

πον, ἐν ᾧ ἦν ἡ θάλασσα ἢ παρὰ τῆς πηδαλίου ἀπωθεύ-
σα, προσβάλλου τῆς γῆς, σρέφει αὐτήν.

Δῆλον ὑπάρχει τοῖς περὶ τὰς ἀνατομὰς τῆς τε ἀνθρω-
πίου σώματος, καὶ τῶν ἄλλων ζώων, ἐνασχολημένοις, ὅτι
πᾶσαι αἱ σωματικαὶ κινήσεις αἰεὶ διὰ μοχλῶν ἐκτελε-
ται· ὅθεν γὰρ διηρθευμένοι πρὸς ἕτερον ὅθεν διὰ τῆς κα-
λυμμένης γιγγλιμῆς ἕδεν ἕτερόν ἐσιν, ἢ μοχλός· καὶ ἵσα
μόχλοι μὲν ἐσιν ὁ γιγγλιμῆς· μένει γὰρ ἕτος· οἱ δὲ
μῆς οἱ τὸ ὅθεν κατέχοντες, διὰ τῶν τενόντων ἔλκυσται
αὐτὸ, ἀνάγασσι καὶ κατάγασσι, καθ' ἃς ἂν κινήσεις ἀποτε-
λέσαι βεληθειήμεν.

Χρήσιμον ἔτι καὶ ἕτερόν ἐσιν εἶδος μοχλοῦ πρωτογε-
νῆς τὸ ΠΡΟ (σ. 54), ὃς ἐπισηρίζεται διπλῶ λοφίσκῳ, ὃς
καλεῖται δορκὰς, καὶ τίθεται ἐπὶ τῆς γῆς, ἢν' ἄρα μεγά-
λα βάρη, οἷον ἀμάξας φορτηγὰς κτλ.· τῆς γὰρ μοχλοῦ
ὑποβληθέντος τῆ ἀντιτάσει Ρ, αἶρεται τὸ ἄκρον Π ὑπὸ
πολλῶν ἅμα αἰρόντων.

Περὶ δὲ τῶν λοιπῶν χρησιμωτέρων μοχλῶν ἐκάστῃ
ἰδίᾳ ἐν τοῖς ἐφεξῆς κεφαλαίοις λέξομεν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ.

Περὶ τῆς Ζυγῆς.

36. Ζυγὸς καλεῖται ὁ πρωτογενῆς μοχλὸς ΑΒ
(σ. 55), ὁ περὶ σημεῖον τὸ Γ κινούμενος, δι' ἃς σταθμῶμεν
τὰ βάρη τῶν σωμάτων, ἐντιθέντες αὐτὰ τοῖς κοίλαις δί-
σκοις Δ, Ε, τοῖς προσηρητημένοις τοῖς ἄκροις Α, Β· ὅ-
λον μὲν ἔν τῷ ὄργανον ἀκρεῖ ζυγός, τὰ δὲ μέρη ΑΓ,

ΓΒ βραχίονες τῷ ζυγῷ· οἱ δὲ Δ, Ε κοῖλοι δίσκοι, πλάσιγγες· τὸ δὲ Γ σημεῖον, ἄξων· ἢ δὲ ΓΖ λαβὴ, ἐν ἣ τῖθεται πρὸς ὀρθὰς τῷ ζυγῷ, καὶ αὐτῷ προσκεκολλημένη, ἢ γλωσσοῦσα, ἢ ἀνάκρισις.

37. ΠΟΡΙΣΜΑ Α'. Δύω δὲ βάρη τὰ Π, π τιθέμενα ἐν ταῖς πλάσιγγῃν, ἴσα κρίνεται τὴν ὅλην, ὅταν ὡσιν ἰσορροπία· κρῖ μόντοι, ἀπάσης ἄλλης ἐξαιρουμένης αἰτίας, ἴσον ἀπέχειν τὰ βάρη τῷ ἄξονος Γ· κρῖ ἄρα τὴς δύο βραχίονας τῷ ζυγῷ ΑΓ, ΒΓ, πρὸς ὧν τοῖς πέρασι προσαρτῶνται αἱ πλάσιγγες, ἰσῶσαι ἀλλήλοις τὸ μήκος.

Φημί δέ: ἐξαιρουμένης ἀπάσης ἄλλης αἰτίας· κρῖ γάρ τὰ δύο βάρη Π, π δύνανται ἀντιρροπία εἶναι, ἴσα λήλων μὲν ὄντων τῶν βραχιόνων, ἀνισοβαρῶν δὲ τῶν σωμάτων Π, π, εἴτ' ἔν, εἴπερ τὸ βάρος θατέρου βραχίονος, καὶ τὸ τῶν νημάτων, καὶ ἔτι τὸ τῆς πλάσιγγος, ἅμα εἰλημμένα, βαρύτερα εἶεν τῶν ἐν θατέρῳ ἀντιρροπῶν· ἴν' ἄρα δίκαιος εἴη ὁ ζυγὸς ἀναγκασίως ἀπαιτῶνται τὰ ἐφεξῆς· α'. ἀμφοτέρας τὰς τῷ ζυγῷ πλάσιγγας, πρὶν ἂν αὐταῖς ἐντεθεῖη τὰ βάρη, ἐν τῇ αὐτῇ κειῶσαι ὀριζοντίῳ ἐπιφανείᾳ· β'. τὴς βραχίονας ἰσαλλήλους εἶναι τῷ μήκει, καὶ ἰσοπαχεῖς. Τὸ πρῶτον τῶν ἀναπληρωτικῶν γενέσθαι θατέρου ἀδυνάτως ἔχει· κρῖν γὰρ ἅμφω αἱ πλάσιγγες μένοιεν ἐπὶ τῆς αὐτῆς ὀριζοντίου θέσεως, τῆτι μόντοι συμβῆναι δύναται, ἐκ τῷ τὸ ὅλον βάρος θατέρου βραχίονος ΑΓ, καὶ τὸ τῶν αὐτῶν νημάτων, καὶ ἔτι τῆς πλάσιγγος, μείζον εἶναι τῷ ὅλῳ βαρῶς θατέρου βραχίονος, καθ' ὃν λόγον ὁ ΑΓ βραχίον ἐλάττων ὑπάρχει τῷ ΒΓ· ἐλάττονος δὲ ὄντος θατέρου βραχίονος, τὸ προσαρτηθῆσόμενον βάρος τῷ μείζονι βραχίονι ἀνάγκη πρὸς ἀντιρροπίαν ἐλάττον ὑπάρχειν θατέρου· ἔκυν συνακτέον ἰσάλληλα εἶναι τὰ

Τόμ. Κ'.

Κ

βάρη ἐκ τῆς τὰς πλάσιγγας ἐπὶ τῆς αὐτῆς μένειν ὀριζον-
τίς ἐπιφανείας πρὶν ἐντεθῆναι αὐταῖς τὰ βάρη, ἀλλὰ πρὸς
τύτῳ εἰ ἐκ τῆς ἰσῶσθαι ἀλλήλοις τὰ τῶν βραχιόνων μήκη.

Ἄλλι γὰρ ἐκ ἔσιν ἀπολύτως ἀναγκαῖον τὸς δύο
βραχίονας ἰσοβαρεῖς ἀλλήλοις ὑπάρχειν· ἐλκέτω γὰρ
ἔλαττον ὁ βραχίων $ΑΓ$, ἢ ὁ $ΒΓ$ · εἰ ἂν τὸ τῆς πλά-
σιγγος εἰ τῶν νημάτων βάρος ἀναπληρώσῃ τὸ ἔλλειπν
τῆ βραχίονος· εἰ ἂν, ἔτω φάναι, τὸ ἐν τοῖς δεξιοῖς βάρος
τῆ ζυγῆ ἰσῶθῃ τῷ ἐν τοῖς ἀριστεροῖς, τὰ δύο μέρη ἀν-
τίρροπα διαμενεῖσι, πρὶν ἂν αὐτοῖς τὰ σαθμηθησόμενα βάρη
ἐντεθείη· εἰ τῶν κατὰ τὸς βραχίονας μηκῶν ἰσχυμένων
ἀλλήλοις, τὰ τιθέμενα βάρη ἐκ ἂν εἶεν ἀντίρροπα, εἰμὴ
ἰσῶντο ἀλλήλοις τὰς μάζας.

Ἐὰν ἂν ἴδωμεν πρὶν ἢ θεῖναι τὰ βάρη τὰς δύο πλά-
σιγγας, τὴν αὐτὴν τηρούσας ὀριζόντιον θέσιν, συναγαγεῖν
ἔχομεν, ὅτι τὸ ὅλον βάρος τῶν δύο τῆ ζυγῆ μερῶν ἴσον
ἔσιν, εἰ μόνον οἶδαμεν τὸς δύο τῆ ζυγῆ βραχίονας ἰσαλ-
λήλως τῷ μήκει ὑπάρχοντας.

Δυνατὸν ἂν τὴν τῶν βραχιόνων ἰσαλληλίαν ἔτω βε-
σανίσαι· εἰ γὰρ τὰ βάρη $Π$, $π$ ἐν ἀντίρροπία ὑπάρ-
χωσι, τεθείω τὸ μὲν $Π$ ἐν τῇ πλάσιγγι $Ε$, θάτερον
δὲ ἐν τῇ $Δ$ · καὶ εἰ ἔτως ἐν ἀντίρροπία ᾧσι, τὸς βρα-
χίονας $ΑΓ$, $ΒΓ$ ἰσαλλήλως εἶναι συμπεραθήσεται· ἔσω
γὰρ φέρε $ΑΓ < ΒΓ$ · τὸ ἄρα $Π$ ἐκ ἂν ἀντιρροπήσειε
τῷ $π$, εἰ μὴ εἴη βαρύτερον τῆ $π$ (15)· ὅταν ἂν, τὸ μὲν
 $Π$ μετατεθῆ ἐν τῇ πλάσιγγι $Ε$, τὸ δὲ $π$ ἐν τῇ $Δ$, τῷ
 $Π$ ἀνασπασθήσεται τὸ $π$ ἀμφοτέρων ἕνεκα· α'. ὅτι τὸ
 $Π$ τῆ $π$ βαρύτερον· β'. ὅτι $ΒΓ > ΑΓ$.

38. Τρίτον, ἀπαιτεῖται ἐν τῇ ζυγῷ τὸν ἄξονα, εἰ
τὰς τῆς λιβῆς ὀπὰς, δι' ᾧν ὁ ἄξων δίσκῳ, ὡς λείπα καὶ

ὄμαλὰ ὑπάρχειν, ἴν' ἡ τριβὴ ἐλαχίστη γίνηται· ἵνα γὰρ τῷ βάρει Π κατενεχθέντος ἀνασπασθῆ τὸ π, δεήσει τῷ Π διττῷ βάρει, τῷ μὲν, ἵνα τὸ π ἀνεκλύσῃ, ἑτέρου δὲ, ἵνα τὴν ἀντίστασιν τῆς τριβῆς, ἣν ὑφίσταται ἡ ῥάβδος κατὰ τὸν ἄξονα, καταργήσῃ· ἐντεῦθεν ἄρα· α'. ἀμύχανον συναγαγεῖν ἀκριβῶς τὴν τῶν βάρων ἰσαλληλίαν, ἐκ τῷ ἀντιῤροπεῖν ἀλλήλοις ἐν τῷ ζυγῷ· β'. ὡς οἶόν τε τὴν ἀντίστασιν τῆς τριβῆς ἀπομειωτέον, ἐξομαλίζοντας τὸν τε ἄξονα, καὶ τὰς ὀπὰς, δι' ὧν δίδισι, καὶ εἰλαίω δὲ ὑπαλείφοντας.

39. Δεῖ δὲ καὶ τὰς τῆς ῥάβδου ὀπὰς, δι' ὧν δίδισι τὰ νήματα, τὰ τὰς πλάσιγγας κατέχοντα, μὴ λίαν εἶναι μεγάλας· ἢ τῆς ῥάβδου ἐπὶ ἑτέτερα κλίσεως, τὸ νῆμα τῷ κατιόντος βραχίονος, πρὸς τὸ ἄκρον τῆς ἐπῆς διολιωθαινον, μεγαλύνει αὐτῷ τὸ μῆκος, τῷ κατὰ τὸν ἀνασπώμενον βραχίονα νήματος τῷ τῆς βαρύτητος κέντρῳ πελάζοντας, καὶ τὸ μῆκος αὐτῷ ἐξ ἐναντίας ὑπελαττῦντος· ὁ ἀνωὶν ἄρα βραχίων ἑτέρου ἀποτελεῖται βραχύτερος, καὶ ὅτι αὐτὸς ἐλάττων ἀποκαθίσταται, καὶ ὅτι ἄτερος, ὡς εἴρηται, μεγαλύνεται.

40· Τὸ τῆς κινήσεως τῷ ζυγῷ κέντρον, ὃ κληθήτω τ, δύναται κείσθαι, ἢτοι ἐπ' αὐτῷ τῷ τῆς βαρύτητος κέντρῳ (α. 56), ὅπερ ἐστὶ τὸ τῆς ῥάβδου μέσον σημεῖον Κ, ἢ ὑπερθεῖν (α. 57), ἢ ἐνερθεῖν (α. 58) αὐτῷ· πρὸς ὀρθὰς δὲ τῇ ῥάβδῳ ὑπερθεῖν τῷ τῆς βαρύτητος κέντρῳ Κ ἴσεται ἡ καλυμένη ἀνάκρισις, ἣτις, τῆς ῥάβδου ὀριζόντιον διασωζέσεως ἀκριβῶς θέσιν, κρύπτεται ἐν τῇ λαβῇ, δι' ἧς δίδισιν ὁ τῷ ζυγῷ ἄξων· ὅταν δ' ἡ κατ' αὐτὴν κορυφὴ ἐξίῃ τῆς λαβῆς, τὴν τῶν δύο βάρων κατηγορεῖ ἀνισότητά· εἰ μὲν ἔσθ' ὁ ἄξων διέρχηται τὴν ἀνάκρισιν διὰ σημείου καθ.

ἐπεὶ τῷ μέσῳ τῆς ῥάβδου κατὰ τὸ τ , τὸ τῆς κινήσεως κέντρον τ κείσεται ὑπερθεὶν τῆ τῆς βαρύτητος κέντρου K (ἄ. 57). εἰ δὲ ἡ ἀνάκρισις κάβητος ἢ ὑπὸ τῷ μέσῳ τῆς ῥάβδου (ἢ γενέσθαι ἢ ἐξιν ἀδύνατον), τῆ ἀξονοσ ταύτην διαπερῶντος (ἄ. 58), τὸ τῆς κινήσεως κέντρον τ κείσεται ἐνερθεὶν τῆ τῆς βαρύτητος κέντρου K .

41. Τῆ τῆς κινήσεως κέντρου τ συμπίπτουτος τῷ τῆς βαρύτητος κέντρου K (ἄ. 56), εἰ ἴσα βάρη ταῖς πλάσιγξιν ἐντεθῶσιν, ὁ ζυγὸς ἐν ὁποιαῦν θέσει ἡρεμήσει. ἔ γὰρ τῶν φορῶν $ΑΠ$, $Βπ$, ἢ $αΠ'$, $βπ'$ παραλλήλων ἑσῶν, τῶν δυεῖν γωνιῶν A , B , ἢ α , β ἀνακλήρωμα ἔσαι ἢ ἑτέρα θάτερα. τὸ ἄρα τῆς κατὰ τὴν ἑγκλισιν γωνίας ἡμίτονον ἔσαι τὸ αὐτὸ (Γεωμ. 491. Τέμ. Γ) ἐφ' ἑκατέρου τῶν βάρων, ὁποιαδήποτ' ἂν εἴη ἢ τῆ ζυγῆ θέσις. εἰ ἄρα ἰσάλληλα ὡσι τὰ βάρη, ἴσην ἰσχὺν ἐκότερον ἀλλήλοις ἐνεργάσονται. ταῦτα μὲν ἄρα ἀντιρροπήσασιν, ἡρεμήσει δὲ ὁ ζυγός.

α'. Ἄρα τῆ τῆς κινήσεως κέντρου τῷ τῆς βαρύτητος συμπίπτουτος, ἢ, ὁ ταῦτον, τῆ κέντρου τῆς κινήσεως, ἢ τῆ τῆς βαρύτητος, ἢ τῶν σημείων A , B , ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων, εἴπερ ὁ ζυγὸς τὴν ὀριζόντιον θέσιν ἐξ αἰτίας τινὸς ἀπολέσειε, ἀναλαβεῖν αὐτὴν ἢ κίσει σκεύσει. β'. βραχεῖα ἀνισότης τοῖς βάρεσιν ἐπιγενομένη, διὰ τὴν, περὶ ἧς εἴρηται, τριβὴν, τὸν ζυγὸν ἀνασρέψει, εἴτ' ἂν πρὸς ὀρθὰς ποιήσει τῷ ὀριζοντι τὴν ῥάβδον. δύο τοίνυν ἐλλείμματα ταῦτα ἐν τῷ ἕτω κατεσκευασμένῳ ζυγῷ.

42. Ὄταν δὲ τὸ τῆς κινήσεως κέντρον τ ὑπερθεὶν ἢ τῆ τῆς βαρύτητος κέντρου K (ἄ. 57), ἰσοβαρῶν σωμάτων ταῖς πλάσιγξιν ἐντεθέντων, αἰεὶ ὁ ζυγὸς ἔξει θέσιν τὴν $ΑΒ$ παράλληλον πρὸς τὸν ὀριζοντα. κινήσεις γὰρ λα.

βέτω ἐξ ὑποθέσεως τὴν αβ θέσιν· τοιγαρῶν τὸ τῆς βα-
ρύτητος αὐτῆ κέντρον Κ ἀναγκαζήσεται περιηγόμενον
περὶ τὸ τ ἀνελθεῖν ἐς τὸ ο, ἔτι τόξον γράψαι τὸ Κο· ἐκ
δὲ τῆ ο διὰ τὴν ἑαυτῆ βαρύτητα κατελθεῖν διὰ τῆ τόξου
Κο, ἐξῆς δὲ ἀνελθεῖν διὰ τῆ τόξου ΚΨ ταχυτῆτι τῆ αὐ-
τῆ, ἣν ἐκτίσατο κατελθὼν ἐκ τῆ Ο· τελευταῖον δὲ με-
τά τινος ἀναλικνίσεως καθηρεμῆσει πρὸς τῷ σημείῳ Κ τῆς
καθέτου Κτ· ἢ ἄρα ῥάβδος ΑΒ ἢ τῆ Κτ βελόνη κάθετος,
ἔξει τελευταῖον θέσιν τῷ ὀρίζοντι παράλληλον.

α'. Ἄρα ἐξωτερικῆς τινος αἰτίας τὸν ζυγὸν τέτον
ΑΒ παρατρεψάσης ἐκ τῆς πρὸς τὸν ὀρίζοντα παράλληλης
θέσεως εἰς τὴν πλαγίαν αβ, τοσῦτον ἰσχυρότερον ἐπανα-
κάμψει εἰς τὴν προτέραν ἑαυτῆ παράλληλον θέσιν, ὅσω
μείζω μὲν εἶεν τὰ βάρη, ὑψηλότερον δ' ἀρθείη τὸ τῆς
βαρύτητος κέντρον Κ· β'. τῶν σωμάτων ἰσοβαρῶν ὄντων,
ἢ μὲν ΑΒ ῥάβδος αἰεὶ ἔξει θέσιν παράλληλον τῷ ὀρίζον-
τι, ἢ δ' ἀνάκρισις Κτ ἐδέποτε τῆς λαβῆς ἐξελεύσεται·
τῆ μέντοι πρὸς τῷ Α ἠρτημένον σώματος ὄντος βαρυτέρου
ἢ τὸ πρὸς τῷ Β, τὸ μὲν τῆς βαρύτητος κέντρον ἀνα-
σπᾶται πρὸς τὸ ο, τὸ δὲ ἄκρον τῆς ἀνακρίσεως γράψαι
περὶ τὸ τ τόξον κυκλικὸν τὸ δυ πρὸς ἀριστερὰν τῆς λα-
βῆς, τοσῦτω μείζον, ὅσω βαρύτερον ἂν ἦ τὸ πρὸς τῷ Α
σῶμα τῆ πρὸς τῷ Β.

Ἰ'να δ' ἐπὶ τῆ κατὰ τὸν δεύτερον τέτον τρόπον κα-
τασκευαζομένον ζυγῷ ἢ ἀνάκρισις διὰ τῆς ἰδίας ἑαυτῆς κι-
νήσεως ἀναγγέλλῃ ἔτι τὴν βραχυτάτην ἀνισότητά τῶν
κατὰ τὰ σώματα βάρων, ἐπαναγκῆς τὸ κέντρον τῆς κι-
νήσεως τ βραχύτι ὑπερθεῖν κείσθαι τῆ κατὰ τὴν βαρύτη-
τα κέντρον Κ· τηρήσει γὰρ ἔτω τὴν πρὸς τὸν ὀρίζοντα
παράλληλον θέσιν, ἔτι τῶ ὑπερέξει τῆ κατὰ τὸν πρῶ-

τον τρόπον κατασκευαζομένον ζυγῶ· τέτω τοίνον κοινῶς χρῶνται οἱ ἄνθρωποι, τῷ πρώτῳ αὐτὸν προελόμενοι.

43. Τὸναντίον δὲ ἔσω τὸ τῆς κινήσεως κέντρον τ ἐνεργεν τῷ κατὰ τὴν βαρύτητα κέντρῳ Κ (γ. 58)· τοιγαρῶν ἡ ῥάβδος ΑΒ τὴν πρὸς τὸν ὀρίζοντα παράλληλον θέσιν τηρήσει, τῶν σωμάτων Π, π ἰσοβαρῶν ὄντων· εἰς μέτροι παρεκτραπῆ εἰς τὴν πλαγίαν θέσιν αβ, τὸ τῆς βαρύτητος κέντρον Κ, γράψαν περὶ τὸ τ τὸ τόξον Κν, ἐπεὶπερ ἔκ ἀντιστοιχεί τῇ καθέτῳ Κτ, ἐβασαχθήσεται ὑπὸ τῷ κέντρῳ τῆς κινήσεως τ· κατελεύσεται ἄρα μέχρι τῷ σημείῳ τῆς ἡρεμύσεως Ο, ἢ ἀνελεύσεται πρὸς δεξιὰ τῷ Ο, δι' ἧς προσηκτέον ταχυτῆτος, ἢ μετὰ τινος ἀναλικνίσεως καθηρεμῆσει πρὸς τῷ Ο· ἢ τῆνικαῦτα ἡ ῥάβδος ΑΒ εὐρεθήσεται ἐν τῇ πρὸς τὸν ὀρίζοντα παράλληλῳ θέσει βα.

44. ΠΟΡΙΣΜΑ. Ἐκ τῶν μέχρι τῷδε εἰρημένων μαθάνομεν κατασκευάζειν ζυγὸν δίκαιον ἢ εὐχρησον κατὰ τὸν ἀκόλυθον τρόπον· α'. ῥάβδῳ τῆς ΑΒ (γ. 57) ζητηθήτω τὸ μεσαίτατον σημεῖον Κ· β'. πρὸς ὀρθὰς τῷ Κ ἡγέρθω ἡ βελόνη Κδ, ἧς κατὰ τὸ τ, τὸ ἐγγυὸς κείμενον τῷ Κ, διηκέτω ἄξων, κατέχων διὰ τῶν ἐαυτῷ περάτων τὴν λαβὴν· ἵνα δὲ ἡ τριβὴ ἐλαχίστη εἴη, γενέσθω ὁ ἄξων πρίσμα τριγωνικόν· γ'. ῥάβδος περιάγεται περὶ τὰς τῆς λαβῆς ὀπὰς· δ'. γενέωσσαν τὰ νήματα ἢ ἡ πλάσιγξ τὰ ἐν δεξιᾷ ἰσοβαρῆ τοῖς ἐν ἀριστερᾷ, ὡς ἔχειν αἰτὸν ζυγὸν θέσιν τῷ ἄξονι παράλληλον, πρὶν ἂν ἐντεθετεν τὰ βαρέα σώματα· ὅτι δὲ ὁ ἔτω κατασκευαζόμενος ζυγὸς ὑπάρχει δίκαιος ἐκ τῶν προειρημένων κατάδηλον γίνεται.

45. ΠΡΟΒΛΗΜΑ. Εἰρεῖν τὸ ἀληθὲς βάρος ὡνίε ἐν δολίῳ σταθμηθέντος ζυγῷ.

ΛΤΣΙΣ. Τεθέντος τῆ ὀνίε Π ἐν Δ (ζ. 55), σημειωθήτω τὸ βάρος π, τὸ τεθέν ἐν τῷ Ε, ἢ ἀντιρροπῶσαν φανέν τῷ Π· τεθέντος εἴτα τῆ ὀνίε Π ἐν Ε, σημειωθήτω τὸ βάρος ν, τὸ τεθέν ἐν Δ, ἢ ἀντιρροπήσαν τῷ Π· τελευταίον δὲ πολλαπλασιασθήτω θάτερον βάρος ἐπὶ θάτερον, ἢ τῆ γινομένη ἐξήχθω ῥίζα ἢ τετραγώνειος.

ΔΒΙΞΙΣ. Τῆ γὰρ ὀνίε Π κειμένη μὲν ἐν Δ, ἔσι $\Pi : \pi :: BK : AK$ · κειμένη δὲ ἐν Ε, ἔσι $\nu : \Pi :: BK : AK$ · ἄρα $\Pi : \pi :: \nu : \Pi$ · ἄρα $\pi \times \nu = \Pi^2$ · ἄρα $\Pi = \sqrt{\pi \times \nu}$. Ο. Ε. Δ.

Ἐςω $\pi = 21$ λίτραις, ἢ $\nu = 20$ · ὅθεν $21 \times 20 = 420$ · ἢ δ' ὡς ἔγγιστα τετραγωνικὴ ῥίζα τῆ 420 ἔστιν $= 20, 49$ λίτραις, βάρος πραγματικὸν τῆ ὀνίε Π.

46. ΠΟΡΙΣΜΑ Α΄. Τῆ πραγματικῆ βάρους εὑρεθέντος, εὑρεθήσεται ἢ ὁ τῶν βραχιόνων λόγος· ἐν γὰρ τῷ προτεθέντι παραδείγματι ἔσι $\Pi : \pi :: BK : AK$ · ἀλλὰ $\Pi : \pi :: 20, 49 : 21$ · ἄρα $BK : AK :: 20, 49 : 21$.

47. ΠΟΡΙΣΜΑ Β΄. Γνωθέντος τῆ τῶν βραχιόνων λόγου, εὑρεθήσεται πόσῳ ἔσφαλται ὁ σταθμὸς τῆ δολίε ζυγῆ ἐπὶ δεδομένῃ τινὸς ὀνίε· ἐπεὶ γὰρ $BK : AK :: 20, 49 : 21$, τιθεμένη ἀντὶ Π ὀνίε ἔλκοντος λίτρας 50 φέρε, ἔσαι ἢ ἀναλογία $20, 49 : 21 :: 50 : \chi$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ.

Περὶ Φάλαγγος.

48. Ζυγὸς ὁ ἀνίσυς ἔχων τὴς βραχίονας φάλαγγε καλεῖται· σταθμῶνται δὲ δι' αὐτῆς βάρη μεγάλων μαζῶν,

διὰ βάρους πατέρω βραχίονι προσηρτημένον, ὃ ἐστὶ τῆ σαθ. μωμένον μακρῷ ἔλαττον, καλέμενον σαθμὸν, ἢ σφαι. ρωμα.

Ἐστω γυν ῥάβδος ἡ AB (α. 59), ἢ τετμήσθω εἰς μέρη πολλὰ ἕκαστον ἴσον τῷ ΑΓ· τὸ δὲ ΑΓ εἰλήφθω ὡς οἶόν τε μικρὸν, ἵνα πολλάκις ἐπαναληφθῆναι ἔχοι δι' ὅλη τῆ μήκους τῆς ῥάβδος AB· ἢ διήχθω διὰ τῆ Γ ἄξων, ἢ προσηρμῶσθω λαβὴ, τὴν ἀνάκρισιν περιέχουσα, ὡς καὶ τῷ ζυγῷ· ἢ τὸ μέρος ΑΓΘ τὸ πρὸς ἀριστερὰν, προσαρτηθείσης αὐτῷ ἦται πλάσιγγος, ἢ κροίκου, ἐξ ἧς κρεμάνονται τὰ σαθμώμενα, ἀντιρροπὸν γενέσθω τῷ κατὰ δεξιὰν βραχίονι ΓΒ· προσαρτηθήτω δὲ τῷ δεξιῷ βραχίονι σφαιρωμα τὸ Π, ἔλκον βάρους γνωστὸν ἢ ὠρισμένον, φέρ' εἶπειν λίτραν, ἢ εὐκίνητον ὄν περὶ τὴν ῥάβδον ΒΓ· αὐτὴ ἔν ἐστιν ἡ καλυμένη φάλαγγξ.

49. ΠΟΡΙΣΜΑ Α'. Ἐὰν προσαρτηθῆ τῷ Θ σῶμα τὸ Π ἢ τὸ σαθμὸν Η, κείμενον ἐπὶ τῆ 2 φέρ' εἶπειν, καὶ λίτρας βάρους ἔλκον, ἀντιρροπίας ἕσης, τὸ σῶμα Π ἔσαι λιτρῶν δύο· ἐπεὶ γὰρ τὸ μέρος ΑΓ τῆς ῥάβδος ἀντιρροπεί τῷ μέρει ΒΓ, ἐκληπτέον ἐστὶ τὴν φάλαγγα ὡς μοχλὸν ἀβαρῆ, ἢ ὑπομόχλιον μὲν ἐστὶ τὸ Γ, δύναμις δὲ τὸ τῷ Α προσηρτημένον σῶμα, ἀντίστασις δὲ τὸ ἐν 2 κείμενον σφαιρωμα· ἐπεὶ τοίνυν τὸ βαρὺ σῶμα, τὸ τῷ Α προσηρτημένον, ἢ ἡ ἀντίστασις ἢ ἐκ τῆ 2 κρεμαμένη κατὰ φοράς καθέτους τῷ μοχλῷ ΑΒ, ἀντιρροπέουσιν, ἔσεται ἡ δύναμις ἢ ἡ ἀντίστασις ἐν ἀντιρροπῇ λόγῳ τῶν ἀπὸ τῆ ὑπομοχλίου ἀποσημάτων (15)· εἴτ' ἔν Π : Η :: Γ2 : ΓΑ.

50. ΠΟΡΙΣΜΑ Β'. Δυνάμεθα δὲ τῇ φάλαγγι διὰ τῆ αὐτῆ σαθμῆ Η σαθμῆσαι πράγματα τοσούτω βα.

ρύτερα, ὅσω τὸ τῆ σαθμωμένον πράγματος ἀπὸ τῆ ὑπο-
 μοχλίου ἀπόστημα ΑΓ ἑλαττόν ἐσσι, παρατιθέμενον τῷ τῆ
 μοχλῆ μήκει ΒΓ· δῆλον γὰρ ἐκ τῶν ἄρτι εἰρημένων, ὡς
 εἶπερ εἴη $BΓ = 100 ΑΓ$, τὸ δὲ λίτραν ἔλκων σαθ-
 μὸν, κείμενον ἐν τῷ Β, ἀντιρρόπον εἴη τῷ σώματι Π,
 τὸ Π ἔσαι λίτρων 100· εἰ δὲ τὸ σαθμὸν Η ἔλκη βάρ-
 ρος λίτρων 10 φέρ' εἴπειν, καὶ ὁ μὲν μοχλὸς ΒΓ ἄλις
 ἢ ἐπιμήκης, ὁ δὲ ΑΓ βραχὺς πάνυ, ὥσε τὸ ΑΓ ἑκατον-
 τίκις ἐπαναληφθῆναι ἐπὶ τῆ ΒΓ, τὸ σαθμὸν Η, κείμενον
 ἐπὶ τῆ Β, ἀντιρρόπειν δύναται βάρει χιλιολίτρῳ· σαθμη-
 θῆναι ἄρα δύναται φορτία βαρύτερα, εἰ μόνον τὰ μέρη
 τῆς φάλαγγος σεξά εἰεν ἢ ἀλίγυσα.

51. ΠΟΡΙΣΜΑ Γ'. Ὅσω ἐλάττων ἂν ἢ ἢ τῆ με-
 χλῆ περὶ τὸν ἄξονα τριβῆ, τοσέτω δικαιότερα, τῶν ἄλ-
 λων τῶν αὐτῶν μενόντων, ἔσαι ἢ φάλαγξ· ἵνα γὰρ τὸ
 τῷ Α προσηρτημένον βᾶρος κατασπαυθῆ, ἀνασπαυθέντος τῆ
 ἐν τῷ β φέρε κείμενον σαθμῶ, ἐπάναγκες, ὡς προσεση-
 μείωται, τὸ βᾶρος αὐτῆ ὑπάρχειν μείζον λίτρων δύο· α'.
 ὑπερσχη δεξιᾶ κίνησιν ἐπαιωθητὴν ἐνεργάσαι τῷ σαθ-
 μῷ Η· β': ὑπερσχη ἄλλη, δι' ἧς ἂν εξαφανίσῃ τὴν ἀν-
 τίσασιν τῆς τριβῆς, ἣν ὁ μοχλὸς ὑφίσταται περὶ τὸν κα-
 τὰ τὸ Γ ἄξονα (36).

52. ΠΟΡΙΣΜΑ Δ'. Ἡ φάλαγξ δολία δύναται
 εἶναι, α'. ἀνισοβαρῶν ὄντων τῶν πρὸς δεξιὰν τῆς μηχανῆς
 τοῖς πρὸς ἀρισεράν· β'. διὰ τὸ σαθμὸν, εἰ ἂν ἀκριβῶς μὴ
 ἔλκη τὸ βᾶρος, ὃ ὑποτίθεται, λίτρας φέρ' εἴπειν μίας·
 γ'. εἰ ἂν τῶν διασημάτων Γ1, 12, 13 κτλ. ἕκασον ἀνι-
 σον ἢ τῷ ΑΓ· διὰ ταῦτ' ἄρα χαράσσειν εἰώθασι τὴν φά-
 λαγγα ἔτω· τιθεμένων γὰρ ἐν τῇ πλάσιγγι τῆς φά-
 λαγγος ἀλληλοδιαδόχως βάρειων λίτρας, δύοιν, τριῶν,

κτλ., οἷς ἀμέλει χρῶνται ἐπὶ τῷ ζυγῷ, χαράσσειν ἄλλο μετ' ἄλλο τὰ σημεῖα 1, 2, 3 κτλ., ἐν οἷς δηλοῦντι τὸ σταθμὸν Η (ἢ τῆνικαῦτα ἢ τῷ ἰδίῳ βάρει ἐξέτασις παρορᾶται) ἀντιρροπεῖ βάρει λίτρας, δυεῖν, κτλ. Τῆτι ἔν ἔχει δυοῦρες ἢ φάλαγξ, ὅτι ἔκ εὐχερῶς ἀπελέγχεται αὐτῆς ἢ δολιότης, τῷ ζυγῷ εὐμαρέστατα βασιζομένη (37. κτλ.).

53. ΠΟΡΙΣΜΑ Β'. Ἐὰν τὸ ἐνερθεν τῆς ΑΒ σημεῖον Ο ληφθῆ ἔτως, ὡς τὴν ΑΟ ὑπέρολου ἐλάττω εἶναι τῆς ΑΓ, ἢ πρὸς αὐτῷ ἀρμοδῆ ἄξων ἕτερος, δι' ἡ διαχθείη λαβὴ ἄλλη, ἢ χαραχθῶσιν ἐπὶ τῷ ἐνερθεν μέρος τῆς ΑΒ μέρη, ὧν ἕκασον εἴη ἴσον τῷ ΑΟ, κατασκευασθήσεται ἐντεῦθεν ὥσπερ καινήτις ἄλλη φάλαγξ, ἐφ' ἧς τὸ σταθμὸν Η ἀντιρροπήσει βάρει μείζονι, ἢ ἐν τῷ αὐτῷ λόγῳ, ἐν ᾧ εἰσιν ΑΓ : ΑΟ· τὰ μὲν ἔν μεγάλα βάρη σταθμῶνται ἐκ τῷ Οτ μέρος τῷ μοχλῷ, πρὸς τὰ ἄνω ἐτραμμένον, ὃ καλεῖται πρόσωπον τῷ πλείονος, τὰ δὲ μικρὰ ἐκ τῷ ΑΓ πρὸς τὰ ἄνω ἐρεφομένον, ὃ διὰ τῷτο καλεῖται πρόσωπον τῷ ἐλάττονος βάρει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΚΤΟΝ.

Περὶ ἐντροχίῳ ἀξονος καὶ ὄνυ καὶ ἐργάτη.

54. Κύλινδρος ὁ ΑΒΓΔ (χ. 60), περὶ τὸν ἑαυτῷ ἀξονα ΕΖ περιεγόμενος, ἢ κίρσι δυοῖ τοῖς ΘΙ, ΛΜ, διὰ τῶν τῷ ἀξονος ἀκρων ἐπιστηριζόμενος, ἢ κατὰ τὸ μέσον αὐτῷ ταῖς δυοῖ σκυτάλαις, εἴτ' ἔν μοχλοῖς ΟΠ, ΕΤ, τοῖς ἐκ' ἀλλήλων διατεμνομένοις κατ' ὀρθὰς γωνίας

διαπερώμενος, ἢ προσαρτώμενος καλώδιον τὸ Σβ, ἐξ
 ἢ τὴν ἀντίστασιν Ρ κρεμῶσι, ἢ τῆτο ἐνεκλισσόμενος,
 τῆς δυνάμεως τὰ ἄκρα Ο, Π, Ξ, Τ τῶν σκυταλῶν ὡ-
 θέσης πρὸς τὰ κάτω, ἢ τὸν κύλινδρον περὶ τὸν ἄξονα
 περιφέρεσθαι καταναγκασθείης, ὁ ἔτω φημι παρεσκευα-
 σμένος κύλινδρος, ἄξων ἐντροχίος (*) ὀνομάζεται·
 ἢ εἰάν μὲν ὁ κύλινδρος ΑΒΓΔ παράλληλος ἢ τῷ ὀρίζον-
 τι, καλεῖται Ὀ΄νος, εἰάν δὲ πρὸς ὀρθὰς αὐτῷ ἐφεσθήκη
 (γ. 61), Ε΄ργάτης.

55. ΘΕΩΡΗΜΑ. Εἰάν ἐν τῷ ἐντροχίῳ ἄξονι ἡ δύ-
 ναμις πρὸς τὴν ἀντίστασιν λόγον ἔχη, ὅν ἡ τῆ κυλίνδρου
 ἀκτὶς Στ πρὸς τὸ τῆς σκυτάλης ἡμισυ Οχ, εἴτ' ἐν τῷ
 τῆ ἐκείνης σκυτάλης ἄκρῳ ἀπὸ τῆ κατὰ τὸν κύλινδρον ἄ-
 ξονος ΕΖ ἀπόσημα, ἔσται ἀντιρρόπια.

ΔΕΙΞΙΣ. Η' μὲν δύναμις προσαρμοζομένη τῷ Ξ,
 εἴτα τῷ Ο, ἢ τῷ Τ, ἢ τῷ Π, διὰ τῆς τῶν σκυταλῶν
 περιαγωγῆς κύκλον ὅλον γράφει τὸν ΕΠΤΟ περὶ τὸ
 τῆ ἄξονος σημεῖον χ· τὸ δὲ καλώδιον Σβ, ἐνεκλισσόμενον
 τῷ κυλίνδρῳ, κύκλον ὅλον γράφει τὸν Σνυξ, ἢ ἀκτὶς
 ἐστὶν αὐτῆ ἢ τῆ κυλίνδρου ἀκτὶς Στ· γράφονται δὲ ἀμφο-
 τεροὶ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ· ἡ μὲν ἔν δύναμις, ἐφαρμοζομένη
 τῷ ἄκρῳ ἐκάστῃ μοχλῷ Εχ, ἢ κατασπῶσα αὐτὸν, πρὸς

(*) Τῆτ' ἔστιν ἄξων ἐν τῷ τροχῷ· τροχὸς μὲν γὰρ ἐστὶ
 πᾶσα ὑλικὴ περιφέρεια κύκλου, οἷα ἡ ξυλίνη, ἢ μεταλλίνη
 ΟΞΠΤ· τὸ δὲ προκείμενον ὄργανον κινεῖται πάντως ἐν τοιού-
 τῳ τροχῷ· εἰ γὰρ ἢ τροχῷ ἄτερ ἔχει περιάγεισθαι, ὡς ὁ
 ἐσταῦδα ἐργάτης (γ. 61)· ἀλλὰ τὰ ἄκρα τῶν σκυταλῶν
 περιφερόμενα, νοητὸν ἡμῖν τὸν τροχὸν παρέχεται· ἄγε ὀρ-
 θῶς ἂν ἐντροχίος ἄξων κληθεῖη τὸ ὄργανον διὰ γενικῆ εἰσό-
 ματος.

ὀρθὰς αὐτῷ φέρεται, ἐξ ἀπτομένη γίνεται τῷ κύκλῳ πρὸς τῇ ἀκτίνι $\Xi\chi$. τὸ δὲ κλωδίῳ, τείνον τὴν ἀντίστασιν P , ἐξ αὐτὸ πρὸς ὀρθὰς ἐφέθηκε τῇ τῷ ἄξονος ἀκτίνι κατὰ τὸ σημεῖον ξ , πρὸς ᾧ τείνεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως κατὰ τὴν φοράν ξP , ἣτις ἀπτομένη γίνεται, ἢ δῆλον, τῷ κύκλῳ $\Sigma\nu\xi$. ἐδὲν δὲ διαφέρει ὅλως, εἴτε ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κάθετος ἐφίσταται τῇ ἀκτίνι τῷ ἄξονος ἢ φορὰ τῆς ἀντιστάσεως, ὡς ἐπὶ τῷ ὄνθ (54), εἴτε ἐξ παραλλήλως τῷ ὀρίζοντι, ὡς ἐπὶ τῷ ἐργάτῳ (αὐτ.). ἐπεὶ τοίνυν ἅμα γράφονται, ὅ,τε μέγας κύκλος $\Xi\Pi\tau\omicron$, ἐξ ὁ μικρὸς $\Sigma\nu\xi$, ἢ ταχυτῆς τῆς δυνάμεως πρὸς τὴν τῆς ἀντιστάσεως λόγον ἔξει, ὅν ἢ $\Xi\chi$ ἀκτὶς τῷ μεγάλῳ κύκλῳ, εἴτ' ἔν τὸ τῆς σκυτάλης ἡμισυ, πρὸς τὴν τῷ μικρῷ ἀκτίνι $\Sigma\tau$, εἴτ' ἔν τὴν ἡμιδιάμετρον τῷ κυλίνδρῳ (Γεωμ. 393. Τόμ. Β'). ἄλλως τε, εἴπερ ἢ ὑπὸ τῆς δυνάμεως γραφομένη κυκλικὴ περιφέρεια εἶη φέρε $= 12$ ποσὶ, ἐξ $\Xi\chi = 4\Sigma\tau$, ἢ ἀντίστασις P , ἀνιῶσα, διανύσει πάντως διάστημα ὑποτετραπλάσιον τῷ μήκῳ τῆς μείζονος κυκλικῆς περιφερείας, εἴτ' ἔν $= 3$ ποσὶν, ἢ δῆλον καθίσταται, βραχὺ τὸν νῦν ἐπισήσασι τῇ ἐνταῦθα τελευμένη κινήσει. τοιγαρῶν ἢ ταχύτης τῆς δυνάμεως πρὸς τὴν τῆς ἀντιστάσεως :: $\Xi\chi : \Sigma\tau$. ἐπεὶ δὲ ἢτε δύναμις ἐξ ἢ ἀντίστασις πρὸς ὀρθὰς φέρονται τῷ μοχλῷ, ἐδὲν τι μέρος τῆς αὐτῶν ἐνεργείας φθείρεται (15). ἵνα τοίνυν ἀντιρροπία γένηται, ἐκἀναγκῆς τὴν μάζαν τῆς δυνάμεως πρὸς τὴν τῆς ἀντιστάσεως λόγον ἔχειν :: $\Sigma\tau : \Xi\chi$ (15). ἄρα τὴναντίον, κτλ. Ο. Ε. Δ.

56. ΠΟΡΙΣΜΑ Α'. Τὸν ἐντρίχιον ἄξονα ἐκδέξασθαι δυνάμεθα ὡς μοχλὸν γωνιώδη πρωτογενῆ. κέντρον μὲν γὰρ τῆς κατὰ τὴν δύναμιν κινήσεως ἔστι τὸ τῷ κατὰ

τὸν κύλινδρον ἄξονος σημεῖον χ , ὃ ἐφίσταται πρὸς ὀρθὰς ἢ σκυτάλη $\Xi\chi$ · κέντρον δὲ τῆς κατὰ τὴν ἀντίστασιν κινήσεως ἐστὶ τὸ $\tau\epsilon$ ἄξονος σημεῖον τ , ὡπερ ἀντιστοιχεί πρὸς ὀρθὰς ἢ κυκλικὴ περιφέρεια $\Sigma\nu\zeta$ · ἀλλὰ τῶν κύκλων $\Xi\Pi\tau\omicron$, $\Sigma\nu\zeta$ παραλλήλων ὄντων, ἐκλαβεῖν αὐτὲς δυνάμεθα ὡς ὁμοκέντρους, εἴτ' ἔν ὡς ὄντας ἐπὶ $\tau\epsilon$ αὐτῆ ἐπιπέδῳ, $\tau\epsilon\tau'$ ἐστὶν, ὡς εἶπερ ἤτε δύνამις ζ ἢ ἀντίστασις περιάγουντο ἀμφὼ περὶ τὸ αὐτὸ $\tau\epsilon$ ἄξονος σημεῖον τ · ἔ- τως ἄρα τὸ τ κοινὸν ἂν εἴη κέντρον κινήσεως, εἴτ' ἔν ὑπομόχλιον· ζ ἄτερος μὲν τῶν $\tau\epsilon$ γωνιώδεις μοχλῶ βραχιόνων, ὁ $\xi\tau$, εἴτ' ἔν ἢ ἀκτὶς ἢ ἐπιζευγνῦσα τὸ σημεῖον τῆς ἀφῆς, καθ' ὃ ἄπτεται ἢ $\tau\epsilon$ καλωδίῳ φορᾷ $\tau\epsilon$ ἄξο- νος, ζ τὸ ὑπομόχλιον τ · ἄτερος δὲ ὁ $\Xi\chi$.

57. ΠΟΡΙΣΜΑ Β'. Εἰπέπερ ἐν τῷ μοχλῷ $\tau\epsilon$ πολλὰ ἀνθρωπὸς ἐστὶν ἢ ἐνεργῶσα δύνამις, κατέχων μὲν ἐτι θατέρᾳ τῶν χειρῶν τὴν κατασπαώθεισαν σκυτάλην $\Xi\chi$, ἀπτομένος δὲ θατέρᾳ τῆς $\omicron\chi$, ἵνα ζ ταύτην καθελκύσῃ, τὰς σκυτάλας $\Xi\chi$, $\omicron\chi$, κτλ. ἕδει ἐπιμηκε- σέρας ὑπάρχειν, ἢ ὅσον ἐπάναγκες, ἐφ' ὃ τὸν ταύτας ἐλκύοντα, πρὶν τὴν κατασπαώθεισαν εἶσῃ, δύνασθαι τῆς ἐτέρας εὐχερῶς ἀντιλαβέσθαι.

58. ΠΟΡΙΣΜΑ Γ'. Εἰντεῦθεν ἄρα, κἂν, ὅσον ἢ $\Xi\chi > \Sigma\tau$ ἢ, τοσῶτον αὐξῆ ἢ δύνამις τῶν $\omicron\chi$, $\Xi\chi$, ὠρισμένοντι μέγεθος ἐχόντων, $\tau\epsilon$ μέντοι ἄκρῳ \omicron λίαν ἀπέχοντος ἀπὸ $\tau\epsilon$ Ξ , ἄνθρωπος, ὁ ἐτι θατέρᾳ χειρὶ τὸ ἄκρον Ξ κατέχων, ζ θατέρᾳ θατέρῳ ἄκρῳ \omicron ἐπιχειρῶν, ἐδύναται κατασπάσαι τῆτο κατὰ κῶθετον, ἀλλὰ κατὰ φορᾷν τὴν $\omicron\psi$, τὴν τῷ μοχλῷ $\omicron\chi$ πλαγίαν· τῆνικαῦτα τοίνυν ἢ ἰοχὺς αὐτῆ ἀναλυομένη, κἂν αὐξεῖν δοκῆ ἐκ $\tau\epsilon$ τῆς σκυτάλης μήκους, φθείρεται μέντοι ἐκ τῆς ἀναλύσεως

(Φυσ. 139)· ὅσῳ μὲν ἔν ἄρα μακρότεραι γίνονται αἱ τῷ ἐντροχίῳ ἄξονος σκυτάλαι, τοσούτῳ αὖξαι ἡ δύναμις· μακρότεραι μὲντοι, ἢ ὅσον ἔδει, γεγόμεναι, φθείρουσι τὴν δύναμιν.

59. ΠΟΡΙΣΜΑ Δ'. Ἐὰν, ἀνθρώπῳ ἐπιθάτερα τῷ ἐντροχίῳ ἄξονος ἐσῶτος, εἰς ἄλλην μετ' ἄλλην τὰς δύο σκυτάλας Ξ , Θ , κατασπῶντος κατὰ τὴν φοράν $\Theta\Xi$, ἕτερος ἐπὶ τὰ ἕτερα ἐσῶς, ὡθῆ τὰς ἑτέρας δύο κατὰ τὴν φοράν $\Pi\Gamma$, ἡ ἰσχὺς τῆς δυνάμεως διπλασιασθήσεται· τῷ τὶ δὲ μάλισα γενέσθαι δύναται ἐπὶ τῷ ἐργάτῳ, ἐν ᾧ, εὐμαρῶς ἄνθρωποι περὶ τὸν κύλινδρον περιπατῶντες δύο, εἰς τὴν μὲν πόδα τῷ ἐδάφει ἐπερείδοντες, τὰς δὲ χεῖρας ταῖς ἀντιθέτοις σκυτάλαις $\Pi\Gamma$, $\Pi\Gamma$, εἰς ταύτας συμφῶνως ὡθῶντες, ἰσχὺς γίνονται μεγάλη, τὴν ἀντίστασιν ἀνασπῶσα, ἢ ἐφελκύουσα κατὰ τὰς χρεῖας· προσαρμόζονται δὲ τῷ ἐργάτῳ πλείους σκυτάλαι, ἢν, εἰ δέοι, πλείους ὧσιν οἱ ἐλκύνοντες.

60. ΠΟΡΙΣΜΑ Ε'. Ἀντὶ δὲ τῶν σκυταλῶν $\Theta\Pi$, $\Xi\Gamma$ προσαρμοθῆναι δύναται τῷ τῷ ἄξονος πέρυτι Z , ἢ εἰς ἐκατέρῳ τῶν ἄκρων λαβὴ ἢ $\rho\sigma\psi$ (9. 62), πρὸς ἧς τῷ μέρει $\rho\sigma$ χεῖρ ἐφαρμοθεῖσα, συμπεριάγει τῇ λαβῇ εἰς τὸν ἄξονα· τῆς ἔν δυνάμει κληθείσης Δ , εἰς τῆς ἀντιστάσεως Λ , ἀντιρροπία εἶναι, εἰάν ἢ $\Delta : \Lambda :: \Sigma\tau : \rho\psi$ (55).

61. ΠΟΡΙΣΜΑ ς'. Ἐν ἅπασιν τοῖς ἤδη εἰρημένοις ἔτε τὴν ποσότητα τῆς ὕλης, ἐξ ἧς ὅτε κύλινδρος εἰς αἱ σκυτάλαι, ἔτε τὴν τῆς τριβῆς ἀντίστασιν, ἣν ὑφίσταται ὁ ἄξων περὶ τὰ ὑπομόχλια, ἔτε μὲν τὸ τῷ καλωδίῳ πάχος, ἐλογισάμεθα· εἰς τὸ μὲν τῷ μοχλῷ βάρους ἐκτιμῶν ἐν τοῖς φθάσαι μεμαθήκαμεν (25)· τὴν δ' ἀντίστασιν τῆς τριβῆς εἰσόμεθα ἐν τοῖς ἐφεξῆς· τὴν δὲ διαμέτρον, ἢ

τὸ πάχος τῆ καλωδίου μὴ ἔχει λίσαν ποικίλλειν τὰ ἀποτελέσματα ἀναμφιβόλως ὅλως· εἰάν γὰρ ἢ τὸ τῆ καλωδίου πάχος = 6 γραμμαῖς, ἢ ἐνέργεια τῆς ἀντίστασεως, ὑπολογιζομένη ἐκ τῆ ἀξονος, ἐν μὲν τῇ πρώτῃ περιφορᾷ εἶσαι ἔχει Στ, ἀλλὰ Στ + 3 γραμμαῖς· συμβᾶν δὲ ἐπανελυθῆναι τὸ καλώδιον, ἢ ἀκτὶς τῆ κυλίνδρου γενήσεται Στ + 9 γραμμαῖς, ἐπὶ δὲ τῆ τρίτῃ ἐπανελυγμῆ εἶσαι Στ + 15 γραμμαῖς, κτλ.

62. ΠΟΡΙΣΜΑ Ζ'. Ο' ὄνος, παραλλήλῃ τῆ ἀξονος τῷ ὀρίζοντι ὄντος, δεξιὸς μὲν εἶσι βάρη ἀνελευεῖν πρὸς ὀρθὰς τῷ ὀρίζοντι· δυνατὸν δὲ χρήσασθαι αὐτῷ ἔξ πρὸς τὸ καθελκύειν σώματα τῷ ὀρίζοντι παραλλήλως, τὸ καλώδιον τροχιλαία προσαρμόζοντας, κατὰ κάθετον ἐξηρητημένη, ἵνα μεταβάλῃ τὴν φορὰν ἢ δύναμις· ὡσαύτως δὲ ἔξ ὁ ἐργάτης δεξιὸς εἶσι τὴν ἀντίστασιν παραλλήλως τῷ ὀρίζοντι κινεῖν, εἰάν μόντοι τροχιλαία προσληφθῆ, δυνατὸν αὐτῷ χρήσασθαι, ὡς ἂν βυλώμεθα.

63. ΠΟΡΙΣΜΑ Η'. Η' φύσις τῆ ὄνου ἤκιστα μεταβαλεῖ, καὶν τὸ σφαιρὸν ΑΒΓΔ (σχ. 63), περὶ ὃ περιάγεται ἢτε δύναμις ἔξ ἢ ἀντίστασις, μὴ ἢ κύλινδρος, ἀλλὰ κόλυρος οἷον κῶνος, ὡς τὰς ἀλληλοδιαδόχους ἀκτῖνας ΑΟ, ΕΞ, ΙΤ, ΓΛ αὐξεῖσθαι κατὰ ἀριθμητικὴν πρόοδον· ἐν τῷ τῶν γὰρ σημείῳ τῆς ἐπιφανείας τοιούδε σφαιροῦ, ἐν τῷ σφαιρῆ, ἢν ὑποτεθῆ ἢ ἀντίστασις, τῆ καλωδίου προσαρμοζομένη περιφερεία κύκλου, ἔξ περ ἀκτῖς εἶσιν ἢ ΕΖ, τῆς δὲ δυνάμεως καταγραφῆσθαι ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ κύκλον, ἔξ ἀκτῖς ἢ Πυ, ἀντιρρόπια εἶσαι, εἰάν ἢ Δ:Α::ΕΖ:Πυ.

64. Τοιγαρῶν τὸ καλώδιον ξβ, τὸ ἔλκον τὴν ἀντίστασιν Ρ, ἔξ ἐκ τῆ ἀκρῆ προσηρμοσμένον τῷ Γ, περι-

ειλίχθω περί τὴν ἐπιφάνειαν τῆς κολέρας κώνου $AB\Gamma\Delta$, ἐκ τῆς Γ μέχρι τῆς A , τῆς φοράς αὐτῆς $\xi\beta$ αἰεὶ παραλλήλου ἑαυτῇ μενέσης· εἰάν ἔν ἡ δύναμις Π κατὰ βραχὺ ἐλαττωταί, καὶ καθ' ἕν λόγον ἀπομειῦνται αἱ ἀκτίνες $\Gamma\chi$, $\iota\tau$, κτλ., ἀντίσας τῆς αὐτῆς μενέσης, ἀντιρροπία ἔσται, ἐπειδὴν ἡ ἀντίσας ἀντιστοιχῆται αἱ ἀκτίνισι $\Gamma\lambda$, $\iota\tau$, κτλ.· εἰάν δὲ τὴν ἀντίσας, τῆς καλωδίου περιελιχθέντος ἐκ τῆς Γ μέχρι τῆς A , δύναμις κειμένη κατὰ τὸ ἡ ἔλκη τῆς καλωδίου κατὰ τὴν φοράν $A\eta$, ἵνα περιστρέφῃ τὸν κώνον $AB\Gamma\Delta$, καὶ ἀπολλύῃ τὴν κατὰ τὸ Π κειμένην ἀντίσας, αἰεὶ ὑπελαττωθήσεται, καὶ καθ' ὃν λόγον αὐξήσιν αἱ ἀκτίνες AO , $\epsilon\zeta$, $\iota\tau$, $\Gamma\lambda$ · ὁ δὲ δῆλον καθίσταται ἐκ τῶν προειρημένων· ἡ δύναμις ἔρα καὶ ἐν σταθερῇ νόμῳ αὐξήσεται, καὶ ὑπομειῶται ὡσαύτως, ἐν τοιαύτῃ μηχανῇ τὸ αὐτὸ δύναται τῇ ἐνστάσει παράγειν ἀποτέλεσμα· ὅπερ ἐγένετο ἐν τοῖς ὀρολογίοις, ἐν οἷς ἡ κινῆσα αἰτία ἢ ἐστὶ βάρος, ἢ ἐλατήριον, ἢ τινος, ὅσον ἐπεκτείνεται, τὴν ἰσχὺν αὐτῆς ἀπολλύοντος, ἵν' ἐμποιοῖ κίνησιν ἰσοταχῆ τῶν τροχίσκοις, τὴν ἄλυσιν, ἢ ἐπεκτεινόμενον ἐλκύει, ἐνεῖλιξαν κολέρω κώνω· οἷόν ἐστι τὸ σφαιρὸν $AB\Gamma\Delta$ · τῆτος δὲ ἐκ τῆς ἐλκύοντος ἐλατηρίου κινούμενον, ἅπαν συγκινεῖ τὸ πολυτρόχιον.

65. ΠΟΡΙΣΑ Θ'. Ἡ τῆς ὄντος ιδιότης ὑδρόλως μεταβαλεῖ, καὶ ὑπὲρ τὰς τέσσαρας πληθυνθῶσιν αἱ σκυτάλαι· εἰάν δὲ πᾶσαι κατὰ τὰ ἄκρα καλωδίω ἐπιζευχθῶσιν, ἢ ἑτέρα σφαιρῶ ὑλη, ἢ μηχανῇ κυρίως καλεῖται ἄξων ἐντρόχιος τῷ γενικῷ δήτε τῆς μηχανῆς ὀνόματι· τοιαῖδε τὰ πολλά εἰσιν αἱ μηχαναὶ, αἷς ἐκ τῶν φρεάτων ἀντλεῖται τὸ ὕδωρ· περιαγομένον γὰρ τῆς τροχῆς $AB\Gamma\Delta$ (χ 64), ἄλυσιν, ἢ καλωδίου τὸ $\Pi\epsilon$ ἐνελεῖται.

σόμενον τῷ ἄξονι, ἀνέλκει τὴν πλήρη ὕδατος κάλπιν· τριαιδε δὲ ἐξ τῶν δι' ὕδατος μυλώνων οἱ τροχοὶ, ὧν τὴν ἀκτίνα ΑΟ τοσούτῳ μεγεθύνουσιν, ὅσῳ περ εἴη τὸ κινῆν ἕδωρ ἔλαττον.

Ὅταν ἡ ΑΟ ἀκτίς ἢ λίαν μεγάλη, ἐξ ὃ τροχὸς πλατύτατος, ὡς ἔχειν ἄνθρωπον ἐν τοῖς κυρτοῖς αὐτῆ περιπατεῖν ἀπόνης, ἐξ ἀκινδύνως, ἢ μηχανὴ τηνικαῦτα καλεῖται γέρανος, χρησιμέυσά μάλιστα ἐν ταῖς ναυσὶ, καὶ τοῖς μεταλλείοις· ἄνθρωπος γὰρ ἐςὼς ἐπὶ τῆ τροχῆ ΑΒΓ (9. 65), προτιθῆσι τὸν ἕτερον πόδα, ὡς εἰ περιπατεῖν ἐβέλετο, ἐξ ἔτω κατασπᾶ τὸ τῆ γεράνου μέρος, ὃ περ ἐπεσήριζε τὸν πόδα· προτιθεὶς δ' εἶτα τὸν ἕτερον τῶν ποδῶν, ἐξ ἐξῆς τὸν ἕτερον, περισρέφει τὸν τροχόν· καλώδιον δὲ ἐτελισσόμενον τῷ ἄξονι ἀνασπᾶ τὸ βᾶρος.

66. ΠΟΡΙΣΜΑ Γ'. Δῆλον δὲ, ὅτι ἐπὶ πασῶν τῶν εἰρημένων μηχανῶν ἢ αὐτὴ δεῖξις ἐπικρατεῖ· ἀντιρροπία γὰρ ἔμῃ ἔσαι, εἰμὴ ἢ δύναμις εἴη πρὸς τὴν ἀντίπασιν ἐν λόγῳ τῷ τῆς τῆ κυλίνδρου ἀκτίνος Πτ πρὸς τὴν τῆ τροχῆ ἀκτίνα ΑΟ (55)· ἀλλὰ ἐξ τῆτο δῆλον, ὡς ἐπὶ τῆ μοχλῆ, ἐξ ἐπὶ τῆ ἐντροχίᾳ ἄξονος ὁμοίως, τῆ χρόνῳ διαφθειρομένῃ τὴν ἰσχὺν αὐξέσθαι· ὁ μὲν γὰρ τὸν γέρανον περισρέφων ἄνθρωπος τάχις φαίνεται περιπατῶν· βραδέως δὲ τὸ βᾶρος ἀνιὸν καθορᾶται.

Ὅταν τροχὸς μὴ κινῆ τὸ βᾶρος ἀμέσως, ἀλλ' ἐμίσως διὰ τροχῶν ἄλλων, ἢ μηχανὴ τηνικαῦτα καλεῖται πολυτρόχιον, περὶ ἧ ἡμῖν εἰρήσεται ἐν τῷ περὶ τῶν ἐπιπέδων μηχανῶν κεφαλαίῳ.

67. ΠΟΡΙΣΜΑ ΙΑ'. Δυνατὸν δὲ τῷ ἐντροχίῳ ἄξονι καθυπαγαγεῖν ἐξ ὄργανον ἄλλο κατὰ πολλὰ χρήσιμον εἰς ἄρσιν μεγάλων βάρων, τῆ ἄξονος φέρει ἀμά.

Τόμ. Ε'.

L

ξῆς πεφορτισμένης· καλείωθω δὲ τῦτο, εἶδοκεῖ, Ε' γ' ε' ρ. της, ἔ κατασκευὴ ἐσιν ἢ ἐφεξῆς· ἢ μὲν λαβὴ ξο (σ. 66) προσαρμόζεται κατὰ τὸ ο' ἄξονι σιδηρῶ, διήκοντι διὰ τῆ ξυλίνῃ σέρρῃ σώματος ΑΒΓΔ· ὁ δὲ ἄξων διήκει διὰ τροχῆ ὀδοντωτῆ, ἐν τῷ κίλῳ σέρρῳ σώματι ΑΒΓΔ κειμένῃ, ἔτινος οἱ ὀδόντες εἴσισι τοῖς ὀδῶσι σκυτάλης ὀδοντωτῆς ἢ αὐτῆς τῆς Π· τὸ μὲν ἔν σώμα ΑΒΓΔ τῆ γῆ ἐπερείδεται· τῆ δὲ κορυφῇ Π τῆς ὀδοντωτῆς σκυτάλης ἐπιτίθεται τὸ ἀρθησόμενον βάρους· δυνάμεως ἔν περιαιγύσης διὰ τῆς λαβῆς τὸν ἄξονα, ἕκασος ὀδὸς τῆ ὀδοντωτῆ τροχῆ ἀνάγει ἕκασον τῶν τῆς σκυτάλης, ἢ ἔτως αἶρεται τὸ ἐπὶ τῆ Π βάρους· ἀντιρροπία ἔν ἔσαι, ὅταν ἢ δυνάμις πρὸς τὴν ἀτίσασιν λόγον ἔχη, ὃν ἢ ἀκτὶς τῆ ὀδοντωτῆ τροχῆ πρὸς τὴν τῆς λαβῆς ἀκτῖνα ξο, ἐπειμένται αἰείποτε ἢ ξο ἀκτὶς λίαν ἐσὶ μείζων τῆς τῆ τροχῆ ἀκτίνος, εἰς ἄνθρωπος διὰ ταύτης τῆς μηχανῆς μέγιστη ἄραι βάρους δύναται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ.

Περὶ Τροχιλαίας.

68. Διττόντι εἶδος τροχιλαίας ὑπάρχει· ἀκίνητος ἀμέλει, ἢ μηδὲως τόπον ἀμείβουσα, ἢ κινητῆ, ἢ ἀμείβουσα, ἢ τῆ ἀντίσασει συγκινεμένη.

69. ΘΕΩΡΗΜΑ Α'. Ἐν τῆ ἀκινήτῳ τροχιλαία, ἐφ' ἧς αἰ φοραὶ τῆς δυνάμεως ἢ τῆς ἀντίσασεως ἄπτονται τῆς κατὰ τὴν τροχιλαίαν κυκλικῆς περιφερείας ΖΘΕΤ,