρχικά ισορροπεί.

$\Delta 1$ ) Να υπολογίσετε την αρχική πίεση του αερίου.

*Μονάδες 7*

Στη συνέχεια το αέριο θερμαίνεται αντιστρεπτά έως τη θερμοκρασία των  $127^\circ\text{C}$ .

$\Delta 2$ ). Να υπολογίσετε τον τελικό όγκο του αερίου.

*Μονάδες 6*

$\Delta 3$ ) Πόσο ανυψώθηκε το έμβολο :

*Μονάδες 6*

$\Delta 4$ ) Το έμβολο ακινητοποιείται (ασφαλιζεται) στη νέα αυτή θέση και το αέριο ψύχεται στην αρχική του θερμοκρασία. Να υπολογίσετε πόση θερμότητα ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος.

*Μονάδες 6*

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση στην περιοχή που βρίσκεται το δοχείο  $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ N/m}^2$ , η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γής  $g = 10 \text{ m/s}^2$  και  $C_v = 3 \cdot R/2$ .

4.

Μία ποσότητα  $n = \frac{2}{R}$  mol ιδανικού αερίου (το  $R$  είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε  $\frac{J}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ) βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A, όπου η πίεσή του είναι  $p_A = 3 \text{ atm}$ , ο όγκος του  $V_A$  και η απόλυτη θερμοκρασία  $T_A = 300 \text{ K}$ . Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A  $\rightarrow$  B: ισοβαρή θέρμανση μέχρι να διπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

B  $\rightarrow$  Γ: ισόχωρη ψύξη μέχρι να υποτριπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

$\Delta 1$ ) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην αρχική του κατάσταση.

*Μονάδες 5*

$\Delta 2$ ) Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου στην τελική του κατάσταση.

*Μονάδες 8*

$\Delta 3$ ) Να υπολογίσετε το έργο του αερίου κατά την συνολική μεταβολή A  $\rightarrow$  B  $\rightarrow$  Γ.

*Μονάδες 6*

$\Delta 4$ ) Να σχεδιάσετε τις μεταβολές σε διάγραμμα  $p$ - $V$  με βαθμολογημένους άξονες.

*Μονάδες 6*

Δίνεται ότι  $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ .

5.

Μια ποσότητα  $n = \frac{2}{R}$  mol ιδανικού αερίου (το  $R$  είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε  $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ) βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου η πίεσή του είναι  $p_A = 3 \text{ atm}$ , ο όγκος του  $V_A$  και η απόλυτη θερμοκρασία  $T_A = 300 \text{ K}$ . Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A  $\rightarrow$  B: ισοβαρή θέρμανση μέχρι να διπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

B  $\rightarrow$  Γ: ισόχωρη ψύξη μέχρι να υποτριπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

Δ1) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην αρχική του κατάσταση.

*Μονάδες 5*

Δ2) Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου στην τελική του κατάσταση.

*Μονάδες 8*

Δ3) Να υπολογίσετε το έργο του αερίου κατά την συνολική μεταβολή A  $\rightarrow$  B  $\rightarrow$  Γ.

*Μονάδες 6*

Δ4) Να σχεδιάσετε τις μεταβολές σε διάγραμμα  $p$ - $V$  με βαθμολογημένους άξονες.

*Μονάδες 6*

Δίνεται ότι  $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ .

6.

Ορισμένη ποσότητα του μονοατομικού ιδανικού αερίου ηλίου (He) βρίσκεται σε δοχείο σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A καταλαμβάνοντας όγκο 2 L, σε θερμοκρασία 27° C και πίεση 0,1 N/m<sup>2</sup>.

**Δ1)** Να υπολογισθεί ο αριθμός των μορίων του αερίου που περιέχονται στο δοχείο.

*Μονάδες 4*

Στη συνέχεια το αέριο πραγματοποιεί διαδοχικά μια ισόθερμη αντιστρεπτή συμπίεση AB, μέχρι ο όγκος να γίνει 1 L, και μια ισοβαρή θέρμανση ΒΓ, μέχρι ο όγκος του να γίνει 4 L.

**Δ2)** Να υπολογισθεί ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του αερίου στις καταστάσεις A και B ( $v_{επΑ} / v_{επΒ}$ ), καθώς και στις καταστάσεις B και Γ ( $v_{επΒ} / v_{επΓ}$ ).

*Μονάδες 8*

Από την κατάσταση Γ με μία ισόχωρη αντιστρεπτή μεταβολή ΓΔ επανέρχεται στην αρχική θερμοκρασία.

**Δ3)** Να υπολογισθεί η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά την μεταβολή ΓΔ.

*Μονάδες 6*

Από την κατάσταση Δ επανέρχεται στον αρχικό όγκο A με μία ισοβαρή μεταβολή ΔΕ.

**Δ4)** Να υπολογισθεί η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά την μεταβολή ΔΕ και να γίνει το διάγραμμα πίεσης και όγκου για όλες τις μεταβολές.

*Μονάδες 7*

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπο σταθερό όγκο  $C_V = 3 \cdot R/2$ , η σταθερά των ιδανικών αερίων  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , ο αριθμός Avogadro  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  άτομα/mol, και η γραμμοατομική μάζα του He είναι 4g/mol. Επίσης ότι  $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ .

7.

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου, μεταβαίνει αντιστρεπτά από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α ( $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_A = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ) στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ ( $p_\Gamma = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_\Gamma = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ), περνώντας ενδιάμεσα από μια κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β. Η μεταβολή από την Α στη Β είναι ισοβαρής ψύξη και ακολουθείται από ισόχωρη θέρμανση, που οδηγεί το αέριο στην κατάσταση Γ.

Δ1) Να παρασταθεί η μεταβολή σε διάγραμμα  $p$ - $V$ , με κατάλληλα βαθμολογημένους άξονες.

*Μονάδες 4*

Δ2) Να δειχθεί ότι η ποσότητα του αερίου μπορεί να μεταβεί από την κατάσταση Γ στην κατάσταση Α υποκείμενη σε μία ισόθερμη εκτόνωση ΓΑ.

*Μονάδες 6*

Δ3) Να υπολογιστούν, για κάθε μια από τις μεταβολές ΑΒ, ΒΓ και ΓΑ, η θερμότητα και το έργο που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον, καθώς και η μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας.

*Μονάδες 9*

Δ4) Να υπολογιστεί η απόδοση  $\epsilon$  της θερμικής μηχανής, το αέριο της οποίας εκτελεί τον αντιστρεπτό κύκλο ΑΒΓΑ (Η απόδοση να εκφραστεί ως κλάσμα).

*Μονάδες 6*

Δίνεται για το αέριο η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο  $C_V = 3 \cdot R/2$  και ότι  $\ln 2 = 0,7$ .