

Ο Τόμπσον και η φύση της θερμότητας

Παρατηρώντας τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διάνοιξη της κάννης ενός κανονιού ο Μπέντζαμιν Τόμπσον, γνωστός και ως κόμης Ράμφορντ, αντιλήφθηκε ότι αυτή η θερμότητα δεν είναι ένα αβαρές ρευστό αλλά ένα είδος κινητικής ενέργειας

ΤΟΥ Χ. ΒΑΡΒΟΓΛΗ

Το 1783 ο Λαβουαζιέ, μετά την κατάρριψη από αυτόν της υπόθεσης του φλογιστού, εισηγήθηκε τη θεωρία του θερμιδικού, ενός αβαρούς και άφθартου ρευστού που τείνει να καλύπτει όλον τον διαθέσιμο σε αυτόν χώρο, για να ερμηνεύσει τα φαινόμενα της φύσης που σχετίζονται γενικά με τη θερμότητα. Σύμφωνα με τη θεωρία, όσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμιδικού περιέχει ένα σώμα, τόσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του. Από εκεί και πέρα όλα τα θερμικά φαινόμενα ερμηνεύονται από την ιδιότητα του θερμιδικού να επεκτείνεται όσο το δυνατόν περισσότερο. Για παράδειγμα, το θερμιδικό «ξεχειλίζει» από ένα θερμό σώμα, στο οποίο η πυκνότητα αυτού του ρευστού είναι μεγάλη και «ρέει» προς ένα ψυχρό, όπου η πυκνότητά του ρευστού είναι μικρή. Επίσης η προσθήκη θερμιδικού σε ένα σώμα προκαλεί τη διαστολή του τελευταίου, λόγω ακριβώς της τάσης επέκτασης του θερμιδικού. Ομως μόλις 15 χρόνια μετά την εμφάνιση της θεωρίας του θερμιδικού, παρουσιάστηκε η πρώτη σοβαρή αμφισβήτησή της. «Δράστης» ήταν μια από τις πιο ενδιαφέρουσες προσωπικότητες της επιστήμης, ο Μπέντζαμιν Τόμπσον (Benjamin Thompson).

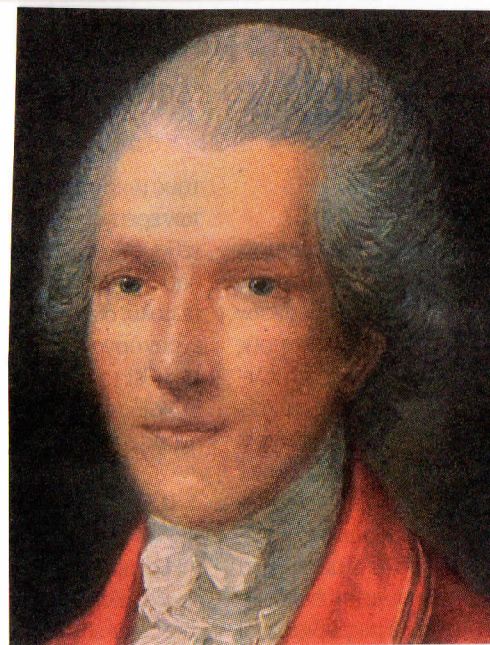
Μάχες, υπουργεία, καφετιέρες και χύτρες!

Ο Τόμπσον ήταν ένας επιστήμονας και εφευρέτης που έζησε μια πολυτάραχη ζωή. Γεννήθηκε σε μια μικρή πόλη πολύ κοντά στη Βοστώνη, την εποχή που η Βόρεια Αμερική ήταν βρετανική αποικία. Πήρε μέρος στον πόλεμο της ανεξαρτησίας των ΗΠΑ ως συνταγματάρχης με την πλευρά των Βρετάνων και, μετά την ήττα των αυτοκρατορικών δυνάμεων, κατέφυγε στην Αγγλία. Εκεί διορίστηκε υφυπουργός και τιμήθηκε για το έργο του με την απονομή τίτλου ευγενείας. Στην Αγγλία παρουσίασε τις περισσότερες από τις εφευρέσεις του, όπως, για παράδειγμα, την καφετιέρα του γαλλικού καφέ, τη χύτρα ταχύτητας και το τζάκι που δεν καπνίζει, χάρη στο αυξημένο «τράβηγμα» που προσφέρει μια στένωση στην αρχή της καμινάδας. Στη συνέχεια πήγε στη Βαυαρία, όπου διορίστηκε υφυργός πολέμου και δημόσιας τάξης. Με την ιδιότητά του αυτή αναδιοργάνωσε τον στρατό, παράλληλα όμως ασχολήθηκε και με πιο «καθημερινά» θέματα. Εισήγαγε την καλλιέργεια της πατάτας και σχεδίασε έναν «τυπικό» αγγλικό κήπο, που διατηρείται μέχρι και σήμερα. Για τις υπηρεσίες

του αυτές του απονεμήθηκε ο τίτλος του κόμη Ράμφορντ, από το όνομα της πόλης όπου έζησε στην Αμερική τα εφηβικά του χρόνια. Επειτα από την Βαυαρία ταξίδεψε και πάλι στην Αγγλία, όπου ίδρυσε το Βασιλικό Ίδρυμα, το πρώτο ερευνητικό ινστιτούτο στον κόσμο, και κατέληξε στο Παρίσι, όπου παντρεύτηκε τη χήρα του Λαβουαζιέ.

Το κανόνι και ο βρασμός

Ενα από τα καθήκοντά του Τόμπσον στη Βαυαρία ήταν η επίβλεψη του εξοπλισμού της χώρας και έτσι ασχολήθηκε με την κατασκευή ορειχάλκινων κανονιών, στο τελικό στάδιο της κάννης γίνεται η διάνοιξη της κάννης με ένα ατσάλινο τρυπάνι. Ο Τόμπσον εντυπωσιάστηκε από το γεγονός ότι όσο διάστημα διαρκούσε αυτή η εργασία παράγονταν μεγάλα ποσά θερμότητας, που έδειχναν να είναι πρακτικά ανεξάντλητα. Για να αποκτήσει μια ποσοτική αίσθηση του φαινομένου βύθισε ένα κανόνι μαζί με το τρυπάνι σε ένα δοχείο με 12 λίτρα νερού θερμοκρασίας μηδέν βαθμών Κελσίου και διαπίστωσε ότι έπειτα από δύομισι ώρες διάνοιξης το νερό άρχισε να βράζει, είχε δηλαδή φθάσει στους 100 βαθμούς. Ετσι υπολόγισε ότι η θερμότητα που είχε απορροφήσει το νερό ήταν ίση με τη μάζα του νερού (12.000 γραμμάρια) επί τη δια-



φορά θερμοκρασίας (100 βαθμοί) επί τη θερμοχωρητικότητα του νερού (που είναι ίση με 1), δηλαδή $Q = 1,2$ εκατομμύρια θερμίδες.

Επειδή δεν του φαινόταν λογικό να περιέχουν τόσο μεγάλη ποσότητα θερμιδικού το κανόνι και το τρυπάνι, σκέφθηκε ότι το φαινόμενο οφειλόταν στη μετατροπή, με κάποιον τρόπο, της περιστροφικής κίνησης του τρυπανιού σε θερμότητα. Δεν ήταν δύσκολο να υπολογίσει πόσο μηχανικό έργο είχε απαιτηθεί για τη διάνοιξη της κάννης. Το τρυπάνι περιστρεφόταν από ένα άλογο, που έχει ισχύ 1 ίππου και σε σημερινές μονάδες 750 watt, δηλαδή παράγει 750

joule ανά δευτερόλεπτο. Πολλαπλασιάζοντας την ισχύ αυτή επί το χρονικό διάστημα κατεργασίας σε δευτερόλεπτα (2,5 ώρες = 9.000 δευτερόλεπτα), βρήκε το μηχανικό έργο W ίσο με 6.750.000 joule. Κάνοντας τη διαίρεση W/Q υπολόγισε ότι 5,6 joule μηχανικής ενέργειας αντιστοιχούν σε μία θερμίδα. Η τιμή αυτή είναι μόλις κατά 20% μεγαλύτερη από τη σήμερα δεκτή τιμή του μηχανικού ισοδύναμου της θερμότητας, όπως ονομάζεται ο συντελεστής αναλογίας μηχανικής προς θερμική ενέργεια. Το αποτέλεσμα αυτό δημοσίευσε το 1798 στο περιοδικό της Βασιλικής Εταιρείας και έτσι ήταν ο πρώτος που, με ποσοτικά τεκμηριωμένο τρόπο, πρότεινε την απόρριψη της θεωρίας του θερμιδικού.

Στους φοιτητές μου διασκεδάζω να συνοψίζω τη σύντομη ιστορία του θερμιδικού, λέγοντας ότι ο άνθρωπος που εισηγήθηκε τη θεωρία του θερμιδικού (Λαβουαζιέ) και αυτός που την κατέρριψε (Τόμπσον) ήταν παντρεμένοι με την ίδια γυναίκα! Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι το αποτέλεσμα του Τόμπσον αντιμετωπίστηκε με σκεπτικισμό από τους σύγχρονους του επιστήμονες, και χρειάστηκε να υπολογιστεί το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας με πολύ καλύτερη ακρίβεια 50 χρόνια αργότερα από τον Τζάουλ, για να γίνει γενικά αποδεκτή η θερμότητα ως μια μορφή ενέργειας.