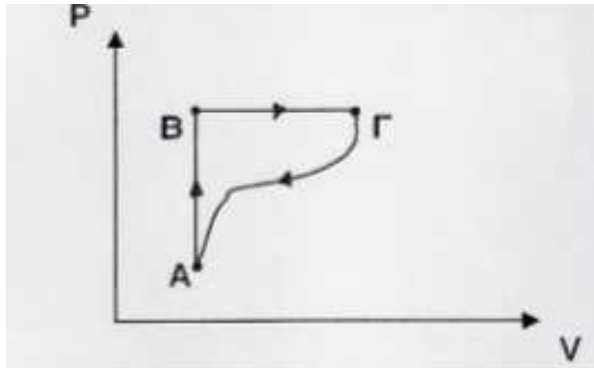


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

A. ΠΡΩΤΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ

1. Ιδανικό αέριο εκτελεί διαδοχικά τις αντιστρεπτές μεταβολές AB, ΒΓ, ΓΑ που παριστάνονται στο ακόλουθο διάγραμμα P-V.



α. Αν δίνονται $Q_{ABΓ}=30 \text{ J}$ και $W_{BΓ}=20 \text{ J}$, να βρεθεί η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την μετάβασή του από την κατάσταση A στην κατάσταση Γ, $\Delta U_{AΓ}$.

β. Αν κατά την μεταβολή ΓΑ μεταφέρεται θερμότητα 22 J από το αέριο στο περιβάλλον, να βρεθεί το έργο $W_{ΓΑ}$.

(Απ.: 10 J , -12 J)

2. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί μια ισόχωρη μεταβολή AB και μια ισοβαρή μεταβολή ΒΓ και συνολικά απορροφά θερμότητα $Q_{ABΓ}=200 \text{ J}$. Η θερμότητα αυτή μοιράζεται στις μεταβολές AB και ΒΓ με αναλογία 1:3. Το αέριο παράγει σ' αυτή τη μεταβολή έργο $W_{ABΓ}=100 \text{ J}$. Να βρείτε την εσωτερική ενέργεια του αερίου στις καταστάσεις A και Γ, αν $U_B=120 \text{ J}$.

(Απ.: 70 J , 170 J)

3. Μια ποσότητα $n=10 \text{ mol}$ ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας A και η θερμοκρασία του έχει μετρηθεί στους 27° C .

α. Να υπολογιστεί η εσωτερική ενέργεια του αερίου.

β. Αν το αέριο απορροφήσει, κατά αντιστρεπτό τρόπο και υπό σταθερή πίεση, θερμότητα $Q=20750 \text{ J}$ ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 100° C , ποια θα είναι η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και ποιο το έργο που παράγεται από το αέριο; (Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R = 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$).

(Απ.: 37350 J , 12450 J και 8300 J)

4. Ποσότητα ιδανικού αερίου εκτονώνεται ισόθερμα αντιστρεπτά από όγκο $V_1=0,2 \text{ m}^3$ σε όγκο $V_2=0,8 \text{ m}^3$. Στην τελική κατάσταση η πίεση είναι $P_2=10^5 \text{ N/m}^2$. Να υπολογιστεί η θερμότητα που μεταφέρθηκε στο αέριο από το περιβάλλον. Δίνεται $\ln 2=0,69$.

(Απ.: $1,1 \cdot 10^5 \text{ J}$)

5. 10 mol ιδανικού αερίου βρίσκονται σε θερμοκρασία 27 °C και εκτονώνονται ισοβαρώς μέχρι διπλασιασμού του όγκου τους. Για την μεταβολή αυτή ζητούνται:

- Η τελική θερμοκρασία του αερίου.
- Το έργο που παρήγαγε το αέριο.
- Το ποσό της θερμότητας που προσφέρθηκε στο αέριο.
- Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

Δίνονται: $R=8,31 \text{ J}/(^{\circ}\text{K}\cdot\text{mol})$, $C_p=20,8 \text{ J}/(^{\circ}\text{K}\cdot\text{mol})$.

(Απ.: 600 °K, 24930 J, 62400 J, 37470 J)

Εξετάσεις 1988

6. $n = \frac{4}{R}$ mol ιδανικού αερίου (όπου R η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων

σε $\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$) βρίσκονται σε δοχείο σταθερού όγκου $V=4 \text{ L}$, σε θερμοκρασία $T_A=800 \text{ K}$.

Θερμαίνουμε αντιστρεπτά το αέριο, με αποτέλεσμα η πίεσή του να τριπλασιαστεί. Να υπολογίσετε:

- την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στην τελική κατάσταση,
- τη θερμότητα που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του κατά τη διάρκεια της μεταβολής αυτής,
- τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

Δίνονται: $C_v=3\cdot R/2$ και $1 \text{ atm}=10^5 \text{ N/m}^2$.

(Απ.: 2400 K, +9600 J, +9600 J)

7. Ποσότητα ιδανικού αερίου κλείνεται μέσα σε δοχείο με θερμομονωτικά (αδιαβατικά) τοιχώματα και επίσης θερμομονωτικό έμβολο. Το αέριο καταλαμβάνει αρχικά όγκο $V_1=2\cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ υπό πίεση $P_1=4\cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Μετακινούμε αργά το έμβολο ώστε το αέριο να συμπιέζεται και το σταθεροποιούμε σε ένα σημείο όπου καταλαμβάνει όγκο $V_2=0,25\cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Να υπολογιστούν:

- Η τελική πίεση του αερίου.
- Το μηχανικό έργο που δαπανήθηκε για την συμπίεση του αερίου.
- Ο λόγος T_2/T_1 των θερμοκρασιών του αερίου στην αρχική και στην τελική κατάσταση ισορροπίας.

Δίνεται για το αέριο ο λόγος $\gamma=5/3$.

(Απ.: $128\cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, -3600 J, 4)

8. 3 mol ιδανικού μονοατομικού αερίου υποβάλλονται σε ισόχωρη αντιστρεπτή μεταβολή από αρχική πίεση $P_1=4 \text{ atm}$ σε τελική πίεση $P_2=3 \text{ atm}$. Κατά τη διάρκεια της μεταβολής αυτής, το αέριο ανταλλάσσει με το περιβάλλον του θερμότητα $Q=-3750 \text{ J}$.

- Να υπολογίσετε την αρχική και την τελική απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.
- Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου.
- Να σχεδιάσετε τα διαγράμματα U-V και U-P για την παραπάνω μεταβολή σε βαθμολογημένους άξονες.

Δίνονται: $3\cdot R=25 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$, $C_v=\frac{3\cdot R}{2}$ και $1 \text{ atm}=10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.

(Απ.: 400 K και 300 K, $25\cdot 10^{-3} \text{ m}^3$)

9. Σε μια αντιστρεπτή αδιαβατική μεταβολή $A \rightarrow B$ ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου ο αρχικός όγκος του αερίου ισούται με $V_1=2 \text{ L}$, η αρχική του πίεση ισούται με $P_1=32 \text{ atm}$ και η τελική του πίεση είναι 32 φορές μικρότερη της αρχικής.

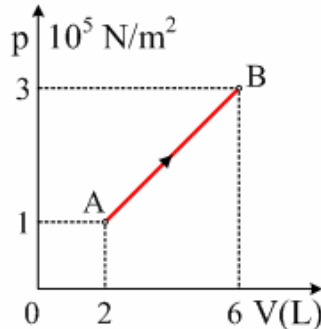
- Να υπολογίσετε τον τελικό όγκο του αερίου.
- Να υπολογίσετε το έργο που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του κατά την μεταβολή αυτή.

γ. Να σχεδιάσετε τα διαγράμματα p-V, V-T και p-T σε βαθμολογημένους άξονες, αν η αρχική θερμοκρασία του αερίου ισούται με $T_1=800$ K.

Δίνονται $1 \text{ atm}=10^5 \text{ N/m}^2$ και $\gamma=5/3$.

(Απ.: $16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $+7200 \text{ J}$, 200 K)

10 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Μια ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου διαγράφει τη μεταβολή AB του ακόλουθου σχήματος, όπου η ενεργός ταχύτητα των μορίων στην κατάσταση A είναι $v_1=400 \text{ m/s}$. Να υπολογιστούν:



α. Το έργο, η θερμότητα και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στη διάρκεια της μεταβολής.

β. Η εσωτερική ενέργεια (θερμική ενέργεια) του αερίου στην κατάσταση A.

γ. Η ενεργός ταχύτητα των μορίων στην κατάσταση B.

(Απ.: 800 J , 3200 J , 300 J , 1200 m/s)

11. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση A, πίεσης p_A , όγκου $V_A=8 \text{ L}$ και θερμοκρασίας T_A . Το αέριο υποβάλλεται σε αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή κατά την διάρκεια της οποίας ισχύει $p \cdot V^\gamma=800 \text{ N} \cdot \text{m}^3$.

Να υπολογίσετε:

α. το συντελεστή γ για το ιδανικό αέριο,

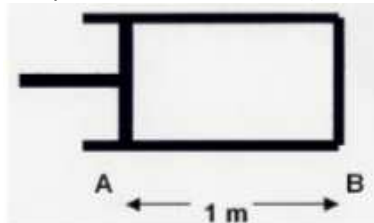
β. την αρχική πίεση του αερίου,

γ. το πηλίκο της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας του αερίου προς το έργο που

αντάλλαξε με το περιβάλλον του $\left(\frac{\Delta U}{W}\right)$ κατά την μεταβολή αυτή.

(Απ.: $\frac{5}{3}$, $25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, -1)

12. Τα τοιχώματα και το έμβολο του δοχείου του παρακάτω σχήματος είναι θερμομονωτικά. Το έμβολο ισορροπεί στη θέση A και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Όταν το έμβολο είναι στη θέση A, ο όγκος του αερίου που περιέχεται στο δοχείο είναι 1 L . Πόση ενέργεια θα καταναλώσει ένας άνθρωπος για να μετακινήσει αργά-αργά το έμβολο μέχρι να γίνει ο όγκος του αερίου $0,25 \text{ L}$. Δίνεται η $P_{\text{atm}}=10^5 \text{ N/m}^2$ και η σταθερά $C_p=3 \cdot R$.



(Απ.: 125 J)

13. Μια ποσότητα ηλίου συμπιέζεται αδιαβατικά από μια κατάσταση A (1atm, 16L) σε μία νέα κατάσταση B(P₂, 2 L). Αν για τη συμπίεση του ηλίου απαιτήθηκε ενέργεια W=7200 J, να βρείτε:

α. Την τελική πίεση P₂.

β. Αν αυξήθηκε ή ελαττώθηκε η εσωτερική ενέργεια του ηλίου και πόσο.

Δίνεται ο συντελεστής Poisson $\gamma=5/3$.

(Απ.: 32 atm, 7200 J)

14. Σε μια αδιαβατική και αντιστρεπτή μεταβολή AB μιας ποσότητας ιδανικού αερίου γνωρίζουμε ότι $V_A = \frac{1}{8} \text{ m}^3$ και $V_B=1 \text{ m}^3$ και ότι σε όλη τη διάρκεια της μεταβολής ισχύει $p \cdot V^\gamma=2 \text{ N} \cdot \text{m}^3$. Να βρείτε:

α. την τιμή του γ ,

β. τις πιέσεις p_A και p_B ,

γ. το έργο που παράγει το αέριο,

δ. τη μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια του αερίου.

(Απ.: 5/3, 2 N/m², +9 J, -9 J)

15. Σε ιδανικό αέριο όγκου $V_1=10 \text{ L}$ προσφέρεται θερμότητα $Q=100 \text{ L} \cdot \text{atm}$ με αποτέλεσμα να εκτελέσει αντιστρεπτή εκτόνωση μέχρι όγκο $V_2=20 \text{ L}$. Η εξίσωση αυτής της μεταβολής είναι: $P=0,5 \cdot V$ (Η P μετριέται σε atm και ο V σε L). Πόσο μεταβλήθηκε η εσωτερική ενέργεια του αερίου;

(Απ.: 225 L.Atm)

16. Ιδανικό αέριο βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A(P_A,V_A,T_A) με $V_A=0,2 \text{ m}^3$. Το αέριο εκτονώνεται αντιστρεπτά μέχρι την κατάσταση B (P_B, V_B,T_B), με $V_B=0,5 \text{ m}^3$. Αν η αντιστρεπτή μεταβολή AB περιγράφεται από τον εμπειρικό νόμο $P=(-5 \cdot V+3,5) \cdot 10^5 \text{ (S.I.)}$, να βρεθούν:

α. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

β. Η θερμότητα που απορρόφησε το αέριο.

(Απ.: 0, 52500 J)

17. Υποθέτουμε ότι ένα αέριο εκτελεί αντιστρεπτή μεταβολή με νόμο $P/V=\text{σταθερό}$. Δείξτε ότι η ειδική γραμμομοριακή θερμότητα της παραπάνω μεταβολής δίνεται από τη σχέση:

$$C = \frac{1}{2} \cdot (C_p + C_v)$$

18 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο που είναι κλεισμένο με έμβολο σε κατάσταση A με πίεση $P_1=32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

α. Απορροφώντας θερμότητα $Q_1=19200 \cdot \ln 2 \text{ J}$ ισόθερμα, το οποίο έρχεται σε κατάσταση B με πίεση $P_2=4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Να βρεθεί ο όγκος στην κατάσταση A.

β. Το αέριο στη συνέχεια έρχεται από την κατάσταση A σε κατάσταση Γ, με πίεση $P_3=1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ αδιαβατικά. Αν για το αέριο αυτό δίνεται $\gamma=5/3$:

i) Να βρείτε τον όγκο V_Γ .

ii) Το έργο κατά την αδιαβατική εκτόνωση.

iii) Να παρασταθούν στους ίδιους άξονες p-V οι μεταβολές AB και BΓ.

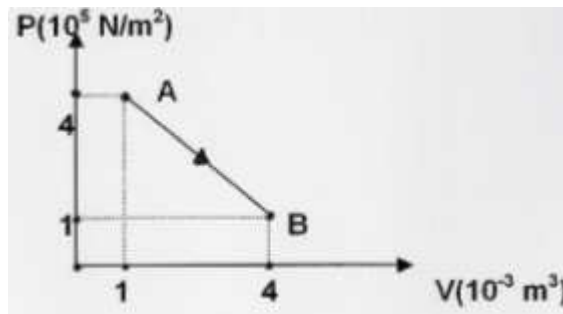
iv) Αν το αέριο μετέβαινε από την κατάσταση B στην κατάσταση Γ αντιστρεπτά, ακολουθώντας τον «συντομότερο δρόμο», πόση θερμότητα θα αντάλασσε το αέριο με το περιβάλλον.

(Απ.: $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, 16 L, 7200 J, $16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, -7200 J)

19. $n = \frac{1,25}{R}$ mol (S.I.) ενός αραιού αερίου εκτελεί τη μεταβολή AB που παριστάνεται

στο ακόλουθο σχήμα.

- Ποια είναι η εξίσωση αυτής της μεταβολής;
- Ποια είναι η μέγιστη θερμοκρασία που αποκτά το αέριο;
- Πόση θερμότητα απορροφά το αέριο για να εκτελέσει αυτή την μεταβολή;



(Απ.: $-10^8 V + 5 \cdot 10^5$ (S.I.), 500°K , 750 J)

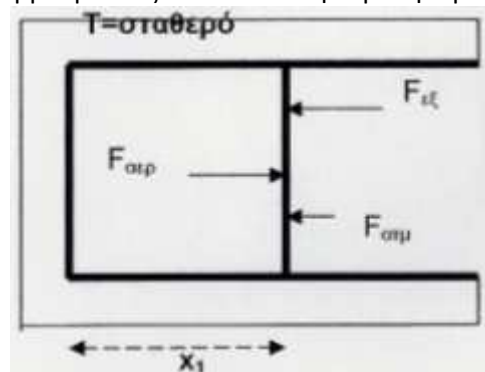
20. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτονώνεται αδιαβατικά από μία κατάσταση ισορροπίας $A(P_1, V_1)$ μέχρι την κατάσταση $B(P_2, 8 V_1)$. Στην συνέχεια συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι τον αρχικό του όγκο. Το έργο που παράγεται από το αέριο κατά την εκτόνωσή του είναι ίσο με 900 J . Να υπολογιστούν:

- Το έργο κατά την συμπίεση του αερίου.
- Η συνολική μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

Δίνεται $C_v = 3 \cdot R/2$.

(Απ.: -175 J , $-1162,5\text{ J}$)

21. $n=3$ mol ιδανικού αερίου βρίσκονται σε κυλινδρικό δοχείο με διαθερμικά τοιχώματα, το ένας μέρος του οποίου κλείνει με έμβολο. Το έμβολο έχει εμβαδόν $A=500\text{ cm}^2$, μπορεί να κινείται χωρίς τριβές και ισορροπεί με την βοήθεια δύναμης $\vec{F}_{εξ}$ σε θέση για την οποία είναι $x_1=1\text{ m}$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το δοχείο βρίσκεται σε λουτρό νερού σταθερής θερμοκρασίας $T=400\text{ K}$ και η ατμοσφαιρική πίεση είναι $p_{ατμ}=1\text{ atm}$.



- Να υπολογίσετε το μέτρο της εξωτερικής δύναμης $\vec{F}_{εξ}$.
- Αυξάνοντας αργά το μέτρο της $\vec{F}_{εξ}$ συμπιέζουμε το αέριο, ώστε στην τελική θέση ισορροπίας του εμβόλου η πίεση του αερίου να έχει διπλασιαστεί. Να υπολογίσετε:
 - την απόσταση x_2 του εμβόλου από την βάση του δοχείου μετά την μεταβολή που υπέστη στο αέριο.
 - το έργο του αερίου κατά την μεταβολή αυτή,
 - το έργο της δύναμης $\vec{F}_{εξ}$ κατά την μεταβολή αυτή.

Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, $3 \cdot R = 25 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ και $\ln 2 = 0,7$. Θεωρήστε τη μεταβολή του αερίου αντιστρεπτή.

(Απ.: $2 \cdot 10^6 \text{ N}$, $0,5 \text{ m}$, -7000 J , $+4500 \text{ J}$)

22. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου αρχικής πίεσης $P_0 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και όγκου $V = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ εκτονώνεται ισοβαρώς σε διπλάσια θερμοκρασία, ψύχεται ισόχωρα στην αρχική του θερμοκρασία, ψύχεται ισοβαρώς μέχρι ο όγκος του να ξαναγίνει V και τέλος θερμαίνεται ισόχωρα ως την αρχική του κατάσταση. Υπολογίστε γι' αυτή την κυκλική μεταβολή:

- Την θερμότητα που παίρνει το αέριο.
- Το έργο που παράγει.
- Την θερμότητα που αποδίδει. Δίνεται $C_v = 1,5 \cdot R$ (S.I.).

(Απ.: 325 J , 50 J , 275 J)

23. Ιδανικό αέριο βρίσκεται στην κατάσταση ισορροπίας Α (P_A , $V_A = 1 \text{ L}$, $T_A = 100 \text{ K}$) και υφίσταται τις παρακάτω διαδοχικές αντιστρεπτές μεταβολές:

ΑΒ: ισοβαρή εκτόνωση, μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του αερίου.

ΒΓ: ισόθερμη εκτόνωση, μέχρι να υποδιπλασιαστεί η πίεση του αερίου.

Ο αριθμός των mol του αερίου είναι $n = 2/R$ (όπου R η παγκόσμια σταθερά των αερίων στο S.I.) και η ειδική γραμμομοριακή θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο είναι $C_v = 3 \cdot R/2$.

α. Να σχεδιάσετε τις παραπάνω μεταβολές σε διάγραμμα P-V.

β. Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Γ.

γ. Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την μετάβασή του από την κατάσταση Α στην κατάσταση Γ.

δ. Αν η μέση τιμή της κινητικής ενέργειας των μορίων του αερίου λόγω μεταφορικής κίνησης στην κατάσταση Α είναι $3 \cdot 10^{-20} \text{ J}$, ποια είναι η μέση τιμή της κινητικής ενέργειας των μορίων του λόγω της μεταφορικής κίνησης στην κατάσταση Β;

(Εξετάσεις Προσομοίωσης 2001 Ο.Ε.Φ.Ε.)

(Απ.: 4 L , 300 J , $6 \cdot 10^{-20} \text{ J}$)

24. Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση Α, πίεσης $p_A = 8 \text{ atm}$, όπου $V_A = 2 \text{ L}$ και θερμοκρασίας $\theta_A = 1327 \text{ }^\circ\text{C}$. Το αέριο υπόκειται στις παρακάτω διαδοχικές αντιστρεπτές μεταβολές:

Ισόθερμη μεταβολή μέχρι την κατάσταση Β, όγκου $V_B = 2 \cdot V_A$, και στη συνέχεια ισόχωρη μεταβολή μέχρι την κατάσταση Γ, πίεσης $p_\Gamma = \frac{p_A}{4}$.

α. Να υπολογίσετε την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στην κατάσταση Γ.

β. Να σχεδιάσετε τα διαγράμματα p-V, p-T και V-T σε βαθμολογημένους άξονες για την διεργασία $A \rightarrow B \rightarrow \Gamma$.

γ. Να υπολογίσετε το ολικό έργο και την ολική θερμότητα που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του.

δ. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την μετάβασή του από την κατάσταση Α στην τελική κατάσταση Γ.

Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, $C_v = \frac{3}{2} \cdot R$ και $\ln 2 = 0,7$.

(Απ.: 800 K , -80 J και $+1120 \text{ J}$, -1200 J)

25. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση Α, πίεσης $p_A=16 \text{ atm}$, όγκου $V_A=1 \text{ L}$ και θερμοκρασίας $\theta_A=27^\circ\text{C}$. Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω αντιστρεπτές διαδοχικές μεταβολές:

A→B: Ισοβαρής εκτόνωση μέχρι τετραπλασιασμού της εσωτερικής του ενέργειας.

B→Γ: Ισόθερμη εκτόνωση μέχρι διπλασιασμού του όγκου.

Γ→Δ: Αδιαβατική εκτόνωση μέχρι να αποκτήσει το αέριο την αρχική εσωτερική του ενέργεια.

α. Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Δ.

β. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα p-V σε βαθμολογημένους άξονες για το σύνολο της μεταβολής.

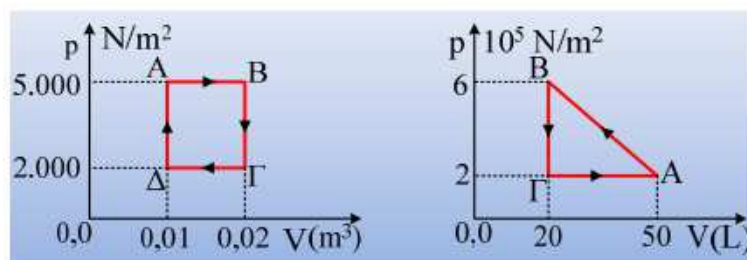
γ. Να υπολογίσετε την συνολική θερμότητα και το συνολικό έργο που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του.

Δίνονται: $1 \text{ atm}=10^5 \text{ N/m}^2$, $C_p=\frac{5}{2} \cdot R$, $\gamma=5/3$ και $\ln 2=0,7$.

(Απ.: 64 L, +16480 J και +16480 J)

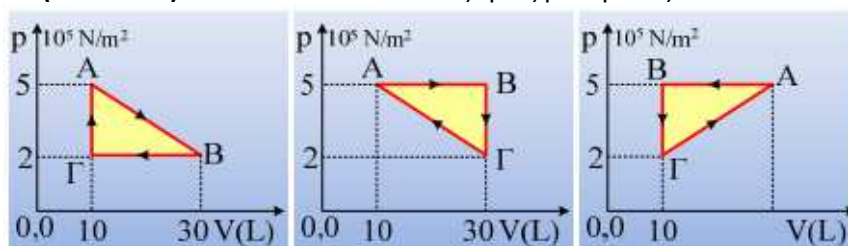
B. ΠΡΩΤΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

26 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Να υπολογιστεί η θερμότητα που ανταλλάσσει ένα αέριο με το περιβάλλον του, όταν εκτελεί τις κυκλικές μεταβολές που παριστάνονται στα παρακάτω σχήματα.



(Απ.: 30 J, -6000 J)

27 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Δίνονται οι ακόλουθες τρεις μεταβολές.



α. Στην μεταβολή του πρώτου σχήματος να υπολογιστούν τα έργα σε κάθε μεταβολή, καθώς και το συνολικό έργο του κύκλου.

β. Στην μεταβολή του δεύτερου σχήματος να υπολογιστούν τα έργα σε κάθε μεταβολή, καθώς και το συνολικό έργο του κύκλου.

γ. Στην μεταβολή του τρίτου σχήματος, κατά την μεταβολή AB το αέριο μέσω του έργου απορροφά ενέργεια 10000 J. Να υπολογιστούν τα έργα στις υπόλοιπες μεταβολές καθώς και το έργο στον κύκλο συνολικά.

(Απ.: 3000 J, 3000 J, -3000J)

28. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση Α, πίεσης $p_A=3 \text{ atm}$, όγκου $V_A=4 \text{ L}$ και θερμοκρασίας $T_A=300 \text{ K}$. Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω αντιστρεπτές διαδοχικές μεταβολές:

A→B: Ισοβαρής εκτόνωση μέχρι διπλασιασμού του όγκου.

B→Γ: Ισόχωρη μεταβολή μέχρι την αρχική του θερμοκρασία.

Γ→Α: Ισόθερμη μεταβολή μέχρι την αρχική του κατάσταση.

α. Να σχεδιάσετε την κυκλική μεταβολή που εκτελεί το αέριο σε διαγράμματα p-V, p-T και V-T σε βαθμολογημένους άξονες.

β. Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε επιμέρους μεταβολή.

γ. Να υπολογίσετε το ολικό έργο και την ολική θερμότητα που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του κατά την διάρκεια της κυκλικής διαδικασίας.

Δίνονται: $1 \text{ atm}=10^5 \text{ N/m}^2$, $C_v=3.R/2$ και $\ln 2=0,7$.

(Απ.: +1800 J, -1800 J, 0, +360 J, +360 J)

29. $n=(4/R)$ mol ιδανικού αερίου (όπου R η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων σε $\frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$) βρίσκονται σε κατάσταση Α, πίεσης $p_A=4 \text{ atm}$ και όγκου $V_A=3 \text{ L}$. Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω αντιστρεπτές διαδοχικές μεταβολές:

A→B: Ισοβαρής εκτόνωση κατά την οποία το αέριο απορροφά θερμότητα 3000 J.

B→Γ: Αδιαβατική μεταβολή μέχρι την αρχική του θερμοκρασία.

Γ→Α: Ισόθερμη μεταβολή μέχρι την αρχική του κατάσταση.

Να υπολογίσετε:

α. την μέγιστη και την ελάχιστη απόλυτη θερμοκρασία του αερίου κατά την διάρκεια της κυκλικής μεταβολής,

β. το πηλίκο της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή μεταβολή, προς την μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας κατά την αδιαβατική μεταβολή $\Delta U_{AB}/\Delta U_{BG}$,

γ. το πηλίκο $\frac{|Q_{αποβ}|}{Q_{προσφ}}$, όπου $Q_{αποβ}$ η θερμότητα που αποβάλλει το αέριο προς το περιβάλλον

του και $Q_{προσφ}$ η θερμότητα που προσφέρεται στο αέριο από το περιβάλλον, κατά την διάρκεια της κυκλικής διεργασίας.

Δίνονται: $1 \text{ atm}=10^5 \text{ N/m}^2$, $C_p=\frac{5}{2}.R$, $\gamma=5/3$ και $\ln 2=0,7$.

(Απ.: 300 K και 600 K, -1, 0.7)

30. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου $n=0,3 \text{ mol}$ εκτελεί κυκλική μεταβολή μεταξύ των καταστάσεων Α, Β και Γ, με δεδομένα $P_A=2.10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A=4.10^{-3} \text{ m}^3$ και $V_\Gamma=8.10^{-3} \text{ m}^3$. Οι μεταβολές είναι οι ακόλουθες:

A-B: Ισόχωρη ψύξη, B-Γ: Ισοβαρής θέρμανση, Γ-A: Ισόθερμη συμπίεση.

Αφού αποδώσετε τις μεταβολές σε διάγραμμα P-V, να υπολογίσετε για κάθε μεταβολή ξεχωριστά αλλά και για την κυκλική μεταβολή συνολικά, τη θερμότητα που το αέριο ανταλλάσσει με το περιβάλλον, το έργο που παράγει και την μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας.

Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R=\frac{25}{3} \cdot \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$, η γραμμομοριακή σταθερά $C_v=5.R/2$ και $\ln 2=0,7$

(Απ.: -1000J, 0J, -1000J, 1400J, 1000J, 400J, 560J, 560J, 0J)

31 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Μια ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται σε δοχείου όγκου 1 L και σε πίεση 8 atm (κατάσταση Α). Απορροφώντας το αέριο θερμότητα 3600 J, έρχεται ισόχωρα σε κατάσταση Β υπό πίεση 32 atm. Στη συνέχεια εκτονώνεται σε κατάσταση Γ, όπου η πίεση είναι 1 atm, χωρίς να ανταλλάξει θερμότητα με το περιβάλλον. Από την κατάσταση Γ, ισόθερμα επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση Α. Όλες οι μεταβολές θεωρούνται αντιστρεπτές. Αφού παραστήσετε τις μεταβολές σε άξονες p-V να:

α. Βρείτε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Α.

β. Υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την μεταβολή ΑΒ, καθώς και το έργο κατά την μεταβολή ΒΓ.

γ. Υπολογίσετε το έργο και την θερμότητα κατά την μεταβολή ΒΓ.

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

(Απ.: 32 L, 3600 J, 3600 J, -2800 J)

Γ. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

32. Θερμική μηχανή χρησιμοποιεί ιδανικό αέριο, το οποίο εκτελεί την παρακάτω αντιστρεπτή κυκλική διαδικασία:

A→B: Ισοβαρής εκτόνωση, κατά την οποία το αέριο ανταλλάσσει με το περιβάλλον του θερμότητα $Q_{AB} = +3000 \text{ J}$.

B→Γ: Αδιαβατική εκτόνωση.

Γ→Δ: Ισόθερμη συμπίεση κατά την οποία αποβάλλει ενέργεια 1600 J.

Δ→Α: Ισόχωρη θέρμανση, κατά την οποία το αέριο ανταλλάσσει με το περιβάλλον του θερμότητα $Q_{DA} = +1800 \text{ J}$.

Να υπολογίσετε:

α. τη θερμότητα που απορροφά και τη θερμότητα που αποδίδει το αέριο στο περιβάλλον,

β. το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής,

γ. το ωφέλιμο έργο που αποδίδει η μηχανή στην διάρκεια ενός κύκλου.

(Απ.: +4800 J και -1600 J, 2/3, 3200 J)

33. Το ιδανικό μονοατομικό ατομικό αέριο μιας θερμικής μηχανής βρίσκεται αρχικά στην κατάσταση Α, πίεσης $p_A = 2 \text{ atm}$, όγκου $V_A = 2 \text{ L}$ και θερμοκρασίας $T_A = 400 \text{ K}$. Το αέριο εξαναγκάζεται στην παρακάτω αντιστρεπτή κυκλική διαδικασία:

A→B: Ισοβαρής εκτόνωση μέχρι τετραπλασιασμού του όγκου.

B→Γ: Ισόχωρη μεταβολή μέχρι την αρχική του θερμοκρασία.

Γ→Α: Ισόθερμη μεταβολή μέχρι την αρχική του κατάσταση.

Να υπολογίσετε:

α. τη θερμότητα που αποβάλλει, καθώς και τη θερμότητα που απορροφά το αέριο σε έναν κύκλο,

β. το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής,

γ. την ισχύ της μηχανής, αν η χρονική διάρκεια εκτέλεσης ενός κύκλου είναι 0,1 sec.

Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, $C_V = 3/2 \cdot R$, $C_p = 5/2 \cdot R$, και $\ln 2 = 0,7$.

(Απ.: 3000 J και -2360 J, 0.213, 6400 W)

34. Ιδανικό αέριο θερμικής μηχανής βρίσκεται σε κατάσταση Α(P_0, V_0, T_0) και εκτονώνεται ισοβαρώς, μέχρι κατάσταση Β με όγκο $2V_0$. Ύστερα εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι κατάσταση Γ με πίεση $P_0/2$. Κατόπιν, συμπιέζεται ισοβαρώς έως κατάσταση Δ με όγκο V_0 και τέλος επανέρχεται, ισόχωρα, στην κατάσταση Α.

α. Να παρασταθεί η κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα P-V.

β. Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της μηχανής.

Για το αέριο δίνεται $C_V = 5R/2$.

(Απ.: 19%)

35. Το αέριο μηχανής εκτελεί κυκλική μεταβολή που αποτελείται από τις παρακάτω επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές.

- Ισοβαρή εκτόνωση από την κατάσταση $A(P_0, V_0, T_0)$ στην κατάσταση $B(V_B=3V_0)$.
- Ισόχωρη ψύξη από την κατάσταση B στην κατάσταση Γ ($T_\Gamma=T_0$).
- Ισοβαρής συμπίεση $\Gamma\Delta$.
- Ισόχωρη θέρμανση ΔA .

Να βρείτε τον συντελεστή απόδοσης.

Για το αέριο δίνεται $C_v=5R/2$.

(Απ.: 2/13)

36. Το αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή, που αποτελείται από τις παρακάτω επιμέρους μεταβολές.

- Ισόχωρη θέρμανση από την κατάσταση $A(P_0, V_0, T_0)$ μέχρι την κατάσταση B , όπου η θερμοκρασία είναι $2T_0$.
- Αδιαβατική εκτόνωση $B\rightarrow\Gamma$.
- Ισόθερμη συμπίεση $\Gamma\rightarrow A$.

Αν δίνονται $\gamma=3/2$ και $\ln 2=0,69$ να βρεθεί η απόδοση της μηχανής, καθώς και της μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ ίδιων θερμοκρασιών.

(Απ.: 31%, 50%)

37. Το ιδανικό αέριο μιας ιδανικής θερμικής μηχανής εκτελεί κυκλική μεταβολή που αποτελείται από: ισόχωρη θέρμανση AB μέχρι διπλασιασμού της θερμοκρασίας, ισόθερμη εκτόνωση $B\Gamma$ και ισοβαρή ψύξη ΓA ως την αρχική κατάσταση. Αν $C_v=1,5.R$ (S.I), βρείτε τον συντελεστή απόδοσης της μηχανής. Δίνεται $\ln 2=0,7$.

(Απ.: 0,138)

38. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής, διαγράφει τον εξής κύκλο. Από την αρχική του κατάσταση $A(P_1=10^5 \text{ N/m}^2, V_1=0,001 \text{ m}^3, T_1=200 \text{ K})$ θερμαίνεται ισόχωρα σε πίεση $P_2=32\cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Ύστερα εκτονώνεται αδιαβατικά και τέλος με ισοβαρή συμπίεση ξαναγυρίζει στην αρχική κατάσταση. Αφού σχεδιάσετε την μεταβολή σε άξονες $P-V$ να βρείτε την απόδοση του κύκλου της μηχανής. Δίνεται ο συντελεστής Poisson είναι $\gamma=5/3$.

(Απ.: 0,624)

39. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής υφίσταται κυκλική μεταβολή, που αποτελείται από τις εξής επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές:

AB ισοβαρής εκτόνωση με $P_A=160 \text{ N/m}^2$ και $V_B=8 \text{ m}^3$, $B\Gamma$ ισόχωρη ψύξη και ΓA αδιαβατική συμπίεση για την οποία δίνεται $PV^\gamma=160 \text{ Nm}^3$.

- Να δείξετε ότι $\gamma=5/3$.
- Να αποδώσετε την μεταβολή σε άξονες $P-V$.
- Να υπολογίσετε το έργο και την θερμότητα για κάθε μια από τις επιμέρους μεταβολές και για την μεταβολή συνολικά.
- Να υπολογίσετε την απόδοση της μηχανής.

(Απ.: 940 J, -2800 J, 33,6%)

40. Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A με όγκο V_A και πίεση $p_A=10^6 \text{ N/m}^2$. Από την κατάσταση A υποβάλλεται διαδοχικά στις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

AB : ισοβαρής εκτόνωση με $V_B=4\cdot V_A$, κατά την οποία το αέριο παράγει έργο $W_{AB}=3\cdot 10^3 \text{ J}$,

$B\Gamma$: αδιαβατική εκτόνωση,

ΓA : ισόθερμη συμπίεση.

- Να παρασταθούν οι μεταβολές σε διάγραμμα $p-V$.

β. Να υπολογίσετε την τιμή του όγκου V_A .

γ. Να υπολογίσετε την τιμή του λόγου $\frac{u_{εν,Β}}{u_{εν,Γ}}$ των ενεργών ταχυτήτων των ατόμων

του αερίου που αντιστοιχούν στις καταστάσεις Β και Γ.

δ. Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που αποδίδεται από το αέριο στο περιβάλλον κατά την ισόθερμη συμπίεση ΓΑ, αν ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής που λειτουργεί διαγράφοντας τον παραπάνω κύκλο είναι $e=0,538$.

Δίνεται $C_p = \frac{5}{2}R$ και $C_v = \frac{3}{2}R$.

(Απ.: 10^{-3} m^3 , 2, -3465 J)

41. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί μεταβολή ΑΒΓΔΑ που αποτελείται από ισόχωρη θέρμανση ΑΒ, αδιαβατική εκτόνωση ΒΓ, ισόχωρη ψύξη ΓΔ και αδιαβατική συμπίεση ΔΑ. Αν $V_A=V_1$ και $V_D=V_2$. Αποδείξτε ότι ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής είναι:

$$e=1-(V_1/V_2)^{\gamma-1}$$

Κύκλος Otto

42. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί μεταβολή ΑΒΓΔΑ που αποτελείται από ισοβαρή εκτόνωση ΑΒ, αδιαβατική εκτόνωση ΒΓ, ισοβαρή συμπίεση ΓΔ και αδιαβατική συμπίεση ΔΑ. Αν $P_A=P_1$ και $P_D=P_2$. Αποδείξτε ότι ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής είναι:

$$e=1-(P_2/P_1)^{1/\gamma}$$

Κύκλος Joule

43. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις ακόλουθες διαδοχικές και αντιστρεπτές μεταβολές:

ΑΒ: ισοβαρής εκτόνωση με πίεση ίση με $p_1=32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$,

ΒΓ: αδιαβατική εκτόνωση,

ΓΔ: ισοβαρής συμπίεση με πίεση ίση με $p_2=1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$,

ΔΑ: αδιαβατική θέρμανση.

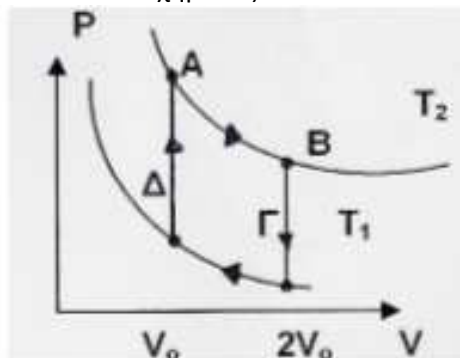
α. Να απεικονίσετε την κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα p-V.

β. Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Δίνεται $\gamma=5/3$.

(Απ.: 0,75)

44. Να βρεθεί η απόδοση μιας μηχανής της οποίας το αέριο (δίνεται $C_v=(5/2)R$), εκτελεί τον κύκλο του ακόλουθου σχήματος.



Δίνεται ότι η απόδοση της μηχανής Carnot, που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ισόθερμων T_1 και T_2 είναι 50% και $\ln 2=0,69$.

(Απ.: 18%)

45. Θερμική μηχανή χρησιμοποιεί 0,5 mol ιδανικού αερίου με $\gamma=1,4$. Το αέριο εκτελεί κύκλο που αποτελείται από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

- Ισοβαρή εκτόνωση από 300 K σε 1200 K.
- Αδιαβατική εκτόνωση μέχρι να επανέλθει σε θερμοκρασία 300 K.
- Ισόθερμη συμπίεση.

Να βρεθούν:

- Η θερμότητα σε κάθε μεταβολή.
- Η απόδοση της μηχανής.
- Η ισχύς της μηχανής αν εκτελεί 10 κύκλους ανά sec.

Δίνονται $R=8,31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ και $\ln 2=0,69$.

(Απ.:13100 J, 0, -6050 J, 53,8%, 70,5 kW)

46. Ένα αέριο από την κατάσταση A($8\cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $2\cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, 600 K) υφίσταται την κυκλική μεταβολή ABΓΔΑ που αποτελείται:

- Από ισόθερμη εκτόνωση AB, ώστε ο όγκος να γίνει $V_B=8\cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.
- Από ισόχωρη ψύξη ΒΓ μέχρι τη θερμοκρασία $T_\Gamma=300 \text{ K}$.
- Από ισόθερμη συμπίεση ΓΔ με $V_\Delta=V_A$.
- Από ισόχωρη θέρμανση ΔΑ.

α. Να παρασταθεί η μεταβολή σε άξονες P-V.

β. Να υπολογισθεί το ολικό έργο $W_{ολ}$ και να βρεθεί η απόδοση του κύκλου, αν η θερμότητα κατά τη μεταβολή ΔΑ είναι $Q_{\Delta A}=400=400\ln 4 \text{ J}$.

γ. Να υπολογισθεί ο λόγος των θερμοτήτων $Q_{AB}/Q_{\Gamma\Delta}$.

(Απ.: 800.ln4 J, 40%, -2)

47. Ιδανικό αέριο εκτελεί κυκλική μεταβολή, που αποτελείται από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

- Ισόθερμη εκτόνωση από την κατάσταση A(P_o, V_o, T_o), ως την κατάσταση B($V_B=4V_o$).
- Ισόχωρη ψύξη B→Γ.
- Αδιαβατική συμπίεση Γ→A.

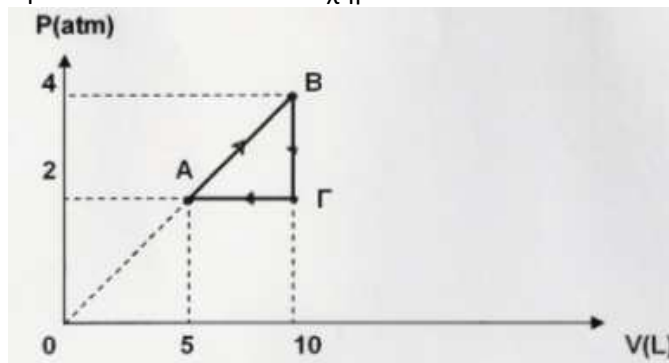
Να βρεθούν:

- Το συνολικό έργο που παράγει το αέριο κατά την κυκλική μεταβολή.
- Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.
- Ο συντελεστής απόδοσης μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ ίδιων θερμοκρασιών.

Δίνονται $P_o=8\cdot 10^4 \text{ N/m}^2$, $V_o=2 \text{ m}^3$, $T_o=300 \text{ K}$, $\gamma=1,5$ και $\ln 2=0,69$.

(Απ.: $6,1\cdot 10^4 \text{ J}$, 27,7 %, 50%)

48. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υπόκειται στην κυκλική αντιστρεπτή διεργασία που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Να υπολογίσετε:

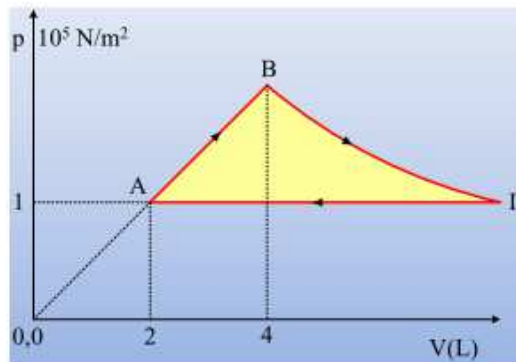
- το ολικό έργο που αποδίδει το αέριο σε έναν κύκλο,

- β. τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του κατά την μεταβολή $A \rightarrow B$,
 γ. την απόδοση του κύκλου,
 δ. τον συντελεστή απόδοσης μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ ίδιων θερμοκρασιών.

Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, $C_v = \frac{3}{2} \cdot R$.

(Απ.: +500 J, +6000 J, 8.33%, 75%)

49 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Μια θερμική μηχανή A διαγράφει την κυκλική μεταβολή του σχήματος που ακολουθεί, εκτελώντας 3000 στροφές το λεπτό. Δίνεται για το αέριο της μηχανής $C_v = 3 \cdot R/2$ και ότι στη διάρκεια της μεταβολής ΒΓ δεν μεταβάλλεται η εσωτερική ενέργεια του αερίου.



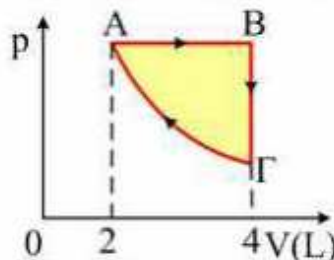
- α. Ποια η ισχύς της μηχανής;
 β. Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.
 γ. Μια άλλη θερμική μηχανή B, δουλεύει ακριβώς με τον ίδιο τρόπο με τη μηχανή A, με μόνη διαφορά ότι από την κατάσταση B έρχεται στην κατάσταση Δ, με πίεση $p_\Delta = p_A$, με αντιστρεπτό τρόπο, χωρίς να ανταλλάξει θερμότητα με το περιβάλλον. Υποστηρίζεται ότι η μηχανή B έχει μεγαλύτερη ισχύ από την μηχανή A. Είναι σωστός ο ισχυρισμός αυτός;
 Δίνεται $\ln 2 \approx 0,7$.

(Απ.: 13 kW, 0,15, όχι)

50. Δύο μηχανές συνδέονται έτσι ώστε, το ποσό θερμότητας που αποδίδει η πρώτη να χρησιμοποιείται για την λειτουργία της δεύτερης. Ο συντελεστής απόδοσης της πρώτης μηχανής είναι $e_1 = 0,4$ και της δεύτερης $e_2 = 0,2$. Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης του συστήματος των μηχανών.

(Απ.: 0,52)

51 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Το αέριο μιας θερμικής μηχανής με $\gamma = 1,5$ διαγράφει τον κύκλο του σχήματος που ακολουθεί, όπου ΓΑ είναι ισόθερμη μεταβολή. Αν το αέριο κατά την διάρκεια μεταβολής απορροφά θερμότητα 2400 J, να βρεθούν:



- α. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας κατά την μεταβολή AB.
 β. Το έργο κατά την ισοβαρή θέρμανση.

- γ. Το έργο κατά την ισόθερμη συμπίεση.
- δ. Η απόδοση της μηχανής.
- ε. Η μέγιστη απόδοση μιας μηχανής που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών.

(Απ.: 66,7%, 800 J, -560 J, 0,1, 0,5)

Δ. (ΜΟΝΟ) Ο ΚΥΚΛΟΣ CARNOT

52. Η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής μιας μηχανής Carnot είναι 500 K και της ψυχρής δεξαμενής είναι 300 K. Το αέριο σε κάθε κύκλο απορροφά από την θερμή δεξαμενή 6000 J. Να βρεθούν:

- α. Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής
- β. Η θερμότητα που αποβάλλει το αέριο σε κάθε κύκλο στην ψυχρή δεξαμενή.
- γ. Η ισχύς της μηχανής σε kW, αν εκτελεί 10 κύκλους ανά sec.

(Απ.: 40%, 3600 J, 24 kW)

53. Μια μηχανή Carnot λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών 300 K και 600 K. Περιέχει ποσότητα ιδανικού αερίου $n=100/R$ moles και ο λόγος των όγκων στην ισόθερμη εκτόνωση είναι 8. Να βρείτε:

- α. Την απόδοσή της.
- β. Το έργο που παράγει.
- γ. Τις θερμοότητες που ανταλλάσσει με τις δεξαμενές θερμότητας.

Δίνεται $\ln 2 \approx 0,69$.

(Απ.: 50%, 62100 J, 124200 J, -62100 J)

54. Μια μηχανή Carnot λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών 300 K και 600 K. Περιέχει ποσότητα ιδανικού αερίου με αρχική πίεση $P_A=2 \cdot 10^5$ N/m², αρχικό όγκο $V_A=20$ L και ο λόγος των όγκων στην ισόθερμη εκτόνωση είναι 4. Να βρείτε:

- α. Την απόδοσή της.
- β. Το έργο που παράγει.
- γ. Τις θερμοότητες που ανταλλάσσει με τις δεξαμενές θερμότητας.

Δίνεται $\ln 2 \approx 0,69$.

(Απ.: 50%, 2760 J, 5520 J/-2760 J)

55. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου $n=10/R$ moles υποβάλλεται σε κυκλική μεταβολή Carnot, οπότε σε έναν κύκλο παράγει έργο 1947 J. Αν στην ισόθερμη εκτόνωση ο λόγος των όγκων είναι 3 και στην αδιαβατική εκτόνωση είναι 2 να βρείτε:

- α. Τις θερμοκρασίες μεταξύ των οποίων δουλεύει η μηχανή.
- β. Την απόδοση του κύκλου.

Δίνονται $\ln 3 \approx 1,1$, $\sqrt[3]{4} = 1,59$ και $\gamma=5/3$.

(Απ.: 300-477, 37,1%)

(Παλιές Πανελλαδικές)

56 (Σαββάλας). Το αέριο μιας μηχανής Carnot σε κάθε κύκλο απορροφά από την θερμή δεξαμενή θερμότητας, 5000 J θερμότητας. Αν η συχνότητα λειτουργίας της μηχανής είναι $f=40$ Hz και ο λόγος των έργων στις ισόθερμες μεταβολές είναι $\frac{W_1}{W_2} = \frac{5}{4}$, να βρείτε:

- α. τον συντελεστή απόδοσης της μηχανής,
- β. την ισχύ της μηχανής.

(Απ.: 0,2, 40 kW)