

5. Ασκήσεις Θερμοδυναμικής. Ομάδα Δ'.

5.41. Βρείτε το έργο και την θερμότητα.

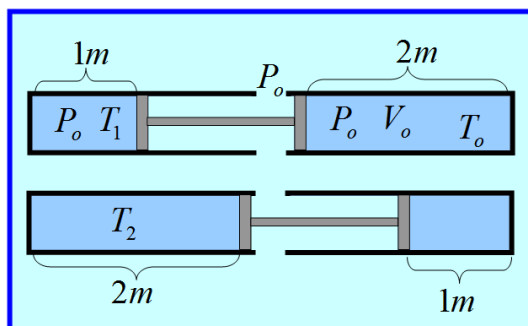
Τα δύο δοχεία περιέχουν ιδανικό μονοατομικό αέριο.

Η πίεση είναι αρχικά και στα δύο δοχεία $P_o = 10^5 \text{ Pa}$, όση και η εξωτερική πίεση.

Το εμβαδόν διατομής κάθε εμβόλου είναι $A = 10^{-3} \text{ m}^2$.

Στο αριστερό δοχείο προσφέρεται αργά θερμότητα ενώ η θερμοκρασία του δεξιού παραμένει σταθερή.

Στο σχήμα απεικονίζονται η αρχική κατάσταση (επάνω) και η τελική (κάτω).

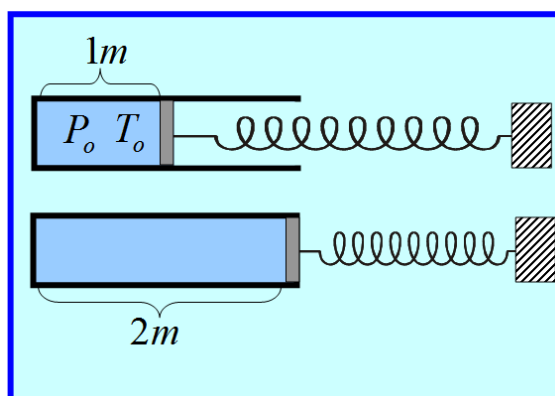


Να υπολογίσετε το έργο που παρήγαγε το αέριο του αριστερού δοχείου και η θερμότητα που προσφέρθηκε σ' αυτό.

5.42. Το αέριο και το ελατήριο.

Το δοχείο περιέχει ιδανικό μονοατομικό αέριο.

Η εξωτερική πίεση είναι $P_{εξ} = 10^5 \text{ Pa}$ και το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος. Το εμβαδόν διατομής του εμβόλου είναι $A = 10^{-3} \text{ m}^2$. Το αέριο θερμαίνεται αργά.



Η σταθερά του ελατηρίου είναι $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Στο σχήμα απεικονίζονται η αρχική κατάσταση (επάνω) και η τελική (κάτω).

Θεωρείστε γνωστό το ότι ένα ελατήριο ασκεί δύναμη $F_{ελ} = k \cdot x$, αντίθετη της παραμόρφωσής του (x η παραμόρφωση του ελατηρίου).

- i) Να παρασταθεί σε διάγραμμα P-V η μεταβολή του αερίου.
- ii) Να υπολογίσετε το έργο που παρήγαγε το αέριο του δοχείου και η θερμότητα που προσφέρθηκε σ' αυτό.

5.43. Ειδική γραμμομοριακή θερμότητα.

Ιδανικό μονατομικό αέριο υποβάλλεται στην παρακάτω κυκλική μεταβολή:

- Εκτονώνεται ισόθερμα AB, μέχρι διπλασιασμού του όγκου του.
- Συμπιέζεται ισοβαρώς ΒΓ, μέχρι υποδιπλασιασμού του αρχικού του όγκου.
- Επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση με αντιστρεπτή μεταβολή ΓΑ, κατά την οποία η πίεση μεταβάλλεται γραμμικά σε σχέση με τον όγκο ($P = \lambda \cdot V$).

- α) Να παραστήσετε την κυκλική αυτή μεταβολή σε διάγραμμα P-V και να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς λ . Αν θεωρήσουμε ότι όλα τα μεγέθη μετρώνται στο S.I. σε τι μονάδες θα μετρούνταν η σταθερά αυτή;
 - β) Να βρείτε την ειδική γραμμομοριακή θερμότητα $C_{\Gamma A}$ του αερίου για τη μεταβολή ΓΑ.
 - γ) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής που λειτουργεί με τον παραπάνω κύκλο και να εξηγήσετε αν η συγκεκριμένη μηχανή έχει νόημα.
- Δίνεται $\ln 2 = 0,7$ και $C_V = 3R/2$.

5.44. Μία μηχανή με τα απαραίτητα δεδομένα.

Ιδανικό μονοατομικό αέριο υποβάλλεται στην παρακάτω κυκλική μεταβολή:

- A $\rightarrow$ B εκτονώνεται ισοβαρώς, απορροφώντας θερμότητα $Q_{AB} = 800J$ και διπλασιάζοντας τη θερμοκρασία του.
- B $\rightarrow$ Γ εκτονώνεται ισόθερμα, παράγοντας έργο $W_{B\Gamma} = 400J$
- Γ $\rightarrow$ Δ συμπιέζεται ισοβαρώς
- Δ $\rightarrow$ Α συμπιέζεται ισόθερμα στην αρχική κατάσταση.
- α) Να παραστήσετε την κυκλική μεταβολή σε διαγράμματα p-V, p-T και V-T.
 - β) Να βρείτε το ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά την ισοβαρή συμπίεση.
 - γ) Να υπολογίσετε το ολικό έργο που παράγεται ανά κύκλο.
 - δ) Να βρείτε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής που λειτουργεί με τον παραπάνω κύκλο.
 - ε) Να συγκρίνετε τον παραπάνω συντελεστή απόδοσης με το συντελεστή απόδοσης μιας μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών.

Δίνεται $C_V = 3R/2$

5.45. Με αδιαβατική καλύτερα...

Ένα ιδανικό μονατομικό αέριο βρίσκεται σε κατάσταση Α με όγκο $V_A = 2 \cdot 10^{-3} m^3$ και $P_A = 2 \cdot 10^5 N/m^2$ και εκτελεί κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή ABΓΑ όπου:

A $\rightarrow$ B ισόχωρη θέρμανση με $T_B = 2T_A$

$B \rightarrow \Gamma$ ισόθερμη εκτόνωση

$\Gamma \rightarrow A$ ισοβαρής συμπίεση

α) Να παραστήσετε το διάγραμμα P-V

β) Να βρείτε το Q_h που απορροφά το αέριο σε 1 κύκλο από την θερμή δεξαμενή

γ) Να βρείτε το συντελεστή απόδοσης

δ) Να βρείτε την απόδοση ενός κύκλου Carnot αν λειτουργούσε μεταξύ των παραπάνω θερμοκρασιών και να σχολιάσετε αν η μηχανή ABΓA μπορεί να υπάρξει στην πραγματικότητα.

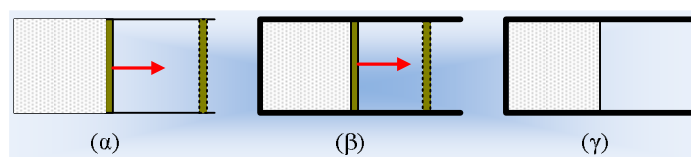
ε) Αν από την κατάσταση B το αέριο εκτελούσε αδιαβατική μεταβολή μέχρι την κατάσταση Δ τέτοια ώστε $P_\Delta = P_\Gamma$, να παραστήσετε στο ίδιο διάγραμμα την αδιαβατική μεταβολή BΔ και να συγκρίνετε τα έργα των μηχανών ABΓA και ABΔA.

στ) Να βρείτε την απόδοση της μηχανής ABΔA

δίνεται $\ln(2)=0,7$ και $2^{3/5}=1,5$

5.46. Ένα αέριο εκτονώνεται

Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο κατέχοντας όγκο $V_0 = 5L$ σε πίεση $p_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, με τρεις εκδοχές, οι οποίες εμφανίζονται στο παρακάτω σχήμα.



Στο (α) το αέριο κλείνεται με έμβολο και τα τοιχώματα του δοχείου είναι αγωγίμα.

Στο (β), κλείνεται ξανά με έμβολο, αλλά τα τοιχώματα είναι θερμομονωτικά.

Στο (γ) το αέριο κλείνεται με μεμβράνη καταλαμβάνοντας κάποιο όγκο του δοχείου, ενώ το δεξιό μέρος είναι κενός χώρος και τα τοιχώματα επίσης θερμομονωτικά.

Αυξάνουμε τον όγκο στο (α) δοχείο, με σταθερή θερμοκρασία, μέχρι η πίεση του αερίου να γίνει $p = 10^5 \text{ Pa}$. Το ίδιο κάνουμε και στο (β) δοχείο, ενώ σπάζοντας τη μεμβράνη στο (γ) δοχείο και το αέριο αυτό αποκτά επίσης τελική πίεση $p = 10^5 \text{ Pa}$.

i) Να υπολογιστεί ο τελικός όγκος του αερίου και στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις.

ii) Αν οι δυο πρώτες μεταβολές πραγματοποιηθούν πολύ αργά, με αποτέλεσμα να μπορούν να θεωρηθούν αντιστρεπτές μεταβολές, να σχεδιάσετε σε κοινούς άξονες p-V τις τρεις μεταβολές.

iii) Να υπολογισθεί το έργο που παράγει το αέριο κατά τις παραπάνω εκτονώσεις.

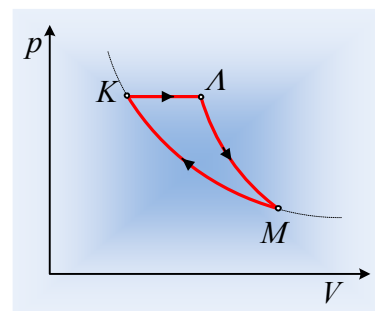
Δίνεται για το αέριο $\gamma = 5/3$, $2^{0,6} \approx 1,5$ και $\ln 2 \approx 0,7$.

5.47. Τρεις θερμικές μηχανές και τα έργα τους...

Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται η αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή που πραγματοποιεί μια ιδανική θερμική μηχανή A, όπου η μια μεταβολή είναι αδιαβατική και η άλλη ισόθερμη. Δίνονται ότι $p_K = 12 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_K = 2L$, $T_K = 400K$, $V_A = 4L$, ενώ για το αέριο $\gamma = 5/3$. Να βρεθούν:

i) Η θερμότητα Q_1 που απορροφά το αέριο στη διάρκεια της ισοβαρούς θέρμανσης, καθώς και το έργο που παράγει σε κάθε κύκλο.

- ii) Ο θερμοδυναμικός συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής.
 iii) Μια μηχανή Carnot B, λειτουργεί μεταξύ δύο δεξαμενών με θερμοκρασίες τη μέγιστη και την ελάχιστη που αποκτά το αέριο στη διάρκεια του παραπάνω κύκλου.

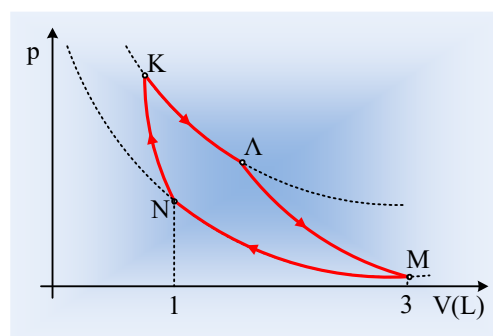


- α) Ποιος ο συντελεστής απόδοσης της B μηχανής;
 β) Πόσο έργο μπορεί να παράγει σε κάθε κύκλο η μηχανή B αν απορροφά ίσο ποσό θερμότητας Q_1 από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας;
 γ) Αν μια άλλη μηχανή Carnot Γ λειτουργούσε με θερμοκρασία θερμής δεξαμενής $T_{h,2}=500\text{K}$ και $T_c=400\text{K}$, απορροφώντας επίσης θερμότητα Q_1 , ποιες θα ήταν οι αντίστοιχες απαντήσεις;
 vi) Να σχολιαστούν τα αποτελέσματα που βρέθηκαν για τη λειτουργία των τριών παραπάνω θερμικών μηχανών.

Δίνεται $\ln 2 \approx 0,7$.

5.48. Θερμικές μηχανές: Περάστε κόσμε!!!

Μια μηχανή Carnot A, διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος, όπου $T_K=T_1=600\text{K}$ και $T_M=T_2=300\text{K}$.



- i) Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής A, καθώς και το έργο που παράγει για κάθε 100J θερμότητα που απορροφά από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας.
 ii) Η μηχανή απορροφά θερμότητα 480J σε κάθε κύκλο, από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας. Να υπολογιστεί η πίεση του αερίου στην κατάσταση N, αν $\ln 3=1$.
 iii) Στην ίδια δεξαμενή θερμότητας με θερμοκρασία T_1 , εκτός της μηχανής A, συνδέεται και μια δεύτερη μηχανή Carnot B, η οποία απορροφά ίσο ποσό θερμότητας σε κάθε κύκλο από τη δεξαμενή θερμοκρασίας T_1 , αλλά αποδίδει ποσά θερμότητας σε ψυχρή δεξαμενή θερμοκρασίας $T_3=400\text{K}$. Και οι δυο μηχανές εκτελούν 300 στροφές/min.
 α) Πόσο έργο ανά κύκλο παράγει η B μηχανή;
 β) Να υπολογισθεί η ισχύς κάθε μηχανής.
 γ) Πόσο συνολικά έργο θα πάρουμε και από τις δύο μηχανές, όταν απορροφηθεί θερμότητα $Q=600.000\text{J}$ από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας; Ποια η απόδοση του συστήματος των δύο παραπάνω μηχανών;

