

Στην κλασσική φυσική μάθαμε έναν πολύ σπουδαίο νόμο, τον νόμο της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας. Αυτός ο νόμος έχει ισχύ στα φαινόμενα όπου δεν παρατηρείται μεταβολή της θερμοκρασίας ούτε ροή θερμότητας.

Η θερμότητα θεωρείται ως μια μορφή ενέργειας. Στην πραγματικότητα είναι μια εκδήλωση μεταφοράς ενέργειας με τη βοήθεια των μοριακών συγκρούσεων.

Στην προσπάθεια να διευρύνουμε τον νόμο της διατήρησης της ενέργειας, συμπεριλαμβάνοντας τη θερμότητα και την εσωτερική ενέργεια ενός συστήματος, προέκυψε ο πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής. Αυτός ο νόμος μας λέει το εξής:

"Η μεταβολή της ενέργειας ενός συστήματος, ισούται με το άθροισμα της θερμότητας που προσφέρεται στο σύστημα και του έργου που καταναλώνεται σ' αυτό", ή με άλλη διατύπωση, "ένα σώμα είναι αδύνατο να παράγει ενέργεια από το μηδέν (αεικίνητο), χωρίς δηλαδή να πάρει από κάπου έξω ενέργεια ή να ελαττώσει την εσωτερική ενέργειά του".

Η ενέργεια ενός συστήματος αποτελείται από την εσωτερική του ενέργεια και τη μηχανική του ενέργεια. Η διαφορά τους έγκειται στον βαθμό οργάνωσης. Η εσωτερική ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί σαν ανοργάνωτη μορφή ενέργειας, ενώ η μηχανική ενέργεια σαν οργανωμένη μορφή ενέργειας.

Τη θερμότητα και το έργο τα θεωρούμε σαν μηχανισμούς με τους οποίους η ενέργεια μπορεί ν' αλλάξει ή να διατηρεί την κατάσταση οργάνωσής της.

Το φαινόμενο της ζωής δεν μπορεί να εξηγηθεί πλήρως ίσως μόνο με τους φυσικούς νόμους, αλλά είναι σίγουρο ότι η ζωή χωρίς τη βοήθεια των φυσικών νόμων είναι τελείως ακατανόητη.

Σαν εσωτερική ενέργεια στην περίπτωση ενός ζώου μπορούμε να θεωρήσουμε τη χημική ενέργεια των δεσμών των διαφόρων μορίων και είναι γνωστό ότι ο οργανισμός ως αποθήκες αυτής της ενέργειας χρησιμοποιεί τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες. Επομένως η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ενός οργανισμού μεταφράζεται σε μεταβολή της μάζας του και τελικά του βάρους του. 'Αρα, όταν θέλουμε ένας οργανισμός να διατηρεί σταθερό βάρος σε περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας για ένα χρονικό διάστημα, πρέπει η ενέργεια που μπαίνει με τις τροφές να είναι ακριβώς ίση με το άθροισμα του έργου που παράγει ο οργανισμός και της θερμότητας που αποδίδει το σώμα στο περιβάλλον.

Είναι πιθανό, όμως, να σκεφτεί κανείς ότι αν κάποιος δεν καταναλώνει ενέργεια με τις διάφορες εργασίες κι αν δεν αποβάλλει θερμότητα στο περιβάλλον με τη βοήθεια κατάλληλης μόνωσης θα μπορεί να ζήσει χωρίς να τρέφεται. Αυτό είναι λάθος! Το σώμα δεν καταναλώνει ενέργεια εφ' όσον η ενέργεια διατηρείται σύμφωνα με τον 1ο νόμο της θερμοδυναμικής αλλά μετατρέπει την ενέργεια από μια μορφή (ενέργεια χημικών δεσμών των μορίων της τροφής) σε μια άλλη (θερμότητα).

Εδώ θα προχωρήσουμε στον 2ο νόμο της θερμοδυναμικής.

Ας αρχίσουμε με το παράδειγμα μιας σβούρας που σταματάει την περιστροφική κίνηση της λόγω των τριβών. Οι τριβές -δηλαδή οι άτακτες συγκρούσεις των μορίων της σβούρας με τα μόρια του δαπέδου στο σημείο επαφής και με τα μόρια του αέρα που την περιβάλλει- παράγουν θερμότητα που μεταφέρεται και στη σβούρα και στο δάπεδο και στον αέρα. Αυτή η θερμότητα παράγεται σε βάρος της κινητικής ενέργειας της σβούρας, η οποία τελικά σταματάει. Δεν σταματάει, όμως, η άτακτη κίνηση κάθε μορίου της σβούρας ή του αέρα ή του δαπέδου. Αντίθετα, η κίνηση αυτή αυξάνεται λόγω της θερμότητας που απορροφήθηκε. Η αντιστροφή διαδικασία όμως δεν πραγματοποιείται. Τα μόρια του αέρα, του δαπέδου και της σβούρας δεν δίνουν πίσω τη θερμότητα ώστε η σβούρα ν' αρχίσει να περιστρέφεται μόνη της. Δηλαδή η θερμότητα δεν μπορεί να μετατραπεί σε κινητική ενέργεια.

Το παράδειγμα αυτό μας δείχνει ότι οι διάφορες μορφές ενέργειας δεν είναι το ίδιο εύκολα διαθέσιμες ή καλύτερα μετατρέψιμες. Υπάρχει μια αναλογία με το σε τι νόμισμα έχει κανείς τα χρήματά του για να τα μετατρέψει σε άλλο νόμισμα.

Οι πρακτικές συνέπειες των περιορισμών αυτών μετατροπής είναι τεράστιες. Σκεφτείτε ότι η ενέργεια λόγω της άτακτης κινήσεως των μορίων της Γης μας είναι ουσιαστικά μη μετατρέψιμη. Πρόκειται για ένα τεράστιο ποσό ενέργειας, υποβαθμισμένης σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι σχεδόν αδύνατο να χρησιμοποιηθεί. Αν είχαμε στην διάθεσή μας ένα μικρό μόνο ποσοστό της ενέργειας κάθε μορίου της Γης, τέτοιο που να αντιστοιχεί στη μείωση της μέσης θερμοκρασίας της Γης κατά έναν μόνο βαθμό, θα είχαμε λύσει τις ανθρώπινες ενεργειακές ανάγκες για 10.000.000 χρόνια !

Αν προσέξουμε, λοιπόν, διάφορα παραδείγματα, θα διαπιστώσουμε ότι σαν έργο, η ενέργεια βρίσκεται σε κατάσταση οργανωμένης κίνησης, ενώ στη θερμότητα η ενέργεια βρίσκεται σε κατάσταση χαώδους κίνησης (ανοργάνωτης). Είναι δυνατό βέβαια, ένα μέρος της χαώδους θερμικής κίνησης να μπει σε τάξη, αλλά η πλήρης οργάνωση της θερμικής κίνησης είναι τελείως απίθανη.

Ο 2ος θερμοδυναμικός νόμος πάει λίγο πιο πέρα και μας λέει ότι η πλήρης μετατροπή της θερμότητας (ανοργάνωτη ενέργεια) σε έργο (οργανωμένη ενέργεια) είναι αδύνατη. Εκφράζει ακριβώς, μια γενική οικουμενική τάση για υποβάθμιση της ενέργειας.

Κοιτάζοντας γύρω μας, θα δούμε ότι κάθε φαινόμενο που συμβαίνει αυθόρμητα π.χ. το σπάσιμο ενός ποτηριού, η ανάμιξη δύο υγρών, η πτώση μιας πέτρας, γίνεται κατά τρόπο που να πηγαίνουμε από κατάσταση μεγαλύτερης οργάνωσης σε κατάσταση μικρότερης οργάνωσης. Έτσι ο 2ος νόμος της θερμοδυναμικής μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: 'η κατεύθυνση κάθε αυθόρμητης μεταβολής ενός συστήματος είναι από κατάσταση μικρότερης αταξίας σε κατάσταση μεγαλύτερης αταξίας'.

Όλοι γνωρίζουμε ότι το να τακτοποιήσεις (να βάλεις σε τάξη) ένα σπιτικό, γίνεται πολύ πιο δύσκολα από ό,τι το αντίθετο.

Το σώμα μας εξ άλλου είναι ένα σύστημα πολύ υψηλής οργάνωσης. Ένα απλό μόριο πρωτεΐνης αποτελείται από εκατομμύρια άτομα συνδεδεμένα μεταξύ τους με αυστηρή οργάνωση. Τα κύτταρα είναι ακόμη πιο σύνθετες δομές. Οι εξειδικευμένες λειτουργίες τους

μέσα στο σώμα εξαρτώνται από την ειδική δομή και θέση τους.

Όλα, λοιπόν, τα πολύ καλά οργανωμένα συστήματα αν αφεθούν ανεπηρέαστα θα τείνουν αυθόρμητα, σύμφωνα με τον 2ο νόμο της θερμοδυναμικής να ελαττώσουν τον βαθμό οργάνωσής τους και μόλις αποδιοργανωθούν θα πάνε να λειτουργούν.

Άρα πρέπει να προσφέρουμε έργο συνεχώς στο σύστημα για να παρεμποδίζεται η αποδιοργάνωσή του. Για παράδειγμα το αίμα που κυκλοφορεί στις φλέβες και στις αρτηρίες, υπόκειται σε τριβή που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε θερμότητα και επιβραδύνει την κίνησή του. Αν κάποια ενέργεια δεν καταναλώνεται για την κίνηση του αίματος, το αίμα θα σταματούσε να ρέει σε λίγα δευτερόλεπτα. Τα νεκρά κύτταρα πρέπει συνεχώς να ανανεώνονται με νέα και εφ' όσον ο οργανισμός αυξάνεται νέοι ιστοί πρέπει να κατασκευαστούν. Για την πραγματοποίηση αυτής της αντικατάστασης και της ανάπτυξης νέες πρωτεΐνες καθώς και άλλα κυτταρικά συστατικά πρέπει να οικοδομηθούν από μικρότερα και απλούστερα υλικά.

Επομένως, μπορούμε να πούμε ότι: "η διαδικασία της ζωής συνίσταται από την οικοδόμηση και διατήρηση οργανωμένων δομών". Δηλαδή, σε αντίθεση με τη φυσική τάση για αποδιοργάνωση, η διαδικασία της ζωής απαιτεί κατανάλωση έργου. Το απαιτούμενο έργο για τη συντήρηση των οργανωμένων δομών στο σώμα λαμβάνεται από την χημική ενέργεια των τροφών.

Βέβαια, χρειάζεται να παρατηρήσουμε, και αυτό έχει μεγάλη σημασία, ότι για να οργανωθούν ανώτερες, πολυπλοκότερες δομές χρειάζεται να σπάσουν άλλες απλούστερες, όπως συμβαίνει με τις τροφές σε έναν οργανισμό κατά την εργασία του μεταβολισμού. Όταν η χημική ενέργεια των δεσμών των μορίων στις τροφές ελευθερώνεται, η οργανωμένη δομή καταρρέει και ό,τι απομένει αποβάλλεται από τον οργανισμό σαν άχρηστο υλικό με σημαντικά μειωμένο βαθμό οργάνωσης.

Το ποσό της αταξίας που υπάρχει σε ένα σύστημα μπορεί να εκφραστεί ποσοτικά με τη βοήθεια ενός νέου μεγέθους που το ονομάζουμε **εντροπία**.

Σε κοσμική κλίμακα, κατά αναλογία, το Σύμπαν συμπεριφέρεται όπως μια σταγόνα μελάνης που χύνεται σε ένα ποτήρι νερό και διαλύεται. Οι αστεροειδείς θρυμματίζονται, τα άστρα πεθαίνουν, οι γαλαξίες απομακρύνονται ο ένας από τον άλλον.

Οι υποστηρικτές της θεωρίας της εξέλιξης επικαλούνται τον 2ο θερμοδυναμικό νόμο, λέγοντας ότι ένα Σύμπαν που οδηγείται προς το χάος θα ήταν αδύνατο να δημιουργήσει συγκροτημένες μορφές ζωής, χωρίς κάποια ανώτερη επέμβαση. Όλοι συμφωνούν ότι η εντροπία αυξάνεται στα κλειστά συστήματα, τα οποία πρακτικά δεν ανταλλάσσουν ενέργεια ούτε ύλη με το περιβάλλον τους. Δέχονται ότι ένα ανοικτό σύστημα όπως ένας πλανήτης, κατορθώνει συχνά να αποφύγει την πορεία προς την αυξανόμενη αταξία π.χ. απορροφώντας ενέργεια από τον ήλιο και έτσι αποτελεί "μικροχώρο" τάξης μέσα σε ένα χαοτικό Σύμπαν. Τα ανοικτά συστήματα τείνουν να αποσυντεθούν, εκτός αν υπάρχει κάποιος μηχανισμός επεξεργασίας της ενέργειας που παίρνουν από το περιβάλλον. Ο βιοχημικός Isaac Asimov λέει: "ακόμα και στον μεσοαστρικό χώρο παρατηρούνται

πολύπλοκα μόρια να σχηματίζονται από απλούστερα στοιχεία".

Τελικά είναι κλειστό ή ανοικτό το Σύμπαν; Ποιά ενέργεια το συντηρεί για να μην καταρρεύσει προς τη χαώδη κατάσταση;

Μήπως αυτή η ενέργεια συνδέεται ή ταυτίζεται με την Ενέργεια του Κενού;

Ένα ανθρώπινο πλάσμα μπορεί να είναι ένας μειωτήρας της εντροπίας.

Βάσει του 2ου νόμου της θερμοδυναμικής όλες οι μεταβολές στο Σύμπαν έχουν σαν κινητήρια δύναμη τη μεταφορά ενέργειας, και σε κάθε περίπτωση, το αποτέλεσμα είναι μια ομαλότερη κατανομή ενέργειας, δηλαδή υψηλότερη εντροπία, αν θεωρήσουμε το σύστημα σαν ενιαίο σύνολο. Όμως μέσα στο σύστημα υπάρχουν και υποσυστήματα, στα οποία ως έναν βαθμό μπορεί να αντιστρέφεται η διαδικασία και η εντροπία μειώνεται.

Όλοι οι ζώντες οργανισμοί και επομένως και ο άνθρωπος έχουν την ικανότητα αύξησης της τάξης σε βάρος της αταξίας, δηλαδή μπορούν ν' αντιστρέφουν τη φυσική διαδικασία της εντροπίας. Για τον άνθρωπο που μπορεί ν' αναπτύξει συνειδητότητα η αύξηση της τάξης σε βάρος της αταξίας, δηλαδή η μείωση της εντροπίας, μπορεί να γίνει σε πολλά επίπεδα και όχι μόνο στο επίπεδο της αδρής ύλης του κόσμου των αισθήσεων. Πόσο άραγε έχουν προβληματιστεί οι άνθρωποι της Γης για το τι σημαίνει η μείωση της εντροπίας στα λεπτότερα πεδία; Πώς επιτυγχάνεται αυτή η μείωση της αταξίας σε τέτοια πεδία;

Η ανακάλυψη του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου

Ο Γερμανός γιατρός R. Mayer το 1840 ταξίδευε με μια σκούνα για τις Ινδίες. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού διάβαζε την πραγματεία του L. Lavoisier, όπου αυτός θεωρούσε ότι η θερμότητα που παράγεται στα ζώα οφείλεται στην αργή καύση των τροφών στο σώμα τους και επομένως λιγότερη τροφή καταναλώνεται από τον οργανισμό του ζώου σε θερμό περιβάλλον απ' ό,τι σε ψυχρό. Φτάνοντας το πλοίο στη ζώνη των τροπικών, πολλά από τα μέλη του πληρώματος αρρώστησαν με υψηλό πυρετό. Βέβαια τότε η θεραπεία γινόταν με αφαιμαξη. Παρατήρησε, λοιπόν, ότι το φλεβικό αίμα ήταν κόκκινο όπως και το αρτηριακό. Αμέσως έδωσε την εξήγηση ότι στη ζώνη των τροπικών, λόγω αυξημένης θερμοκρασίας, το οξυγόνο, αφού δεν χρησιμοποιείται για την καύση των τροφών, αυξάνει στο φλεβικό αίμα.

Ο Mayer προχώρησε περισσότερο και υποστήριξε ότι στο σώμα υπάρχει μια ακριβής ενεργειακή ισορροπία. Η ενέργεια που ελευθερώνεται από τις τροφές εξισορροπείται από την απώλεια θερμότητας από το σώμα και το έργο που παράγεται απ' αυτό.

Σταμάτης Τσαχάλης