

1. Ποσότητα αερίου υδρογόνου βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία με ποσότητα αερίου οξυγόνου (και τα δύο αέρια θεωρούνται ιδανικά).

Δ1) Ποιος είναι ο λόγος των μέσων μεταφορικών κινητικών ενεργειών των μορίων των δύο αερίων;

Δ2) Ποιος είναι ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων των δύο αερίων $\frac{v_{ev,1}}{v_{ev,2}}$;

Στη συνέχεια χωρίς να μεταβληθεί η ποσότητα του υδρογόνου, συμπιέζεται ο όγκος του αερίου στο μισό (σε σχέση με τον αρχικό όγκο). Ποιος είναι ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του υδρογόνου, πριν και μετά τη μεταβολή του όγκου του όταν αυτή η μεταβολή συντελείται:

Δ3) υπό σταθερή θερμοκρασία;

Δ4) υπό σταθερή πίεση;

Δίνεται οι γραμμομοριακές μάζες του υδρογόνου, $M_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/mol}$ και του οξυγόνου $M_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/mol}$

2. Ποσότητα ιδανικού αερίου ίση με $2/R \text{ mol}$ (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε J/mol.K), βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση ισορροπίας στην οποία έχει πίεση $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία 100 K . Το αέριο υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: Θερμαίνεται ισοβαρώς μέχρι ο όγκος του να γίνει $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Ακολούθως ψύχεται ισόχωρα μέχρι να αποκτήσει θερμοκρασία ίδια με την αρχική. Τέλος το αέριο συμπιέζεται ισόθερμα μέχρι να βρεθεί στην αρχική του κατάσταση.

Δ1) Να κατασκευάσετε το διαγράμματα $p-V$ σε βαθμολογημένους άξονες.

Δ2) Να κατασκευάσετε τα διαγράμματα $p-T$ και $V-T$ σε βαθμολογημένους άξονες.

Δ3) Υπολογίστε τη θερμότητα που αποβάλλει το αέριο συνολικά κατά την κυκλική μεταβολή.

Δ4) Υπολογίστε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε μεταβολή ξεχωριστά.

Δίνεται ότι στα ιδανικά μονοατομικά αέρια $C_v = \frac{3}{2}R$ και ότι $\ln 5 = 1.6$

3. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: Αρχικά ισόχωρη μεταβολή κατά την οποία προσφέρεται στο αέριο θερμότητα 200 J , στη συνέχεια ισόθερμη μεταβολή κατά την οποία το αέριο παράγει έργο 150 J και τελικά επιστρέφει στην αρχική κατάσταση μέσω μιας ισοβαρούς μεταβολής αποδίδοντας στο περιβάλλον θερμότητα 250 J .

Δ1) Να κατασκευάσετε ποιοτικά διαγράμματα (δηλαδή χωρίς αριθμούς) $p-V$ και $V-T$

Δ2) Υπολογίστε το συνολικό μηχανικό έργο που αποδίδει το αέριο σε αυτή την κυκλική μεταβολή.

Δ3) Υπολογίστε το συνολικό ποσό θερμότητας που αποβάλει το αέριο στο περιβάλλον σε αυτή την κυκλική μεταβολή.

Δ4) Υπολογίστε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής η οποία θα λειτουργούσε με βάση τον παραπάνω αντιστρεπτό κύκλο.

4. Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας $1/R \text{ mol}$ (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε J/mol.K) και θερμοκρασίας 27°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.

Δ1) Να υπολογίσετε την αρχική πίεση του αερίου.

Στη συνέχεια το αέριο θερμαίνεται αντιστρεπτά έως τη θερμοκρασία των 127°C .

Δ2). Να υπολογίσετε τον τελικό όγκο του αερίου.

Δ3) Πόσο ανυψώθηκε το έμβολο ;

Δ4) Το έμβολο ακινητοποιείται (ασφαλίζεται) στη νέα αυτή θέση και το αέριο ψύχεται στην αρχική του θερμοκρασία. Να υπολογίσετε πόση θερμότητα ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος.

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

5. Ορισμένη ποσότητα μονατομικού ιδανικού αερίου που βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A (p_0, V_0, T_0), υπόκειται στην παρακάτω αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή: AB-ισοβαρής εκτόνωση μέχρι να διπλασιάσει τον όγκο του,

ΒΓ-ισόθερμη θέρμανση μέχρι να διπλασιάσει τον όγκο που έχει στην κατάσταση B,

ΓΔ-ισόχωρη ψύξη μέχρι το αέριο να αποκτήσει τη θερμοκρασία που είχε στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A,

ΔΑ-ισόθερμη συμπίεση ώστε να επανέλθει στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A.

Δ1) Να γίνει η γραφική παράσταση των μεταβολών σε άξονες p - V , όπου θα φαίνονται οι τιμές της πίεσης, του όγκου και της θερμοκρασίας του αερίου στις καταστάσεις A, B, Γ και Δ, συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 . (Οι τιμές της θερμοκρασίας θα σημειωθούν πάνω στις ισόθερμες καμπύλες.)

Δ2) Να υπολογίσετε τις μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας του αερίου $\Delta U_{AB}, \Delta U_{\Gamma\Delta}$ και $\Delta U_{\Delta A}$ που αντιστοιχούν στις μεταβολές AB, ΓΔ και ΔΑ.

Δ3) Να υπολογίσετε τη θερμότητα και το έργο που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του σε έναν κύκλο.

Δ4) Να υπολογίσετε την απόδοση μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ισόθερμων του παραπάνω κύκλου καθώς και την απόδοση θερμικής μηχανής που λειτουργεί σύμφωνα με την παραπάνω αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή.

Δίνονται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο $C_v = 3R/2$ και $\ln 2 = 0,7$.

6. Μία θερμική μηχανή που χρησιμοποιεί ιδανικό αέριο λειτουργεί με τον αντιστρεπτό κύκλο που φαίνεται στο διάγραμμα. Στην αρχική κατάσταση A η πίεση του ιδανικού αερίου είναι ίση με $P_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

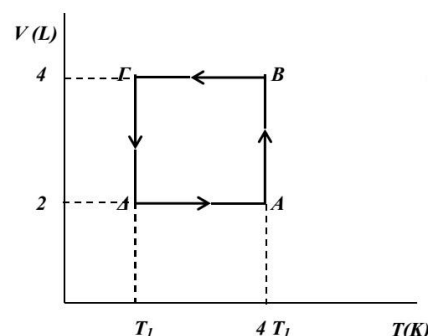
Δ1) Να υπολογίσετε την απόδοση μίας θερμικής μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ισόθερμων, με αυτές στις οποίες λειτουργεί η θερμική μηχανή που σας δίνεται.

Δ2) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα P - V της κυκλικής μεταβολής σε βαθμολογημένο σύστημα αξόνων.

Δ3) Να υπολογίσετε το ωφέλιμο έργο που αποδίδει η μηχανή σε κάθε κύκλο λειτουργίας της.

Δ4) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Δίνονται: $\ln 2 = 0,7$ και $C_v = 3R/2$

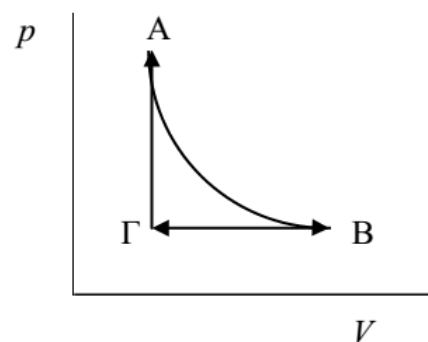


7 Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: A→B ισόθερμη εκτόνωση, B→Γ ισοβαρής συμπίεση και Γ→A ισόχωρη θέρμανση. Δίνονται για τις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας A και B: $p_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 2 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, $V_B = 4 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Δ1) Να βρείτε το έργο που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος για κάθε μία από τις παραπάνω αντιστρεπτές μεταβολές.

Δ2) Για κάθε μία μεταβολή να βρείτε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και το ποσό θερμότητας που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος.

Δ3) Εάν μια μηχανή λειτουργεί με το ιδανικό αέριο που εκτελεί τον παραπάνω κύκλο, να βρείτε την απόδοση αυτής της μηχανής.



Δ4) Να βρεθεί η απόδοση μιας ιδανικής μηχανής Carnot η οποία λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών.

Δίνονται: Για το ιδανικό αέριο η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$ και $\ln 2 = 0,7$.

8. Δίνονται στο παρακάτω σχήμα κάποιες αντιστρεπτές μεταβολές τις οποίες υφίσταται ποσότητα ιδανικού, μονοατομικού αερίου. Δίνεται επίσης ότι η μεταβολή ΓΔ είναι αδιαβατική, ότι η πίεση στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ είναι ίδια με την πίεση στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Α και Β (όπως φαίνεται και από το σχήμα).

Να υπολογιστούν:

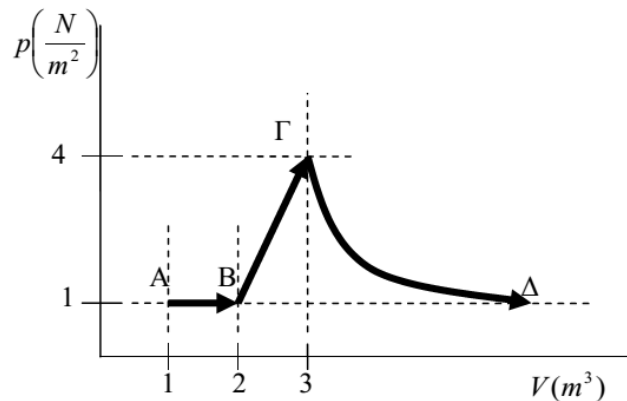
Δ1) Ο όγκος του αερίου στην κατάσταση ισορροπίας Δ.

Δ2) Το έργο που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον για κάθε μία μεταβολή ξεχωριστά.

Δ3) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε μία από τις μεταβολές.

Δ4) Η θερμότητα που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος σε κάθε μία από τις μεταβολές.

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



9. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A→B: αδιαβατική εκτόνωση από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α όγκου $V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$ στην κατάσταση ισορροπίας Β όγκου $V_B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και πίεσης $p_B = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

B→Γ: ισόχωρη ψύξη, μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ για την οποία $p_\Gamma = 10^5 \text{ N/m}^2$.

Γ→Δ: αδιαβατική συμπίεση, μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ η οποία έχει όγκο ίσο με V_A

Δ→Α: ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση Α.

Δ1) Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Α και Δ.

Δ2) Να βρείτε το έργο που παράγει το αέριο σε κάθε αδιαβατική μεταβολή.

Δ3) Να βρείτε την απόδοση μιας μηχανής που θα λειτουργούσε με το συγκεκριμένο κύκλο.

Δ4) Να βρείτε την απόδοση μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών, όπως η μηχανή του προηγούμενου ερωτήματος.

Δίνονται: Για το ιδανικό αέριο η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$ και ότι: $2^{5/3} = 3,2$.

10. Ποσότητα μονοατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας

Α (p_0, V_0, T_0). Το αέριο εκτελεί αρχικά ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β ($p_B, 3 \cdot V_0, T_B$). Ακολούθως συμπιέζεται ισοβαρώς ως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ ($p_\Gamma, V_\Gamma, T_\Gamma$), ώστε κατόπιν εκτελώντας ισόχωρη αντιστρεπτή μεταβολή να επανέλθει στην κατάσταση Α.

Δ1) Να βρεθούν η πίεση p_B και η θερμοκρασία T_Γ συναρτήσει των p_0 και T_0 με εφαρμογή των αντίστοιχων νόμων.

Δ2) Να γίνει η γραφική παράσταση των μεταβολών σε άξονες p-V, όπου θα φαίνονται οι τιμές της πίεσης, του όγκου και της θερμοκρασίας του αερίου στις καταστάσεις Α, Β και Γ, συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 . (Οι τιμές της θερμοκρασίας θα σημειωθούν πάνω στις ισόθερμες καμπύλες που διέρχονται από τα Α, Β και Γ).

Δ3) Να υπολογιστεί ο λόγος των μεταβολών της εσωτερικής ενέργειας $\Delta U_{\Gamma A} / \Delta U_{B\Gamma}$ του αερίου κατά τις μεταβολές ΓΑ και ΒΓ.

Δ4) Να υπολογιστεί το ολικό έργο του αερίου κατά την κυκλική μεταβολή, αν δίνεται ότι $P_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_0 = 10^{-3} \text{ m}^3$ και $\ln 3 = 1,1$.

11. 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 $p_0 = 2 \cdot 10 \text{ N/m}^2$, $V_0 = 10^{-3} \text{ m}^3$ 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.

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

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.

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.

Δίνεται $\ln 2 = 0,7$.

12. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου η πίεσή του είναι $p_A = 2 \text{ atm}$, ο όγκος του είναι $V_A = 5 \text{ L}$ και η απόλυτη θερμοκρασία του είναι $T_A = 600 \text{ K}$. Το αέριο υποβάλλεται σε αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις εξής επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές:

Α → Β: ισοβαρής ψύξη μέχρι να υποδιπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

Β → Γ: ισόθερμη εκτόνωση.

Γ → Α: ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική του θερμοκρασία.

Δ1) Να υπολογίσετε, σε mol, την ποσότητα του ιδανικού αερίου.

Δ2) Να υπολογίσετε τον όγκο και την πίεση του αερίου στην κατάσταση Γ.

Δ3) Να σχεδιάσετε τη κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα p - V με βαθμολογημένους άξονες.

Δ4) Να υπολογίσετε το συνολικό ποσό θερμότητας που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του κατά τη παραπάνω κυκλική μεταβολή.

Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ και $\ln 2 = 0,7$, η σταθερά των ιδανικών αερίων $R = \frac{25}{3} \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

και η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$.

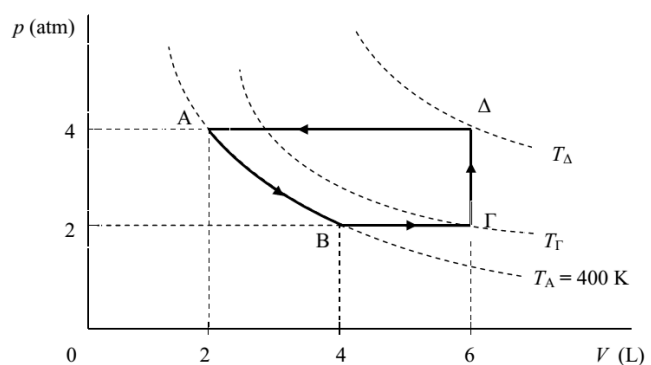
13. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί την αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ που φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα p - V .

Δ1) Να χαρακτηρίσετε τις επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές από τις οποίες αποτελείται η κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ.

Δ2) Να υπολογίσετε την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ και Δ.

Δ3) Να βρείτε σε ποιες επιμέρους μεταβολές του παραπάνω κύκλου το αέριο απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον και να υπολογίσετε την τιμή της θερμότητας που απορροφάται.

Δ4) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο του αερίου κατά την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ.



Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, $\ln 2 = 0,7$ και η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$.

14. Μια ποσότητα $n = 2/R$ mol ιδανικού αερίου (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών R αερίων εκφρασμένη σε) $\text{J/mol}\cdot\text{K}$) βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου η πίεση 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.

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

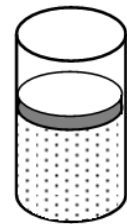
Δ3) Να υπολογίσετε το έργο του αερίου κατά την συνολική μεταβολή A \rightarrow B \rightarrow Γ.

Δ4) Να σχεδιάσετε τις μεταβολές σε διάγραμμα p - V με βαθμολογημένους άξονες. Δίνεται ότι $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$

15. Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία στην κατάσταση Α μέσα σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο. Ο όγκος του αερίου είναι $V_A = 4 \text{ L}$ και η πίεση του $p_A = 1 \text{ atm}$. Το δοχείο έχει διαθερμικά τοιχώματα, είναι σκεπασμένο με αεροστεγές έμβολο εμβαδού $A = 40 \text{ cm}^2$ και βρίσκεται σε λουτρό θερμότητας με θερμοκρασία $T = 300 \text{ K}$.

Από την κατάσταση Α συμπιέζουμε το έμβολο και με μία αντιστρεπτή μεταβολή φέρνουμε το αέριο στην κατάσταση Β όπου $p_B = 2 \text{ atm}$.

Αφαιρούμε το δοχείο από το λουτρό θερμότητας και κρατώντας σταθερή την πίεση του αερίου το θερμαίνουμε μέχρι να φτάσει σε μια κατάσταση Γ. Στην κατάσταση Γ στερεώνουμε το έμβολο ώστε να μην μπορεί να κινηθεί και ψύχουμε το δοχείο. Με αυτή την αντιστρεπτή μεταβολή το αέριο επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση Α. Κατά την μεταβολή ΓΑ η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι -1000 J .



Δ1) Να υπολογίσετε πόσο θα μετακινηθεί το έμβολο ώστε το αέριο από την κατάσταση Α να μεταβεί στην κατάσταση Β.

Δ2) Να υπολογίσετε τον λόγο $v_{\text{evA}}/v_{\text{evΓ}}$ όπου v_{evA} και $v_{\text{evΓ}}$ οι ενεργές ταχύτητες των μορίων του αερίου στην κατάσταση Α και Γ αντίστοιχα.

Δ3) Να υπολογίσετε το συντελεστή γ του αερίου.

Δ4) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο της κυκλικής μεταβολής. Δίνεται ότι $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$ και $\ln 2 = 0,7$

16. Ιδανικό μονατομικό αέριο πραγματοποιεί την ακόλουθη κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή. Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου $p_A = 3210 \text{ N/m}^2$, $V_A = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και $T_A = 600 \text{ K}$ εκτονώνεται ισόθερμα στην κατάσταση Β. Στη συνέχεια ψύχεται ισόχωρα μέχρι την κατάσταση Γ, στην οποία η πίεση είναι $p_\Gamma = 10 \text{ N/m}^2$, και τέλος συμπιέζεται αδιαβατικά μέχρι την αρχική κατάσταση.

Δ1) Να σχεδιάσετε σε διάγραμμα p - V ποιοτικά (χωρίς αριθμούς) την κυκλική μεταβολή.

Δ2) Να υπολογίσετε την πίεση, τον όγκο και την θερμοκρασία του αερίου στις καταστάσεις Γ και Β.

Δ3) Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισόχωρη ψύξη.

Δ4) Να υπολογίσετε τη θερμότητα κατά την κυκλική μεταβολή, και να αιτιολογήσετε αν αυτή την απορροφά το αέριο ή αν την αποδίδει στο περιβάλλον.

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$, $\ln 2 = 0,7$ και ότι $(32)^{3/5} = (2^5)^{3/5} = 2^3$.

17. Ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται την παρακάτω κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή: Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α θερμαίνεται ισοβαρώς στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β όπου διπλασιάζεται η απόλυτη θερμοκρασία του ($T_B = 2T_A$) και ο όγκος του γίνεται $V_B = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β υφίσταται αντιστρεπτή μεταβολή στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ, κατά την διάρκεια της οποίας διατηρείται σταθερή η εσωτερική ενέργεια του

αερίου, και η πίεση του είναι $p_I = 10 \text{ N/m}^2$. Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ ψύχεται ισόχωρα μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ όπου $T_\Delta = 300 \text{ K}$ και $V_r = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Τέλος από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ επιστρέφει ισόθερμα στην αρχική κατάσταση A .

\Delta 1) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Γ και τη θερμοκρασία του σε όλες τις καταστάσεις.

\Delta 2) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση A και την πίεση του σε όλες τις καταστάσεις.

\Delta 3) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά την ισόχωρη ψύξη και κατά την ισόθερμη συμπίεση.

\Delta 4) Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή θέρμανση και να σχεδιάσετε σε διάγραμμα $P-V$ την κυκλική μεταβολή.

Δίνονται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$ και $\ln 2 = 0,7$.

18. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής M , υποβάλλεται στην αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$. Το αέριο ξεκινά από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας 1 , όπου $V_1 = 2 \text{ L}$ και $p_1 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $T_1 = 600 \text{ K}$, ακολουθεί μια ισόθερμη εκτόνωση $1 \rightarrow 2$ μέχρι ο όγκος να γίνει $V_2 = 8 \text{ L}$, και στην συνέχεια υφίσταται μια ισόχωρη ψύξη $2 \rightarrow 3$ μέχρι τη θερμοκρασία $T_3 = 300 \text{ K}$. Η επόμενη μεταβολή είναι μια ισόθερμη συμπίεση $3 \rightarrow 4$, μέχρι ο όγκος να γίνει V_4 , και ο κύκλος ολοκληρώνεται με μια ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση 1 .

\Delta 1) Να υπολογιστεί η πίεση του αερίου στις καταστάσεις 4 και 2 .

\Delta 2) Να σχεδιαστεί σε διάγραμμα $p - V$ η κυκλική μεταβολή λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές των μεγεθών p και V που υπολογίσατε.

\Delta 3) Να υπολογιστεί το ποσό της θερμότητας που μεταφέρθηκε από το περιβάλλον στο αέριο στην ισόχωρη μεταβολή $4 \rightarrow 1$.

\Delta 4) Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της ιδανικής θερμικής μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών T_1 και T_3 . Χωρίς να υπολογίσετε την απόδοση της μηχανής M , να εξηγήσετε αν είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από την απόδοση της προηγούμενης μηχανής Carnot.

Δίνονται $C_V = 3R/2$ και ότι $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$.

19. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία στην κατάσταση $A (p_o, V_o)$ και υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

α) εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι ο όγκος του να γίνει $3 V_o$

β) συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι να επανέλθει στον αρχικό του όγκο V_o και γ) θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση A .

\Delta 1) Να παρασταθεί σε διάγραμμα $p - V$ η κυκλική μεταβολή,

\Delta 2) Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον του,

\Delta 3) Να απεικονιστεί η προηγούμενη κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα $U - T$ όπου U η εσωτερική ενέργεια του αερίου. Δίνονται: $p_o = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_o = 3 \text{ L}$, $T_A = 300 \text{ K}$, $\ln 3 = 1,01$ και $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$.

20. Ποσότητα $n=4/R \text{ mol}$ ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση A με πίεση $P_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και όγκο $V_A = 2 \text{ L}$. Το αέριο εκτελεί την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή του σχήματος. Η μεταβολή ΓA είναι ισόθερμη.

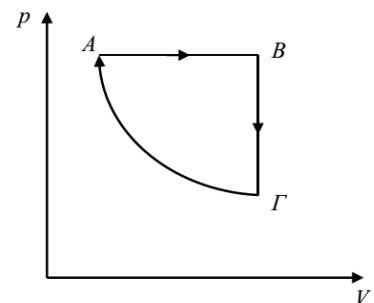
\Delta 1) Να υπολογιστεί η τιμή του όγκου που καταλαμβάνει το αέριο στην κατάσταση B αν κατά τη μεταβολή $A \rightarrow B$ το αέριο παράγει έργο

$$W_{AB} = 2400 \text{ J}$$

\Delta 2) Να υπολογιστεί η τιμή του λόγου v_{evA} / v_{evB} όπου v_{evA} και v_{evB} η ενεργός ταχύτητα των μορίων του

αερίου στις καταστάσεις A και B αντίστοιχα.

\Delta 3) Να υπολογιστεί η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου στη διεργασία $B \rightarrow \Gamma$.



4 4) Αν Q_{AB} το ποσό της θερμότητας που ανταλλάσει το αέριο με το περιβάλλον στη μεταβολή $A \rightarrow B$ και Q_{BG} στη μεταβολή $B \rightarrow G$, να αποδείξετε ότι ισχύει $Q_{AB} = \gamma |Q_{BG}|$ όπου γ ο λόγος των δύο γραμμομοριακών ειδικών θερμοτήτων του αερίου.

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$, R η σταθερά των ιδανικών αερίων στο S.I. και $1L = 10^{-3} m^3$.

21. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής βρίσκεται στη κατάσταση A (p_A, V_A, T_A). Το αέριο υποβάλλεται σε κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή $A \rightarrow B \rightarrow G \rightarrow A$ όπου:

$A \rightarrow B$ ισόχωρη μεταβολή μέχρι να διπλασιαστεί η πίεση του.

$B \rightarrow G$ ισόθερμη εκτόνωση.

$G \rightarrow A$ ισοβαρής συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση A, στην οποία το αέριο απορροφά από το περιβάλλον ενέργεια με τη μορφή έργου $400 J$.

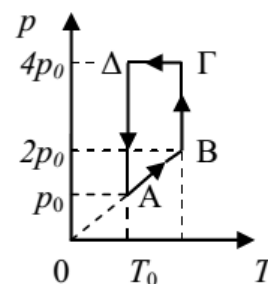
Δ1) Να απεικονίσετε ποιοτικά τη παραπάνω μεταβολή σε διάγραμμα $p - V$.

Δ2) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU_{AB}

Δ3) Να υπολογίσετε το έργο που παράγει το αέριο στην ισόθερμη εκτόνωση.

Δ 4) Να βρείτε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής της οποίας το ιδανικό αέριο εκτελεί αυτήν την Δίνονται: η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$, R η σταθερά των ιδανικών αερίων στο S.I. και $\ln 2 = 0,7$

22. Ποσότητα $n = 2/R mol$ (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη στο S.I.), εκτελεί τις αντιστρεπτές θερμοδυναμικές μεταβολές του κύκλου που φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα $p - T$, όπου p η πίεση και T η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου. Αρχικά το αέριο βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής p_0 ισορροπίας A με όγκο V_0 , θερμοκρασία T_0 και πίεση p_0 και στη συνέχεια μεταβαίνει αντιστρεπτά στις υπόλοιπες καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας που εικονίζονται στο σχήμα.



Δ1) Να δώσετε ένα πλήρη χαρακτηρισμό για κάθε μια από τις μεταβολές AB, BG, ΓΔ, ΔΑ.

Δ2) Να σχεδιάσετε το θερμοδυναμικό αυτό κύκλο σε $p - V$ και $p - T$ διαγράμματα, βαθμονομημένα με τη βοήθεια των μεγεθών p_0, V_0, T_0 .

Αν το συνολικό έργο του αερίου σε ένα κύκλο είναι $W_{ολ} = -600 J$, να υπολογίσετε:

Δ3) Τις θερμοκρασίες του αερίου στις καταστάσεις A, B, Γ και Δ.

Δ4) Τη συνολική θερμότητα που αποβάλλει το αέριο στο περιβάλλον σε ένα κύκλο.

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα με σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$ και ότι κατά προσέγγιση μπορείτε να θεωρήσετε ότι $\ln 2 = 0,7$.

23. Ποσότητα $n = 2/R mol$ ιδανικού μονοατομικού αερίου, (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά R των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε μονάδες του S.I), βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A, με όγκο $V_A = 2 L$ και πίεση $p_A = 3,2 atm$. Με ισοβαρή αντιστρεπτή ψύξη AB, το αέριο μεταβαίνει σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B, από την οποία με αντιστρεπτή ισόθερμη εκτόνωση BG αποκτά όγκο $V_B = 16 L$. Μια αδιαβατική αντιστρεπτή συμπίεση

επαναφέρει το αέριο στην αρχική του κατάσταση A. Να υπολογίσετε:

Δ1) Την εσωτερική ενέργεια του αερίου στην κατάσταση A.

Δ2) Την πίεση p_B , τον όγκο V_B , τη θερμοκρασία T_B του αερίου, και να απεικονίσετε (ποιοτικά) τον θερμοδυναμικό κύκλο του αερίου σε διάγραμμα $p - V$.

Δ3) Τη θερμότητα που απορρόφησε το αέριο από το περιβάλλον στη διάρκεια αυτού του θερμοδυναμικού κύκλου.

Δ4) Το ολικό έργο του αερίου για την ολοκλήρωση ενός κύκλου των θερμοδυναμικών μεταβολών που περιγράφηκαν.

Δίνεται για το ιδανικό αέριο ο λόγος των γραμμομοριακών ειδικών θερμοτήτων $\gamma = C_p/C_V = 5/3$.

Για τις πράξεις σας κατά προσέγγιση μπορείτε να θεωρήσετε ότι $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$, και $\ln 2 = 0,7$.

24. Μία ποσότητα $n = 2/R \text{ mol}$ (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε J/mol.K) ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α όπου $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $T_A = 300 \text{ K}$. Στο αέριο γίνονται οι εξής αντιστρεπτές μεταβολές:
A→B: ισοβαρής εκτόνωση μέχρι $V_B = 2 \cdot V_A$

Μεταβολή	W (Joule)	ΔU (Joule)	Q (Joule)
A→B			
B→Γ			
Γ→A			

B→Γ: ισόχωρη ψύξη μέχρι $T_\Gamma = T_A$

Γ→A: ισόθερμη συμπίεση

Δ1) Να βρεθούν οι όγκοι, οι θερμοκρασίες και οι πιέσεις του αερίου στις καταστάσεις Α, Β και Γ.

Δ2) Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας.

Δ3) Να γίνουν τα διαγράμματα (σε βαθμολογημένους άξονες) p - V και p - T για τις παραπάνω μεταβολές.

Δ4) Αν η παραπάνω κυκλική μεταβολή παριστά τον θερμοδυναμικό κύκλο μιας θερμικής μηχανής να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης αυτής της μηχανής.

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3 R/2$, ότι $\ln 2 = 0,7$

25. Μια ποσότητα $n = 10 \text{ mol}$ ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής, βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α όπου $p_A = 1 \text{ atm}$ και $V_A = 4 \text{ L}$. Το αέριο υφίσταται κυκλική μεταβολή αποτελούμενη από μια ισοβαρή θέρμανση ΑΒ, στο τέλος της οποίας είναι $V_B = 8,2 \text{ L}$, μια ισόθερμη εκτόνωση ΒΓ, μετά το πέρας της οποίας είναι $p_\Gamma = 5 \text{ atm}$, μια ισοβαρή ψύξη ΓΔ και μια ισόθερμη συμπίεση ΔΑ. Όλες οι μεταβολές είναι αντιστρεπτές και το αέριο διέρχεται μόνο από καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας.

Δ1) Να σχεδιαστεί ποιοτικά (χωρίς αριθμούς) η κυκλική μεταβολή σε άξονες p - V και p - T .

Δ2) Να υπολογίσετε τις απόλυτες θερμοκρασίες στις οποίες πραγματοποιούνται οι ισόθερμες μεταβολές.

Δ3) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο της κυκλικής μεταβολής

Δ4) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Δίνονται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$, η σταθερά των ιδανικών αερίων $R = 0,082 \text{ L.atm/(mol.K)} = 8,314 \text{ J/(mole.K)}$ ότι $1 \text{ L.atm} = 101 \text{ J}$ και $\ln 2 = 0,7$.

26. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου που βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας με όγκο $V_1 = 2 \text{ L}$ θερμοκρασία $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$ θερμαίνεται αντιστρεπτά υπό σταθερή πίεση $p = 2 \text{ atm}$, οπότε η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου αυξάνεται κατά 50%.

Δ1) Να βρεθεί ο νέος όγκος του V_2

Δ2) Να παρασταθεί γραφικά, σε άξονες p - V η μεταβολή και να υπολογιστεί το έργο που παράγεται κατά την εκτόνωση του αερίου.

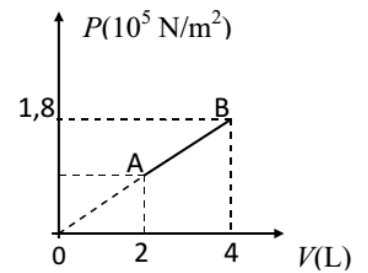
Δ3) Να υπολογιστεί η επί της εκατό (%) μεταβολή της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων του αερίου.

Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία ενός άλλου ιδανικού αερίου, το οποίο είναι κλεισμένο σε δοχείο σταθερού όγκου, κατά 150° C η πίεσή του αυξάνεται κατά 40%. Θεωρούμε και αυτή τη νέα μεταβολή της ποσότητας του άλλου ιδανικού αερίου αντιστρεπτή.

Δ4) Να υπολογιστούν η αρχική και η τελική θερμοκρασία του αερίου σε $^\circ \text{C}$.

Δίνεται ότι: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$ και $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

27. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου πραγματοποιεί την αντιστρεπτή μεταβολή AB του σχήματος από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B.



Δ1) Να βρεθεί η πίεση του αερίου στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A.

Δ2) Να υπολογισθεί το παραγόμενο έργο.

Δ3) Να υπολογισθεί η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον.

Δ4) Να βρεθεί πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μέση κινητική ενέργεια των μορίων στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B από την αντίστοιχη στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A.

Δίνεται ότι: $C_v = 3R/2$, όπου R είναι η σταθερά των ιδανικών αερίων και $1L = 10^{-3} m^3$

ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΓΑΣΤΟΥΝΗΣ