

Επανάληψη των Κεφαλαίων 1 και 2 Φυσικής Γ Έσπερινού Κατεύθυνσης

Φυσικά μεγέθη, μονάδες μετρήσεως (S.I) και μετατροπές

P: Η πίεση ενός αερίου σε N/m^2 ($1\text{atm}=1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$).

V: Ο όγκος του αερίου σε m^3 ($1\text{m}^3=10^3\text{L}$)

T: Η θερμοκρασία του αερίου σε βαθμούς Κέλβιν ($^{\circ}\text{T}={}^{\circ}\text{C}+273$)

R: Παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων

$$R=8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{grad}) \quad [R=0,082 \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{grad})]$$

N: Αριθμός μορίων του αερίου ($N=N_A \cdot n$)

N_A : Αριθμός Avogadro

n: Αριθμός mol του αερίου

m: Η μάζα κάθε μορίου (kg)

\bar{v}^2 : Η μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων του αερίου

k: Η σταθερά του Boltzmann ($k = \frac{R}{N_A} = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J}/(\text{μοριο } ^{\circ}\text{K})$)

Καταστατική Εξίσωση των Ιδανικών αερίων

Ιδανικό αέριο είναι το αέριο για το οποίο ισχύει η καταστατική εξίσωση ακριβώς σε όλες τις πιέσεις και θερμοκρασίες.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Κινητική Θεωρία

-Παραδοχές για τα ιδανικά αέρια

1. Τα μόρια του αερίου συμπεριφέρονται σαν μικροσκοπικές απόλυτα ελαστικές σφαίρες.
2. Ο συνολικός όγκος των μορίων του αερίου μπορεί να θεωρηθεί αμελητέος σε σχέση με τον όγκο του δοχείου στο οποίο βρίσκεται.
3. Στα μόρια δεν ασκούνται δυνάμεις παρά μόνο τη στιγμή της κρούσης με άλλα μόρια ή με τα τοιχώματα του δοχείου.
4. Οι κρούσεις των μορίων με τα τοιχώματα είναι ελαστικές.

-Αποτελέσματα

1. Η πίεση, που ασκείται στα τοιχώματα του δοχείου λόγω του αερίου που είναι κλεισμένο σε αυτό, οφείλεται στις δυνάμεις που ασκούν τα μόρια του αερίου στα τοιχώματα κατά τις κρούσεις τους με αυτά.

Η πίεση του αερίου εξαρτάται από τις ταχύτητες των μορίων του αερίου ως εξής:

$$p = \frac{1}{3} \frac{Nm\bar{v}^2}{V}$$

2. Η θερμοκρασία του αερίου εξαρτάται από τις ταχύτητες των μορίων του αερίου ως εξής:

$$T = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{k} \left(\frac{1}{2} m \bar{v}^2 \right)$$

3. Η καταστατική παίρνει την μορφή
 $PV=NkT$

4. Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου συνδέεται με την θερμοκρασία του αερίου:

$$\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{3}{2} kT$$

Κατάσταση Θερμοδυναμικής Ισορροπίας

Μία ποσότητα αερίου βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας όταν η πίεση, η πυκνότητα και η θερμοκρασία του έχουν την ίδια τιμή σε όλη την έκτασή του αερίου.

Η κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας ενός συστήματος μπορεί να παρασταθεί γραφικά με ένα σημείο.

Αντιστρεπτή μεταβολή

Η μεταβολή κατά την οποία ένα σύστημα μεταβαίνει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική μέσω διαδοχικών καταστάσεων ισορροπίας ονομάζεται αντιστρεπτή.

Η αντιστρεπτή μεταβολή παριστάνεται γραφικά με μια συνεχή γραμμή.

Έργο παραγόμενο από το αέριο κατά την διάρκεια μεταβολών όγκου (W)

Το έργο ενός αερίου σε μια αντιστρεπτή μεταβολή είναι αριθμητικά ίσο με το εμβαδόν της επιφάνειας από την γραμμή του διαγράμματος μέχρι τον άξονα V, στο διάγραμμα P-V.

Στις εκτονώσεις $\Delta V > 0$ είναι $W > 0$ ενώ στις συμπιέσεις $\Delta V < 0$ είναι $W < 0$.

Θερμότητα (Q)

Η ενέργεια που μεταφέρεται λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας δύο σωμάτων ονομάζεται θερμότητα.

Όταν ένα αέριο προσλαμβάνει θερμότητα από το περιβάλλον τότε $Q > 0$, ενώ όταν αποβάλλει θερμότητα προς το περιβάλλον τότε $Q < 0$.

Εσωτερική ενέργεια ενός ιδανικού αερίου (U)

Η ενέργεια που εμπεριέχεται στο αέριο λόγω της κινητικής ενέργειας των μορίων του. Η εσωτερική ενέργεια ορισμένης

ποσότητας ιδανικού αερίου εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία του.

$$U = \frac{3}{2} NkT$$

Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας εξαρτάται μόνο από την αρχική και την τελική κατάσταση του συστήματος και όχι από τον τρόπο που πραγματοποιήθηκε. (Σε κυκλική μεταβολή είναι μηδέν $\Delta U=0$)

Στις θερμάνσεις $\Delta T > 0$ είναι $\Delta U > 0$ ενώ στις ψύξεις $\Delta T < 0$ είναι $\Delta U < 0$.

1ος Θερμοδυναμικός Νόμος : $Q = W + \Delta U$

Το ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει ένα αέριο με το περιβάλλον του είναι ίσο με το άθροισμα του έργου που παράγει ή καταναλώνει και τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας.

2ος Θερμοδυναμικός Νόμος:

Διατύπωση Kelvin - Planck

Είναι αδύνατη η κατασκευή μιας θερμικής μηχανής στην οποία ένα αέριο εκτελώντας κυκλική μεταβολή να μετατρέπει ένα δεδομένο ποσό θερμότητας εξ'ολοκλήρου σε ωφέλιμο έργο.

Διατύπωση Clausius

Είναι αδύνατη η μεταφορά θερμότητας από ένα ψυχρό σε ένα θερμό σώμα χωρίς την κατανάλωση έργου.

Θερμικές μηχανές

Θερμικές μηχανές ονομάζουμε τις διατάξεις που μετατρέπουν την θερμότητα σε μηχανικό έργο. (κυκλική μεταβολή)

Στάδια Κυκλικής μεταβολής

1. Απορρόφηση θερμότητας Q_h από μια δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας T_h .
2. Παραγωγή έργου W .
3. Αποβολή θερμότητας Q_c από μια δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας T_c .

Συντελεστής Απόδοσης: ο λόγος του ωφέλιμου έργου που παράγει η μηχανή προς την δαπανώμενη ενέργεια για την λειτουργία της.

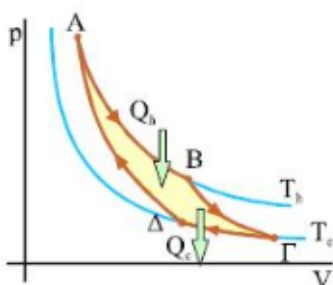
$$e = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h}$$

Θερμική μηχανή Carnot

Η θερμική μηχανή που έχει την μεγαλύτερη απόδοση λειτουργεί μεταξύ δύο θερμοκρασιών.

Ο κύκλος Carnot αποτελείται από 4 μεταβολές :
2 ισόθερμες και 2 αδιαβατικές

$$e = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$



ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Ισοβαρής μεταβολή

AB: Ισοβαρής θέρμανση (εκτόνωση) και **BA**: Ισοβαρής ψύξη (συμπύεση)

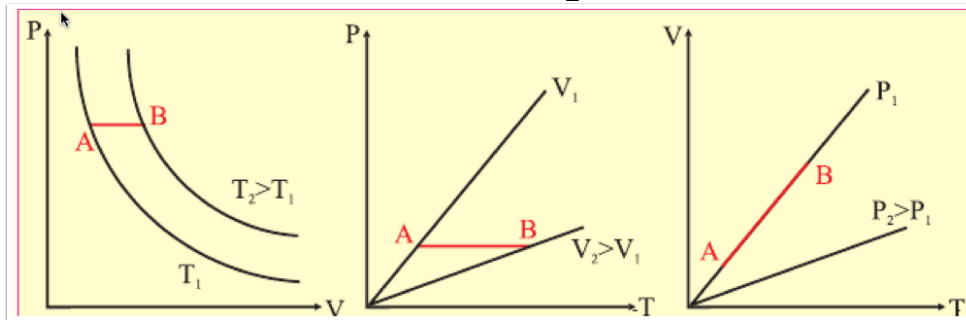
Στις ισοβαρείς μεταβολές ισχύει ο **νόμος του Gay-Lussac**

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \quad \text{ή} \quad \frac{V}{T} = \frac{n \cdot R}{P} \quad (V \text{ ανάλογος με } T)$$

$$W = P \Delta V$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} Nk\Delta T$$

$$Q = W + \Delta U$$



Ισόχωρη μεταβολή

AB: Ισόχωρη θέρμανση και **BA**: Ισόχωρη ψύξη

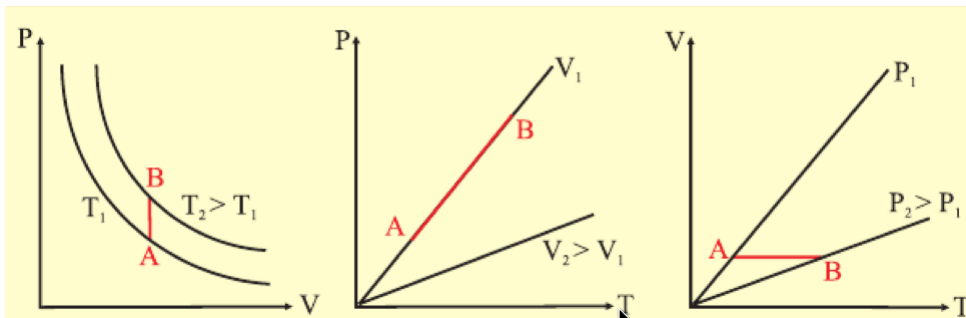
Στις ισόχωρες μεταβολές ισχύει ο **νόμος Charles**

$$\frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} \quad \text{ή} \quad \frac{P}{T} = \frac{n \cdot R}{V} \quad (P \text{ ανάλογη με } T)$$

$$W = 0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} Nk\Delta T$$

$$Q = \Delta U$$



Ισόθερμη μεταβολή

AB: Ισόθερμη εκτόνωση και **BA**: Ισόθερμη συμπύεση

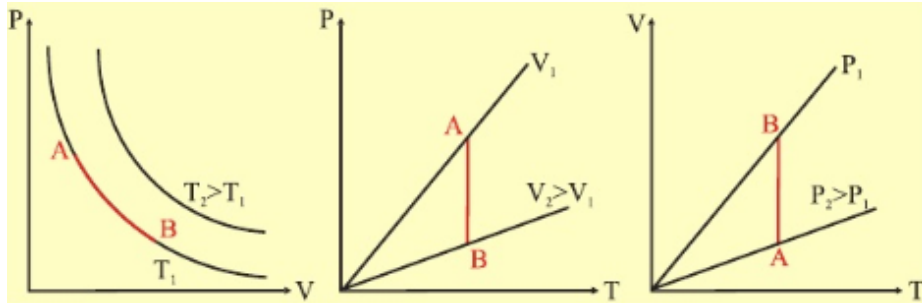
Στις ισόθερμες μεταβολές ισχύει ο **νόμος Boyle-Mariott**

$$P_A \cdot V_A = P_B \cdot V_B \quad \text{ή} \quad P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (P \text{ αντιστρόφως ανάλογη } V)$$

$$W = nRT \ln \frac{V_\tau}{V_\alpha}$$

$$\Delta U = 0$$

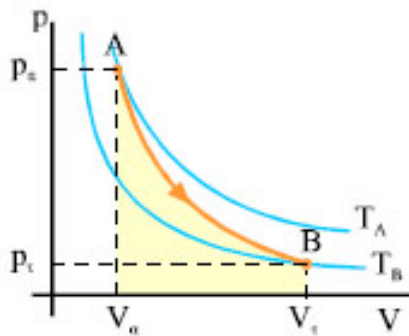
$$Q = W$$



Αδιαβατική μεταβολή

AB: Αδιαβατική εκτόνωση και **BA:** Αδιαβατική συμπίεση

Στην αδιαβατική μεταβολή δεν υπάρχει ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Ισχύει ο **νόμος Poisson**



$$P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma$$

$$W = \frac{P_B V_B - P_A V_A}{1 - \gamma} \quad \Delta U = -W$$

$$Q = 0$$

Κυκλική Μεταβολή

Η θερμότητα που απορροφά ή αποδίδει το αέριο ισούται με το έργο που παράγει ή δαπανά.

$$Q = W$$

Το έργο υπολογίζεται από το εμβαδόν που περικλείεται από την γραμμή του διαγράμματος στην γραφική παράσταση P-V.

Ερωτήσεις:

Κεφάλαιο 1: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.7, 1.12

Κεφάλαιο 2: 2.3, 2.5, 2.6, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.14, 2.25, 2.28, 2.32

Ασκήσεις:

Κεφάλαιο 1: 1.16, 1.21

Κεφάλαιο 2: 2.43, 2.47, 2.52

Προβλήματα:

Κεφάλαιο 2: 2.58, 2.63