

Εμβάθυνση στη Θερμοδυναμική

Διδάσκων: Γιάννης Γκαραγκούνης

Εαρινό εξάμηνο 2021-22

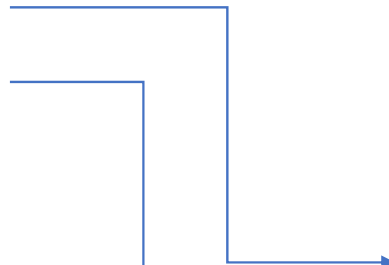
Σύστημα

Από τι Ορίζεται ένα Σύστημα:

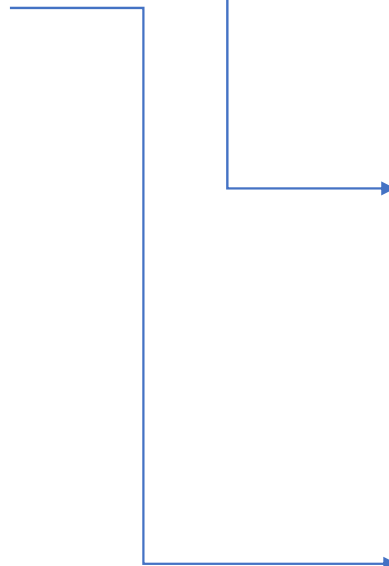
1. Σύνολο συστατικών
2. Σύνολο εσωτερικών δυνάμεων
3. Σύνολο εξωτερικών δυνάμεων



Τα συστατικά μπορεί να είναι σώματα, ποσότητες υγρών ή αερίων, σωματίδια, πεδία κ.α. (σταθερά, εύρος τιμών)



Οι εσωτερικές δυνάμεις ασκούνται μεταξύ των συστατικών του συστήματος ή και μέσα στα συστατικά



Οι εξωτερικές δυνάμεις ασκούνται μεταξύ των συστατικών του συστήματος και κάποιου εξωτερικού σώματος εξαρτώνται από συντεταγμένες των συστατικών και από παραμέτρους

Σύστημα

Παράμετρος: Μέγεθος που εκφράζει την επίδραση των εξωτερικών δυνάμεων στο σύστημα

Περιορισμός:

- Συνθήκη που αφορά μεταβολές των συστατικών (π.χ. σταθερό, αντίδραση)
- Συνθήκη που αφορά τις μεταβολές τιμών των παραμέτρων (π.χ. ένταση πεδίου)

Τα ταυτόσημα συστήματα έχουν:

1. Ίδιους τύπος συστατικών στα ίδια εύρη τιμών
2. Ίδιους τύπους εσωτερικών δυνάμεων
3. Ίδιους τύπους εξωτερικών δυνάμεων
4. Ίδιες παραμέτρους με ίδιο εύρος τιμών
5. Ίδιους περιορισμούς

Σύστημα

Ιδιότητα: Γνώρισμα του συστήματος που μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά ανά πάσα στιγμή, η τιμή της δεν εξαρτάται από προηγούμενες χρονικές στιγμές ούτε από την μέτρηση

Κατάσταση Συστήματος

Η κατάσταση ορίζεται από:

1. Ποσότητα συστατικών
2. Τιμές παραμέτρων
3. Τιμές ιδιοτήτων

Ταυτόσημες καταστάσεις:

1. Ίδιες ποσότητες συστατικών
2. Ίδιες τιμές παραμέτρων
3. Ίδιες τιμές ιδιοτήτων

Αλλαγή Κατάστασης

Αυθόρμητη:

Η αλλαγή κατάστασης που δεν έχει καμία επίπτωση στο περιβάλλον (μεταφορά ενέργειας, μάζας κ.λπ.)

Αυθόρμητη \neq Προκλητή

Μονωμένο σύστημα:

Λαμβάνουν χώρα μόνο αυθόρμητες αλλαγές κατάστασης

Διεργασία:

Η περιγραφή μιας αλλαγής κατάστασης με βάση την αρχική και τελική κατάσταση

Παραδείγματα

2.1, 2.2, 2.3
(σελ. 50-1)

Τα συστατικά μπορεί να είναι σώματα, ποσότητες υγρών ή αερίων, σωματίδια, πεδία κ.α. (σταθερά, εύρος τιμών)

2.4

Οι εσωτερικές δυνάμεις ασκούνται μεταξύ των συστατικών του συστήματος ή και μέσα στα συστατικά

2.5

Παράμετρος είναι ένα μέγεθος που εκφράζει την επίδραση των εξωτερικών δυνάμεων στο σύστημα

Παραδείγματα

2.6, 2.7

Τα ταυτόσημα συστήματα έχουν:

1. Ίδιους τύπος συστατικών στα ίδια εύρη τιμών
2. Ίδιους τύπους εσωτερικών δυνάμεων
3. Ίδιους τύπους εξωτερικών δυνάμεων
4. Ίδιες παραμέτρους με ίδιο εύρος τιμών
5. Ίδιους περιορισμούς

2.8

Οι εξωτερικές δυνάμεις

εξαρτώνται από συντεταγμένες των συστατικών και από παραμέτρους

2.9

- α) 2 g and 3 cm²
- β) 2 g and 2 cm²
- γ) 3 g and 3 cm²
- δ) 2 g and 3 cm²

Ταυτόσημες καταστάσεις:

1. Ίδιες ποσότητες συστατικών
2. Ίδιες τιμές παραμέτρων
3. Ίδιες τιμές ιδιοτήτων

Πρόβλημα 2.3

1. Ορίστε σύστημα (συστατικά, ποσότητες, παράμετροι, περιορισμοί, εσωτερικές δυνάμεις) για καθεμιά από τις περιπτώσεις.
2. Επιπλέον, περιγράψτε τι συμβαίνει στην επιφάνεια κάθε συστήματος.
 - a) Αέρα που συμπιέζεται στη σαμπρέλα του ποδηλάτου.
 - b) Μια φιάλη που γεμίζει με κρασί.
 - c) Νερό που βράζει σε κατσαρόλα και στο οποίο ρίχνουμε μακαρόνια.
 - d) Μείγμα βενζίνης-αέρα που αναφλέγεται και μετατρέπεται σε προϊόντα καύσης μέσα σε κλειστό δοχείο με σταθερά τοιχώματα.

Σύστημα	Συστατικά	Παράμετροι	Περιορισμοί	Εσωτ. δυνάμεις
α	Αέρας	Όγκος σαμπρέλας	Μεταβλητά σε εύρος τιμών	Μεταξύ των μορίων αέρα
β	Κρασί	Όγκος φιάλης	Μεταβ./σταθ.	Μεταξύ μορίων
γ	Νερό, μακαρόνια	Όγκος κατσαρόλας	Σταθερά	Μεταξύ νερού και μακαρονιών
δ	Βενζίνη, αέρας, προϊόντα καύσης	Όγκος δοχείου	Μεταβλητά βάση αντίδρασης/σταθερός	Μεταξύ αντιδρώντων ή προϊόντων

Πρόβλημα 2.3

2. Επιπλέον, περιγράψτε τι συμβαίνει στην επιφάνεια κάθε συστήματος.

- a) Αέρας εισέρχεται στη σαμπρέλα του ποδηλάτου.
- b) Κρασί εισέρχεται στη φιάλη.
- c) Τα μακαρόνια μπαίνουν στην κατσαρόλα και νερό εξατμίζεται και βγαίνει.
- d) Το μόνο που μπορεί να συμβεί είναι η εκπομπή (θερμικής) ακτινοβολίας, εφόσον το επιτρέπει το δοχείο.

Πρόβλημα 2.3

1. Ορίστε σύστημα (συστατικά, ποσότητες, παράμετροι, περιορισμοί, εσωτερικές δυνάμεις) για καθεμιά από τις περιπτώσεις.
2. Επιπλέον, περιγράψτε τι συμβαίνει στην επιφάνεια κάθε συστήματος.
 - a) Αέρα που συμπιέζεται καθώς φουσκώνουμε τη σαμπρέλα του ποδηλάτου.
 - b) Μια φιάλη που γεμίζει με κρασί.
 - c) Νερό που βράζει σε κατσαρόλα και στο οποίο ρίχνουμε μακαρόνια.
 - d) Μείγμα βενζίνης-αέρα που αναφλέγεται και μετατρέπεται σε προϊόντα καύσης μέσα σε κλειστό δοχείο με σταθερά τοιχώματα.

2. Επιπλέον, περιγράψτε τι συμβαίνει στην επιφάνεια κάθε συστήματος.

- a) Αέρας εισέρχεται στη σαμπρέλα του ποδηλάτου.
- b) Κρασί εισέρχεται στη φιάλη.
- c) Τα μακαρόνια μπαίνουν στην κατσαρόλα και νερό εξατμίζεται και βγαίνει.
- d) Το μόνο που μπορεί να συμβεί είναι η εκπομπή (θερμικής) ακτινοβολίας, εφόσον το επιτρέπει το δοχείο.

Πρόβλημα 2.4

Ένα στεγανό δοχείο $5 \times 5 \times 5$ γεμάτο υδράργυρο τοποθετείται πάνω σε ξύλινο πάγκο. Ένα πανομοιότυπο δοχείο, επίσης γεμάτο με υδράργυρο τοποθετείται σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο.

- a) Αν το πρώτο δοχείο θεωρηθεί ως σύστημα, ποιες είναι οι παράμετροι;
 - b) Αν το δεύτερο δοχείο θεωρηθεί ως σύστημα, ποιες είναι οι παράμετροι;
 - c) Μπορούν τα δύο συστήματα να θεωρηθούν ταυτόσημα;
-
- a) Ο όγκος του δοχείου, ή οι διαστάσεις του.
 - b) Ο όγκος και η ένταση του μαγνητικού πεδίου.
 - c) Μόνο αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου κυμαίνεται σε εύρος που περιλαμβάνει το μηδέν.

Πρόβλημα 2.5

Το σύστημα A αποτελείται από ένα μόριο δευτερίου, D_2 , και ένα άτομο οξυγόνου, O, μέσα σε δοχείο σταθερού όγκου. Το σύστημα B αποτελείται από ένα μόριο βαρέος ύδατος, D_2O , σε πανομοιότυπο δοχείο με το σύστημα A. Το σύστημα Γ αποτελείται από ένα άτομο τριτίου, T, ένα νετρόνιο, n, και ένα άτομο οξυγόνου, μέσα σε πανομοιότυπο δοχείο με τα προηγούμενα συστήματα.

- a) Είναι τα A, B και Γ ταυτόσημα συστήματα; Αν όχι, μπορείτε να ορίσετε ένα σύστημα τέτοιο ώστε τα A, B και Γ να είναι ταυτόσημα αλλά το καθένα σε διαφορετική κατάσταση;
- b) Μπορείτε να ορίσετε ένα σύστημα που να είναι ταυτόσημο με τα A και B αλλά όχι με το Γ;
- c) Μπορείτε να ορίσετε ένα σύστημα που να είναι ταυτόσημο με τα A και Γ αλλά όχι με το B; Αν ναι, είναι οι καταστάσεις A και Γ ταυτόσημες;

Πρόβλημα 2.5

a) Είναι τα A, B και Γ ταυτόσημα συστήματα;
Αν όχι, μπορείτε να ορίσετε ένα σύστημα τέτοιο ώστε τα A, B και Γ να είναι ταυτόσημα αλλά το καθένα σε διαφορετική κατάσταση;

Ορίζουμε τα συστατικά: D_2 , O, D_2O , T, n
Ίδια συστατικά \rightarrow Ίδιες εσωτ. Δυνάμεις
Εξωτ. Δυνάμεις
Παράμετροι

Περιορισμοί: $D_2 + O = D_2O$
 $T + n = D_2$

Τα ταυτόσημα συστήματα έχουν:

1. Ίδιους τύπος συστατικών στα ίδια εύρη τιμών
2. Ίδιους τύπους εσωτερικών δυνάμεων
3. Ίδιους τύπους εξωτερικών δυνάμεων
4. Ίδιες παραμέτρους με ίδιο εύρος τιμών
5. Ίδιους περιορισμούς

Πρόβλημα 2.5

b) Μπορείτε να ορίσετε ένα σύστημα που να είναι ταυτόσημο με τα A και B αλλά όχι με το Γ;

Ορίζουμε τα συστατικά: D_2 , O, D_2O , ~~T~~, ~~H~~

Ίδια συστατικά \rightarrow Ίδιες εσωτ. Δυνάμεις

Εξωτ. Δυνάμεις

Παράμετροι

Περιορισμοί: $D_2 + O = D_2O$

Τα ταυτόσημα συστήματα έχουν:

1. Ίδιους τύπος συστατικών στα ίδια εύρη τιμών
2. Ίδιους τύπους εσωτερικών δυνάμεων
3. Ίδιους τύπους εξωτερικών δυνάμεων
4. Ίδιες παραμέτρους με ίδιο εύρος τιμών
5. Ίδιους περιορισμούς

Πρόβλημα 2.5

- c) Μπορείτε να ορίσετε ένα σύστημα που να είναι ταυτόσημο με τα A και Γ αλλά όχι με το B; Αν ναι, είναι οι καταστάσεις A και Γ ταυτόσημες;

Ορίζουμε τα συστατικά: $D_2, O, \Theta_2\Theta, T, n$

Ίδια συστατικά \rightarrow Ίδιες εσωτ. Δυνάμεις

Εξωτ. Δυνάμεις

Παράμετροι

Περιορισμοί: $T + n = D_2$

Αν ναι, είναι οι καταστάσεις A και Γ ταυτόσημες;

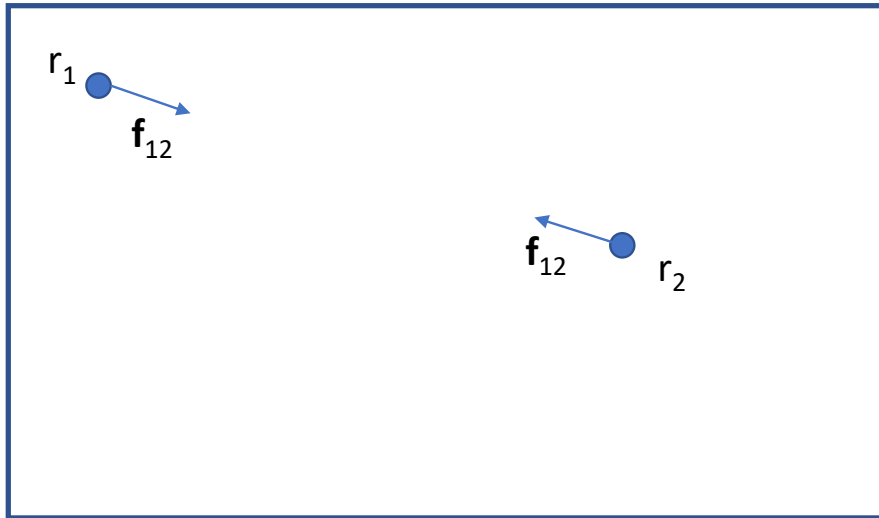
Τα ταυτόσημα συστήματα έχουν:

1. Ίδιους τύπος συστατικών στα ίδια εύρη τιμών
2. Ίδιους τύπους εσωτερικών δυνάμεων
3. Ίδιους τύπους εξωτερικών δυνάμεων
4. Ίδιες παραμέτρους με ίδιο εύρος τιμών
5. Ίδιους περιορισμούς

Ταυτόσημες καταστάσεις:

1. Ίδιες ποσότητες συστατικών
2. Ίδιες τιμές παραμέτρων
3. Ίδιες τιμές ιδιοτήτων

Πρόβλημα 2.6



Τα σωματίδια 1 και 2 είναι ηλεκτρικώς ουδέτερα και βρίσκονται μακριά από οποιαδήποτε βαρυτική επίδραση. Οι μόνη δύναμη που δέχονται είναι η:

$$f_{12} = \frac{G}{|r_1 - r_2|}$$

Μπορούμε να ορίσουμε σύστημα αποτελούμενο από μόνο ένα από αυτά τα σωματίδια;

Οι εξωτερικές δυνάμεις εξαρτώνται από συντεταγμένες των συστατικών (και όχι από τις συντεταγμένες του εξωτερικού σώματος). Η δύναμη f_{12} εξαρτάται από τη θέση και των δύο, οπότε δεν μπορεί το ένα από αυτά να είναι εκτός του συστήματος

Πρόβλημα 2.7

Ποιες από τις παρακάτω διατυπώσεις ορίζουν ιδιότητες, παραμέτρους ή ποσότητες συστατικών για τα αντίστοιχα συστήματα (υπογραμμισμένα και κόκκινα). Οι απαντήσεις υπογραμμισμένες στις παρενθέσεις.

1. Ποσότητα μετάλλου που φεύγει από πυρακτωμένο νήμα. (τίποτα, η ποσότητα είναι αθροιστική, άρα εξαρτάται από προηγούμενες καταστάσεις)
2. Ρυθμός εξάχνωσης μετάλλου από πυρακτωμένο νήμα. (ιδιότητα)
3. Ποσό χρημάτων σε χρηματοκιβώτιο. (ποσότητα)
4. Ποσό χρημάτων που προστέθηκαν στο χρηματοκιβώτιο την 1^η του μηνός. (τίποτα, μετριέται μόνο σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή)
5. Αριθμός ωρών κατά τον οποίο ένα δοχείο με υγροποιημένο αέρα εφοδιάζει το περιβάλλον. (τίποτα, οι ώρες είναι αθροιστικές, άρα εξαρτώνται από προηγούμενες καταστάσεις/ώρες)
6. Αριθμός ωρών κατά τον οποίο ένα δοχείο με υγροποιημένο αέρα μπορεί να εφοδιάζει το περιβάλλον, με συγκεκριμένο ρυθμό. (ιδιότητα)
7. Μέγιστη διατμητική τάση την οποία μπορεί να αντέξει ένα πλαστικό υλικό. (ιδιότητα)
8. Χρώμα του φωτός που εκπέμπεται από πυρακτωμένο νήμα. (ιδιότητα)
9. Χρώμα ενός κρύου νήματος βολφραμίου που φωτίζεται από ηλιακή ακτινοβολία. (τίποτα, εξαρτάται από την προσπίπτουσα ακτινοβολία, όχι μόνο από το σύστημα. Αν η προσπίπτουσα ακτινοβολία θεωρηθεί εξωτ. δύν., τότε είναι παράμετρος.)

Ιδιότητα: Γνώρισμα που μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά ανά πάσα στιγμή, δεν εξαρτάται από προηγούμενες χρονικές στιγμές ούτε από την μέτρηση

Παράμετρος: Μέγεθος που εκφράζει την επίδραση των εξωτερικών δυνάμεων στο σύστημα

Τα συστατικά μπορεί να είναι ... σταθερά ή σε εύρος τιμών, αλλά σαφώς καθορισμένα