

1.

Θερμική μηχανή λειτουργεί με ποσότητα n mol ιδανικού αερίου. Η παραπάνω ποσότητα του ιδανικού αερίου βρίσκεται αρχικά στη κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου η πίεση είναι $p_A = 6 \text{ atm}$, ο όγκος $V_A = 2 \text{ L}$, και η απόλυτη θερμοκρασία T_A . Το αέριο υποβάλλεται διαδοχικά στις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A \rightarrow B : ισόθερμη εκτόνωση μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του.

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

Γ \rightarrow Δ : ισόθερμη συμπίεση μέχρι τον αρχικό του όγκο.

Δ \rightarrow Α : ισόχωρη μεταβολή μέχρι την αρχική του κατάσταση.

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

Μονάδες 5

Δ2) Να σχεδιάσετε την παραπάνω κυκλική μεταβολή του αερίου 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 που λειτουργεί με βάση τον παραπάνω κύκλο (ο συντελεστής να εκφραστεί ως κλάσμα).

Μονάδες 6

Δίνονται: η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο $C_v = \frac{3}{2}R$,

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

2. Μια ποσότητα $n = 10$ mol ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής, βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α όπου $p_A = 10$ atm και $V_A = 4,1$ L. Το αέριο υφίσταται κυκλική μεταβολή αποτελούμενη από μια ισοβαρή θέρμανση ΑΒ, στο τέλος της οποίας είναι $V_B = 8,2$ L, μια ισόθερμη εκτόνωση ΒΓ, μετά το πέρας της οποίας είναι $p_\Gamma = 5$ 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 $p-T$.

Μονάδες 5

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

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο της κυκλικής μεταβολής

Μονάδες 8

Δ4) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Μονάδες 6

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

3. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής Μ, υποβάλλεται στην αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$. Το αέριο ξεκινά από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας 1, όπου $V_1 = 2$ L και $p_1 = 8 \cdot 10^5$ N/m², $T_1 = 600$ K, ακολουθεί μια ισόθερμη εκτόνωση $1 \rightarrow 2$ μέχρι ο όγκος να γίνει $V_2 = 8$ L, και στην συνέχεια υφίσταται μια ισόχωρη ψύξη $2 \rightarrow 3$ μέχρι τη θερμοκρασία $T_3 = 300$ 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.

Δ1) Να υπολογιστεί η πίεση του αερίου στις καταστάσεις 4 και 2.

Μονάδες 5

Δ2) Να σχεδιαστεί σε διάγραμμα $p - V$ η κυκλική μεταβολή λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές των μεγεθών p και V που υπολογίσατε.

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογιστεί το ποσό της θερμότητας που μεταφέρθηκε από το περιβάλλον στο αέριο στην ισόχωρη μεταβολή $4 \rightarrow 1$.

Μονάδες 7

Δ4) 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 Μ, να εξηγήσετε αν είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από την απόδοση της προηγούμενης μηχανής Carnot.

Μονάδες 6

Δίνονται $C_V = 3R/2$ και ότι 1 L = 10⁻³ m³.

4.

Θερμική μηχανή χρησιμοποιεί μονοατομικό ιδανικό αέριο. Στην διάρκεια ενός κύκλου το αέριο εκτελεί τέσσερις αντιστρεπτές μεταβολές. Συγκεκριμένα, από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, με πίεση $P_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$, όγκο $V_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και θερμοκρασία T_0 , το αέριο συμπιέζεται ισόθερμα έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β, όπου ο όγκος του είναι $V_0/2$. Στη συνέχεια το αέριο θερμαίνεται ισόχωρα έως την κατάσταση Γ, όπου η θερμοκρασία του γίνεται $2T_0$. Ακολούθως το αέριο εκτονώνεται ισόθερμα ως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ, ώστε κατόπιν με ισόχωρη μεταβολή να επανέλθει στην κατάσταση Α.

Να υπολογιστούν:

Δ1) Οι τιμές της πίεσης του αερίου στις καταστάσεις Β, Γ και Δ.

Μονάδες 6

Δ2) Το έργο που παράγει το αέριο κατά την ισόθερμη εκτόνωση.

Μονάδες 5

Δ3) Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής (να εκφραστεί ως κλάσμα).

Μονάδες 9

Δ4) Η απόδοση μιας μηχανής Carnot η οποία θα λειτουργούσε μεταξύ των δύο παραπάνω ακραίων θερμοκρασιών, δηλαδή T_0 και $2T_0$

Μονάδες 5

Δίνεται $\ln 2 = 0,7$ και $\ln \frac{1}{2} = -0,7$

5.

Ποσότητα ιδανικού αερίου $n = 1/R$ mol (όπου το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων σε μονάδες του S.I.) καταλαμβάνει όγκο $V_A = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ σε πίεση $p_A = 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο πραγματοποιεί την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ που αποτελείται από τις παρακάτω διαδοχικές αντιστρεπτές μεταβολές.

ΑΒ: ισοβαρής θέρμανση μέχρι τη θερμοκρασία 600K.

ΒΓ: ισόχωρη ψύξη μέχρι τη θερμοκρασία 400K.

ΓΔ: ισοβαρής ψύξη και

ΔΑ: ισόθερμη συμπίεση

Δ1) Να αναπαραστήσετε τις μεταβολές σε διάγραμμα p - V .

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογισθούν οι θερμότητες που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον σε κάθε μεταβολή.

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογισθεί ο συντελεστής απόδοσης της κυκλικής μεταβολής (ο συντελεστής απόδοσης να εκφραστεί ως κλάσμα).

Μονάδες 8

Δ4) Να υπολογισθεί πόσο θα διέφερε ο συντελεστής απόδοσης μιας θερμικής μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών, από το συντελεστή απόδοσης μιας μηχανής, το αέριο της οποίας λειτουργεί με βάση τον κύκλο ΑΒΓΔΑ.

Μονάδες 4

Δίνεται ότι $C_V = 3R/2$, $\ln 2 = 0,69$ και $\ln 3 = 1,09$.

6.

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 $p_\Gamma = 10^5 \text{ N/m}^2$.

Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ ψύχεται ισόχωρα μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ όπου $T_\Delta = 300 \text{ K}$ και $V_\Delta = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

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

Δ1) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Γ και τη θερμοκρασία του σε όλες τις καταστάσεις.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Α και την πίεση του σε όλες τις καταστάσεις.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά την ισόχωρη ψύξη και κατά την ισόθερμη συμπίεση.

Μονάδες 5

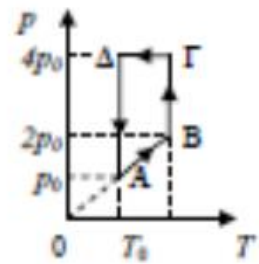
Δ4) Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή θέρμανση και να σχεδιάσετε σε διάγραμμα $P-V$ την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 8

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

7.

Ποσότητα $n = \frac{2}{R}$ 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 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, ΒΓ, ΓΔ, ΔΑ.

Μονάδες 4

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 .

Μονάδες 6

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

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

Μονάδες 8

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

Μονάδες 7

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

ΜΕ ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ

8.

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A→B: αδιαβατική εκτόνωση από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A όγκου

$V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$ στην κατάσταση ισορροπίας B 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→A: ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση A.

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 7

Δίνονται: Για το ιδανικό αέριο η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$ και

ότι: $\gamma = 3,2$.

9.

Μία θερμική μηχανή λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών $T_h = 400 \text{ K}$ και T_c με $T_c < T_h$. Η μηχανή έχει απόδοση $e = 0,2$ και αποβάλλει στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας θερμότητα με σταθερό ρυθμό $\frac{\Delta Q_c}{\Delta t} = -16 \times 10^3 \text{ J/s}$.

Δ1) Να υπολογιστεί η ωφέλιμη μηχανική ισχύς $P_{\omega\phi}$ που αποδίδει η μηχανή.

Μονάδες 6

Δ2) Αν για την απόδοση e της μηχανής ισχύει ότι $e = \frac{2}{3} e_c$ όπου e_c είναι η απόδοση της μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών, να υπολογιστεί η τιμή της θερμοκρασίας T_c .

Μονάδες 7

Δ3) Αν ο ρυθμός $\frac{\Delta Q_c}{\Delta t}$ διατηρηθεί ο ίδιος, ποια θα είναι η ωφέλιμη ισχύς της μηχανής Carnot;

Μονάδες 6

Η θερμική μηχανή θεωρούμε ότι χρησιμοποιεί μία ποσότητα n mol ιδανικού αερίου, το οποίο βρίσκεται σε αρχική κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας (P_0, V_0, T_0). Η κυκλική μεταβολή που εκτελεί το αέριο αποτελείται από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

- (1) Ισόχωρη θέρμανση από P_0, V_0 σε $2P_0, V_0$
- (2) Ισοβαρή εκτόνωση από $2P_0, V_0$ σε $2P_0, 2V_0$
- (3) Ισόχωρη ψύξη από $2P_0, 2V_0$ σε $P_0, 2V_0$
- (4) Ισοβαρή συμπίεση από $P_0, 2V_0$ σε P_0, V_0

Δ4) Να κατασκευαστούν τα διαγράμματα P-V, P-T γι' αυτήν την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 6

10.

Μία ποσότητα $n = 1$ mol ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής, βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α όπου $p_A = 10$ atm και $V_A = 4,1$ L. Το αέριο υφίσταται κυκλική μεταβολή αποτελούμενη από μια ισόχωρη θέρμανση ΑΒ, στο τέλος της οποίας είναι $p_B = 20$ atm, μια ισόθερμη εκτόνωση ΒΓ, μετά το πέρας της οποίας είναι $V_Γ = 16,4$ L, μια ισόχωρη ψύξη ΓΔ και μια ισόθερμη συμπίεση ΔΑ. Όλες οι μεταβολές είναι αντιστρεπτές και το αέριο διέρχεται μόνο από καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας.

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

Μονάδες 5

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

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο της κυκλικής μεταβολής.

Μονάδες 8

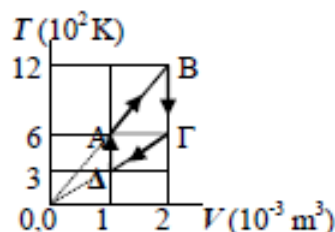
Δ4) Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής (ο συντελεστής να εκφραστεί ως κλάσμα).

Μονάδες 6

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

11.

Θερμική μηχανή σχεδιάστηκε ώστε θεωρητικά να λειτουργεί με ιδανικό αέριο που εκτελεί θερμοδυναμικό κύκλο αντιστρεπτών μεταβολών, οι οποίες αποδίδονται στο διπλανό διάγραμμα θερμοκρασίας – όγκου του αερίου. Η θερμική μηχανή λειτουργεί με μια ποσότητα ιδανικού αερίου ίση με $\frac{2}{3 \cdot R}$ mol, όπου η ποσότητα R είναι αριθμητικά ίση με την σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε $\frac{J}{mol \cdot K}$.



Δ1) Να αποδώσετε γραφικά τον θερμοδυναμικό κύκλο του αερίου σε διάγραμμα πίεσης – όγκου.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε την ωφέλιμη μηχανική ισχύ της θερμικής μηχανής αν ο θερμοδυναμικός της κύκλος επαναλαμβάνεται 600 φορές κάθε ένα λεπτό (1 min).

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε (δίνοντας ένα κλάσμα) τον συντελεστή απόδοσης της παραπάνω θερμικής μηχανής.

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης μιας μηχανής Carnot, η οποία θα λειτουργούσε μεταξύ των δύο ακραίων θερμοκρασιών του αερίου της θερμικής μηχανής που περιγράψαμε με το προηγούμενο διάγραμμα και να δείξετε ότι επιβεβαιώνεται το θεώρημα Carnot.

Μονάδες 6

Δίνονται οι γραμμομοριακές ειδικές θερμότητες ιδανικού αερίου $C_V = \frac{3R}{2}$ και $C_P = \frac{5R}{2}$.

12.

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A→B: αδιαβατική εκτόνωση από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A όγκου

$V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$ στην κατάσταση ισορροπίας B 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→A: ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση A.

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 7

Δίνονται: Για το ιδανικό αέριο η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$ και

ότι: $2^{\frac{3}{2}} = 3,2$.

13.

Ποσότητα $n = \frac{1,6}{R}$ mol μονοατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται σε μια ιδανική μηχανή Carnot και κατά τη λειτουργία της μηχανής εκτελεί τον αντιστρεπτό κύκλο Carnot ΑΒΓΔΑ με τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A → B: Ισόθερμη εκτόνωση.

B → Γ: Αδιαβατική εκτόνωση.

Γ → Δ: Ισόθερμη συμπίεση.

Δ → Α: Αδιαβατική συμπίεση.

Για τη θερμοκρασία της ψυχρής και της θερμής δεξαμενής ισχύει αντίστοιχα: $T_c = 300 \text{ K}$, $T_h = 1200 \text{ K}$.

Δ1) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της μηχανής αυτής.

Μονάδες 5

Δ2) Αν για τον όγκο του αερίου στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Α και Β ισχύει αντίστοιχα: $V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$, $V_B = 2,718 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, να υπολογίσετε τη θερμότητα που προσφέρει η θερμή δεξαμενή στο αέριο καθώς και το έργο που παράγεται από το αέριο σε έναν κύκλο.

Μονάδες 8

Δ3) Να αποδείξετε ότι τα έργα των αδιαβατικών μεταβολών B → Γ και Δ → Α στον κύκλο Carnot είναι αντίθετα.

Μονάδες 6

Δ4) Να βρείτε το έργο που ανταλλάσσεται μεταξύ της μηχανής και του περιβάλλοντος κατά την ισόθερμη συμπίεση Γ → Δ.

Μονάδες 6

Θεωρήστε ότι $\ln 2,718 = 1$.

14.

Ποσότητα $n = \frac{1,6}{R}$ mol μονοατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται σε μια ιδανική μηχανή Carnot και

κατά τη λειτουργία της μηχανής εκτελεί τον αντιστρεπτό κύκλο Carnot ABΓΔΑ με τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A → B: Ισόθερμη εκτόνωση.

B → Γ: Αδιαβατική εκτόνωση.

Γ → Δ: Ισόθερμη συμπίεση.

Δ → A: Αδιαβατική συμπίεση.

Για τη θερμοκρασία της ψυχρής και της θερμής δεξαμενής ισχύει αντίστοιχα: $T_c = 500 \text{ K}$, $T_h = 2000 \text{ K}$.

Δ1) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της μηχανής αυτής.

Μονάδες 5

Δ2) Αν για τον όγκο του αερίου στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ και Δ ισχύει αντίστοιχα: $V_\Gamma = 4,482 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $V_\Delta = 10^{-3} \text{ m}^3$, να υπολογίσετε τη θερμότητα που αποβάλλει η μηχανή στην ψυχρή δεξαμενή καθώς και το έργο που παράγει η μηχανή σε ένα κύκλο.

Μονάδες 8

Δ3) Να αποδείξετε ότι τα έργα των αδιαβατικών μεταβολών B → Γ και Δ → A στον κύκλο Carnot είναι αντίθετα.

Μονάδες 6

Δ4) Να βρείτε το έργο που ανταλλάσσεται μεταξύ της μηχανής και του περιβάλλοντος κατά την ισόθερμη εκτόνωση A → B.

Μονάδες 6

Θεωρήστε ότι $\ln 4,482 = 1,5$.

15.

Ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται αντιστρεπτή αδιαβατική εκτόνωση από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A (P_A, V_A, T_A), στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B (P_B, V_B, T_B).

Δ1) Να αποδείξετε ότι ισχύει η σχέση : $T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}$.

Μονάδες 6

Δ2) Θερμική μηχανή Carnot λειτουργεί με θερμοκρασία θερμής δεξαμενής $T_1 = 500 \text{ K}$. Να αναπαράσχετε γραφικά το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία T_2 της ψυχρής δεξαμενής. Η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής να θεωρηθεί σταθερή. Περιγράψτε τη φυσική σημασία των ακραίων τιμών της θερμοκρασίας T_2 .

Μονάδες 8

Δ3) Στην παραπάνω μηχανή Carnot, με θερμοκρασία θερμής δεξαμενής $T_1 = 500 \text{ K}$, θεωρήστε ότι η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής είναι $T_2 = 200 \text{ K}$ και ότι για το πηλίκο του τελικού προς τον αρχικό όγκο του αερίου κατά την αδιαβατική συμπίεση ισχύει: $(V_4/V_3) = (2/5)^{3/2}$. Να υπολογιστεί η σταθερά γ .

Μονάδες 7

Δ4) Αν η παραπάνω μηχανή Carnot λειτουργεί με ποσότητα αερίου $n = 2/R$, υπολογίστε το έργο κατά την αδιαβατική εκτόνωση της μηχανής.

Μονάδες 4