

1.

Μία ποσότητα $n = 2/R$ mol (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε $\frac{J}{\text{mol} \cdot K}$) ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας

A 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 \rightarrow B: ισοβαρής εκτόνωση μέχρι $V_B = 2 \cdot V_A$

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

Γ \rightarrow A: ισόθερμη συμπίεση

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

Μονάδες 6

Δ2) Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας.

Μεταβολή	W (Joule)	ΔU (Joule)	Q (Joule)
A \rightarrow B			
B \rightarrow Γ			
Γ \rightarrow A			

Μονάδες 8

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 5

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

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

1. $A \rightarrow B$ ισόχωρη μεταβολή μέχρι να διπλασιαστεί η πίεση του.
2. $B \rightarrow \Gamma$ ισόθερμη εκτόνωση.
3. $\Gamma \rightarrow A$ ισοβαρής συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση A, στην οποία το αέριο απορροφά από το περιβάλλον ενέργεια με τη μορφή έργου 400 J.

$\Delta 1$) Να απεικονίσετε ποιοτικά τη παραπάνω μεταβολή σε διάγραμμα $p - V$.

Μονάδες 5

$\Delta 2$) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU_{AB} .

Μονάδες 7

$\Delta 3$) Να υπολογίσετε το έργο που παράγει το αέριο στην ισόθερμη εκτόνωση.

Μονάδες 7

$\Delta 4$) Να βρείτε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής της οποίας το ιδανικό αέριο εκτελεί αυτήν την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 6

Δίνονται: η γραμμοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$, R η σταθερά των

ιδανικών αερίων στο S.I. και $\ln 2 = 0,7$

3. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία στην κατάσταση A (p_0, V_0) και υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: α) εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι ο όγκος του να γίνει $3 V_0$, β) συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι να επανέλθει στον αρχικό του όγκο V_0 και γ) θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση A.

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 10

$\Delta 3$) Να απεικονιστεί η προηγούμενη κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα $U - T$ όπου U η εσωτερική ενέργεια του αερίου.

Μονάδες 9

Δίνονται: $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_0 = 3 \text{ L}$, $T_A = 300 \text{ K}$, $\ln 3 = 1,01$ και $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

4.

Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία στην κατάσταση A 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 A συμπιέζουμε το έμβολο και με μία αντιστρεπτή μεταβολή φέρνουμε το αέριο στην κατάσταση B 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 A. 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 A να μεταβεί στην κατάσταση B.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{v_{rmsA}}{v_{rmsΓ}}$ όπου v_{rmsA} και $v_{rmsΓ}$ οι ενεργές ταχύτητες των μορίων του αερίου στην κατάσταση A και Γ αντίστοιχα.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε το συντελεστή γ του αερίου.

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο της κυκλικής μεταβολής.

Μονάδες 7

Δίνεται ότι $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ και $\ln 2 = 0,7$

5.

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:

A \rightarrow B: ισοβαρής ψύξη μέχρι να υποδιπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

B \rightarrow Γ: ισόθερμη εκτόνωση.

Γ \rightarrow Α: ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική του θερμοκρασία.

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

Μονάδες 4

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

Μονάδες 2+4

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

Μονάδες 7

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

Μονάδες 8

Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ 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

$C_V = \frac{3}{2} R$.

6. Ποσότητα μονατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A (p_0, V_0, T_0). Το αέριο εκτελεί αρχικά ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B ($p_B, 3 \cdot V_0, T_0$). Ακολούθως συμπιέζεται ισοβαρώς ως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ (p_T, V_T, T_T), ώστε κατόπιν εκτελώντας ισόχωρη αντιστρεπτή μεταβολή να επανέλθει στην κατάσταση A.

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

Μονάδες 4

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 A, B και Γ, συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 . (Οι τιμές της θερμοκρασίας θα σημειωθούν πάνω στις ισόθερμες καμπύλες που διέρχονται από τα A, B και Γ).

Μονάδες 6

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

Μονάδες 7

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 $\ln 3 = 1,1$.

Μονάδες 8

7. 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

Μονάδες 7

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 6

8.

Θερμική μηχανή χρησιμοποιεί μονοατομικό ιδανικό αέριο. Στην διάρκεια ενός κύκλου το αέριο εκτελεί τρεις αντιστρεπτές μεταβολές. Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου οι τιμές της πίεσης του όγκου και της θερμοκρασίας είναι αντίστοιχα $p_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και T_0 , το αέριο εκτονώνεται ισοβαρώς έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β, όπου ο όγκος του είναι $3V_0$. Στη συνέχεια το αέριο ψύχεται ισόχωρα έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ, ώστε κατόπιν με ισόθερμη μεταβολή να επανέλθει στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α.

Δ1) Να γίνει η γραφική παράσταση της κυκλικής μεταβολής σε βαθμολογημένους άξονες πίεσης - όγκου.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογιστεί ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του αερίου στις καταστάσεις Α και Γ, $v_{\text{εν}(A)}/v_{\text{εν}(Γ)}$.

Μονάδες 5

Δ3) Να υπολογιστεί το έργο του αερίου για την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 7

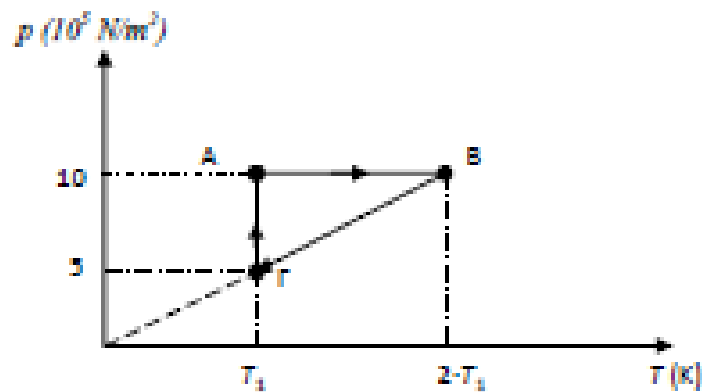
Δ4) Να υπολογιστεί η επί τοις εκατό απόδοση της θερμικής μηχανής που λειτουργεί με βάση τον παραπάνω κύκλο.

Μονάδες 7

Δίνεται $\ln \frac{1}{3} = -\ln 3 = -1,1$ και ότι για τα μονοατομικά ιδανικά αέρια ισχύει: $C_V = \frac{3}{2}R$.

9.

ΘΕΜΑ Δ



Θερμική μηχανή υφίσταται την κυκλική μεταβολή που παριστάνεται στο παραπάνω διάγραμμα $p-T$.

Δ1) Να παραστήσετε την παραπάνω μεταβολή σε διάγραμμα $p-V$, εάν δίνεται ότι $V_A = 1 \text{ L}$, και να υπολογίσετε για κάθε επιμέρους μεταβολή, τη θερμότητα Q , το έργο W και τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU του αερίου.

Μονάδες 8

Δ2) Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της θερμικής αυτής μηχανής καθώς επίσης και τον συντελεστή απόδοσης μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής.

Μονάδες 7

Δ3) Εάν η μηχανή πραγματοποιεί 120 κύκλους σε 1 λεπτό να υπολογίσετε την μηχανική ισχύ που αποδίδει η μηχανή.

Μονάδες 5

Δ4) Εάν αυτή η θερμική μηχανή κινεί όχημα μάζας $m = 300 \text{ kg}$, πόσα λίτρα βενζίνης θα καταναλώσει το όχημα ξεκινώντας από την ακινησία μέχρι να αποκτήσει ταχύτητα μέτρου 72 km/h ; Να θεωρήσετε ότι όλη η μηχανική ενέργεια που αποδίδει η μηχανή μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του οχήματος χωρίς απώλειες.

Μονάδες 5

Δίνονται: $C_V = 3 \cdot R/2$, $\ln 2 = 0,7$, θερμότητα που παράγεται κατά την καύση της βενζίνης ανά μονάδα μάζας είναι $4 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ και η πυκνότητα βενζίνης $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$.

10.

Μια θερμική μηχανή λειτουργεί με ποσότητα n mol ενός ιδανικού αερίου. Η παραπάνω ποσότητα του ιδανικού αερίου βρίσκεται αρχικά στη κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου η πίεση είναι $p_A = 3 \text{ atm}$, ο όγκος $V_A = 1 \text{ L}$, και η απόλυτη θερμοκρασία T_A . Το αέριο υποβάλλεται διαδοχικά στις ακόλουθες αντιστρεπτές μεταβολές:

A \rightarrow B : ισοβαρής θέρμανση μέχρι να τριπλασιαστεί ο όγκος του.

B \rightarrow Γ : ισόχωρη ψύξη μέχρι την αρχική του θερμοκρασία.

Γ \rightarrow Α : ισόθερμη μεταβολή μέχρι την αρχική του κατάσταση.

Δ1) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του κατά τη διάρκεια της ισοβαρούς θέρμανσης.

Μονάδες 6

Δ2) Να σχεδιάσετε τη κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα p - V με βαθμολογημένους άξονες.

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο που παράγει η θερμική μηχανή σε ένα κύκλο λειτουργίας της.

Μονάδες 7

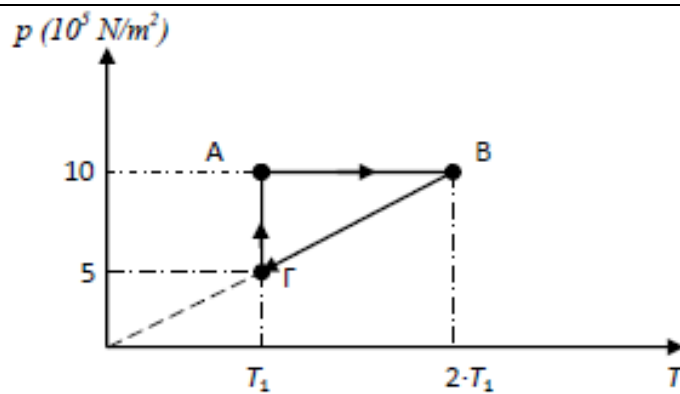
Δ4) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Μονάδες 5

Δίνονται οι γραμμομοριακές ειδικές θερμότητες του αερίου $C_p = \frac{5}{2}R$ και $C_v = \frac{3}{2}R$, ότι

$$1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ και } \ln 3 = 1,1.$$

11.



Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής εκτελεί την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή ΑΒΓΑ που φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα p - T .

Δ1) Να υπολογίσετε, για κάθε επιμέρους μεταβολή, τη θερμότητα Q , το έργο W και τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU του αερίου, εάν το έργο κατά τη μεταβολή ΓΑ είναι $W_{\Gamma \rightarrow A} = -700 \text{ J}$.

Μονάδες 8

Δ2) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της θερμικής αυτής μηχανής καθώς επίσης και τον συντελεστή απόδοσης μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής.

Μονάδες 7

Δ3) Εάν η μηχανή πραγματοποιεί 120 κύκλους σε 1 λεπτό να υπολογίσετε τη μηχανική ισχύ που αποδίδει η μηχανή.

Μονάδες 5

Δ4) Εάν αυτή η θερμική μηχανή κινεί όχημα μάζας $m = 600 \text{ kg}$, πόσο χρόνο θα χρειαστεί το όχημα, ξεκινώντας από ακινησία, για να αποκτήσει ταχύτητα μέτρου 72 km/h ; Να θεωρήσετε ότι όλη η μηχανική ενέργεια που αποδίδει η μηχανή μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του οχήματος χωρίς απώλειες.

Μονάδες 5

Δίνονται $C_V = 3 \cdot R/2$ και $\ln 2 = 0,7$.

- 12.** Ορισμένη ποσότητα 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 τετραπλασιαστεί ο όγκος του,
 ΒΓ-ισόχωρη μεταβολή μέχρι τη θερμοκρασία T_0 ,
 ΓΑ-ισόθερμη μεταβολή.
- 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 Α, Β, και Γ, συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 . (Οι τιμές της θερμοκρασίας να σημειωθούν πάνω στις ισόθερμες καμπύλες).
- Μονάδες 5*
- Δ2)** Να υπολογιστεί η θερμότητα που αποβάλλει το αέριο στην κυκλική μεταβολή συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 .
- Μονάδες 6*
- Δ3)** Να υπολογιστεί το ολικό έργο στην κυκλική μεταβολή συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 .
- Μονάδες 7*
- Δ4)** Να υπολογίσετε την απόδοση μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ακραίων ισόθερμων του παραπάνω κύκλου, καθώς και την απόδοση θερμικής μηχανής που λειτουργεί σύμφωνα με την παραπάνω αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή (οι αποδόσεις να εκφραστούν ως κλάσματα).
- Μονάδες 7*
- Δίνονται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο $C_V = 3 \cdot R/2$ και ότι $\ln 2 = 0,7$.

- 13.** Ποσότητα ιδανικού αερίου ίση με $2/R$ mol, 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.
- Μονάδες 6*
- Δ2)** Να κατασκευάσετε τα διαγράμματα $p - T$ και $V - T$ σε βαθμολογημένους άξονες.
- Μονάδες 8*
- Δ3)** Υπολογίστε τη θερμότητα που αποβάλλει το αέριο συνολικά κατά την κυκλική μεταβολή.
- Μονάδες 5*
- Δ4)** Υπολογίστε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε μεταβολή ξεχωριστά.
- Μονάδες 6*
- Δίνεται ότι στα ιδανικά μονοατομικά αέρια $C_V = \frac{3R}{2}$ και ότι $\ln 5 \approx 1.6$

ΜΕ ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ

14.

Ποσότητα $n = \frac{2}{R}$ mol ιδανικού μονοατομικού αερίου, (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε μονάδες του S.I), βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, με όγκο $V_A = 2 \text{ L}$ και πίεση $p_A = 3,2 \text{ atm}$. Με ισοβαρή αντιστρεπτή ψύξη ΑΒ, το αέριο μεταβαίνει σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β, από την οποία με αντιστρεπτή ισόθερμη εκτόνωση ΒΓ αποκτά όγκο $V_\Gamma = 16 \text{ L}$. Μια αδιαβατική αντιστρεπτή συμπίεση επαναφέρει το αέριο στην αρχική του κατάσταση Α. Να υπολογίσετε:

Δ1) Την εσωτερική ενέργεια του αερίου στην κατάσταση Α.

Μονάδες 6

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

Μονάδες 8

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

Μονάδες 5

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

Μονάδες 6

Δίνεται για το ιδανικό αέριο ο λόγος των γραμμομοριακών ειδικών θερμοτήτων $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$.

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

$\ln 2 = 0,7$.

15.

Ιδανικό μονατομικό αέριο πραγματοποιεί την ακόλουθη κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή. Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου $p_A = 32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και $T_A = 600 \text{ K}$ εκτονώνεται ισόθερμα στην κατάσταση Β. Στη συνέχεια ψύχεται ισόχωρα μέχρι την κατάσταση Γ, στην οποία η πίεση είναι $p_\Gamma = 10^5 \text{ N/m}^2$, και τέλος συμπιέζεται αδιαβατικά μέχρι την αρχική κατάσταση.

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

Μονάδες 4

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

Μονάδες 10

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

Μονάδες 4

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

Μονάδες 7

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

$$= (2^5)^{\frac{3}{5}} = 2^3.$$

16.

Ορισμένη ποσότητα μονατομικού ιδανικού αερίου που βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A (p_0, V_0, T_0), υπόκειται στην παρακάτω αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή:

ΑΒ-ισοβαρής εκτόνωση μέχρι να τετραπλασιαστεί ο όγκος του,

ΒΓ-αδιαβατική μεταβολή μέχρι τη θερμοκρασία T_0 ,

ΓΑ-ισόθερμη μεταβολή.

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 Α, Β, και Γ, συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 . (Οι τιμές της θερμοκρασίας θα σημειωθούν πάνω στις ισόθερμες καμπύλες).

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογιστεί ο λόγος των έργων που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος για

τις μεταβολές ΒΓ και ΑΒ, $\frac{W_{ΒΓ}}{W_{ΑΒ}}$.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογιστεί ο λόγος των θερμότητων που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος

για τις μεταβολές ΑΒ και ΓΑ, $\frac{Q_{ΑΒ}}{Q_{ΓΑ}}$.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε την απόδοση μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ακραίων θερμοκρασιών του παραπάνω κύκλου καθώς και την απόδοση θερμικής μηχανής που λειτουργεί σύμφωνα με την παραπάνω αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή (οι αποδόσεις να εκφραστούν ως κλάσματα).

Μονάδες 7

Δίνονται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο $C_v = 3R/2$, $\ln 2 = 0,7$ και ο αδιαβατικός συντελεστής $\gamma = 5/3$.

17.

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής εκτελεί κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή ΑΒΓΑ, η οποία αποτελείται από τις παρακάτω επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές:

- από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α με $p_A = 10 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_A = 1 \text{ L}$, εκτονώνεται ισοβαρώς στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β με $V_B = 2 \text{ L}$,

- από την κατάσταση Β εκτονώνεται αδιαβατικά στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ με $V_\Gamma = 4\sqrt{2} \text{ L}$,

- και τέλος από την κατάσταση Γ επανέρχεται ισόθερμα στην κατάσταση Α.

Δ1) Να απεικονίσετε την κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα p - V σημειώνοντας τα δεδομένα για την πίεση και τον όγκο.

Μονάδες 8

Δ2) Να υπολογίσετε, για κάθε επιμέρους μεταβολή, τη θερμότητα Q , το έργο W και τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU του αερίου.

Μονάδες 9

Δ3) Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της θερμικής αυτής μηχανής, καθώς επίσης και τον συντελεστή απόδοσης μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής.

Μονάδες 8

Δίνονται: $\gamma = 5/3$, $\ln 2 = 0,7$, $\ln(4\sqrt{2}) = \frac{5}{2} \cdot 0,7$.