

ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΟΝ ΜΑΘΗΜΑ

ΕΝ ΤΩ ΕΘΝΙΚΩ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΩ

ΚΑΙ ΠΕΡΙ

ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

ΕΝ ΤΩ ΑΓΓΕΛΩ, ΚΥΚΛΩ, ΟΜΗΛΙΑ

ΔΕΑΝΔΡΟΥ ΔΟΣΙΟΥ

ΥΠΟΤΥΠΩ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ,

ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΝ ΠΕΡΡΗ-ΒΑΜΠΛΑ

ΟΣΟΣ ΜΗΤΡΟΠΟΛΕΩΣ

—
1869

Περὶ θερμότητος.

(Ἐκ τῶν πρακτικῶν τοῦ ἀττικοῦ κύκλου
τῆς 11 Μαρτίου 1869).

Κύριοι,

Ὡς ἀντικείμενον τῆς σημερινῆς συνεδριάσεως ἐπρό-
τεινα τὴν θεωρίαν τῆς θερμότητος.

Βεβαίως ἐν τῷ βραχεῖ χρόνῳ, καθ' ὃν μοι εἶναι ἐπι-
τετραμμένον νὰ ἐπιστήσω τὴν ὑμετέραν προσοχὴν ἐπὶ
τοῦ ἀντικειμένου τούτου, δὲν θέλει μοι εἶσθαι δυνατόν
νὰ ἀναπτύξω κατὰ βάθος τὰς διδασκαλίας τῆς θεωρίας
ταύτης, καὶ παρακολουθῶν εἰς τὰ καθ' ἕκαστα, νὰ κατα-
δείξω ὑμῖν, ποίαν σημασίαν αὕτη διὰ τὴν ἀνάπτυξιν ἐν
γένει τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν ἔχει, εἰς ποίας ἐλπίδας
δικαιοῦνται τινεὶ περὶ τῆς ἐπιρροῆς αὐτῆς ἐπὶ τοῦ μέλλον-
τος αὐτῶν τούτων τῶν ἐπιστημῶν. Θέλω ἀρκεσθῆν νὰ
ἐξηγήσω ὑμῖν ποῖαι ἰδέαι ἐπικρατοῦσι τὴν σήμερον ὡς
πρὸς τὴν τῆς θερμότητος φύσιν, καὶ προσπαθήσει νὰ ὑπο-
δείξω τὴν σχέσιν τῆς θεωρίας ταύτης μετὰ τῶν λοιπῶν
κλάδων τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν.

Ἐὰν παρακολουθήσωμεν τὴν ἱστορίαν τῆς ἀναπτύξεως
τοῦ ἀνθρωπίνου νοῦς, εὐρίσκομεν ὅτι ἕκαστος κλάδος τῶν
ἡμετέρων γνώσεων τρία διάφορα διέτρεξε στάδια, τὸ
θεολογικόν, τὸ μεταφυσικόν ἢ ἀφηρημένον καὶ τὸ θετι-
κόν ἢ ἐπιστημονικόν *).

*) Πρῶτος ὁ τὸν νόμον τοῦτον ἀνευρῶν A. Comte ἐξέφρασεν αὐτὸν
ἐν ἑλῆ ἀπὸ τοῦ τῆ γενικότητι ἐν τῇ θετικῇ αὐτοῦ φιλοσοφίᾳ.

Οὕτω βλέπομεν ὅτι οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες, ὅτε αἰ φυσικῶς ἐπιστῆμαι εὐρίσκοντο ἀκόμη εἰς τὰ σπάργανά των, ἐξήγουν τὰ διάφορα φυσικὰ φαινόμενα δι' ἀμέσου ἐπιδράσεως τῶν διαφόρων ἐπὶ τοῦτω ἐφευρεθεισῶν θεοτήτων π.χ. ἐλάτρευον Δία τὸν νεφεληγερέτην καὶ ὑέτιον, τὸν ὁποῖον ἐθεώρουν ὡς αἰτίαν τῆς βροχῆς, τῶν ἀστραπῶν, τῶν βροντῶν καὶ ἐν γένει τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων, ἐνόμιζον ὅτι αἰτία τῶν πνοῶν τοῦ ἀνέμου ἦτο ὁ θεὸς τῶν ἀνέμων ὁ Αἴολος, ὅτι τὰ τῆς θαλάσσης κύματα αἰτία εἶχον τὸν Ποσειδῶνα, ὅστις ἀνεκίνει διὰ τῆς τριαίνης αὐτοῦ τὴν θάλασσαν κτλ. Ἀντὶ νὰ ἐξηγήσωσι λοιπὸν τὰ φαινόμενα ταῦτα πραγματικῶς ἔθετον ὡς αἰτίαν τούτων ὑποθετικόν τι καὶ ἄγνωστον, ἀλλὰ ἴσα ἴσα διότι τὸ ἀγνωστόν ἐκείνο αἴτιον διὰ θείας περιέβαλλον φύσεως, ἔπαυσεν ἡ περὶ τούτου περαιτέρω σκέψις ἐνόμιζον ὅτι ἔδιδον οὕτω πραγματικὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων. — Αὕτη ἦτο ἡ θεολογικὴ ἐποχὴ.

Ἡ μεταφυσικὴ μέθοδος δὲν εἶναι κυρίως ἡ τροποποιήσις τῆς πρώτης, τῆς θεολογικῆς. Ἡ ὑπόθεσις ὑπερφυσικοῦ τινος, θεότητος τινος ὡς αἰτίου τῶν διαφόρων φαινομένων, ἀντεκατεστάθη ὑπὸ δυνάμεων ἀφηρημένων ἐνυπαρχουσῶν ἐν ταῖς διαφόροις σώμασι, καὶ ὑποτιθεμένων ἰκανῶν νὰ παραγάγωσιν ἀφ' ἑαυτῶν ἅπαντα τὰ ἤδη παρατηρηθέντα φαινόμενα, τῶν ὁποίων ἡ ἐξήγησις συνίσταται τότε εἰς τὸ νὰ καταδειχθῇ ἡ ἀντιστοιχοῦσα ὑποθετικὴ δύναμις. Οὕτω καὶ ἐν τῇ φυσικῇ λοιπὸν ἀντὶ τῶν θεοτήτων προσελήφθησαν ἰδιαιτέραι δυνάμεις ὑποθετικαί ἐλέγετο π.χ. ὅτι σῶμα τι φωτίζεται διότι δέχεται φῶς, ὅπερ μέχρι τινὸς ἐθεωρεῖτο ὡς ἰδιαιτέρα τις δύναμις, εἶναι θερμὸν διότι ἐμπεριέχει θερμότητα κτλ. ἀλλὰ τοῦτο, ἐννοεῖται, δὲν εἶναι ἐξήγησις ἀλλὰ μόνον πρᾶξεις, δι' ἄλλων λέξεων ἔκφρασις τοῦ φαινομένου.

λέγοντες ὅτι σῶμά τι εἶναι θερμὸν διότι ἐμπεριέχει θερμότητα, δὲν λέγομεν ἄλλο τι, εἰμὴ ὅτι σῶμά τι εἶναι θερμὸν, διότι ἐμπεριέχει τι, εἰς τὸ ὁποῖον ὑποθέτομεν τὴν δύναμιν νὰ μεταδώσῃ εἰς τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος σῶμα ἀπάσας τὰς ιδιότητες, ὡσὼν ἀντιλαμβάνομεθα παρὰ τοῖς θερμοῖς σώμασι· τοῦτο ἰσοδυναμεῖ πρὸς τὸ ὅτι σῶμά τι εἶναι θερμὸν, διότι εἶναι θερμὸν.

Ἐφ' ὡσὼν ὅμως ἡ ἐπιστήμη προώδευε κατεδεικνύετο τὸ ἀνεπαρκὲς τοιούτων ἐξηγήσεων ὅλως ὑποθετικῶν· πρὸς ὑποστήριξιν δὲ τούτων ἐδόθη πρὸς τὰς ἀφηρημένας αὐτάς δυνάμεις ὑποθετικῶς θετικόν τι, ὅπερ καθίστα αὐτὰς εὐληπτοτέρας, ἀποδίδον αὐταῖς ιδιότητας, αἵτινες ἔπρεπε νὰ τὰς πλησιάζωσι περισσότερον πρὸς ἄλλας ἡμῖν συνήθεις ἐννοίας· οὕτως ἐθεωρήθησαν αἱ δυνάμεις αὐταὶ ὡς ἰδιαίτερα ρευστά, τὰ ὁποῖα μεταβαίνοντα ἀπὸ τοῦ ἐνὸς εἰς τὸ ἄλλο σῶμα, μεταδίδουσι τὰς ἀντιστοιχοῦσας ιδιότητας· ἔλεγον π. χ. ὅτι σῶμά τι φωτίζεται ἢ θερμαίνεται διὰ τῆς μεταβάσεώς τοῦ τοῦ φωτός ἢ τοῦ τῆς θερμότητος ρευστοῦ ἐπ' αὐτό. Ἄλλ' ἐπειδὴ τὰ ρευστά ταῦτα οὐδεὶς ἠδυνήθη νὰ ἴδῃ, οὐδεὶς ἄλλως νὰ κατανοήσῃ, ἢ δι' αὐτῶν τῶν τοῦ φωτός καὶ τῆς θερμότητος φαινομένων, ἅτινα ἔπρεπε νὰ ἐξηγήσωσι, τὸ τοιοῦτον δὲν προσέθετε νέαν τινα ἰδέαν, ἦτο μόνον ἀλλαγὴ ὀνόματος, ἀντὶ θερμότητος φωτός ἢ ηλεκτρισμοῦ, ὁμιλοῦμεν περὶ τοῦ τῆς θερμότητος, τοῦ τοῦ φωτός καὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ.

Τὴν σήμερον μετεβλήθησαν αἱ περὶ τῆς ἐξηγήσεως τῶν φυσικῶν φαινομένων ἰδέαι· αἱ φυσικαὶ ἐπιστήμαι διατρέχουσιν ἤδη τὸ θετικὸν αὐτῶν στάδιον. Σκοπὸς τῶν παρὰ ταῖς φυσικαῖς ἐπιστήμαις θεωριῶν δὲν εἶναι πλέον νὰ ἐξηγήσωσιν ἐξ ἐφόδου ἅπαντα τὰ φυσικὰ φαινόμενα, νὰ φθάσωσι διὰ μιᾶς εἰς τὴν ἀρχικὴν τοῦ παντός αἰτίαν,

ἀλλ' οἱ περὶ τὰ τοιαῦτα ἀσχολούμενοι προσπαθοῦσι νὰ συνδέσωσι τὰ καθ' ἕκαστα φυσικὰ φαινόμενα πρὸς ἀλλη-
λα καὶ πρὸς γενικωτέρας τινας ἀρχάς, πρὸς γενικωτέρας
τινας αἰτίας, αἵτινες ὅμως μένουσιν ἀνεξήγηται, ἀλλὰ
τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς ὀλονὲν ἐλαττοῦται, συνδεομένων
καὶ τούτων πρὸς ἀλλήλας. Ἡ μεγαλειτέρα ἐντέλεια, ἣν
ἐπιδέχεται ἡ μέθοδος αὕτη, ἤθελεν εἶσθαι ἡ σένδεσις
ὄλων τούτων τῶν διχρόρων αἰτιῶν πρὸς μίαν καὶ μόνην
ἀρχικὴν αἰτίαν, τῆς ὁποίας μερικαὶ περιπτώσεις ἤθελον
εἶσθαι ἐκεῖναι· τοῦτο εἶναι τὸ ὕριον, πρὸς ὃ τείνει ἡ μέ-
θοδος αὕτη, καὶ τὸ ὁποῖον δὲν ἤξεύρομεν ἐὰν θέλη δυνατ-
θῆ νὰ φθάσῃ.

Διὰ νὰ καταστήσω ὑμῖν τὴν μέθοδον ταύτην σαφε-
στέραν ἐπιτρέφατέ μοι νὰ σᾶς ἀναφέρω ἐν παράδειγμα.
Ἦτο γνωστὸν ὅτι οἱ πλανῆται περιστρέφονται περὶ τὸν
ἥλιον μὴ δυνάμενοι νὰ ἀπομακρυνθῶσιν αὐτοῦ, ἀφ' ἑτέρου
δὲ ὅτι τὰ διάφορα γῆνα σώματα πίπτουσιν ἐπὶ τῆς γῆς,
ἔχουσι βαρύτητα τινὰ διὰ τῆς θεωρίας τοῦ Νεύτωνος
περὶ τῆς παγκοσμίου ἔλξεως συνεδέθησαν τὰ διάφορα
ταῦτα φαινόμενα διὰ τοῦ γενικοῦ νόμου ὅτι ἡ ὕλη ἐξ-
σκει ἔλξιν ἐπὶ τῆς ὕλης μετὰ δυνάμεως κατ' εὐθείαν μὲν
ἀναλόγου πρὸς τὴν μάζαν, ἀντιστρόφως δὲ ἀναλόγου
πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως. Τὸ αἷτιον ὅμως
αὐτῆς ταύτης τῆς παγκοσμίου ἔλξεως ἔμεινεν ἀνεξήγη-
τον. Ἐξηγοῦντες ἐπομένως τὰ περὶ τὴν κίνησιν τῶν πλα-
νητῶν καὶ τὰ περὶ τὴν βαρύτητα φαινόμενα, δὲν ἐφθά-
σαμεν εἰς ἀρχικὸν αἷτιον μὴ χρῆζον περαιτέρω ἐξηγή-
σεως, ἀλλ' ἀντὶ περισσοτέρων αἰτιῶν τῶν διαφόρων τού-
των φαινομένων, συνδέοντες ταῦτα ἐφθάσαμεν εἰς ἐν γε-
νικώτερον αἷτιον.

Οὕτω λοιπὸν καὶ ἐν τῇ φυσικῇ, ἐξηγοῦντες τὰ φαινό-
μενα τοῦ φωτός, τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τῆς θερμότητος διὰ

τοῦ τοῦ φωτός, τοῦ ἠλεκτρικοῦ καὶ τοῦ τῆς θερμότητος
 βευστοῦ, δὲν ἐξηγοῦμεν τὴν φύσιν αὐτῶν τούτων τῶν δυ-
 νάμεων, ἀλλὰ συνδέομεν μεταξύ των τὰ διάφορα εἰς μίαν
 τῶν κατηγοριῶν τούτων ὑπαγόμενα φαινόμενα· διὰ τὰ
 ἐξηγηθῆ ὅμως ἡ φύσις τῶν διαφόρων τούτων δυνάμεων,
 τῆς τοῦ φωτός, τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τῆς θερμότητος κτλ.
 πρέπει νὰ συνδεθῶσιν αὐταὶ πρὸς ἄλλας ἢ καὶ πρὸς ἄλ-
 λήλας ἀντικαθιστωμένων οὕτω τῶν μερικῶν τούτων δυ-
 νάμεων ὑπ' ἄλλων γενικωτέρων.

Εἶναι πιθανῶς εἰς τοὺς πλείστους ἐξ ἡμῶν γνωστῶν κατὰ
 πόσον ἡ θεωρία τοῦ φωτός καὶ τοῦ ἤχου προώδευσαν ὑπὸ
 ταύτην τὴν ἔποψιν. Ἀντικείμενον τῆς ὀμιλίας ταύτης
 θέλει εἶσθαι νὰ καταδείξω τὸν σύνδεσμον τῶν τῆς θερ-
 μότητος πρὸς ἑτέραν κλάσιν φυσικῶν φαινομένων.

Καὶ πρῶτον μὲν ἐπιτρέψατέ μοι νὰ πᾶς ὑπενθυμίσω
 τί ἐννοοῦμεν διὰ τῶν λέξεων θερμότης, ψυχός. Αἱ λέξεις
 αὐταὶ δὲν σημαίνουσιν ὅτι δύο διάφορα καταστάσεις τῆς
 ὕλης ὑπάρχουσιν, ἡ θερμὴ καὶ ἡ ψυχρά· ἀπλούστατον πεί-
 ραμα δύναται νὰ μᾶς πείσῃ περὶ τούτου.

Ἐὰν βυθίσωμεν τὴν μὲν τῶν χειρῶν ἡμῶν ἐν ἀγγείῳ
 πλήρει θερμοῦ ὕδατος τὴν δὲ ἐν ἀγγείῳ πλήρει ὕδατος
 τὸ ἑξοῖον ἐψυχράναμεν διὰ πάγου, μετὰ τινος δὲ στιγ-
 μᾶς ἀποσύρωμεν αὐτάς καὶ βυθίσωμεν ἀμφοτέρας ἐντὸς
 ἀγγείου περιέχοντος ὕδωρ συνήθους θερμοκρασίας, ἐρω-
 τήσωμεν δὲ τώρα ἐὰν τὸ ὕδωρ ἦναι θερμὸν ἢ ψυχρὸν, ἢ
 μὲν τῶν χειρῶν ἀποφαίνεται ὅτι εἶναι ψυχρὸν ἢ δὲ ὅτι
 εἶναι θερμὸν, μολοντάτι ἀμφοτέραι περὶ τοῦ αὐτοῦ ἀπο-
 ραίνονται ὕδατος. Ἐπομένως δὲν ὑπάρχει πραγματικὴ
 διαφορὰ μεταξύ ψυχροῦ καὶ θερμοῦ, ἀλλ' αἱ λέξεις αὐ-
 ται ἔχουσιν σημασίαν σχετικὴν ὀνομάζομεν θερμὸν πᾶν

τι θερμότερον ἡμῶν αὐτῶν, ψυχρὸν δὲ πᾶν ὀλιγώτερον θερμὸν τοῦ ἡμετέρου σώματος.

Κατὰ τὴν παλαιὰν θεωρίαν τῆς θερμότητος τὴν ἐπικληθεῖσαν ὕλικὴν ὅλα τὰ σώματα ἐπομένως ἐμπεριέχουσι ποσότητά τινα μικροτέραν ἢ μεγαλειτέραν τοῦ τῆς θερμότητος ρευστοῦ. Ἡ ἀπόψυξις ἢ θέρμανσις σώματός τινος ἐξηγῆται εὐκόλως διὰ τῆς ὑποθέσεως ὅτι τὸ ρευστὸν μεταβαίνει ἀπὸ τοῦ ἐνὸς εἰς τὸ ἄλλο σῶμα.

Ἄλλ' εἶναι γνωστὰ καὶ πλεῖστα φαινόμενα τὰ ὅποια δὲν δύνανται νὰ ἐξηγηθῶσιν εὐκόλως διὰ τῆς θεωρίας ταύτης, οὕτω π. χ.

Ἐὰν θέσωμεν πάγον θερμοκρασίας 0° ἐντὸς ἀγγείου καὶ τὸν θερμάνωμεν ὀλίγον κατ' ὀλίγον, τήκεται οὗτος, καὶ ἐὰν ἐμβάψωμεν θερμομέτρον βλέπομεν ὅτι, μολονότι δαπανῶμεν ἰκανὴν ποσότητα θερμότητος, τὸ ὕδωρ διατηρεῖ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, δεικνύει 0° . Τί γίνεται λοιπὸν ἢ προσαγομένη θερμότης; τί γίνεται ἢ ποσότης τοῦ τῆς θερμότητος ρευστοῦ ὅπερ ἐκλείπει καὶ ἀφανίζεται κατὰ τὸ πείραμα τοῦτο; χρησιμεύει πρὸς τῆξιν τοῦ πάγου γινομένη οὕτως ἀφανής. Ἀλλὰ πῶς δύναται ἐκ τοῦ ρευστοῦ τούτου νὰ παραχθῇ μηδέν; ἐὰν ἡ θερμότης ἦτο ὕλη δὲν ἤθελεν ἰσχύει πλέον ὁ νόμος τοῦ ἀδιαφθόρου τῆς ὕλης, ὁ γενικὸς νόμος ὅτι ὕλη οὔτε νὰ παραχθῇ ἐκ τοῦ μηδενὸς, οὔτε εἰς μηδέν νὰ γίνῃ δύναται.

Ἐπίσης εἰξεύρομεν ὅτι, ὅταν σῶμά τι μεταβαίνει ἀπὸ τῆς ρευστῆς εἰς τὴν ἀεροειῆ ἢ κατάστασιν, ἀφανίζεται θερμότης.

Ἀλλὰ καὶ νὰ παραγάγωμεν δυνάμεθα θερμότητα οὕτω π. χ. κλιόντες ἐντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἄνθρωπα παράγομεν μεγάλας ποσότητας θερμότητος· ἐὰν ἡ θερμότης αὕτη ἦτο ὕλη ποῦ εὐρίσκετο αὕτη μέχρι τοῦδε;

Ἀλλὰ κατὰ τὸ φαινόμενον τοῦτο λαμβάνει χώραν ῥι-

ζική μεταβολή, ἀντὶ ἀνθρακος καὶ ὀξυγόνου ἀπολαμβάνομεν ἀνθρακικὸν ὄξι, καὶ ἐπομένως τὸ φαινόμενον εἶναι ἀρκετὰ περίπλοκον, καὶ οὐχὶ τόσοσ περιφανῶς ἐναντίον τῆς ὕλικῆς θεωρίας τῆς θερμότητος. Ἄλλ' ὑπάρχει ἑτέρα τις τάξις φαινομένων, ὅπου ἡ παραγωγὴ τῆς θερμότητος ἀκόμη πλέον δυσεξήγητος εἶναι, ἢ μᾶλλον ὅλως ἀνεξήγητος διὰ τῆς ὕλικῆς θεωρίας τῆς θερμότητος. Ταῦτα τὰ φαινόμενα ἦσαν τὰ πρῶτα, ἅτινα ὠδήγησαν ἤδη πρὸ καιροῦ τὸν νοῦν διακεκριμένων ἀνδρῶν πρὸς ἔκφρασιν ὁμοίων ἰδεῶν πρὸς τὰς τὴν σήμερον ἐπικρατούσας ὡς πρὸς τὴν φύσιν τῆς θερμότητος.

Εἶναι εἰς ἅπαντας ὑμᾶς γνωστὸν ὅτι ὁ ξυλουργὸς π. χ. ὅταν ἐργάζεται διὰ τοῦ πρίονος ἢ τρυπητήρος κτλ., ἐντὸς ὀλίγου δύναται διὰ τῆς ἀφῆς μόνης νὰ διακρίνη ὅτι τὰ ἐργαλεῖα ταῦτα ἐθερμάνθησαν ἐπαισθητῶς, εἰξεύρετε ὅτι οἱ τροχοὶ καὶ οἱ ἄζωνες τῶν ἀμαξῶν καὶ ἐν γένει ὅλων τῶν μηχανῶν θερμαίνονται κινούμενοι, ἐν γένει ὅλα τὰ σώματα θερμαίνονται διὰ τῆς τριβῆς, φυλαί τινες ἀνάπτουσι πῦρ διὰ τῆς τριβῆς δύο ξύλων, καὶ παρ' ἡμῖν εἰξεύρομεν ὅτι δυνάμεθα νὰ κερδίσωμεν σπινθηρας διὰ τῆς τριβῆς τοῦ πυρίτου λίθου ἐπὶ γάλυθος κτλ.

Πόθεν προέρχεται ἡ θερμότης αὕτη κατὰ τὴν ὕλικὴν θεωρίαν τῆς θερμότητος; ποῦ ὑπῆρχε μέχρι τοῦδε ἡ μεγάλη αὕτη τοῦ ρευστοῦ ποσότης;

Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη τῆς παρελθούσης ἑκατονταετηρίδος ἦτο ὁ κόμης Rumford εἰς Μόναχον πρὸς ἐπίθεψιν τῆς κατασκευῆς κανονίων τινων, ἐξεπλάγη δὲ ἔνεκα τῆς μεγάλης ποσότητος θερμότητος τῆς κατὰ τὴν διατρύπησιν αὐτῶν παραγομένης τὴν θερμότητα ταύτην ἀπέδιδεν εἰς τὴν τριβὴν καὶ διὰ νὰ σπουδάσῃ τὰ φαινόμενα ταῦτα κατεσκεύασε τὴν ἐξῆς σκευασίαν. Ἐντὸς κελύου κυλίνδρου ἐκ σιδήρου εἰσῆρχετο ἕτερος πλήρης

καὶ ἄρκετὰ βαρὺς, οὕτως ὥστε νὰ πιᾶζῃ τὴν βᾶσιν τοῦ πρώτου καὶ νὰ λαμβάνῃ χώραν σημαντικὴ τριβὴ περιστρέφομένου τοῦ ἑνὸς ἐντὸς τοῦ ἑτέρου. Τὴν συσκευὴν ταύτην ἔθεσαν ἐντὸς ξυλίνου κιβωτίου ἐν τῷ ὁποίῳ ἔχυσαν περὶ τὰς 16 λίτρας ὕδατος 16°. Δι' ἑνὸς ἵππου ἐστρέφεται ὁ εἰς κύλινδρος ἐντὸς τοῦ ἑτέρου. Μετὰ 1 ὥραν ἐδείκνυσεν τὸ ὕδωρ θερμοκρασίαν 42°

μετὰ	1 1/2	ὥρ.	81°
" "	2 1/3	" "	93,3°

καὶ " 2 1/2 " τὸ ὕδωρ ἔξεν ἕδρ. ζωηρῶς.

Ἴδου τί λέγει ὁ **Rumford** περὶ τοῦ πειράματος τούτου.

« Εἶδομεν σημαντικὴν ποσότητα θερμότητος διὰ τῆς
 » τριβῆς δύο μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν παραχθείσης . . .
 » Σκεπτόμενοι ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τούτου δὲν πρέπει
 » νὰ λησμονήσωμεν τὴν ἀξιοπεριεργοτάτην ταύτην περι-
 » στασιν, ὅτι ἡ πηγὴ τῆς θερμότητος τῆς κατὰ τὸ πεί-
 » ρμα τοῦτο παραχθείσης φαίνεται φανερῶς ἀνεξάν-
 » τλητος. Ἐννοεῖται ἄρ' ἑαυτοῦ, ὅτι πρᾶγμα τι, τὸ
 » ὁποῖον δύναται νὰ παράγῃται ἄνευ τέλους, ἄνευ ὄρου
 » ὑπὸ σώματος ἢ συμπλέγματος σωμάτων ἀπομεμονω-
 » μένων δὲν δύναται ἀπολύτως νὰ ἦναι ὑλικὴ οὐσία.
 » καὶ μοὶ φαίνεται δύσκολον, εἰ μὴ ἀδύνατον νὰ φαν-
 » τασθῇ τίς τι δυνάμενον νὰ διεγερθῇ ἢ μεταδοθῇ κατὰ
 » τὰ πειράματα ταῦτα, εἰ μὴ τούτο δὲν ἦναι κίνησις. »
 Ἀὕτη εἶναι ἡ επικρατοῦσα τὴν σήμερον ἰδέα, δὲν δύ-
 νεται ἡ θερμότης νὰ ἦναι ἄλλο τι ἢ κίνησις· μόνον εἰ μὴ
 ἡ θερμότης ἦναι κίνησις, εἶπεν ὁ μεγαλοφυὴς **Rumford**,
 δυνάμεθα νὰ ἐννοήσωμεν πῶς αὕτη ἐπ' ἀπειρὸν ὑπὸ τοῦ
 αὐτοῦ τεμαχίου σιδήρου διὰ τῆς τριβῆς παράγεται· εἰ μὴ
 ἦτο ὕλη δὲν ἔθελεν εἶσθαι δυνατόν νὰ περιέχῃ ὁ σίδη-
 ρος, εἰ μὴ ὀρισμένην τινα καὶ πεπερασμένην ποσότητα,
 ἥτις ἔπρεπε νὰ ἦναι ἐξηντλητή. Δὲν δύναται οἷς ἴσως

ἀκόμη τὴν σήμερον νὰ ἀναφέρῃ πειστικώτερον παράδειγμα καὶ λόγον πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ ὅτι ἡ θερμότης εἶναι κίνησις. Τὴν ἀπόδειξιν ταύτην ἀνέφερον ὁ Rumford ὑπὲρ τὰ 30 ἔτη πρὶν τεθῶσιν αἱ βάσεις τῆς σημερινῆς θεωρίας τῆς θερμότητος.

Ἡ μηχανικὴ ἢ καὶ δυναμικὴ θεωρία δὲν παραδέχεται τὴν ἰδέαν τῆς ὕλικῆς φύσεως τῆς θερμότητος· οἱ ὑποστηρίζοντες τὴν θεωρίαν ταύτην δὲν παραδέχονται ὅτι ἡ θερμότης εἶναι ὕλη, ἀλλὰ μόνον κατάστασις τῆς ὕλης, εἶναι κίνησις τῶν μορίων· σῶμά τι καθίσταται θερμότερον ἐὰν τὰ μόρια αὐτοῦ τεθῶσιν εἰς ζωηροτέραν κίνησιν, καθίσταται ψυχρότερον ἐὰν ἡ δύναμις τῆς κινήσεως αὐτῶν ἐλαττωθῇ. Ἐπομένως τὰ μόρια ὅλων τῶν σωμάτων, εἰς ὁποιανδήποτε θερμοκρασίαν καὶ ἐν ληθῶσιν, εὑρίσκονται εἰς διηνεκῆ κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον ἰσχυρὰν κίνησιν. Καθὼς δὲ δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰ μόρια διὰ τῶν ἡμετέρων αἰσθήσεων, τοιοῦτοτρόπως καὶ ἡ κίνησις αὐτῶν, δηλ. ἡ θερμότης διαφεύγει τὴν ἀπ' εὐθείας ἀντίληψιν ἡμῶν.

Ἐν πλησίον δύο σώματα διχοφύρου θερμοκρασίας, βλέπω ὅτι θερμαίνεται τὸ ψυχρότερον ἀφουόμενον τὴν θερμότητα ἐκ τοῦ θερμότερου, ὅπερ ἀποψυχρῖνεται, μέχρις οὗ ἀμφότερα τὴν αὐτὴν δεῖκνύουσι θερμοκρασίαν. Τοῦτο σημαίνει εἰς τὴν γλῶσσαν τῆς μηχανικῆς θεωρίας τῆς θερμότητος, τὰ μόρια τοῦ θερμότερου σώματος ταχύτερον κινούμενα, καὶ συγκρούμενα μετὰ τῶν μορίων τοῦ ψυχρότερου, μεταδίδουσιν εἰς ταῦτα μέρος τῆς κινήσεώς των, ἀπαράλλακτα καθὼς, ἐὰν ἔχω δύο σφαίρας, ἡ ταχύτερον κινουμένη μεταδίδει, συγκρουομένη μετὰ τῆς ἕτερας, μέρος τῆς ταχύτητός της εἰς ταύτην.

Ἄνωτέρω ἀνέφερον ὅτι, ἔσταν σῶμα τι μεταβαίη ἀπὸ

της στερεᾶς εἰς τὴν ρευστὴν ἢ ἀπὸ τῆς ρευστῆς εἰς τὴν ἀεριοειδῆ κατάστασιν, ἀφανίζεται θερμότης. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἀνεξήγητον διὰ τῆς ὕλικῆς θεωρίας· ἴδωμεν ποίαν ἐξήγησιν τούτου δίδει ἡ μηχανικὴ θεωρία τῆς θερμότητος.

Εἰς τὰ στερεὰ σώματα συνέχονται τὰ μόρια δυνάμει τῆς πρὸς ἄλληλα ἑλξεως ὥστε ἡ σχετικὴ αὐτῶν θέσις δὲν δύναται νὰ μεταβληθῇ.

Εἰς τὰ ρευστὰ ὁμοίως σώματα ὑπερνικᾶται ἡ ἑλξις αὕτη καὶ τὰ μόρια δύνανται νὰ ἀπομακρυνθῶσιν ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων· ἐν δὲ τῇ ἀεριοειδεὶ κατάστασι ὑπερνικᾶται ἐπὶ τοσοῦτον ἡ πρὸς ἄλληλα τῶν μορίων ἑλξις ὥστε ταῦτα τείνουσι νὰ ἀπομακρυνθῶσιν ἀλλήλων. Ἡ ἀφανιζομένη ποσότης θερμότητος ἦτοι δυνάμεως καταναλίσκεται μεταβαλλομένη εἰς μηχανικὴν ἐργασίαν διὰ τὴν χωρίσιν τὰ μόρια διὰ τὴν ἀναγκάσιν νὰ ἀπομακρυνθῶσιν καὶ μείνωσιν ἀπομεμακρυσμένα.

Ἄς σπουδάσωμεν τώρα ἐκ τοῦ συνεγγυοῦς τὴν σχέσιν τοῦ διὰ μηχανικῆς τινος ἐνεργείας παραχθέντος τῆς θερμότητος ποσοῦ πρὸς τὴν παραγαγοῦσαν ταύτην δύναμιν. Πρῶτος ὁ Γερμανὸς Mayer ἰατρός ἐν Heilbronn ἐξέφρασεν εὐκρινεῖς περὶ τούτου ἰδέας. Εἶδομεν ὅτι δύναμις μεταβάλλεται εἰς θερμότητα, ἐπίσης δύναται θερμότης νὰ μεταβληθῇ εἰς δύναμιν· πασίγνωστον παράδειγμα τιαύτης μεταβολῆς εἰσὶν αἱ ἀτμομηχαναί.

Ὁ Mayer πρῶτος ἔθεσε τὴν ἀρχὴν ὅτι, ἐὰν ὠρισμένη ποσότης θερμότητος ἀφανιζομένη παράγῃ ὠρισμένον ποσὸν δυνάμεως, ἡ δύναμις αὕτη πάλιν μεταβαλλομένη εἰς θερμότητα θέλει μᾶς δώσει τὸ ἀρχικὸν ποσὸν ἐν γέ-

ναι εις ὀρισμένην ποσότητα θερμότητος ἀντιστοιχεῖ ὀρισμένη ποσότης δυνάμεως καὶ ἀντιστρόφως.

Ὡς μονάδα θερμότητος λαμβάνομεν τὴν ποσότητα ἣτις εἶναι ἀναγκαῖα διὰ νὰ θερμάνωμεν μίαν λίτραν ὕδατος ἀπὸ 0° μέχρις 1° , ὡς μονάδα δυνάμεως τὴν δυνάμιν ἣτις εἶναι ἀναγκαῖα διὰ νὰ ὑψώσωμεν ἐν χιλιογράμμον εἰς ἑνὸς μέτρου ὕψος, ἡ μονὰς αὕτη ὀνομάσθη χιλιογραμμόμετρον. Εὐρέθη δὲ διὰ διαφόρων μεθόδων, ὅτι μία μονὰς θερμότητος ἰσοδυναμεῖ πρὸς 425 χιλιογραμμόμετρα. Ὁ ἀριθμὸς οὗτος εὐρέθη ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπ' εὐθείας, οὕτω π. χ. ἔθεσεν ὁ Joule ὀρισμένην ποσότητα ὕδατος ἐν καταλλήλῳ ἀγγεῖῳ καὶ ἐκίνησε τοῦτο, ἀνακυκλῶν διὰ βραχιόνων ὑπὸ γνωστῶν κινουμένων δυνάμεων, καὶ ἐμέτρησε συγχρόνως τὴν ποσότητα τῆς ἀναπτυχθείσης θερμότητος διὰ τῆς τοῦ βευστοῦ κινήσεως καὶ τριβῆς, καὶ τὴν ποσότητα τῆς δαπανηθείσης ἐργασίας· τὸ αὐτὸ ἐπανελάβε μεθ' ὕδραργύρου καὶ ἐλαίου κλ. Ἀφ' ἐτέρου δὲ προσδιωρίσθη τὸ μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος ἐκ δεδομένων τινων τῆς ἀκουστικῆς τὴν μέθοδον ταύτην δὲν δύναμαι νὰ ἀναπτύξω ἐνώπιον ὑμῶν τὸ ἀποτέλεσμα ἦτο ὅτι οἱ οὕτως εὐρεθέντες ἀριθμοὶ, ἦσαν σχεδὸν ἴσοι, ὥστε καὶ ἐκ τούτου νέα ἀπόδειξις προσήλθε τῆς θεωρίας ταύτης.

Πάντοτε ὅταν ἀφανίζονται 425 χιλιογραμμόμετρα δυνάμεως παράγεται μία μονὰς θερμότητος, καὶ ἀντιστρόφως ὅσakis μία μονὰς θερμότητος ἀφανίζεται, τοσάκις 425 χιλιογραμμόμετρα δυνάμεως παράγονται.

Ὁ νόμος οὗτος εἶναι ὁ νόμος τοῦ μηχανικοῦ ἢ δυναμικοῦ ἰσοδυναμοῦ τῆς θερμότητος.

Ἐκ τοῦ νόμου τούτου ὅτι ἡ θερμότης καὶ ἡ δύναμις ἀνταλλάσσονται, συνήχθη ὁ νόμος τοῦ ἀδιαφθόρου τῆς δυνάμεως, ὅστις πρὸς τῷ νόμῳ τοῦ ἀδιαφθόρου τῆς ὕλης

τούς δύο θεμελιώδεις νόμους πρὸς τὴν τῆς φύσεως ἰσχυρὰ δὴν ἀποτελοῦσι.

Ὁ νόμος τοῦ ἀδιαφθόρου τῆς ὕλης λέγει ὅτι ὕλη οὔτε εἰς τὸ μηδὲν νὰ μεταβληθῇ δύναται, οὔτε ἐκ τοῦ μηδενὸς νὰ παραχθῇ· εἰξεύρομεν τὴν σήμερον π. χ. ὅτι ὅταν φαίνεται ὅτι ἀφανίζεται καὶ ἐκλείπει ὕλη, οὔτω π. χ. κατὰ τὴν καύσιν τοῦ ἀνθρακος κτλ. ὁ ἀνθραξὶ δὲν ἐξαφανίζεται, ἀλλὰ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος συνδέεται πρὸς ἀνθρακικὸν ὀξύ, ὅπερ ὡς ἄχρουν ἀέριον ἀφίπταται καὶ λαμβάνει τὰς ἡμετέρας αἰσθήσεις.

Ὁ νόμος τοῦ ἀδιαφθόρου τῆς δυνάμεως λέγει ὅτι δύναμις οὔτε νὰ παραχθῇ, οὔτε νὰ ἐξαφανισθῇ, καὶ καταστραφῇ δύναται. Οὔτω π. χ. ἐάν πέσῃ σῶμα τι ἐπὶ τῆς γῆς ἐξ ὕψους τινος, τοῦτο ἔχει ἐν ἑαυτῷ ζῶσαν τινὰ δύναμιν· πίπτων ἐπὶ τῆς γῆς σταματᾷ ἐξ αἴφνης καὶ χάνει τὴν κίνησίν του· ἄλλατε ἐνομίζετο ὅτι ἡ δύναμις ἐκείνη ἐξαφανίζεται, σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ἡ δύναμις αὕτη δὲν ἐξαφανίζεται, ἀλλὰ μεταβάλλεται εἰς θερμότητα, καὶ μάλιστα εἰς ποσότητα θερμότητος ἀντιστοιχοῦσαν πρὸς τὴν δύναντιν μεθ' ἧς τὸ σῶμα κατὰ τοῦ ἐδάφους ἐφέρετο.

Ἐάν γνωρίζομεν τὸν ὄγκον καὶ τὴν ταχύτητα σώματος τινος, γνωρίζομεν καὶ τὸ μέγεθος τῆς τοῦτο κινούσης δυνάμεως· ἐπειδὴ δὲ εἰξεύρομεν ὅτι 425 μονάδες δυνάμεως ἰσοδυναμοῦσι πρὸς μίαν μονάδα θερμότητος, δύναμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν πόση θερμότης παράγεται ἐάν αὕτη ἡ τῆς κινήσεως δύναμις διὰ μίας εἰς θερμότητα μεταβληθῇ, οὔτω π. χ. ἐάν σταματήσωμεν αἴφνης τὸ κινούμενον τοῦτο σῶμα. Οὔτως ὑπελογίσθη, ὅτι ἐάν ἡ γῆ αἴφνης ἐμποδοζομένη ἐσταμάτῃ πύουσα τὴν περὶ τὸν ἥλιον ἐνιαύσιον αὐτῆς περιστροφὴν, ἤθελε παραχθῇ

τοιαύτη θερμότητος ποσότης, ὥστε αὐτὴ ἤθελεν ἐξαρχέσει ἄχι μόνον πρὸς τῆξιν ὀλοκλήρου τῆς γῆς, ἀλλὰ καὶ πρὸς ἐξάτμισιν μεγάλου μέρους τῆς ταύτην ἀποτελοῦσης ὕλης.

Ἐὰν δὲ ἡ γῆ ἔχανε ταύτην τὴν ἰδίαν αὐτῆς κίνησιν, ἔπρεπε κατὰ τοὺς νόμους τῆς παγκόσμιου ἡλξσεως, ὑπὸ τοῦ ἡλίου ἐλκομένη νὰ συγκρουσθῆ μετ' αὐτοῦ. Ἡ ποσότης τῆς εὐκτα παραχθισομένης θερμότητος ἤθελεν εἶσθαι ἴση μὲ τὴν θερμότητα, ἣτις ἤθελε παραχθῆ διὰ καύσεως 4600 σφαιρῶν λιθάνθρακος, ὧν ἐκάστη ἤθελεν ἔχει μέγεθος ἴσον πρὸς τὸ τῆς γῆς.

Τὰ διδόμενα ταῦτα ὠδήγησάν τινας τῶν περὶ τὴν φύσιν ἀσχολουμένων νὰ ἀποφανθῶσι περὶ τῆς πηγῆς τῆς τοῦ ἡλίου θερμότητος καὶ τοῦ φωτός, ὑποθέτοντες ὅτι ἡ θερμότης τοῦ ἡλίου συντηρεῖται διὰ τῆς πτώσεως μετεωρικῶν μαζῶν κατὰ περιόδους ἐπὶ τοῦ ἡλίου.

Δὲν δύναται τις βεβαίως νὰ ἀποφανθῆ περὶ τῆς ὀρθότητος τῆς ὑποθέσεως ταύτης, ἀλλ' ἐκ τῶν ἀνωτέρω βλέπετε ὅτι, ἐὰν τοιοῦτόν τι λαμβάνη χώραν, αἱ παραγόμενα ποσότητες θερμότητος δὲν εἶναι ἀσήμαντοί, ὥστε ἴσως ἤθελον ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ δι' ἀκτινοβολήσεως ὑπὸ τοῦ ἡλίου διηνεκῶς ἀποπεμπόμενον ποσὸν τῆς θερμότητος.

Μεταβῶμεν ἤδη ἀπὸ τῶν σκέψεων τούτων περὶ τῶν παγκοσμίων φαινομένων καὶ τῶν οὐρανίων σωμάτων εἰς τὸν μικρόκοσμον τῆς τῶν μορίων κινήσεως.

Ἐὰν θερμάνω τεμάχιον ἄνθρακος, βλέπω ὅτι τοῦτο ἐξακολουθεῖ νὰ καίη ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ ἀέρι ἀναπτύσσον θερμότητα. Μεταξὺ τοῦ ἄνθρακος καὶ τοῦ ὀξυγόνου ὑπάρχει χημικὴ ἑλξις, ὁ ἄνθραξ ἑλκύει τὰ τοῦ ὀξυγόνου μόρια, ταῦτα διὰ τῆς ἑλξσεως λαμβάνουσι ταχύτητα τινὰ

μεθ' ἧς ἀφικνούμενα συγκρούονται μετὰ τοῦ ἀνθράκος ἢ οὕτως ἀναπτυσσομένη θερμότης ἀρκεῖ διὰ τὴν ἔνωσιν τοῦ ἀνθράκος καὶ ὀξυγόνου· οὕτως ἔρχονται καὶ ἕτερα μόρια ὀξυγόνου, μέχρις οὗ ἐλόκληρον τὸ τεμάχιον τοῦ ἀνθράκος κατῆ.

Ἡ παραγωγή τῆς θερμότητος κατὰ τὸ φαινόμενον τοῦτο ἔχει ὡς βλέπετε λόγον οὐδαμῶς διάφορον τῆς ὑποθέσεως περὶ τῆς διατηρήσεως τῆς τοῦ ἡλίου θερμότητος· ἐκεῖ ἤθελεν ἐνεργεῖ ἡ παγκόσμιος ἔλξις ὡς αἰτία τῆς κινήσεως τῶν μετεωρίων σωμάτων πρὸς τὸν ἥλιον, διὰ μετατροπῆς τῆς τῆς κινήσεως δυνάμεως εἰς θερμότητα διατηρεῖται ἡ τοῦ ἡλίου θερμότης· ἐδῶ ἀντὶ τῆς παγκοσμίου ἔλξεως ἐνεργεῖ ἡ χημικὴ ἔλξις· διὰ μεταβολῆς τῆς κινήσεως τῶν τοῦ ὀξυγόνου μορίων εἰς θερμότητα παράγεται ἡ τῆς καύσεως θερμότης.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καθ' ὅλας τὰς χημικὰς ἐνώσεις, ἂν καὶ συνήθως τὸ φαινόμενον δὲν ἦναι τόσον ζωηρόν.

Βλέπομεν ἐπομένως ὅτι ἡ μηχανικὴ θεωρία τῆς θερμότητος καὶ διὰ τὴν χημείαν δὲν εἶναι ἄνευ σημασίας, ὅτι καὶ μετὰ ταύτης συνδέεται.

Ἡ μᾶλλον γνωστὴ καὶ καταφανὴς περίστασις, καθ' ἣν βλέπομεν τὴν μεταβολὴν τῆς θερμότητος εἰς δύναμιν εἶναι ἡ τῆς ἀτμομηχανῆς. Ἐν τῇ ἀτμομηχανῇ μετατρέπομεν τὴν διὰ τῆς καύσεως τῶν λιθανθράκων παραγομένην θερμότητα εἰς δύναμιν.

Ἐκτὸς τῆς ἀτμομηχανῆς ἐφευρέθησαν καὶ ἕτεροι μηχανισμοὶ πρὸς μεταβολὴν τῆς θερμότητος εἰς δύναμιν, οὐχὶ διὰ μέσου τοῦ ἀτμοῦ, ἀλλὰ δι' ὑπερθερμοῦ ἀέρος, δι' ἐκπυρσοκροτήσεως μίγματος φωτιστικοῦ ἀερίου καὶ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, δι' ἀμμωνίας κλ. Δυνάμεθα τὰς μη-

χανάς ταύτας συμπεριλαμβανομένης και τῆς ἀτμομηχανῆς νὰ ὀνομάσωμεν θερμομηχανάς, ἤτοι μηχανάς, αἵτινες σκοπὸν ἔχουσι τὴν μετατροπὴν τῆς θερμότητος εἰς δύναμιν.

Ἐπειδὴ γνωρίζομεν τὴν εἰς τὴν ἀτμομηχανὴν μεταδιδομένην ποσότητα θερμότητος δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν πρὸς ποίαν δύναμιν ἡ θερμότης αὕτη ἀντιστοιχεῖ, ἐπομένως ποίαν δύναμιν ἔπρεπε νὰ μᾶς δώσῃ ἡ ἀτμομηχανὴ ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι ὀλόκληρος ἡ μεταδιδομένη θερμότης μεταβιβάλλεται εἰς δύναμιν· τοῦτο ὅμως οὐδέποτε λαμβάνει χώραν, ἀλλὰ μέρος μὲν ἀφανίζεται διὰ τριβῆς, μέρος δὲ τῆς μεταδιδομένης θερμότητος ἀποπέμψως τοιαύτη εἰς τὰ πέριξ σώματα· μέγα μέρος π.χ. ἐν τῇ ἀτμομηχανῇ μένει ἄχρηστον ἐξερχόμενον μετὰ τῶν συμπυκνωμένων ἀτμῶν.

Δύναται νὰ ὑπολογισθῇ ἀφ' ἐνὸς μὲν ἡ δύναμις τὴν ὁποίαν ἔπρεπε νὰ δώσῃ μηχανή τις, εἴν ὀλόκληρος ἡ θερμότης μετεβάλλετο εἰς δύναμιν, ἀφ' ἑτέρου δὲ ὑπελογίσθῃ ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ δώσῃ ἀτμομηχανή τις τῆς τελειοτέρας κατασκευῆς, καὶ εὗρέθη ὅτι ὅπως τὴν σήμερον ἔχουσι αἱ ἀτμομηχαναὶ μόλις ὀλιγώτερον τοῦ ἐνὸς πέμπτου δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς δύναμιν. Ἐὰν συγκρίνωμεν ὅμως πρὸς τὴν πραγματικὴν δύναμιν ἀτμομηχανῆς τινος βλέπομεν, ὅτι αὕτη ἕνεκά τῆς τριβῆς κτλ. εἶναι ἀκόμη μικροτέρα, δὲν φθάνει δηλ. οὔτε τὸ ἑνῆκτον τῆς εἰς τὴν παραχθεῖσαν θερμότητα ἀντιστοιχοῦσης δυνάμεως. Πλέον τῶν $\frac{5}{6}$ τῆς εἰς τὴν μηχανὴν μεταδοθείσης θερμότητος μένουσιν ἄχρηστα.

Βλέπομεν ἐπομένως ἐκ τῶν ἀριθμῶν τούτων, ποίας τελειοποιήσεις δυνάμεθα νὰ περιμένωμεν ἐπὶ τῶν ἀτμομηχανῶν ἢ, ἵνα εἶπω κάλλιον, ἐκ τῶν θερμομηχανῶν ἐν γένει, καθ' ὅσον δὲν εἰςύρει τις, ἀρα θέλει κατορθωθῆ ἡ λύσις τοῦ προβλήματος τούτου, ἢ ὅσον οἶόν τε προσέγ-

τρισις δηλονότι τῆς πραγματικῆς τῆς μηχανῆς δυνάμεις πρὸς τὴν ἐκ τῆς ποσότητος τῆς μεταδιδομένης θερμότητος θεωρητικῶς ὑπολογιζομένην, θέλει λυθῆ, λέγω, τὸ πρόβλημα τοῦτο διὰ τῆς ἀτμομηχανῆς ἢ δι' ἄλλης τινος ἐκ τῶν μηχανῶν, τὰς ὁποίας ὠνομάσαμεν θερμομηχανάς, μηχανάς αἵτινες χρησιμεύουσι διὰ νὰ μεταβάλλωσι τὴν θερμότητα εἰς δύναμιν.

Διὰ τῶν διαφόρων τούτων μέσων γίνονται πανταχόθεν τὴν σήμερον προσπάθειαι πρὸς τελειοποίησιν τῶν θερμομηχανῶν, ἀφοῦ ἡ μηχανικὴ θεωρία τῆς θερμότητος κατέδειξε τὴν ἀτέλειαν τῶν ἀτμομηχανῶν. Κατὰ τὴν τελευταίαν ἐν Παρισίοις παγκόσμιον ἐκθεσιν, ἐξετέθησαν μηχαναὶ κατὰ τὰ διάφορα συστήματα. Μέχρι τοῦδε μένουσι αἱ ἀτμομηχαναὶ ἡ τελειότερα θερμομηχανή· ἀλλὰ πόσα ἔτη παρήλθον, μέχρις οὗ φθάσει αὕτη εἰς τὴν σημερινὴν αὐτῆς ἐντέλειαν; αἱ ἄλλαι αὗται μηχαναὶ μόλις ἔτη τινὰ ὑπάρξουσιν νὰ ἀριθμῆσωσι δύνανται, ὥστε δὲν δύναται τις νὰ ἀποφανθῆ περὶ τοῦ ἂν ἄλλη τις ἐκ τῶν θερμομηχανῶν δὲν θέλει υπερακοντίσει τὴν ἀτμομηχανὴν, μᾶλλον προσεγγίζουσα εἰς τὴν τελείαν μεταβολὴν τῆς θερμότητος εἰς ἐργασίαν. Ἄνδρες ἐκ τῶν μάλα περὶ τὰ τοιαῦτα δοκίμιον ἀπεφάνθησαν κατὰ τὴν ἐν Παρισίοις ἐκθεσιν, ὅτι ἡ δι' ὑπερθερμοῦ ἀέρος μηχανὴ μεγίστας δίδει ἐλπίδας πρὸς προσεχῆ τελειοποίησιν.

Εἶδομεν ὅτι ἡ ἀτμομηχανὴ ἐν τῇ σημερινῇ αὐτῆς καταστάσει θεωρητικῶς μὲν οὐχὶ πλέον τοῦ ἐνὸς πέμπτου τῆς θερμότητος εἰς δύναμιν νὰ μεταβάλῃ δύναται πραγματικῶς ὅμως οὐχὶ πλέον τοῦ $\frac{1}{6}$. Ἡ δι' ὑπερθερμοῦ ἀέρος μηχανὴ δύναται νὰ μεταβάλῃ θεωρητικῶς μὲν τὸ ἥμισυ τῆς θερμότητος εἰς δύναμιν, ἂν καὶ πραγματικῶς οὐχὶ πλέον τοῦ $\frac{1}{6}$ εἰς δύναμιν μεταβάλλεται ἕνεκα τῆς ἀτελείας τῆς κατασκευῆς.

Ἐπίσης διὰ τῆς μηχανικῆς θεωρίας τῆς θερμότητος, ὡς ἄμετος συνέπεια τοῦ νόμου τοῦ ἀδιαφθόρου τῆς δυνάμεως, κατεδείχθη τὸ ἀδύνατον τοῦ ἀεικινήτου, τοῦ *perpetuum mobile*, τὸ ἀδύνατον λέγω μηχανῆς, ἥτις ἀνευ ἐξωτερικῆς ἐνεργείας νὰ κινήται, αἰωνίως παράγουσα ἐργασίαν· σήμερον οὐδεὶς ἀσχολεῖται περὶ τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος τούτου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἄλλοτε οἱ ὀξυνοῦστατοι ἄνδρες ἐπέκρησαν ματαίως τρὺς κόπους αὐτῶν καταναλισκόντες.

Βλέπομεν εἰς ποῖα θαυμάσια ἀποτελέσματα φθάνει ἡ θεωρία αὕτη, πόσον γόνιμος ὑπάρχει εἰς συμπεράσματα ἐπὶ διαφόρων κλάδων τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Ἀλλὰ καὶ ἐπὶ τῆς φυσιολογίας, ἐπὶ τῆς ἐπιστήμης τῆς διδασκούσης ἡμῖν τὰς ἐν τοῖς ὀργανικοῖς καὶ ζῶσι σώμασι μεταβολὰς ἐπεκτείνεται ἡ ἐπιρροὴ αὐτῆς.

Ἀνεφερα ὑμῖν ἀνωτέρω ὅτι εἰς ἓκ τῶν πρώτων οἷτινες ἐνεβάθηνον εἰς τὸν κλάδον τούτον τῆς ἐπιστήμης ἦτο ἰατρός, ὁ *Mayer*, ὅστις ἐφθασεν εἰς τὰς ἰδέας ταύτας σκεπτόμενος περὶ τῶν τῆς ζωῆς φαινομένων, περὶ τῶν ἐν τοῖς ὀργανικοῖς σώμασι μεταβολῶν, τῶν σχέσεων αἰτινες συνδέουσι τὴν τῶν μῶνων δύναμιν μετὰ τῶν ἐν τοῖς τροφίμοις δυνάμεων κτλ.

Διὰ νὰ καταδείξω τὴν συνάφειαν, ἥτις ὑπάρχει μεταξὺ τῶν δύο τούτων ἐπιστημῶν, ἐπιτρέψατέ μοι ἐν μόνον νὰ σᾶς ἀναφέρω παραδείγμα.

Ἐὖ ἀνθρώπινον σῶμα δύναται ἐπίσης νὰ θεωρηθῆ ὡς θερμομηχανή· διὰ τῆς τροφῆς προσάγομεν τῇ μηχανῇ ταύτῃ τὴν καύσιμον ὕλην, ἥτις διὰ τοῦ ἀναπνεομένου ἀέρος καιομένη παράγει θερμότητα· ταύτης μέρος μὲν χρησιμεύει πρὸς θέρμανσιν τοῦ σώματος, μέρος δὲ μετα-

βάλλεται εις δυνάμιν, διὰ τῆς ὁποίας τὸ σῶμα ἢ τὰ μέλη αὐτοῦ τίθεται εἰς κίνησιν.

Ὡς ἐν τῇ ἀτμομηχανῇ μέρος μόνον τῆς παραγομένης θερμότητος μεταβάλλεται εἰς δυνάμιν, μέρος δὲ ὡς θερμότης εἰς τὰ περίξ μεταδίδεται σώματα, ῥῦτω καὶ ἐν τῷ ἀνθρωπίνῳ σώματι. Παρὰ τῇ ἀτμομηχανῇ εἶδομεν ὅτι ἕλιγώτερον τοῦ ἐνὸς ἕκτου τῆς θερμότητος μεταβάλλεται εἰς δυνάμιν διὰ πειραμάτων ἐπὶ τούτῳ ἐκτελεσθέντων ἀπεδείχθη ὅτι ἡ διπλῆ ποσότης ὑπὲρ τὸ $\frac{1}{3}$ τῆς ἐν τῷ σώματι παραχθείσης θερμότητος δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς δυνάμιν ἐπομένῳ; τὸ ἀνθρώπινον σῶμα εἶναι ἡ τελειότερα ἡμῖν γνωστὴ θερμομηχανή.

Εἶδομεν ὅτι ἡ δυναμικὴ θεωρία τῆς θερμότητος νέου ὀρίζοντα ἀποκαλύπτει εἰς τὴν φυσικὴν, τὴν χημείαν, τὴν μηχανικὴν, τὴν φυσιολογίαν, τὴν ἀστρονομίαν καὶ τὴν τοῦ κόσμου φυσικὴν. Οἱ κατὰ τὴν φύσιν, τὰ τῆς θαλάσσης κύματα, οἱ χεῖμαρροι παράγουσιν ἀκαταπαύτως θερμότητα. Ἀφ' ἑτέρου ἡ ἐξάτμισις τοῦ θαλασσίου ὕδατος, ἡ τῆξις τῆς χιόνος κτλ. καταναλίσκουσι θερμότητα. Τὰ ζῶα ἀνεκπνέοντα παράγουσι θερμότητα, τὰ φυτὰ ἀπ' ἐναντίας καταναλίσκουσι. Μεταξὺ τῆς πληθύος τῶν μεταβολῶν, ἃς ὑφίσταται ἡ ὕλη ἐν τε τῷ ἀνοργάνῳ καὶ ὀργανικῷ κόσμῳ φαίνεται κατὰ πρώτην ὄψιν δύσκολον νὰ ἀναγνωρίσῃ τις γενικὸν τινα νόμον, καὶ μολοντούτο εἶδομεν ὅτι ὑπάρχει εἰς γενικὸς νόμος, ὅστις τούτων ἐπικρατεῖ, καὶ τὸν ὁποῖον ἀνεῦρεν ἤδη ἡ ἐπιστήμη; ὁ νόμος τοῦ ἀδιαφθόρου τῆς δυνάμεως.

Ἐπάρχει ἀφομοίωσις τις, λαμβάνει χώραν ἐξίσωσις τις μεταξὺ τῶν διαφόρων φαινομένων ἐν τῷ σύμπαντι, ἐὰν θεωρήσῃ τις ὡς ἰσοδύναμον τὴν παραγωγὴν θερμότητος

πρὸς τὴν ὑψώσιν βάρους τινός, τὴν κατανάλωσιν θερμότητος πρὸς τὴν πτώσιν βάρους τινός.

Ἡ ἔλξις τοῦ ἡλίου πρὸς μετεωρικόν τι σῶμα ἐμποδίζει τὸ σῶμα τοῦτο νὰ ἀπομακρυνθῆ τοῦ ἡλίου ἀναγκάζουσα αὐτὸ νὰ περιστρέφεται ὀλονὲν περὶ αὐτόν· τὸ σῶμα τοῦτο δύναται νὰ συγκρουσθῆ μετὰ τοῦ ἡλίου μεταβαλλομένης τῆς τῆς ἔλξεως δυνάμεως εἰς ἡλιακὴν θερμότητα καὶ φῶς, ἡ θερμότης αὕτη καὶ τὸ φῶς δύνανται νὰ φθάσωσι δι' ἀκτινοβολήσεως ἐπὶ τὴν γῆν καὶ ὡς τοιαῦτα νὰ διαδοθῶσιν, ἢ καὶ ἐν μέρει ἀφανιζόμενα νὰ συντελέσωσι πρὸς βλάστησιν τῶν φυτῶν· τὰ οὕτω παραγόμενα φυτὰ δύνανται ἀπευθείας ἢ καὶ ἐν τῷ ἀνθρωπίνῳ σώματι νὰ καῶσι, μεταβαλλομένης πάλιν τῆς δυνάμεως ταύτης εἰς θερμότητα ἢ τῶν μυῶνων δύναμιν, καὶ οὕτω καθεξῆς.

Βλέπομεν πῶς ἡ ἀρχικὴ δύναμις τῆς μεταξὺ τοῦ ἡλίου καὶ μετεωρικοῦ τινός σώματος ἔλξεως ὑπὸ παντοίας παρουσιάζεται μορφάς· ὑπὸ ὅποιανδήποτε ὅμως μορφήν καὶ ἂν παρουσιασθῆ, ἐν χαρακτηριστικὸν αὐτῆς μένει ἀναλλοίωτον, τὸ ποσόν.

Τὸ ποσὸν τῆς δυνάμεως τῆς τῷ σύμπαντι δοθείσης μένει ἀναλλοίωτον. Τοῦτο εἶναι ὁ νόμος τοῦ ἀδιαφθόρου τῆς δυνάμεως.

Δύναται τις νὰ νομίσῃ ὅτι ἐκ τοῦ νόμου τούτου ἐξάγεται τὸ συμπέρασμα ὅτι το σύμπαν ὅλως ἀναλλοίωτον μένει, καὶ αἰωνίως εἰς τὴν αὐτὴν μόνον κατάστασιν, τὰς αὐτὰς ἀλλεπαλλήλως ὑφίσταται μεταβολάς. Εἰς τοῦτο ἀντίκειται ὅμως ὁ δεύτερος θεμελιώδης νόμος τῆς μηχανικῆς θεωρίας τῆς θερμότητος, τὸν ὅποιον ὀφείλομεν εἰς τὰς ἐρεῦνας τῶν Carnot, Thomson καὶ Clausius.

Ἄν μοι ἐπιτρέψει ὁ καιρὸς ἀφ' ἑνός καὶ δὲν εἶναι εἰ-

κόλαν ἀφ' ἑτέρου ἄνευ μαθηματικῆς συσκευῆς, νὰ φθάσω εἰς τὴν ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τούτου· θέλω σὰς ἀναφέρει ἐν συντόμῳ τὰ συμπεράσματα εἰς τὰ ὅποια ἐκ τούτου δικαιοῦμεθα.

Ἐκ τοῦ ὅτι οὐδὲ τὸ ἐλάχιστον μέρος δυνάμεως δύναται ν' ἀφανισθῆ, δὲν ἔπεται ὅτι δὲν δύναται νὰ καταστῇ ἄχρηστον πρὸς τοὺς γνήσιους σκοποὺς.

Εἶναι ἀποηεδειγμένον ὅτι μόνον, ὅταν θερμότης ἀπὸ θερμότερου εἰς ψυχρότερον σῶμα μεταβαίη, δύναται, ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν περίστασιν ταύτην μόνον ἐν μέρει, νὰ μεταβληθῆ αὐτὴ εἰς μηχανικὴν ἐργασίαν.

Τὴν θερμότητα ἐπομένως σώματος, τὸ ὅποιον δὲν δύναμεθα νὰ ἀποφυγράνωμεν, δὲν δύναμεθα νὰ μεταβάλωμεν εἰς ἄλλην μορφήν ἐνεργείας, εἰς μηχανικὴν, ἠλεκτρικὴν ἢ χημικὴν δύναμιν. Οὕτω μεταβάλλομεν ἐν ταῖς ἀτμομηχαναῖς μέρος τῆς θερμότητος τῶν πευρακτωμένων ἀνθράκων εἰς δύναμιν, ἀφίροντες αὐτὴν νὰ μεταβῆ εἰς τὸ ὀλιγώτερον θερμὸν ὕδωρ τοῦ λέβητος. Ἐὰν ὅμως ὅλα τὰ σώματα ἐν τῷ σύμπαντι εἶχον τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἤθελεν εἶσθαι ἀδύνατον νὰ μεταβληθῆ ἔσω καὶ ἐλάχιστον μέρος τῆς θερμότητος αὐτῶν εἰς ἐργασίαν.

Δυνάμεθα ἐπομένως ὀλόκληρον τὴν προμήθειαν δυνάμεως ἐν τῷ σύμπαντι εἰς δύο μέρη νὰ διακρίσωμεν· τὸ μὲν εἶναι θερμότης καὶ δὲν δύναται ἢ νὰ μείνῃ θερμότης, τὸ δὲ ἕτερον, εἰς ὃ συγκαταριθμεῖται μέρος τῆς θερμότητος τῶν θερμότερων σωμάτων, καὶ ὀλόκληρος ἢ προμήθειαι χημικῶν, μηχανικῶν, ἠλεκτρικῶν καὶ μαγνητικῶν δυνάμεων, δύναται νὰ μεταβληθῆ διαφοροτρόπως, καὶ διατηρεῖ τὸν πλοῦτον τῶν διαφορῶν ἐν τῇ φύσει μεταβολῶν.

Ἄλλ' ἢ θερμότης τῶν θερμῶν σωμάτων τείνει ὀλονὲν δι' ἀγωγῆς καὶ ἀκτινοβολήσεως νὰ μεταβῆ εἰς τὰ ὀλι-

γώτερον θερμά, και νά παραγάγη ισορροπίαν και εξίσω-
σιν τῆς θερμοκρασίας. Εἰς κάθε κίνησιν γηίνων σωμάτων
μεταβάλλεται διὰ τριβῆς ἢ συγκρούσεως μέρος μηχανι-
κῆς δυνάμεως εἰς θερμότητα, ἥτις μόνον ἐν μέρει δύνα-
ται νά μεταβληθῆ εἰς δύναμιν τὸ αὐτὸ συμβαίνει κατ'
κατὰ πᾶν χημικὸν ἢ ηλεκτρικὸν φαινόμενον.

Ἐκ τούτου ἐπιταί, ὅτι τὸ πρῶτον μέρος τῆς τῆς δυνά-
μεως προμηθείας (δηλ. τὸ μὴ δυνάμενον νά παραγάγη
ἐργασίαν) κατὰ πᾶν φυσικὸν φαινόμενον ὁλονὲν αὐξάνει,
τὸ δεύτερον τὸ τῶν μηχανικῶν, ηλεκτρικῶν και χημι-
κῶν δυνάμεων ὁλονὲν ἐλαττοῦται, και ἐάν τὸ σύμπαν
ἀνενοχλήτως βαίνη ἐν τῇ ἐξασκήσει τῶν φυσικῶν φαι-
νομένων, θέλει ἐπὶ τέλος μεταβληθῆ ὁλόκληρος ἢ προ-
μήθεια δυνάμεως εἰς θερμότητα, και ὁλόκληρος ἢ θερμό-
της διανεμηθῆ πρὸς εξίσωσιν τῆς θερμοκρασίας.

Τότε θέλει ἐκλείψει τὸ δυνατόν πάσης μεταβολῆς,
τότε πρέπει νά λάβῃ χώραν παύσις παντὸς φυσικοῦ φαι-
νομένου. Καὶ ἡ ζωὴ τῶν ἀνθρώπων, φυτῶν και ζῶων δὲν
δύναται νά ἐξακολουθήσῃ, ὅταν ὁ ἥλιος ἀπολέσῃ τὴν
ἀνωτέραν αὐτοῦ θερμοκρασίαν, ὅταν ὅλα τὰ συστατικὰ
τῆς γῆς ἀποτελέσωσι τὰς χημικὰς ἐνώσεις, ἅς ἡ χημικὴ
αὐτῶν συγγένεια ἀπαιτεῖ. Ἐν ἐνὶ λόγῳ τότε τὸ σύμπαν
θέλει καταδικασθῆ εἰς αἰώνιον ἡρεμίαν,

Μολονότι τὴν σήμερον τὸ σύμπαν εἶναι λίαν ἀπομα-
κροῦσμένον τῆς καταστάσεως ἐκείνης, και μολονότι
τείνει πρὸς ταύτην μετὰ τοιαύτης βραδύτητος, ὥστε
χρονικὰ διαστήματα, οἷα αἰ παρ' ἡμῖν ἱστορικαὶ ἐποχαί,
δύνανται νά θεωρηθῶσιν ὡς μικραὶ περίοδοι, συγκρινό-
μενα πρὸς τὸ μέγεθος τῶν περιόδων, ὧν ἔχει ἀνάγκην
τὸ σύμπαν διὰ νά ὑποστῆ ὀλίγον κατ' ὀλίγον και τὰς
ἐλαχίστας μεταβολὰς, μὲ ὅλον τοῦτο ὑπάρχει σημεντι-
κὸν συμπέρασμα, και τὸ ὁποῖον ἐν τούτοις μένει ἀλλοθὲς,

ὅτι δηλ. ἀνευρέθη νόμος φυσικός, ὅστις ἐπιτρέπει ἡμῖν
νὰ συμπεράνωμεν μετὰ βεβαιότητος, ὅτι δὲν βαίνοῦσι τὰ
πάντα ἐν τῷ σύμπαντι περιοδικῶς, ἀλλ' ὅτι αἱ ἀλλοιώ-
σεις τῆς δυνάμεως λαμβάνουσι χώραν κατὰ τρόπον τινα
προσδιορισμένον, καὶ τοιοῦτοτρόπως πλησιάζουσιν ὅλο-
γόν πρὸς κατάστασιν τινα, ἣτις δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς
ὄριον πρὸς ὃ αὐτὰ τείνουσι.

