

*Μηχανική*  
**Εἰσαγωγή**  
εἰς τὴν ἐξηρμοσμένην Μηχανικὴν

§ 1. Ἡ ἐπιστήμη τῆς μηχανικῆς διακρίνεται εἰς θεωρητικὴν καὶ ἐξηρμοσμένην.

Θεωρητικὴ μηχανικὴ. Ἐν τῇ θεωρητικῇ μηχανικῇ σπουδαί-  
ζομεν τοὺς νόμους καὶ τὰς ἀρχάς, αἵτινες διέπουν τὴν ἐνέργειαν  
τῶν ἐπὶ τῶν κινουμένων ἢ ἠρεμοῦντων σωμάτων ἐπινεργουσιῶν δυ-  
νάμεων, ἀνεξαρτήτως τῆς φύσεως τῶν σωμάτων τούτων, καὶ τῶν  
ἐξ αὐτῆς προκυματουσῶν δευτερευουσῶν περιπτώσεων, τὰς ὁποίας  
οὐκ λαμβάνομεν ποσῶς ὑπ' ὄψιν. Ἐν τῇ θεωρητικῇ μηχανικῇ λ.χ.  
ἀποδεικνύομεν εὐκόλως, ὅτι δι' ὀριζμένης τινός δυνάμεως, δυ-  
νάμεθα τῇ βοήθειᾳ τοῦ μοχλοῦ, νὰ μετακινήσωμεν βάρος τι, καὶ  
ἀνυψώσωμεν αὐτὸ εἰς ὀριζόμενον ὕψος, ὑπολογίζομεν δὲ ἐπίσης  
εὐκόλως, καὶ τὸ μέγεθος τῆς δυνάμεως, ἣν δεῖν νὰ θέσωμεν εἰς  
ἐνέργειαν διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ προταθέντος βάρους. Ἐν τῇ ἀπο-  
δείξει ὁμοίως ταύτῃ καὶ τῷ ὑπολογισμῷ τῆς δυνάμεως, οὐκ ἐ-  
λάβομεν ποσῶς ὑπ' ὄψιν, καὶ τὰς πρακτικὰς περιπτώσεις, αἵ-  
τινες συνοδεύουσι τὴν μετατόπισιν τοῦ περιεῶ δ' λόγου βάρους,  
τὰς ἀντιστάσεις, δηλονότι, τὰς ὁποίας πρέπει νὰ θέσωμεν εἰς  
τὸν μοχλόν, ἀναλόγως τῆς ποιότητος τῆς ὕλης ἐξ ἧς οὗτος εἶ-  
ναι κατασκευασμένος, διὰ νὰ ἀνθέξῃ εἰς τὰς ἀντιστάσεις,  
τὰς ὁποίας ὀφείλει οὗτος, νὰ υπερνικήσῃ κατὰ τὴν μετα-  
τόπισιν τοῦ βάρους.

Εἰσαγ. Ἐξηρ. Μηχανικῆς

2ον. Εφηρμοσμένη μηχανική. Το δεύτερον τούτο μέρος του ζητήματος, και τον προσδιορισμόν των αναγομένων εις τούτο στοιχείων, εξετάζει η εφηρμοσμένη μηχανική, βασιζομένη επί των αρχών και των νόμων, ους ανέκαλύψαμεν εν τη θεωρητική μηχανική.

Εν τη εφηρμοσμένη μηχανική διακρίνομεν δύο κυρίως μέρη.

1ον) Τήν τέχνην της οικοδομικής (Technologie des construction) την οποίαν δύναμεθα να ονομάσωμεν και εφηρμοσμένην στατικήν, διότι αυτή εξετάζει την περίπτωσιν εκείνην, εν η και επί του αυτού σώματος επενεργούσαι δυνάμεις, ισοσταθμίζουσιν αλληλά και ευρίσκονται εν ισορροσία. εν τη σπουδή ταύτη γίνεται και η δλη επιστήμη της οικοδομικής, ητις αποτελεί το αντικείμενον ετέρου μαθήματος.

2ον) Τήν σπουδήν των μηχανών, ενθα, εν των επί των σωμάτων επενεργουσών δυνάμεων προκύπτει συνισταμένη τις, ητις δέν ισορροπείται υπό ετέρας δυνάμεως, και επιφέρει την κίνησιν του σώματος, εφ' ου επενεργεί αυτή. Εν τη σπουδή ταύτη των μηχανών, εξετάζομεν, τίνι τρόπω εφαρμόζοντες τους νόμους και τάς αρχάς τάς οποίας μάς εδίδαξεν η θεωρητική μηχανική, επί σώματος ή συστήματος σωμάτων (συσκευής), τα οποια επινοούμεν, δύναμεθα να χρησιμοποιήσωμεν, οσω το δυνατόν πληρύτερον τάς φυσικάς δυνάμεις, τάς οποίας δύναμεθα να διαθέσωμεν, θέτοντες εις κίνησιν την επινοηθεϊσαν συσκευήν, μεταχειρισθώμεν αυτήν διά την εν τέλει των πολυειδών και καταπληκτικων εργασιών, τάς οποίας η νωτέρα βιομηχανία επιβάλλει εις τον άνθρωπον, και φθάσωμεν ούτω εις το τέρμα του έργου, διά της ασφαλεστερας και οικονομικωτερας οδοῦ άνευ απωλείας χρόνου και άνωφελους σπατάλης δυνάμεων.

3ον. Μηχανή. Πάσαν συσκευήν, δι' ης δύναμεθα να εν-

τελέσωμεν έργασίαν τινά συνεχή ή διακεκομμένην καλούμεν μηχανήν. Αλλ' ενταυθα επί το γενικώτερον ονομάζομεν μηχανήν, τ' σύνολον διαφόρων οργάνων, αποτελούντων συσκευήν διευθετημένην, ούτως ώστε, αι μετατοπίσεις ή κινήσεις ενάστου τούτων εξαρτώνται αι μιν εν των δέ κατά νόμους, ολως γεωμετρικούς, ούτινες προσδιορίζουσι την κίνησιν οιδουθήποτε σημείου της συσκευής, όταν είναι γνωστή η κίνησις ενός μόνου εξ αυτών. Αι συσκευαί αυται σκοποῦσι τον συνεχή μετασχηματισμόν της ενεργείας των κινητηριων δυνάμεων (forces motrices), τάς οποίας η φύσις μάς παρέχει τόσω σαφιλως, εις ισοδύναμον ποσότητα μηχανικής εργασίας, δι' ης αντικαθιστῶμεν εν ταῖς βιομηχανικαῖς τέχναις εν γένει την ασθενή μηχανικήν εργασίαν, ην δύναμεθα να παραγάγωμεν ημεῖς και ταῦτα εν γένει διά της μυώδους ημῶν δυνάμεως.

4ον. Εν πάσαις σχεδόν ταῖς μηχαναῖς αιτινες σκοποῦσι την συνεχή παραγωγήν εργασίας διακρίνομεν τρία κυρίως μέρη.

1ον) Δοχεύς. Το μέρος επί του οποίου ενεργεί ἀπ' εὐθείας ή κινητήριος δύναμις (Δοχεύς) του οποίου προσορισμός είναι να συλλέξη οσω το δυνατόν περισσότεραν ενέργειαν εν της παρεχούσης ταύτην πηγής της κινητηρίου δυνάμεως.

2ον) Εργαλειόν. Το μέρος (εργαλείον, outil ή operateur) επί του οποίου επενεργούσιν ἀπ' εὐθείας αι αντιστάσεις τάς οποίας πρέπει να υπερνικήσωμεν προς παραγωγήν εργασίας και

3ον) Ινδηχανισμός. Το σύνολον των οργάνων ή τον μηχανισμόν δια του οποίου, η υπό του δοχείου συλλεχθεῖσα εν-

νέργειαι, μεταβιβάζεται εἰς τὸ ἐργαλεῖον ἵνα εἰς αὐτοῦ μετασχημα-  
τισθῆ εἰς μηχανικὴν ἐργασίαν. Τὸ σύνολον τῶν ὀργάνων τού-  
των ὀνομάζομεν μηχανισμόν.

Κινητήριον δὲ μηχανάα ἢ κινητήρας ὀνομάζομεν τοὺς  
δοχεῖα, ἐν οἷς διακρίνομεν δύο κυρίως εἴδη, ὑποερχόμενα εἰς τῆς  
φύσεως τῆς παραγωγῆς τῆν κινητήριον ἐνέργειαν δυνάμει,  
ἢ τῆς ἐπιενεργεῖ ἀπ' εὐθείας εἰς αὐτῶν. Τοὺς ὑδραυλικούς κι-  
νητήρας, ἐν οἷς ἢ εἰς αὐτοὺς μεταδιδόμενη ἐνέργεια παρά-  
γεται ὑπὸ τῆς βαρῦτητος, διὰ τῆς καταπτώσεως τοῦ ὕδατος, καὶ

ἢ τῆς θερμοκινήτου μηχανάα ἢ κινητήριος, ἐνέργεια  
παράγεται ὑπὸ τῆς ἐλαστικῆς δυνάμει, ἢν ἀποκτιῶσι τὰ  
ἀέρια διαστελλόμενα διὰ τῆς θερμότητος.

5ον. Τὸ μέρος κατὰ συνέπειαν τοῦ ὁποῖον ἐξετάζει τὴν  
σπουδὴν τῶν κινητηρίων μηχανῶν περιλαμβάνει

1ον.) Τὴν σπουδὴν καὶ τὰς ιδιότητας τῶν ὑδάτων ἐν κινή-  
σει περὶ ὧν πραγματεύεται ἢ ὑδραυλική, καὶ τοῦ τρόπου δὲ  
οὗ καὶ ὑδραυλικαὶ μηχαναὶ συλλέγουσι τὴν ὑπὸ τοῦ ῥέοντος  
ὑδατος παρεχομένην αὐταῖς ἐνέργειαν.

2ον.) Τὴν σπουδὴν καὶ διευθέτησιν αὐτῶν τῶν ὑδραυλι-  
κῶν μηχανῶν.

3ον.) Τὴν σπουδὴν καὶ τὰς ιδιότητας τῶν ὑπὸ τὴν ἐπιήρει-  
αν τῆς θερμότητος, ἀερίων ἢ αἰμῶν, καὶ τρόπου δὲ οὗ οὗτοι μετα-  
δίδουσι τὴν ἐν αὐτοῖς ἐνυπάρχουσαν ἐνέργειαν εἰς τὰς θερμο-  
κινήτου μηχανάα περὶ ὧν πραγματεύεται ἢ μηχανικὴ θεω-  
ρία τῆς θερμότητος.

4ον.) Τὴν σπουδὴν καὶ διευθέτησιν τῶν θερμοκινήτων μη-  
χανῶν, ἃς κοινῶς ὀνομάζομεν αἰμομηχανάα.

6ον. Τὸ περὶ ἐργαλείων πραγματευόμενον μέρος, εἶναι λί-

αν εὐρὺ καὶ περιλαμβάνει, οὕτως εἰπεῖν, τὸ σύνολον τῆς διμη-  
χανικῆς λεγομένης τεχνολογίας. Τὸ μέρος τοῦτο μικρὸν μόνον  
σχετίζεται μὲ τὴν κυρίως μηχανικὴν, καὶ παραλείπομεν ἐντε-  
λῶς ἐνταῦθα.

7ον. Τέλος τὸ μέρος τοῦ πραγματευόμενον τὴν σπουδὴν τοῦ μη-  
χανισμοῦ, δὲ οὗ μεταβιβάζεται ἢ ἐνέργεια εἰς τῆς κυρίως μηχαν-  
ικῆς εἰς τὸ ἐργαλεῖον, δύναται νὰ ἐξετασθῆ ὑπὸ τρεῖς διαφόρους ἐποφῆς.

1ον.) Ὑπὸ ἐποφῆν ὅλως κινήτου ἢ γεωμετρικὴν ἐν ἣ δὲν λαμβ-  
άνομεν ποσῶς ὑπ' ὅψιν τὰς δυναμικὰς ἀντιστάσεις, εἰς ἃς ὑπό-  
κείνται τὰ διάφορα ὄργανα τῆς μηχανῆς, ὡς καὶ τὰς δευτερευ-  
ούσας ἢ παθητικὰς ἀντιστάσεις, αἵτινες γεννῶνται ἐν τῆς προσ-  
τριβῆς τῶν ὀργάνων ἐπ' ἀλλήλων, τῆς ἀντιστάσεως τοῦ αἵρος, κλπ.  
Τὸ μέρος τοῦτο εἶναι ἀπλῶς ἐφαρμογὴ τῆς καθαρᾶς κινήτου, τῆς  
ὁποίας τ' ἀποτελέσματα μαῶς εἶναι γνωστὰ ἐν τῆς θεωρητικῆς  
μηχανικῆς.

2ον.) Ὑπὸ ἐποφῆν δυναμικῆν, ἐν ἣ ὀφείλομεν νὰ ἐξετάσωμεν τὸν  
τρόπον τῆς μεταβίβασεως τῆς ἐνεργείας εἰς τοῦ δοχεῖα εἰς τὸ ἐργα-  
λεῖον, ἔχοντες ὑπ' ὅψιν ὅχι μόνον τὰς ἐξωτερικὰς δυνάμεις, αἵτι-  
νες ἐπιενεργοῦσιν ἐπὶ τῶν διαφόρων ὀργάνων τῆς μηχανῆς, ἀλλὰ  
καὶ τὰς δευτερευούσας ἢ παθητικὰς ἀντιστάσεις, αἵτινες, γεννῶν-  
ται ἐν αὐτῇ τῇ μηχανῇ, ἐν τῆς κινήσεως τῶν διαφόρων αὐτῆς ὀρ-  
γάνων καὶ τῆς ἐπ' ἀλλήλων προστριβῆς αὐτῶν, καὶ

3ον.) Ὑπὸ ἐποφῆν ἐλαστικῆν, ἐν ἣ λαμβάνοντες ὑπ' ὅψιν τὰς  
δυναμικὰς καὶ στατικὰς ἀντιστάσεις, εἰς ἃς ὑπόκειται ἕνα-  
στον τῶν ὀργάνων τῆς μηχανῆς. ὑπολογίζομεν τὰς διαστάσεις  
αὐτοῦ, οὕτως, ὥστε ν' ἀντέχῃ εἰς τὴν ἐργασίαν, δι' ἣν προώριεται.

Τὰς διαστάσεις ταύτας προσδιορίζει τὸ περὶ ἀντοχῆς τῆς  
ὑλης πραγματευόμενον κεφάλαιον.

Ἡ ἴσαγ. Ἐφηρ. Μηχανικῆς

8ον. Ἐν σπουδῇ λοιπὸν τό περί Μηχανῶν ἐν γένει μάθημα, ὡς περὶ προειρηθέντων νῦν διδάξωμεν ἐνταῦθα περιλαμβάνει δύο κυρίως μέρη, πραγματιζόμενα περί τοῦ Μηχανισμοῦ καί περί τῶν κυρίως μηχανῶν καί υποδιαιρούμενα ὡς ἑξῆς.

Μέρος Α!

Περί τοῦ μηχανισμοῦ

- Κεφάλαιον I. Γεωμετρική σπουδή τῶν μηχανισμῶν
- II. σπουδή τῶν μηχανῶν ἐν κινήσει
- III. ἔλαστική σπουδή τῶν μηχανῶν (ἀντοχή τῆς ὕλης)

Μέρος Β!

Περί τῶν δοχῶν ἢ τῶν κυρίως μηχανῶν

- Κεφάλαιον I. Ὑδραυλική
- II. Ὑδραυλικαί μηχαναί
- III. Μηχανική θεωρία τῆς θερμότητος
- IV. Ἀτμομηχαναί

Πρὶν ὁμῶς προβῶμεν εἰς τὴν σπουδὴν οἰουσῆποτε μέρους τῆς μηχανῆς, νομίζω ἀναγκαῖον νᾶ ὀρίσω ἀκριβῶς τὴν ἔννοιαν, τὴν ὁποίαν θ' ἀποδίδωμεν ἐνταῦθα εἰς τὰς λέξεις ἐνέργεια, μηχανική ἐργασία, τὰς ὁποίας ἀνωτέρω μετεχειρίσθη, καί σῶς καταδείξω διὰ παραδειγμάτων ὅσω τό δυνατόν ἀπλουστερώων τὸν τρόπον καί τὴν σχέσιν τοῦ μετασχηματισμοῦ τῆς ἐνεργείας εἰς μηχανικήν ἐργασίαν. καί τ' ἀνάπαλιν τοῦτο θά πράξωμεν ἐν τῷ περὶ ἐνεργείας καί μηχανικῆς ἐργασίας προεισαγωγικῷ κεφαλαίῳ.

Κεφάλαιον 4ον.

Περί ἐνεργείας καί τοῦ μετασχηματισμοῦ αὐτῆς εἰς δυναμικόν ἔργον

§ 1ον. Περί μηχανικῆς ἐργασίας

9ον. Οὐδένα λαμβάνει βεβαίως ἡ σημασία, τὴν ὁποίαν ἀποδίδομεν ἐν γένει εἰς τὴν λέξιν ἐργασία, ἣτις ὑπονοεῖ πάντοτε προκαταβληθεῖσαν τινὰ προσπάθειαν καί κόπωσιν προερχομένην ἐξ αὐτῆς. Ἐν τούτοις νομίζω ἀναγκαῖαν ἐν ταῖς τὴν διακρίσιν μεταξὺ τῆς διανοητικῆς ἐργασίας, καί τῆς σωματικῆς ἢ μηχανικῆς οὕτως εἰπεῖν ἐργασίας, τὴν ὁποίαν μόνῃν ἐξετάζει ἡ μηχανική, καί ἣτις ἐπιτελεῖται ἀπλῶς διὰ τῆς μυώδους δυνάμεως τῶν ζώων καί τῶν λοιπῶν κινητηρίων δυνάμεων, ὡς ἡ φύσις ἔθεσεν εἰς τὴν διάθεσίν μας.

Καί ἂν μὲν ἡ ἐργασία ἐπιτελεῖται ὑπὸ τῆς μυώδους δυνάμεως τῶν ζώων, λαμβάνομεν ἀμυδράν τινα ἰδέαν περὶ τῆς ποσότητος αὐτῆς ἐκ τῆς περιουσιότητος κοπώσεως τοῦ ἐργαζομένου ζώου καί τῆς προσπαθείας, ἣν καταβάλλει τοῦτο περὶ τὴν ἐπιτέλεσιν τῆς ἐργασίας ταύτης. Τὴν καταβαλλομένην ὁμῶς ταύτην προσπάθειαν, καί τὴν ἐκ ταύτης προκύπτουσαν κόπωσιν, δὲν δυνάμεθα νᾶ ὀρίσωμεν ἀκριβῶς, διὰ συγκεκριμένης τινὸς ποσότητος, καί εἰ τοῦτο μὲν ταύτην εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς μας· ἀλλῶς τε εἰάν ἡ ἐργασία ἐπιτελεῖται οὐχὶ πλέον ὑπὸ τῆς προσπαθείας ἣν καταβάλλει ἡ ἐμφυχος μηχανή, τό ζῶον, ἀλλ' ὑπὸ κινητηρίου τινὸς φυσικῆς δυνάμεως



καὶ διὰ μέσου ἀψύχου μηχανῆς, οὔτε προσπάθεια καταβάλλεται, οὔτε κόπωση ἐπιέρχεται, τὴν ὁποίαν θὰ ἠδυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν, ἔστι καὶ ἀορίστως πως, διὰ τὴν καταμέτρησιν τῆς παραγομένης ἐργασίας.

Δεῖν λοιπὸν νὰ ὀρίσωμεν ἀκριβῶς, μαθηματικῶς, τὴν σημασίαν, ἣν ἀποδίδομεν ἐν ταῦθα εἰς τὴν λέξιν ἐργασία, καὶ πορισθῶμεν εἰς τοῦ ὀρισμοῦ τούτου, τὸ ἀριθμητικὸν στοιχεῖον, ὅπερ καταμετρεῖ τὴν ποσότητα αὐτῆς, καὶ τὸ ὁποῖον μόνον, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν εἰς τοὺς ὑπολογισμούς μας.

10ον Μηχανικὴ ἐργασία. Τὴν ἐργασίαν, οἷαν ἐννοοῦμεν αὐτὴν ἐν τῇ μηχανικῇ καὶ τοῖς βιομηχανίαις ἐν γένει τέχναις, ὀρίζει σαφῶς ὁ στρατηγὸς Poncelet, λέγων

«Ὅταν ὑπερνικῶμεν καὶ καταστρέφωμεν οὕτως εἰπεῖν διά τὰς ἀνάγκας τῶν βιομηχανῶν ἐν γένει τεχνῶν, τὰς ἀντιστάσεις τὰς ὁποίας, ἀντιτάσσουν εἰς ἡμᾶς δυνάμεις, οἷαι, ἡ συγκρατούσα πρὸς ἀλληλα τὰ ὑλικά μέρια τῶν σωμάτων, ἡ δυνάμις τῶν ἐλατηρίων, ἡ ἐλκτικὴ δυνάμις τῆς βαρύτητος, ἡ δυνάμις τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης, κλπ. ὅταν λέγω ὑπερνικῶμεν, δι' οἰωνδήποτε μέσων, τὰς ὑπὸ τῶν δυνάμεων τούτων ἀντιτάσσομένας ἡμῖν ἀντιστάσεις, ἐργαζόμεθα.

Ἐργαζόμεθα πρὸς τούτους ὅταν λειαινῶμεν σῶμά τι διὰ τῆς προστριβῆς αὐτοῦ ἐφ' ἑτέρου σώματος, ὅταν κατακόπτωμεν αὐτὸ εἰς πλείονα τεμάχια, ὅταν ἀνυψοῦμεν φορτία, ὅταν ἐλιπῶμεν ἄμαξάν τινα ἐπὶ τῆς ὁδοῦ, ὅταν ἐντείνωμεν ἐλατήριόν τι, ὅταν βάλλωμεν βλήμα τι, καὶ κτ' ἀνθισταμένας ἡμῖν δυνάμεις, ἀνανεοῦνται διαρμῶς ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμήν, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ἐργασίας μας. οὕτω

11ον. Ἡ μηχανικὴ ἐργασία ὑποθέτει ἀντιστάσειν ὑπερ-

νικωμένην καθ' ὅλον τὸ μήκος τοῦ διαστήματος, ὅπερ εἶναι εἰς τὸ σημεῖον τοῦ σώματος ἐφ' οὗ ἐφασκειται ἡ ἀμείστος ἐπιένδυσις τῆς ἀνθισταμένης εἰς τὴν κίνησιν αὐτοῦ δυνάμεως δίκυκτοῦ καὶ οὐχὶ διὰ μίαν μόνον στιγμὴν ἅπασι διὰ παντός.

Ἴνα ἀπονεύσωμεν διὰ τινος ἐργαλείου ἐλάχιστον μῶσον ὕλης εἰς τοῦ σώματος, εἰς ὃ εἶναι προσκεικολλημένον τοῦτο π.χ. ὄχι μόνον ἀπαιτεῖται δυνάμις ἐπενεργοῦσα κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποίαν ἀντιτάσσει τὸ μέρος τοῦ σώματος κατὰ τὴν ἀποκοπὴν αὐτοῦ, ἀλλὰ δεῖν νὰ προχωρήσῃ καὶ ἡ ἀύρα τοῦ ἐργαλείου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀντιστάσεως. Τὸ μήκος τοῦ ἀποκοπέντος μέρους τοῦ σώματος, εἶναι προφανῶς ἀνάλογον τοῦ ὑπὸ τῆς ἀύρας τοῦ ἐργαλείου διανυθέντος διαστήματος. Ἡ δυνάμις δὲ τὴν ὁποίαν ἀντιτάσσει τοῦτο εἰς τὸ ἐργαλεῖον, εἶναι καὶ καὶ αὕτη ἀνάλογος τοῦ πάχους καὶ τοῦ πλάτους τοῦ ἀποκοπέντος τεμαχίου. ἀλλὰ καὶ τὸ μέγεθος τοῦ ἀποκοπέντος τούτου τεμαχίου καρισταῖ τὴν ἐργασίαν, τὴν ὁποίαν ἐξετελέσαμεν. οὕτω ἡ παραγομένη ἐργασία αὐξάνει ἀναλόγως τῆς ἐντάσεως τῆς ὑπερνικωμένης ἀντιστάσεως, καὶ τοῦ διανυθέντος μήκους κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς τῆς ἀντιστάσεως.»

12ον. Ἄλλο σαφέστατον παράδειγμα ἐργασίας, μετὰ παρουσίας τῆς ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν ἀπαντῶμεν κατὰ τὴν ἀνύψωσιν φορτίου τινὸς ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ἡ ἀντίστασις προέοχεται ἐνταῦθα εἰς τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως ἣν ἐξασκεῖ διαρμῶς ἡ γῆ ἐπὶ τοῦ ἀνυψουμένου φορτίου, εἰς τῆς βαρύτητος, ὡς εἰς τῆς ὁποίας, ἀνά πάσαν στιγμὴν τὸ σῶμα τῆς νει νὰ κινήθῃ πρὸς τὰ κάτω, καὶ τὴν ὁποίαν ὑπερνικῶμεν διὰ δυνάμεως, ἴσης καὶ ἀντιθέτου τῇ βάρει τοῦ σώματος, ἣτις ὑποβαστάζει τοῦτο καὶ ἐμποδίζει τὴν κατάπτωσίν του. Ἡ ὑπερ-

Ἔισαγ. ἐπιρ. Μηχανικῆς

νικῶσα τὴν ἀντίστασιν τῆς βαρύτητος καὶ ὑποβάσतालουσα τὸ ἀνυψούμενον σῶμα δύναμις, εἶναι ἐνταῦθα ἡ μινώδης δύναμις, τοῦ σώματος [ἢ ἡ ἀψυχὸς δύναμις μηχανῆς τινος, τὴν ὁποίαν ἡδύναμιθα νὰ μεταχειρισθῶμεν διὰ τὴν αὐτὴν ἐργασίαν], ὅπερ ἐντελεῖ τὴν ἐργασίαν ταύτην, καὶ ἡ ὁποία εἶναι τοσοῦτω μεγαλειτέρα, ὅσῳ τὸ φορτίον καὶ τὸ ὕψος εἰς ὃ προτιθέμεθα ν' ἀνυψώσωμεν τοῦτο εἶναι μεγαλειτέρα.

Ἄς υποθέσωμεν λ. χ. ὅτι μᾶς ἀντιτῆθῃ ἡ ἐργασία τῆς ἀνυψώσεως βάρους ζυγίζοντος 100 χιλιογραμ. ὕψος 10 μέτρων. Τὴν ἐργασίαν ταύτην δύναμιθα νὰ ἐντελείσωμεν ὡς ἐξῆς. Φέρομεν πρῶτον τὸ βᾶρος, 50 χιλιογραμ. εἰς τὸ προταθὲν ὕψος 10 μέτρων, καὶ ἐξετελείσωμεν οὕτω τὸ ἥμισυ τῆς ἐργασίας κατόπιν ἐπανερχόμενοι ἀναβεβᾶζομεν διὰ τοῦ αὐτοῦ τρόπου καὶ τὰ ὑπολειπόμενα 50 χιλιογραμ. εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, καὶ ἡ ὅλη ἐργασία ἐξετελέσθη.

Ἡ ἐργασία αὕτη εἶναι λοιπὸν ἀνάλογος τοῦ ἀνυψωθέντος βάρους, τοῦτέστιν τῆς ἀντιστάσεως τῆς βαρύτητος, ἣν ἐδέχθη νὰ ὑπερνικῶμεν διὰ ν' ἀνυψώσωμεν τὸ προταθὲν βᾶρος.

Ἀλλ' ἡδύναμιθα νὰ πράξωμεν καὶ τοῦτο, φθάσαντες μὲ τὸ πρῶτον φορτίον τῶν 50 χιλιογραμ. εἰς τὸ ὕψος τῶν 100 μέτρων, ἡδύναμιθα νὰ ἐξακολουθήσωμεν ἀναβαίνοντες, καὶ φέρωμεν τὸ φορτίον τῶν 50 χιλιογραμ. ὑψηλότερον εἰς ὕψος 10 ἑκατ. μέτρων, τοῦτέστιν εἰς ὕψος 20 μέτρων ἀπὸ τοῦ ἐδάφους, ἡ δὲ δεύτερα δ' αὕτη ἐργασία εἶναι προφανῶς ἡ αὐτὴ μὲ ἐκείνην, τὴν ὁποίαν ἐξετελείσωμεν προηγουμένως, ἐπανερχόμενοι εἰς τὸ ἀρχικὸν σημεῖον, λαμβάνοντες τὰ ὑπολειπόμενα 50 χιλιογραμ. καὶ ἀνυψοῦντες αὐτὰ εἰς τὰ πρῶτα 10 μέτρα.

Ἡ ἐν τῇ δευτέρᾳ ταύτῃ περιπτώσει ἐντελεσθεῖσα ἐργασία

εἶναι ἡ αὐτὴ, οἷα καὶ ἡ ἐν τῇ πρώτῃ, ἀλλ' ἐνταῦθα εἶναι αὕτη ἀνάλογος τοῦ ὕψους (20 μέτρων) εἰς ὃ ἀνυψώσωμεν τὸ βᾶρος (50 χιλ.).

Ἐν ταῖς δύο ταύταις περιπτώσεσι τὸ ἀνυψωθὲν βᾶρος, καὶ τὸ ὕψος, εἰδ' ὅτι αὐτὸ ἀνυψώθη εἶναι διάφορα· ἡ ἐντελεσθεῖσα ὅμως ἐργασία εἶναι ἡ αὐτὴ ὡς καὶ τὸ γινόμενον,

ἀνυψωθὲν βᾶρος x ὕψος εἰς ὃ τοῦτο ἀνυψώθη

$$100 \times 10 = 50 \times 20 = 1000$$

εἶναι ἐπίσης τὸ αὐτὸ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις, καὶ λαμβάνομεν τοῦτο ὡς μέτρον τῆς ἐντελεσθείσης ἐργασίας. Οὕτω

13ον Μέτρον τῆς ὑπὸ δυνάμεως τινος ἐκτελουμένης ἐργασίας. Ἐάν ἡ ἐπενέργεια σταθερᾶς τινος δυνάμεως F' ἐξασκηθῆται ὑπερνικῶσα σταθερὰν ἐπίσης ἀντίστασιν R, ἡ ἐργασία τὴν ὁποίαν ἐντελεῖ ἡ ἐπενεργουσα δύναμις, ἵνα καταβάλλῃ τὴν ἀνθισταμένην ἀντίστασιν, ἐν ὠρισμένῳ χρονικῷ διαστήματι μετρεῖται διὰ τοῦ γινομένου τῆς ἀντιστάσεως ταύτης ἐπὶ τὸ διάστημα l, τὸ ὁποῖόν διανύει τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἡ ἀντίστασις ἐξασκεῖ τὴν ἄμεσον ἐπενέργειαν αὐτῆς, κατὰ τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα. ἀλλ' ἡ καταβαλλομένη ἀντίστασις R ἴσεται προφανῶς τῇ συνισταμένῃ τῆς δυνάμεως F' κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς τῆς ἀντιστάσεως, ἥτις συμπίπτει καὶ αὕτη μὲ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὑπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως R διανυθέντος διαστήματος. ἄσπε

$$R_l = F' \sin \alpha$$

ὅπου α παριστᾷ τὴν ὑπὸ τῆς δυνάμεως F' καὶ τῆς ἀντιστάσεως R ἐμπεριεχομένην γωνίαν. Πολλαπλασιάζοντες ἐπὶ τὸ κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα τ διανυθὲν μήκος l = α ἀπὸ τοῦ σημείου α, ἐν ᾧ ἐξασκεῖται ἡ ἄμεσο ἐπενέργεια τῆς ἀντιστάσεως R, εὐρίσκομεν,



$$Rl = F \text{ ουν} \alpha. l = F. l \text{ ουν} \alpha$$

τό πρώτον μέλος τῆς ἰσότητος ταύτης μετρεῖ τὴν ἐργασίαν, ἣν ἐξέτελεσεν ἡ σταθερὰ δύναμις  $F$  διὰ τὴν ὑπερνικῆσιν τὴν ἀντιστα-  
 μένην ἀντίστασιν  $R$ , κατὰ τὴν μετάβασιν τοῦ σημείου τῆς ἐφαρ-  
 μογῆς αὐτῆς (τῆς ἀντιστασείως) ἀπὸ τοῦ  $\alpha$  εἰς τὸ  $\alpha'$  ἐν τῷ χρο-  
 νικῷ διαστήματι  $l$ . καὶ τὸ δεύτερον λοιπὸν μέλος τῆς ἰσότη-  
 τος ταύτης, δύναται νὰ ληφθῆ ὡς μέτρον τῆς ποσότητος τῆς  
 αὐτῆς ἐργασίας. Ἀλλὰ τὸ δεύτερον τοῦτο μέλος δύναται νὰ  
 θεωρηθῆ ὡς ἴσον τῇ προβολῇ  $F \text{ ουν} \alpha$  τῆς δυνάμεως  $F$  ἐπὶ τοῦ  
 διανυθέντος διαστήματος  $\alpha\alpha' = l$ , πολλαπλασιαζομένη ἐπιτό-  
 μῆκος τοῦτο  $l$ , ἢ ὡς ἴσον τῇ δυνάμει  $F$  πολλαπλασιαζομένη  
 ἐπὶ τὴν προβολὴν  $l \text{ ουν} \alpha$  τοῦ διανυθέντος διαστήματος  $l$  ἐπὶ  
 αὐτῆς τῆς δυνάμεως  $F$ . καὶ φθάνομεν οὕτω εἰς τὸν ὄρισμόν,  
 ὅστις εἶα ἐδόθη ἐν τῇ θεωρητικῇ μηχανικῇ, ἐνθα

καλοῦσιν ἐργασίαν δυνάμεώς τινος τὸ γινόμενον αὐτῆς ἐπὶ  
τὸ ὑπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς διανυόμενον διάσ-  
τήμα, ὑπολογιζόμενον τοῦτο κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνά-  
μεως ἢ τὸ γινόμενον τοῦ ὑπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς τῆς  
δυνάμεως διανυθέντος διαστήματος, ἐπὶ τὴν προβολὴν τῆς  
δυνάμεως ἐπ' αὐτοῦ.

14ον. Τὴν φυσικὴν ἢ μᾶλλον τὴν μηχανικὴν σημασίαν τοῦ  
 ὀρισμοῦ τῆς ἐργασίας δυνάμεώς τινος, οἷα ἐδόθη ἡμῖν αὐ-  
 τη ἐν τῇ θεωρητικῇ μηχανικῇ, ἐννοήσατε ἐλπίζω σαφῶς ἐν  
 τῶν προτέρων λεπτομερειῶν, ἐν ἣ περιπτώσει ἡ ἐπιενεργού-  
 σα δύναμις  $F$  καὶ ἡ ἐπ' αὐτῆς ὑπερνικωμένη ἀντίστασις  
 $R$ , εἶναι ἀμφοτέραι σταθεραὶ κατὰ τὸ μέγεθος καὶ τὴν φο-  
 ράν. Ἐάν ὁμοίαι αἱ δυνάμεις αὗται μεταβάλλωνται προϊόν-  
 τος τοῦ χρόνου, τότε ἐξετάζομεν τὴν ὑπὸ τῆς δυνάμεως  $F$

παραγομένην ἐργασίαν ἐν χρονικῷ διαστήματι  $dt$  ἀρνούμενος βραχεῖ,  
 ὥστε κατὰ τὴν διάρκειαν αὐτοῦ νὰ δινηθῶμεν νὰ θεωρήσωμεν  
 $F$  ὡς σταθερὰν καὶ ἐφαρμόσωμεν τὴν ἀνωτέρω σχέσιν,

$$dl = \text{ἐργασία} = F \text{ ουν} (Eds) ds$$

κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα  $dt$ , ἐν ᾧ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς  
 τῆς δυνάμεως διήνυσε τὸ διάστημα  $ds$  ὑπολογιζόμενον κατὰ  
 τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς. Καί ἵνα εὐρωμεν τὴν ὀλικὴν ἐργα-  
 σίαν, ἣν παράγει ἡ δύναμις  $F$  ἐν τῷ πεπερασμένῳ χρονικῷ  
 διαστήματι  $t$ , λαμβάνομεν τὸ ἄθροισμα  $\int_0^t F \text{ ουν} (F.ds) ds$   
 τῆς στοιχειώδους ἐργασίας,  $Fds \text{ ουν} (F, ds)$ , ἣν ἐξτελέσεν ἡ δύναμις  
 $F$  κατὰ τὰ ἀλληλοδιαδόχα χρονικά διαστήματα  $ds$  μέχρι  
 τοῦ χρόνου  $t$ . καὶ ἔχομεν

$$\text{ὀλική ἐργασία} = Q = \int_0^t F \text{ ουν} (F.ds) ds.$$

Ἴνα παραβάσωμεν εἰς πρὸς ἀλλήλας τὰς ὑπὸ δυο διαφο-  
 ρων δυνάμεων ἐν ταῖς αὐταῖς χρονικοῖς διαστήμασιν, ἢ τὰς  
 ὑπὸ τῆς αὐτῆς δυνάμεως ἐν διαφοροῖς χρονικοῖς διαστήμασιν  
 ἐπιτελουμένης ἐργασίας, δεόν νὰ ὀρίσωμεν τὴν μονάδα, δι' ἣς κα-  
 ταμετροῦμεν τὴν ἐργασίαν καὶ ὡς τοιαύτην λαμβάνομεν.

15ον. Μονάδα ἐργασίας. — Τὴν ἐργασίαν, ἣτις εἶναι  
 ἀναγκαία διὰ τὴν ἀνύψωσιν βάρους ζυγίζοντος ἐν χιλιογράμ-  
 μον εἰς ὕψος ἑνὸς μέτρον, καὶ τὴν μονάδα ταύτην τῆς ἐργα-  
 σίας καλοῦμεν χιλιογραμμόμετρον, οὕτως ὥστε, λέγον-  
 τες ὅτι ἡ ὑπόστῃς δυνάμεως  $F$  ἐπιτελουμένη ἐργα-  
 σία ἰσοῦται μὲ 5 χιλιογραμμόμετρα, ἐννοοῦμεν ὅτι  
 διὰ τῆς δυνάμεως ταύτης δύναμεθα εἰ ἐνὶ δωτερολίω  
 νὰ ὑψώσωμεν βᾶρος  $\{^5$  χιλιογράμμων εἰς ὕψος  $\{^1$  μέτρον.

Εἰσαγ. εἰρηρ. Μηχανικῆς

16ον. Μέχρι τούδε μεταχειρισθήμεν τήν παραγωγόν τῆς ἐργασίας δύναμιν  $F$ , ἵνα παταβάλωμεν ἀντίστασιν τινα  $R$ , ἥτις ἀνθίσταται εἰς τήν κίνησιν αὐτῆς. εἰάν ὁμως ἐπιλαίψῃ ἢ ἀντίστασις αὕτη, καί εξαπολουθήσῃ ὡς τούτοις ἐπιενεργούσα ἐπὶ τοῦ σώματος ἢ παραγωγός τῆς ἐργασίας δύναμις, τ' ἀποτέλεσματα τῆς ἐπιενεργίας αὐτῆς ἀποκαλύπτονται εἰς ἡμᾶς, οὐχί πλέον ὡς αὐτέλειαι μηχανικῆς κίνου ἐργασίας, ἀλλ' ὡς μεταβολή ἐπιερχομένη ἐν τῇ ταχύτητι τοῦ κινουμένου ἢ ἠραμοῦντος σώματος, ἐφ' οὗ ἐξαπνᾶται ἡ ἄμεσος ἐπιενεργία τῆς δύναμωσ  $F$ , καί ἡ μεταβολή αὕτη τῆς ταχύτητος ἐκέρχεται πατά τήν διαύθυνσιν τῆς ἐπιενεργούσης δύναμωσ.

Ἰνωρίζομεν δέ ὅτι τὸ μέτρον δυνάμωσ κίνου  $F$ , ἥτις ἐπιέρει μεταβολήν τινα  $dv$  ἐν τῇ ταχύτητι τοῦ σώματος, ἀφ' οὗ αὕτη ἐπιενεργᾷ ἀπ' εὐθείας, καί εὐθα οὐδ' ἐμπίαν ἀλλήν ἀντίστασιν εἶχανα ὑπερνηθήσῃ ἐπὶ τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης, τὸ μέτρον ἀγῶ τῆς ἐπιενεργίας  $F dt$  τῆς δύναμωσ ταύτης πατά τὸ χρονικόν διάστημα  $dt$  εἶναι πατά τὸ ὁμοιωθῆν δεύτερον νόμον τῆς κινήσεωσ τὸ γινόμενον  $m dv$  τῆς μάξῃ τοῦ κινουμένου σώματος ἐπὶ τήν μεταβολήν  $dv$ , ἣν αὕτη ἐπιέρει ἐν τῇ ταχύτητι αὐτοῦ, ὑπολογιζομένη πατά τήν διαύθυνσιν τῆς ἐπιενεργούσης δύναμωσ, τούτῃσιν ἐπιέρει ἐπιτάχυνσιν, ἣν ἐπιέρει εἰς τήν κίνησιν τοῦ σώματος πατά τὸ αὐτὸ χρονικόν διάστημα.

ὅθεν

$$F dt = m dv \text{ καί } \int_0^v F dt = m(v - v_0)$$

εἰάν μεταχειρισόμεθα τήν αὐτήν δύναμιν  $F$  πατά τὸ αὐτὸ χρονικόν διάστημα  $dt$ , δια' να ὑπερνηθῆσωμεν ἀντίστα-

σιν τινα  $R$ , καί παραγάγωμεν αὕτω μηχανικὴν τινα ἐργασίαν  $dr$ , θα ἐμετράτω αὕτη δια' τοῦ γινόμενου  $F ds$  συν  $(F ds)$

$$\text{ὡστε ἀφ' ὁσὸς ἔχομεν } F dt = m dv$$

$$\text{καί ἀφ' ὁσὸς } F \text{ συν } (F ds) ds = dr$$

$$\text{ἀλλὰ συν } (F ds) ds = v dt$$

ὡστε ἡ δευτέρα τῶν ἀνω σχέσεωσ λαμβάνει τὴν μορφήν

$$F \cdot v dt = dr \text{ ἢ } F dt = \frac{dr}{v}$$

καί παραβάλλοντες αὐτήν πρὸς τὴν πρώτην σχέσιν ἐξάγομεν

$$dr = m v dv$$

εἰς τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο δυνάμεθα να φθάσωμεν καί ἀπὸ εὐθείας ὡς εἴησ.

Ἡ ἐπιενεργός δύναμις  $F$ , ἐπιενεργούσα ἐπὶ τῆς μάξῃ  $m$  πατά τὸ χρονικόν διάστημα  $dt$ , μεταβάλλει τὴν ταχύτητα αὐτοῦ ἀπὸ  $v$  εἰς  $v + dv$ . μετατόπισε λοιπὸν τὸ εἶμα ἐναντίον τῆς ἀντιεστάσεωσ τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ, πατά διάστημα τι οὗ τὸ μήκος ἴσοῦται εἰς  $dv$ , δια' τὴν μετατόπισιν ταύτην τοῦ σώματος ἢ ἐπιενεργός δύναμις εἰς ἣν ὁραῖται ἡ ταχύτης  $v$  τοῦ σώματος ἐργάσθη, καί ἡ ἐργασία  $dr$ , τὴν ὁποίαν πατηνάλωσε μετράται ὡς ἄδομεν τοῦτο ἀνωτέρω δια' τοῦ γινόμενου  $F dv$ , ἀλλὰ παθ' ἣν στιγμὴν ἡ ταχύτης ἦτο  $v$ , ἡ δύναμις  $F$  ἔχεν ὡς μέτρον τὸ γινόμενον  $m v$  (δευτέρου νόμου τῆς κινήσεωσ) καί ἐπιέρει ἀποθέτομεν αὐτήν σταθεράν πατά τὸ χρονικόν διάστημα  $dt$  ἔχομεν

$$dr = F \cdot dv = m v \cdot dv$$

ὡστε εἰάν μεταχειρισόμεθα τὴν δύναμιν  $F$ , τὴν ὁποίαν ὑποθέτομεν, ὅτι δυνάμεθα να διαθέσωμεν πατά βούλησιν, πατά τὸ χρονικόν διάστημα  $dt$ , πρὸς παραγωγὴν ἐργασίας, ἡδεῖ ἴσομεν παράγα ποσότητα τοιαύτης εἴδησ τῇ  $dr$ . εἰάν δ'



μως μεταχειρισθώμεν τὴν αὐτὴν δύναμιν  $F$  κατὰ τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα  $dt$ , οὐχὶ πρὸς παραγωγὴν ἐργασίας, ἀλλὰ πλὴν, ἵνα θεώσωμεν αὐτὴν πίνησιν σώματι μάζης  $m$  ἢ μεταβάλλωμεν τὴν πίνησιν μεθ' ἧς ἦδη φέρεται τοῦτο, θαυώμεθα εἰς τὴν ταχύτητα τοῦ σώματος μεταβολὴν ταχύτητος  $dv$ , συνδεδεμένην πρὸς τὴν ἐργασίαν, ἢ ἡ αὐτὴ δύναμις παρίστανται μὴν ἀπὸ αὐτῶν χρονικῶν διαστημάτων διαστήσεως,

$$dL = m v dv$$

ἢ

$$dL = \frac{m(v+dv)^2 - mv^2}{2}$$

διότι  $2v dv = (v+dv)^2 - v^2$ , εἰάν παραλείψωμεν τὴν δευτεροβάθμιον εἰσφοράν ποσότητα  $dv^2$ .

Ἡ δὲ ἐργασία  $L$ , ἢ ἡ παρόχα ἡμῶν ἢ δύναμις  $F$  (σταθερὰ ἢ μεταβαλλομένη) κατὰ τὸ πεπερασμένον χρονικὸν διάστημα  $t$  συνδέεται πρὸς τὴν μεταβολὴν, ἢ αὐτὴ διαφέρει αὐτὴν ταχύτητα τοῦ σώματος, εἰάν αὐδὲ μίαν ἄλλην ἀντίστασιν ἐπὶ τὴν τῆς ἀδρανείας τῆς μάζης αὐτοῦ ἔχει ναύπερνεπήσῃ αὐτῇ, διαστήσεως

$$\int_0^t dL = \int_0^t m v dv$$

ἢ ἀποτελοῦντες τὰς ὁλοκληρώσεις καὶ παριστῶντες δια  $v$  καὶ  $v_0$  τὰς ἀμοιβαίας ταχύτητας, μεθ' ὧν φέρεται ἡ μάζα κατὰ τὴν ἔναρξιν καὶ τὸ τέλος τοῦ χρονικοῦ διαστήματος  $t$ , ἔχομεν τὴν θεμελιώδη σχέσιν,

$$L = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

ἐν τῇ σχέσει αὐτῇ ἀναγνωρίζετε θεμελιώδη τινὰ ἐξέσασιν, ἢ εἰς ἀπεόριστον ἐν τῇ δυναμικῇ ὑπὸ τὴν σπωνυμίαν ἐξέσασιν τῶν ζωσῶν δυνάμεων, καὶ βλέπετε ἡδη σαφῶς τὴν φυσικὴν ἢ μηχανικὴν ἐρμηνείαν, ἣτις εἰς ἄπο-

δοθῆ εἰς τὴν σχέσιν αὐτὴν, ἣτις μᾶς διδάσκει, ὅτι ἡ ἐργασία ἢ ἐδέησε ναὶ καταναλώσῃ ἢ ἐπενεργῶς δύναμις  $F$ , ἐν ὠρισμένῳ χρονικῷ διαστήματι  $t$ , ὅπως κινήσῃ τὴν δύναμιν τῆς ἀδρανείας τῆς μάζης  $m$  καὶ μεταβάλλει τὴν ταχύτητα αὐτῆς ἀπὸ  $v_0$  εἰς  $v$  μετρεῖται διὰ τῆς διαφορᾶς

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

Ἐν συνόψει τὴν ἐν τῷ χρονικῷ διαστήματι  $t$  ἐπενεργείαν τῆς δυνάμεως  $F$  δυνάμεθα ναὶ μεταχειρισθώμεν πρὸς παραγωγὴν βιομηχανικῆς εἰδος ἐργασίας  $L$  ἣτις μετρεῖται διὰ τοῦ ἀθροίσματος,  $\int_0^t F \sin(F \cdot ds) ds$  ἢ πρὸς μετροπρὸς τῆς ταχύτητος κινουμένης μάζης ἀπὸ  $v_0$  εἰς  $v$ , καὶ ἡ μετροπρὸς αὐτῆς τῆς ταχύτητος καταναλίσκεται ἐργασίαν ἴσην τῇ ποσότητι  $\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$ .

**17ον** Ἐάν ἡ ἐπενεργεία τῆς δυνάμεως  $F$  ἐξασκηταὶ αὐχίτερος κατὰ τὴν φοράν τῆς κινήσεως, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον ταύτης διεύθυνσιν, μεταβάλλεται αὐτὴ εἰς ἀντίστασιν, τὴν ὁποῖαν τὸ κινούμενον σῶμα ὑπερνικᾷ, καὶ ἐπιτελεῖ τοῦτο ἐργασίαν. Τὴν καταναλίσκεται δὲ διὰ τὴν παραγωγὴν τῆς ἐργασίας ταύτης; ποῖα ἢ ἐν τῇ κινήσει αὐτοῦ ἐπερχομένη μεταβολή, εἰς ἣν εἰς ἄποδῶσωμεν τὴν παραγωγὴν τῆς ἐργασίας; Ἡ μόνη μεταβολὴ τὴν ὁποῖαν παρατηροῦμεν ἐν τῷ κινουμένῳ σώματι εἶναι ἡ ἐπιβραδυνομένη αὐτοῦ κίνησις ἢ ἐνέργεια τῆς ἀντίστασεως  $R$  ἐπέφερε λοιπὸν ἐλάττωσιν εἰς τὴν ταχύτητα τοῦ σώματος μεταβαλοῦσα αὐτὴν ἀπὸ  $v$  εἰς  $v_0$  κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα  $t$ . καὶ ἡ ἰσχύς τῆς παραχθείσης ὑπὸ τῆς κινουμένης μάζης  $m$  ἐργασίας καὶ τῆς ἐπιελθούσης ἐν τῇ ταχύτητι αὐτῆς μεταβολῆς ὑφίσταται ὡς ἀνωτέρω ἀπεδείξαμεν ἡ σχέσις,

Ἐισαγ. Ἐφηρ. Μηχανικῆς

$$U = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

ούτω, εάν αντίταξωμεν κινουμένη μάζη  $m$  ελευθείη τῆς ἐπι-  
 νεργείας τῆς ἐξωτερικῆς δυνάμεως ἀντίστασιν τινὰ  $R$ , ἣν  
 καταβάλλη αὕτη, ὅπως ἐξακολουθήσῃ τὴν κίνησιν αὐτῆς, παρὰ-  
 γει αὕτη ἐργασίαν, ἀλλὰ παρατηροῦμεν συνάμα, ὅτι ἐπιβαρ-  
 δύνεται ἡ κίνησις τοῦ σώματος, ἐλλατουμένης τῆς ταχύτη-  
 τος αὐτοῦ ἀπὸ  $v$  εἰς  $v_0$ . Διὰ τὴν καταβάλλωμεν λοιπὸν τὴν  
 ἀντίστασιν  $R$  καὶ παραγάγωμεν ἐργασίαν, δεόν να κατανα-  
 λώσωμεν μέρος τῆς ταχύτητος τοῦ σώματος  $(v - v_0)$ . Ἡ δὲ  
 τῆς καταναλώσεως δὲ τῆς ταχύτητος ταύτης παραγομένη  
 ἐργασία μετρεῖται διὰ τῆς διαφορᾶς

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

εἰναὶ δηλαδή αὕτη ἴση μετὴν ἐργασίαν τὴν ἐν τῷ αὐτῷ χρονικῷ  
 διαστήματι καταναλωθεῖσαν προηγουμένως ὑπὸ τῆς ἐξωτερικῆς  
 δυνάμεως  $F$ , πρὸς ἐπιτάχυνσιν τῆς κινήσεως τῆς αὐτῆς μάζης  
 $m$ , μεταδίδουσης εἰς αὐτὴν ταχύτητα, ἴσην ἀκριβῶς ἐκείνης, ἣν  
 ἀπώλεσε νῦν ἡ κινουμένη μάζη πρὸς παραγωγήν τῆς αὐτῆς  
 ἐργασίας.

18ον. Ἐν συνόψει ἀνεγνωρίσαμεν, ὅτι,

1ον) Δυνάμεθα να παραγάγωμεν μηχανικὴν ἐργασίαν ὑπερ-  
 νικῶντες ὠρισμένην ἀντίστασιν  $R$ , ἐν ὠρισμένῳ χρονικῷ δια-  
 στήματι, διὰ τῆς ἀμέσου ἐπινεργείας ἐξωτερικῆς τινος δυνά-  
 μεως  $F$ , καὶ ἡ ποσότης τῆς ἐν τῷ χρονικῷ τούτῳ διαστήματι  
 παραγομένης ἐργασίας ὑπὸ τῆς δυνάμεως  $F$ , μετρεῖται διὰ τοῦ  
 ἀθροίσματος

$$\int^t F \sin(F \cdot ds) ds = U$$

2ον) Εάν καταναλώσωμεν ἐργασίαν ἴσην μετὴν ἀνωτέρω  
 παραχθεῖσαν διὰ τῆς ἀμέσου ἐπινεργείας τῆς ἐξωτερικῆς δυνά-

μεως  $F$ , ὅπως θέσωμεν εἰς κίνησιν ἡρεμοῦσαν μάζαν  $m$ , εἰς τὴν  
 κίνησιν τῆς ὁποίας οὐδεμίαν ἄλλη δύναμις ἀνθίσταται, ἐκτός  
 τῆς ἐν αὐτῇ ἐνυπαρχούσης δυνάμεως τῆς ἀδρανείας, μεταδίδο-  
 μεν εἰς τὴν μάζαν ταχύτητα  $v$ , συνδεδεμένην πρὸς τὴν κατανα-  
 λωθεῖσαν ἐργασίαν διὰ τῆς σχέσεως

$$U = \frac{mv^2}{2}$$

Γ Εάν ἡ μάζη  $m$  εἰνευητὸ ἤδη ταχύτητα  $v_0$  καθ' ἣν στιγ-  
 μὴν ἤρχισαμεν ἐπινεργούντες ἐπ' αὐτῆς, ἡ ἀνωτέρω σχέση ἀν-  
 τιπαθίσταται διὰ τῆς ἀκολουθοῦ

$$U = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

3ον) Εάν ἤδη ἀντιτάξωμεν εἰς τὴν μετὰ ταχύτητα  $v$  κινου-  
 μένην μάζαν  $m$  ἀντίστασιν τινὰ  $R$ , ὑπερνικᾷ αὕτη τὴν ἀντί-  
 στασιν ταύτην, ἀλλ' ἡ ταχύτης αὐτῆς ἐλαττοῦται, καὶ ἂν ἡ  
 δύναμις  $R$  ἐξακολουθῇ ἀνθισταμένη εἰς τὴν κίνησιν τῆς μάζης  
 $m$  ἡ ταχύτης αὐτῆς ἀπόλυται καθ' ὅλον πλησίον καὶ  
 ἐπανέρχεται αὕτη εἰς τὴν ἡρεμίαν. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύ-  
 την ἡ διὰ τῆς ὑπερνικήσεως τῆς ἀντιστάσεως  $R$  παρα-  
 χθεῖσα ἐργασία ἴσούται μετ' ἐκείνην τὴν ὁποίαν καταναλώ-  
 σαμεν ἵνα θέσωμεν εἰς κίνησιν τὴν ἡρεμοῦσαν μάζαν  $m$  καὶ  
 μεταδώσωμεν εἰς αὐτὴν τὴν ταχύτητα  $v$ . ἡ ἐργασία αὕτη  
 ἴσούται δηλ. μετ'

$$\frac{mv^2}{2}$$

ἢ μετ'  $\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$   
 εἰάν ἡ τὴ κινήσει τῆς μάζης  $m$  ἀνθισταμένη ἀντίστασις,  
 πανταί καθ' ἣν στιγμὴν φέρεται αὕτη μετὰ ταχύτητος  $v_0$ .

19ον. Ἡ ἐνέργεια. Εάν ἤδη ὀνομάσωμεν ἐνέργειαν τὴν  
 ἰδιότητα (capacité) ἣν κέντηται σῶμά τι πρὸς παραγω-  
 γὴν ἐργασίας δυνάμεθα εἰς τῶν προηγουμένων να διακρί-

νωμεν εν ενιαστω σωματι δυο ειδη ενεργειας, διων δυναται το σωμα να παραγαγη εργασιαν τινα.

**20ον. Λανθάνουσα ενέργεια** ( *énergie potentielle* ) Το εν των ειδων τούτων της ενεργείας, κείται τα σώματα και εν ήρεμιά εύρισκόμενα, η ενέργεια αυτη οφείλεται τη σχετικη θέσει του σώματος, ως προς τα περικυλλούντα αυτότερα σώματα, εν της επενεργείας των οποίων προέρχονται αι επί του θεωρούμενου σώματος επενεργούσαι εξωτερικαί δυνάμεις, εις ας οφείλεται και η παραγομένη ή μάλλον δυναμένη να παραχθῃ εργασία, εάν το σωμα αφεθῃ ελεύθερον υπότην επενεργειαν των εντ' αυτου εξασκουμένων δυνάμεων.

Η εργασία αυτη ενταυθα είναι καθως βλέπετε, ανάλογος της εργασίας ενείνης, ην παρηγάγομεν προηγουμένως, υπερκυιώντες ωρισμένην τινά αντίστασιν δια της άμεσου επενεργείας εξωτερικης τινος δυνάμεως και την ομοίαν εμετρήσαμεν δια του αθροίσματος  $\int F \sin(\theta) ds$ . Το οφειλόμενον τη θέσει του σώματος μέρος της ολικης ενεργείας, ην κείται τούτο καλούμεν στατινήν ή μάλλον λανθάνουσαν ενέργειαν του σώματος.

**21ον. Κινητικη ενέργεια** ( *énergie cinétique* )

Ετερον μέρος της ενεργείας, ην κείται σωματι οφείλεται αποκλειστικως εις την κατάστασιν κινήσεως, εις ην εύρίσκεται τούτο, οφείλεται τη ταχύτητι μεθ' ης τούτο φέρεται. είδομεν τω όντι εν τοις προηγουμένοις, ότι δια της κινήσεως σώματος τινος δυνάμεθα να υπερνικήσωμεν αντίστασιν τινα B και παραγάγωμεν εργασία τινά, χωρίς να δαπανήσωμεν την ελαχίστην εξωτερικην δύναμιν, αλλά επιβραδύνοντες απλως την κί-

νησιν του σώματος δια της ελαττώσεως της ταχύτητος αυτου. Η υπό του κινουμένου σώματος παραγομένη εργασία, οφείλεται λοιπόν απλως τη ταχύτητι αυτου. η καταμετρούσα δε την υπό του κινουμένου σώματος παραγομένην εργασία, συνάρτησις της ταχύτητος είναι η

$$\frac{mv^2}{2}$$

την οποίαν ονομάζομεν κινητικην ενέργειαν του κινουμένου σώματος, διότι ως μάς διδάσκει τούτο η σχέση  $v = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$  δια της αύξήσεως - ελαττώσεως της ποσότητος ταύτης, ελαττούται - αύξάνει και η υπό του κινουμένου σώματος παραγομένη εργασία κατά την κίνησιν αυτου. εν της ολικης ομοίτητος, της εν τω κινουμένω σωματι εμπιπείχουμένης κινητικης ενεργείας, εξαρτάται και η μηχανικη εργασία, ην δυναται τούτο να παραγαγη δια της καταναλώσεως της ολικης αυτου ταχύτητος, και της επανόδου του εις την ήρεμίαν.

**22ον.** Εν συνόψει βλέπομεν ότι, τα σώματα εν ήρεμια ή εν κινήσει κείται ως εν της σχετικης αυτων θέσεως εν τω διαστήματι, και ως εν της ταχύτητος μεθ' ης φέρονται, ιδιότητά τινα (caractère) προς παραγωγήν μηχανικης εργασίας, ιδιότητα - (caractère), την οποίαν ονομάζομεν ενέργειαν του σώματος και την οποίαν μετρούμεν δια της ποσότητος της εργασίας, ην το σωμα δύναται να μας παράσχη.

Την εν τω σωματι ενυπάρχουσαν ενέργειαν, διακρίνομεν εις λανθάνουσαν ενέργειαν, οφειλομένην κυρίως εις την σχετικην θέσιν του σώματος, όπερ υφίσταται την επίπρειαν των εξωτερικων δυνάμεων, τας ομοίως εξασκουσιν

Είσαγ. εφηρ. Μηχανικης

ἐπ' αὐτοῦ τὰ περικυκλῶντα αὐτότετρα σώματα. Τὴν πο-  
 σότητα δὲ τῆς ἐν τῷ σώματι λανθανούσης ταύτης ἐνεργείας, μετροῦμεν διὰ τῆς ἐργασίας  $\int F \text{ συν}(\epsilon, ds) ds$ , ἣν δύναται νὰ παράσχωσιν ἡμῖν ἐπὶ τοῦ σώματος ἐπενεργούσαι ἐξωτερικαὶ δυνάμεις, εἰάν τοῦτο ἀρεθῇ ἐλεύθερον ὑπὸ τῆν ἐπήρειαν αὐτῶν,

καὶ

Κινητικὴν ἐνέργειαν

ἐνυπάρχουσαν κυρίως ἐν τοῖς κινουμένοις σώμασι, καὶ ὀφειλομένην τῇ ταχύτητι μεθ' ἧς ταῦτα φέρονται ἐν τῷ διάστηματι. Τὴν ποσότητα τῆς ἐν τῷ σώματι κινητικῆς ταύτης ἐνεργείας μετροῦμεν διὰ τῆς ἐργασίας, ἣν δύναται τοῦτο νὰ μάς παράσχωσιν διὰ τῆς ἐλαττώσεως τῆς ταχύτητος αὐτοῦ, καὶ ἧτις, ὡς εἶδομεν τοῦτο ἀνωτέρω, ἰσοδυναμεῖ μετ' ἐπὶ τῆς ἐπιελθοῦσιν ἐν τῇ συναρτήσει  $\frac{mv^2}{2}$  μεταβολῆν  $\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$ , κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα, καθ' ὃ μετεχειρίσθημεν τὸ κινούμενον σῶμα πρὸς παραγωγὴν μηχανικῆς ἐργασίας.

οὕτω

1ον) Ἡ λανθάνουσα ἐνέργεια σώματος τινος εὐρισκόμενου ὑπὸ τῆν ἐπενέργειαν δυνάμεως τινος  $F$  καὶ δυναμένου νὰ διατρέξῃ διάστημα μήκους  $l$  μετρεῖται διὰ τοῦ ἀθροίσματος

$$\int_0^l F \text{ συν}(\epsilon, ds) ds$$

ἧτις ἐμφαίνει καὶ τὴν ποσότητα τῆς μηχανικῆς ἐνεργείας, ἣν ὁ σῶμα ὡς εἰς τῆς θέσεως αὐτοῦ, ἣν δύναται νὰ παράσχωσιν ἡμῖν.

2ον) Ἡ κινητικὴ ἐνέργεια μάζης  $m$  φερομένης μετὰ ταχύτητα  $v$  μετρεῖται διὰ τῆς συναρτήσεως

$$\frac{mv^2}{2}$$

ἧτις ἐμφαίνει καὶ τὴν ἐργασίαν, ἣν δύναται νὰ παράσχωσιν ἡμῖν τὸ σῶμα ὡς εἰς τῆς ταχύτητος μεθ' ἧς φέρεται τοῦτο.

23ον) Καὶ δυνάμεθα ἤδη νὰ εὐφράσωμεν τὰ ἐν τῇ σαφῶς γράφῃ λέγοντες:

1ον) Διὰ τῆς λανθανούσης ἐνεργείας σώματος τινος δύναμεθα νὰ παραγάγωμεν μηχανικὴν ἐργασίαν ἴσην αὐτῇ.

2ον) Τὴν μηχανικὴν ταύτην ἐργασίαν δύναμεθα νὰ καταναλώσωμεν πρὸς ἐπαύξησιν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας ἐτέρου σώματος. καὶ

3ον) Τὴν οὕτω σαφῶς εὐρισκόμεν κινήσειν ἐνέργειαν δύναμεθα εἰς νέον νὰ μεταχειρισθῶμεν πρὸς παραγωγὴν μηχανικῆς ἐργασίας, τῆς ὁποίας ἡ ποσότης δύναται νὰ φθάσῃ, οὐχὶ ὅμως καὶ νὰ ὑπερβῇ ἐκείνην ἣν καταναλώσωμεν, πρὸς παραγωγὴν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας, ἣν μεταχειρισθῶμεν ἐνταῦθα.

οὕτω διὰ τῆς λανθανούσης ἐνεργείας, ἣν καταναλώσωμεν παραγάγομεν μηχανικὴν ἐργασίαν, ἣν μετεχειρισθῶμεν πρὸς ἐπαύξησιν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας τοῦ σώματος, καὶ τὴν ἐπιελθοῦσαν ταύτην ἐπαύξησιν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας τοῦ σώματος δύναμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν πρὸς παραγωγὴν τῆς αὐτῆς μηχανικῆς ἐργασίας, δηλαδή πρὸς ἐπαύξησιν τῆς λανθανούσης ἐνεργείας κατὰ ποσότητα ἴσην ἀκριβῶς ἐκείνης, ἣν καταναλώσωμεν πρὸ ὀλίγου.

Ἐν ἄλλαις λέξεσι

Τὴν λανθάνουσαν-κινήσειν ἐνέργειαν σώματος τινος δύναμεθα νὰ μετατρέψωμεν εἰς ἰσοδύναμον κινήσειν-λαν-



θάνουσαν ενέργειαν καθ' ὅσον σήλασθ' ἐλαττωμένη τὴν λανθάνουσαν - κίνητικὴν ἐνέργειαν τοῦ σώματος, κατὰ τοσοῦτον ἐπαυξάνομεν τὴν κίνητικὴν-λανθάνουσαν ἐνέργειαν αὐτοῦ, ὥστε,

Τὸ ἀθροισμα τῆς λανθανούσης καὶ κίνητικῆς ἐνεργείας σώματος τινος εἶναι σταθερόν, καὶ ἐν τῇ προτάσει αὕτη ἐννοεῖται ἡ ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας (principe de la conservation de l'energie) σώματος τινος, ἣτις ἀποτελεῖ τὴν μεγαλύτεραν καὶ ὑψηλοτέραν ἀνακάλυψιν τοῦ αἰῶνος μας, καὶ κατὰ τὴν ὁποίαν.

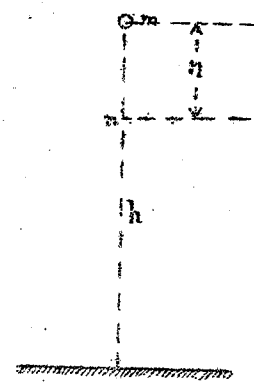
Ἡ ἐν σώματι τινι ἐνυπάρχουσα ὀλικὴ ἐνέργεια μορφήν μόνον ἀλλάσσει κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ σώματος, χωρὶς νὰ δύναται ν' ἀυξηθῇ οὐδέ νὰ ἐλαττωθῇ τὸ παράπαν.

### Παραδείγματα

24ον. 1ον) Κατακόρυφος πτώσις τῶν βαρέων σωμάτων. ὑποθέσωμεν σῶμα τι μάζης  $m$  εὐρισκόμενον εἰς ὕψος  $h$  ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ἐξ εἰς τῆς σχετικῆς θέσεως τοῦ σώματος  $m$  ὡς πρὸς τὴν γῆν, κέντηται τοῦτο λανθάνουσαν ἐνέργειαν ἴσην ἐκείνης, ἣν δύναται νὰ παραγάγῃ ἡ βαρῦτης, ἐξασκουμένη ἐπὶ τοῦ σώματος, ὑπεναντιῶντος καὶ τούτου ἀντίστασιν τινά, τὴν ὁποίαν τῷ ἀντιτάσσομεν, μέχρι τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς πτώσεως αὐτοῦ.

Ἡ ἐπὶ τοῦ σώματος ἐπενεργοῦσα δύναμις τῆς βαρῦ-

τητος εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος αὐτοῦ  $P = mg$ . τὸ διάστημα τὸ ὁποῖον δύναται νὰ δυναύσῃ τὸ αὐτὸ σῶμα ἀφιέμενον ἐλεύθερον ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρῦτητος, εἶναι  $h$ , ὥστε ἡ δύναμὴ νὰ παραχθῇ ὑπὸ τῆς βαρῦτητος ἐργασίᾳ κατὰ τὴν πτώσιν τοῦ σώματος, ἰσοῦται μὲ  $P \cdot h$  αὕτη εἶναι καὶ ἡ λανθάνουσα ἐνέργεια τῆς μάζης  $m$  εὐρισκόμενης εἰς τὸ ὕψος  $h$ . καὶ αὕτη εἶναι ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια τῆς μάζης ταύτης, διότι εἰν ὑποθέσωμεν αὐτὴν ἡρεμοῦσαν ἢ κίνητικὴ αὐτῆς ἐνέργεια εἶναι μηδέν.



ὑποθέσωμεν νῦν, ὅτι τὸ σῶμα πίπτει μέχρι τοῦ σημείου  $n$ , ἐλεύθερον πάσης ἀντιστάσεως κατὰ τὴν πτώσιν αὐτοῦ, καθὼς γνωρίζομεν ἀπέκτησε τοῦτο ταχύτητα  $v$  ἴσην τῇ  $\sqrt{2gh}$ , ἐνθα  $h$  παριστᾷ τὸ ὕψος  $mn$ .

Ἐπεὶ εὐρισκόμενον παρὰ τὸ σημεῖον  $n$  τὸ σῶμα φέρεται ὑπὸ ταχύτητος  $v$  καὶ κατὰ συνέπειαν κέντηται κίνητικὴν ἐνέργειαν ἴσην τῇ  $\frac{mv^2}{2} = \frac{Pv^2}{2g}$ , τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν πρὸς παραγωγὴν ἐργασίας ἴσης καθὼς βλέπεται ἐκείνης, ἣν δύναται νὰ παραγάγῃ ἡ μάζα  $m$  πίπτουσα ἐκ τοῦ ὕψους  $h = \frac{v^2}{2g}$ , ἀνευ ἀρχικῆς ταχύτητος. Ἡ δὲ λανθάνουσα ἐνέργεια τοῦ σώματος παρὰ τὸ σημεῖον  $n$  εἶναι,

$$P(h-h) = P\left(h - \frac{v^2}{2g}\right)$$

ὥστε ἡ κατὰ τὴν πτώσιν τοῦ σώματος, ἀπὸ τοῦ σημείου  $m$  εἰς τὸ σημεῖον  $n$  ἀπολεσθεῖσα λανθάνουσα ἐνέργεια  $P \cdot h$  ἰσοῦται τῇ ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ σώματος κτηθείσῃ κίνητικῇ ἐνέργειᾳ  $\frac{Pv^2}{2g}$  καὶ ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια,

$$P(h-h) + \frac{Pv^2}{2g} = P\left(h - \frac{v^2}{2g}\right) + \frac{2g \cdot P \cdot v^2}{2g} = P \cdot h.$$

Ἡ ἴσαγ. ἐφηρ. Μηχανικῆς

τοῦ σώματος εἶναι παρὰ τὸ σημεῖον  $n$ , ὅτι καὶ παρὰ τὸ σημεῖον  $m$ , με' μόνην τὴν διαφορὰν, ὅτι μέρους τῆς παρὰ τὸ σημεῖον  $m$  λανθάνουσης ἐνεργείας τοῦ σώματος, ἢ ἄλλ' ἐμορφὴν μεταβληθὲν εἰς ἴσην ἀκριβῶς ποσότητα κίνητικῆς ἐνεργείας, τὴν ὅποιαν δύναμιθα νὰ μεταχειρισθῶμεν πρὸς παραγωγήν μηχανικῆς ἐργασίας ἀπαράλλακτα, ὅπως καὶ τὴν ἰσοδύναμον αὐτῆ ποσότητα λανθάνουσης ἐνεργείας.

Ἡ ὅτι κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ σώματος, ἀπὸ τοῦ σημείου  $m$  μέχρι τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς δὲν ἀπώλειεν οὐδὲ τὴν ἐλαχίστην ποσότητα ἐνεργείας, ἢ ἐκίνητο παρὰ τὸ σημεῖον  $m$  ὡς εἰς τῆς πρὸς τὴν γῆν σχετικῆς θέσεως αὐτοῦ. κατὰ τὴν πτώσιν αὐτοῦ, τὸ σῶμα ἀπέκτισε τῷ ὄντι κίνητικὴν ἐνέργειαν

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{Pv^2}{2g} = \frac{P \cdot 2gh}{2g} = Ph$$

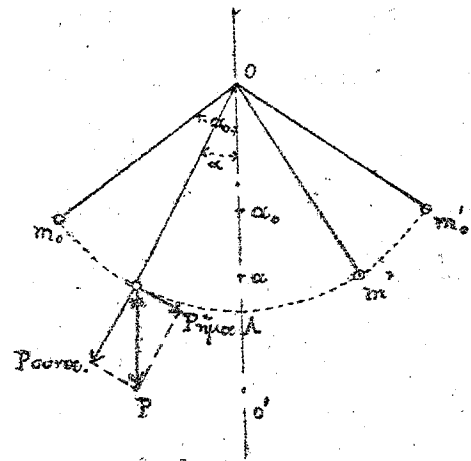
ἴσην ἀκριβῶς ἐκείνης, ἢ ἐκίνητο παρὰ τὸ σημεῖον  $m$ , ἀλλ' αὐτὴ ἢ το λανθάνουσα, ἐν ᾧ ἢ νῦν ἐνεργεῖα τοῦ σώματος εἶναι κίνητικὴ ὑπὸ τὴν ἐποψίν ὅμως τῆς χρήσεως τούτων πρὸς παραγωγήν μηχανικῆς ἐργασίας, τὰ δύο ταῦτα εἶδη τῆς ἐργασίας εἶναι ἰσοδύναμα, καὶ ἂν ἦτο δυνατόν νὰ ἐπινοηθῆ συσκευὴ τις ἀνευ προστριβῆς καὶ ἐσωτερικῶν ἀντιστάσεων τῶν ὀργάνων αὐτῆς, θὰ ἢ δύναμεθα, χρησιμοποιοῦντες, διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης τὴν κίνητικὴν ἐνέργειαν, ἢν κίνηται ἡ μάζα, φθάνουσα εἰς τὴν ἐπιφανείαν τῆς γῆς, ν' ἀνυψώσωμεν τὸ βάρος  $P$  ἀκριβῶς εἰς τὸ σημεῖον  $m$ , ἀφ' οὗ τοῦτο κατέπεσε, καὶ ἐπαναφέρωμεν αὐτὸ εἰς τὴν προτέραν του κατάστασιν, ὡς πρὸς τὴν ἐν αὐτῷ ἐνυπάρχουσαν λανθάνουσαν ἐνέργειαν.

25ον Τοῦτο βλέπομεν καταφατικώτερον ἐν τῇ κινήσει τοῦ αἰωρουμένου ἐκκενροῦς ἐνθα ἀναγκάζομεν ἴσα ἴσα τὸ πᾶντον βάρος νὰ μετατρέψῃ τὴν εἰς τῆς πτώσεως κινήθεισαν κίνητικὴν ἐνέρ-

γειαν εἰς λανθάνουσαν ἐνέργειαν, διὰ τῆς ἐκ νέου ἀνυψώσεως αὐτοῦ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ἀφ' οὗ κατέπεσεν.

Θεωρήσωμεν πρὸς ταῦτο βάρος  $P$  κρεμάμενον ἀπὸ τινος σημείου  $O$  διὰ τῆματος  $Om_0$ .

Ἐάν ἐκυλίνωμεν τὸ βάρος τοῦτο ἀπὸ τῆς κατακορύφου μεθ' ἧς συμπίπτει, κρατοῦνταί πάντοτε τεταμένον τὸ νῆμα  $Om_0$ , κατὰ γωνίαν  $m_0 O O' = \alpha_0$ , καὶ



ἀφήσωμεν ἐλεύθερον ἀνευ ἀρχικῆς ταχύτητος, καταπίπτει τοῦτο διαγράφων περιφέρειαν κύκλου με' κέντρον τὸ  $O$  καὶ ἀκτίνα τὴν  $Om_0 = l$ . ἢ ἐπιφέρειουσα τὴν κατάπτωσιν τοῦ σώματος δύναμις εἶναι ἢ ἐπ' αὐτοῦ ἐκενεργεῖα τῆς βαρύτητος  $P$ , τὴν ὅποιαν δύναμιθα ν' ἀποσυνθέσωμεν κατὰ τὴν προεκβολὴν τῆς  $Om$  καὶ τὴν ἐφαπτομένην τῷ κύκλῳ παρὰ τὸ αὐτὸ σημεῖον  $m$ , εἰς δύο ἄλλας  $P \text{ συν. } \alpha$  καὶ  $P \text{ ἡμ. } \alpha$ . εἰς τὴν τελευταίαν δὲ ταύτην ὀφείλεται ἢ παρὰ τὸ σημεῖον  $m$  ταχύτης τοῦ σώματος  $-l \frac{d\alpha}{dt} = v$  [τὸ σημεῖον εἶναι - διότι ἡ γωνία  $\alpha$  ἐλαττοῦται κατὰ τὴν πτώσιν τοῦ  $m$  ὥστε  $d\alpha$  εἶναι ἀρνητικόν].

Ἡ παρὰ τὸ αὐτὸ σημεῖον ἐπιτάχυνσις τοῦ σώματος εἶναι  $-l \frac{d^2\alpha}{dt^2}$  ὥστε

$$P \text{ ἡμ. } \alpha = -\frac{P}{g} l \frac{d^2\alpha}{dt^2} \text{ ἢ } -l \frac{d^2\alpha}{dt^2} = g \text{ ἡμ. } \alpha$$

πολλαπλασιάζοντες τὰ δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως ταύτης ἐπὶ  $2 \frac{d\alpha}{dt}$  καὶ ὀλοκληροῦντες ἔχομεν,

$$l \left[ \frac{d\alpha}{dt} \right]^2 = 2g [\text{συν. } \alpha - \text{συν. } \alpha_0]$$

καὶ ἐπειδὴ  $v = -l \frac{d\alpha}{dt}$  ὑψοῦντες εἰς τὸ τετράγωνον  $v^2 = l^2 \left( \frac{d\alpha}{dt} \right)^2$

έχομεν τέλος,

$$v^2 = 2gh [\text{συν} \alpha - \text{συν} \alpha_0] = 2g[\alpha_0 - \alpha] = 2gh$$

ένθα  $h$  παριστά τά ύψος άφ' ου κατέπεσε τό σώμα.

έν τής σχέσεως δέ ταύτης βλέπομεν άμείσως, ότι η ύπό του πί-  
πτοντος σώματος κτηθείσα κίνητικη ενέργεια

$$\frac{mv^2}{2} = mgh = Ph$$

είναι η αυτή, ως εί τό σώμα έπευτε κατακορύφως

παρά τό κατώτατον αυτού σημείον  $A$  τό σώμα κίνηται τα-  
χύτητα ίσην τή  $\sqrt{2g \cdot \alpha_0 A}$  και κίνητικην ενέργειαν  $P \cdot \alpha_0 A$ . έξ-  
αιολουθει λοιπόν τούτο κινούμενον, άνυψούμενον μεχρις ου  
η ταχύτης αυτού μηδενισθη έντελώς. αλλά τότε έν προηγου-  
μένης τινός σχέσεως  $\text{συν} \alpha = \text{συν} \alpha_0$  και κατά συνέπειαν τό  
βάρος  $P$  εύρίσκεται είς τό αυτό ύψος άφ' ου κατέπεσε τούτο  
αρχικώς. επανακτά κατά συνέπειαν και τήν πρώτην του  
ένέργειαν.

και βλέπομεν σαφώς, ότι

διά τής άνύψεως του βάρους  $P$  από του σημείου  $A$  είς τό  
σημείον  $m_0$  κτηνα λίσκωμεν μηχανικην τινα εργασίαν  $P \cdot \alpha_0 A$ ,  
ήν κίνηται ήδη τό σώμα είς λανθάνουσαν μορφήν, και δύ-  
ναται να μάς παράσχη ταύτην διά τής πτώσεώς του, εάν θε-  
λήσωμεν να υπερκινήσωμεν δι' αυτής αντίστασίν τινα. Αλλά  
εάν άφήσωμεν τό σώμα να καταπέση ελευθέρως, μεταβάλ-  
λει τούτο τήν λανθάνουσαν ενέργειαν αυτού είς κίνητικην  
ένέργειαν από του σημείου  $m_0$  μέχρι του σημείου  $A$ , διά τής  
επιταχύνσεως τής κινήσεώς του. από του σημείου τούτου ο-  
μως, η κατά τήν πτώσιν κτηθείσα κίνητικη δύναμις από  
του σημείου  $m_0$  μέχρι του σημείου  $A$ , χρησιμοποιείται διά  
τήν εν νέου άνύψωσιν του βάρους, μετασχηματιζομένη ούτω

εν νέου είς λανθάνουσαν ενέργειαν. Εάν ούω δήποτε σημείω  $m$ ,  
η όλικη ενέργεια του σώματος ίσούται τή ενεργεία ήν κίνηται  
τούτο παρά τό σημείον  $m_0$ .

Όταν δέ τό σώμα εύρίσκηται εν τω αυτό επειπέδω  $m m'$  κίνη-  
ται τήν αυτήν ποσότητα κίνητικης και λανθανούσης, ενεργείας.

26ον Αλλά όταν, εν τή κατακορύφω ελευθέρω πτώσει σώμα-  
τός τινος, φθάση τούτο μέχρι τής επιφανείας τής γής μέ κτη-  
θείσαν ταχύτητα  $V$  και κίνητικην ενέργειαν  $\frac{Pv^2}{2g} = Ph$  σα-  
ματά ένεεί και ένα τό καταστήσωμεν εν νέου ικανόν πρόστα-  
ραγωγην τής αυτής μηχανικης εργασίας, δέον να άνυψώσωμεν  
αυτό είς τό ύψος  $h$ , ή να μεταδώσωμεν είς αυτό ταχύτητα  $v$  διάμέ-  
σον άθήσεως και καταναλίσκωμεν ούτω ενέργειαν, εν ώ διατής  
πτώσεως του σώματος επί τής γής, ουδέμίαν τοιαύτην ένεροδήσα-  
μεν. φαίνεται λοιπόν ένταυθα, ότι η αρχή τής διατηρήσεως τής έ-  
νεργείας σώματος τινος δέν άληθεύει.

Αλλά εάν εξετάσωμεν επισταμένως τό φαινόμενον τής προύσεως  
του πίπτοντος σώματος επί του έδάφους, δέν βραδύνομεν να ανα-  
γνωρίσωμεν, ότι η ύπό του σώματος κτηθείσα κίνητικη ενέργει-  
α κατά τήν πτώσιν αυτού δέν άπωλέσθη, άλλα τούτο έίρουσε τό  
έδαφος. παρατηρούμεν τω όντι, ότι διά τής προύσεως όχι μόνον  
μετεδόθησαν είς τά μόρια του πίπτοντος σώματος και τής γής  
δονήσεις επαισθητές εντάσεως, δφειλόμεναι τή κίνητικη ένερ-  
γεία του σώματος, αλλά ανεπτύχθη και ποσότης τις θερμότη-  
τος. αι δονήσεις είναι και αυται κίνητικη ενέργεια, αλλά η  
θερμότης, εν πρώτη όψει ουδέμίαν παρουσιάζει σχέση με  
τήν κίνητικην ενέργειαν, ήν κίνηται τό σώμα και τήν μηχαν-  
ικην εργασία τήν οποίαν δύναται τούτο να μάς παράσχη  
χάρια είς τήν εν αυτό ενυπαόχουσαν ενέργειαν.

Είσαγ. έφηρ. Μηχανικης

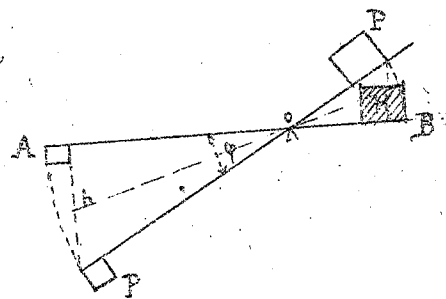
Όταν όμως πραγματευθώμεν περί των ατμομηχανών και εξετάσωμεν τὰς βάσεις τῆς θεωρίας τῆς θερμότητος, θά ἴδωμεν ὅτι καὶ ἡ θερμότης οὐδὲν ἄλλο εἶναι εἰμὴ ἰδιαιτέρα μορφή κινήτικῆς ἐνεργείας. καὶ ὅτι ὠρισμένη ποσότης θερμότητος δύναται νὰ μᾶς παράσχη ὠρισμένην ἰσοδύναμον ποσότητα μηχανικῆς ἐργασίας καὶ τὰνάπαλιν, ἐν τῇ κρούσει τοῦ πίπτοντος σώματος μετὰ τῆς γῆς, δὲν ἀπωλέσθῃ λοιπὸν οὐδέ τὸ ἐλάχιστον μέρος τῆς κινήτικῆς ὑπὲρ αὐτοῦ κινήτικῆς ἐνεργείας, ἀλλὰ μετεσχηματίσθῃ ἀπλῶς αὕτη εἰς ἑτέραν ἰσοδύναμον ἐνέργειαν ἄλλῃ μορφῆς (δονήσεις θερμότητος). -

27ον Εἰδομεν ἀνωτέρω ὅτι εἰν βαρὸς τι  $P$  εὐρίσκεται εἰς ὕψος  $h$  δύναται τοῦτο διὰ τῆς πτώσεώς του νὰ παράσχη ἡμῖν μηχανικὴν ἐργασίαν  $P \cdot h$  χιλιογραμμέτρων. ἀλλ' εἶδομεν πρὸς τούτοις, ὅτι διὰ ν' ἀνυψωθῇ τὸ βαρὸς  $P$  εἰς τὸ ὕψος  $h$  δεῖν νὰ καταναλωθῇ ἡ αὐτὴ ἐργασία  $P \cdot h$  χιλιογραμμέτρων, ἢν τοῦτο δύναται νὰ παραγάγῃ ἐν τῇ πτώσει του.

Εἰν πρώτης ὄψεως ἀντίκειται τοῦτο εἰς ὅσα καθημερινῶς παρατηροῦμεν ἐν τῇ βιομηχανίᾳ, ὅπως πολλὰκις, ἐλάχιστον βάρους ἐπιτεροῦν ἐπὶ μηχανῆς ἁρμοδίως κατεσκευασμένης, δύναται ν' ἀνυψώσῃ ἕτερον βάρους πολὺ μεγαλιότερον ἑαυτοῦ. ἀλλὰ διὰ μικρᾶς προσοχῆς ἀνευρίσκομεν τὰ αἴτια τῆς φαινομένου ταύτης ἀνωμαλίας.

28ον Μοχλός. Οὕτω

λ.χ. ἡ καθημερινὴ στέρνα μᾶς διδάσκει, ὅτι διὰ τοῦ μοχλοῦ  $AOB$  στηριζομένου ἐπὶ τοῦ σημείου  $O$ , δυνάμεθα ν' ἀνυψώσωμεν μέγα βάρους  $P$  δι' ἑτέρου  $p$  κατὰ πολλὰ ἐλάττω-



σονος, εἰν λάβωμεν τὰ σημεῖα  $A$  καὶ  $B$  τοιαῦτα, ὥστε αἰ ἀποστάσεις  $OA$  καὶ  $OB$  νὰ ἐπαληθεύωσι τὴν σχέσιν  $\frac{P}{p} = \frac{OA}{OB}$ . τὸ βάρους  $p$  διὰ τῆς καταπτώσεώς του ἀνυψώσῃ ἕτερον πολὺ βαρύτερον αὐτοῦ, καὶ φαίνεται ὅτι, ἐνεργήσαμεν ἐνέργειάν τινα. ἐν τούτοις, εἰν προσέξωμεν, βλέπομεν ἀμέσως ὅτι τὸ βάρους  $p$  κατέπεσεν ἐξ ὕψους  $h = OA \cdot \eta \cdot \phi$  καὶ ἐξέτελεσεν ἐργασίαν ἴσην τῇ  $p \cdot h = p \cdot OA \cdot \eta \cdot \phi$ . ἀφ' ἑτέρου τὸ βάρους  $P$  ἀνυψώθη εἰς ὕψος  $H = OB \cdot \eta \cdot \phi$ , καὶ δύναται καταπίπτων εἰς τοῦ ὕψους τούτου, νὰ παράσχη ἡμῖν ἐργασίαν ἴσην τῇ,

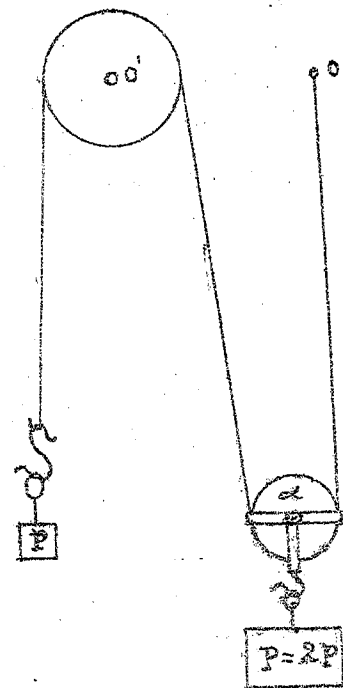
$$P \cdot H = P \cdot OB \cdot \eta \cdot \phi$$

ἀλλ' εἰν τῆς σχέσεως  $P \cdot OB = p \cdot OA$  ἐξάγομεν  $P \cdot H = p \cdot OA \cdot \eta \cdot \phi$ .

Ἡ ἐργασία λοιπὸν τὴν ὅποιαν δύναται νὰ μᾶς παράσχη καταπίπτων τὸ βάρους  $P$ , ἰσοῦται τῇ ὑπὸ τοῦ βάρους  $p$  καταναλωθείσῃ ἐργασίᾳ, πρὸς ἀνυψώσιν αὐτοῦ εἰς τὸ ὕψος  $H$ .

29ον Τροχαλία. Ἐτερον ἀνάλογον παράδειγμα ἔχομεν ἐν τῷ ἑνάντι συστήματι τροχα-

λιῶν, ὅπερ μεταχειρίζομεθα πρὸς ἀνυψώσιν βαρέων σωμάτων. Σιχονίον τι δεδεμένον σταθερῶς παρὰ τὸ σημεῖον  $O$  περιβάλλει κινήτην τροχαλίαν καὶ ἑτέραν σταθερὰν  $O'$  καὶ ἀπολήγει εἰς ἄγχιστον δυνάμενον νὰ φέρῃ βάρους  $p$ . εἰν ἢ ὅν ἀναρτήσωμεν εἰς τὸν ὅπότης τροχαλίᾳ  $\alpha$  φερόμενον ἄγχιστον ἕτερον βάρους  $P = 2p$  βλέπομεν ὅτι τὸ βάρους  $p$  ἀρνεῖ ὅπως συγκρατήσῃ βάρους  $P$





διπλασίον αὐτοῦ, καὶ διὰ τῆς ἐπι τοῦ βάρους  $\rho$  ἐλαχίστης ὀψή-  
 σεως τίθεται τοῦτο εἰς κίνησιν, καὶ καταπίπτει ἀνυψοῦ τὸ  
 διπλασίον αὐτοῦ βάρου  $P$ . Ἐνταῦθα, ὡς καὶ ἐν τῷ παραδείγμα-  
 τι τοῦ μοχλοῦ, ἀνυψώσαντες, βάρου  $P$  διὰ τῆς καταπίπτου-  
 ῶς ἐτέρου ἐλάσσονος, κατὰ τὸ ἥμισυ, νομίζομεν, ὅτι ἐνεργήσα-  
 μεν μηχανικὴν ἐργασίαν. Ἀλλὰ τοῦτο εἶναι καὶ ἐνταῦθα  
 φαινομένικόν, διότι ἐν τοῖς σχήματι καταφαίνεται ὅτι τὸ  
 βάρου  $\rho$ , ὅπως ἀναβιβάζη τὸ βάρου  $P$  εἰς ὕψος  $h$ , καταπί-  
 πτει ἐξ ὕψους  $2h$ . ἢ ὑπ' αὐτοῦ ἐπιτελεσθεῖσα ἐργασία διὰ  
 τὴν ἀνύψωσιν τοῦ βάρου  $P$  εἶναι λοιπὸν  $\rho \cdot 2h$ . καὶ τὸ βάρου  
 $P$  εἰάν ἐπ' ἀνέλθῃ εἰς τὴν προτιέραν θέσιν αὐτοῦ θὰ πα-  
 ράσῃ ἡμῖν ἐργασίαν ἴσην τῇ  $P \cdot h = 2\rho \cdot h$  δὲν ἐνεργήσα-  
 μεν λοιπὸν ἐργασίαν διὰ τῆς μεταχειρισθείσης συσκευ-  
 ῆς τῶν τροχαλιῶν. Ἡ συσκευή αὕτη ἐπιτρέπτει ἀπλῶς  
 εἰς ἡμᾶς νὰ μεταχειρισθῶμεν μικρὰν τινὰ δύναμιν, ἵνα  
 ὑπερνικήσωμεν μεγαλειτέραν ἀντίστασιν, ἀλλ' οὐδαμῶς  
 μᾶς ἐπιτρέπτει νὰ ἐπιτελέσωμεν ἐργασίαν τινὰ χωρὶς νὰ  
 καταναλώσωμεν ἰσοδύναμον ἐνέργειαν.

30ον. Ἀνακεφαλαιοῦντες βλέπομεν ὅτι,

Διὰ νὰ ὑπερνικήσωμεν ἀντίστασιν τινὰ καὶ ἐπιτελέ-  
 σωμεν μηχανικὴν τινὰ ἐργασίαν οὐδέποτε νὰ μεταχειρι-  
 σθῶμεν τὴν ἀπ' εὐθείας ἐπιενέργειαν δυνάμειος τινος ἢ  
 ἐμείνην τὴν ὁποῖαν κεντηγται ὡς ἐν τῆς ἀδρανείας τῶν  
 ἐκινούμενα σώματα, ἅτινα δὲν δύνανται νὰ μεταβάλλ-  
 ῶσιν ἄφ' ἑαυτῶν καὶ ἄνευ τῆς ἐπιενεργείας ἐξωτερικῆς  
 τινος δυνάμειος τὴν κίνησιν μεθ' ἧς φέρονται. Ὡς δὲ δύναμις  
 δὲ τροποιοῦσαν τὴν κίνησιν τοῦ σώματος, δυνάμεθα νὰ λά-  
 βωμεν τὴν ἀντίστασιν, τὴν ὁποῖαν προτιθέμεθα νὰ ὑπερ-

νικήσωμεν καὶ ἐπιτελοῦμεν οὕτω μηχανικὴν τινὰ ἐργασί-  
 αν.

Ὡς δὲ δύναμιν παραγωγὸν μηχανικῆς ἐργασίας λαμβά-  
 νομεν συνήθως τὴν βαρύτητα, ἥτις διὰ τῆς ἐπιενεργείας  
 αὐτῆς ἐπί τῶν σωμάτων, ὅταν ταῦτα δύνανται νὰ κατα-  
πίπτωσι, παράγει ἐργασίαν. ἀλλὰ διὰ νὰ δύνανται νὰ κατα-  
 πίπτωσι τὰ σώματα, πρέπει νὰ ἐπίσκιωνται εἰς ὕψος τι  
 ὑπερῶν τοῦ ἐδάφους, καὶ εἶδομεν ἀνωτέρω, ὅτι διὰ τὴν  
 ἀνύψωσιν ταύτην πρέπει νὰ καταναλωθῇ ἐργασία, ἴση  
 ἀκριβῶς ἐμείνην, τὴν ὁποῖαν μᾶς παρέχει τὸ σῶμα ἐν τῇ  
 κατάστασι του. ὥστε, εἰάν εἴμεθα ὑποχρεωμένοι ν' ἀνυψώ-  
 μεν ἡμεῖς αὐτοὶ τὰ σώματα, ἵνα παρέχωσιν ἡμῖν ταῦτα  
 τὴν αὐτὴν ἐργασίαν, ἣν ἡμεῖς καταναλώσαμεν, τότε οὐ-  
 δὲ τὴν ἐλαχίστην ποσότητα ἐργασίας κερδίζομεν, καὶ εἶ-  
 ναι προτιμώτερον νὰ ὑπερνικήσωμεν ἀπεὐθείας τὴν  
 ἀντίστασιν.

Ἐντυχῶς τοῦτο δὲν συμβαίνει ἐν τῇ φύσει. ὁ Ἡλιος διὰ  
 τῆς θερμότητος του ἀναλαμβάνει ἰδίως ἀναλώμασι τὴν ἀ-  
 νύψωσιν τῶν σωμάτων, ἢ τὴν μετάδοσιν κινήσεως εἰς αὐ-  
 τὰ. ἡμεῖς δὲ δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν αὐτὰ ἐν τῇ κατά-  
 στασι τῶν πρὸς παραγωγὴν ἐργασίας, ὅπως τοῦτο συμβαίνει  
 ἐν τῇ ροῇ τῶν ὑδάτων ἐν τῇ βραχίᾳ κινήσει τῶν ἀνέμων κλπ.

Ἡ θερμότης τοῦ Ἡλίου ἐξαιτρεῖ τὰ ὑδάτα τῆς θαλάσσης,  
 καὶ οἱ αἵματι δὲ τούτων διὰ τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων ἀ-  
 νέρχονται εἰς τὰς ὑψηλοτέρας κορυφὰς τῶν ὄρεων, ὅπου  
 κατακαίονται καὶ ἐπιενέρχονται εἰς τὴν πρῶ-  
 τὴν ρευστὴν μορφήν των, καὶ ἐν τῆς ἐπιενεργείας τῆς βα-  
 ρύτητος ρέουσι ταῦτα πρὸς τὰ κατώτερα ἐπιενέρχονται εἰς

Εἰσαγωγή. Μηχανικῆς

κίου εις την θάλασσαν.

Αλλά δύναμεθα ημεῖς να τὰ κρατήσωμεν ἐκεῖ εἰς τὰ ὑψηλά μέρη, καὶ μεταχειρισθῶμεν τὴν ὡς εἰς τῆς θέσεώς των ἐνυπάρχουσαν ἐν αὐτοῖς λαμβάνουσαν ἐνέργειαν πρὸς παραγωγὴν μηχανικῆς ἐργασίας. ἢ ἄλλως δύναμεθα να μεταχειρισθῶμεν ἐν αὐτῇ ὅποτε σαυγῆ μέχρι τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, τὴν ἐν τῇ πτώσει των κτηθείσαν ὑπ' αὐτῶν κινητικὴν ἐνέργειαν, πρὸς παραγωγὴν ἰσοδύναμου μηχανικῆς ἐργασίας.

Ἐν τῇ ναυτηλίᾳ καὶ τοῖς ἀνεμομύλοις χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν ἣν μεταδίδουσιν εἰς τὸ ἀέρα καὶ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες.

Ἡ διατιῶν ἀτμομηχανῶν παραγομένη καταπληκτικὴ ἐργασία ὀφείλεται τῇ ἐλαστικῇ διαστολῇ ἢ τῇ θερμότητι μεταδιδόμενῃ εἰς τὰ ἀέρια.

Ἡ φοβερὰ ὄρμη μὲθ' ἧς φέρεται βλήμα τηλεβόλου τινα, ὀφείλεται εἰς τὴν αὐτὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τῶν ἀέριων, ἅτις παραρρήγαγεν ἢ πυρίτις διὰ χημικῶν μετατροπῶν τῶν συστατικῶν αὐτῆς μερῶν, καὶ τῆς μεγάλης θερμοκρασίας, εἰς ἣν εὐρίσκονται τ' ἀέρια ταῦτα, ὡς εἰς τῆς ὑπὸ τῶν χημικῶν τούτων μετατροπῶν ἀναπτυχθείσης θερμότητος.

Ἐἰς ὅλα δὲ ταῦτα τὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν ἐπαληθεύοντα τὸν θεμελιώδη νόμον τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας, ὅσον ἀνεκτύξαμεν αὐτὸν ἀνωτέρω ἐν ἰδιαίτερον μόνον περιπτώσει, καὶ κατὰ τὸν ὅποιον, μηχανικὴ ἐργασία δὲν δύναται να παραχθῇ εἰς τοῦ μηδενός πρὸς παραγωγὴν αὐτῆς ἀπαιτεῖται ἐνέργεια.

Ἡ ἐν ᾧ σύμπαντι ποσότης τῆς ἐνεργείας εἶναι σταθερὰ

ὅπως καὶ ὕλη, καὶ δὲν δύναμεθα να ἐκκενῶμεν ἀλλ' οὐδέ να ἐλαττώσωμεν αὐτὴν τὸ παραύπαν. Δύναμεθα ἀπλῶς να μετασχηματίσωμεν αὐτὴν ἀπὸ μιᾶς εἰς ἑτέραν μορφήν καὶ εἰς τὸν μετασχηματισμὸν τούτον ὀφείλεται ἢ παραγομένη μηχανικὴ ἐργασία. -

