

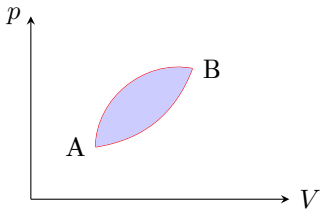
1 Θερμοδυναμική

1.1 Τυπολόγιο Θερμοδυναμικής

Πίνακας 1: Οι Μεταβολές Συνοπτικά

Μεταβολή	Q, W, ΔU	Παρατηρήσεις
<p>Ισόθερμη Μεταβολή Νόμος Boyle</p> <p>$pV = \text{σταθερό}$ (1) $p_1V_1 = p_2V_2$ (2)</p>	<p>$Q = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ (3)</p> <p>$W = Q = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ (4)</p> <p>$\Delta U = 0$ (5)</p>	
<p>Ισόχωρη Μεταβολή Νόμος Charles</p> <p>$\frac{p}{T} = \text{σταθερό}$ (6) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ (7)</p>	<p>$Q = nC_V \Delta T$ (8)</p> <p>$W = 0$ (9)</p> <p>$\Delta U = nC_V \Delta T$ (10)</p>	
<p>Ισοβαρής Μεταβολή Νόμος Gay-Lussac</p> <p>$\frac{V}{T} = \text{σταθερό}$ (11) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (12)</p>	<p>$Q = nC_p \Delta T$ (13)</p> <p>$W = p \Delta V$ (14)</p> <p>$\Delta U = nC_V \Delta T$ (15)</p>	
<p>Αδιαβατική Μεταβολή Νόμος Poisson</p> <p>$pV^\gamma = \text{σταθερό}$ (16) $p_1V_1^\gamma = p_2V_2^\gamma$ (17)</p>	<p>$Q = 0$ (18)</p> <p>$W = -\Delta U$ (19)</p> <p>$\Delta U = nC_V \Delta T$ (20)</p> <p>$W = \frac{p_B V_B - p_A V_A}{1 - \gamma}$ (24)</p>	
Συνεχίζεται →		

Πίνακας 1 - Οι Μεταβολές Συνοπτικά - συνέχεια

Μεταβολή	Q, W, ΔU	Παρατηρήσεις
Κυκλική Μεταβολή	$\Delta U = 0 \quad (22)$ $W = Q \quad (23)$ $W = \text{εμβαδό} \quad (24)$	

Πίνακας 2: Οι υπόλοιποι τύποι

Τύπος	Μας δίνει	Παρατηρήσεις
$W = p\Delta V \quad (25)$	Έργο αερίου.	Θετικό όταν $\Delta V > 0$ Αρνητικό αν $\Delta V < 0$ Υπολογίζεται από το εμβαδό στο διάγραμμα $p - V$.
$U = \frac{3}{2}nRT \quad (26)$	Εσωτερική ενέργεια	
$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T \quad (27)$	Μεταβολή εσωτερικής ενέργειας	Εξαρτάται μόνο από την αρχική και τελική κατάσταση του συστήματος, και όχι από τον δρόμο της μεταβολής.
$Q = \Delta U + W \quad (28)$	1 ^{ος} Θερμοδυναμικός Νόμος	
$e < 1 \quad (29)$	2 ^{ος} Θερμοδυναμικός Νόμος	e = συντελεστής απόδοσης θερμικής μηχανής
$Q = mc\Delta T \quad (30)$	Βασική εξίσωση Θερμιδομετρίας	
$C_V = \frac{3}{2}R \quad (31)$	Γραμμομοριακή θερμότητα υπό σταθερό όγκο, C_V	Ιδανικό μονοατομικό αέριο.
$C_p = \frac{5}{2}R \quad (32)$	Γραμμομοριακή θερμότητα υπό σταθερή πίεση, C_p	Ιδανικό μονοατομικό αέριο.
$C_p = C_V + R \quad (33)$	Σχέση C_p και C_V .	
Συνεχίζεται →		

Πίνακας 2 - Οι υπόλοιποι τύποι - συνέχεια

Τύπος	Μας δίνει	Παρατηρήσεις
$\gamma = \frac{C_p}{C_V}$ (34)	Ορισμός αδιαβατικού συντελεστή γ	
$e = \frac{W}{Q_h}$ (35)	Συντελεστής απόδοσης μηχανής	Q_h η θερμότητα που προσφέρουμε στη μηχανή σε ένα κύκλο, W το έργο που μας δίνει η μηχανή σε ένα κύκλο.
$e = 1 - \frac{ Q_c }{Q_h}$ (36)	Συντελεστής απόδοσης μηχανής	Q_h η θερμότητα που προσφέρουμε στη μηχανή σε ένα κύκλο, Q_c η θερμότητα που αποβάλλει η μηχανή σε ένα κύκλο.
$e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$ (37)	Συντελεστής απόδοσης μηχανής Carnot	T_h η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής, T_c η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής.
Πρέπει να είναι γνωστά		
$\bar{K} = \frac{3}{2}kT$ (38)	Μέση κινητική ενέργεια μορίων αερίου	
$v_{\text{επ}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_r}}$ (39)	Ενεργός ταχύτητα μορίων αερίου	$v_{\text{επ}} = \sqrt{v^2}$
$PV = nRT$ (40)	Καταστατική εξίσωση	
$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ (41)	Συνδυαστικός νόμος των αερίων	
$\ln a = x \Leftrightarrow a = e^x$ (42) $\ln(ab) = \ln a + \ln b$ (43) $\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln a - \ln b$ (44) $\ln a^\nu = \nu \ln a$ (45)	Βασικές ιδιότητες φυσικών λογαρίθμων	$e = \lim_{\nu \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{\nu}\right)^\nu$ $e = \frac{1}{1} + \frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots$ $e = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!}$

1.2 Ερωτήσεις

1. Ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας και καταλαμβάνει όγκο V_0 . Με κατάλληλη αντιστρεπτή μεταβολή ο όγκος του αερίου διπλασιάζεται, ενώ η μέση κινητική ενέργεια των ατόμων του αερίου παραμένει σταθερή.

(α') Η θερμοκρασία του αερίου στη νέα κατάσταση είναι:

- i. ίση με την αρχική
- ii. διπλάσια της αρχικής
- iii. ίση με το μισό της αρχικής.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(α') Η πίεση του αερίου στη νέα κατάσταση είναι:

- i. ίση με την αρχική
- ii. διπλάσια της αρχικής
- iii. ίση με το μισό της αρχικής.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Εξετάσεις 2001 – Θέμα δεύτερο

2. Αν σε μια μηχανή Carnot διπλασιάσουμε ταυτόχρονα τις θερμοκρασίες της θερμής και της ψυχρής δεξαμενής θερμότητας, τότε ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής:

(α') διπλασιάζεται (β') παραμένει ίδιος (γ') υποδιπλασιάζεται.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Εξετάσεις 2003 – Θέμα δεύτερο

3. Τρεις μαθητές συζητούν μεταξύ τους. Ο καθένας υποστηρίζει ότι γνωρίζει τον τρόπο θέρμανσης ιδανικού αερίου χωρίς προσφορά θερμότητας. Ο πρώτος ισχυρίζεται ότι αυτό επιτυγχάνεται με ισόθερμη συμπίεση, ο δεύτερος με ισοβαρή εκτόνωση και ο τρίτος με αδιαβατική συμπίεση.

(α') Ποιος έχει δίκιο;

(β') Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Εξετάσεις Εσπερινού 2001 – Θέμα δεύτερο

4. Ιδανικό αέριο απορροφά από το περιβάλλον θερμότητα $Q = 800 \text{ J}$ και η εσωτερική του ενέργεια αυξάνεται κατά 300 J . Κατά την εκτόνωσή του το αέριο παράγει έργο ίσο με

(α') 1100 J (β') 500 J (γ') 800 J (δ') 300 J

Εξετάσεις Εσπερινού 2001 – Θέμα δεύτερο

5. Κατά την ισόθερμη αντιστρεπτή εκτόνωση ιδανικού αερίου:

(α') η εσωτερική του ενέργεια μειώνεται

(β') όλο το ποσό θερμότητας που απορρόφησε το αέριο μετατρέπεται σε μηχανικό έργο

(γ') η πίεσή του αυξάνεται

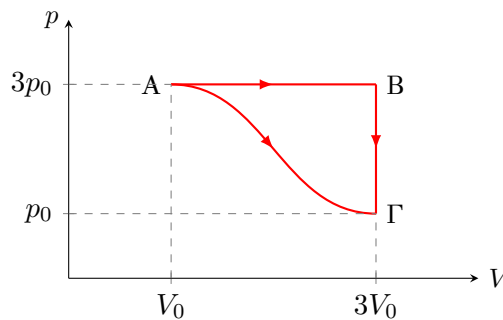
(δ') η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αυξάνεται

Εξετάσεις 2004 Θέμα 1.4

6. Να γίνει η αντιστοίχιση στον παρακάτω πίνακα.

Στήλη I. Χαρακτηριστικό	Στήλη II. Είδος μεταβολής
Α'. Το αέριο μετατρέπει την εσωτερική του ενέργεια εξολοκλήρου σε έργο	I. Αδιαβατική μεταβολή II. Ισόθερμη μεταβολή III. Ισόχωρη μεταβολή IV. Ισοβαρής μεταβολή V. Κυκλική μεταβολή
Β'. Η θερμότητα που προσφέρουμε μετατρέπεται εξολοκλήρου σε έργο	
Γ'. Η θερμότητα που προσφέρουμε μετατρέπεται εξολοκλήρου σε εσωτερική ενέργεια	
Δ'. Δεν παράγεται καθόλου έργο από το αέριο	
Ε'. Το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον του	
Ζ'. Η εσωτερική ενέργεια παραμένει αμετάβλητη	

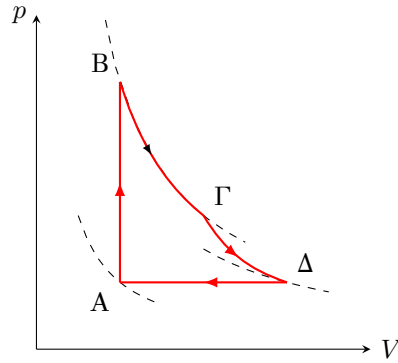
7. Να χαρακτηριστούν ως σωστές (Σ) ή λάθος (Λ) οι παρακάτω προτάσεις που αφορούν τις μεταβολές στο παρακάτω διάγραμμα ενός ιδανικού αερίου:



- (α') Το έργο στη μεταβολή BΓ είναι μηδέν.
- (β') Η θερμοκρασία στην κατάσταση A είναι ίση με τη θερμοκρασία στην κατάσταση Γ.
- (γ') Το έργο στη μεταβολή AΓ είναι μεγαλύτερο από το έργο στην μεταβολή ABΓ.
- (δ') Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στη μεταβολή AΓ είναι μηδέν.
- (ε') Ισχύει $\Delta U_{AB} = -\Delta U_{B\Gamma}$.
- (ζ') Ισχύει $Q_{AB} > |Q_{B\Gamma}|$.

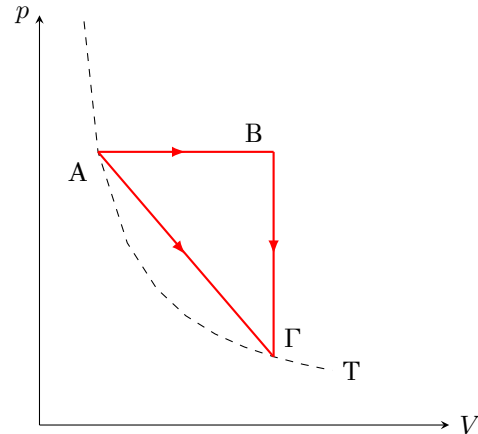
8. Να συμπληρωθούν τα πρόσημα (+), (-) ή 0 στον παρακάτω πίνακα, που αφορά τις μεταβολές AB, BΓ, ΓΔ(=αδιαβατική) και ΔΑ ενός ιδανικού αερίου.

Μεταβολή	ΔV	ΔT	Δp	Q	ΔU	W
AB						
BΓ						
ΓΔ						
ΔΑ						



9. Για τις μεταβολές ενός ιδανικού αερίου όπως φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα να χαρακτηριστούν Σ ή Λ οι προτάσεις:

- (α') Ισχύει $\frac{Q_{AB}}{Q_{B\Gamma}} = \gamma$.
- (β') Ισχύει $\Delta U_{AB} = \Delta U_{B\Gamma}$.
- (γ') Ισχύει $\Delta U_{AB\Gamma} = \Delta U_{A\Gamma} = 0$.
- (δ') Ισχύει $Q_{AB\Gamma} > Q_{A\Gamma}$.



1.3 Ασκήσεις

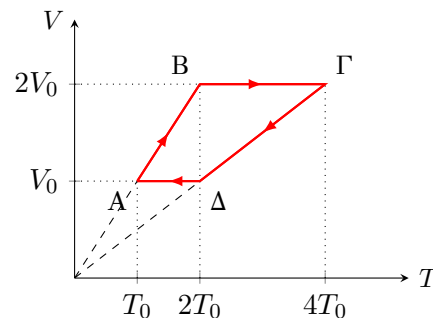
1. Ιδανικό αέριο με $\gamma = 5/3$ από την αρχική κατάσταση με $P_0 = 1 \text{ atm}$, $V_0 = 2 \text{ L}$, $T_0 = 300^\circ \text{ K}$ εκτελεί την παρακάτω κυκλική μεταβολή:

- (1) Ισοβαρή εκτόνωση παράγοντας έργο $W = 200 \text{ Joule}$.
- (2) Ισόχωρη ψύξη μέχρι την αρχική θερμοκρασία T_0 .
- (3) Ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση.

- (α') Να παρασταθεί η μεταβολή σε άξονες PV , PT , VT
- (β') Να βρεθούν τα μεγέθη Q , W , ΔU για κάθε μεταβολή και για την κυκλική μεταβολή.

2. Ποσότητα $n = 10/R$ moles ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκονται σε θερμοκρασία $T_0 = 300 \text{ K}$ και εκτελεί την κυκλική μεταβολή του σχήματος.

- (α') Να σχεδιάσετε την μεταβολή σε διάγραμμα P-V.
- (β') Να υπολογίσετε το ωφέλιμο έργο.
- (γ') Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης.



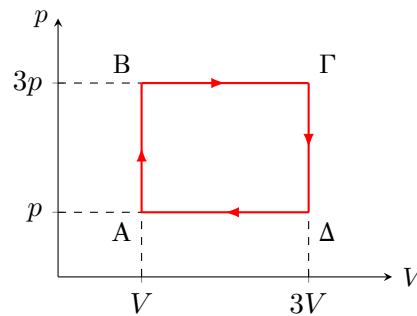
3. Ιδανικό αέριο με $\gamma = 5/3$ ξεκινά από την κατάσταση $A(P, V, T_1)$ και εκτελεί την παρακάτω μεταβολή:

- i. Εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι διπλασιασμού του όγκου
- ii. Θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι διπλασιασμού της πίεσης
- iii. Εκτονώνεται αδιαβατικά μέχρι την αρχική θερμοκρασία T_1
- iv. Επιστρέφει ισόθερμα στην αρχική κατάσταση A

- (α') Να σχεδιαστεί ο κύκλος σε διάγραμμα $P - V$ και να κατασκευαστεί πίνακας με τα πρόσημα (+, -, 0) για καθένα από τα μεγέθη Q , ΔU , W σε κάθε επιμέρους μεταβολή.
 (β') Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

4. Μία θερμική μηχανή εργάζεται με αέριο $\gamma=5/3$ και εκτελεί τον κύκλο του σχήματος.

- (α') Να δείξετε ότι $T_B = T_\Delta$;
 (β') Να βρείτε το έργο που παράγεται.
 (γ') Υπολογίστε τη ΔU στη μεταβολή B-Γ- Δ .
 (δ') Αν $\Delta U_{B\Gamma} = 100 \text{ J}$ πόσο είναι το $Q_{B\Gamma}$;



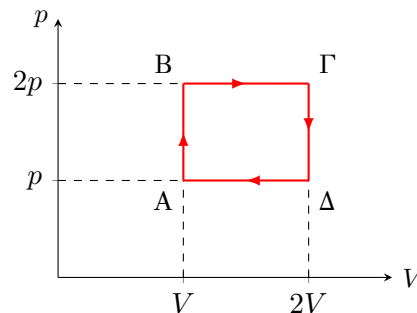
5. Θερμική μηχανή λειτουργεί με αέριο που έχει $\gamma = 5/3$ και εκτελεί την παρακάτω κυκλική μεταβολή:

- Εκτονώνεται ισοβαρώς μέχρι τετραπλασιασμού του όγκου του.
- Ψύχεται ισόχωρα μέχρι υποδιπλασιασμού της πίεσης.
- Συμπιέζεται ισοβαρώς.
- Επανέρχεται ισόθερμα στην αρχική κατάσταση.

- (α') Να γίνει το διάγραμμα PV .
 (β') Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

6. Μία μηχανή εργάζεται με αέριο $\gamma=5/3$ και εκτελεί τον κύκλο του σχήματος.

- (α') Πόσος είναι ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής;
 (β') Πόσο τοις εκατό μικρότερος είναι αυτός ο συντελεστής απόδοσης από τον μεγαλύτερο που θα μπορούσε να επιτευχθεί;



7. Ιδανικό αέριο με $\gamma = 5/3$ εκτελεί την παρακάτω κυκλική μεταβολή ABΓA: (α) Ισόθερμη εκτόνωση AB. (β) Ισοβαρή συμπίεση BΓ κατά την οποία αποβάλλει θερμότητα 100 J. (γ) Αδιαβατική συμπίεση ΓA. Να βρεθεί το έργο της μεταβολής ΓA.

8. Ιδανικό αέριο με $n = 0,3 \text{ moles}$, $V = 10 \text{ L}$, $P = 10^5 \text{ N/m}^2$ εκτελεί διαδοχικά τις μεταβολές:

- Εκτονώνεται ισοβαρώς μέχρι διπλασιασμού του όγκου του
- Συμπιέζεται ισόθερμα μέχρι εξαπλασιασμού της πίεσής του
- Ψύχεται ισόχωρα στην αρχική θερμοκρασία

Να βρεθούν

- (α') Οι τιμές των P , V , T σε κάθε περίπτωση
 (β') Το ποσό θερμότητας που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του
 (γ') Η μεταβολή στην εσωτερική του ενέργεια κατά την ισοβαρή εκτόνωση.

Δίνεται $R = 8,314 \text{ Joule/mole}\cdot\text{grad}$

9. Ο συντελεστής απόδοσης μίας μηχανής Carnot είναι 0,4. Αν η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής είναι 7° C να βρείτε πόσους βαθμούς πρέπει να αυξήσουμε την θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής ώστε να κάνουμε τον συντελεστή απόδοσης 0,5

10. Σε μία μηχανή Carnot η θερμότητα που αποβάλλεται από στην ψυχρή δεξαμενή είναι ίση με το παραγόμενο έργο. Αν η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής είναι $T_1 = 500^\circ \text{K}$ να βρείτε την θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής. Πόσος θα γίνει ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής αν η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής αυξηθεί κατά 20% και της ψυχρής μειωθεί κατά 20%;
11. Μία ποσότητα ιδανικού αερίου που βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A με $V_A = 5 \text{ m}^3$ και $P_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, υφίσταται κυκλική μεταβολή ABΓA που αποτελείται από τις παρακάτω μεταβολές:
- Ισοβαρής εκτόνωση AB μέχρι ο όγκος να γίνει $V_B = 10 \text{ m}^3$
 - Αδιαβατική εκτόνωση ΒΓ μέχρι την θερμοκρασία $T_\Gamma = T_A$
 - Ισόθερμη συμπίεση ΓΑ
- Να βρείτε:
- Το έργο σε κάθε μεταβολή.
 - Την ισχύ της θερμικής μηχανής που δουλεύει με αυτόν τον κύκλο, αν αυτή εκτελεί 10 κύκλους το δευτερόλεπτο.
- Δίνονται $C_V = 3R/2$, $\gamma = 5/3$ και $\ln 2 = 0,7$
12. Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτελεί κυκλική θερμοδυναμική μεταβολή που αποτελείται από τις εξής αντιστρεπτές μεταβολές:
- από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας 1, με $P_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ εκτονώνεται ισοβαρώς στην κατάσταση 2, με $V_2 = 3V_1$,
 - 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 $n = \frac{3}{R} \text{ mol}$, όπου R είναι η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων σε $\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$, ζητείται:
- Να παρασταθούν γραφικά οι παραπάνω μεταβολές σε διάγραμμα πίεσης - όγκου (P-V).
 - Να βρεθεί ο λόγος $\left(\frac{\Delta U_{12}}{\Delta U_{23}}\right)$ της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή εκτόνωση προς τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας κατά την ισόχωρη ψύξη.
 - Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης ιδανικής μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής.
 - 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 $W_{31} = -1318 \text{ Joule}$.

Εξετάσεις 2001

13. Ιδανικό αέριο αρχικά βρίσκεται στη θερμοδυναμική κατάσταση A(P_0, V_0, T_0) και στη συνέχεια ακολουθεί τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:
- Ισόχωρη θέρμανση από την κατάσταση A στην κατάσταση B($2P_0, V_B, T_B$).
 - Ισοβαρή συμπίεση από την κατάσταση B στην κατάσταση Γ($P_\Gamma, \frac{V_0}{4}, T_\Gamma$).
 - Ισόχωρη ψύξη από την κατάσταση Γ στην κατάσταση Δ(P_0, V_Δ, T_Δ).
 - Ισοβαρή εκτόνωση από την κατάσταση Δ στην κατάσταση A.
- (α) Να παραστήσετε γραφικά σε διάγραμμα P-V τις παραπάνω μεταβολές.

- (β) Να προσδιορίσετε τις τιμές $V_B, T_B, P_B, T_B, V_\Delta, T_\Delta$ σε συνάρτηση με τις αρχικές τιμές V_0, T_0, P_0 .
- (γ) Να υπολογίσετε το έργο σε καθεμιά από τις παραπάνω μεταβολές.
- (δ) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο που παράγεται ή καταναλώνεται κατά την παραπάνω κυκλική μεταβολή.

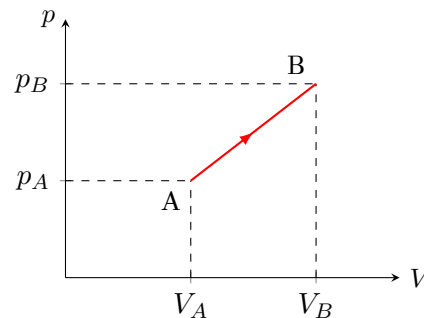
Εξετάσεις Εσπερινού 2001 – Τέταρτο Θέμα

14. Ιδανικό μονατομικό 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:
- Ισοβαρή εκτόνωση μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B με όγκο $V_B = 4V_A$, κατά την οποία το αέριο παράγει έργο $W_{AB} = 3 \cdot 10^3 \text{ J}$.
 - Αδιαβατική εκτόνωση μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ με όγκο V_Γ και πίεση p_Γ .
 - Ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση A. 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 $\frac{v_{\text{εν},B}}{v_{\text{εν},\Gamma}}$, όπου $v_{\text{εν},B}$ και $v_{\text{εν},\Gamma}$ οι ενεργές ταχύτητες των ατόμων του αερίου στις καταστάσεις B 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 $\epsilon = 0,538$.

Δίνονται: $C_p = \frac{5}{2}R$ και $C_V = \frac{3}{2}R$.

Εξετάσεις 2002 – Τέταρτο Θέμα

15. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου, βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A, με όγκο $V_A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και πίεση $p_A = 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο υφίσταται την αντιστρεπτή μεταβολή του σχήματος, απορροφώντας ποσό θερμότητας $Q = 1200 \text{ J}$, μέχρι να βρεθεί στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B με όγκο $V_B = 2V_A$ και πίεση $p_B = 2p_A$.



Να βρεθούν:

- (α) Η θερμοκρασία T_A του αερίου στην κατάσταση A.
- (β) Η μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας $\Delta U = U_B - U_A$
- (γ) Το έργο W_{AB} που παράγεται κατά τη μεταβολή $A \rightarrow B$

Εξετάσεις Εσπερινού 2003 – Τρίτο Θέμα

16. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονατομικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A σε θερμοκρασία $T_A = 400 \text{ K}$, πίεση $p_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και όγκο

$V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$. Από την κατάσταση αυτή το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω διαδοχικές μεταβολές:

α) ισοβαρή θέρμανση AB, μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B με όγκο $V_B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

β) αδιαβατική ψύξη BΓ, μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ με όγκο $V_\Gamma = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και πίεση $p_\Gamma = 10^5 / \text{m}^2$.

(α') Να παρασταθούν γραφικά (ποιοτικά) οι παραπάνω μεταβολές σε διάγραμμα P-V.

(β') Να υπολογιστεί η θερμοκρασία του αερίου στην κατάσταση B.

(γ') Να υπολογιστεί το παραγόμενο έργο κατά την ισοβαρή μεταβολή AB.

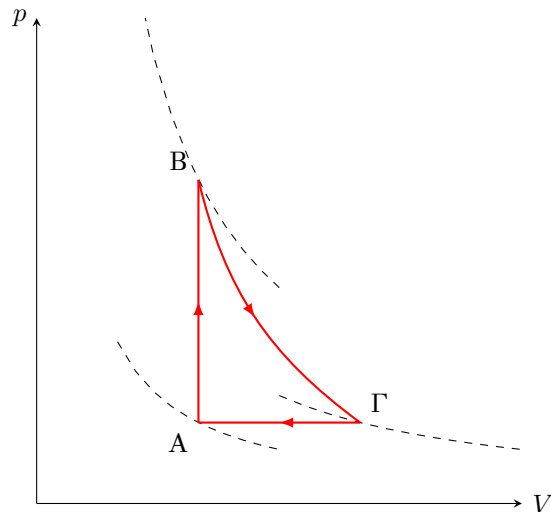
(δ') Να υπολογιστεί η συνολική μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

Δίνονται: $\gamma = 5/3$ και $C_V = 3R/2$.

Εξετάσεις 2003

17. Ιδανικό μονοατομικό αέριο βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A υπό πίεση $P_A = 10^5 / \text{m}^2$ και όγκο $V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$. Από την κατάσταση A το αέριο υποβάλλεται στις πιο κάτω τρεις διαδοχικές ιδεατές αντιστρεπτές μεταβολές:

- ισόχωρη θέρμανση μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B
- αδιαβατική εκτόνωση από την κατάσταση B μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ με όγκο $V_\Gamma = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- ισοβαρή ψύξη από την κατάσταση Γ μέχρι να επανέλθει στην αρχική κατάσταση A.



Το ποιοτικό διάγραμμα πίεσης-όγκου των πιο πάνω μεταβολών φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

Να υπολογίσετε:

(α') το έργο που καταναλώνει το αέριο σύστημα κατά την ισοβαρή ψύξη ΓΑ

(β') το ποσό της θερμότητας που αποβάλλει το αέριο σύστημα στο περιβάλλον κατά την ισοβαρή ψύξη ΓΑ

(γ') την πίεση του αερίου στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B

(δ') την τιμή του λόγου $\frac{\bar{K}_\Gamma}{\bar{K}_A}$, όπου $\bar{K}_\Gamma = \frac{1}{2} m \bar{v}_\Gamma^2$ και $\bar{K}_A = \frac{1}{2} m \bar{v}_A^2$ η μέση μεταφορική κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου στις καταστάσεις Γ και A αντίστοιχα, όπου m είναι η μάζα του μορίου.

Δίνεται: η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερή πίεση $C_p = 5R/2$, (R η παγκόσμια σταθερά των αερίων) και ο λόγος των γραμμομοριακών ειδικών θερμοτήτων, υπό σταθερή πίεση και σταθερό όγκο, είναι $\gamma = 5/3$.

Εξετάσεις 2004 – Τρίτο Θέμα