

## Η Θερμιδική Θεωρία και τα Κανόνια

Ο Μπέντζαμιν Τόμσον (Benjamin Thompson), ο Βαυαρός υπουργός πολέμου, πήγε στο εργοστάσιο για να επιβλέψει την παραγωγή των καινούργιων κανονιών. Όπως ίσως έχετε ήδη προσέξει, το Μπέντζαμιν Τόμσον δεν είναι ένα συνηθισμένο βαυαρικό όνομα. Στην πραγματικότητα ο Τόμσον δεν ήταν Βαυαρός πολίτης αλλά είχε γεννηθεί στις βρετανικές αποικίες της Βορείου Αμερικής. Όμως τη στιγμή που έμπαινε στο εργοστάσιο δεν υπήρχαν πλέον βρετανικές αποικίες στη Βόρειο Αμερική καθώς η αφήγησή μας αφορά γεγονότα που έλαβαν χώρα στο τέλος του 18<sup>ου</sup> αιώνα. Κατά τη διάρκεια της Αμερικανικής Επανάστασης ο Τόμσον έδρασε ως κατάσκοπος των Βρετανών, οπότε αναγκάστηκε να εγκαταλείψει τη χώρα όταν τα πράγματα πήραν άσχημη τροπή γι' αυτούς. Το πώς ένας Βορειοαμερικανός έγινε υπουργός πολέμου της Βαυαρίας είναι μια άλλη ιστορία και δεν θα μας απασχολήσει εδώ. Προφανώς η επίβλεψη της παραγωγής όπλων είναι μέσα στα καθήκοντα ενός υπουργού πολέμου – τουλάχιστον ήταν εκείνη την εποχή. Η Ευρώπη ήταν στα πρόθυρα του πολέμου καθώς η Γαλλική Επανάσταση και άνοδος του Ναπολέοντα η οποία την ακολούθησε απειλούσαν όλους τους Ευρωπαίους ηγεμόνες. Ο πόλεμος ήταν αναπόφευκτος. Για την ακρίβεια οι πολεμικές συγκρούσεις είχαν ήδη αρχίσει. Συνεπώς υπήρχε ανάγκη για καινούργια κανόνια οπότε ο Μπέντζαμιν Τόμσον έπρεπε να πηγαίνει στο εργοστάσιο για να είναι σίγουρος ότι η δουλειά γινόταν με αποδοτικό τρόπο και η ποιότητα των όπλων ήταν αυτή που έπρεπε.

Με το που μπήκε ο Τόμσον στο εργαστήριο ένιωσε να τον κυριεύει ο θυμός καθώς οι περισσότεροι εργάτες απλά στέκονταν χωρίς να κάνουν τίποτα. “Τι συμβαίνει εδώ;” ρώτησε έναν από αυτούς. Ο εργάτης υποκλίθηκε και απάντησε “Κύριε, περιμένουμε να τροχιστεί το τρυπάνι”. Για να καταλάβει κανείς αυτή την απάντηση πρέπει να γνωρίζει πώς παραγόταν τότε ένα κανόνι. Ένα κανόνι εκείνης της εποχής (σαν αυτά που χρησιμοποιούσαν στα πειρατικά πλοία ή στα οχυρά της παλιάς εποχής) μπορεί να περιγραφεί σαν ένας μακρύς και μεγάλος μεταλλικός σωλήνας με μια τρύπα στο κέντρο του. Αν και κάποιος μπορεί να νομίζει ότι το κανόνι έβγαινε έτσι από το καλούπι του στην πραγματικότητα η διαδικασία (τουλάχιστον στην εποχή που εξελίσσεται η ιστορία μας) ήταν εντελώς διαφορετική. Πρώτα έβγαινε από το καλούπι ο μεταλλικός κύλινδρος και στη συνέχεια ανοιγόταν με το τρυπάνι η τρύπα της κάνης. Αυτή τη διαδικασία είχε πάει να επιβλέψει ο Τόμσον. Για να ανοιχτεί η τρύπα στον κύλινδρο δύο άλογα περιέστρεφαν έναν ογκώδη και βαρύ μεταλλικό άξονα στον οποίο στηριζόταν ένα αιχμηρό άκρο το οποίο έπαιζε το ρόλο του τρυπανιού. Προφανώς υπήρχε και κάποιος μηχανισμός που διασφάλιζε ότι η τρύπα γινόταν ακριβώς στο κέντρο του κυλίνδρου, αλλά αυτές οι λεπτομέρειες δεν μας απασχολούν εδώ. Όπως μπορεί κανείς να καταλάβει, το να απομακρυνθεί ο άξονας από τον κύλινδρο, να μεταφερθεί στον πάγκο για να τροχιστεί και να επανέλθει στον κύλινδρο για να συνεχιστεί η διάνοιξη δεν ήταν κάτι απλό. Επιπλέον το τρόχισμα ενός τόσο μεγάλου τρυπανιού ήταν κάτι που απαιτούσε πολύ χρόνο.

Ο Τόμσον δεν ικανοποιήθηκε καθόλου από την απάντηση του εργάτη καθώς είχε επισκεφθεί το εργοστάσιο και την προηγούμενη μέρα. Και τότε είχε βρει την ίδια κατάσταση, είχε κάνει την ίδια ερώτηση και είχε λάβει την ίδια ακριβώς απάντηση. Αυτό πήγαινε πάρα πολύ για τον Τόμσον. Ζήτησε να δει τον εργάτη που ήταν υπεύθυνος για τα εργαλεία και τον ρώτησε γιατί αργούσε τόσο πολύ να τροχιστεί το τρυπάνι. Εκπληκτος άκουσε ότι η διαδικασία δεν συνεχιζόταν από την προηγούμενη μέρα, αλλά ότι έπρεπε να ξεκινήσει από την αρχή. Ο εργάτης του επισήμανε ότι κάποια από τα τρυπάνια είχαν σπάσει και ότι αν και περίμεναν να έρθουν καινούργια, η διαδικασία της διάνοιξης ανά διαστήματα αναγκαστικά διακοπτόταν.

Για τον Τόμσον αυτό δεν ήταν αποδεκτό. Το να περιμένουν οι εργάτες να ετοιμαστεί ένα εργαλείο για να μπορέσουν να δουλέψουν δε συμβάδιζε με την ιδέα που είχε περί αποδοτικότητας. Απαίτησε οι εργάτες να δουλέψουν έστω και μ' ένα στομωμένο τρυπάνι μέχρι κάποιο να τροχιστεί. Αυτοί ωστόσο αρνήθηκαν επισημαίνοντας ότι το μέταλλο θα υπερθερμαινόταν μ' αποτέλεσμα να επηρεαστεί αρνητικά η ποιότητα της κάνης. Ο Τόμσον άρχισε να εκνευρίζεται. Αυτός ο ισχυρισμός ήταν επιστημονικά παράλογος. Γνώριζε καλά ότι η τριβή μπορούσε να αυξήσει τη θερμότητα, ωστόσο σύμφωνα με την αντίληψή του (η οποία ήταν και η αντίληψη όλων των επιστημόνων τους οποίους γνώριζε – και γνώριζε πολλούς) αυτό οφειλόταν στο γεγονός ότι η ουσία της θερμότητας απελευθερωνόταν όταν τριβόνταν τα υλικά. Συνεπώς μετά από κάποιο διάστημα κατά το οποίο τα υλικά θα υφίσταντο τριβή όλη η ουσία της θερμότητας που υπήρχε μέσα στα υλικά θα

απελευθερώνονταν. Συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να αυξάνει διαρκώς, όπως ισχυρίζονταν οι εργάτες. Ο Τόμσον κατάλαβε ότι έπρεπε να δώσει μεγαλύτερη σημασία στο ζήτημα. Απλά μουρμούρισε κάτι όπως “συνεχίστε τη δουλειά και να είστε πιο αποδοτικοί”, μήκισε στην άμαξά του και πήγε στο σπίτι του για να σκεφτεί το πρόβλημα.

Την επόμενη μέρα ο Τόμσον γεμάτος ενεργητικότητα εμφανίστηκε στο εργοστάσιο όπου οι εργάτες άνοιγαν την κάνη ενός κανονιού. Προς μεγάλη τους έκπληξη ο Τόμσον τους διέταξε να σταματήσουν και να χρησιμοποιήσουν ένα στομωμένο τρυπάνι. Καθώς οι εργάτες τον κοιτούσαν απορημένοι ο Τόμσον κατάλαβε ότι έπρεπε να δώσει κάποιες εξηγήσεις: “Θα διεξαγάγουμε ένα επιστημονικό πείραμα. Θέλω να προσδιορίσω πόση θερμότητα μπορεί να παραχθεί μέσω της τριβής που προκαλεί ένα στομωμένο τρυπάνι όταν έρχεται σ’ επαφή με το μέταλλο του κανονιού.”

Αυτή η εξήγηση δεν λειτούργησε όπως θα ήθελε καθώς η απορημένη έκφραση στα πρόσωπα των εργατών δε φάνηκε ν’ αλλάζει. Οπότε ο Τόμσον απλά τους είπε ν’ ακολουθήσουν τις οδηγίες του. Άλλαξαν το τρυπάνι, έφεραν νερό για να ψυχθεί το μέταλλο και έβαλε τα άλογα να ξεκινήσουν τη συνηθισμένη ρουτίνα τους. Μετά από λίγο ο Τόμσον πρόσεξε ότι το μέταλλο είχε αρχίσει να θερμαίνεται. Μετά από λίγο ακόμα το μέταλλο δεν ήταν απλά ζεστό, έκαιγε. Όταν ο Τόμσον θεώρησε ότι το μέταλλο ήταν πολύ ζεστό για να το πιάσει κανείς με γυμνά χέρια, διέταξε τους εργάτες να ρίξουν νερό για να κρυνώσει το μέταλλο και να συνεχίσουν. Μετά από λίγο παρατήρησε ότι και το νερό ζεσταινόταν από την επαφή του με το μέταλλο και ότι κάποια στιγμή άρχισε να παράγει μικρές φουσκάλες σαν να πλησίαζε το σημείο βρασμού του. Ο Τόμσον είπε στους εργάτες να σταματήσουν και να συνεχίσουν την προηγούμενη εργασία τους. Το πείραμα είχε τελειώσει. Και πάλι διέκρινε την απορία στα πρόσωπα παρόλο που αυτή τη φορά ήταν έστω και για εντελώς διαφορετικούς λόγους το ίδιο απορημένος κι αυτός. Πώς ήταν δυνατόν να υπάρχει τόση πολλή θερμότητα στο μέταλλο ώστε ποτέ να μην απελευθερώνεται εντελώς; Αν η θερμότητα ήταν ουσία έπρεπε να υπάρχει σε κάποια ορισμένη ποσότητα. Συνεπώς αν η ποσότητα της ήταν απεριόριστη δεν θα μπορούσε να είναι ουσία. Όμως έπρεπε να είναι...

Ο Τόμσον βρισκόταν στο δρόμο για το σπίτι του, όταν μια ιδέα του καρφώθηκε στο μυαλό. Θυμήθηκε ότι κάπου είχε διαβάσει για μια αρχαιοελληνική αντίληψη, σύμφωνα με την οποία

η ύλη είναι φτιαγμένη από μικρά σωματίδια τα οποία βρίσκονται σε αέναη κίνηση. Στη βιβλιοθήκη του σπιτιού του βρήκε το βιβλίο. Κάποιος Δημόκριτος είχε διατυπώσει αυτή τη θεωρία η οποία όμως είχε απορριφθεί από τον Αριστοτέλη. Έκτοτε οι επιστήμονες θεωρούσαν ότι η θερμότητα ήταν υλική ουσία. Παρόλο που οι σύγχρονοι επιστήμονες είχαν ανατρέψει την αριστοτέλεια κοσμοθεώρηση, η αντίληψη της θερμότητας ως υλικής ουσίας αποτελούσε ακόμη τη βασική ιδέα με βάση την οποία ερμηνεύονταν όλα τα σχετικά φαινόμενα. Μόλις πρόσφατα ο Γάλλος χημικός Λαβουαζιέ (Lavoisier) είχε εισαγάγει με εξαιρετική επιτυχία ένα νέο χημικό σύστημα, σύμφωνα με το οποίο οι ουσίες του φωτός (luminic) και της θερμότητας (caloric) είχαν ταυτοποιηθεί ως στοιχεία. Αλλά το πείραμα του Τόμσον με τη διάνοιξη του κανονιού φαινόταν ν’ ανατρέπει την υλική θεωρία της θερμότητας, δείχνοντας αντίθετα ότι αυτή ήταν κάτι άυλο. Ο Τόμσον κάθισε στο γραφείο του κι άρχισε να καταγράφει τα ευρήματά του. Γνώριζε ότι οι ισχυρισμοί του θα συναντούσαν σφοδρή αντίδραση. Γι’ αυτό αποφάσισε να μη δημοσιεύσει το κείμενό του στο Παρίσι, αλλά αντίθετα να το στείλει στη Βασιλική Εταιρεία του Λονδίνου. Καθώς ήταν ο ίδιος μέλος και γνώριζε ότι είχε εξαιρετική φήμη μεταξύ των πλέον σημαντικών μελών ήξερε ότι το άρθρο του θα δημοσιευόταν ακόμη και εάν υπήρχαν αμφιβολίες για την εγκυρότητά του. Ταυτόχρονα θα έγραφε μια εκδοχή του ίδιου άρθρου στα γερμανικά την οποία θα έστελνε στα *Χρονικά της Φυσικής* (Annalen der Physik), ένα νέο γερμανικό επιστημονικό περιοδικό, το οποίο όμως είχε ήδη αποκτήσει σπουδαία φήμη και είχε γίνει το σημείο αναφοράς στις φυσικές επιστήμες.

Καθώς ο Τόμσον έγραφε, χαμογέλασε καθώς μια σκέψη πέρασε από το μυαλό του. Κι όμως ήταν δυνατόν να γνωρίζουν πρώτοι οι εργάτες ότι η θερμότητα που παράγεται μέσω της τριβής είναι απεριόριστη; Θυμήθηκε τη δυσπιστία που έδειξε την προηγούμενη μέρα. Θα έπειθε άραγε τους άλλους επιστήμονες να αποδεχθούν τον ισχυρισμό του και να εγκαταλείψουν την υλική θεωρία της θερμότητας;

Τα άρθρα του Τόμσον, τόσο το αγγλικό όσο και το γερμανικό δημοσιεύτηκαν το 1798. Ωστόσο παρά τις προσπάθειές του, πολλοί επιστήμονες συνέχισαν να πιστεύουν ότι η θερμότητα ήταν υλική ουσία. Παρόλο που κανείς δεν αντέκρουσε τα πειραματικά του ευρήματα, η υλική θεωρία της θερμότητας επικρατούσε έως και τρεις δεκαετίες και πλέον μετά τη δημοσίευση των άρθρων του.

### Βιβλιογραφία

- Brown, S. C. (1979). Benjamin Thompson, Count Rumford. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Brown, S. C. (1962). Count Rumford: Physicist Extraordinary. New York: Anchor Books.
- Ellis, G. E. (1871). Memoir of Sir Benjamin Thompson, Count Rumford, With Notices of his Daughter. Philadelphia: Claxton, Remsen, & Haffelfinger.
- Goldfarb S.G. (1977) Rumford's Theory of Heat: A Reassessment. In: British Journal for the History of Science 10, 25 – 36
- Larsen, E. (2011). An American in Europe: The Life of Benjamin Thompson, Count Rumford. New York: The Philosophical Library.
- Sparrow, W. J. (1964). Knight of the White Eagle : Sir Benjamin Thompson. New York : Thomas Y. Crowell Company.

**Κείμενο:** Peter Heering

### Μετάφραση στα ελληνικά: Σπύρος Κόκκοτας

---

Την ιστορία **Η Θερμιδική Θεωρία και τα Κανόνια** επιμελήθηκε ο Stephen Klassen. Η ιστορία στηρίζεται εν μέρει στο κείμενο **Ιστορική Αναδρομή: Ενέργεια** που γράφηκε από τον Peter Heering.

---

Η ιστορία **Η Θερμιδική Θεωρία και τα κανόνια** γράφηκε από τον Peter Heering με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (έργο: 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) και του Πανεπιστημίου του Φλένσμπουργκ της Γερμανίας. Η δημοσίευση αυτή αντανακλά τις απόψεις του συγγραφέα και μόνον και Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που αυτή περιέχει.