Σε τί μας χρησιμεύει η Θερμοδυναμική;

Μοντελοποίηση Φυσικών Φαινομένων
↳ εικονικό σχήμα

κάθε μοντέλο ~~κα~~ περιέχει τις έννοιες σύστημα, ιδιότητα "νόμο κίνησης"

σύστημα: το αντικείμενο που μελετάμε
ιδιότητα: χαρακτηριστικό του συστήματος που μπορεί να μετρηθεί με σαφώς προσδιορισμένη διαδικασία
νόμος κίνησης: η σχέση που ορίζει πως μεταβάλλονται οι ιδιότητες με το χρόνο

Η μετρησιμότητα των ιδιοτήτων είναι απαραίτητη έτσι ώστε να συνδέεται το μοντέλο με το πραγματικό φαινόμενο (άμεσος, έμμεσος θέση - επιτάχυνση)

Ο νόμος της κίνησης είναι απαραίτητος για την πρόβλεψη μεταβλητών με συνάρτηση του χρόνου:
όχι μόνο στη φυσική (κίνηση πλανητών) ή τη χημική μηχανική (χρόνος πλήρωσης δεξαμενής, διάρκεια διαρροής)
αλλά και στην καθημερινότητα σε πόσο ώρα θα φτάσει το λεωφορείο, αεροπορικές πτήσεις, εξάπλωση ασθενειών

Υπάρχουν πολλά μοντέλα φυσικών φαινομένων όλα αυτά όμως έχουν κάποιες κοινές ιδιότητες οι οποίες μας βοηθούν να καταλάβουμε τα φαινόμενα αυτά (ενέργεια, εντροπία, θερμοκρασία κ.λπ.)

Παράδειγμα καταθέσεων

N^A → μετρήσιμο σε οποιοδήποτε t_1
→ προστίθεται $\cancel{N_1^A + N^{AE} = N_2^A}$ $N_1^A + N_1^B = N_1^{Mine}$
→ ~~διατηρείται~~/μεταβιβάζεται $N^{AE} = N^{B}$

αγοραστική δύναμη P_1^A = το κλάσμα του ΑΕΠ που μπορώ να αγοράσω με N_1^A νομίσματα
έχει μετρησιμότητα, προσθετικότητα και μεταβιβασιμότητα

Ισοζύγιο N $N_2^A - N_1^A = N_{12}^{AE}$

Ισοζύγιο P : $P_2^A - P_1^A = P_{12}^{AE} + P_i$

$$P_2^A - A_1^A = \underset{\uparrow}{P_{12}^{A\leftarrow}} + P_1$$ ⟹ αλλαγή λόγω διαθερμασμού

αλλαγή λόγω εισροών

Δηλ. το N^A είναι διατηρούμενη ιδιότητα, ενώ το P^A όχι ξαφνά στο ισοζύγιό του μπαίνει όλος "Παραγωγής"

(και χημικά)
Κατά παρόμοιο τρόπο για όλα τα φυσικά φαινόμενα Έχουμε τις έννοιες της ενέργειας, E και της εντροπίας, S, που ~~εμφ...~~ εμφανίζουν τα ίδια χαρακτηριστικά, μετρησιμότητας προσθετικότητας και μεταβιβασιμότητας

Π.χ. ~~$E_1=400\,J$~~ τη χρονική στιγμή t_1 $E_1 = 500\,J$ και $S_1 = 5\,J/K$ για σύστημα A

Ανέχω τα συστήματα A και B και ορίσω ένα σύνθετο σύστημα, C, αποτελούμενο από τα A και B, τότε η ενέργ. και η εντροπία ~~του~~ του C θα ισούται με το άθροισμα των τιμών ενέργ. και εντρ. των A και B
$$E^C = E^A + E^B \quad \text{και} \quad S^C = S^A + S^B$$

και εντροπία
Επίσης, μπορεί να μεταφερθεί ενέργεια από το σύστ. A στο B ή το ανάποδο. Μεταξύ t_1 και t_2 $100\,J$ εν. και $1\,J/K$ εντρ. μεταφέρονται από το B στο A. άρα
$$E_2^A - E_1^A = \cancel{E_{12}^{A\leftarrow}} = 100\,J \quad \text{και} \quad S_2^A - S_1^A = 1\,J/K$$

ή $E_{12}^{A\leftarrow} = 100\,J$ και $S_{12}^{A\leftarrow} = 1\,J/K$

Εναλλακ. ~~Επίσ~~ ή $E_{12}^{A\rightarrow} = -100\,J$ και $S_{12}^{A\rightarrow} = -1\,J/K$

Τώρα αν συγκρίνουμε τα μεγέθη $E_{12}^{A\leftarrow}$ και $E_2^A - E_1^A$ είναι πάντα ίσα μεταξύ τους =

ανεξάρτητα με το αν $t_1 < \text{ή} > t_2$

Απεναντίας για την εντροπία παρατηρούμε ότι ~~δεν ισχύει~~ ~~ισχύει~~ όσο περνάει ο χρόνος ~~αυτή~~ αυξάνεται, δηλ. μπορεί να παράγεται ~~από το μηδέν~~ αυθόρμητα (από το μηδέν)

Έτσι

$$S_2^A - S_1^A \geq S_{12}^{AE} \quad (\text{για } t_1 < t_2)$$

ή όπως το βιβλίο

$$S_2^A - S_1^A = S_{12}^{AE} + S_{irr}^A \text{, όπου το για } t_2 > t_1$$

η ποσότητα $S_{irr}^A \geq 0$ το

Συγκρίνοντας με το λογαριασμό εραλεξ., E^A και N^A αλλάζουν μόνο μέσω της μεταφοράς τους ~~προς~~ προς ή από το A. Αντίθετα, η S^A μπορεί να αλλάξει χωρίς αλλ/γή του A με το περιβάλλον του, όπως η P^A

Οι εξισώσεις αυτές, αν και αρκετά αφηρημένες ενσωματώνουν αποτελούν τη βάση για όλα τα μοντέλα φυσικών φαινομένων

Για την κατανόηση της ενεργ. και της εντρ. υπάρχουν 2 προσεγγίσεις. Η μία σχετίζει αλλαγή σε ~~...~~ E και S με εύκολα μετρήσιμες ιδιότητες της ύλης (T, P), κλπ.
Η άλλη ~~σχετίζει~~ αναλύει τα είδη/μορφές ~~...~~ των ανταλλαγών ενέργ. και S.

Στην πρώτη χρησιμοποιούνται μοντέλα, όπως του ιδαν. αερίου ή του ασυμπίεστου υγρού ~~...~~ που δίνουν, εξισώσεις της μορφής

$$E_2^A - E_1^A = C_V^A (T_2^A - T_1^A)$$

και

$$S_2^A - S_1^A = C_p^A \ln \frac{T_2^A}{T_1^A} - R^A \ln \frac{P_2^A}{P_1^A}$$

(ιδ. αέριο)

ή $E_2^B - E_1^B = C^B(T_1^B - T_2^B)$ και $S_2^B - S_1^B = C^B \ln \frac{T_2^B}{T_1^B}$

(ασυμπίεστο στερεό)

Στη 2η προσέγγιση: μελετάμε τη μορφή ενέργειας που ανταλλάσσεται

Π.χ. ανταλλαγή έργου:

$E^{AE} = W^{AE}$

$S^{AE} = 0$

ανταλ. θερμότ.

$E^{AE} = Q^{AE}$

$S^{AE} = \frac{Q^{AE}}{T_a}$ η Τ στα όρια του Α όπου γίνεται μεταφορά

ανταλ. ε με μαζική ροή

$E^{AE} = m^{AE}(h + \frac{u^2}{2} + gz)$ και ← τι είναι αυτά τα σύμβολα;

$S^{AE} = m^{AE} s$

Πώς λύνουμε προβλήματα

Step 1: Ορίζουμε το σύστημα μελέτης

Έτσι ώστε να ~~..~~ τους υπολογισμούς μας διευκολύνει

διατύπωση ισοζυγίων

απεικόνιση μελετώμενων φαινομένων

μπορεί να αλλάζει από άσκηση σε ερώτημα

Step 2: Μοντελοποιούμε το σύστημα ή τα υποσυστήματα

Μας ενδιαφέρει τι συμβαίνει μέσα

Μας ενδιαφέρουν οι ανταλλαγές

$E(T,P)$
$S(T,P)$

Γράφουμε τις εξισώσεις που περιγράφουν

$E = W + Q + \ldots$
$S = \frac{Q}{T} + \ldots$

Step 3: ~~...~~ Γράφουμε τα ισοζύγια E και S ...

συνδυάζοντας εσωτερικές αλλαγές με αλλ/σεις

Π.χ. 1.1 Μεταλλικό τεμάχιο M ~~θερμοκρασίας T_1^M~~ βυθίζεται σε δεξαμενή νερού L ~~θερμοκρασίας T_1^L~~ με αλλ/σεις να λαμβάνουν χώρα μόνο μεταξύ του M και του L και τίποτα άλλο. Μετρήθηκαν σε t_1 θερμοκρασίες T_1^M και T_1^L και σε χρόνο t_2 η T_2^M. Ζητείται η T_2^L και αν $t_2 > t_1$.

Λύση

Step 1: Ορίζουμε το σύστημα A αποτελούμενο από τα M και L

Step 2: Μοντελοποίηση / Εξισώσεις

Από τον ορισμό του A (τ. δεξαμενή) βλέπουμε ότι ~~είναι τα~~ δεν υπάρχουν αλλ/σεις μεταξύ του A και άλλων συστημάτων. Δηλαδή

$E^{AE} = 0 \Rightarrow E_2^A - E_1^A$ και $S^{AE} = 0 \Rightarrow S_2^A - S_1^A = S_{irr}^A$

Μέσα στο A έχουμε: (Θεωρώντας ασυμπίεστο σίδερο και νερό)

$$E_2^A - E_1^A = E_2^M - E_1^M + E_2^L - E_1^L = C^M(T_2^M - T_1^M) + C^L(T_2^L - T_1^L)$$

και $S_2^A - S_1^A = S_2^M - S_1^M + S_2^L - S_1^L = C^M \ln\frac{T_2^M}{T_1^M} + C^L \ln\frac{T_2^L}{T_1^L}$

<u>Step 3:</u> Συνδυασμός εξισώσεων

$$C^M(T_2^M - T_1^M) + C^L(T_2^L - T_1^L) = 0$$

και

$$C^M \ln\frac{T_2^M}{T_1^M} + C^L \ln\frac{T_2^L}{T_1^L} = S^A_{irr} = \ln\left(\left(\frac{T_2^M}{T_1^M}\right)^{C^M}\left(\frac{T_2^L}{T_1^L}\right)^{C^L}\right)$$

Η πρώτη εξίσωση (Ισοζ. Εν) θα μας δώσει την τιμή της T_2^L, αφού ξέρουμε τις άλλες 3 T και τις σταθερές C^M, C^L

Από την εξίσωση ισοζ. Εντρ. συμπεραίνουμε (θέλοντας ~~ότι~~ ότι αν $S^A_{irr}<0$ τότε $t_2<t_1$) ότι είν η παράσταση μέσα στο ln είναι >1 τότε $t_2>t_1$. Αντίθετα αν η παράσταση <1 ($\Rightarrow \ln<0 \Rightarrow S_{irr}<0$) τότε $t_2<t_1$