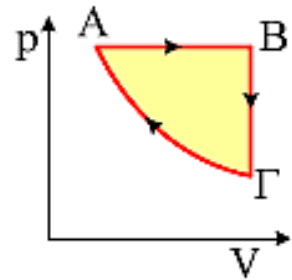


ΝΟΜΟΙ ΑΕΡΙΩΝ – ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

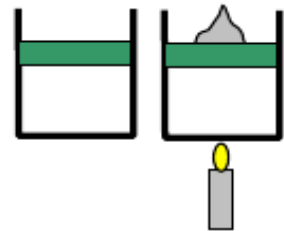
1) Ένα μετεωρολογικό μπαλόνι περιέχει αέριο He και βρίσκεται σε ύψος 20km, όπου η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ και η πίεση $0,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. Πόσα mol He περιέχονται στο μπαλόνι, αν ο όγκος του είναι 100m^3 ; ($R=8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$).

2) Σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο περιέχονται 2g He στην κατάσταση A, με πίεση $p_A=10 \times 10^5 \text{N/m}^2$ και $V_A=4,1\text{L}$. Το αέριο διαγράφει την κυκλική μεταβολή που φαίνεται στο σχήμα, όπου η μεταβολή ΓΑ πραγματοποιείται υπό σταθερή θερμοκρασία.



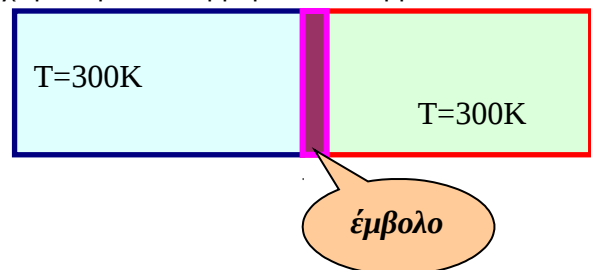
- i) Να βρείτε την θερμοκρασία στην κατάσταση A.
 - ii) Αν η θερμοκρασία στην κατάσταση B είναι $T_B=3000\text{K}$, να βρείτε τον όγκο και την πίεση στην κατάσταση Γ.
 - iii) Να παραστήσετε την μεταβολή σε διάγραμμα
 - α) P-T β) V-T.
- Δίνονται και $R=8,314 \text{ J/mol K}$ $M_{\text{He}}=4 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$.

3) Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο εμβαδού 10cm^2 και μάζας 2kg. Η θερμοκρασία του αερίου είναι 27°C . Θερμαίνουμε το αέριο και για να μην μετακινείται το έμβολο ρίχνουμε πάνω του αργά – αργά άμμο. Σε μια στιγμή έχουμε προσθέσει 2kg άμμου. Ποια είναι η θερμοκρασία του αερίου τη στιγμή αυτή; Δίνονται: $P_{\text{atm}}=10^5 \text{N/m}^2$. $g=10\text{m/s}^2$.



- 4) Ένα ιδανικό αέριο βρίσκεται σε μια κατάσταση A έχοντας θερμοκρασία 1000K . Το αέριο ψύχεται ισόχωρα μέχρι υποτετραπλασιασμού της πίεσής του (κατάσταση B). Στη συνέχεια εκτονώνεται ισοβαρώς μέχρι τετραπλασιασμού του όγκου του (κατάσταση Γ). Στην κατάσταση Γ η πίεση είναι 4atm και ο όγκος 4lit .
- α) Να ευρεθούν οι θερμοδυναμικές μεταβλητές P, V, T για τις καταστάσεις A, B, Γ.
 - β) Να αποδοθούν οι μεταβολές στο ίδιο διάγραμμα P-V.
 - γ) Μπορεί το αέριο με ισόθερμη συμπίεση από την κατάσταση Γ να περάσει από την κατάσταση A;

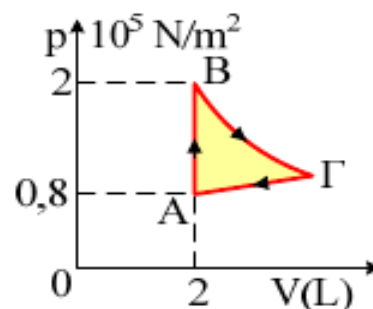
5) Ένα δοχείο μήκους $\ell=32\text{cm}$ χωρίζεται σε δύο ίσους χώρους με ένα θερμομονωτικό έμβολο που ηρεμεί. Στους δύο χώρους περιέχεται αέρας θερμοκρασίας 300K . Θερμαίνουμε πολύ αργά τον ένα χώρο μέχρι η θερμοκρασία να γίνει 500K ενώ η θερμοκρασία του άλλου χώρου παραμένει σταθερή. Να υπολογισθεί η μετατόπιση του εμβόλου.



6) Μια ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου εκτελεί την κυκλική μεταβολή του σχήματος όπου $T_B=T_\Gamma$ και $p_\Gamma=10^5\text{N/m}^2$.

Ζητούνται:

- i) Η θερμότητα και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας κατά τη μεταβολή AB.
- ii) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας κατά τη μεταβολή ΓΑ.
- iii) Το έργο και η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τη μεταβολή ΓΑ.
- iv) Το έργο, η θερμότητα και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την κυκλική μεταβολή.



7) Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί τη μεταβολή ABΓΑ. Στην αρχική κατάσταση A το αέριο έχει $P_A=2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A=1\text{L}$ και $T_A=300\text{K}$. Η μεταβολή AB είναι ισοβαρής με $V_B=2\text{L}$, η BΓ ισόχωρη με $P_\Gamma=10^5 \text{ N/m}^2$ και η ΓΑ ισόθερμη μεταβολή

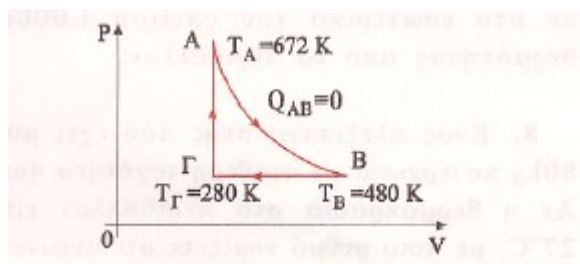
- α. Να βρεθούν τα P,V και T των καταστάσεων B και Γ
- β. Να παρασταθεί η μεταβολή ABΓΑ σε διάγραμμα P-V σε βαθμολογημένους άξονες
- γ. Να βρεθεί ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του αερίου στις καταστάσεις A και B

δηλαδή $\frac{u_{ενA}}{u_{ενB}}$

8) Ένα mol ιδανικού μονοατομικού αερίου υποβάλλεται στον κύκλο ABΓΑ που φαίνεται στην εικόνα. Να υπολογίσετε για κάθε μεταβολή

- α) τη θερμότητα Q,
- β) τη μεταβολή ΔU της εσωτερικής ενέργειας
- γ) το έργο W
- δ) την απόδοση του κύκλου.

Δίνεται $R=8,314 \text{ joule} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$



9) Ποσότητα $\eta=2/R$ mol ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_A=4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ σε πίεση $P_A=$

$2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. Το αέριο εκτελεί κυκλική μεταβολή που αποτελείται από τις παρακάτω διαδοχικές

μεταβολές:

- A) AB ισόχωρη θέρμανση μέχρι η πίεση του να γίνει $P_B=8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
- B) BΓ ισόθερμη εκτόνωση μέχρι ο όγκος του να γίνει $V_\Gamma=32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.
- Γ) ΓΔ ισόχωρη ψύξη μέχρι τη θερμοκρασία $T_\Delta=400^\circ\text{K}$.
- Δ) ΔΑ ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση.

Να σχεδιαστεί η κυκλική μεταβολή σε άξονες P-V, P-T, V-T και να υπολογιστεί το έργο και η θερμότητα κάθε μεταβολής.

Δίνεται $C_V=3/2R$.

10) Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση A, όπου έχει όγκο $V_A=50\text{L}$, πίεση $P_A=10^5 \text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία $T_A=500\text{K}$. το αέριο υφίσταται την κυκλική μεταβολή ABΓΑ, όπου:

AB αδιαβατική εκτόνωση με $V_B=150\text{L}$ και $P_B=3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

BΓ ισόθερμη συμπίεση με $V_\Gamma=50\text{L}$ και

ΓΑ ισόχωρη θέρμανση.

Να υπολογίσετε

- A) την εσωτερική ενέργεια του αερίου στις καταστάσεις A και B

Β) τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον σε κάθε μεταβολή. Δίνεται $C_V=3R/2$.

11) Ιδανικό αέριο εκτελεί τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

ΑΒ: ισόχωρη θέρμανση από την κατάσταση Α με $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$ στην κατάσταση Β με $p_B = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

ΒΓ: ισόθερμη εκτόνωση από την κατάσταση Β στην κατάσταση Γ με θερμοκρασία $T_T = 800 \text{ K}$ και πίεση ίση με την p_A .

Α) Να υπολογίσετε την θερμοκρασία T_A και τον όγκο V_T .

Β) Να υπολογίσετε το έργο στην μεταβολή ΒΓ

Γ) Να υπολογίσετε την θερμότητα στην μεταβολή ΑΒ.

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

12) Δυο mol αερίου που καταλαμβάνουν αρχικό όγκο 3L και έχουν αρχική θερμοκρασία 450K υποβάλλονται στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ που αποτελείται από τις εξής μεταβολές.

Ισόθερμη εκτόνωση ΑΒ μέχρι ο όγκος τους να γίνει 12L.

Ισόχωρη ψύξη ΒΓ μέχρι την θερμοκρασία 300 °K.

Ισόθερμη συμπίεση ΓΔ μέχρι ο όγκος τους να γίνει 3L και τέλος ισόχωρη θέρμανση ΔΑ μέχρι τις αρχικές συνθήκες. Να βρεθούν.

α. Πόση θερμότητα προσφέρεται στο αέριο και πόση αποβάλλει αυτό στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια του κύκλου;

β. Πόση είναι η απόδοση του κύκλου; Πόση θα ήταν η απόδοση ενός κύκλου Carnot που θα λειτουργούσε ανάμεσα στις ίδιες θερμοκρασίες;

Δίνονται $R=8,314 \text{ joule mole}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $C_V=5/2 R$.

13) Ιδανικό αέριο εκτελεί τις εξής τρεις διαδοχικές αντιστρεπτές μεταβολές:

ΑΒ: ισόχωρη θέρμανση, όπου στην κατάσταση Α η πίεση είναι p_0 και ο όγκος είναι V_0 , ενώ στην κατάσταση Β η πίεση είναι $32p_0$.

ΒΓ: αδιαβατική εκτόνωση, όπου στη κατάσταση Γ η πίεση είναι p_0 .

ΓΑ: ισοβαρής ψύξη.

α) Να υπολογισθεί ο όγκος του αερίου στην κατάσταση Γ και να παρασταθεί ο κύκλος σε διάγραμμα p - V .

β) Να υπολογισθεί το ολικό έργο.

γ) Να βρείτε την θερμότητα και την μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια στην μεταβολή ΓΑ.

δ) Αν η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου στην κατάσταση Α είναι $300\sqrt{2} \text{ m/s}$, πόση είναι η ενεργός ταχύτητα στην κατάσταση Γ;

Δίνονται: $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_0 = 10^{-3} \text{ m}^3$ και $C_V = 3/2 R$.

14) Μια ποσότητα $\eta=1/R$ mol ιδανικού αερίου έχει όγκο $V_A=3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ σε πίεση $P_A=10^5 \text{ N/m}^2$. το αέριο εκτελεί την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ, η οποία αποτελείται από τις εξής διαδοχικές μεταβολές:

a. ισοβαρής εκτόνωση με $T_B=600 \text{ K}$

b. ισόχωρη ψύξη με $T_T=400 \text{ K}$

c. ισοβαρής συμπίεση με $T_D=200 \text{ K}$

d. ισόχωρη θέρμανση.

Να απεικονίσετε τις μεταβολές αυτές σε διάγραμμα P - V , να βρείτε το έργο που παράγει το αέριο στην κυκλική μεταβολή και τη θερμότητα σε κάθε μεταβολή. Δίνονται $C_P=5/2 R$ και $C_V=3/2 R$.

15) Ιδανικό μονατομικό αέριο βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α με όγκο V_A και πίεση $p_A = 10^6 \frac{N}{m^2}$. Από την κατάσταση Α, υποβάλλεται διαδοχικά στις παρακάτω αντιστρεπτές

μεταβολές:

- α. Ισοβαρή εκτόνωση μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β με όγκο $V_B=4V_A$, κατά την οποία το αέριο παράγει έργο $W_{AB}=3 \times 10^3 \text{ J}$.
- β. Αδιαβατική εκτόνωση μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ με όγκο V_Γ και πίεση p_Γ .
- γ. Ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση Α.

Ζητείται:

- Α) Να παραστήσετε (ποιοτικά) τις παραπάνω μεταβολές σε διάγραμμα πίεσης - όγκου ($p - V$).
- Β) Να υπολογίσετε την τιμή του όγκου V_A .

Γ) Να υπολογίσετε την τιμή του λόγου $u_{\text{ενB}}/u_{\text{ενΓ}}$, όπου $u_{\text{ενB}}$ και $u_{\text{ενΓ}}$ οι ενεργές ταχύτητες των ατόμων του αερίου στις καταστάσεις Β και Γ αντίστοιχα.

Δ) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που αποδίδεται από το αέριο στο περιβάλλον κατά την ισόθερμη συμπίεση ΓΑ, όταν ο συντελεστής απόδοσης θερμικής μηχανής που λειτουργεί διαγράφοντας τον παραπάνω κύκλο είναι $\alpha=0,538$.

(Δίνονται: $C_p = \frac{5}{2} R$ και $C_v = \frac{3}{2} R$).

16) Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτελεί κυκλική θερμοδυναμική μεταβολή που αποτελείται από τις εξής αντιστρεπτές μεταβολές:

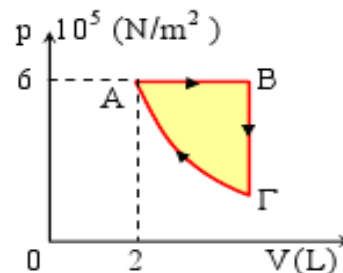
- α. από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας 1, με $P_1=3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_1=4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ εκτονώνεται ισοβαρώς στην κατάσταση 2, με $V_2=3V_1$,
- β. από την κατάσταση 2 ψύχεται ισόχωρα στην κατάσταση 3, και
- γ. από την κατάσταση 3 συμπιέζεται ισόθερμα στη θερμοκρασία T_1 , στην αρχική κατάσταση 1.

Αν η ποσότητα του αερίου είναι $n=3/R \text{ mol}$, όπου R είναι η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων σε $\text{J}/(\text{molK})$, ζητείται:

- Α. Να παρασταθούν γραφικά οι παραπάνω μεταβολές σε διάγραμμα πίεσης - όγκου ($P-V$).
- Β. Να βρεθεί ο λόγος $(\Delta U_{12}/\Delta U_{23})$ της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή εκτόνωση προς τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας κατά την ισόχωρη ψύξη.
- Γ. Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης ιδανικής μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής.
- Δ. Να βρεθεί το ολικό ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας κυκλικής μεταβολής, αν το ποσό του έργου κατά την ισόθερμη συμπίεση του αερίου είναι $W_{31}=-1318 \text{ Joule}$.

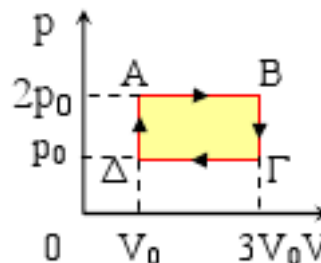
17) Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση Α με πίεση $p_A=6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ και όγκο $V_A=2 \text{ L}$ και εκτελεί την κυκλική μεταβολή του σχήματος, όπου η μεταβολή ΓΑ είναι ισόθερμη. Αν κατά την μεταβολή ΑΒ απορροφά θερμότητα $Q=3000 \text{ J}$, ζητούνται:

- ι) Ο όγκος στην κατάσταση Β.
 - ιι) Η θερμότητα που απορροφά ή αποβάλλει το αέριο κατά την μεταβολή ΒΓ.
 - ιιι) Η θερμότητα Q_c την οποία αποβάλλει συνολικά το αέριο στη διάρκεια του κύκλου.
 - ιιιι) Η απόδοση του κύκλου
- Δίνεται $C_v=3/2 R$



18) Μια ποσότητα αερίου διαγράφει την κυκλική μεταβολή του σχήματος παράγοντας έργο 1000J σε κάθε κύκλο. Να υπολογίσετε:

- i) Το έργο στις μεταβολές AB και ΓΔ.
 - ii) Τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον στις μεταβολές ΒΓ και ΓΔ.
 - iii) Την απόδοση του κύκλου.
- Δίνεται για το αέριο $\gamma=5/3$.



19) Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση A, με πίεση $P_0=5 \times 10^4 \text{N/m}^2$, όγκο $V_0=10^{-3} \text{m}^3$ και θερμοκρασία T_0 , και εκτελεί την κυκλική ABΓΔA, όπου:

- α. AB Ισοβαρής εκτόνωση μέχρι όγκο $V_B=2V_0$
- β. ΒΓ Ισόχωρη ψύξη μέχρι πίεση $P_\Gamma=P_0/2$
- γ. ΓΔ Ισοβαρής συμπίεση μέχρι όγκο $V_\Delta=V_0$ και
- δ. ΔA Ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση A.

- A) Να απεικονίσετε την κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα P-V
- B) να υπολογίσετε το ολικό έργο του αερίου στη μεταβολή αυτή
- Γ). Να υπολογίσετε την απόδοση του κύκλου.

Δίνεται $C_V = \frac{3}{2} R$