

Ακολουθεί η ζωή το 2^ο θερμοδυναμικό νόμο;

(Μετάφραση του διαδικτυακού άρθρου στο quora.com με τίτλο “Does life follow the second law of thermodynamics?” του Dr. Stefano Vezzoli)

Η ζωή αναμφίβολα ακολουθεί τους θερμοδυναμικούς νόμους. Είναι γεγονός πως ότι γνωρίζουμε στη φύση δεν παραβιάζει τους θερμοδυναμικούς νόμους, οι οποίοι είναι οι πιο επαληθευμένοι από όλους τους φυσικούς νόμους. Υπάρχει ένα ρητό ανάμεσα στους φυσικούς που λέει πως αν η θεωρία σου αψηφά τη θερμοδυναμική τότε θα πρέπει να είναι λάθος.

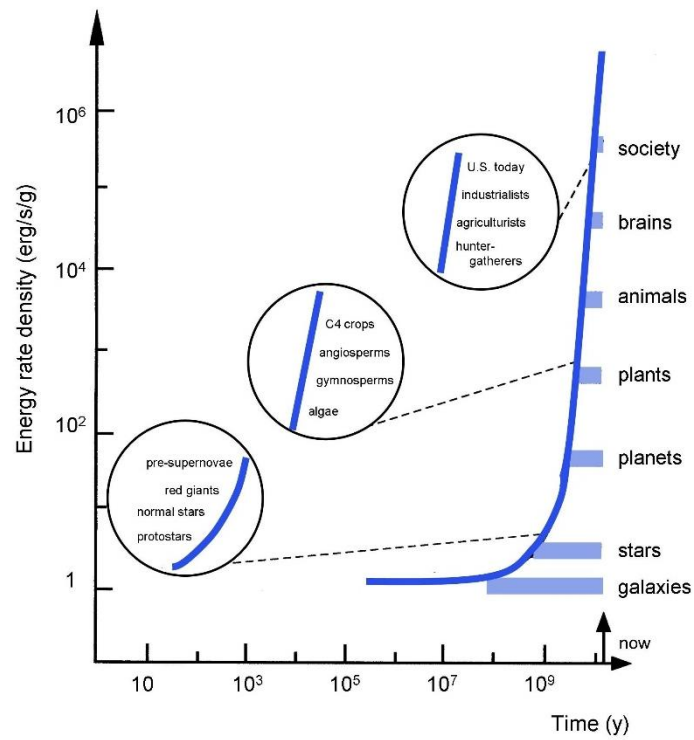
Η θερμοδυναμική, και ιδιαίτερα ο 2^{ος} θερμοδυναμικός νόμος, εκφράζει πως σε ένα απομονωμένο σύστημα, η εντροπία πάντοτε θα αυξάνεται με το χρόνο (οι αντιστρεπτές διεργασίες υπάρχουν μόνο σε ιδεατά και πολύ καλά ελεγχόμενα πειράματα). Ένα απομονωμένο σύστημα είναι ένα σύστημα στο οποίο η ενέργεια διατηρείται: δεν έχουμε ούτε εισροή ούτε εκροή ενέργειας. Αποφεύγοντας τη χρήση μαθηματικών σχέσεων, θα λέγαμε απλά πως η εντροπία είναι ένα μέτρο της «αταξίας» ή της τυχαιότητας ενός συστήματος. Να σημειωθεί πως η εντροπία συνδέεται με την πληροφορία η οποία είναι σχετική με το σύστημα: όσο περισσότερη πληροφορία χρειάζεται για να περιγράψουμε το σύστημα, τόσο λιγότερη είναι η εντροπία. Βασιζόμενοι σε αυτό τον ορισμό, είναι εύκολο να δει κανείς γιατί η ζωή φαινομενικά «παραβιάζει» το 2^ο θερμοδυναμικό νόμο: η ζωή είναι ένα πάρα πολύ οργανωμένο σύστημα με υψηλό περιεχόμενο πληροφορίας (τα γονίδια και ο εγκέφαλός μας αποθηκεύουν τεράστια ποσότητα πληροφορίας).

Ωστόσο η ζωή δεν είναι ένα απομονωμένο σύστημα – μάλιστα απέχει σημαντικά από αυτό. Πράγματι, αν σταματήσουμε να παρέχουμε στο σώμα μας καύσιμα (= τροφή), θα πεθάνουμε πολύ σύντομα. Επομένως, η ζωή είναι ένα τελείως ανοιχτό σύστημα, όπου και η ενέργεια αλλά και η ύλη εισρέουν και εκρέουν συνέχεια. Η τροφή επεξεργάζεται για να δώσει ενέργεια στα κύτταρα, να κινήσει τους μυς, να επιδιορθώσει πράγματα που «χαλάνε» συνεχώς μέσα στο σώμα μας. Το γεγονός ότι τα πράγματα «χαλάνε» τόσο εύκολα είναι πράγματι συνέπεια του

2^ο θερμοδυναμικού νόμου. Άρα η ζωή δεν παραβιάζει το 2^ο θερμοδυναμικό νόμο, αντίθετα μάλιστα, τον ακολουθεί πλήρως.

Τώρα, ένα ακόμα ενδιαφέρον ερώτημα θα ήταν: πως μπόρεσε ένα τέτοιο πολύπλοκο φαινόμενο όπως η ζωή να εμφανιστεί στο σύμπαν; Ούτως ή άλλως, το σύμπαν είναι εξ' ορισμού ένα απομονωμένο σύστημα, επομένως ο 2^{ος} θερμοδυναμικός νόμος ισχύει πλήρως γι' αυτό. Το σύμπαν μετά το Big Bang έγινε, (και ακόμα γίνεται) πιο ψυχρό και πιο ομογενές. Η συνολική εντροπία αναπόφευκτα αυξάνεται. Ωστόσο, υπάρχει μια συνέπεια του 2^{ου} θερμοδυναμικού νόμου, η οποία λέει πως η εντροπία «θέλει» να αυξηθεί τόσο απεγνωσμένα, που αν υπάρχει ένας δρόμος που θα την αυξήσει με το γρηγορότερο δυνατό τρόπο, θα τον ακολουθήσει. Επομένως, η ζωή έχει ένα βαθύτερο σκοπό μέσα στο σύμπαν: βοηθά στο να αυξηθεί η εντροπία!

Ναι, πολύ καλά καταλάβατε. Η ζωή είναι ο καλύτερος μηχανισμός στο σύμπαν ο οποίος ήρθε σε τάξη για να διασπείρει την ενέργεια όσο και καλύτερα. Η διασπορά της ενέργειας είναι ισοδύναμη με την αύξηση της εντροπίας. Δείτε τα τεράστια ποσά ενέργειας που χρειάζεται η ανθρώπινη κοινωνία σήμερα για να πειστείτε σχετικά με αυτό το γεγονός. Πράγματι, τα ανθρώπινα όντα καταναλώνουν ενέργεια περισσότερο από κάθε άλλο πολύπλοκο ζώο (ανά μονάδα μάζας), τα πολύπλοκα ζώα καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια σε σχέση με τις απλές μορφές ζωής, κάθε μορφή ζωής διασπείρει περισσότερη ενέργεια (ανά μονάδα μάζας) από τις μυριάδες πολύπλοκων συστημάτων που έχουν προκύψει κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του σύμπαντος: πλανήτες, αστέρια, γαλαξίες, μόρια κτλ. Να σημειωθεί πως όλες οι προαναφερθείσες φυσικές δομές θα παραβίαζαν και αυτές το 2^ο θερμοδυναμικό νόμο αν δεν θεωρούνταν ανοιχτά συστήματα. Όταν τα πρώτα αστέρια εμφανίστηκαν στο σύμπαν, ήταν τόσο «μαγικά» όσο και η εμφάνιση της ζωής. Είναι και αυτά αποτέλεσμα εξέλιξης. Ένα αστέρι το οποίο διασπείρει ενέργεια, συμβαδίζει με το 2^ο θερμοδυναμικό νόμο, ωστόσο το αστέρι από μόνο του είναι ένα αρκετά καλά οργανωμένο σύστημα, όπως ακριβώς και η ίδια η ζωή.



Η αύξηση της ενεργειακής διασποράς (ανά μονάδα μάζας) σε συνάρτηση με το χρόνο ζωής του σύμπαντος. Adapted from: Chaisson, E. (2003). A unifying concept for astrobiology. *International Journal of Astrobiology*, 2(2), 91-101. doi:10.1017/S1473550403001484