

Κεφάλαιο 4^ο



Θερμοδυναμική

ΘΕΩΡΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Θερμοδυναμικό σύστημα

Θερμοδυναμικό σύστημα είναι αυτό που για την περιγραφή του χρησιμοποιούνται θερμοδυναμικά μεγέθη όπως πίεση, όγκος, εσωτερική ενέργεια κλπ.

Ισορροπία συστήματος

Ένα τέτοιο σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας όταν η πίεση η πυκνότητα και η θερμοκρασία του έχουν σταθερή τιμή σε όλη την έκταση του όγκου του.

Αντιστρεπτή μεταβολή

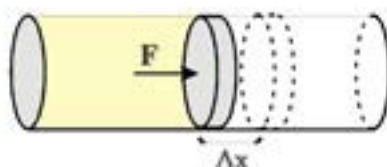
Μια εξιδανικευμένη μεταβολή κατά την οποία ένα σύστημα μεταβαίνει από μια αρχική κατάσταση ισορροπίας σε μια τελική, μέσω διαδοχικών καταστάσεων που μπορούν να θεωρηθούν καταστάσεις ισορροπίας ονομάζεται αντιστρεπτή μεταβολή. Σε μια τέτοια μεταβολή, αντιστρέφοντας τη διαδικασία το σύστημα και το περιβάλλον του μπορούν να επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση. Σε ένα διάγραμμα όπου απεικονίζονται οι θερμοδυναμικές μεταβλητές μια αντιστρεπτή μεταβολή παριστάνεται με μια συνεχή γραμμή.

Μη αντιστρεπτή μεταβολή

Μεταβολές οι οποίες γίνονται έτσι ώστε το σύστημα να μη μεταβαίνει από καταστάσεις ισορροπίας λέγονται μη αντιστρεπτές μεταβολές. Αυτές δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν κατά την αντίστροφη φορά αν αντιστρέψουμε τη διαδικασία της μεταβολής. Στη φύση όλες οι μεταβολές είναι μη αντιστρεπτές. Για να θεωρηθεί μια μεταβολή αντιστρεπτή θα πρέπει να εκτελείται πολύ αργά ώστε οι ενδιάμεσες καταστάσεις να μπορούν να θεωρηθούν καταστάσεις ισορροπίας.

4.2. Έργο παραγόμενο από αέριο κατά τη διάρκεια μεταβολών όγκου:

$$\Delta W = p \Delta V$$



Έστω ένα αέριο σε κύλινδρο που κλείνεται από ελαστικό έμβολο.

Καθώς τα μόρια του αερίου μέσα στον κύλινδρο συγκρούονται με τα τοιχώματα του κυλίνδρου ασκούν δυνάμεις σ' αυτά. Έστω F η ολική δύναμη που ασκεί το αέριο στο έμβολο. Αν το έμβολο μετακινηθεί προς τα έξω κατά την πολύ μικρή απόσταση Δx , το έργο που παράγει η δύναμη που ασκεί το αέριο είναι:

$$\Delta W = F \Delta x \quad (1)$$

Αν το εμβαδόν του εμβόλου είναι A και η πίεση του αερίου p , ισχύει

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p A \quad (2)$$

Έτσι η σχέση (1) γίνεται

$$(1) \xRightarrow{(2)} \Delta W = p \Delta x \quad (3)$$

Όμως

$$A \Delta x = \Delta V \quad (4)$$

όπου ΔV η πολύ μικρή μεταβολή του όγκου του αερίου.

Έτσι έχουμε:

$$(3) \xRightarrow{(4)} \Delta W = p \Delta V$$

Πρόσημο του έργου:

Όταν το αέριο απορροφά ενέργεια από το περιβάλλον μέσω έργου: $W < 0$ (συμπίεση)

Όταν το αέριο προσφέρει ενέργεια στο περιβάλλον μέσω έργου: $W > 0$ (εκτόνωση)

4.3. Εσωτερική ενέργεια ιδανικού αερίου: $U = \frac{3}{2} nRT$

Εσωτερική ενέργεια ενός σώματος ονομάζεται το άθροισμα των ενεργειών των σωματιδίων που το απαρτίζουν, ως αποτέλεσμα της σχετικής τους κίνησης ως προς το κέντρο μάζας του σώματος και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους.

Επειδή στο ιδανικό αέριο τα μόρια δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους η εσωτερική ενέργεια οφείλεται μόνο στη μεταφορική κινητική ενέργεια των μορίων

Η μέση κινητική ενέργεια ενός μορίου ιδανικού αερίου είναι:

$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT \quad (5)$$

Αν το αέριο περιέχει N μόρια, η εσωτερική του ενέργεια θα είναι

$$U = N \frac{1}{2} m \overline{v^2} = N \frac{3}{2} kT \quad (6)$$

Όμως:

$$N = nN_A \quad (7)$$

όπου n ο αριθμός των mol του αερίου.

$$\text{Επομένως:} \quad (6) \xRightarrow{(7)} U = nN_A \frac{3}{2} kT \quad (8)$$

Η σταθερά του Boltzmann είναι

$$k = \frac{R}{N_A} \Rightarrow N_A k = R \quad (9)$$

οπότε τελικά: $(8) \Rightarrow U = \frac{3}{2} nRT$

Μεταβολή εσωτερικής ενέργειας: $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T \quad (10)$

Πρόσημο της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας:

Όταν το αέριο ψύχεται: $\Delta U < 0$

Όταν το αέριο θερμαίνεται: $\Delta U > 0$

4.4. Θερμότητα Q

Είναι η ενέργεια που μεταφέρεται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ δύο σωμάτων και συμβολίζεται με Q.

Πρόσημο της θερμότητας:

Όταν το αέριο απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον: $Q > 0$ (συμπίεση)

Όταν το αέριο προσφέρει θερμότητα στο περιβάλλον: $Q < 0$ (εκτόνωση)

4.5. Πρώτος θερμοδυναμικός νόμος:

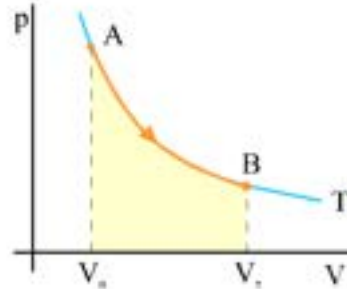
Το ποσό θερμότητας (Q) που απορροφά ή αποβάλλει ένα θερμοδυναμικό σύστημα είναι ίσο με το αλγεβρικό άθροισμα της μεταβολής της εσωτερικής του ενέργειας και του έργου που παράγει ή δαπανά το σύστημα.

$$Q = \Delta U + W$$

Η παραπάνω έκφραση αποτελεί την αρχή της διατήρησης της ενέργειας στα θερμοδυναμικά συστήματα

4.6. Εφαρμογές του 1^{ου} θερμοδυναμικού νόμου στις διάφορες μεταβολές

α. Ισόθερμη μεταβολή:



Έστω μια ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή ορισμένης ποσότητας αερίου από την αρχική κατάσταση A, όγκου V_a , στην τελική κατάσταση B, όγκου V_t .

Η μεταβολή γίνεται σε σταθερή θερμοκρασία T .

Το εμβαδόν κάτω από την γραμμή του διαγράμματος είναι ίσο με το έργο που παράγει το αέριο.

✓ Έργο:

Αποδεικνύεται ότι το έργο δίνεται από την σχέση: $W = nRT \ln \frac{V_t}{V_a}$ (11)

όπου V_a ο όγκος της αρχικής κατάστασης (κατάσταση A) και V_t ο όγκος της τελικής κατάστασης (κατάσταση B).

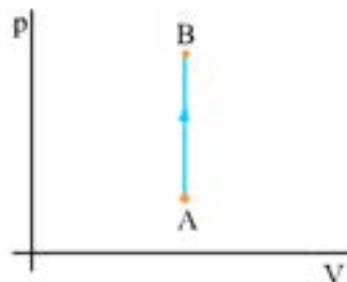
✓ Μεταβολή εσωτερικής ενέργειας: $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T \Rightarrow \Delta U=0$ (12)

αφού $\Delta T=0$ (στην ισόθερμη μεταβολή η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται).

✓ Θερμότητα: Έχουμε από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο:

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow Q = W \Rightarrow Q = nRT \ln \frac{V_t}{V_a} \quad (13)$$

Συμπέρασμα: Στην ισόθερμη εκτόνωση όλο το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο μετατρέπεται σε μηχανικό έργο.

β. Ισόχωρη μεταβολή:

Έστω η ισόχωρη αντιστρεπτή μεταβολή μιας ποσότητας αερίου, από την κατάσταση A στην κατάσταση B. Το αέριο θερμαίνεται με σταθερό όγκο και η θερμοκρασία του αυξάνεται.

✓ **Έργο:**

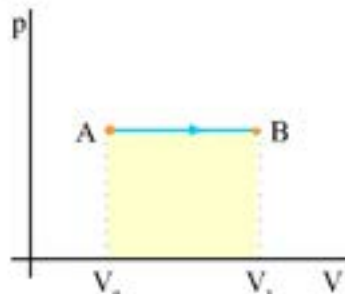
Από το σχήμα φαίνεται ότι το **έργο** του αερίου είναι μηδέν (το εμβαδόν είναι μηδέν).

Πράγματι: $W = P \cdot \Delta V \Rightarrow W = P \cdot 0 \Rightarrow W = 0$ (14)

✓ **Μεταβολή εσωτερικής ενέργειας:** $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ (15)✓ **Θερμότητα:** Έχουμε από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο:

$$Q = \Delta U + W^0 \Rightarrow Q = \Delta U \Rightarrow Q = \frac{3}{2} nR\Delta T \quad (16)$$

Συμπέρασμα: Στην ισόχωρη θέρμανση όλο το ποσό θερμότητας που απορρόφησε το αέριο χρησιμοποιήθηκε για την αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας.

γ. Ισοβαρής μεταβολή:

Έστω αέριο το οποίο θερμαίνεται ισοβαρώς από την αρχική κατάσταση A, όγκου V_a , στην τελική κατάσταση B, όγκου V_t .

✓ **Έργο:**

Το εμβαδόν κάτω από την γραμμή του διαγράμματος δίνει το έργο του αερίου.

Έτσι έχουμε: $W = P \cdot \Delta V \Rightarrow W = P \cdot (V_f - V_a)$ (17)

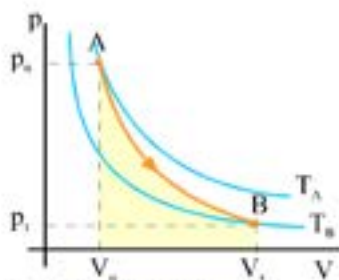
✓ **Μεταβολή εσωτερικής ενέργειας:** $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ (18)

✓ **Θερμότητα:** Έχουμε από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο:

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow Q = \frac{3}{2} nR\Delta T + P \cdot \Delta V \quad (19)$$

Συμπέρασμα: Στην ισοβαρή θέρμανση ένα μέρος από το ποσό θερμότητας που απορρόφησε το αέριο από το περιβάλλον χρησιμοποιήθηκε για την αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας και το υπόλοιπο αποδόθηκε εκ νέου στο περιβάλλον με τη μορφή έργου.

δ. Αδιαβατική μεταβολή:



Αδιαβατική ονομάζουμε τη μεταβολή κατά την οποία δε συντελείται μεταφορά θερμότητας από το περιβάλλον προς το σύστημα ή αντίστροφα

Ο νόμος που διέπει τη μεταβολή είναι $pV^\gamma = \text{σταθ.}$ Νόμος του Poisson

όπου γ ένας καθαρός αριθμός, μεγαλύτερος της μονάδας, που εξαρτάται από την ατομικότητα του αερίου και από το είδος των δεσμών που συγκρατούν τα άτομα στο μόριο.

✓ **Έργο:**

Αποδεικνύεται ότι το έργο δίνεται από την σχέση: $W = \frac{p_f V_f - p_a V_a}{1 - \gamma}$ (20)

✓ **Μεταβολή εσωτερικής ενέργειας:** $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ (21)

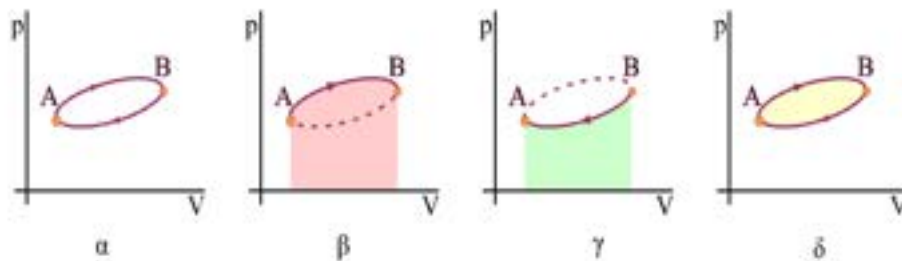
✓ **Θερμότητα:**Έχουμε: $Q=0$ (22)

Οπότε από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο:

$$Q^0 = \Delta U + W \stackrel{(20)}{\Rightarrow} W = -\Delta U \Rightarrow$$

$$W = -\frac{3}{2} nR\Delta T \quad (23)$$

Συμπέρασμα: Στην αδιαβατική μεταβολή το έργο είναι ίσο με το αντίθετο της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας.

ε. Κυκλική μεταβολή:

Κυκλική ονομάζουμε μια μεταβολή στην οποία το σύστημα μετά από μια διεργασία επιστρέφει στην ίδια κατάσταση.

Το σχήμα παριστάνει μια κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή ορισμένης ποσότητας αερίου. Το αέριο αρχικά βρίσκεται στην κατάσταση A και μετά από μια διεργασία επιστρέφει πάλι στην αρχική κατάσταση A.

✓ **Έργο:**

Το έργο του αερίου μπορεί να υπολογιστεί ως εξής: Το έργο του αερίου κατά τη μεταβολή από το A στο B είναι ίσο με το εμβαδόν του τμήματος που είναι σκιασμένο με κόκκινο και είναι θετικό, γιατί το αέριο εκτονώνεται. Το έργο, κατά τη μεταβολή από το B στο A, είναι ίσο με το εμβαδόν του τμήματος που είναι σκιασμένο με πράσινο και είναι αρνητικό γιατί το αέριο συμπιέζεται. Το έργο του αερίου σε ολόκληρη την κυκλική μεταβολή που είναι το αλγεβρικό άθροισμα αυτών των έργων, είναι ίσο με το εμβαδόν που περικλείει η κλειστή γραμμή που περιγράφει τη μεταβολή. Σε μια αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή, το έργο είναι θετικό όταν η γραφική παράσταση της μεταβολής διαγράφεται με την φορά των δεικτών του ρολογιού και αρνητικό όταν διαγράφεται με την αντίθετη φορά.

✓ **Μεταβολή εσωτερικής ενέργειας:** $\Delta U = 0$ (24)

Επειδή το αέριο επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση, η μεταβολή στην εσωτερική του ενέργεια είναι μηδέν ($\Delta T=0$).

✓ **Θερμότητα:**

Από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο:

$$Q = \Delta U^0 + W \Rightarrow Q = W \quad (25)$$

Συμπέρασμα: Στην κυκλική μεταβολή η θερμότητα που απορροφά ή αποδίδει το αέριο ισούται με το έργο που παράγει ή δαπανά.

4.7. 2ος Θερμοδυναμικός νόμος✓ **Kelvin – Planck**

Είναι αδύνατο να κατασκευαστεί μια θερμική μηχανή που να μετατρέπει εξ' ολοκλήρου τη θερμότητα σε ωφέλιμο έργο

✓ **Clausius**

Είναι αδύνατο να κατασκευαστεί ψυκτική μηχανή που να μεταφέρει θερμότητα από ένα ψυχρό σώμα σε ένα θερμότερο χωρίς να δαπανάται ενέργεια για τη λειτουργία της

Ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος καθορίζει την κατεύθυνση προς την οποία τα φαινόμενα συμβαίνουν αυθόρμητα στη φύση.

4.8. Απόδοση θερμικής μηχανής

Θερμικές μηχανές ονομάζουμε τις διατάξεις που μετατρέπουν τη θερμότητα σε μηχανικό έργο.

Κατά τη διάρκεια της κυκλικής μεταβολής του μέσου, η μηχανή

1. απορροφά θερμότητα (Q_h) από μια δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας T_h .
2. παράγει έργο.
3. αποβάλλει θερμότητα (Q_c) σε μια δεξαμενή χαμηλότερης θερμοκρασίας T_c .

Ο συντελεστής απόδοσης (e) οποιασδήποτε μηχανής είναι ο λόγος του ωφέλιμου έργου που μας δίνει η μηχανή προς την ενέργεια που δαπανούμε για να λειτουργήσει

$$\text{δηλ: } e = \frac{W}{Q_h} \quad (26)$$

όπου Q_h είναι η θερμότητα με την οποία τροφοδοτούμε τη μηχανή από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας.

Στην κυκλική μεταβολή ισχύει: $\Delta U=0$

Έτσι από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο έχουμε:

$$W = Q \quad (27)$$

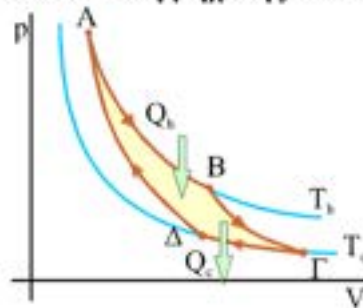
όπου Q το καθαρό ποσό θερμότητας που απορροφά το μέσον. Δηλαδή Q είναι το ποσό θερμότητας που παίρνει από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας μείον αυτό που αποβάλλει στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας, : $Q = Q_h - |Q_c|$ (28)

Έτσι από (27) και (28) : $W = Q_h - |Q_c|$ (29)

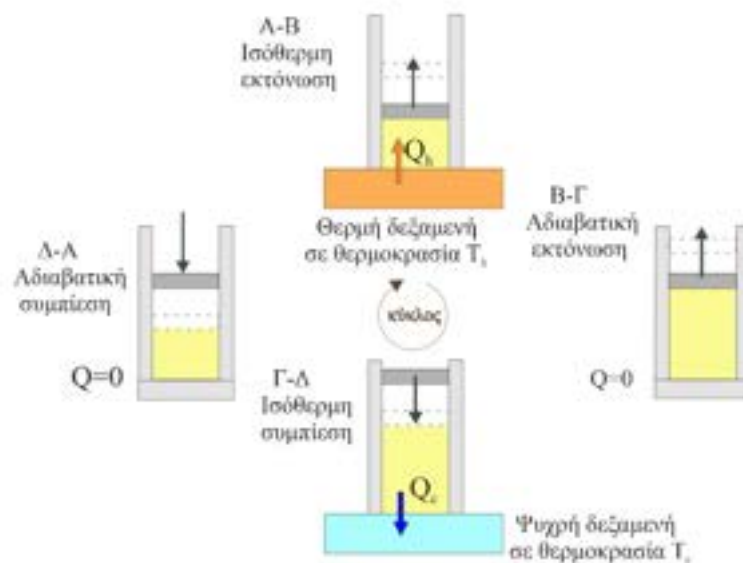
Άρα για τον συντελεστή απόδοσης έχουμε:

$$e = \frac{Q_h - |Q_c|}{Q_h} \Rightarrow e = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h} \quad (30)$$

4.9. Απόδοση μηχανής Carnot



Ο κύκλος Carnot αποτελείται από τέσσερις μεταβολές, δύο ισόθερμες και δύο αδιαβατικές.



Ο συντελεστής απόδοσης μιας θερμικής μηχανής είναι

$$e = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h} \quad (31)$$

Αποδεικνύεται ότι για τον κύκλο Carnot ισχύει

$$\frac{|Q_c|}{Q_h} = \frac{T_c}{T_h} \quad (32)$$

Αντικαθιστώντας τη (45) στη (44) βρίσκουμε ότι ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής Carnot είναι

$$e_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_c}{T_h} \quad (33)$$

Παρατήρηση : Η σχέση (33) δίνει τον μέγιστο συντελεστή απόδοσης για οποιαδήποτε θερμική μηχανή που λειτουργεί ανάμεσα στις θερμοκρασίες T_c , T_h .

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ

Ορισμός λογαρίθμου: $\log_a \theta = x \Rightarrow a^x = \theta$

Αν $a=10$ τότε: $\log \rightarrow \ln$

Ιδιότητες λογαρίθμων:

α) $\ln \alpha \cdot \beta = \ln \alpha + \ln \beta$

β) $\ln \frac{\alpha}{\beta} = \ln \alpha - \ln \beta$

γ) $\ln a^x = x \ln a$

δ) $\ln e = 1$

ε) $\ln e^v = v$

στ) $\ln 1 = 0$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ένα σύστημα χαρακτηρίζεται θερμικά μονωμένο όταν:
 - α) δεν ανταλλάσσει καθόλου ενέργεια με το περιβάλλον.
 - β) δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον.
 - γ) δεν προσφέρει θερμότητα στο περιβάλλον.
 - δ) η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή.

2. Μία ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας όταν:
 - α) η πίεση του αερίου έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία του χώρου που καταλαμβάνει το αέριο.
 - β) η πίεση και η πυκνότητα του αερίου έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία του χώρου που καταλαμβάνει το αέριο.
 - γ) η πίεση, η πυκνότητα και η θερμοκρασία του αερίου έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία του χώρου που καταλαμβάνει το αέριο.
 - δ) η πίεση, η πυκνότητα και η θερμοκρασία του αερίου έχουν σταθερή τιμή πάντα.

3. Η μεταβολή στην οποία υπόκειται ένα σύστημα ονομάζεται αντιστρεπτή όταν:
 - α) εκτελείται πολύ γρήγορα.
 - β) η θερμοκρασία του συστήματος δεν μεταβάλλεται.
 - γ) το σύστημα μπορεί να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση.
 - δ) γίνεται στη φύση.

4. Μια διεργασία ενός ιδανικού αερίου χαρακτηρίζεται ως αντιστρεπτή όταν:
 - α) Πραγματοποιείται αυθόρμητα χωρίς εξωτερική επέμβαση.
 - β) Πραγματοποιείται σιγά – σιγά.
 - γ) Το αέριο βρίσκεται συνεχώς σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας και δεν υπάρχουν τριβές κατά τη μεταβολή του.
 - δ) Μπορούμε να επαναφέρουμε το αέριο στην αρχική του κατάσταση με οποιοδήποτε τρόπο.

5. Μια κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας παριστάνεται σε ένα διάγραμμα πίεσης – όγκου:
 - α) με δύο σημεία.
 - β) με ένα σημείο.
 - γ) με μία συνεχή γραμμή.
 - δ) με μία κλειστή γραμμή.

6. Μια μη αντιστρεπτή μεταβολή παριστάνεται σε ένα διάγραμμα πίεσης – όγκου:

- α) με δύο σημεία.
- β) με ένα σημείο.
- γ) με μία συνεχή γραμμή.
- δ) με μία κλειστή γραμμή.

7. Μια αντιστρεπτή μεταβολή παριστάνεται σε ένα διάγραμμα πίεσης – όγκου:

- α) με δύο σημεία.
- β) με ένα σημείο.
- γ) με μία συνεχή γραμμή.
- δ) με μία κλειστή γραμμή.

8. Στο νόμο του Boyle:

- α) Η θερμοκρασία του αερίου παραμένει σταθερή
 - β) Η πίεση του αερίου παραμένει σταθερή
 - γ) Το γινόμενο PV αυξάνεται γραμμικά με τη θερμοκρασία
 - δ) Η εσωτερική ενέργεια του αερίου παραμένει σταθερή.
- Σημειώστε με Σ τις σωστές και με Λ τις λάθος προτάσεις.

9. Το έργο ενός αερίου είναι:

- α) θετικό μόνο σε αντιστρεπτές μεταβολές.
- β) μηδέν σε μη αντιστρεπτές μεταβολές.
- γ) θετικό όταν ο όγκος του αερίου αυξάνεται.
- δ) αρνητικό όταν ο όγκος του αερίου αυξάνεται.

10. Το έργο ενός αερίου είναι μηδέν όταν δεν έχουμε μεταβολή:

- α) της πίεσης του αερίου.
- β) της θερμοκρασίας του αερίου.
- γ) του όγκου του αερίου.
- δ) της ποσότητας του αερίου.

11. Το έργο που εκτελεί ένα ιδανικό αέριο σε μια αντιστρεπτή διεργασία είναι:

- α) Ανεξάρτητο της διαδρομής της διεργασίας.
- β) Θετικό όταν απορροφάται από το αέριο και αρνητικό όταν παράγεται από αυτό.
- γ) Ίσο με $P \cdot (V_{\text{τελ}} - V_{\text{αρχ}})$ σε κάθε αντιστρεπτή διεργασία.
- δ) Ίσο με το μηδέν στην ισόχωρη διεργασία.
- ε) Ίσο με το εμβαδόν που περικλείεται μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα x / σε κάθε διάγραμμα θερμοδυναμικών συντεταγμένων.

Ποιες από τις προηγούμενες προτάσεις είναι σωστές ή λάθος και γιατί;

12. Ο υπολογισμός του έργου σε μία αντιστρεπτή μεταβολή μπορεί να γίνει:

- α) από το εμβαδόν ενός διαγράμματος $p - V$.
- β) από το εμβαδόν ενός διαγράμματος $p - T$.
- γ) από το εμβαδόν ενός διαγράμματος $V - T$.
- δ) από το εμβαδόν σε οποιοδήποτε διάγραμμα.

13. Το έργο που παράγεται από ένα αέριο κατά την διάρκεια μίας αντιστρεπτής μεταβολής:

- α) εξαρτάται μόνο από το είδος της μεταβολής και όχι από την αρχική και τελική κατάσταση.

β) εξαρτάται μόνο από την αρχική και τελική κατάσταση και όχι από το είδος της μεταβολής.

γ) εξαρτάται και από το είδος της μεταβολής και από την αρχική και τελική κατάσταση.

δ) δεν εξαρτάται από το είδος της μεταβολής ούτε από την αρχική και τελική κατάσταση.

14. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις, που αναφέρονται στο έργο αερίου, είναι σωστές; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α) Όταν το αέριο εκτονώνεται, το έργο του είναι θετικό.

β) Όταν ο όγκος του αερίου δεν μεταβάλλεται, το έργο του είναι μηδέν.

γ) Τα αέρια παράγουν έργο μόνο στις αντιστρεπτές μεταβολές.

δ) Σε μια αντιστρεπτή μεταβολή το έργο του αερίου μπορεί να υπολογιστεί από το διάγραμμα $p - V$.

15. Η εσωτερική ενέργεια ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου :

α) Είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόλυτης θερμοκρασίας του αερίου.

β) Είναι ανάλογη της απόλυτης θερμοκρασίας του αερίου.

γ) Εξαρτάται μόνο από την πίεση του αερίου.

δ) Εξαρτάται όχι μόνο από την απόλυτη θερμοκρασία αλλά και από τον τρόπο που αυτή αποκτήθηκε.

16. Η εσωτερική ενέργεια ενός ιδανικού αερίου:

α) εξαρτάται από την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

β) εξαρτάται από την απόλυτη θερμοκρασία και την μάζα του αερίου.

γ) εξαρτάται από την πίεση και την μάζα του αερίου.

δ) εξαρτάται από την πίεση και την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

17. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ενός ιδανικού αερίου:

α) εξαρτάται μόνο από το είδος της μεταβολής και όχι από την αρχική και τελική κατάσταση.

β) εξαρτάται μόνο από την αρχική και τελική κατάσταση και όχι από το είδος της μεταβολής.

γ) εξαρτάται και από το είδος της μεταβολής και από την αρχική και τελική κατάσταση.

δ) δεν εξαρτάται από το είδος της μεταβολής ούτε από την αρχική και τελική κατάσταση.

18. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ορισμένης ποσότητας ενός ιδανικού αερίου είναι μηδέν όταν δεν έχουμε μεταβολή:

α) της πίεσης του αερίου.

β) της θερμοκρασίας του αερίου.

γ) του όγκου του αερίου.

δ) όλων των καταστατικών μεταβλητών του αερίου.

19. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ιδανικού αερίου σταθερής μάζας είναι :

α) ανεξάρτητη από τη διαδρομή της διεργασίας.

β) ανεξάρτητη από την αρχική και τελικά κατάσταση ισορροπίας.

γ) θετική, σε αυξήσεις θερμοκρασίας ανεξάρτητα από το είδος της διεργασίας.

δ) Μηδενική, στην ισόθερμη διεργασία.

Ποιες από τις προηγούμενες προτάσεις είναι σωστές;

20. Η εσωτερική ενέργεια ιδανικού μονοατομικού αερίου:

- α) Είναι συνάρτηση της ποσότητας των mol και της απόλυτης θερμοκρασίας του.
 - β) Αποτελεί άθροισμα όλων των μέσων κινητικών ενεργειών των μορίων του.
 - γ) Δεν μεταβάλλεται, σε μια αντιστρεπτή διεργασία στην οποία ισχύει η σχέση $P \cdot V = \text{σταθερό}$.
 - δ) Εξαρτάται από το είδος του μονοατομικού αερίου.
- Ποιες από τις προηγούμενες προτάσεις είναι σωστές;

21. Η εσωτερική ενέργεια ενός ιδανικού αερίου:

- α) οφείλεται στις κινήσεις και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων του.
- β) οφείλεται μόνο στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων του.
- γ) είναι ίση με το άθροισμα των κινητικών ενεργειών των μορίων του.
- δ) είναι ίση με το άθροισμα των δυναμικών ενεργειών αλληλεπίδρασης των μορίων του.

22. Ίσος αριθμός μορίων He και Ne βρίσκονται στην ίδια απόλυτη θερμοκρασία. Οι αντίστοιχες εσωτερικές ενέργειες U_1 και U_2 των αερίων συνδέονται με τη σχέση:

- α) $U_1 = U_2$ β) $U_1 > U_2$ γ) $U_1 < U_2$

23. Δύο ποσότητες ιδανικού αερίου Α και Β έχουν n_A και n_B moles με $n_A > n_B$ και βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία T . Οι εσωτερικές ενέργειες U_A και U_B των δύο ποσοτήτων είναι:

- α) $U_A > U_B$ γ) $U_A < U_B$
 β) $U_A = U_B$ δ) Δεν μπορεί να γνωρίζουμε με τα στοιχεία που μας δίδονται.

24. Η εσωτερική ενέργεια ενός αερίου:

- α) αυξάνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του αερίου.
- β) αυξάνεται όταν αυξάνονται οι τιμές όλων των καταστατικών μεταβλητών του αερίου.
- γ) μεταβάλλεται μόνο όταν μεταβάλλεται η μάζα του αερίου.
- δ) μειώνεται μόνο όταν το αέριο συμπιέζεται.

25. Ίσες μάζες των αερίων He και Ne βρίσκονται στην ίδια απόλυτη θερμοκρασία. Δίνεται ότι για τις γραμμομοριακές μάζες τους ισχύει, $M_{\text{r(He)}} = 5M_{\text{r(Ne)}}$. Οι εσωτερικές ενέργειες U_{Ne} και U_{He} των αερίων συνδέονται με τη σχέση:

- α) $U_{\text{Ne}} = U_{\text{He}}$ β) $U_{\text{Ne}} = 5U_{\text{He}}$ γ) $U_{\text{He}} = 5U_{\text{Ne}}$

26. Η εσωτερική ενέργεια μιας ποσότητας από n mol ιδανικού αερίου δίνεται από τη σχέση:

- α) $U = \frac{3}{2}kT$ γ) $U = \frac{3}{2}nRT$
 β) $U = nRT$ δ) $\Delta U = Q - W$

27. Το άθροισμα των κινητικών ενεργειών των μορίων μιας ποσότητας ιδανικού αερίου ονομάζεται

- α) θερμοκρασία
- β) θερμότητα
- γ) έργο
- δ) εσωτερική ενέργεια

28. Όταν η απόλυτη θερμοκρασία μιας ποσότητας ιδανικού αερίου αυξάνεται κατά ΔT , η εσωτερική ενέργεια του αερίου

- α) αυξάνεται.
- β) μειώνεται.
- γ) παραμένει αμετάβλητη.
- δ) αυξάνεται και η αύξηση της εξαρτάται από το είδος της μεταβολής του αερίου.

29. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου, το οποίο βρίσκεται σε ισορροπία, δεχόμαστε ότι έχει

- α) θερμότητα.
- β) έργο.
- γ) εσωτερική ενέργεια.
- δ) όλα τα παραπάνω.

30. Θερμότητα είναι:

- α) Μέγεθος που δείχνει αν ένα σώμα είναι θερμότερο από ένα άλλο.
- β) Μορφή ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο λόγω διαφοράς θερμοκρασίας.
- γ) Μια μορφή ενέργειας που αποθηκεύεται στα θερμά σώματα.
- δ) Μέγεθος ισοδύναμο με τη θερμοκρασία.

31. Ποσότητα αερίου μεταβαίνει από την κατάσταση Α στην κατάσταση Β απορροφώντας ποσό θερμότητας Q και παράγει έργο W . Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λάθος; Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

- α) Το παραγόμενο έργο είναι ανεξάρτητο της διαδρομής AB.
- β) Η θερμότητα Q ισούται με το παραγόμενο έργο.
- γ) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου ισούται με τη διαφορά $Q - W$.
- δ) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι ανεξάρτητη της διαδρομής AB.
- ε) Τα Q και W έχουν θετική αλγεβρική τιμή.
- στ) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας μπορεί να είναι και μηδέν.

32. Στην εξίσωση $Q = \Delta U + W$, όταν ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος εφαρμόζεται σε μια αντιστρεπτή μεταβολή ορισμένης ποσότητας αερίου, το μέγεθος που δεν εξαρτάται από τη διαδρομή είναι

- α) η θερμότητα Q .
- β) το έργο W .
- γ) η διαφορά $Q - W$.
- δ) όλα τα παραπάνω.

33. Ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος:

- α) αναφέρεται μόνο σε θερμικά μονωμένα συστήματα.
- β) ισχύει μόνο για αντιστρεπτές μεταβολές.
- γ) ισχύει μόνο για ιδανικά αέρια.
- δ) εκφράζει την αρχή διατήρησης της ενέργειας στην θερμοδυναμική.

34. Ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος ισχύει

- α) μόνο για ποσότητες αερίων.
- β) μόνο για αντιστρεπτές μεταβολές.
- γ) μόνο για μη αντιστρεπτές μεταβολές.

δ) για οποιοδήποτε θερμοδυναμικό σύστημα.

35. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις αποτελεί μαθηματική έκφραση του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου;

α) $Q = U + W$

γ) $Q = W - \Delta U$

β) $U = Q - W$

δ) $Q = \Delta U + W$

36. Να χαρακτηρίσετε τις επόμενες προτάσεις ως σωστές ή λάθος. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α) Το έργο έχει θετικό πρόσημο όταν το αέριο εκτονώνεται.

β) Όταν το έργο έχει θετικό πρόσημο, τότε μεταφέρεται ενέργεια από το περιβάλλον στο αέριο.

γ) Η εσωτερική ενέργεια ενός αερίου αυξάνεται πάντα όταν αυξάνεται και η θερμοκρασία του αερίου.

δ) Όλα τα μεγέθη στον 1^ο θερμοδυναμικό νόμο αφορούν μεγέθη τα οποία χαρακτηρίζουν μια κατάσταση ισορροπίας του συστήματος.

37. Όταν σε ένα ιδανικό αέριο προσφέρεται θερμότητα, αλλά το έργο του αερίου είναι μηδέν, τότε ποια από τις ακόλουθες προτάσεις είναι λανθασμένη;

α) η θερμοκρασία του αερίου θα αυξηθεί.

β) ο όγκος του αερίου θα αυξηθεί.

γ) η μέση μεταφορική κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου θα αυξηθεί.

δ) η εσωτερική ενέργεια του αερίου θα αυξηθεί.

38. Να συμπληρώσετε τα κενά στον επόμενο πίνακα για καθεμιά από της μεταβολές Α, Β, Γ, Δ και Ε.

	Q	ΔU	W
Μεταβολή Α	+100J	+60J	
Μεταβολή Β	-200J		-80J
Μεταβολή Γ		+300J	+200J
Μεταβολή Δ	+500J		0
Μεταβολή Ε	0	+400J	

39. Μια ποσότητα ενός ιδανικού αερίου απορροφά κατά αντιστρεπτό τρόπο θερμότητα $Q = 300\text{J}$ και παράγει έργο $W = 100\text{J}$. Η εσωτερική ενέργεια του αερίου:

α) αυξάνεται κατά 200J.

β) αυξάνεται κατά 400J.

γ) μειώνεται κατά 200J.

δ) μειώνεται κατά 400J.

40. Σε μια διεργασία ένα αέριο απορροφά θερμότητα 1000J και παράγει έργο 600J. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας είναι:

α) 1600J

β) -400J

γ) 400J

δ) -1600J

41. Κατά την ισόθερμη μεταβολή ενός αερίου:

- α) το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον.
- β) το αέριο δεν παράγει έργο.
- γ) η εσωτερική ενέργεια παραμένει σταθερή.
- δ) η εσωτερική ενέργεια αυξάνεται.

42. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου θερμαίνεται από τη θερμοκρασία T_1 μέχρι τη θερμοκρασία T_2 με δύο τρόπους: τη μια φορά ισόχωρα και την άλλη ισοβαρώς. Για τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου μπορούμε να πούμε ότι:

- α) είναι μεγαλύτερη όταν η θέρμανση γίνεται ισόχωρα.
- β) είναι μεγαλύτερη όταν η θέρμανση γίνεται ισοβαρώς.
- γ) είναι ίδια και στις δύο περιπτώσεις.
- δ) είναι και στις δύο περιπτώσεις μηδέν.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

43. Σε μια ισόθερμη μεταβολή ισχύει:

- α) $Q = \Delta U$ και $W = 0$
- β) $W = \Delta U$ και $Q = 0$

- γ) $Q = W$ και $\Delta U = 0$
- δ) $W = -\Delta U$ και $Q = 0$

44. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω προτάσεις, που αφορούν ισόθερμη συμπίεση ιδανικού αερίου, είναι σωστή;

- α) Η εσωτερική ενέργεια αυξάνεται.
- β) Η πίεση αυξάνεται.
- γ) Η ενεργός ταχύτητα των μορίων αυξάνεται.
- δ) Ο όγκος του αερίου ελαττώνεται.

45. Ιδανικό αέριο βρίσκεται αρχικά σε συνθήκες $P_1=200\text{N/m}^2$ και $V_1=4\text{m}^3$ και εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι διπλάσιο όγκο. Το έργο που παράγεται είναι:

- α) 0
- β) $800\ln 2 \text{ J}$
- γ) $400\ln 2 \text{ J}$

46. Σε μια ισόθερμη αντιστρεπτή εκτόνωση:

- α) όλο το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον χρησιμοποιείται για την αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας.
- β) όλο το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον μετατρέπεται σε μηχανικό έργο.
- γ) το αέριο απορροφά ενέργεια μέσω έργου από το περιβάλλον οπότε αυξάνεται η εσωτερική του ενέργεια.
- δ) το αέριο αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον και παράγει μηχανικό έργο.

47. Στην ισόθερμη εκτόνωση ενός αερίου:

- α) Έχουμε παραγωγή μηχανικού έργου από το αέριο άρα τελική μείωση της εσωτερικής ενέργειας.
- β) Έχουμε προσφορά θερμότητας από το περιβάλλον στο αέριο ίσης με το έργο που παράγει το αέριο. Εξαιτίας αυτής της προσφοράς θερμότητας έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας του αερίου.
- γ) Όλη η προσφερόμενη στο αέριο θερμότητα Q αναπληρώνει αυτή που χάνεται μέσω του έργου του αερίου, με αποτέλεσμα η εσωτερική ενέργεια να παραμένει σταθερή.
- δ) Αφού η θερμοκρασία παραμένει σταθερή δεν μπορεί να έχουμε προσφορά θερμότητας στο αέριο γιατί κάτι τέτοιο θα σήμανε θέρμανση του αερίου.

48. Στην ισόθερμη συμπίεση ενός αερίου:

- α) Αφού η θερμοκρασία παραμένει σταθερή δεν ανταλλάσσεται θερμότητα με το περιβάλλον.
- β) Το έργο του αερίου είναι αρνητικό και μέσω αυτού το αέριο δέχεται ενέργεια από το περιβάλλον η οποία του αυξάνει την εσωτερική ενέργεια.
- γ) Αφού η θερμοκρασία παραμένει σταθερή η εσωτερική ενέργεια του αερίου δεν μεταβάλλεται.
- δ) Από το αέριο αποβάλλεται θερμότητα που είναι ίση με έργο του αερίου και εξαιτίας αυτής της αποβολής θερμότητας έχουμε μείωση της εσωτερικής ενέργειας

49. Κατά την ισόθερμη αντιστρεπτή συμπίεση ενός ιδανικού αερίου

- α) η θερμοκρασία του αερίου αυξάνεται.
- β) η εσωτερική ενέργεια του αερίου αυξάνεται.
- γ) η πίεση του αερίου αυξάνεται.
- δ) η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου αυξάνεται.

50. Ένα αέριο n moles έχει πίεση P , όγκο V , και θερμοκρασία T και υφίσταται ισόθερμη εκτόνωση μέχρι διπλασιασμού του όγκου του. Το έργο του αερίου είναι:

- α) $W = P(V_{\text{τελ}} - V_{\text{αρχ}}) = P(2V - V) = PV$
- β) $W = PV \ln 2$
- γ) $W = nRT$
- δ) $W = nRT \ln(1/2)$

51. Σε μία ισόθερμη συμπίεση ισχύει:

- α) $Q > 0$, $W > 0$, $\Delta U = 0$.
- β) $Q = 0$, $W < 0$, $\Delta U > 0$.
- γ) $Q > 0$, $W < 0$, $\Delta U = 0$.
- δ) $Q < 0$, $W < 0$, $\Delta U = 0$.

52. Κατά την ισόθερμη μεταβολή ενός αερίου:

- α) Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και άρα το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμοκρασία με το περιβάλλον.
- β) Ανταλλάσσεται θερμότητα με το περιβάλλον ίσης με τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.
- γ) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι μηδέν.
- δ) Έχουμε μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ίσης με την ενέργεια που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον μέσω του έργου του.

53. Κατά την ισόχωρη μεταβολή ενός αερίου:

- α) το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον.
- β) το αέριο δεν παράγει έργο.
- γ) η εσωτερική ενέργεια παραμένει σταθερή.
- δ) η εσωτερική ενέργεια αυξάνεται.

54. Σε μια ισόχωρη μεταβολή ισχύει:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| α) $Q = \Delta U$ και $W = 0$ | γ) $Q = W$ και $\Delta U = 0$ |
| β) $W = \Delta U$ και $Q = 0$ | δ) $W = -\Delta U$ και $Q = 0$ |

55. Ιδανικό αέριο όγκου $V=2\text{m}^3$ ψύχεται ισόχωρα από πίεση $P_1=400\text{N/m}^2$ σε $P_2=200\text{N/m}^2$.

1. Η μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας είναι:
α) 600J β) -600J γ) 400J
2. Η θερμότητα που ανταλλάσσει με το περιβάλλον του είναι:
α) 600J β) 400J γ) -600J

56. Στην ισόχωρη ψύξη:

- Όλη η προσφερόμενη στο αέριο ενέργεια από το περιβάλλον μέσω του έργου αποβάλλεται μέσω της θερμότητας.
- Η εσωτερική ενέργεια του αερίου μειώνεται τόσο όσο η θερμότητα που αποβάλλεται από το αέριο.
- Απορροφάται ενέργεια από το περιβάλλον μέσω του έργου και αυξάνεται η εσωτερική ενέργεια.
- Η μεταβολή αυτή περιγράφεται από το νόμο Boyle.

57. Στην ισόχωρη θέρμανση ενός μονοατομικού ιδανικού αερίου :

- α) Η αύξηση της εσωτερικής ενέργειας η moles όταν η θερμοκρασία μεταβληθεί κατά

$$\Delta T \text{ εἰναι } \Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$$

- β) Το παραγόμενο από το αέριο έργο δίδεται από τη σχέση $W = P \cdot (V_{\text{τελ}} - V_{\text{αρχ}})$
 γ) Η πίεση του αερίου και η πυκνότητα του αερίου είναι μεγέθη ανάλογα.
 δ) Περιγράφεται από το νόμο Gay-Lussac σύμφωνα με τον οποίο ο όγκος αυξάνεται ανάλογα με την θερμοκρασία.

58. Στην ισόχωρη μεταβολή ενός αερίου

- Εχουμε απορρόφηση θερμότητας από το περιβάλλον που μετατρέπεται κατά ένα μέρος σε έργο και κατά ένα μέρος σε αύξηση της εσωτερικής ενέργειας.
- Σε κάθε περίπτωση έχουμε αύξηση στην εσωτερική ενέργεια του αερίου.
- Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ισούται με τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον.
- Η πυκνότητα του αερίου μεταβάλλεται ανάλογα με την εσωτερική ενέργεια του αερίου.

59. Σε μια ισόχωρη αντιστρεπτή θέρμανση:

- όλο το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον χρησιμοποιείται για την αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας.
- όλο το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον μετατρέπεται σε μηχανικό έργο.
- το αέριο απορροφά ενέργεια μέσω έργου από το περιβάλλον οπότε αυξάνεται η εσωτερική του ενέργεια.
- το αέριο αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον και παράγει μηχανικό έργο.

60. Σε μία ισόχωρη ψύξη ισχύει:

- а) $Q>0$, $W=0$, $\Delta U<0$.
 б) $Q<0$, $W=0$, $\Delta U<0$.
 в) $Q>0$, $W<0$, $\Delta U=0$.
 г) $Q<0$, $W=0$, $\Delta U>0$.

61. Στην ισόχωρη θέρμανση ενός αερίου:

- α) Η πίεση αυξάνεται αντιστρόφως ανάλογα με τη θερμοκρασία.
- β) Η προσφερόμενη στο αέριο θερμότητα δαπανάται για παραγωγή μηχανικού έργου.
- γ) Η προσφερόμενη στο αέριο θερμότητα δαπανάται για παραγωγή μηχανικού έργου και αύξηση της εσωτερικής ενέργειας.
- δ) Όλη η προσφερόμενη στο αέριο θερμότητα δαπανάται για αύξηση της εσωτερικής ενέργειας.

62. Σε μια ισοβαρή μεταβολή ισχύει:

α) $Q = W$ και $\Delta U = 0$

β) $W = \Delta U$ και $Q = 0$

γ) $Q = \Delta U + W$

δ) $W = -\Delta U$ και $Q = 0$

63. Σε μία ισοβαρή εκτόνωση ισχύει:

α) $Q > 0$, $W = 0$, $\Delta U < 0$.

β) $Q < 0$, $W < 0$, $\Delta U < 0$.

γ) $Q > 0$, $W > 0$, $\Delta U > 0$.

δ) $Q < 0$, $W > 0$, $\Delta U > 0$.

64. Σε μία ισοβαρή θέρμανση:

α) ο όγκος του αερίου μειώνεται

β) η εσωτερική ενέργεια του αερίου αυξάνεται.

γ) η πίεση του αερίου μειώνεται.

δ) ενέργεια προσφέρεται μέσω μηχανικού έργου από το περιβάλλον στο αέριο.

65. Στην ισοβαρή μεταβολή n moles ενός αερίου η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU

α) Δίδεται από τη σχέση $\Delta U = nC_p\Delta T$ όπου C_p η ειδική γραμμομοριακή θερμότητα με σταθερή πίεση.

β) Δίδεται από τη σχέση $\Delta U = nC_v\Delta T$ όπου C_v η ειδική γραμμομοριακή θερμότητα με σταθερό όγκο.

γ) Ισούται με την θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον.

δ) Ισούται με την ενέργεια που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον μέσω του έργου.

66. Στην ισοβαρή εκτόνωση ενός αερίου έχουμε:

α) Παραγωγή μηχανικού έργου από το αέριο άρα μείωση της εσωτερικής ενέργειας αυτού.

β) Παραγωγή μηχανικού έργου άρα ψύξη του αερίου.

γ) Θέρμανση του αερίου αφού η προσφερόμενη θερμότητα δαπανάται αφενός για παραγωγή μηχανικού έργου, αφετέρου για αύξηση της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

δ) Προσφορά θερμότητας που δαπανάται μόνο για εκτόνωση του αερίου.

67. Στην ισοβαρή μεταβολή ενός αερίου:

α) Η εσωτερική ενέργεια του αερίου παραμένει σταθερή.

β) Το αέριο δεν ανταλλάσσει ενέργεια με το περιβάλλον.

γ) Το αέριο ανταλλάσσει ενέργεια με το περιβάλλον μόνο μέσω του έργου.

δ) Το αέριο ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον μέσω δύο μηχανισμών του έργου και της θερμότητας.

68. Κατά την ισοβαρή εκτόνωση ενός αερίου:

- α) Το έργο εκτόνωσης του αερίου ισούται με το άθροισμα της θερμότητας που απορρόφησε το αέριο και της αύξησης της εσωτερικής ενέργειας του.
 β) Η θερμότητα που απορροφά το αέριο μετατρέπεται σε έργο εκτόνωσής του.
 γ) Το έργο που παράγεται από το αέριο ισούται με τη θερμότητα που απορρόφησε το αέριο, μειωμένη κατά την αύξηση της εσωτερικής ενέργειάς του.
 δ) Το έργο που παράγεται από το αέριο προέρχεται από τη μείωση της εσωτερικής ενέργειάς του.
69. Ορισμένη ποσότητα αερίου υπόκειται σε ισοβαρή μεταβολή με αύξηση της εσωτερικής ενέργειας κατά 300Joule.
 α) Αφού έχουμε αύξηση της εσωτερικής ενέργειας το αέριο δέχεται ενέργεια από το περιβάλλον μέσω του έργου του.
 β) Προσφέρεται στο αέριο θερμότητα 300J.
 γ) Η παραπάνω ισοβαρή μεταβολή είναι εκτόνωση.
 δ) Σύμφωνα με τον 1^ο Θερμοδυναμικό νόμο το αέριο αποβάλλει θερμότητα μεγαλύτερη των 300J.
70. Ιδανικό αέριο εκτονώνεται ισοβαρώς υπό πίεση $P=200\text{N/m}^2$ από $V_1=2\text{m}^3$ σε $V_2=4\text{m}^3$.
 1. Η μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας είναι:
 α) 600J β) -600J γ) 400J
 2. Η θερμότητα που απορροφά είναι:
 α) 200J β) 400J γ) 1000J
71. Αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή έχουμε όταν:
 α) η εσωτερική ενέργεια του αερίου παραμένει σταθερή.
 β) το αέριο δεν παράγει έργο.
 γ) το αέριο δεν ανταλλάσσει ποσά θερμότητας με το περιβάλλον.
 δ) το γινόμενο pV παραμένει σταθερό.
72. Σε μια αδιαβατική μεταβολή ισχύει:
 α) $Q = \Delta U$ και $W = 0$ γ) $Q = W$ και $\Delta U = 0$
 β) $W = \Delta U$ και $Q = 0$ δ) $W = -\Delta U$ και $Q = 0$
73. Σε μια αδιαβατική μεταβολή ενός ιδανικού αερίου το ποσό θερμότητας που το αέριο ανταλλάσσει με το περιβάλλον είναι
 α) θετικό.
 β) αρνητικό.
 γ) μηδέν.
 δ) άλλοτε θετικό και άλλοτε αρνητικό ανάλογα με το αν το αέριο συμπιέζεται ή εκτονώνεται.
74. Σε μία αδιαβατική εκτόνωση ισχύει:
 α) $Q>0$, $W=0$, $\Delta U<0$.
 β) $Q=0$, $W<0$, $\Delta U>0$.
 γ) $Q=0$, $W>0$, $\Delta U<0$.
 δ) $Q=0$, $W>0$, $\Delta U>0$.
75. Κατά την αδιαβατική συμπίεση ενός αερίου έχουμε:
 α) αύξηση της πίεσης και αύξηση της θερμοκρασίας.
 β) αύξηση της πίεσης και μείωση της θερμοκρασίας.
 γ) μείωση της πίεσης και αύξηση της θερμοκρασίας.

δ) μείωση της πίεσης και μείωση της θερμοκρασίας.

76. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω προτάσεις, που αφορούν αδιαβατική συμπίεση ιδανικού αερίου, είναι σωστή;

- α) Η εσωτερική ενέργεια αυξάνεται.
- β) Η πίεση αυξάνεται.
- γ) Η ενεργός ταχύτητα των μορίων αυξάνεται.

77. Αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή είναι:

- α) Οποιαδήποτε μεταβολή που το αέριο δεν ανταλλάσσει ενέργεια μέσω του έργου του με το περιβάλλον.
- β) Η μεταβολή που το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον.
- γ) Η αντιστρεπτή μεταβολή που δεν μεταβάλλεται η εσωτερική ενέργεια του αερίου.
- δ) Οποιαδήποτε αντιστρεπτή μεταβολή που μεταβάλλονται και οι τρεις θερμοδυναμικές μεταβλητές, πίεση (P), όγκος (V), θερμοκρασία (T).

78. Δεδομένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή και αποδίδει στο περιβάλλον μέσω του έργου του ενέργεια 1000J.

A. Η παραπάνω μεταβολή είναι:

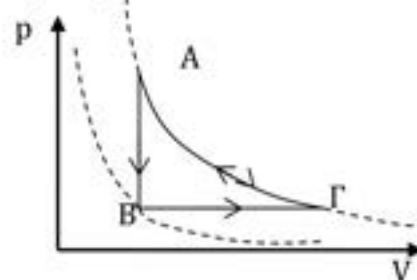
- α) Αδιαβατική συμπίεση.
- β) Αδιαβατική εκτόνωση.
- γ) Μπορεί να είναι τόσο αδιαβατική συμπίεση όσο και αδιαβατική εκτόνωση.
- δ) Τα στοιχεία δεν επαρκούν για απάντηση.

B. Η εσωτερική ενέργεια του αερίου

- α) Δεν μεταβάλλεται.
- β) Αυξάνεται κατά 1000J
- γ) Μειώνεται κατά 1000J.
- δ) Τα στοιχεία δεν επαρκούν για τον υπολογισμό στη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας.

79. Να ονομάσετε τις μεταβολές που απεικονίζονται στο ακόλουθο διάγραμμα $p - V$ και να συμπληρώσετε τα ποσά ενέργειας στον πίνακα του σχήματος. Δίνεται ο λόγος των γραμμομοριακών ειδικών θερμοτήτων του αερίου $\gamma = 5/3$.

METABOLH	Q	ΔU	W
AB:			
BΓ:	+500J		
ΓΑ:			
ΚΥΚΛΙΚΗ METABOLH	-200J		



80. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου η εσωτερική ενέργεια αυξάνεται.

- α) Ισόθερμη εκτόνωση
- β) Ισόχωρη ψύξη
- γ) Ισοβαρής συμπίεση
- δ) Αδιαβατική συμπίεση

81. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, το αέριο αποδίδει στο περιβάλλον ενέργεια μέσω του έργου (ή παράγει έργο).

- α) Ισόθερμη εκτόνωση
- β) Ισόχωρη θέρμανση
- γ) Ισοβαρής ψύξη
- δ) Αδιαβατική θέρμανση

82. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, το αέριο αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| α) Ισόθερμη εκτόνωση | β) Ισόχωρη θέρμανση |
| γ) Ισοβαρής συμπίεση | δ) Αδιαβατική εκτόνωση |

83. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, έχουμε ταυτόχρονα προσφορά θερμότητας και αύξηση της πίεσης.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| α) Ισόθερμη συμπίεση | β) Ισόχωρη θέρμανση |
| γ) Ισοβαρής εκτόνωση | δ) Αδιαβατική συμπίεση |

84. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, έχουμε ταυτόχρονα αποβολή θερμότητας και μείωση του όγκου.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| α) Ισόχωρη ψύξη | β) Αδιαβατική συμπίεση |
| γ) Ισόθερμη συμπίεση | δ) Ισοβαρής θέρμανση |

85. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, έχουμε ταυτόχρονα μείωση εσωτερικής ενέργειας και αποβολή θερμότητας.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| α) Ισόθερμη συμπίεση | β) Αδιαβατική συμπίεση |
| γ) Ισόχωρη ψύξη | δ) Ισοβαρής εκτόνωση |

86. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, έχουμε ταυτόχρονα αύξηση εσωτερικής ενέργειας και αύξηση πίεσης.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| α) Ισόθερμη εκτόνωση | β) Ισόχωρη ψύξη |
| γ) Ισοβαρής συμπίεση | δ) Αδιαβατική συμπίεση |

87. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, έχουμε ταυτόχρονα προσφορά θερμότητας στο αέριο και παραγωγή μηχανικού έργου από αυτό.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| α) Ισόχωρη θέρμανση | β) Αδιαβατική εκτόνωση |
| γ) Ισοβαρής εκτόνωση | δ) Ισόθερμη συμπίεση |

88. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, έχουμε μείωση θερμοκρασίας χωρίς ταυτόχρονη αποβολή θερμότητας.

- | |
|--|
| α) Ισόθερμη συμπίεση. |
| β) Αδιαβατική εκτόνωση. |
| γ) Ισοβαρής συμπίεση. |
| δ) Δεν μπορεί να υπάρξει τέτοια μεταβολή. |

89. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου, έχουμε προσφορά θερμότητας χωρίς θέρμανση του αερίου.

- | |
|--|
| α) Αδιαβατική εκτόνωση. |
| β) Ισοβαρής εκτόνωση. |
| γ) Ισόθερμη εκτόνωση. |
| δ) Δεν μπορεί να υπάρξει τέτοια μεταβολή. |

90.

Α) Η μεταβολή AB είναι :

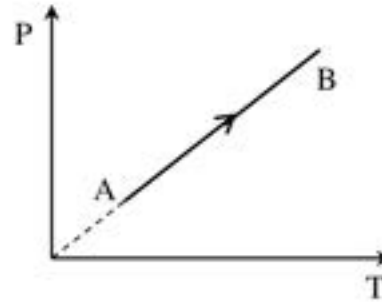
- α) Ισόχωρη θέρμανση.
- β) Ισοβαρής εκτόνωση.
- γ) Αδιαβατική ψύξη.
- δ) Ισόθερμη εκτόνωση.

Β) Στη μεταβολή AB το έργο του αερίου είναι :

- α) Θετικό
- β) Αρνητικό
- γ) Μηδέν.

Γ) Στη μεταβολή AB

- α) Προσφέρεται στο αέριο θερμότητα.
- β) Αποβάλλεται από το αέριο θερμότητα



91. Σε ποια από τις παρακάτω μεταβολές αυξάνεται η εσωτερική ενέργεια του αερίου;

- α) ισοβαρή εκτόνωση.
- β) αδιαβατική εκτόνωση.
- γ) ισόχωρη ψύξη.
- δ) ισόθερμη συμπίεση.

92. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές δε μεταβάλλεται η εσωτερική ενέργεια του συστήματος;

- α) αδιαβατική εκτόνωση.
- β) ισόθερμη συμπίεση.
- γ) ισόχωρη θέρμανση.
- δ) ισοβαρή εκτόνωση.

93. Σε ποια από τις παρακάτω μεταβολές έχουμε παραγωγή έργου από το αέριο;

- α) ισοβαρή ψύξη.
- β) αδιαβατική ψύξη.
- γ) ισόχωρη θέρμανση.
- δ) ισόθερμη συμπίεση.

94. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές έχουμε αύξηση του όγκου του συστήματος;

- α) ισόθερμη εκτόνωση.
- β) ισόχωρη θέρμανση.
- γ) αδιαβατική θέρμανση.
- δ) ισοβαρή ψύξη.

95. Σε μια μεταβολή ενός ιδανικού αερίου ισχύει η σχέση $Q = W$. Η μεταβολή αυτή είναι :

- | | |
|-------------|---------------|
| α) ισοβαρής | β) ισόχωρη |
| γ) ισόθερμη | δ) αδιαβατική |

96. Σε μια μεταβολή ιδανικού αερίου ισχύει η σχέση $\Delta U = 0$. Η μεταβολή αυτή είναι :

- | | |
|---------------|------------|
| α) αδιαβατική | β) ισόχωρη |
| γ) ισοβαρής | δ) κυκλική |

97. Σε μια μεταβολή ενός ιδανικού αερίου ισχύει η σχέση $Q = 0$. Η μεταβολή αυτή είναι :

- α)** ισόθερμη
- β)** ισόχωρη
- γ)** ισοβαρής
- δ)** αδιαβατική.

98. Σε μια ισόθερμη μεταβολή :

- α)** η πίεση του αερίου παραμένει σταθερή
- β)** το γινόμενο PV παραμένει σταθερό
- γ)** η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας είναι σταθερή
- δ)** η θερμότητα είναι μηδέν.

99. Σε μια ισόχωρη μεταβολή :

- α)** η θερμοκρασία του αερίου παραμένει σταθερή
- β)** το έργο της μεταβολής είναι σταθερό
- γ)** η θερμότητα που προσφέρουμε είναι ίση με το έργο
- δ)** η πίεση είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία.

100. Σε μια ισοβαρή μεταβολή:

- α)** η θερμότητα που προσφέρουμε είναι ίση με την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας
- β)** η θερμοκρασία του αερίου είναι μηδέν
- γ)** η πίεση του αερίου είναι σταθερή
- δ)** το έργο του αερίου είναι σταθερό.

101. Σε μια αδιαβατική μεταβολή:

- α)** η θερμότητα που προσφέρουμε στο αέριο είναι σταθερή
- β)** η θερμοκρασία του αερίου είναι σταθερή
- γ)** το έργο του αερίου είναι πάντα θετικό
- δ)** το έργο είναι ίσο με τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας κατ' απόλυτη τιμή.

102. Σε μια κυκλική μεταβολή:

- α)** η συνολική θερμότητα είναι μηδέν
- β)** η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας συνολικά είναι μηδέν
- γ)** η πίεση του αερίου παραμένει σταθερή
- δ)** ο όγκος του αερίου παραμένει σταθερός.

103. Σε ποια από τις παρακάτω μεταβολές μειώνεται η πίεση του αερίου;

- α)** ισοβαρή εκτόνωση.
- β)** αδιαβατική θέρμανση.
- γ)** ισόχωρη ψύξη.
- δ)** ισόθερμη συμπίεση.

104. Σε ποια από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές το σύστημα απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον του;

- α)** αδιαβατική θέρμανση.
- β)** ισόθερμη εκτόνωση.
- γ)** ισόχωρη ψύξη.
- δ)** ισοβαρή συμπίεση.

105. Σε ποια από τις παρακάτω μεταβολές το ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον είναι αρνητικό;

- α) ισοβαρή εκτόνωση.
- β) αδιαβατική θέρμανση.
- γ) ισόχωρη ψύξη.
- δ) ισόθερμη εκτόνωση.

106. Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές ή λάθος;

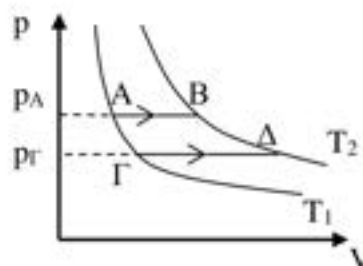
- α) Η θερμότητα που απορροφά ένα αέριο, υπό σταθερό όγκο, μετατρέπεται σε έργο και εσωτερική ενέργεια.
- β) Είναι αδύνατον να ισχύει για κάποιο είδος αερίου η σχέση, $C_p = C_v$.
- γ) Η θερμότητα που ανταλλάσσει ένα αέριο με το περιβάλλον του κατά τη διάρκεια μιας αντιστρεπτής διεργασίας είναι ανεξάρτητη από το είδος της διεργασίας και εξαρτάται μόνο από την αρχική και τελική κατάσταση του αερίου.
- δ) Η θερμότητα που απαιτείται για να θερμανθούν n mol ιδανικού αερίου κατά ΔT υπό σταθερό όγκο είναι μικρότερη από την αντίστοιχη θερμότητα που απαιτείται για να θερμανθεί η ίδια ποσότητα, του ίδιου αερίου κατά το ίδιο ΔT , υπό σταθερή πίεση.

107. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α) Σε κάθε κυκλική αντιστρεπτή διεργασία το συνολικό ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του είναι ίσο με τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας.
- β) Κατά την αδιαβατική εκτόνωση το αέριο ψύχεται χωρίς να αποβάλλει θερμότητα.
- γ) Είναι αδύνατον να τέμνονται δύο ισόθερμες καμπύλες.
- δ) Σε μια ισοβαρή συμπίεση το αέριο θερμαίνεται.
- ε) Ένα αέριο σε υψηλή θερμοκρασία περιέχει και μεγάλη ποσότητα θερμότητας.
- στ) Όταν ένα αέριο ψύχεται η εσωτερική του ενέργεια μειώνεται.
- ζ) Σε κάθε ψύξη η πίεση του ιδανικού αερίου μειώνεται.

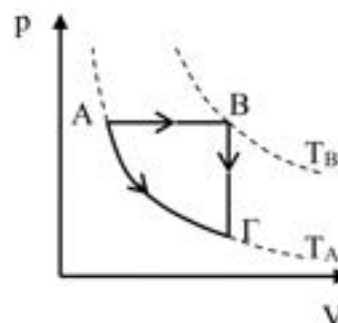
108. Στο διπλανό διάγραμμα απεικονίζονται οι αντιστρεπτές μεταβολές AB και ΓΔ ορισμένης ποσότητας ενός ιδανικού αερίου. Ποιες από τις παρακάτω σχέσεις, που αναφέρονται στις μεταβολές αυτές, είναι σωστές; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- α) $\Delta U_{AB} > \Delta U_{\Gamma\Delta}$
- β) $W_{AB} > W_{\Gamma\Delta}$
- γ) $W_{AB} = W_{\Gamma\Delta}$
- δ) $Q_{AB} = Q_{\Gamma\Delta}$
- ε) Αν $p_A = 2p_{\Gamma}$, τότε $W_{AB} = 2W_{\Gamma\Delta}$



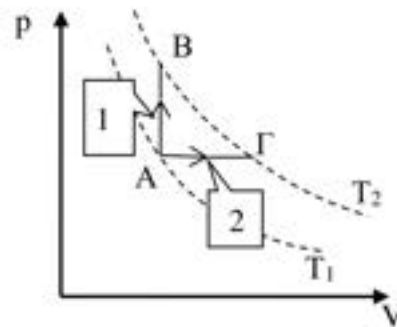
109. Για τις μεταβολές AB, ΒΓ και ΑΓ του διαγράμματος, που αναφέρονται σε μια ποσότητα ενός ιδανικού αερίου, ποιες από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστές;

- α) $\Delta U_{AB} > 0$
- β) $\Delta U_{B\Gamma} = \Delta U_{AB}$
- γ) $U_{\Gamma} - U_A = \Delta U_{AB} + \Delta U_{B\Gamma}$
- δ) $W_{A\Gamma} = W_{AB} + W_{B\Gamma}$
- ε) $Q_{A\Gamma} = Q_{AB} + Q_{B\Gamma}$



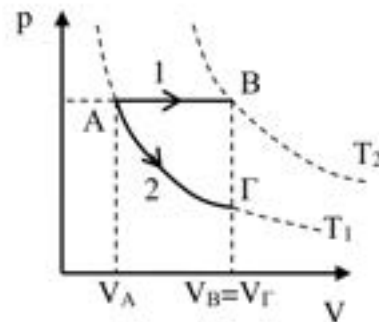
110. Για τις μεταβολές (1) και (2) του διαγράμματος που αναφέρονται σε μια ποσότητα ενός ιδανικού αερίου, ποιες από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- α) $\Delta U_1 > \Delta U_2$
- β) $Q_1 > Q_2$
- γ) $W_1 = W_2$
- δ) $Q_1 = \Delta U_1$
- ε) $Q_1 = \Delta U_2$



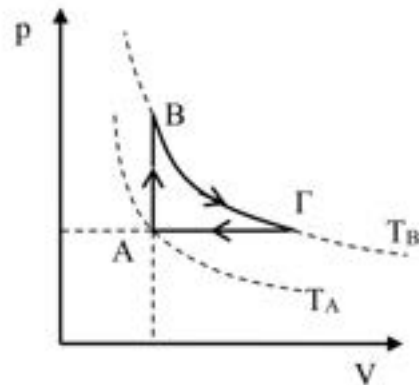
111. Για τις μεταβολές (1) και (2) του διαγράμματος που αναφέρονται σε μια ποσότητα ενός ιδανικού αερίου, ποιες από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- α) $W_1 = W_2$
- β) $\Delta U_1 = \Delta U_2$
- γ) $Q_1 > Q_2$
- δ) $U_B = U_\Gamma$
- ε) $U_B - U_A = U_\Gamma - U_\Gamma$



112. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί την κυκλική μεταβολή που απεικονίζεται στο διπλανό διάγραμμα. Ποιες από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- | | |
|---|---|
| α) $\Delta U_{AB} = \Delta U_{\Gamma A}$ | ε) $W_{B\Gamma} = Q_{B\Gamma}$ |
| β) $Q_{AB} = Q_{\Gamma A}$ | στ) $W_{B\Gamma} = -W_{\Gamma A}$ |
| γ) $\Delta U_{AB} = Q_{AB}$ | ζ) $U_B - U_A = U_\Gamma - U_A$ |
| δ) $\Delta U_{B\Gamma} = \Delta U_{\Gamma A} + \Delta U_{AB}$ | η) $Q_{AB} + Q_{\Gamma A} = W_{\Gamma A}$ |



113. Σε οποιαδήποτε κυκλική μεταβολή ενός αερίου έχουμε:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| α) $\Delta U_{ολ} > 0$. | γ) $\Delta U_{ολ} = 0$. |
| β) $W_{ολ} > 0$. | δ) $W_{ολ} = 0$. |

114. Σε μια δεξιόστροφη (για διάγραμμα P-V) κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή

- α) Η εσωτερική ενέργεια αυξάνεται.
- β) Το συνολικό έργο του αερίου είναι θετικό.
- γ) Η συνολική θερμότητα που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος είναι αρνητική.

- δ) Η συνολική θερμότητα που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του συνολικού έργου καθόσον δαπανάται τόσο για έργο όσο και για αύξηση της εσωτερικής ενέργειας.

115. Στη τριγωνική κυκλική μεταβολή που φαίνεται στο σχήμα:

1. Η συνολική μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας είναι:

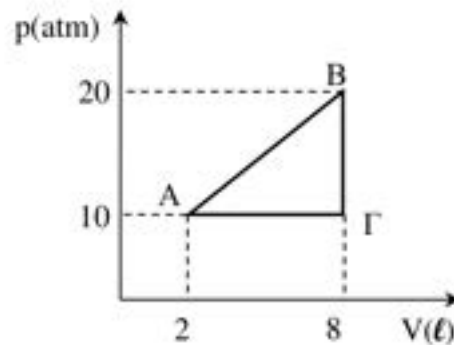
- α) 0 β) 20 l·atm γ) -20 l·atm

2. Το συνολικά παραγόμενο έργο είναι:

- α) 0 β) 30 l·atm γ) 60 l·atm

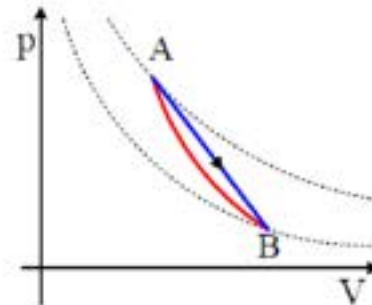
3. Η θερμότητα στη διεργασία AB είναι:

- α) 0 β) 300 l·atm γ) 600 l·atm



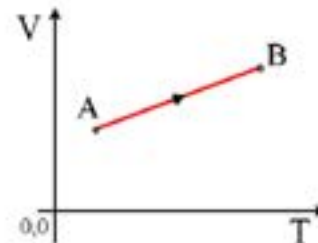
116. Δίνεται η αντιστρεπτή, ευθύγραμμη σε άξονες $p - V$, μεταβολή AB, όπου οι καταστάσεις A και B ανήκουν σε μια αδιαβατική εκτόνωση.

- α) Το ποσό της θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τη μεταβολή AB, είναι θετικό, αρνητικό ή μηδέν;
β) Να αποδείξετε ότι στη διάρκεια της ευθύγραμμης αυτής μεταβολής, το αέριο δεν μπορεί να απορροφά συνεχώς θερμότητα από το περιβάλλον, αλλά σε κάποιο τμήμα της αποβάλλει θερμότητα.



117. Η θερμοκρασία και ο όγκος ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου μεταβάλλονται όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

- α) Στη μεταβολή αυτή η πίεση παραμένει σταθερή αυξάνεται ή μειώνεται;
β) Η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον είναι θετικό, αρνητικό ή μηδέν;



118. Μια ποσότητα ενός μονοατομικού αερίου εκτονώνεται από μια αρχική κατάσταση A σε όγκο V_1 σε όγκο V_2 :

i) ισόθερμα και ii) αδιαβατικά,

όπως στο διάγραμμα.

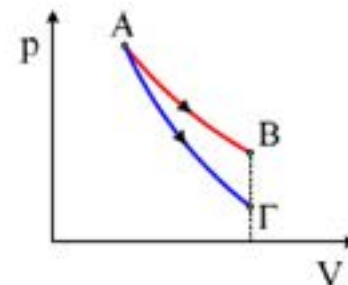
α) Ποια είναι η ισόθερμη και ποια η αδιαβατική μεταβολή;

β) Αν το έργο κατά τη διάρκεια της μεταβολής AB είναι 200J, το έργο κατά την διάρκεια της AG μπορεί να είναι:

- 1) 200J, 2) 260 J, 3) 140J.

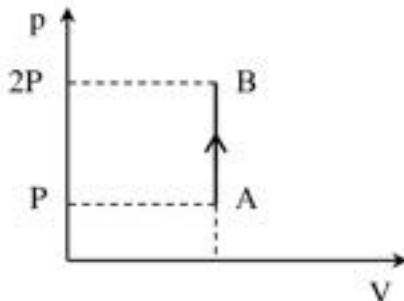
γ) Πόση μπορεί να είναι η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU_{BG} ;

δ) Αν το αέριο αυτό αντικατασταθεί από ισομοριακή ποσότητα H_2 , που εκτελεί αντίστοιχες μεταβολές, από την ίδια αρχική κατάσταση A σε τελικό όγκο V_2 , τότε:



- I.** Το έργο κατά τη διάρκεια της ισόθερμης εκτόνωσης θα είναι:
1) 180J, 2) 200J, 3) 220J.
- II.** Το έργο κατά τη διάρκεια της αδιαβατικής μπορεί να είναι:
1) 140J, 2) 110J, 3) 170J.

119.



Ένα ιδανικό αέριο παθαίνει την μεταβολή του σχήματος. Σημειώστε τη σωστή πρόταση.

A) Η μεταβολή είναι:

- α)** Ισόχωρη ψύξη. **β)** Ισόχωρη θέρμανση.
γ) Ισοβαρής εκτόνωση. **δ)** Ισοβαρής συμπίεση.

B) Για την προσφερόμενη στο αέριο θερμότητα Q , το έργο του αερίου W , και τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU ισχύει:

- α)** $Q=W$ **β)** $Q=\Delta U$ **γ)** $Q=2\Delta U$ **δ)** $Q=0$

120. Αέριο παθαίνει τη μεταβολή του σχήματος:

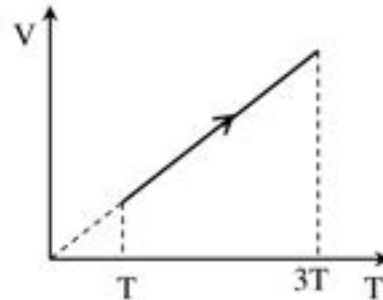
A) Η μεταβολή είναι:

- α)** Ισόχωρη θέρμανση
β) Ισοβαρής εκτόνωση
γ) Ισόθερμη εκτόνωση.
δ) Αδιαβατική εκτόνωση.

B) Η προσφερόμενη στο αέριο θερμότητα Q , το έργο του αερίου W και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου συνδέονται με τη σχέση:

- α)** $Q = W$
β) $Q = \Delta U$
γ) $Q = \gamma \cdot \Delta U$
δ) $Q = \gamma \cdot W$

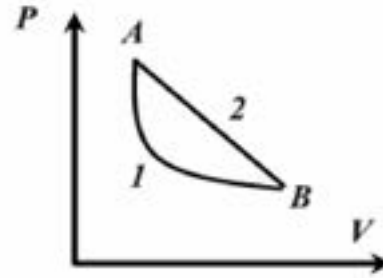
όπου γ ο λόγος των ειδικών γραμμομοριακών θερμοτήτων.



121. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί τον εξής αντιστρεπτό θερμοδυναμικό κύκλο. Εκτονώνεται ισόθερμα, ψύχεται ισόχωρα, συμπιέζεται ισοβαρώς και τέλος θερμαίνεται αδιαβατικά μέχρι την αρχική κατάσταση.

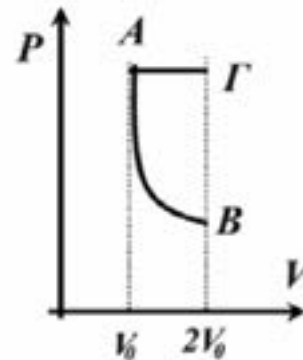
- α)** Να απεικονιστεί ο κύκλος σε ποιοτικό διάγραμμα (P-V).
β) Να βρείτε τα πρόσημα των Q , W και ΔU σε κάθε επιμέρους μεταβολή.

122. Στο διάγραμμα ($P-V$) του σχήματος φαίνονται δύο διαφορετικές διαδρομές της ίδιας ποσότητας ιδανικού αερίου από την κατάσταση ισορροπίας A στην αντίστοιχη B . Να συγκριθούν μεταξύ των δύο διεργασιών:



- α) Οι μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας.
- β) Τα έργα.
- γ) Οι θερμότητες.

123. Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση $A(P_0, V_0, T_0)$ και εκτονώνεται μέχρι όγκο $2V_0$ με δύο διαφορετικούς τρόπους, ισόθερμα, AB και ισοβαρώς AG . Να συγκριθούν:



- α) Οι μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας.
- β) Τα έργα.
- γ) Οι θερμότητες.

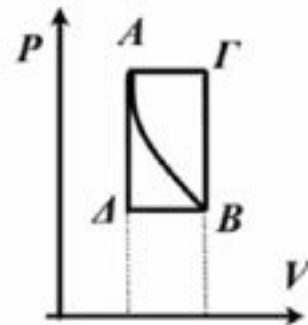
124. Δύο ίσες ποσότητες του ίδιου ιδανικού αερίου, που βρίσκονται στην ίδια κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας θερμαίνονται στην ίδια τελική θερμοκρασία, η μια με τρόπο ισόχωρο και η άλλη με ισοβαρή. Να απεικονιστούν οι διεργασίες σε κοινό διάγραμμα ($P - V$) και να συγκριθούν μεταξύ αυτών:

- α) Οι μεταβολές της εσωτερικής τους ενέργειας.
- β) Τα έργα που παράγουν.
- γ) Οι θερμότητες που απορροφούν.

125. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου μεταβαίνει από την κατάσταση $A(P_1, V_1, T_1)$, στην κατάσταση $B(P_2, V_2, T_2)$, με τρεις διαφορετικές διαδρομές.

1. Με ισόθερμη εκτόνωση AB .
2. Με ισοβαρή εκτόνωση, AG και ισόχωρη ψύξη, GB που εκτελούνται διαδοχικά.
3. Με ισόχωρη ψύξη, AD και ισοβαρή εκτόνωση, DB που εκτελούνται διαδοχικά.

Να συγκριθούν μεταξύ των τριών διαδρομών, τα έργα, οι θερμότητες και οι μεταβολές εσωτερικής ενέργειας του αερίου.



126. Δίνεται μεταβολή AB που είναι τμήμα ευθείας η οποία περνάει από την αρχή των αξόνων σε διάγραμμα $P - U$. Τι είδους μεταβολή παριστάνει η AB ;

- α) Ισόχωρη β) Αδιαβατική γ) Ισόθερμη δ) Ισοβαρή

127. Θερμικές μηχανές ονομάζουμε τις διατάξεις:

- α) που μετατρέπουν το μηχανικό έργο σε θερμότητα.
- β) που μετατρέπουν τη θερμότητα σε μηχανικό έργο.
- γ) που μετατρέπουν την εσωτερική ενέργεια σε μηχανικό έργο.
- δ) που μετατρέπουν την εσωτερική ενέργεια σε θερμότητα.

128. Σύμφωνα με τον 1° Θ. Ν. σε κυκλική μεταβολή ισχύει $Q = W$. Αυτό έρχεται σε αντίφαση με τον 2° Θ. Ν. που λέει ότι δεν υπάρχει κυκλική διεργασία στην οποία η προσφερόμενη στο σύστημα θερμότητα να μετατρέπεται 100% σε έργο;

129. Το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα ισχύει:

- α) για κάθε μεταβολή
- β) για θερμικές μηχανές
- γ) για κυκλικές μεταβολές
- δ) για οποιαδήποτε μηχανή.

130. Μια θερμική μηχανή:

- α) λειτουργεί με μια ισόθερμη μεταβολή
- β) έχει έργο θετικό
- γ) έχει έργο αρνητικό
- δ) λειτουργεί με μια κυκλική μεταβολή.

131. Στις θερμικές μηχανές η ωφέλιμη ενέργεια ανά κύκλο προέρχεται

- α) από τη μείωση της εσωτερικής ενέργειας του αερίου
- β) από την ολική μετατροπή της προσφερόμενης θερμότητας σε μηχανικό έργο
- γ) κατά ένα μέρος από τη μείωση της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και το υπόλοιπο από τη μετατροπή της προσφερόμενης θερμότητας σε μηχανικό έργο
- δ) από τη μερική μετατροπή της προσφερόμενης θερμότητας σε μηχανικό έργο

132. Ο συντελεστής απόδοσης a μιας θερμικής μηχανής παίρνει τιμές:

- α) $0 < a < 10$
- β) $1 < a < 0$
- γ) $0 < a < 1$
- δ) $-1 < a < 1$.

133. Η μεταφορά θερμότητας από ένα ψυχρό σε ένα θερμό σώμα, χωρίς δαπάνη ενέργειας παραβιάζει:

- α) την αρχή διατήρησης της ενέργειας
- β) τον 1ο θερμοδυναμικό νόμο
- γ) τον 2ο θερμοδυναμικό (διατύπωση Kelvin -Planck)
- δ) τον 2ο θερμοδυναμικό (διατύπωση Clausius)

134. Ποιες από τις επόμενες σχέσεις αποδίδουν σωστά τον συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής;

$$\alpha) a = \frac{|Q_h| - |Q_c|}{|Q_h|}$$

$$\gamma) a = \frac{T_h - T_c}{T_h}$$

$$\beta) a = \frac{W}{|Q_h|}$$

$$\delta) a < 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

135. Μια θερμική μηχανή απορροφά θερμότητα 400J κατά την διάρκεια ενός κύκλου και παράγει 300J ωφέλιμο έργο. Η απόδοση της μηχανής είναι:

- α) 65%
- β) 75%
- γ) 55%
- δ) 45%

136. Μια θερμική μηχανή απορροφά θερμότητα 400J κατά την διάρκεια ενός κύκλου και έχει συντελεστή απόδοσης 0,375. Η θερμότητα που αποδίδει στο περιβάλλον είναι:

- α) 200J
- β) 250J
- γ) 300J
- δ) 350J

137. Κατά τη λειτουργία μιας θερμικής μηχανής η προσφερόμενη θερμότητα είναι $Q_h=1200\text{J}$ και η αποβαλλόμενη $Q_c=400\text{J}$, ανά κύκλο. Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής είναι :

α) $\frac{2}{3}$

β) $\frac{1}{3}$

γ) $\frac{1}{2}$

δ) $\frac{3}{4}$

138. Κατά τη λειτουργία μιας θερμικής μηχανής το ωφέλιμο έργο είναι $W=400\text{J}$ και η αποβαλλόμενη θερμότητα είναι $Q_c=200\text{J}$, ανά κύκλο. Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής είναι :

α) $\frac{2}{3}$

β) $\frac{1}{3}$

γ) $\frac{1}{2}$

δ) $\frac{3}{4}$

139. Ο συντελεστής απόδοσης μιας θερμικής μηχανής είναι $e = 0,4$. Αν το ωφέλιμο έργο ανά κύκλο είναι $W=400\text{J}$, τότε το αποβαλλόμενο ποσό θερμότητας ανά κύκλο είναι :

α) 160 J

β) 1000 J

γ) 600 J

δ) 560J

140. Ο συντελεστής απόδοσης μιας θερμικής μηχανής είναι $e=0,4$. Αν το προσφερόμενο ποσό θερμότητας ανά κύκλο είναι $Q_h=1200\text{J}$, τότε το αποβαλλόμενο ποσό θερμότητας ανά κύκλο είναι :

α) 3000 J

β) 480 J

γ) 720 J

δ) 240 J

141. Μια μηχανή Carnot λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών T_1 και T_2 ($T_1 > T_2$). Πώς μπορούμε να αυξήσουμε την απόδοσή της;

α) Αυξάνοντας την T_2 β) Αυξάνοντας την T_1 γ) Μειώνοντας την T_2 δ) Μειώνοντας την T_1

142. Η απόδοση μιας θερμικής μηχανής είναι ίση με 40%. Αν η θερμότητα που απορροφά σε κάθε κύκλο είναι 500J , η ωφέλιμη ενέργεια θα είναι ίση με 300J και η θερμότητα που αποβάλλεται στην ψυχρή δεξαμενή θα είναι ίση με 200J . Συμφωνείτε με τον παραπάνω ισχυρισμό;

143. Μια θερμική μηχανή έχει απόδοση 25% και το ωφέλιμο έργο που παράγεται σε κάθε κύκλο είναι $W = 500\text{J}$.

i) Η θερμότητα που απορροφάται ανά κύκλο είναι:

α) 125J

γ) 625J

β) 2000J

δ) 1500J

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

ii) Η θερμότητα που αποβάλλεται ανά κύκλο είναι:

α) 125J

γ) 1500J

β) 1000J

δ) 625J

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

144. Όταν λέμε ότι η μηχανή Carnot είναι η ιδανική θερμική μηχανή εννοούμε ότι:

α) έχει απόδοση 100%

β) έχει απόδοση μεγαλύτερη από κάθε άλλη θερμική μηχανή που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών.

γ) έχει απόδοση μεγαλύτερη από κάθε άλλη θερμική μηχανή που λειτουργεί μεταξύ οποιονδήποτε θερμοκρασιών.

δ) αποτελείται από αντιστρεπτές μεταβολές.

145. Ο κύκλος Carnot αποτελείται από:

α) δύο ισόχωρες και δύο αδιαβατικές μεταβολές.

152. Να χαρακτηρίσετε με το γράμμα Λ τις λανθασμένες και με γράμμα Σ τις σωστές από τις παρακάτω προτάσεις.

- α) Κατά την ισόβαρη συμπίεση τα αέρια ψύχονται.
- β) Κατά την ισόθερμη εκτόνωση ενός αερίου αυξάνεται η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του.
- γ) Για τις ειδικές θερμότητες των αερίων ισχύει $C_p > C_v$, μόνον αν τα αέρια είναι μονατομικά.
- δ) Σε μια κυκλική μεταβολή το ολικό έργο W_{oi} είναι πάντα ίσο με το εμβαδόν του κύκλου.
- ε) Μια οποιαδήποτε ποσότητα ωφέλιμης ενέργειας W , μπορεί να μετατραπεί εξολοκλήρου σε θερμική ενέργεια.

153. Δύο μηχανές Carnot Α και Β έχουν ίδια ψυχρή δεξαμενή, αλλά η θερμή δεξαμενή της Α έχει ψηλότερη θερμοκρασία από της Β. Ποιά από τις δύο παράγει περισσότερο έργο σε κάθε κύκλο;

Ποια ή ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί ;

- α) Κατά την ισόθερμη εκτόνωση ενός αερίου παραβιάζεται το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα, αφού όλη η θερμότητα που προσφέρεται στο αέριο αποδίδεται ως έργο W .
- β) Μια μηχανή Carnot έχει απόδοση μεγαλύτερη από οποιαδήποτε άλλη θερμική μηχανή.
- γ) Αν μια θερμική μηχανή που λειτουργεί αντιστρεπτά μετατρέποντας θερμική ενέργεια σε ωφέλιμη ενέργεια W , λειτουργήσει αντίστροφα θα μετατρέπει ωφέλιμη ενέργεια W σε θερμότητα Q με μεγαλύτερο όμως ρυθμό.
- δ) Η απόδοση της μηχανής Carnot είναι πάντα μικρότερη της μονάδας, επειδή δεν είναι δυνατόν να πετύχουμε θερμοκρασία $T_2=0$.

154. Θερμική μηχανή Carnot εργάζεται μεταξύ δύο δεξαμενών θερμοκρασίας $T_h=600\text{K}$ και $T_c=400\text{K}$. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και γιατί;

- α) Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής είναι $1/3$.
- β) Ο λόγος της θερμότητας που απορροφά προς την απόλυτη τιμή της θερμότητας που αποβάλλει, το αέριο της μηχανής, είναι $3/2$.
- γ) Αν η θερμότητα που απορροφά ανά κύκλο είναι 1000J , τότε το έργο που παράγει είναι 400J .
- δ) Αν η θερμότητα που αποβάλλει, ανά κύκλο είναι 200J , τότε το έργο που παράγει είναι 100J .

155. Σε μια μηχανή Carnot :

- α) Αυξάνουμε το T_c κατά 2 και διατηρούμε σταθερό το T_h
 - β) Ελαττώνουμε το T_h κατά 2 και διατηρούμε σταθερό το T_c
- Να συγκρίνετε τους νέους συντελεστές απόδοσης :
- i) με τον αρχικό
 - ii) μεταξύ τους

156. Μια μηχανή Carnot λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών T_1 και T_2 ($T_1 > T_2$). Για να βελτιώσουμε την απόδοση της πρέπει να :

- α) αυξήσουμε την T_1 και την T_2 κατά το ίδιο ποσοστό
- β) διπλασιάσουμε ταυτόχρονα την T_1 και την T_2
- γ) αυξήσουμε την T_2 και ταυτόχρονα μειώσουμε την T_1
- δ) αυξήσουμε την T_1 και ταυτόχρονα μειώσουμε την T_2 .

157. Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λάθος τις παρακάτω προτάσεις:

- α) Σε όλες τις κυκλικές μεταβολές πλην της μεταβολής Carnot ισχύει $e = 1$ αφού $Q = W$
- β) Στην ισόθερμη εκτόνωση παραβιάζεται ο 2ος θερμοδυναμικός νόμος αφού όλο το ποσό θερμότητας μετατρέπεται σε ωφέλιμο έργο
- γ) Η μηχανή Carnot έχει απόδοση 1 αν $T_c = T_h$
- δ) Η απόδοση ενός κύκλου Carnot αυξάνεται όταν αυξήσουμε και τις δυο θερμοκρασίες κατά το ίδιο ποσό
- ε) Η απόδοση μιας μηχανής Carnot μικραίνει όταν αυξήσουμε την T_c και ελαττώσουμε την T_h

158. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν για μια μηχανή Carnot είναι αληθείς, ποιες ψευδείς και γιατί;

- α) Μια μηχανή Carnot θα είχε απόδοση 100% , αν ήταν $T_h = T_c$.
- β) Αν η μηχανή Carnot είχε συντελεστή απόδοσης $e = 1$, τότε θα έπρεπε η δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας να είχε θερμοκρασία $-273\text{ }^\circ\text{C}$.
- γ) Αν ο κύκλος του Carnot διαγραφεί αντίστροφα, η μηχανή που τον εκτελεί γίνεται ψυκτική.
- δ) Ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής Carnot είναι μεγαλύτερος από το συντελεστή απόδοσης κάθε άλλης ιδανικής ή πραγματικής μηχανής, που εργάζεται μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών.

159. Δύο μηχανές Carnot αντλούν την ίδια θερμότητα Q από δεξαμενές διαφορετικών θερμοκρασιών $2T_0$ και $3T_0$ αντιστοίχως, παράγουν έργο και αποδίδουν θερμότητα στο ίδιο περιβάλλον θερμοκρασίας T_0 . Να συγκριθούν οι αποδόσεις και τα έργα που παράγουν.

160. Θερμική μηχανή λειτουργεί με ένα κύκλο Carnot μεταξύ των θερμοκρασιών 69°C και 177°C . Αν το μεγαλύτερο έργο που μπορεί να προσφέρει η μηχανή είναι 12000 J τότε η ποσότητα θερμότητας που παίρνει το αέριο από τη θερμή δεξαμενή είναι :

- α) 20000 J
- β) 30000 J
- γ) 40000 J
- δ) 50000 J

161. Αέριο εκτελεί δυο ισοβαρείς εκτονώσεις μεταξύ δύο ισόθερμων T_A και T_B . Στην δεύτερη η πίεση είναι τριπλάσια από την πρώτη. Για τα έργα W_1 και W_2 ισχύει:

- α) $W_1 = 3 W_2$
- β) $W_1 = W_2/3$
- γ) $W_2 = W_1$
- δ) $W_2 = 3W_1$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

162. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

- α) Μπορούμε να ψύξουμε το χώρο ενός θερμικά απομονωμένου δωματίου, αν ανοίξουμε την πόρτα ενός ψυγείου που λειτουργεί μέσα σ' αυτό.
- β) Είναι γενικώς αδύνατη η μεταφορά θερμότητας από ένα ψυχρότερο προς ένα θερμότερο σώμα.
- γ) Οι ψυκτικές μηχανές διαγράφουν θερμοδυναμικούς κύκλους με φορά αντίθετη από τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Η εσωτερική ενέργεια μιας ποσότητας ιδανικού αερίου που βρίσκεται υπό πίεση $p = 10^5 \text{ N/m}^2$ είναι ίση με $U = 600 \text{ J}$. Να υπολογίσετε τον όγκο που καταλαμβάνει το αέριο.
44
2. Μια ποσότητα $n = 10 \text{ mol}$ ενός ιδανικού αερίου μονοατομικού αερίου βρίσκεται σε μια κατάσταση ισορροπίας Α 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 θερμότητα $Q = 20750 \text{ J}$ ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 100°C , ποια θα είναι η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας και ποιο το έργο που παράγεται από το αέριο;

Δίνεται: $R = 8,3 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$.

$$\alpha. 37350 \text{ J}, \beta. \Delta U = 12450 \text{ J}, W = 8300 \text{ J}$$

3. Μια ποσότητα αερίου εκτονώνεται ισόθερμα από την αρχική κατάσταση Α ($6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, 2 m^3), στην τελική κατάσταση Β ($3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, V_B). Να βρείτε τη θερμότητα Q που απορρόφησε το αέριο.

$$\text{Δίνεται: } C_V = \frac{3}{2} R$$

$$12 \cdot 10^5 \ln 2 \text{ J}$$

4. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί αντιστρεπτή μεταβολή κατά τη διάρκεια της οποίας ισχύει η σχέση $p \cdot V = 100 \text{ J}$. Να βρείτε την ενέργεια που ανταλλάσσεται μεταξύ του αερίου και του περιβάλλοντος μέσω έργου όταν:

α) ο όγκος τετραπλασιάζεται.

β) η πίεση διπλασιάζεται.

$$\text{Δίνεται: } C_V = \frac{3}{2} R$$

$$\alpha. 200 \ln 2 \text{ J}, \beta. -100 \ln 2 \text{ J}$$

5. Μια ποσότητα $n = 100/R \text{ mol}$ αερίου εκτονώνεται υπό σταθερή θερμοκρασία $T = 300 \text{ K}$ από όγκο V_0 σε όγκο $e \cdot V_0$. Να βρείτε τα Q , W και ΔU .

$$\text{Δίνεται: } C_V = \frac{3}{2} R$$

$$Q = 3 \cdot 10^4 \text{ J}, W = 3 \cdot 10^4 \text{ J}, \Delta U = 0$$

6. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_1 = 2 \text{ m}^3$ σε πίεση $p_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι η πίεση του να γίνει $p_2 = p_1/4$. Να βρείτε τη μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια του αερίου και το ποσό της θερμότητας που απορρόφησε το αέριο.

$$\Delta U = 0, Q = 10^6 \ln 4 \text{ J}$$

7. Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτονώνεται ισόθερμα από την κατάσταση Α με $P_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_A = 1 \text{ m}^3$ μέχρι η πίεσή του να μειωθεί στο μισό της αρχικής. Να βρεθεί το παραγόμενο έργο. Δίνεται $\ln 2 = 0,7$.

$$W = 1,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

8. Μια ποσότητα $n = \frac{2}{R} \text{ mol}$ ενός ιδανικού αερίου, θερμοκρασίας $\theta = 77^\circ \text{C}$, εκτονώνεται υπό σταθερή θερμοκρασία μέχρι ο όγκος του να διπλασιαστεί. Για τη μεταβολή αυτή να βρείτε:

α) Τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου,

β) Το έργο που παράγει το αέριο,

γ) Τη θερμότητα που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον.

$$\text{Δίνεται } \ln 2 = 0,7$$

$$\alpha. \Delta U = 0, \beta. W = 490 \text{ J}, Q_{AB} = 490 \text{ J}$$

9. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση Α με πίεση $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο μεταβαίνει αντιστρεπτά στην κατάσταση Β με $p_B = 10^5 \text{ N/m}^2$ και για κάθε σημείο της μεταβολής ισχύει η σχέση $p \cdot V = 3 \text{ J}$.

α) να παραστήσετε τη μεταβολή του αερίου σε διάγραμμα $p - V$.

β) να βρείτε την εσωτερική ενέργεια του αερίου στην κατάσταση Β.

γ) να βρείτε τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τη μεταβολή ΑΒ.

$$\beta. U_B = 4,5 \text{ J}, \gamma. Q_{AB} = 3 \ln 2 \text{ J}$$

10. Ιδανικό μονοατομικό αέριο, $n = 2/R \text{ mol}$ συμπιέζεται ισόθερμα υπό σταθερή θερμοκρασία $T = 300 \text{ K}$ μέχρι η πίεσή του να διπλασιαστεί. Να βρεθεί η θερμότητα που απέδωσε στο περιβάλλον του. Δίνεται $\ln 2 = 0,7$.

$$|Q| = 420 \text{ J}$$

11. Μια ποσότητα $n = \frac{4}{R} \text{ mol}$ ενός ιδανικού αερίου, ψύχεται από θερμοκρασία $\theta_1 = 200^\circ \text{C}$ σε $\theta_2 = 100^\circ \text{C}$ υπό σταθερό όγκο. Για τη μεταβολή αυτή να βρείτε:

α) Τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου,

β) Το έργο που παράγει το αέριο,

γ) Τη θερμότητα που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον.

$$\alpha. 600 \text{ J}, \beta. 0 \text{ J}, \gamma. 600 \text{ J}$$

12. Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας $n = 2/R \text{ mol}$ βρίσκεται σε αρχικές συνθήκες $P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ και θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι διπλάσια πίεση. Να υπολογιστούν:

α) Η τελική θερμοκρασία του αερίου.

β) Η θερμότητα που απορρόφησε.

$$\alpha. 2000 \text{ K}, \beta. 3 \cdot 10^3 \text{ J}$$

13. Ιδανικό μονοατομικό αέριο σε αρχικές συνθήκες $V_1 = 4 \text{ m}^3$, $P_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ψύχεται υπό σταθερό όγκο μέχρι η θερμοκρασία του να υποδιπλασιαστεί. Να υπολογιστούν:

α) Το παραγόμενο έργο.

β) Η θερμότητα που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του.

γ) Ο λόγος των ενεργών τιμών των ταχυτήτων των μορίων του αερίου, $v_{\text{avr1}}/v_{\text{avr2}}$ στην αρχική και τελική κατάσταση.

$$\alpha. W = 0, \beta. Q = -12 \cdot 10^5 \text{ J}, \gamma. \sqrt{2}$$

14. Σε δοχείο με ανένδοτα τοιχώματα και όγκο $V_1 = 0,03 \text{ m}^3$ περιέχεται ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου υπό πίεση $p_1 = 1 \text{ atm}$ και θερμοκρασία $T_1 = 300 \text{ K}$. Το δοχείο απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον του ώστε να μεταβεί σε μία νέα κατάσταση ισορροπίας, όπου η πίεση του είναι τριπλάσια της αρχικής. Να υπολογιστούν:

α) η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και

β) η θερμότητα που απορρόφησε.

Δίνεται: $C_V = \frac{3}{2} R$ και $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$.

$$\alpha. \Delta U = 9 \cdot 10^3 \text{ J}, \beta. Q = 9 \cdot 10^3 \text{ J}$$

15. Σε κλειστό δοχείο ($V = \text{σταθ.}$) περιέχονται $n = 2/R \text{ moles}$ ιδανικού αερίου σε θερμοκρασία $T_1 = 300 \text{ K}$ και πίεση $P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$. Αν $C_V = 3R/2$ να βρείτε :

- α) τον όγκο του δοχείου
 β) το ποσό θερμότητας που πρέπει να προσφερθεί στο αέριο, ώστε η πίεσή του να γίνει $P_2 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
 γ) τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

$$6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, 1800 \text{ J}$$

16. Σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ με αγωγίμα και ανένδοτα τοιχώματα περιέχεται μια ποσότητα ιδανικού αερίου σε πίεση $p_1 = 10 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία $T_1 = 300 \text{ K}$. Προσφέρουμε στο αέριο θερμότητα ώστε να μεταβληθεί η εσωτερική του ενέργεια κατά $\Delta U = 12000 \text{ J}$.

- α) Να βρείτε τη νέα πίεση του αερίου.
 β) Να παραστήσετε γραφικά τη μεταβολή σε διαγράμματα $p - V$, $p - T$, $V - T$.

$$\text{Δίνεται: } C_V = \frac{3}{2} R$$

$$p_2 = 28 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

17. Μέσα σε δοχείο σταθερού όγκου υπάρχει $n = 2/R$ mole ιδανικού αερίου με πίεση $P_1 = 0,8 \text{ atm}$ και θερμοκρασία $T_1 = 400 \text{ K}$. Προσφέρουμε στο αέριο θερμότητα $Q = 1200 \text{ J}$.

- α) Να γίνουν τα διαγράμματα της μεταβολής σε $P - V$ και $P - T$.
 β) Να βρεθεί η τελική θερμοκρασία και η τελική πίεση του αερίου.
 Δίνεται: $C_V = 3R/2$.

$$800 \text{ K}, 16 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

18. Μια ποσότητα $n = \frac{2}{R} \text{ mol}$ ενός ιδανικού αερίου, θερμοκρασίας $\theta_1 = 27^\circ \text{ C}$, υφίσταται ισοβαρή εκτόνωση, υπό πίεση $p = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, οπότε η θερμοκρασία του γίνεται $\theta_2 = 177^\circ \text{ C}$. Για τη μεταβολή αυτή να βρείτε:

- α) Τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου,
 β) Το έργο που παράγει το αέριο,
 γ) Τη θερμότητα που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον.

$$\alpha. 450 \text{ J}, \beta. 300 \text{ J}, \gamma. 750 \text{ J}$$

19. Δοχείο σταθερού όγκου περιέχει 1 mol ιδανικού αερίου σε θερμοκρασία $\theta = 27^\circ \text{ C}$. Πόση θερμότητα πρέπει να προσφέρουμε στο αέριο, ώστε η πίεση του να τριπλασιαστεί;

$$900 R$$

20. Μέσα σε δοχείο σταθερού όγκου υπάρχει αέριο He , το οποίο απορροφώντας θερμότητα $Q = 100 \text{ J}$ μεταβάλλει τη θερμοκρασία του από $T_1 = 250 \text{ K}$ σε $T_2 = 1000 \text{ K}$.

- α) Να βρείτε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

β) Ποια είναι η τιμή του κλάσματος $\frac{\sqrt{v_1^2}}{\sqrt{v_2^2}}$, όπου $\sqrt{v_1^2}$ και $\sqrt{v_2^2}$ είναι η τετραγωνική

ρίζα της μέσης τιμής των τετραγώνων των ταχυτήτων των ατόμων του He πριν και μετά την απορρόφηση της θερμότητας αντίστοιχα;

$$\alpha. \Delta U = 100 \text{ J}, \beta. \frac{\sqrt{v_1^2}}{\sqrt{v_2^2}} = \frac{1}{2}$$

21. Ιδανικό αέριο κατέχει όγκο 5ℓ και βρίσκεται σε πίεση 1atm. Το αέριο απορροφά θερμότητα $Q=1200\text{J}$ και εκτονώνεται ισοβαρώς μέχρις ότου ο όγκος του γίνει 10ℓ. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

$$\Delta U=700\text{J}$$

22. Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτονώνεται υπό σταθερή πίεση $P=10^5\text{N/m}^2$ από αρχικό όγκο $V_1=2\text{m}^3$ σε τελικό $V_2=6\text{m}^3$. Να υπολογιστούν:

- α) Το παραγόμενο έργο.
- β) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας.
- γ) Η θερμότητα που απορρόφησε το αέριο.

$$\alpha. W=4\cdot 10^5\text{J}, \beta. \Delta U=6\cdot 10^5\text{J} \gamma. Q=10\cdot 10^5\text{J}$$

23. Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας $n=2/\text{Rmol}$ εκτονώνεται ισοβαρώς από αρχική θερμοκρασία $T_1=300\text{K}$ σε θερμοκρασία $\theta_2=327^\circ\text{C}$. Να υπολογιστούν:

- α) Το παραγόμενο έργο.
- β) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας.
- γ) Η θερμότητα που απορρόφησε το αέριο.

$$\alpha. W=600\text{J}, \beta. \Delta U=900\text{J} \gamma. Q=1500\text{J}$$

24. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_1 = 10^{-3}\text{m}^3$ και έχει πίεση $P_1 = 10^6\text{N/m}^2$. Θερμαίνουμε το αέριο οπότε αυτό διαστέλλεται με σταθερή πίεση σε όγκο $V_2 = 4\cdot 10^{-3}\text{m}^3$. Αν $C_P = 5R/2$ να βρείτε :

- α) το έργο που παράγει το αέριο
- β) τη θερμότητα που προσφέρθηκε στο αέριο
- γ) τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

$$3000\text{J}, 7500\text{J}, 4500\text{J}$$

25. Μια ποσότητα $n = \frac{2}{R}\text{mol}$ ιδανικού αερίου υφίσταται ισοβαρή εκτόνωση, οπότε η

θερμοκρασία του αυξάνεται κατά $\Delta T = 50\text{K}$. Για τη μεταβολή αυτή να βρείτε:

- α) τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου
- β) το έργο που παράγει το αέριο
- γ) τη θερμότητα που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον.

$$\alpha. \Delta U = 750\text{J}, \beta. W=500\text{J}, \gamma. Q=1250\text{J}$$

26. Ιδανικό μονοατομικό αέριο βρίσκεται σε μια κατάσταση ισορροπίας Α όπου καταλαμβάνει όγκο $V_A = 2\ell$ και ασκεί πίεση $p_A = 3\text{atm}$.

- α) Να υπολογιστεί η εσωτερική ενέργεια του αερίου.
- β) Από την κατάσταση Α το αέριο μεταβαίνει αντιστρεπτά (υπό σταθερή πίεση) σε μια κατάσταση ισορροπίας Β όπου καταλαμβάνει όγκο $V_B = 5\ell$. Να παρασταθεί γραφικά η εσωτερική ενέργεια του αερίου σε συνάρτηση με τον όγκο του, σε διάγραμμα $U - V$. Δίνεται: $1\text{atm} = 10^5\text{N/m}^2$.

$$\alpha. U_A = 900\text{J}, \beta. U_B = 2250\text{J}$$

27. Ποσότητα 10mol ιδανικού αερίου βρίσκεται σε θερμοκρασία 27°C και εκτονώνεται ισοβαρώς μέχρι διπλάσιο όγκο. Δίνονται $R=8,31\text{J/mol}\cdot\text{K}$, $C_P=20,8\text{J/mol}\cdot\text{K}$. Να βρεθούν:

- α) Η τελική θερμοκρασία σε Kelvin.
- β) Το έργο που παρήγαγε το αέριο.
- γ) Η θερμότητα που απορρόφησε.
- δ) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας.

$$\alpha. 600\text{K}, \beta. 24930\text{J}, \gamma. 62400\text{J}, \delta. 37470\text{J}$$

28. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου $n=20/R$ έχει όγκο $V_1 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ υπό πίεση $p_1 = 20 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο εκτελεί ισοβαρή αντιστρεπτή μεταβολή μέχρι να υποδιπλασιαστεί ο όγκος του. Ζητούνται:

- α) η μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας.
- β) η ενέργεια που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον μέσω έργου και μέσω θερμότητας.
- γ) η γραφική παράσταση της μεταβολής σε διαγράμματα $p - V$, $p - T$, $V - T$.

Δίνεται: $\gamma = 5/3$

$$\alpha. -12 \cdot 10^3 \text{ J}, \beta. -8 \cdot 10^3 \text{ J}, \gamma. -20 \cdot 10^3 \text{ J}$$

29. Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε αρχικές συνθήκες $P_1=4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_1=2 \text{ m}^3$, $T_1=600 \text{ K}$ και συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι όγκο $0,5 \text{ m}^3$. Δίνονται $C_v = 1,5R$ και $\ln 2=0,69$. Να υπολογιστούν:

- α) Η τελική θερμοκρασία του.
- β) Η ΔU και τα Q και W που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του.
- γ) Ο λόγος $\lambda = K_1/K_2$ των μέσων κινητικών ενεργειών των μορίων του αερίου στην αρχική και τελική κατάσταση.
- δ) Η θερμότητα που πρέπει να απορροφήσει ώστε να μεταβεί ισόθερμα από τις αρχικές συνθήκες σε πίεση 10^5 N/m^2 , υπό σταθερή θερμοκρασία T_1 .

$$\alpha. 150 \text{ K}, \beta. \Delta U = -9 \cdot 10^3 \text{ J}, Q = -15 \cdot 10^3 \text{ J}, W = -6 \cdot 10^3 \text{ J}, \gamma. \lambda = 4, \delta. 2,76 \cdot 10^3 \text{ J}$$

30. Κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο κλείνεται στο επάνω μέρος του με αβαρές και ευκίνητο έμβολο. Στο δοχείο περιέχονται $n=3/R$ moles ιδανικού αερίου που καταλαμβάνουν όγκο $V_1=2\ell$. Το αέριο θερμαίνεται οπότε παράγεται έργο $W=300 \text{ J}$. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι $P=10^5 \text{ N/m}^2$. Αν $C_p = 5R/2$ να βρεθούν:

- α) ο τελικός όγκος του αερίου
- β) η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου
- γ) η θερμότητα που προσφέρθηκε στο αέριο.
- δ) η μεταβολή της θερμοκρασίας.

$$5\ell, 450 \text{ J}, 750 \text{ J}, 100 \text{ K}$$

31. Κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο κλείνεται στο επάνω μέρος του με έμβολο εμβαδού 100 cm^2 και βάρους 200 N . Το δοχείο περιέχει αέρα όγκου $1,5\ell$ και θερμοκρασίας 300 K . Η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι 10^5 N/m^2 . Θερμαίνουμε τον αέρα σε θερμοκρασία 400 K . Να βρεθεί η μετακίνηση του εμβόλου και το παραγόμενο έργο.

$$5 \text{ cm}, 60 \text{ J}$$

32. Κυλινδρικό δοχείο διατομής 10 cm^2 έχει τον άξονά του κατακόρυφο και στο πάνω μέρος του υπάρχει ευκίνητο έμβολο βάρους 20 N . Μέσα στο δοχείο βρίσκεται αέρας σε ύψος 20 cm και σε θερμοκρασία 300 K .

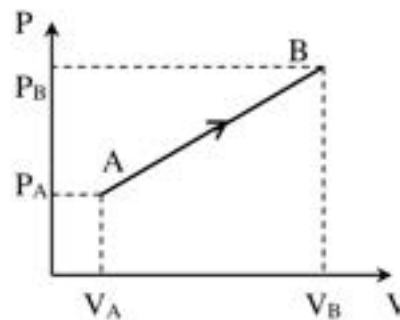
- α) Ποια η πίεση του αερίου;
- β) Θερμαίνουμε αργά το αέριο μέχρις ότου το έμβολο ανέβει προς τα πάνω κατά 5 cm . Ποιά είναι η τελική θερμοκρασία του αερίου;
- γ) Ρίχνουμε αργά πάνω στο έμβολο ρινίσματα σιδήρου μέχρι να επανέλθει στην αρχική του θέση. Ποιο είναι το βάρος των ρινισμάτων αν η θερμοκρασία παραμείνει σταθερή;
- δ) Να γίνουν τα διαγράμματα $P - V$ των δύο μεταβολών και να βρεθούν τα Q , ΔU , W σε κάθε μεταβολή.

Δίνονται: $C_p=20 \text{ J/(mole} \cdot \text{grad)}$, $C_v=12 \text{ J/(mole} \cdot \text{grad)}$, η ατμοσφαιρική πίεση $P_0=1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

$$12 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2, 375 \text{ K}, 30 \text{ N}, 15 \text{ J}, 9 \text{ J}, 6 \text{ J}, -6 \text{ J}$$

33. Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτελεί μια γραμμική αντιστρεπτή μεταβολή από την κατάσταση A με $P_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_A = 1 \text{ m}^3$ σε κατάσταση B με $P_B = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και όγκο $V_B = 5 \text{ m}^3$. Να υπολογιστούν:

- α) Το παραγόμενο έργο.
 β) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας.
 γ) Η θερμότητα που απορρόφησε το αέριο.



$$a. W = 16 \cdot 10^5 \text{ J}, \beta. \Delta U = 42 \cdot 10^5 \text{ J}, \gamma. Q = 58 \cdot 10^5 \text{ J}$$

34. Ιδανικό αέριο εκτονώνεται αδιαβατικά από την κατάσταση A στην κατάσταση B. Αν δίνονται $P_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 0,5 \text{ m}^3$, $T_A = 400 \text{ K}$, $V_B = 2 \text{ m}^3$ και $\gamma = 3/2$, να υπολογιστούν:

- α) Η πίεση και η απόλυτη θερμοκρασία στην κατάσταση B.
 β) Το παραγόμενο έργο της εκτόνωσης.
 γ) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

$$a. 0,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2, 200 \text{ K}, \beta. 2 \cdot 10^5 \text{ J}, \gamma. -2 \cdot 10^5 \text{ J}$$

35. Ιδανικό αέριο σε αρχικές συνθήκες $P_0 = 3200 \text{ N/m}^2$, $V_0 = 1 \text{ m}^3$, $T_0 = 800 \text{ K}$, εκτονώνεται αδιαβατικά έως ότου η πίεσή του να γίνει ίση με $P = 100 \text{ N/m}^2$. Να βρεθούν:

- α) Οι τελικές τιμές του όγκου και της θερμοκρασίας του αερίου;
 β) Το παραγόμενο έργο.
 Δίνεται ότι το αέριο έχει $\gamma = 5/3$.

$$a. V = 8 \text{ m}^3, T = 200 \text{ K}, \beta. 3600 \text{ J}$$

36. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_1 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ υπό πίεση $p_1 = 20 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία $T_1 = 300 \text{ K}$. Το αέριο εκτονώνεται αδιαβατικά μέχρι να οκταπλασιαστεί ο όγκος του. Να βρείτε:

- α) την τελική πίεση και την τελική θερμοκρασία του αερίου.
 β) Την ενέργεια που ανταλλάσσει το αέριο μέσω έργου με το περιβάλλον και τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας.
 Δίνεται: $\gamma = 5/3$.

$$a. p_2 = 64 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2, T_2 = 1200 \text{ K}, \beta. 28800 \text{ J}, -28800 \text{ J}$$

37. Ποσότητα ιδανικού αερίου με όγκο $V_1 = 2 \text{ L}$ και πίεση $P_1 = 8 \text{ atm}$ εκτονώνεται αδιαβατικά. Αν η μεταβολή προκαλεί μείωση της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά 1600 J να βρεθούν ο τελικός όγκος και η τελική πίεση του αερίου. Δίνεται $\gamma = 1,5$.

$$8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, 10^5 \text{ N/m}^2$$

38. Κυλινδρικό δοχείο με αδιαβατικά τοιχώματα έχει τον άξονά του κατακόρυφο και κλείνεται με έμβολο που πάνω του βρίσκονται διάφορα σταθμά. Στο δοχείο περιέχεται υδρογόνο με όγκο $V_1 = 1 \text{ m}^3$, θερμοκρασία 300 K και πίεση $P_1 = 125 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Αφαιρώντας σταθμά κάνουμε την πίεση ίση με $P_2 = 10^5 \text{ N/m}^2$. Να υπολογιστούν :

- α) Ο όγκος και η θερμοκρασία του αερίου στην τελική κατάσταση.
 β) Το έργο που παράχθηκε κατά την εκτόνωση του αερίου.
 Θεωρήστε: $\gamma = 3/2$ και το έμβολο αδιαβατικό.

$$25 \text{ m}^3, 60 \text{ K}, 2 \cdot 10^7 \text{ J}$$

39. Σε δοχείο όγκου $V_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ το οποίο κλείνεται με έμβολο περιέχεται μια ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου του οποίου η θερμοκρασία είναι τέτοια ώστε η πίεση του να είναι ίση με $p_1 = 64 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο εκτονώνεται αδιαβατικά και αντιστρεπτά μέχρι να οκταπλασιαστεί ο όγκος του. Να βρείτε τις τιμές των μεγεθών Q , W , ΔU για τη μεταβολή αυτή.

$\alpha. 0$, $\beta. 28800 \text{ J}$, $\gamma. -28800 \text{ J}$

40. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_1 = 10^{-3} \text{ m}^3$ υπό πίεση $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Συμπιέζουμε αδιαβατικά το αέριο μέχρι να διπλασιαστεί η θερμοκρασία του. Αν μεταφέρεται στο αέριο ενέργεια μέσω έργου $W=300 \text{ J}$ από το περιβάλλον να

βρείτε το λόγο $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$.

5/3

41. Ποσότητα ιδανικού αερίου, όταν θερμαίνεται κατά ΔT υπό σταθερή πίεση απορροφά ποσό θερμότητας 300 J , ενώ όταν θερμαίνεται κατά $\Delta T'$, όπου $\Delta T' = 5\Delta T/9$, υπό σταθερό όγκο απορροφά ποσό θερμότητας 100 J . Ποιος είναι ο λόγος, $\gamma = C_p/C_v$;

5/3

42. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου ίση με $n = 4/R \text{ mol}$ καταλαμβάνει όγκο $V_1 = 10^{-3} \text{ m}^3$ σε θερμοκρασία $T_1 = 250 \text{ K}$. Το αέριο συμπιέζεται αδιαβατικά μέχρι να γίνει η πίεση του $p_2 = 32 \cdot p_1$. Να βρείτε:

α) τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

β) την τελική τιμή της πίεσης και της θερμοκρασίας του αερίου.

Δίνεται: $\gamma = 5/3$

$\alpha. \Delta U = 4500 \text{ J}$, $\beta. p_2 = 80 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $T_2 = 1000 \text{ K}$

43. Ιδανικό αέριο συμπιέζεται αδιαβατικά από την κατάσταση Α με συνθήκες $P_1 = 1/8 \text{ atm}$, $V_1 = 8 \ell$, στην κατάσταση Β με συνθήκες $P_2 = 4 \text{ atm}$ και $V_2 = 1 \ell$. Να σχεδιαστεί η μεταβολή σε διάγραμμα (P - V) και να υπολογιστούν η σταθερά γ του αερίου και το έργο.

$\gamma = 5/3$, $W = -4,5 \ell \cdot \text{atm}$

44. Μια ποσότητα $n = \frac{10}{R} \text{ mol}$ ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ σε πίεση $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο εκτονώνεται με σταθερή πίεση μέχρι ο όγκος του να γίνει $V_B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ και στη συνέχεια εκτονώνεται με αδιαβατικά μέχρι η πίεση του να γίνει $p_\Gamma = \frac{1}{16} 10^5 \text{ N/m}^2$. Αν για το αέριο αυτό είναι $\gamma = 5/3$, να βρείτε την τελική θερμοκρασία του.

200 K

45. Αέριο που αρχικά βρίσκεται σε πίεση p_0 και θερμοκρασία T_0 , συμπιέζεται μέχρι να γίνει ο όγκος του $V_1 = \frac{V_0}{n}$. Να βρεθεί η τελική πίεση του αερίου, αν η συμπίεση γίνει:

α) ισόθερμα

β) αδιαβατικά

γ) να βρεθεί ο λόγος $\frac{W_{\text{ισοθερμική}}}{W_{\text{αδιαβατική}}}$ του έργου που εκτελείται από το αέριο στις δύο αυτές περιπτώσεις.

$$\alpha. nP \quad \beta. n^{\gamma}P \quad \gamma. \frac{\ln n (1-\gamma)}{1-n^{\gamma-1}}$$

46. Ποσότητα $n = \frac{2}{R} \text{ mol}$ ιδανικού αερίου μεταβαίνει από την κατάσταση Α με $p_A = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ στην κατάσταση Β με $p_B = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Αν σε όλη τη διάρκεια της μεταβολής ΑΒ ισχύει η σχέση:

$$p = 8 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^8 V \quad (p \text{ σε } \text{N/m}^2, V \text{ σε } \text{m}^3)$$

να βρείτε:

α) τις θερμοκρασίες T_A και T_B ,

β) τη μέγιστη θερμοκρασία που αποκτά το αέριο στη μεταβολή ΑΒ,

γ) τα W_{AB} και Q_{AB} .

$$\alpha. T_A = T_B = 300\text{K}, \beta. T_{\text{max}} = 400\text{K}, \gamma. W_{AB} = 800\text{J}, Q_{AB} = 800\text{J}$$

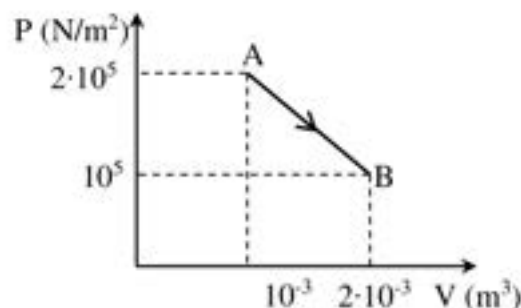
47. Στη διεργασία που φαίνεται στο σχήμα το αέριο είναι ιδανικό με $C_V = 3R/2$.

Να υπολογιστούν:

α) Το έργο που παράγεται.

β) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας.

γ) Η θερμότητα που απορροφά.



$$\alpha. 150\text{J}, \beta. 0, \gamma. 150\text{J}$$

48. Σε μια αντιστρεπτή διεργασία ιδανικού αερίου, το οποίο έχει $C_V = 3R/2$, η σχέση που συνδέει τη πίεση με τον όγκο δίνεται από τη συνάρτηση $P = 10^5(1+4V)$, το V σε m^3 , το P σε N/m^2 και ο όγκος του αερίου μεταβάλλεται από 1m^3 έως 2m^3 .

α) Να σχεδιαστεί η μεταβολή σε διάγραμμα (P-V).

β) Να υπολογιστούν το έργο, η μεταβολή εσωτερικής ενέργειας και η θερμότητα.

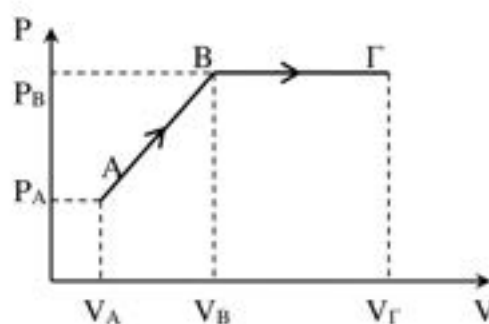
$$W = 7 \cdot 10^5\text{J}, \Delta U = 19,5 \cdot 10^5\text{J}, Q = 26,5 \cdot 10^5\text{J}$$

49. Στο σχήμα φαίνεται η αντιστρεπτή διεργασία ΑΒΓ. Δίνονται $V_A = 1\text{m}^3, V_B = 3\text{m}^3, V_{\Gamma} = 5\text{m}^3, P_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2, P_B = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2, C_V = 3R/2$. Να υπολογιστούν:

α) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας $\Delta U_{A\Gamma}$.

β) Το συνολικό έργο, $W_{A\Gamma}$.

γ) Η θερμότητα $Q_{A\Gamma}$.



$$\Delta U_{A\Gamma} = 42 \cdot 10^5\text{J}, \beta. W_{A\Gamma} = 20 \cdot 10^5\text{J}, \gamma. Q_{A\Gamma} = 62 \cdot 10^5\text{J}$$

50. Ιδανικό αέριο με $C_V = 1,5R$, που καταλαμβάνει αρχικά όγκο $V_0 = 1\text{L}$ και βρίσκεται υπό πίεση $P_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$, θερμαίνεται υπό σταθερό όγκο έως ότου η πίεση του να διπλασιαστεί και στη συνέχεια εκτονώνεται υπό σταθερή πίεση, έως ότου ο όγκος του να τετραπλασιαστεί.

- α) Να παρασταθεί η συνολική διεργασία σε διαγράμματα P-V, V-T, και P-T.
 β) Να υπολογιστούν οι συνολικές τιμές της θερμότητας και του έργου που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του, καθώς και της μεταβολής της εσωτερικής του ενέργειας.

$$Q_{ολ}=1650J, W_{ολ}=600J, \Delta U_{ολ}=1050J$$

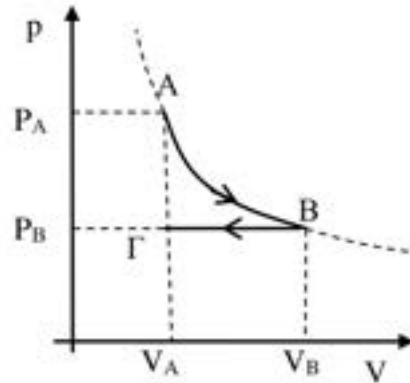
51. Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε αρχικές συνθήκες πίεσης $P_A=2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, όγκου $V_A=0,5 \text{ m}^3$ εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι διπλάσιο όγκο, V_B και στη συνέχεια το αέριο εκτελεί ισοβαρή συμπίεση BΓ μέχρι τον αρχικό του όγκο, V_A .

α) Να βρεθούν η πίεση P_B και η θερμότητα που απορρόφησε το αέριο από το περιβάλλον του κατά τη μεταβολή AB.

β) Να υπολογιστούν, τα ΔU , W και Q κατά τη διεργασία BΓ.

Δίνονται $C_v = 3R/2$ και $\ln 2 = 0,69$.

$$\alpha. P_B=10^5 \text{ N/m}^2, Q_1=0,69 \cdot 10^5 J, \beta. \Delta U_2=-0,75 \cdot 10^5 J, W_2=-0,5 \cdot 10^5 J, Q_2=-1,25 \cdot 10^5 J$$



52. Ποσότητα $n=2/R$ mol ιδανικού αερίου συμπιέζεται ισόθερμα από την κατάσταση A στην κατάσταση, B υπό σταθερή θερμοκρασία $T_1=600\text{K}$ μέχρι η πίεση να διπλασιαστεί. Στη συνέχεια ψύχεται ισόχωρα μέχρι η θερμοκρασία του να γίνει $T_2=300\text{K}$.

α) Να σχεδιαστεί η μεταβολή σε ποιοτικό διάγραμμα (P-V).

β) Να βρεθεί το συνολικό ποσό θερμότητας που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του σε όλη τη διεργασία. Δίνονται $\ln 2 = 0,7$, $C_v = 3R/2$.

$$Q_{ολ}=-1740J$$

53. Ποσότητα ιδανικού αερίου κατέχει όγκο 2ℓ σε πίεση 10^5 N/m^2 και σε θερμοκρασία 27°C . Θερμαίνουμε το αέριο με σταθερό όγκο μέχρις ότου η πίεσή του να γίνει $4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και μετά με σταθερή πίεση μέχρις ότου ο όγκος του να γίνει 4ℓ .

Να υπολογιστεί η τελική θερμοκρασία του αερίου και το έργο που παράγεται.

$$2400K, 800J$$

54. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου $n=10/R$ moles βρίσκεται σε θερμοκρασία $T_1=300\text{K}$. Το αέριο θερμαίνεται, με σταθερό όγκο, μέχρι η θερμοκρασία του να γίνει $T_2=400\text{K}$ και στη συνέχεια με σταθερή πίεση μέχρι η θερμοκρασία του να γίνει $T_3=460\text{K}$. Να παρασταθούν οι μεταβολές σε άξονες P-V, P-T, V-T και να βρείτε τη συνολική θερμότητα που δόθηκε στο αέριο, καθώς και το έργο που παράχθηκε. Δίνεται: $C_v=3R/2$.

$$3000J, 600J$$

55. Ορισμένη μάζα ιδανικού αερίου μεταβαίνει από την κατάσταση A (P_A, V_A, T_A) στην κατάσταση B (P_B, V_B, T_B) με αντιστρεπτό τρόπο. Κατά τη μεταβολή AB ισχύει συνεχώς $P \cdot V = 10J$, ενώ $P_B = P_A/2$. Στη συνέχεια το αέριο οδηγείται ισοβαρώς σε κατάσταση Γ όπου ισχύει $P_\Gamma = P_B$ και $T_\Gamma = T_B/2$. Αν δίνεται $\ln 2 = 0,7$, και $\gamma = 5/3$, να βρεθεί το συνολικό έργο.

$$W=2J$$

56. Ιδανικό αέριο μπορεί να μεταβεί από κατάσταση Α, σε κατάσταση Β, μέσω δύο διαδρομών. Στην πρώτη (1) μεταβαίνει με ισόθερμη εκτόνωση και στη δεύτερη (2) με ισοβαρή εκτόνωση από την Α στην κατάσταση Γ και μετά ισόχωρα από τη Γ έως την κατάσταση Β. Δίνονται $Q_{ΑΓΒ}=50\text{J}$, και $\Delta U_{ΓΒ} = -20\text{J}$.

α) Να απεικονιστούν οι μεταβολές σε κοινά διαγράμματα (P-V), (V-T), και (P-T).

β) Να υπολογιστούν τα $W_{ΑΓ}$, $\Delta U_{ΑΓ}$ και $Q_{ΑΓ}$.

50J, 20J, 70J

57. Ιδανικό αέριο εκτονώνεται αδιαβατικά από την κατάσταση Α με συνθήκες $P_A = 400\text{N/m}^2$ και $V_A = 1\text{m}^3$, στην κατάσταση Β με $P_B = 50\text{N/m}^2$ και όγκο V_B . Στη συνέχεια συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι την κατάσταση Γ με όγκο $V_\Gamma = V_A$. Δίνεται $\gamma = 3/2$.

α) Να βρεθεί ο όγκος, V_B και να γίνει το διάγραμμα (P - V).

β) Να βρεθεί η συνολική μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας $\Delta U_{ΑΓ}$.

γ) Να βρεθεί το συνολικό έργο στη διεργασία ΑΒΓ.

α. 4m^3 , β. -700J , γ. 250J

58. Ιδανικό αέριο έχει αρχικά $P_A = 35 \cdot 10^5\text{N/m}^2$ και $V_A = 0,12\text{m}^3$ και κάνει την ακόλουθη διεργασία. Συμπιέζεται ισοβαρώς σε όγκο $V_B = 0,1\text{m}^3$ και μετά ψύχεται ισόχωρα μέχρι η πίεση να γίνει $P_\Gamma = 32 \cdot 10^5\text{N/m}^2$ και τέλος εκτονώνεται αδιαβατικά μέχρι τελική πίεση $P_\Delta = 10^5\text{N/m}^2$. Να υπολογιστούν όλες οι επιμέρους τιμές των θερμοτήτων και των έργων. Δίνεται $\gamma = 5/3$.

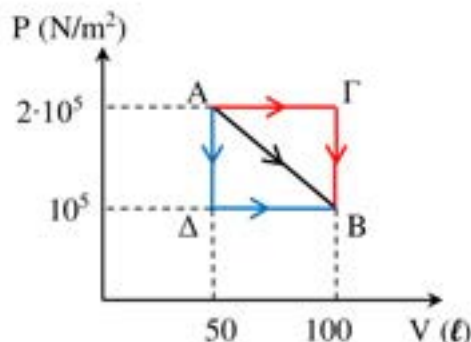
$Q_{ΑΒ} = -175 \cdot 10^3\text{J}$, $Q_{Β\Gamma} = -45 \cdot 10^3\text{J}$, $Q_{\Gamma\Delta} = 0$, $W_{ΑΒ} = -70 \cdot 10^3\text{J}$, $W_{Β\Gamma} = 0$, $W_{\Gamma\Delta} = 360 \cdot 10^3\text{J}$

59. Ένα θερμοδυναμικό σύστημα βρίσκεται σε μια κατάσταση ισορροπίας Α και μεταβαίνει σε μια κατάσταση ισορροπίας Β ακολουθώντας τις τρεις διαφορετικές αντιστρεπτές διεργασίες οι οποίες απεικονίζονται στο διάγραμμα p - V του σχήματος. Να υπολογιστούν:

α) το έργο που παράγεται από το αέριο,

β) η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειάς του και

γ) η θερμότητα την οποία ανταλλάσσει με το περιβάλλον του σε καθεμιά από τις διεργασίες.



α. $W_{ΑΓΒ}=10000\text{J}$, $W_{ΑΒ}=7500\text{J}$, $W_{ΑΒΒ}=5000\text{J}$ β. $\Delta U_{ΑΓΒ}=\Delta U_{ΑΒ}=\Delta U_{ΑΒΒ}=0$ γ. $Q_{ΑΓΒ}=10000\text{J}$, $Q_{ΑΒ}=7500\text{J}$, $Q_{ΑΒΒ}=5000\text{J}$

60. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση Α (p_0 , V_0 , T_0) και εκτελεί τη μεταβολή ΑΒΓΔΕ, όπου:

ΑΒ: ισόχωρη ψύξη μέχρι τη θερμοκρασία $T_B = T_0/2$,

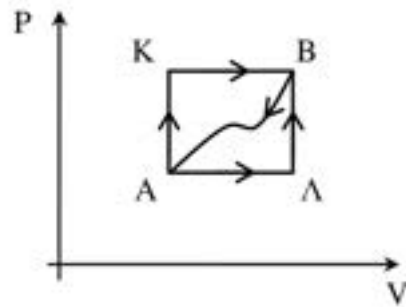
ΒΓ: ισοβαρή εκτόνωση μέχρι τη θερμοκρασία $T_\Gamma = T_0$,

ΓΔ: ισόχωρη θέρμανση μέχρι τη θερμοκρασία $T_\Delta = 3T_0/2$ και

ΔΕ: ισοβαρή συμπίεση μέχρι τη θερμοκρασία $T_E = T_0$

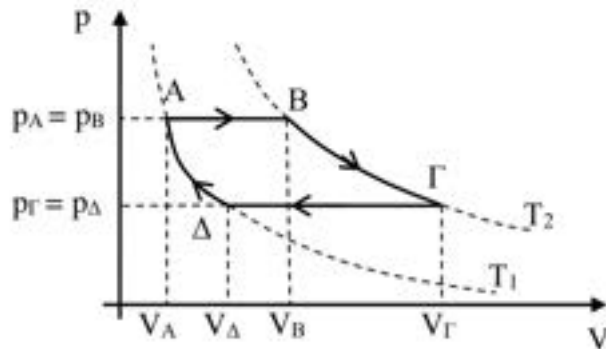
Αφού παραστήσετε τις μεταβολές αυτές σε διαγράμματα p - V, p - T και V - T, να αποδείξετε ότι το συνολικό έργο του αερίου στη μεταβολή ΑΒΓΔΕ είναι μηδέν.

61. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις μεταβολές που απεικονίζονται στο διπλανό διάγραμμα $p - V$. Αν $Q_{AKB} = 100\text{J}$, $W_{KB} = 40\text{J}$, $W_{AA} = 20\text{J}$ και $W_{BA} = -30\text{J}$, να βρείτε τις Q_{AAB} και Q_{BA} .



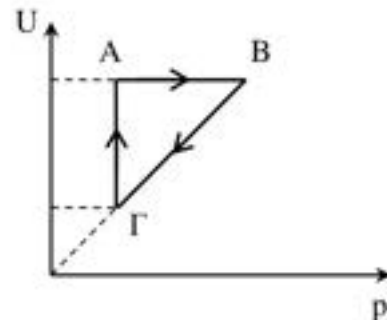
$$Q_{AAB}=80\text{J}, Q_{BA}=-90\text{J}$$

62. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις μεταβολές που απεικονίζονται στο διπλανό διάγραμμα. Αν $Q_{AB} = 500\text{J}$, $\Delta U_{AB} = 300\text{J}$, $Q_{BG} = 500\text{J}$ και $Q_{GA} = -100\text{J}$, να βρείτε το W_{GA} και το $W_{ολ}$.



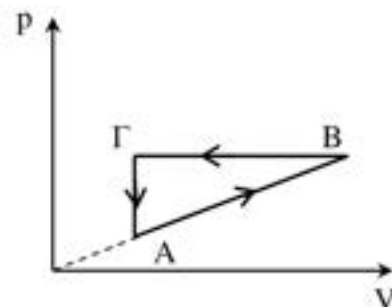
$$W_{GA}=-200\text{J}, W_{ολ}=400\text{J}$$

63. Στο διπλανό σχήμα παριστάνεται σε διάγραμμα $U - p$ η κυκλική μεταβολή ABΓΑ μιας ποσότητας ιδανικού αερίου. Αν $p_A = p_\Gamma = 4 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$, $U_A = U_B = 12 \cdot 10^5 \text{J}$ και $U_\Gamma = 3 \cdot 10^5 \text{J}$:
α) να απεικονίσετε τη μεταβολή ABΓΑ σε διάγραμμα $p - V$.
β) να βρείτε τα W_{AB} , $W_{\Gamma A}$ και $Q_{AB\Gamma}$.



$$\beta. W_{AB}=-16 \cdot 10^5 \ln 2\text{J}, W_{\Gamma A}=6 \cdot 10^5\text{J}, Q_{AB\Gamma}=-10^5(16 \ln 2+9)\text{J}$$

64. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί την κυκλική μεταβολή η οποία παριστάνεται στο διάγραμμα $p - V$ του σχήματος. Κατά τη μεταβολή AB παράγεται από το αέριο έργο $W_{AB} = 50\text{J}$. Κατά τη μεταβολή BΓ το έργο το οποίο παράγεται πάνω στο αέριο είναι $W_{B\Gamma} = -100\text{J}$ και η θερμότητα η οποία αποβάλλεται από το αέριο είναι $Q_{B\Gamma} = -250\text{J}$. Κατά τη μεταβολή ΓΑ από το αέριο αποβάλλεται θερμότητα $Q_{\Gamma A} = -150\text{J}$. Να υπολογιστούν η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας και η θερμότητα που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος κατά τη μεταβολή AB.

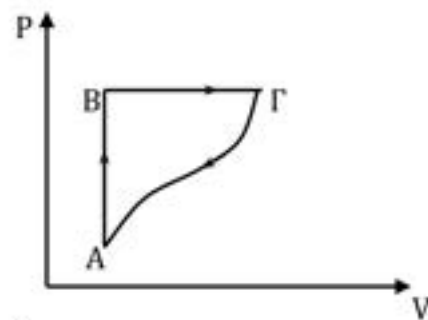


$$\Delta U_{AB}=300\text{J}, Q_{AB}=350\text{J}$$

65. Ιδανικό αέριο εκτελεί διαδοχικά τις αντιστρεπτές μεταβολές AB, ΒΓ, ΓΑ που παριστάνονται στο διάγραμμα P-V του σχήματος.

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

β) Αν κατά τη μεταβολή ΓΑ μεταφέρεται θερμότητα 20J από το αέριο στο περιβάλλον, να βρεθεί το έργο $W_{ΓΑ}$.



α. $\Delta U_{AΓ}=10\text{J}$, β. $W_{ΓΑ}=-10\text{J}$

66. Ποσότητα $n=\frac{2}{R}$ mol ιδανικού αερίου με $\gamma=\frac{5}{3}$, βρίσκεται στην κατάσταση Α, με $V_A=2\cdot 10^{-3}\text{m}^3$ και εσωτερική ενέργεια $U_A=1200\text{J}$. Στη συνέχεια το αέριο εκτελεί τις εξής μεταβολές:

ΑΒ: ισοβαρής εκτόνωση μέχρι όγκο $V_B=3V_A$

ΒΓ: ισόθερμη εκτόνωση

ΓΔ: ισοβαρής ψύξη μέχρι $T_D=\frac{T_A}{2}$

ΔΑ: ισόχωρη θέρμανση

α) Να υπολογιστούν οι τιμές P, V, T σε όλες τις καταστάσεις και να γίνουν τα διαγράμματα P-V και V-T.

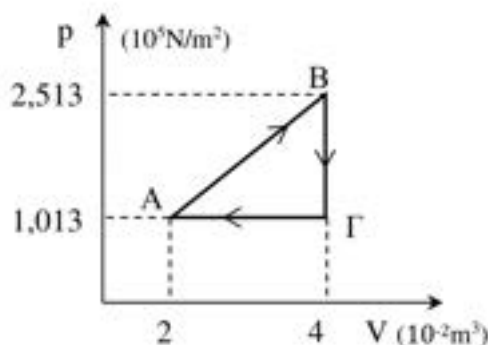
β) Να υπολογίσετε το ολικό έργο στην κυκλική μεταβολή για το αέριο καθώς και όλες τις επιμέρους μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας.

γ) Ποια η τιμή του λόγου $\frac{\Delta U_{ABΓΔ}}{Q_{ΔΑ}}$;

δ) Ποιος ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων: $\frac{v_{r(A)}}{v_{r(B)}}$ και $\frac{v_{r(B)}}{v_{r(Γ)}}$;

$1280\text{J}, 2400\text{J}, 0, -3000\text{J}, 600\text{J}, -1, \frac{\sqrt{3}}{3}, 1$

67. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί την κυκλική μεταβολή του διπλανού σχήματος. Να υπολογίσετε το καθαρό ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο.



$Q_{ολ} = 1500\text{J}$

68. Μια ποσότητα $n=2/R$ mole αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_A=2\cdot 10^{-3}\text{m}^3$ σε πίεση $P_A=4\cdot 10^5\text{N/m}^2$. Το αέριο εκτελεί κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ που αποτελείται από τις πιο κάτω διαδοχικές μεταβολές :

ΑΒ: ισοβαρής μεταβολή με $V_B=4\cdot 10^{-3}\text{m}^3$

ΒΓ: ισόχωρη μεταβολή με $T_Γ=400\text{K}$

ΓΑ: ισόθερμη μεταβολή

Να βρείτε τα Q_{AB} , $Q_{BΓ}$, W_{AB} , $W_{ΓΑ}$.

Δίνεται: $C_p=5R/2$.

$$Q_{AB}=2000J, Q_{BG}=-1200J, W_{AB}=800J, W_{GA}=-560J$$

69. Ιδανικό αέριο ποσότητας $n=2/R \text{ mol}$ βρίσκεται αρχικά στην κατάσταση Α, με πίεση P_0 , όγκο V_0 και θερμοκρασία $T_0=300K$ και εκτελεί την ακόλουθη αντιστρεπτή κυκλική διεργασία ΑΒΓΑ.

ΑΒ: Ισόχωρη θέρμανση μέχρι πίεση $2P_0$.

ΒΓ: Ισόθερμη εκτόνωση μέχρι την αρχική πίεση P_0 .

ΓΑ: Ισοβαρής συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση.

α) Να γίνει το διάγραμμα (P-V).

β) Να βρεθεί η θερμοκρασία ΤΒ.

γ) Να βρεθεί η θερμότητα Q_{AB} .

δ) Να βρεθεί το συνολικό έργο ανά κύκλο.

Δίνονται $C_v=3R/2$ και $\ln 2=0,7$.

$$\beta. T_B=600K, \gamma. Q=900J, \delta. W_{ολ}=240J$$

70. Ιδανικό αέριο εκτελεί κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τρεις επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές.

ισόχωρη θέρμανση $A \rightarrow B$

ισόθερμη εκτόνωση $B \rightarrow \Gamma$

ισοβαρή συμπίεση $\Gamma \rightarrow A$

α) Να παρασταθεί ο κύκλος (ποιοτικά) σε διαγράμματα P-V, P-T, V-T.

β) Να βρεθεί η θερμότητα Q_{BG} , αν δίνονται $W_{ολ}=250J$, $Q_{AB}=300J$, $\gamma=1,4$.

$$Q_{BG}=370J$$

71. Ιδανικό αέριο ποσότητα $n=10/R \text{ mol}$ εκτελεί την ακόλουθη κυκλική διεργασία ΑΒΓΑ.

ΑΒ: Ισοβαρής συμπίεση από θερμοκρασία $T_A=1200K$ έως $T_B=300K$.

ΒΓ: Ισόχωρη θέρμανση έως τη θερμοκρασία $1200K$.

ΓΑ: Ισόθερμη εκτόνωση έως την αρχική κατάσταση.

Δίνεται $\gamma=5/3$ και $\ln 2=0,7$.

Να υπολογιστούν:

α) Το συνολικό έργο ανά κύκλο.

β) Η θερμότητα στις διεργασίες ΑΒ και ΒΓ.

$$\alpha. W_{ολ}=7800J, \beta. Q_{AB}=-22.500J, Q_{BG}=13500J$$

72. Συμπιέζουμε ισόθερμα μια ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου δίνοντάς του έργο $56J$, μέχρι ό όγκος του να γίνει το $1/8$ του αρχικού. Μετά ψύχουμε ισόχωρα μέχρι να αποκτήσει την αρχική πίεση με αποτέλεσμα να μειωθεί η εσωτερική ενέργεια κατά $35J$. Τέλος επαναφέρουμε το αέριο στην αρχική του κατάσταση με μια ισοβαρή εκτόνωση.

α) Να βρεθεί η C_v του αερίου.

β) Να υπολογιστεί το έργο στην ισοβαρή εκτόνωση.

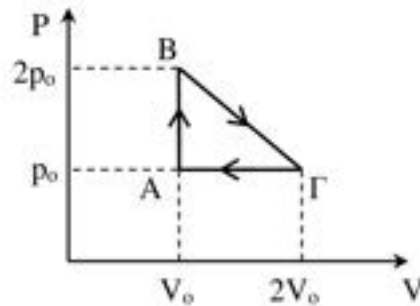
Δίνονται η παγκόσμια σταθερά R και $\ln 2=0,7$.

$$\alpha. C_v=3R/2, W_{ΓΑ}=23,33J$$

73. Δίνεται η κυκλική διεργασία ΑΒΓΑ που φαίνεται στο διάγραμμα (P-V) του σχήματος με $P_0=10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_0=2 \text{ m}^3$. Να υπολογιστούν:

- α) Το συνολικό παραγόμενο έργο ανά κύκλο.
β) Οι θερμότητες στις διεργασίες ΑΒ, ΒΓ και ΓΑ.

Δίνεται ότι αέριο έχει $C_V=3R/2$.



α. 10^5 J , β. $Q_{AB}=3 \cdot 10^5 \text{ J}$ $Q_{BG}=3 \cdot 10^5 \text{ J}$, $Q_{GA}=-5 \cdot 10^5 \text{ J}$

74. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση Α, όπου έχει πίεση $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, όγκο $V_A = 2 \text{ m}^3$ και θερμοκρασία $T_A = 400 \text{ K}$. Το αέριο υφίσταται τις εξής διαδοχικές μεταβολές:

ΑΒ: ισόχωρη θέρμανση μέχρι πίεση $p_B = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

ΒΓ: μεταβολή μέχρι όγκο $V_\Gamma = 6 \text{ m}^3$ τέτοια, ώστε το τμήμα ΒΓ στο διάγραμμα $p - V$ να είναι ευθύγραμμο.

ΓΑ: ισόβαρη συμπίεση.

Στη μεταβολή ΑΒ προσφέρουμε στο αέριο θερμότητα ίση με $2 \cdot 10^6 \text{ J}$.

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

β) Να βρείτε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε μεταβολή.

γ) Να βρείτε τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον στη μεταβολή ΒΓ.

δ) Ποια είναι η μέγιστη θερμοκρασία του αερίου στην κυκλική μεταβολή;

β. $\Delta U_{AB}=2 \cdot 10^6 \text{ J}$, $\Delta U_{BG}=0$, $\Delta U_{GA}=-2 \cdot 10^6 \text{ J}$ γ. $Q_{BG}=16 \cdot 10^5 \text{ J}$ δ. $T_{\max}=1600 \text{ K}$

75. Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση Α, με πίεση $p_0 = 5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$, όγκο $V_0 = 1 \text{ l}$ και θερμοκρασία T_0 , και εκτελεί την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ, όπου:

ΑΒ: ισοβαρής εκτόνωση μέχρι όγκο $V_B = 2V_0$,

ΒΓ: ισόθερμη εκτόνωση μέχρι πίεση $p_\Gamma = p_0/2$,

ΓΔ: ισοβαρής συμπίεση μέχρι όγκο $V_\Delta = V_0$ και

ΔΑ: ισόχωρη θέρμανση.

Αφού απεικονίσετε την κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα $p - V$, να υπολογίσετε το ολικό έργο του αερίου στη μεταβολή αυτή.

Δίνεται: $\ln 2 = 0,7$

$W_{\text{ολ}}=45 \text{ J}$

76. Ποσότητα ιδανικού αερίου $n=20/R$ moles, με $C_V=3R/2$, θερμαίνεται ισόχωρα από $T_1=300 \text{ K}$, στη $T_2=600 \text{ K}$, εκτονώνεται ισοβαρώς μέχρι $T_3=1200 \text{ K}$, εκτονώνεται ισόθερμα και τέλος επανέρχεται με ισοβαρή συμπίεση στην αρχική κατάσταση. Να παρασταθεί η διεργασία σε διάγραμμα, ($P - V$).

Να υπολογιστούν:

α) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας, ΔU , κατά την μετάβαση του αερίου από την θερμοκρασία T_1 στην θερμοκρασία T_3 .

β) Το έργο στην ισοβαρή συμπίεση.

γ) Η συνολική θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του.

δ) Ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του αερίου στις θερμοκρασίες T_1 και T_3 .

Δίνεται $\ln 2=0,69$.

α. $27 \cdot 10^3 \text{ J}$, β. $-18 \cdot 10^3 \text{ J}$, γ. 10560 J , δ. $1/2$

77. Ποσότητα ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_A = 2\ell$ σε θερμοκρασία $T_A = 200\text{K}$ και πίεση $p_A = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο εκτελεί κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις ακόλουθες διαδοχικές μεταβολές:

AB: ισοβαρής εκτόνωση μέχρι η θερμοκρασία του να γίνει $T_B = 600\text{K}$.

BΓ: ισόθερμη εκτόνωση μέχρι η πίεση του να γίνει $p_\Gamma = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

ΓΔ: ισοβαρής συμπίεση μέχρι η θερμοκρασία του να γίνει $T_\Delta = 200\text{K}$.

ΔΑ: ισόθερμη συμπίεση μέχρι η πίεση του να γίνει η αρχική (p_A).

α) Να σχεδιάσετε τις παραπάνω μεταβολές σε διαγράμματα $p - V$ και $p - T$.

β) Να βρείτε το έργο σε κάθε μεταβολή και το συνολικό έργο στην κυκλική μεταβολή.

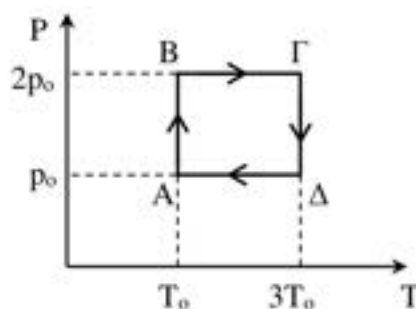
$$\beta. W_{AB}=3200\text{J}, W_{B\Gamma}=4800\ln 4\text{J}, W_{\Gamma\Delta}=-3200\text{J}, W_{\Delta A}=-1600\ln 4\text{J}, W_{\text{ολ}}=3200\ln 4\text{J}$$

78. Δίνεται η κυκλική αντιστρεπτή διεργασία ιδανικού αερίου που φαίνεται στο διάγραμμα ($P-T$) με $P_0=0,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $V_A = 0,1 \text{ m}^3$.

α) Να γίνει το διάγραμμα ($P - V$).

β) Να υπολογιστεί το συνολικό έργο ανά κύκλο.

γ) Να υπολογιστεί το άθροισμα των θερμοτήτων στις διεργασίες BΓ και ΔΑ. Δίνεται $\ln 2=0,69$.



$$\beta. W_{\text{ολ}}=6900\text{J}, \gamma. Q_{B\Gamma}+Q_{\Delta A}=0$$

79. Μια κυκλική αντιστρεπτή διεργασία ABΓΔΑ αποτελείται από τις ακόλουθες επιμέρους μεταβολές:

AB: Ισόχωρη θέρμανση από $P_A=10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A=1\text{m}^3$, $T_A=200\text{K}$, έως την κατάσταση B στην οποία $T_B=3T_A$.

BΓ: Ισόθερμη εκτόνωση μέχρι πίεση $P_\Gamma=P_A/2$.

ΓΔ: Ισόχωρη ψύξη έως τη θερμοκρασία T_A .

ΔΑ: Ισόθερμη συμπίεση έως την αρχική κατάσταση.

α) Να γίνουν τα διαγράμματα ($P-V$) και ($P-T$) και να υπολογιστεί η πίεση P_Δ .

β) Να υπολογιστεί η συνολική θερμότητα ανά κύκλο, που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του. Δίνονται $\ln 6=1,8$, $C_V=3R/2$.

$$\alpha. P_\Delta=10^5/6 \text{ N/m}^2, \beta. Q_{\text{ολ}}=3,6 \cdot 10^5 \text{ J}$$

80. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_A = 1 \text{ m}^3$ σε θερμοκρασία $T_A = 500\text{K}$ και πίεση $p_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο εκτελεί κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις ακόλουθες διαδοχικές μεταβολές:

AB: ισόθερμη εκτόνωση μέχρι ο όγκος να γίνει $V_B = 4 \text{ m}^3$.

BΓ: ισοβαρής συμπίεση μέχρι ο όγκος να γίνει $V_\Gamma = 2 \text{ m}^3$.

ΓΔ: ισόθερμη συμπίεση μέχρι ο όγκος να γίνει $V_\Delta = 1 \text{ m}^3$.

ΔΑ: ισόχωρη θέρμανση μέχρι η θερμοκρασία να γίνει $T_A = 500\text{K}$.

α) Να παραστήσετε την κυκλική μεταβολή σε διαγράμματα $p - V$ και $p - T$.

β) Να βρείτε την εσωτερική ενέργεια του αερίου στην αρχική του κατάσταση.

γ) Να βρείτε το συνολικό έργο του αερίου στην κυκλική μεταβολή.

$$\beta. U=6 \cdot 10^5 \text{ J}, \gamma. W_{\text{ολ}}=2 \cdot 10^5 (3\ln 2 - 1) \text{ J}$$

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

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

ΒΓ: ισόχωρη ψύξη με $T_\Gamma = 400\text{K}$.

ΓΔ: ισοβαρής συμπίεση με $T_\Delta = 200\text{K}$.

ΔΑ: 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: $C_p = \frac{5}{2} R$, $C_v = \frac{3}{2} R$.

$$W_{\text{ολ}}=100\text{J}, Q_{AB}=750\text{J}, Q_{B\Gamma}=-300\text{J}, Q_{\Gamma\Delta}=-500\text{J}, W_{\Delta A}=150\text{J}, Q_{\Delta A}=100\text{J}$$

82. Ποσότητα ιδανικού αερίου $n=2/R$ moles με $C_v=3R/2$ βρίσκεται αρχικά υπό πίεση $P_1=2 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ και όγκο $V_1=1\text{m}^3$. Ψύχεται ισόχωρα μέχρι πίεση $P_2=P_1/2$, μετά εκτονώνεται ισοβαρώς μέχρι τριπλάσιο όγκο, θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι την αρχική πίεση και τέλος επανέρχεται ισοβαρώς στην αρχική κατάσταση.

α) Να παρασταθεί η μεταβολή σε διαγράμματα (P-V) και (V-T).

β) Να υπολογιστεί το συνολικό έργο που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον.

γ) Να υπολογιστούν οι μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας του αερίου στις διεργασίες ΑΒ, ΒΓ.

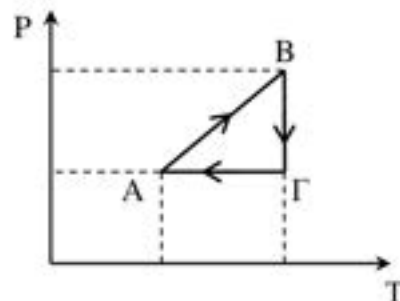
δ) Να υπολογιστούν οι θερμότητες που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του στις διεργασίες, ΓΔ και ΔΑ.

$$\beta. -2 \cdot 10^3\text{J}, \gamma. -1,5 \cdot 10^3\text{J}, 3 \cdot 10^3\text{J}, \delta. 4,5 \cdot 10^3\text{J}, -10 \cdot 10^3\text{J}$$

83. Στο διάγραμμα (P - T) του σχήματος φαίνεται μια κυκλική αντιστρεπτή διεργασία ιδανικού αερίου του οποίου γνωρίζουμε ότι $C_v=3R/2$. Το συνολικό έργο που παράγεται κατά τη διάρκεια ενός κύκλου είναι 500J και η θερμότητα που απορροφά το αέριο κατά τη διεργασία ΒΓ είναι 1000J.

α) Να γίνουν τα αντίστοιχα διαγράμματα (P-V) και (V-T).

β) Να υπολογιστούν οι θερμότητες που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του στις διεργασίες ΑΒ και ΓΑ.



$$\beta. Q_{AB}=750\text{J}, Q_{\Gamma A}=-1250\text{J}$$

84. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_A = 10^{-2} \text{ m}^3$ σε πίεση $p_A = 10^5 \text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία $T_A = 300\text{K}$. Το αέριο θερμαίνεται με σταθερό όγκο μέχρι η θερμοκρασία του να γίνει $T_B = 600\text{K}$. Διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία, δίνουμε στο αέριο θερμότητα μέχρι η πίεση του να γίνει $p_\Gamma = p_A$ και στη συνέχεια το συμπιέζουμε ισοβαρώς μέχρι ο όγκος του να γίνει V_A .

α) Να απεικονίσετε την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ σε διαγράμματα $p - V$, $V - T$ και $p - T$.

β) Να βρείτε το έργο του αερίου σε καθεμία μεταβολή.

γ) Πόσο είναι το συνολικό ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον;

$$\beta. W_{AB}=0, W_{BF}=2 \cdot 10^3 \ln 2 \text{ J}, W_{FA}=-10^3 \text{ J}, \gamma. Q_{\alpha\beta}=10^3(2 \ln 2 - 1) \text{ J}$$

85. Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται αρχικά στην κατάσταση Α με $P_A=3200 \text{ N/m}^2$ και $V_A=1 \text{ m}^3$ και πραγματοποιεί την ακόλουθη αντιστρεπτή κυκλική διεργασία ΑΒΓΑ. Εκτονώνεται αδιαβατικά μέχρι την κατάσταση Β στην οποία $P_B=100 \text{ N/m}^2$, μετά συμπιέζεται ισόθερμα μέχρι την αρχικό όγκο και τέλος θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι την αρχική κατάσταση.

- α) Να απεικονιστεί η διεργασία σε διάγραμμα (P-V).
 β) Να βρεθούν όλα τα επιμέρους έργα καθώς και το συνολικό έργο ανά κύκλο.
 γ) Να βρεθεί η θερμότητα που απορροφά κατά την ισόχωρη θέρμανση.
 δ) Να βρεθεί ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων $v_{\text{ενΑ}}/v_{\text{ενΓ}}$.
 Δίνονται $\ln 2=0,7$ και $\gamma=5/3$.

$$\beta. W_{\alpha\beta}=1920 \text{ J}, \gamma. Q_{\Gamma\text{A}}=3600 \text{ J}, \delta. 2$$

86. Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται αρχικά στην κατάσταση Α με $U_A=20 \text{ J}$. Το αέριο απορροφά θερμότητα $Q_1=180 \text{ J}$ και μεταβαίνει ισόχωρα σε κατάσταση Β. Μετά παίρνει ενέργεια μέσω έργου, $W_2=-50 \text{ J}$ από το περιβάλλον του και μεταβαίνει ισοβαρώς στην κατάσταση Γ, ενώ ταυτόχρονα αποβάλλει στο περιβάλλον θερμότητα $Q_2=-200 \text{ J}$. Από την κατάσταση Γ επιστρέφει στην Α χωρίς ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον του.

- α) Να απεικονιστεί η διεργασία σε διάγραμμα (P-V).
 β) Να βρεθούν οι εσωτερικές ενέργειες, U_B και U_Γ .
 γ) Να βρεθεί το έργο $W_{\Gamma\text{A}}$.

$$\beta. 200 \text{ J}, 50 \text{ J}, \gamma. 30 \text{ J}$$

87. Ιδανικό αέριο κάνει μια αντιστρεπτή κυκλική διεργασία ΑΒΓΑ που αποτελείται από μια αδιαβατική εκτόνωση ΑΒ, ισοβαρή συμπίεση ΒΓ και ισόχωρη θέρμανση ΓΑ. Δίνονται ότι $V_A=1 \text{ m}^3$, $V_B=8 \text{ m}^3$ και $P_B=10^5 \text{ N/m}^2$. Δίνονται ακόμα $C_V=3R/2$, $C_P=5R/2$.

- α) Να γίνει το διάγραμμα (P - V) και να υπολογιστεί η πίεση P_A .
 β) Να βρεθεί ο λόγος των μέσων κινητικών ενεργειών στα Β και Γ, $\overline{K_B} / \overline{K_A}$.
 γ) Να υπολογιστεί το συνολικό έργο του κύκλου.

$$\alpha. 32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2, \beta. K_B/K_\Gamma=8, \gamma. 29 \cdot 10^5 \text{ J}$$

88. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου έχει όγκο $V_1=2\ell$ και πίεση $P_1=1 \text{ atm}$. Το αέριο παθαίνει αρχικά ισοβαρή εκτόνωση και στην συνέχεια μία ισόθερμη συμπίεση, μέχρι ν' αποκτήσει τον αρχικό του όγκο. Κατά την ισοβαρή μεταβολή η ενεργός ταχύτητα των μορίων διπλασιάζεται. Να βρεθούν :

- α) το παραγόμενο έργο κατά την ισοβαρή μεταβολή και
 β) η μεταβολή της ενεργού ταχύτητας των μορίων κατά την ισόθερμη μεταβολή.

$$600 \text{ J}, 0$$

89. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας Α, όπου καταλαμβάνει όγκο $V_A=10\ell$ και ασκεί πίεση $p_A=2 \text{ atm}$. Το αέριο πραγματοποιεί κυκλική μεταβολή που αποτελείται από τις εξής διαδοχικές αντιστρεπτές μεταβολές:

- ΑΒ: ισοβαρή εκτόνωση, στο τέλος της οποίας ο όγκος έχει διπλασιαστεί,
 ΒΓ: αδιαβατική εκτόνωση και
 ΓΑ: ισόθερμη συμπίεση.

Να υπολογιστεί το συνολικά παραγόμενο έργο από το αέριο.

Δίνονται: $\gamma=5/3$ και $\ln 2=0,7$

$$W_{\alpha\beta}=1500 \text{ J}$$

90. Ποσότητα ιδανικού αερίου που βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση ισορροπίας με $P_A = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 0,5 \text{ m}^3$, $T_A = 300 \text{ K}$ εκτελεί την ακόλουθη αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ. Εκτονώνεται ισοβαρώς μέχρι όγκο $V_B = 1 \text{ m}^3$, μετά εκτονώνεται αδιαβατικά μέχρι όγκο V_Γ και τέλος επανέρχεται στην αρχική κατάσταση με μια ισόθερμη συμπίεση. Δίνονται $\gamma = 3/2$, $\ln 2 = 0,69$. Να απεικονιστεί η διεργασία σε διάγραμμα (P-V) και να υπολογιστούν:

- α) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου από την κατάσταση Α στη Β.
- β) Ο όγκος του αερίου στην κατάσταση Γ.
- γ) Το συνολικά παραγόμενο έργο.
- δ) Το ποσοστό της θερμότητας που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον του ανά κύκλο που μετατρέπεται σε συνολικό έργο.

$$\alpha. 6 \cdot 10^5 \text{ J}, \beta. 4 \text{ m}^3, \gamma. 2,79 \cdot 10^5 \text{ J}, \delta. 31\%$$

91. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση Α, 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 ΑΒΓΑ, όπου:

ΑΒ: αδιαβατική εκτόνωση με $V_B = 150 \text{ l}$ και $p_B = 3 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$.

ΒΓ: ισόθερμη συμπίεση με $V_\Gamma = 50 \text{ l}$ και

ΓΑ: ισόχωρη θέρμανση.

Να υπολογίσετε:

- α) την εσωτερική ενέργεια του αερίου στις καταστάσεις Α και Β,
- β) τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον σε κάθε μεταβολή.

$$\text{Δίνεται: } C_V = \frac{3}{2} R.$$

$$\alpha. U_A = 7500 \text{ J}, U_B = 6750 \text{ J}, Q_{AB} = 0, Q_{BC} = -4500 \cdot \ln 3 \text{ J}, Q_{CA} = 750 \text{ J}$$

92. Ιδανικό αέριο με $C_V = 3R/2$, ποσότητας $n = 2/R \text{ mol}$, όπου R η παγκόσμια σταθερά των αερίων, εκτελεί τον ακόλουθο θερμοδυναμικό κύκλο ΑΒΓΑ.

ΑΒ: Αδιαβατική εκτόνωση από όγκο V_1 και θερμοκρασία $T_1 = 800 \text{ K}$ σε όγκο $V_2 = 8V_1$.

ΒΓ: Ισόθερμη συμπίεση μέχρι τον αρχικό όγκο V_1 .

ΓΑ: Ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση.

Να υπολογιστούν:

- α) Το συνολικά παραγόμενο έργο ανά κύκλο.
- β) Η θερμότητα που απορροφά το αέριο ανά κύκλο.

Δίνεται ότι $\ln 8 = 3 \cdot \ln 2$, όπου $\ln 2 = 0,693$.

$$\alpha. 968,4 \text{ J}, \beta. 1800 \text{ J}$$

93. Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε κατάσταση (Α) με πίεση $P_A = 10^5 \text{ N/m}^2$, όγκο $V_A = 10^{-2} \text{ m}^3$ και $T_A = 250 \text{ K}$. Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω μεταβολές:

ΑΒ: ισόχωρη θέρμανση μέχρι η πίεσή του να γίνει διπλάσια

ΒΓ: αδιαβατική εκτόνωση μέχρι η πίεσή του να γίνει ίση με την αρχική και

ΓΑ: ισοβαρή συμπίεση μέχρι την αρχική του κατάσταση (Α).

Αν για το αέριο αυτό ισχύει $\gamma = 5/3$, να υπολογιστούν για κάθε μεταβολή το έργο, η θερμότητα, η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας καθώς και το έργο του κύκλου.

$$\text{Δίνεται } 2^{3/5} = 1,52.$$

$$1500 \text{ J}, 720 \text{ J}, -1300 \text{ J}, -520 \text{ J}, -780 \text{ J}, 200 \text{ J}$$

94. Ιδανικό αέριο θερμικής μηχανής εκτελεί τον ακόλουθο αντιστρεπτό θερμοδυναμικό κύκλο ΑΒΓΑ.

AB: Ισοβαρής εκτόνωση από πίεση $P_A=160\text{N/m}^2$ έως όγκο $V_B=8\text{m}^3$.

BΓ: Ισόχωρη ψύξη έως την κατάσταση Γ.

ΓΑ: αδιαβατική συμπίεση έως την αρχική κατάσταση κατά την οποία ισχύει $PV^\gamma=160\text{N}\cdot\text{m}$ με $\gamma=5/3$.

1) Να παρασταθεί η κυκλική διεργασία σε διάγραμμα P-V.

2) Να υπολογιστούν:

α) Το έργο σε κάθε επιμέρους διεργασία καθώς και το ολικό έργο.

β) Η θερμότητα που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον του.

$\alpha. 1120\text{J}, 0, -180\text{J}, W_{\text{ολ}}=940\text{J}, \beta. 2800\text{J}$

95. Ιδανικό αέριο, ποσότητας $n = 2/R$ moles, με $\gamma = 5/3$, εκτελεί τον ακόλουθο θερμοδυναμικό κύκλο, ΑΒΓΑ. Στην κατάσταση Α έχει $P_A=10^5\text{N/m}^2$, και θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι την κατάσταση Β στην οποία η θερμοκρασία φτάνει στους 3200K . Στη συνέχεια ψύχεται αδιαβατικά μέχρι τη θερμοκρασία $T_\Gamma = 800\text{K}$ και μετά συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι την αρχική κατάσταση. Να υπολογιστούν:

α) Η θερμοκρασία στην κατάσταση Α και η πίεση στην κατάσταση Β.

β) Τα Q, W και ΔU για κάθε μία από τις μεταβολές του αερίου.

γ) Το συνολικά παραγόμενο έργο.

$\alpha. 100\text{K}, 32\cdot 10^5\text{N/m}^2, \beta. Q_{AB}=9300\text{J}, W_{B\Gamma}=7200\text{J}, Q_{\Gamma A}=-3500\text{J}, W_{\Gamma A}=-1400\text{J}, \Delta U_{\Gamma A}=-2100\text{J}$

96. Ιδανικό αέριο με $C_v=1,5R$ εκτελεί την ακόλουθη κυκλική αντιστρεπτή διεργασία. Θερμαίνεται ισόχωρα με $Q_1=1200\text{J}$ σε διπλάσια θερμοκρασία, εκτονώνεται ισόθερμα σε οκταπλάσιο όγκο, ψύχεται ισόχωρα και τέλος με αδιαβατική συμπίεση επανέρχεται στην αρχική κατάσταση.

α) Πόσο είναι το συνολικό έργο που παρήγαγε το αέριο ανά κύκλο;

β) Πόση θερμότητα απέβαλε το αέριο στην ισόχωρη ψύξη; Δίνεται $\ln 2=0,7$

$\alpha. 2460\text{J}, \beta. -2100\text{J}$

97. Ιδανικό αέριο με $C_v = 3R/2$ εκτελεί την ακόλουθη κυκλική αντιστρεπτή διεργασία. Θερμαίνεται ισοβαρώς με $Q_1 = 600\text{J}$ σε τετραπλάσια θερμοκρασία, εκτονώνεται ισόθερμα σε διπλάσιο όγκο, ψύχεται ισόχωρα και τέλος με αδιαβατική συμπίεση επανέρχεται στην αρχική κατάσταση.

α) Πόσο είναι το συνολικό έργο που παρήγαγε το αέριο ανά κύκλο;

β) Πόση θερμότητα απέβαλε το αέριο στην ισόχωρη ψύξη; Δίνεται $\ln 2=0,7$.

$\alpha. 374\text{J}, \beta. -450\text{J}$

98. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου με $V_A = 10\text{m}^3$, $T_A = 200\text{K}$ και $P_A = 10\cdot 10^5\text{N/m}^2$ εκτελεί τις ακόλουθες αντιστρεπτές μεταβολές.

AB: Ισοβαρής εκτόνωση με $T_B = 600\text{K}$.

BΓ: Αδιαβατική εκτόνωση με $T_\Gamma = 300\text{K}$.

ΓΔ: Ισοβαρής συμπίεση με $T_\Delta = 200\text{K}$.

ΔΑ: Ισόθερμη συμπίεση.

α) Να απεικονίσετε τις παρακάτω μεταβολές σε διάγραμμα P - V.

β) Να βρείτε το έργο του αερίου στην κυκλική μεταβολή. Δίνονται $C_v = 3R/2$, $\ln 2 = 0,7$.

$\beta. W_{\text{ολ}}=2\cdot 10^7\text{J}$

99. Ιδανικό αέριο βρίσκεται αρχικά σε συνθήκες $V_A = 4\text{m}^3$, $T_A = 800\text{K}$ και $P_A = 10^5\text{N/m}^2$ και εκτελεί τις ακόλουθες αντιστρεπτές μεταβολές.

AB: Αδιαβατική εκτόνωση με $T_B = 400\text{K}$.

BΓ: Ισόχωρη ψύξη με $T_\Gamma = 200\text{K}$.

ΓΔ: Ισόθερμη συμπίεση με $V_{\Delta} = V_A$.

ΔΑ: Ισόχωρη θέρμανση.

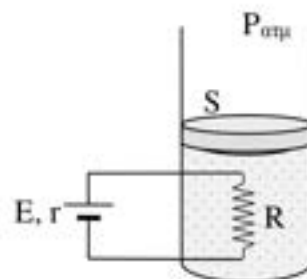
α) Να απεικονίσετε τις παρακάτω μεταβολές σε διάγραμμα $P - V$.

β) Να βρείτε την ολική θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του στην κυκλική μεταβολή.

Δίνονται $C_V = 3R/2$, $\ln 2 = 0,7$.

$$\beta. Q_{ολ} = 4,95 \cdot 10^5 J$$

100. Το κυλινδρικό δοχείο του σχήματος κλείνεται με έμβολο εμβαδού $S = 10 \text{ cm}^2$ και μάζας $m = 10 \text{ kg}$. Το αέριο που βρίσκεται στο δοχείο είναι ιδανικό, βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας και καταλαμβάνει όγκο $V_1 = 1 \text{ l}$. Μέσω μιας αντίστασης προσφέρουμε πολύ αργά στο αέριο θερμότητα $Q = 50 \text{ J}$. Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$, να βρείτε τη μετατόπιση του εμβόλου και τη μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια του αερίου.



Δίνονται: $C_V = \frac{3}{2}R$ και $g = 10 \text{ m/s}^2$. Τριβές δεν υπάρχουν και το δοχείο και το έμβολο είναι μονωτές της θερμότητας.

$$\Delta x = 10 \text{ cm}, \Delta U = 30 \text{ J}$$

101. Κυλινδρικό δοχείο, με αδιαβατικά τοιχώματα, έχει τον άξονά του κατακόρυφο, και κλείνεται στο επάνω μέρος του με αδιαβατικό έμβολο εμβαδού 10 cm^2 και μάζας 10 Kg . Ο κύλινδρος περιέχει ιδανικό αέριο και βρίσκεται σε χώρο όπου η εξωτερική πίεση είναι $P_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Μέσω μιας αντίστασης R που βρίσκεται μέσα στο δοχείο το αέριο θερμαίνεται αργά. Αν το ποσό θερμότητας που προσφέρεται μέσω της αντίστασης είναι $Q = 50 \text{ J}$ να υπολογιστεί :

α) το παραγόμενο έργο

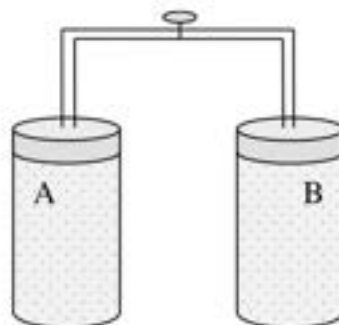
β) η μετατόπιση του εμβόλου

γ) η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

Δίνονται: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $C_V = 3R/2$.

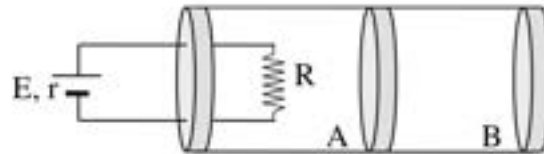
$$20 \text{ J}, 0,1 \text{ m}, 30 \text{ J}$$

102. Δύο δοχεία έχουν σταθερά και αδιαβατικά τοιχώματα και συνδέονται μεταξύ τους με λεπτό σωλήνα που φέρει στρόφιγγα. Στο δοχείο Α περιέχονται $n_1 = 0,3 \text{ mol}$ και στο δοχείο Β $n_2 = 0,5 \text{ mol}$ του ίδιου μονοατομικού αερίου σε θερμοκρασίες $T_1 = 400 \text{ K}$ και $T_2 = 600 \text{ K}$, αντίστοιχα. Να υπολογιστεί η τελική θερμοκρασία του συστήματος όταν ανοίξουμε τη στρόφιγγα.



$$T' = 300 \text{ K}$$

103. Κύλινδρος με αδιαβατικά και ανένδοτα τοιχώματα χωρίζεται σε δύο μέρη Α και Β με αδιαβατικό έμβολο, το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Στο καθένα από τα μέρη Α και Β



υπάρχει ποσότητα $n = \frac{2}{R} \text{ mol}$ ιδανικού αερίου με όγκο V_0 , πίεση p_0 και θερμοκρασία

$T_0 = 300\text{K}$. Με τη βοήθεια μιας αντίστασης θερμαίνουμε αργά το αέριο που είναι στο Α, μέχρι η πίεση να γίνει $p = 32 \cdot p_0$. Να βρείτε:

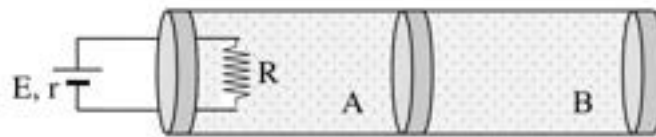
α) τους τελικούς όγκους V_A και V_B και τις τελικές θερμοκρασίες T_A και T_B .

β) την ενέργεια η οποία προσφέρθηκε στο αέριο που υπάρχει στο Β,

γ) τη θερμότητα που απορρόφησε το αέριο το οποίο υπάρχει στο Α.

α. $V_A = 15/8 V_0$, $V_B = 1/8 V_0$, $T_A = 18000\text{K}$, $T_B = 1200\text{K}$, β. $W_B = -2700\text{J}$, γ. $Q_A = 55800\text{J}$

104. Το κυλινδρικό δοχείο, που φαίνεται στο σχήμα, έχει σταθερά και θερμομονωτικά τοιχώματα και χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη με τη βοήθεια θερμομονωτικού εμβόλου το



οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Στο κάθε μέρος, όγκου 8ℓ περιέχονται $n = 2/R \text{ mol}$ ιδανικού αερίου στην ίδια πίεση και ίδια θερμοκρασία $T = 100\text{K}$. Με τη βοήθεια ωμικής αντίστασης θερμαίνουμε το αέριο στο χώρο Α δίνοντας ποσό θερμότητας Q και παρατηρούμε ότι το έμβολο μετατοπίζεται, ενώ όταν ισορροπεί και πάλι, οι θερμοκρασίες στο χώρο Α είναι $T_1 = 800\text{K}$ και στο χώρο Β, $T_2 = 400\text{K}$. Δίνεται ότι το αέριο έχει $\gamma = 3/2$. Να υπολογιστούν:

α) Το ποσό θερμότητας Q .

β) Ο τελικός όγκος του αερίου στο χώρο Β.

α. 1000J , β. $0,5\ell$

105. Οριζόντιο κυλινδρικό δοχείο περιέχει $n = 4/R \text{ mole}$ ιδανικού αερίου, με $C_V = 3R/2$, που έχει πίεση $P_1 = 10^5 \text{N/m}^2$ και θερμοκρασία $T_1 = 300\text{K}$. Το έμβολο έχει εμβαδό $A = 800\text{cm}^2$ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Μέσω μιας αντίστασης που βρίσκεται μέσα στο δοχείο δίνεται στο αέριο θερμότητα $Q = 200\text{J}$. Αν η πίεση του αερίου διατηρείται σταθερή να βρεθούν :

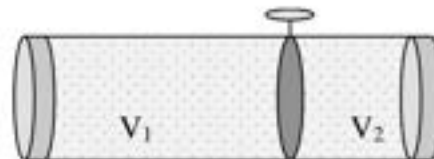
α) το έργο και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου

β) ο τελικός όγκος και η τελική θερμοκρασία του αερίου

γ) η μετατόπιση του εμβόλου.

80J , 120J , $128 \cdot 10^{-4} \text{m}^3$, 320K , 1cm

106. Δοχείο με θερμομονωτικά τοιχώματα όγκου $V = 40\ell$ χωρίζεται με τη βοήθεια θερμομονωτικού διαφράγματος σε δύο μέρη με όγκους $V_1 = 10\ell$ και $V_2 = 30\ell$. Στο ένα μέρος περιέχεται ήλιο υπό πίεση $P_1 = 4,92\text{atm}$ και θερμοκρασία $T_1 = 300\text{K}$ και στο δεύτερο το ίδιο αέριο με



μάζα $n_2 = 1 \text{ mol}$ και πίεση $P_2 = 1,23 \text{ atm}$. Αφαιρούμε το διάφραγμα και κάποια στιγμή αποκαθίσταται η θερμική ισορροπία σε όλο το δοχείο. Τότε, να υπολογιστούν:

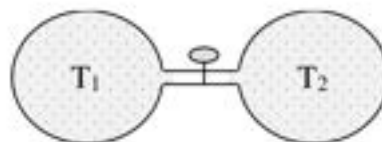
α) Η απόλυτη θερμοκρασία και η πίεση.

β) Η μέση κινητική ενέργεια του κάθε μορίου.

Δίνονται οι σταθερές, $R = 0,082 \text{ l} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$ και $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$.

α. $T=350\text{K}$, $P=2,15\text{atm}$, β. $\bar{K}=742,5 \cdot 10^{-23}\text{J}$

107. Δύο δοχεία όγκου $V = 1 \text{ m}^3$ το καθένα συνδέονται με σωλήνα αμελητέου όγκο ο οποίος έχει στρόφιγγα η οποία είναι αρχικά κλειστή. Στο κάθε δοχείο περιέχεται ήλιο (He) στην ίδια πίεση P και θερμοκρασίες $T_1 = 300 \text{ K}$ και



$T_2 = 400 \text{ K}$ αντιστοίχως. Ανοίγουμε τη στρόφιγγα και όταν το σύστημα έρθει σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας παρατηρούμε ότι βρίσκεται υπό πίεση $P' = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία $T = 350 \text{ K}$.

Να υπολογιστούν:

α) Η αρχική πίεση P .

β) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του συστήματος.

α. $1,96 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, β. 12000 J

108. Μηχανή εσωτερικής καύσης καταναλώνει σε κάθε κύκλο λειτουργίας της θερμότητα 5.000 Joule και αποβάλλει στην εξάτμιση θερμότητα 3.500 Joule . Υπολογίστε το συντελεστή απόδοσης της μηχανής.

α= 0,3

109. Μηχανή Carnot λειτουργεί ανάμεσα στις θερμοκρασίες $T_1=500 \text{ K}$ και $T_2=300 \text{ K}$. Σε κάθε κύκλο αποδίδει έργο $W=2000 \text{ J}$. Υπολογίστε την απόδοση της μηχανής και την ενέργεια που δαπανάται σε κάθε κύκλο.

0,4, 5000Joule

110. Σε μια μηχανή Carnot η θερμή δεξαμενή βρίσκεται σε θερμοκρασία $T_1 = 500 \text{ K}$ και η ψυχρή σε θερμοκρασία $T_2 = 300 \text{ K}$. Σε κάθε κύκλο η μηχανή απορροφά από τη θερμή δεξαμενή θερμότητα $Q_1 = 6000 \text{ J}$. Να βρείτε:

α) τη θερμότητα που αποβάλλει το αέριο στη διάρκεια ενός κύκλου στην ψυχρή δεξαμενή,

β) τον συντελεστή απόδοσης της μηχανής,

γ) την ισχύ της μηχανής σε kW, αν εκτελεί 10 κύκλους το δευτερόλεπτο.

α. $|Q_c| = 3600 \text{ J}$, β. $\alpha = 0,4$, γ. $P = 24 \text{ kW}$

111. Το αέριο μιας ιδανικής μηχανής Carnot απορροφά ανά κύκλο 6000 J από δεξαμενή θερμοκρασίας $T_h=500 \text{ K}$ και αποδίδει θερμότητα Q_c σε δεξαμενή θερμοκρασίας $T_c=300 \text{ K}$. Να βρεθούν:

α) Η θερμότητα Q_c και το συνολικά παραγόμενο έργο ανά κύκλο.

β) Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

γ) Η ισχύς σε kW αν η μηχανή κάνει 10 κύκλους ανά 1 sec.

α. -3600 J , 2400 J , β. $0,4$, γ. 24 kW

112. Μια μηχανή Carnot απορροφά ανά κύκλο θερμότητα 500 J και παράγει ανά κύκλο συνολικό έργο 400 J .

- α) Πόση είναι η θερμότητα που αποδίδει ανά κύκλο η μηχανή στη ψυχρή δεξαμενή;
 β) Ποιος είναι ο λόγος $\lambda = T_h/T_c$ των θερμοκρασιών T_h της θερμής δεξαμενής και T_c της ψυχρής.
 γ) Ποιος είναι ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης της μηχανής;

α. 100J, β. $\lambda=5$, γ. 0,8

113. Μηχανή Carnot εργάζεται μεταξύ των θερμοκρασιών $T_1 = 600\text{K}$, $T_2 = 400\text{K}$ αποδίδοντας ανά κύκλο θερμότητα 800J στη ψυχρή δεξαμενή.

- α) Πόσο έργο παράγεται κατά τη διάρκεια της ισόθερμης εκτόνωσης;
 β) Πόσο είναι το συνολικά παραγόμενο έργο;
 γ) Ποιος είναι ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου;

α. 1200J, β. 400J, γ. 1/3

114. Μια θερμική μηχανή Carnot λειτουργεί μεταξύ δύο δεξαμενών θερμότητας με θερμοκρασίες $T_h = 400\text{K}$ και $T_c = 300\text{K}$. Η θερμότητα που απορροφά ανά κύκλο από τη θερμή δεξαμενή είναι $Q_h = 600\text{J}$. Η μηχανή εργάζεται με συχνότητα 5 κύκλους ανά δευτερόλεπτο. Να υπολογιστούν:

- α) η απόδοση της μηχανής,
 β) το ωφέλιμο έργο που παράγεται από το αέριο σε κάθε κύκλο,
 γ) η θερμότητα που αποβάλλεται σε κάθε κύκλο στην ψυχρή δεξαμενή και
 δ) η ισχύς του κύκλου.

α. $\alpha=25\%$, β. $W_{\omega\phi}=150\text{J}$, γ. $|Q_c|=450\text{J}$, δ. $P_{\omega\phi}=750\text{W}$

115. Σ' ένα κύκλο Carnot η ισόθερμη εκτόνωση του αερίου γίνεται σε θερμοκρασία $T_1=500\text{K}$ και η ισόθερμη συμπίεση σε $T_2=300\text{K}$. Στη διάρκεια της ισόθερμης εκτόνωσης το αέριο απορροφά θερμότητα $Q_1=1000\text{J}$. Να βρείτε :

- α) το έργο που παράγεται από το αέριο στην διάρκεια της ισόθερμης εκτόνωσης,
 β) το έργο που προσφέρεται στο αέριο στην διάρκεια της ισόθερμης συμπίεσης,
 γ) το συνολικό έργο που παράγει το αέριο σ' ένα κύκλο.

1000J, 600J, 400J

116. Σ' ένα κύκλο Carnot το αέριο εκτονώνεται ισόθερμα σε θερμοκρασία $T_1=600\text{K}$ και συμπιέζεται ισόθερμα σε θερμοκρασία $T_2=400\text{K}$. Κατά τη διάρκεια της ισόθερμης εκτόνωσης το αέριο απορροφά από τη θερμή πηγή ποσό θερμότητας $Q_1=1200\text{J}$.

- α) Να βρεθεί η απόδοση του κύκλου,
 β) πόσο είναι το έργο του κύκλου,
 γ) πόσο είναι το ποσό θερμότητας που προσφέρει το αέριο στο περιβάλλον.

$\alpha=1/3$, 400J, 800J

117. Σε μια μηχανή Carnot η θερμή δεξαμενή έχει $T_1=400\text{K}$ και η ψυχρή δεξαμενή $T_2=300\text{K}$.

Να βρεθεί:

- α) Η απόδοση της μηχανής.
 β) Πόση πρέπει να γίνει η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής, χωρίς να μεταβληθεί η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής, ώστε η απόδοση της μηχανής να γίνει τα 2/3 της προηγούμενης.
 γ) Πόσο έργο παράγει αρχικά η μηχανή σε κάθε κύκλο, αν η αντίστοιχη θερμότητα που απορροφά από τη θερμή δεξαμενή είναι $Q_1=1000\text{J}$.

25%, 360 K, 250 J

118. Σ' ένα κύκλο Carnot το παραγόμενο έργο κατά την ισόθερμη εκτόνωση είναι 1000J, ενώ κατά την αδιαβατική είναι 200J. Αν η απόδοση του κύκλου είναι 80% να βρεθούν:

- α) Το συνολικό έργο της μηχανής
 β) Τα έργα κατά την αδιαβατική και ισόθερμη συμπίεση.
 γ) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου στην αδιαβατική εκτόνωση.

α. 800J, β. -200J, -200J, γ. -200J

119. Μια θερμική μηχανή Carnot δουλεύει σε θερμοκρασίες $T_1=500\text{K}$ και $T_2=400\text{K}$ και παράγει έργο $W_1=1000\text{J}$ σε κάθε κύκλο. Τα 80% από την θερμότητα που αποβάλλει πηγαίνουν σε δεύτερη μηχανή, που είναι στην έξοδο της πρώτης και έχει σαν χαμηλή θερμοκρασία $T_3=300\text{K}$. Να υπολογίσετε :

- α) τους συντελεστές απόδοσης e_1 και e_2 των μηχανών,
 β) το έργο που παράγει σε κάθε κύκλο η δεύτερη μηχανή,
 γ) το συντελεστή απόδοσης του συστήματος που αποτελούν οι δύο μηχανές.

20%, 25%, 800J, 36%

120. Μια θερμική μηχανή πραγματοποιεί τον κύκλο Carnot. Κατά την αδιαβατική εκτόνωση ο όγκος του αερίου οκταπλασιάζεται. Να υπολογιστεί η απόδοση της μηχανής. Δίνεται $\gamma=5/3$.

α=75%

121. Σε μηχανή Carnot, που χρησιμοποιεί ιδανικό αέριο με $\gamma = 3/2$, ο όγκος του αερίου κατά την αδιαβατική εκτόνωση τετραπλασιάζεται. Ποιος είναι ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής;

α=0,5

122. Μια μηχανή Carnot χρησιμοποιεί $n=\frac{3}{R}$ moles ιδανικού αερίου με $\gamma=\frac{5}{3}$. Η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής είναι $\theta_1=327^\circ\text{C}$. Το αέριο κατά την ισόθερμη εκτόνωσή του διπλασιάζει τον όγκο του, ενώ το έργο που παράγεται κατά την αδιαβατική εκτόνωση είναι το μισό του έργου που παράγεται κατά την ισόθερμη εκτόνωση.

Να βρεθούν :

- α) Το ποσό θερμότητας που δίνει η θερμή δεξαμενή στο αέριο.
 β) Ο συντελεστής απόδοσης.
 γ) Το έργο που παράγεται σε ένα κύκλο.
 δ) Το ποσό θερμότητας που αποβάλλεται στην ψυχρή δεξαμενή.

α. 1200J β. 7/30 γ. 294J δ. 966J

123. Μια θερμική μηχανή Carnot λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών $T_1=400\text{K}$ και $T_2=300\text{K}$. Αν η μηχανή απορροφάει από τη θερμή δεξαμενή θερμότητα $Q_1=4 \cdot 10^4\text{J}$ σε ένα δευτερόλεπτο να βρείτε:

- α) Την απόδοση της μηχανής.
 β) Την θερμότητα Q_2 που δίνει σε ένα δευτερόλεπτο, η μηχανή στην ψυχρή δεξαμενή.
 γ) Την ισχύ (ωφέλιμη) της μηχανής.

25%, $3 \cdot 10^4\text{J}$, 10^4W

124. Μια μηχανή Carnot απορροφά θερμότητα από δεξαμενή θερμοκρασίας $T_h = 1200\text{K}$ και αποδίδει θερμότητα σε δεξαμενή θερμοκρασίας $T_c = 400\text{K}$. Η ισχύς της μηχανής είναι 60 kW. Να υπολογιστούν οι ρυθμοί απορρόφησης θερμότητας από τη θερμή δεξαμενή και έκλυσης θερμότητας στην ψυχρή δεξαμενή.

$$\frac{Q_h}{t} = 90 \text{ kJ/s}, \frac{|Q_c|}{t} = 30 \text{ kJ/s}$$

125. Ιδανικό αέριο με $\gamma = 5/3$ κάνει μια αντιστρεπτή κυκλική διεργασία ΑΒΓΔΑ που αποτελείται από μια ισοβαρή εκτόνωση ΑΒ, μια ισόχωρη ψύξη ΒΓ, μια ισοβαρή συμπίεση ΓΔ και μια ισόχωρη θέρμανση ΔΑ. Αν δίνονται $P_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_A = 300 \text{ K}$, $T_B = 500 \text{ K}$, $T_\Gamma = 250 \text{ K}$ και $T_\Delta = 150 \text{ K}$ να υπολογιστούν:

- α) Το συνολικά παραγόμενο έργο.
 β) Η θερμότητα που απορροφά το αέριο κατά τη διάρκεια του κύκλου.
 γ) Η απόδοση του κύκλου.

α. 200J, β. 1450J, γ. 4/29

126. Ιδανικό αέριο κάνει μια αντιστρεπτή κυκλική διεργασία ΑΒΓΑ που αποτελείται από μια αδιαβατική εκτόνωση ΑΒ, ισοβαρή συμπίεση ΒΓ και ισόχωρη θέρμανση ΓΑ. Δίνονται ότι, το συνολικό έργο που παράγεται ανά κύκλο είναι 400J, η θερμότητα που αποβάλλεται κατά την ισοβαρή συμπίεση είναι 480J και η μείωση της εσωτερικής ενέργειας στη διεργασία ΒΓ είναι 300J. Να υπολογιστούν:

- α) Ο συντελεστής απόδοσης του κύκλου.
 β) Το έργο που παράγεται κατά την αδιαβατική εκτόνωση.

α. $\alpha=0,45$, β. 580J

127. Ιδανικό αέριο θερμαίνεται ισόχωρα από θερμοκρασία T σε θερμοκρασία $2T$, μετά εκτονώνεται ισόθερμα και τέλος επανέρχεται στην αρχική κατάσταση με μια ισοβαρή συμπίεση. Αν δίνεται για το αέριο ότι $\gamma=5/3$ και $\ln 2=0,7$, να βρεθεί η απόδοση της θερμικής μηχανής που εκτελεί τον αντίστοιχο κύκλο.

$\epsilon=4/29$

128. Ιδανικό αέριο, με $\gamma = 5/3$, βρίσκεται σε αρχική κατάσταση Α με πίεση $P_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, όγκο $V_A = 0,1 \text{ m}^3$, και απόλυτη θερμοκρασία T_A , εκτελεί την ακόλουθη κυκλική αντιστρεπτή διεργασία ΑΒΓΔΑ.

ΑΒ: Ισοβαρής εκτόνωση μέχρι όγκο $2V_A$.

ΒΓ: Ισόχωρη ψύξη μέχρι πίεση $P_A/4$.

ΓΔ: Ισοβαρής συμπίεση μέχρι όγκο V_A .

ΔΑ: Ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση.

α) Να παρασταθεί η διεργασία σε διαγράμματα P-V, P-T και V-T.

β) Να υπολογιστεί το συνολικό έργο ανά κύκλο.

γ) Να υπολογιστεί ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου.

β. 0,3,105J, γ. $\alpha=0,207$

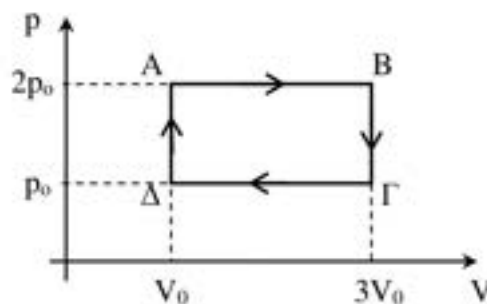
129. Μια ποσότητα αερίου διαγράφει την κυκλική μεταβολή του σχήματος παράγοντας έργο 1000J σε κάθε κύκλο. Να υπολογίσετε:

α) Το έργο στις μεταβολές ΑΒ και ΓΔ.

β) Τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον στις μεταβολές ΒΓ και ΓΔ.

γ) Την απόδοση του κύκλου.

Δίνεται για το αέριο $\gamma=5/3$



α. 2000J, -1000J β. -2500J, -2250J γ. $\alpha=0,17$

130. Ποσότητα ιδανικού αερίου, με $C_v = 3R/2$, καταλαμβάνει αρχικά όγκο $V = 0,2\text{m}^3$ και βρίσκεται υπό πίεση 10^5 N/m^2 και στη συνέχεια θερμαίνεται ισοβαρώς έως διπλασιασμό της θερμοκρασίας, ψύχεται ισόχωρα και επανέρχεται στην αρχική κατάσταση με μια ισόθερμη συμπίεση. Δίνεται $\ln 2 = 0,69$. Να υπολογιστούν:

- α) Η πίεση στο τέλος της ισόχωρης διεργασίας.
- β) Το συνολικό έργο.
- γ) Ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου.
- δ) Ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης μιας μηχανής Carnot η οποία θα εργαζότανε μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών.

$$\alpha. P=0,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \quad \beta. W= 6200 \text{ J} \quad \gamma. \alpha=0,124, \delta. \alpha_{\text{Carnot}}= 0,5$$

131. Αέριο εκτελεί τις εξής μεταβολές:

AB: ισόχωρη θέρμανση μέχρι να διπλασιαστεί η πίεση

BΓ: ισόθερμη εκτόνωση μέχρι την αρχική πίεση

ΓΑ: ισοβαρή συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση

Αν το έργο κατά την μεταβολή ΓΑ είναι -400 J και $C_v=3/2 R$

- α) Να κάνετε τη γραφική παράσταση της κυκλικής μεταβολής σε άξονες P-V.
- β) Να υπολογίσετε τις θερμότητες στις μεταβολές AB, BΓ και ΓΑ.
- γ) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο.
- δ) Να βρείτε το συντελεστή απόδοσης της μηχανής

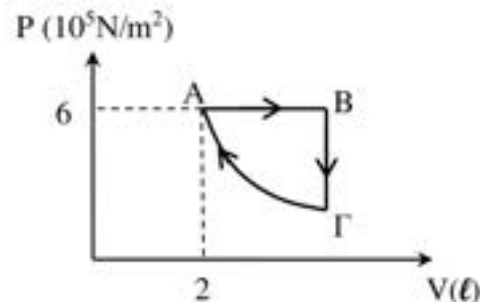
$$\beta. 600 \text{ J}, 560 \text{ J}, -1000 \text{ J} \quad \gamma. 160 \text{ J}, \delta. \alpha=0.17$$

132. Ποσότητα n moles μονατομικού ιδανικού αερίου παθαίνει την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή που αποτελείται από μια ισοβαρή εκτόνωση (1 – 2) από όγκο V_1 σε όγκο $V_2 = 2 V_1$, μια ισόχωρη ψύξη (2 – 3) μέχρι την αρχική θερμοκρασία T_1 και τέλος μια ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση. Να βρεθεί ο βαθμός απόδοσης του κύκλου.

$$\alpha = 12\%.$$

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

- α) Ο όγκος στην κατάσταση Β.
 - β) Η θερμότητα που απορροφά ή αποβάλλει το αέριο κατά την μεταβολή BΓ.
 - γ) Η θερμότητα Q_c την οποία αποβάλλει συνολικά το αέριο στη διάρκεια του κύκλου.
 - δ) Η απόδοση του κύκλου
- Δίνεται $C_v=3/2 R$.



$$\alpha. 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad \beta. -1800 \text{ J} \quad \gamma. -2640 \text{ J} \quad \delta. \alpha=0.12$$

134. Ιδανικό μονοατομικό αέριο βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α με όγκο V_A και πίεση $P_A = 10^6 \text{ N/m}^2$. Από την κατάσταση Α υποβάλλεται στις εξής αντιστρεπτές διεργασίες.

AB: Ισοβαρής εκτόνωση μέχρι την κατάσταση ισορροπίας B με $V_B = 4V_A$ κατά την οποία παράγει έργο $W_{AB} = 3 \cdot 10^3 \text{ J}$.

BΓ: Αδιαβατική εκτόνωση μέχρι την κατάσταση Γ με όγκο V_Γ και πίεση P_Γ με

$$\ln \frac{V_A}{V_B} = -5,25.$$

ΓΑ: Ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση Α.

Ζητούνται:

α) Ο όγκος V_A .

β) Ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων $v_{\text{cvB}} / v_{\text{cvA}}$ στις καταστάσεις B και Γ.

γ) Η θερμότητα που απορροφά το αέριο στη διεργασία AB.

δ) Ο συντελεστή απόδοσης.

Δίνονται $C_v = 3R/2$, $C_p = 5R/2$.

$$\alpha. 10^{-3} \text{ m}^3, \beta. 2, \gamma. 7,5 \cdot 10^3 \text{ J}, \delta. \alpha=0,3$$

135. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί κυκλική μεταβολή ABΓΑ, όπου:

AB: ισόχωρη ψύξη με $V_A = 2 \text{ m}^3$,

BΓ: ισοβαρής ψύξη με $V_\Gamma = 1 \text{ m}^3$ και

ΓΑ: μεταβολή κατά την οποία ισχύει η σχέση: $p = 600 + 400V$ (S.I.)

Να βρείτε:

α) το έργο που παράγεται στην κυκλική μεταβολή,

β) τον συντελεστή απόδοσης της μηχανής.

$$\text{Δίνεται: } C_v = \frac{3}{2} R.$$

$$\alpha. W=200 \text{ J}, \beta. \alpha=0,051$$

136. Ιδανικό αέριο καταλαμβάνει αρχικά όγκο $V_A = 0,1 \text{ m}^3$ και εκτελεί αντιστρεπτή διεργασία κατά την οποία η πίεση μεταβάλλεται ως προς τον όγκο σύμφωνα με τη σχέση $P = (2 + 40V) \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ έως ότου ο όγκος να γίνει $0,2 \text{ m}^3$. Στη συνέχεια ψύχεται ισόχωρα και επανέρχεται στην αρχική κατάσταση με μια ισοβαρή συμπίεση. Δίνεται $C_v = 3R/2$.

α) Να σχεδιαστεί η διεργασία ABΓΑ σε διάγραμμα P-V.

β) Να βρεθεί το συνολικό έργο ανά κύκλο;

γ) Να βρεθεί η θερμότητα που απορροφά το αέριο ανά κύκλο;

δ) Να βρεθεί ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου;

$$\beta. 2 \cdot 10^4 \text{ J}, \gamma. 29 \cdot 10^4 \text{ J}, \delta. \alpha=2/29$$

137. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται την κυκλική μεταβολή ABΓΑ, όπου:

AB: ισοβαρής εκτόνωση με $P_A = 160 \text{ N/m}^2$ και $V_B = 8 \text{ m}^3$,

BΓ: ισόχωρη ψύξη και

ΓΑ: αδιαβατική συμπίεση.

Αν στην αδιαβατική συμπίεση ΓΑ ισχύει η σχέση $p \cdot V^{5/3} = 160 \text{ N} \cdot \text{m}^3$, να απεικονίσετε την κυκλική μεταβολή ABΓΑ σε διάγραμμα p - V και να υπολογίσετε:

α) το έργο και τη θερμότητα για κάθε μεταβολή καθώς και το ολικό έργο $W_{\text{ολ}}$,

β) τον συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής της οποίας το ιδανικό αέριο εκτελεί την παραπάνω κυκλική μεταβολή.

$$W_{AB}=1120 \text{ J}, Q_{AB}=2800 \text{ J}, W_{B\Gamma}=0, Q_{B\Gamma}=-1860 \text{ J}, Q_{\Gamma A}=0, W_{\Gamma A}=-180 \text{ J}, W_{\text{ολ}}=940 \text{ J}, \alpha=0,335$$

138. Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας $n=2/R \text{ moles}$ βρίσκεται αρχικά στην κατάσταση Α όπου $P_A=10^5 \text{ N/m}^2$ και $T_A=100 \text{ K}$ και θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι την

κατάσταση B, μετά εκτονώνεται αδιαβατικά μέχρι όγκο $V_{\Gamma} = 8V_A$ και τέλος επανέρχεται στην αρχική κατάσταση με μια ισοβαρή συμπίεση.

α) Να γίνει το διάγραμμα P-V.

β) Να υπολογιστούν P_B και T_B και T_{Γ} .

γ) Να υπολογιστεί το ολικό έργο ανά κύκλο.

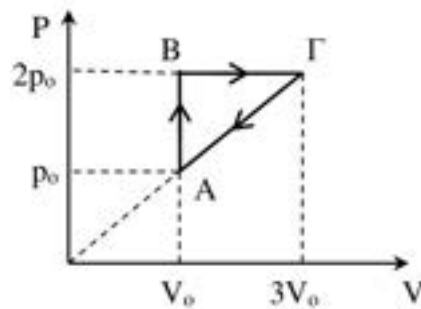
δ) Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης.

Δίνονται $C_v = 3R/2$ και $C_p = 5R/2$.

β. $32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, 3200K , 800K , $\gamma 5800\text{J}$, $\delta 0,62$

139. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί τον κύκλο που απεικονίζεται στο διπλανό διάγραμμα. Να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της μηχανής.

Δίνεται: $C_p = \frac{5}{2}R$.



$$\alpha = \frac{2}{23}$$

140. Ποσότητα $n=10/R$ moles ιδανικού αερίου, όπου R η παγκόσμια σταθερά των αερίων, με $\gamma=5/3$, που βρίσκεται σε αρχική κατάσταση A (P_A, V_A, T_A) εκτελεί τον ακόλουθο θερμοδυναμικό κύκλο:

AB: ισόχωρη θέρμανση από πίεση P_A σε $3P_A$.

BΓ: ισοβαρή εκτόνωση από όγκο V_A σε $2V_A$.

ΓΔ: ισόχωρη ψύξη στην αρχική πίεση P_A .

ΔΑ: ισοβαρή συμπίεση στην αρχική κατάσταση.

α) Αν το αέριο απορροφά ανά κύκλο, θερμότητα 52.500J να υπολογιστεί η θερμοκρασία T_A .

β) Πόσο είναι το καθαρό έργο που παράγεται ανά κύκλο;

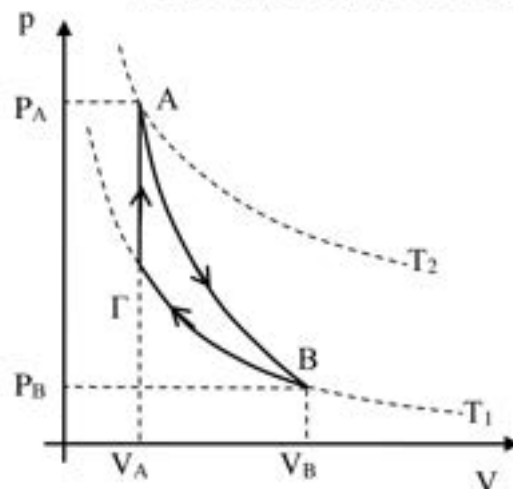
γ) Πόση είναι η απόδοση του κύκλου.

δ) Πόση θα ήταν η απόδοση μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ακραίων τιμών θερμοκρασίας του ανωτέρω κύκλου ABΓΔΑ;

α. $T_A=500\text{K}$ β. 10000J , γ. 19% , δ. $83,3\%$

141. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής υφίσταται την κυκλική μεταβολή ABΓΑ που απεικονίζεται στο διπλανό διάγραμμα. Αν $T_2 = 2T_1$, να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης της μηχανής.

Δίνονται: $C_v = \frac{3}{2}R$ και $\ln 2 = 0,7$



$$\alpha=0,3$$

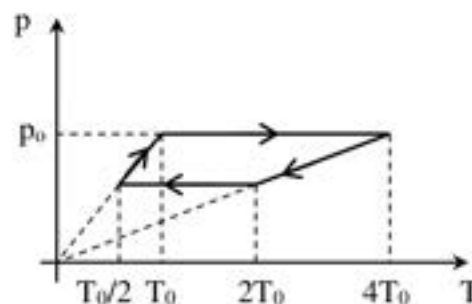
142. Ιδανικό αέριο βρίσκεται αρχικά στη κατάσταση Α, όπου $V_A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $P_A = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $T_A = 600 \text{ K}$ και εκτελεί τον ακόλουθο αντιστρεπτό θερμοδυναμικό κύκλο ΑΒΓΔΑ:

Εκτονώνεται ισόθερμα από την κατάσταση Α στην κατάσταση Β, με $V_B = 4V_A$ μετά ψύχεται ισόχωρα έως την κατάσταση Γ με $T_\Gamma = 300 \text{ K}$, στη συνέχεια συμπιέζεται ισόθερμα μέχρι την κατάσταση Δ, όπου $V_\Delta = V_A$ και τέλος επανέρχεται ισόχωρα στην αρχική κατάσταση. Να βρεθούν:

- Η πίεση στην κατάσταση Δ.
 - Το συνολικά παραγόμενο έργο ανά κύκλο.
 - Η θερμότητα που απορροφά το αέριο ανά κύκλο.
 - Ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης της κυκλικής διεργασίας.
- Δίνονται $C_v = 3R/2$ και $\ln 4 = 1,4$.

$$\alpha. P = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2, \beta. W = 1120 \text{ J}, \gamma. Q_h = 3440 \text{ J}, \delta. a = 0,33$$

143. Θερμική μηχανή χρησιμοποιεί ιδανικό μονοατομικό αέριο και πραγματοποιεί την κυκλική μεταβολή που παριστάνεται στο διάγραμμα $p - T$ του σχήματος. Στην κατάσταση ισορροπίας ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο είναι V_0 . Να υπολογιστεί η απόδοση της θερμικής μηχανής.



$$a = \frac{6}{33}$$

144. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου, η οποία αρχικά βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α με $V_A = 5 \text{ m}^3$ και $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, υφίσταται κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ που αποτελείται από τις ακόλουθες διαδοχικές μεταβολές:

ΑΒ: ισοβαρής εκτόνωση μέχρι ο όγκος να γίνει $V_B = 10 \text{ m}^3$.

ΒΓ: αδιαβατική εκτόνωση μέχρι τη θερμοκρασία $T_\Gamma = T_A$.

ΓΑ: ισόθερμη συμπίεση.

Να βρείτε:

- το έργο W σε κάθε μεταβολή,
- την ισχύ μιας θερμικής μηχανής της οποίας το ιδανικό αέριο εκτελεί τον παραπάνω κύκλο, αν η μηχανή αυτή πραγματοποιεί 10 κύκλους το δευτερόλεπτο.

Δίνονται: $C_v = \frac{3}{2} R$, $\gamma = 5/3$ και $\ln 2 = 0,7$.

$$W_{AB} = 10 \cdot 10^5 \text{ J}, W_{BG} = 15 \cdot 10^5 \text{ J}, W_{GA} = -17,5 \cdot 10^5 \text{ J}, P = 75 \cdot 10^5 \text{ W}$$

145. Ποσότητα ιδανικού αερίου, με $\gamma = 3/2$, που βρίσκεται αρχικά στη κατάσταση Α με $P_A = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 0,01 \text{ m}^3$, και $T_A = 200 \text{ K}$, εκτελεί τον ακόλουθο αντιστρεπτό θερμοδυναμικό κύκλο ΑΒΓΔΑ.

ΑΒ: Ισοβαρής εκτόνωση έως $T_B = 1000 \text{ K}$.

ΒΓ: Αδιαβατική εκτόνωση έως $T_\Gamma = 250 \text{ K}$.

ΓΔ: Ισόχωρη ψύξη έως $T_\Delta = T_A$.

ΔΑ: Ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση.

Να υπολογιστούν:

- Οι όγκοι V_B και V_Γ .
- Ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου.

Δίνεται $\ln 80 = 4,38$.

$$\alpha. V_B = 0,05 \text{ m}^3, V_\Gamma = 0,8 \text{ m}^3, \beta. 0,593$$

146. Ιδανικό αέριο βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση Α με $V_A = 0,2 \text{ m}^3$ και $P_A = 3,2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Το αέριο εκτελεί τις εξής διεργασίες:

ΑΒ: Ισοβαρή εκτόνωση μέχρι τετραπλασιασμό της θερμοκρασίας.

ΒΓ: Αδιαβατική εκτόνωση.

ΓΑ: Ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση.

Να γίνει το διάγραμμα P-V και να υπολογιστούν:

α) Οι όγκοι V_B και V_G και η πίεση P_G .

β) Η θερμότητα που απορροφά το αέριο και το συνολικό έργο που παράγεται ανά κύκλο.

γ) Ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου.

Δίνεται $\ln(1/32) = -\ln 32 = -5\ln 2 = -3,5$.

α. $0,8 \text{ m}^3$, $6,4 \text{ m}^3$, 10^4 N/m^2 , β. $3,84 \cdot 10^5 \text{ J}$, $1,6 \cdot 10^5 \text{ J}$ γ. $\alpha = 0,41$

147. Ιδανικό αέριο που αρχικά βρίσκεται σε πίεση P_0 , καταλαμβάνει όγκο V_0 και έχει θερμοκρασία T_0 εκτελεί κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή ΑΒΓΑ η οποία αποτελείται από τις ακόλουθες επιμέρους μεταβολές.

ΑΒ: Ισοβαρής εκτόνωση μέχρι τη θερμοκρασία $4T_0$.

ΒΓ: Αδιαβατική εκτόνωση μέχρι την αρχική θερμοκρασία, στην οποία δίνεται ότι $V_G = 32V_0$.

ΓΑ: Ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση.

α) Να σχεδιαστεί η διεργασία σε διάγραμμα P-V και να υπολογιστεί το πηλίκο, $\gamma = C_p/C_v$.

β) Να υπολογιστεί ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου. Δίνεται $\ln 2 = 0,7$.

α. $\gamma = 5/3$, β. $\alpha = 8/15$

148. Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε αρχική κατάσταση ισορροπίας Α με θερμοδυναμικές μεταβλητές P_0 , V_0 , T_0 και εκτελεί τον ακόλουθο αντιστρεπτό θερμοδυναμικό κύκλο ΑΒΓΔΑ, που αποτελείται από τις εξής διεργασίες:

ΑΒ: Ισοβαρή εκτόνωση μέχρι θερμοκρασία $4T_0$.

ΒΓ: Ισόθερμη εκτόνωση μέχρι πίεση $P_0/3$.

ΓΔ: Ισοβαρή συμπίεση.

ΔΑ: Ισόθερμη συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση.

1) Να παρασταθεί η διεργασία ΑΒΓΔΑ σε διαγράμματα P-V και P-T.

2) Να υπολογιστούν:

α) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου από την κατάσταση Α έως την Γ.

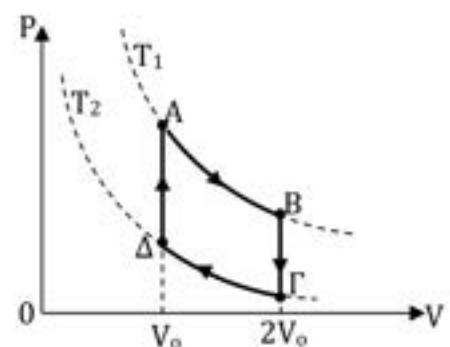
β) Ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου.

Δίνονται $nR=2$, όπου R η παγκόσμια σταθερά των αερίων, $T_0 = 600 \text{ K}$, $\gamma = 5/3$ και $\ln 3 = 1,1$.

α. $\Delta U_M = 5400 \text{ J}$, β. $\alpha = 0,277$

149. Να βρεθεί η απόδοση μηχανής της οποίας το αέριο ($C_v = 5R/2$) εκτελεί τον κύκλο του διπλανού σχήματος. Δίνεται ότι η απόδοση της μηχανής Carnot, που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ισόθερμων T_1 και T_2 είναι 50%.

α. $7/29$



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

ΑΒ: ισόθερμη εκτόνωση, ώστε ο όγκος του να γίνει $V_B = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

ΒΓ: ισόχωρη ψύξη μέχρι τη θερμοκρασία $T_\Gamma = 300 \text{ K}$.

ΓΔ: ισόθερμη συμπίεση με $V_\Delta = V_A$.

ΔΑ: ισόχωρη θέρμανση.

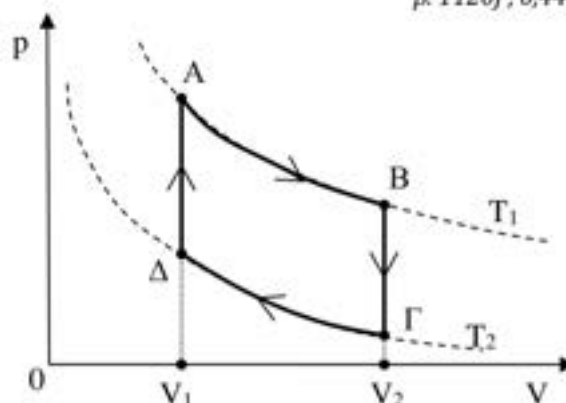
α) Να παρασταθεί η μεταβολή σε άξονες $P - V$.

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

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

$\beta. 1120 \text{ J}$, $0,44$ γ. -2

153. Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή που παριστάνεται στο διπλανό διάγραμμα ($p-V$). Η κυκλική μεταβολή αποτελείται από δύο ισόθερμες μεταβολές ΑΒ, ΓΔ και από δύο ισόχωρες ΒΓ, ΔΑ. Η θερμοκρασία της ΑΒ είναι $T_1 = 500 \text{ K}$ ενώ η θερμοκρασία της ΓΔ είναι $T_2 = 300 \text{ K}$. Το έργο που παράγει το αέριο κατά την ισόθερμη εκτόνωση ΑΒ είναι $W_{AB} = 1500 \text{ J}$. Η θερμότητα που απορροφά το αέριο κατά την ισόχωρη θέρμανση ΔΑ είναι $Q_{\Delta A} = 500 \text{ J}$.



Να υπολογίσετε:

α) Το έργο του αερίου κατά την ισόθερμη συμπίεση ΓΔ.

β) Το ωφέλιμο έργο της μηχανής για κάθε κύκλο της.

γ) Το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

δ) Αν έχουμε μια μηχανή Carnot με την ίδια απόδοση που χρησιμοποιεί την ίδια θερμη δεξαμενή θερμότητας, ποια πρέπει να είναι η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής της.

$\alpha. -900 \text{ J}$, $\beta. 600 \text{ J}$, $\gamma. 0,3$ δ. 350 K

155. Ιδανική θερμική μηχανή χρησιμοποιεί ιδανικό αέριο που εκτελεί τον ακόλουθο αντιστρεπτό κύκλο, ΑΒΓΔΑ.

ΑΒ: Ισοβαρής εκτόνωση υπό πίεση P_1 .

ΒΓ: Αδιαβατική εκτόνωση έως πίεση P_2 .

ΓΔ: Ισοβαρής συμπίεση υπό πίεση P_2 .

ΔΑ: Αδιαβατική συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση.

Αν δίνεται ότι, $P_1 = 8P_2$, και $\gamma = 3/2$ να υπολογιστεί ο ιδανικός συντελεστής απόδοσης του κύκλου.

$\alpha=0,5$