Μηχανικὰ Προβλήματα τοῦ Ἀριστοτέλους

www.physics.ntua.gr/mourmouras/greats/aristoteles

[847a]
Θαυμάζεται τῶν μὲν κατὰ φύσιν συμβαινόντων, ὅσων ἀγνοεῖται τὸ αἴτιον, τῶν δὲ παρὰ φύσιν, ὅσα γίνεται διὰ τέχνην πρὸς τὸ συμφέρον τοῖς ἀνθρώποις. ἐν πολλοῖς γὰρ ἡ φύσις ὑπεναντίον πρὸς τὸ χρήσιμον ἡμῖν ποιεῖ· ἡ μὲν γὰρ φύσις ἀεὶ τὸν αὐτὸν ἔχει τρόπον καὶ ἁπλῶς, τὸ δὲ χρήσιμον μεταβάλλει πολλαχῶς. ὅταν οὖν δέῃ τι παρὰ φύσιν πρᾶξαι, διὰ τὸ χαλεπὸν ἀπορίαν παρέχει καὶ δεῖται τέχνης. διὸ καὶ καλοῦμεν τῆς τέχνης τὸ πρὸς τὰς τοιαύτας ἀπορίας βοηθοῦν μέρος μηχανήν. καθάπερ γὰρ ἐποίησεν Ἀντιφῶν ὁ ποιητής, οὕτω καὶ ἔχει· τέχνῃ γὰρ κρατοῦμεν, ὧν φύσει νικώμεθα. τοιαῦτα δέ ἐστιν ἐν οἷς τά τε ἐλάττονα κρατεῖ τῶν μειζόνων, καὶ τὰ ῥοπὴν ἔχοντα μικρὰν κινεῖ βάρη μεγάλα, καὶ πάντα σχεδὸν ὅσα τῶν προβλημάτων μηχανικὰ προσαγορεύομεν. ἔστι δὲ ταῦτα τοῖς φυσικοῖς προβλήμασιν οὔτε ταὐτὰ πάμπαν οὔτε κεχωρισμένα λίαν, ἀλλὰ κοινὰ τῶν τε μαθηματικῶν θεωρημάτων καὶ τῶν φυσικῶν· τὸ μὲν γὰρ ὣς διὰ τῶν μαθηματικῶν δῆλον, τὸ δὲ περὶ ὃ διὰ τῶν φυσικῶν. περιέχεται δὲ τῶν ἀπορουμένων ἐν τῷ γένει τούτῳ τὰ περὶ τὸν μοχλόν. *[847b]* ἄτοπον γὰρ εἶναι δοκεῖ τὸ κινεῖσθαι μέγα βάρος ὑπὸ μικρᾶς ἰσχύος, καὶ ταῦτα μετὰ βάρους πλείονος· ὃ γὰρ ἄνευ μοχλοῦ κινεῖν οὐ δύναταί τις, τοῦτο ταὐτὸ βάρος, προσλαβὼν ἔτι τὸ τοῦ μοχλοῦ βάρος, κινεῖ θᾶττον. πάντων δὲ τῶν τοιούτων ἔχει τῆς αἰτίας τὴν ἀρχὴν ὁ κύκλος. καὶ τοῦτο εὐλόγως συμβέβηκεν· ἐκ μὲν γὰρ θαυμασιωτέρου συμβαίνειν τι θαυμαστὸν οὐδὲν ἄτοπον, θαυμασιώτατον δὲ τὸ τἀναντία γίνεσθαι μετ᾽ ἀλλήλων. ὁ δὲ κύκλος συνέστηκεν ἐκ τοιούτων· εὐθὺς γὰρ ἐκ κινουμένου τε γεγένηται καὶ μένοντος, ὧν ἡ φύσις ἐστὶν ὑπεναντία ἀλλήλοις. ὥστ᾽ ἐνταῦθα ἔστιν ἐπιβλέψασιν ἧττον θαυμάζειν τὰς συμβαινούσας ὑπεναντιώσεις περὶ αὐτόν. πρῶτον μὲν γὰρ τῇ περιεχούσῃ γραμμῇ τὸν κύκλον, πλάτος οὐθὲν ἐχούσῃ, τἀναντία πως προσεμφαίνεται, τὸ κοῖλον καὶ τὸ κυρτόν. ταῦτα δὲ διέστηκεν ἀλλήλων ὃν τρόπον τὸ μέγα καὶ τὸ μικρόν· ἐκείνων τε γὰρ μέσον τὸ ἴσον καὶ τούτων τὸ εὐθύ. διὸ μεταβάλλοντα εἰς ἄλληλα τὰ μὲν ἀναγκαῖον ἴσα γενέσθαι πρότερον ἢ τῶν *[848a]* ἄκρων ὁποτερονοῦν, τὴν δὲ γραμμὴν εὐθεῖαν, ὅταν ἐκ κυρτῆς εἰς κοῖλον ἢ πάλιν ἐκ ταύτης γίνηται κυρτὴ καὶ περιφερής. ἓν μὲν οὖν τοῦτο τῶν ἀτόπων ὑπάρχει περὶ τὸν κύκλον, δεύτερον δὲ ὅτι ἅμα κινεῖται τὰς ἐναντίας κινήσεις· ἅμα γὰρ εἰς τὸν ἔμπροσθεν κινεῖται τόπον καὶ τὸν ὄπισθεν. ἥ τε γράφουσα γραμμὴ τὸν κύκλον ὡσαύτως ἔχει· ἐξ οὗ γὰρ ἄρχεται τόπου τὸ πέρας αὐτῆς, εἰς τὸν αὐτὸν τοῦτον τόπον ἔρχεται πάλιν· συνεχῶς γὰρ κινουμένης αὐτῆς τὸ ἔσχατον πάλιν ἀπῆλθε πρῶτον, ὥστε καὶ φανερὸν ὅτι μετέβαλεν ἐντεῦθεν. διό, καθάπερ εἴρηται πρότερον, οὐδὲν ἄτοπον τὸ πάντων εἶναι τῶν θαυμάτων αὐτὸν ἀρχήν. τὰ μὲν οὖν περὶ τὸν ζυγὸν γινόμενα εἰς τὸν κύκλον ἀνάγεται, τὰ δὲ περὶ τὸν μοχλὸν εἰς τὸν ζυγόν, τὰ δ᾽ ἄλλα πάντα σχεδὸν τὰ περὶ τὰς κινήσεις τὰς μηχανικὰς εἰς τὸν μοχλόν. ἔτι δὲ διὰ τὸ μιᾶς οὔσης τῆς ἐκ τοῦ κέντρου γραμμῆς μηθὲν ἕτερον ἑτέρῳ φέρεσθαι τῶν σημείων τῶν ἐν αὐτῇ ἰσοταχῶς, ἀλλ᾽ ἀεὶ τὸ τοῦ μένοντος πέρατος ποῤῥώτερον ὂν θᾶττον, πολλὰ τῶν θαυμαζομένων συμβαίνει περὶ τὰς κινήσεις τῶν κύκλων· περὶ ὧν ἐν τοῖς ἑπομένοις προβλήμασιν ἔσται δῆλον. διὰ δὲ τὸ τὰς ἐναντίας κινήσεις ἅμα κινεῖσθαι τὸν κύκλον, καὶ τὸ μὲν ἕτερον τῆς διαμέτρου τῶν ἄκρων, ἐφ᾽ οὗ τὸ Α, εἰς

τοὔμπροσθεν κινεῖσθαι, θάτερον δέ, ἐφ᾽ οὗ τὸ Β, εἰς τοὔπισθεν, κατασκευάζουσί τινες ὥστ᾽ ἀπὸ μιᾶς κινήσεως πολλοὺς ὑπεναντίους ἅμα κινεῖσθαι κύκλους, ὥσπερ οὓς ἀνατιθέασιν ἐν τοῖς ἱεροῖς ποιήσαντες τροχίσκους χαλκοῦς τε καὶ σιδηροῦς. εἰ γὰρ εἴη τοῦ ΑΒ κύκλου ἁπτόμενος ἕτερος κύκλος ἐφ᾽ οὗ ΓΔ, τοῦ κύκλου τοῦ ἐφ᾽ οὗ ΑΒ κινουμένης τῆς διαμέτρου εἰς τοὔμπροσθεν, κινηθήσεται ἡ ΓΔ εἰς τοὔπισθεν τοῦ κύκλου τοῦ ἐφ᾽ οὗ Α, κινουμένης τῆς διαμέτρου περὶ τὸ αὐτό. εἰς τοὐναντίον ἄρα κινηθήσεται ὁ ἐφ᾽ οὗ ΓΔ κύκλος τῷ ἐφ᾽ οὗ τὸ ΑΒ· καὶ πάλιν αὐτὸς τὸν ἐφεξῆς, ἐφ᾽ οὗ ΕΖ, εἰς τοὐναντίον αὐτῷ κινήσει διὰ τὴν αὐτὴν αἰτίαν. τὸν αὐτὸν δὲ τρόπον κἂν πλείους ὦσι, τοῦτο ποιήσουσιν ἑνὸς μόνου κινηθέντος. ταύτην οὖν λαβόντες ὑπάρχουσαν ἐν τῷ κύκλῳ τὴν φύσιν οἱ δημιουργοὶ κατασκευάζουσιν ὄργανον κρύπτοντες τὴν ἀρχήν, ὅπως ᾖ τοῦ μηχανήματος φανερὸν μόνον τὸ θαυμαστόν, τὸ δ᾽ αἴτιον ἄδηλον.

[848b]
Πρῶτον μὲν οὖν τὰ συμβαίνοντα περὶ τὸν ζυγὸν ἀπορεῖται, διὰ τίνα αἰτίαν ἀκριβέστερά ἐστι τὰ ζυγὰ τὰ μείζω τῶν ἐλαττόνων. τούτου δὲ ἀρχή, διὰ τί ποτε ἐν τῷ κύκλῳ ἡ πλεῖον ἀφεστηκυῖα γραμμὴ τοῦ κέντρου τῆς ἐγγὺς τῇ αὐτῇ ἰσχύϊ κινουμένης θᾶττον φέρεται τῆς ἐλάττονος; τὸ γὰρ θᾶττον λέγεται διχῶς· ἄν τε γὰρ ἐν ἐλάττονι χρόνῳ ἴσον τόπον διεξέλθῃ, θᾶττον εἶναι λέγομεν, καὶ ἐὰν ἐν ἴσῳ πλείω. ἡ δὲ μείζων ἐν ἴσῳ χρόνῳ γράφει μείζονα κύκλον· ὁ γὰρ ἐκτὸς μείζων τοῦ ἐντός. αἴτιον δὲ τούτων ὅτι φέρεται δύο φορὰς ἡ γράφουσα τὸν κύκλον. ὅταν μὲν οὖν ἐν λόγῳ τινὶ φέρηται, ἐπ᾽ εὐθείας ἀνάγκη φέρεσθαι τὸ φερόμενον, καὶ γίνεται διάμετρος αὐτὴ τοῦ σχήματος ὃ ποιοῦσιν αἱ ἐν τούτῳ τῷ λόγῳ συντεθεῖσαι γραμμαί. ἔστω γὰρ ὁ λόγος ὃν φέρεται τὸ φερόμενον, ὃν ἔχει ἡ ΑΒ πρὸς τὴν ΑΓ· καὶ τὸ μὲν ΑΓ φερέσθω πρὸς τὸ Β, ἡ δὲ ΑΒ ὑποφερέσθω πρὸς τὴν ΗΓ· ἐνηνέχθω δὲ τὸ μὲν Α πρὸς τὸ Δ, ἡ δὲ ἐφ᾽ ᾗ ΑΒ πρὸς τὸ Ε. εἰ οὖν ἐπὶ τῆς φορᾶς ὁ λόγος ἦν ὃν ἡ ΑΒ ἔχει πρὸς τὴν ΑΓ, ἀνάγκη καὶ τὴν ΑΔ πρὸς τὴν ΑΕ τοῦτον ἔχειν τὸν λόγον. ὅμοιον ἄρα ἐστὶ τῷ λόγῳ τὸ μικρὸν τετράπλευρον τῷ μείζονι, ὥστε καὶ ἡ αὐτὴ διάμετρος αὐτῶν, καὶ τὸ Α ἔσται πρὸς Ζ. τὸν αὐτὸν δὴ τρόπον δειχθήσεται κἂν ὁπουοῦν διαληφθῇ ἡ φορά· αἰεὶ γὰρ ἔσται ἐπὶ τῆς διαμέτρου. φανερὸν οὖν ὅτι τὸ κατὰ τὴν διάμετρον φερόμενον ἐν δύο φοραῖς ἀνάγκη τὸν τῶν πλευρῶν φέρεσθαι λόγον. εἰ γὰρ ἄλλον τινά, οὐκ οἰσθήσεται κατὰ τὴν διάμετρον. ἐὰν δὲ ἐν μηδενὶ λόγῳ φέρηται δύο φορὰς κατὰ μηδένα χρόνον, ἀδύνατον εὐθεῖαν εἶναι τὴν φοράν. ἔστω γὰρ εὐθεῖα. τεθείσης οὖν ταύτης διαμέτρου, καὶ παραπληρωθεισῶν τῶν πλευρῶν, ἀνάγκη τὸν τῶν πλευρῶν λόγον φέρεσθαι τὸ φερόμενον· τοῦτο γὰρ δέδεικται πρότερον. οὐκ ἄρα ποιήσει εὐθεῖαν τὸ ἐν μηδενὶ λόγῳ φερόμενον μηδένα χρόνον. ἐὰν γάρ τινα λόγον ἐνεχθῇ ἐν χρόνῳ τινί, τοῦτον ἀνάγκη τὸν χρόνον εὐθεῖαν εἶναι φορὰν διὰ τὰ προειρημένα. ὥστε περιφερὲς γίνεται, δύο φερόμενον φορὰς ἐν μηθενὶ λόγῳ μηθένα χρόνον. ὅτι μὲν τοίνυν ἡ τὸν κύκλον γράφουσα φέρεται δύο φορὰς ἅμα, φανερὸν ἔκ τε τούτων, καὶ ὅτι τὸ φερόμενον κατ᾽ εὐθεῖαν ἐπὶ τὴν κάθετον ἀφικνεῖται, *[849a]* ὥστε εἶναι πάλιν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ κέντρου κάθετον. ἔστω κύκλος ὁ ΑΒΓ, τὸ δ᾽ ἄκρον τὸ ἐφ᾽ οὗ Β φερέσθω ἐπὶ τὸ Δ· ἀφικνεῖται δέ ποτε ἐπὶ τὸ Γ. εἰ μὲν οὖν ἐν τῷ λόγῳ ἐφέρετο ὃν ἔχει ἡ ΒΔ πρὸς τὴν ΔΓ, ἐφέρετο ἂν τὴν διάμετρον τὴν ἐφ᾽ ᾗ ΒΓ. νῦν δέ, ἐπείπερ ἐν οὐδενὶ λόγῳ, ἐπὶ τὴν περιφέρειαν φέρεται τὴν ἐφ᾽ ᾗ ΒΕΓ. ἐὰν δὲ δυοῖν φερομένοιν ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος τὸ μὲν ἐκκρούοιτο πλεῖον τὸ δὲ ἔλαττον, εὔλογον βραδύτερον κινηθῆναι τὸ πλεῖον ἐκκρουόμενον τοῦ ἔλαττον ἐκκρουομένου· ὃ δοκεῖ συμβαίνειν ἐπὶ τῆς μείζονος καὶ ἐλάττονος τῶν ἐκ τοῦ κέντρου γραφουσῶν τοὺς κύκλους. διὰ γὰρ τὸ ἐγγύτερον εἶναι τοῦ μένοντος τῆς ἐλάττονος τὸ ἄκρον ἢ τὸ τῆς μείζονος, ὥσπερ ἀντισπώμενον εἰς τοὐναντίον, ἐπὶ τὸ μέσον βραδύτερον φέρεται τὸ τῆς ἐλάττονος ἄκρον. πάσῃ μὲν οὖν κύκλον γραφούσῃ τοῦτο συμβαίνει, καὶ φέρεται τὴν μὲν κατὰ φύσιν κατὰ τὴν περιφέρειαν, τὴν

δὲ παρὰ φύσιν εἰς τὸ πλάγιον καὶ τὸ κέντρον. μείζω δ᾽ ἀεὶ τὴν παρὰ φύσιν ἡ ἐλάττων φέρεται· διὰ γὰρ τὸ ἐγγύτερον εἶναι τοῦ κέντρου τοῦ ἀντισπῶντος κρατεῖται μᾶλλον. ὅτι δὲ μεῖζον τὸ παρὰ φύσιν κινεῖται ἡ ἐλάττων τῆς μείζονος τῶν ἐκ τοῦ κέντρου γραφουσῶν τοὺς κύκλους, ἐκ τῶνδε δῆλον. ἔστω κύκλος ἐφ᾽ οὗ ΒΓΔΕ, καὶ ἄλλος ἐν τούτῳ ἐλάττων, ἐφ᾽ οὗ ΧΝΜΞ, περὶ τὸ αὐτὸ κέντρον τὸ Α· καὶ ἐκβεβλήσθωσαν αἱ διάμετροι, ἐν μὲν τῷ μεγάλῳ, ἐφ᾽ ὧν ΓΔ καὶ ΒΕ, ἐν δὲ τῷ ἐλάττονι αἱ ΜΧ ΝΞ· καὶ τὸ ἑτερόμηκες παραπεπληρώσθω, τὸ ΔΨΡΓ. εἰ δὴ ἡ ΑΒ γράφουσα κύκλον ἥξει ἐπὶ τὸ αὐτὸ ὅθεν ὡρμήθη ἐπὶ τὴν ΑΕ, δῆλον ὅτι φέρεται πρὸς αὑτήν. ὁμοίως δὲ καὶ ἡ ΑΧ πρὸς τὴν ΑΧ ἥξει. βραδύτερον δὲ φέρεται ἡ ΑΧ τῆς ΑΒ, ὥσπερ εἴρηται, διὰ τὸ γίνεσθαι μείζονα τὴν ἔκκρουσιν καὶ ἀντισπᾶσθαι μᾶλλον τὴν ΑΧ. ἤχθω δὲ ἡ ΑΘΗ, καὶ ἀπὸ τοῦ Θ κάθετος ἐπὶ τὴν ΑΒ ἡ ΘΖ ἐν τῷ κύκλῳ, καὶ πάλιν ἀπὸ τοῦ Θ ἤχθω παρὰ τὴν ΑΒ ἡ ΘΩ, καὶ ἡ ΩΥ ἐπὶ τὴν ΑΒ κάθετον, καὶ ἡ ΗΚ. αἱ δὴ ἐφ᾽ ὧν ΩΥ καὶ ΘΖ ἴσαι. ἡ ἄρα ΒΥ ἐλάττων τῆς ΧΖ· αἱ γὰρ ἴσαι εὐθεῖαι ἐπ᾽ ἀνίσους κύκλους ἐμβληθεῖσαι πρὸς ὀρθὰς τῇ διαμέτρῳ ἔλαττον τμῆμα ἀποτέμνουσι τῆς διαμέτρου ἐν τοῖς μείζοσι κύκλοις, ἔστι δὲ ἡ ΩΥ ἴση τῇ ΘΖ. ἐν ὅσῳ *[849b]* δὴ χρόνῳ ἡ ΑΘ τὴν ΧΘ ἐνηνέχθη, ἐν τοσούτῳ χρόνῳ ἐν τῷ κύκλῳ τῷ μείζονι μείζονα τῆς ΒΩ ἐνήνεκται τὸ ἄκρον τῆς ΒΑ. ἡ μὲν γὰρ κατὰ φύσιν φορὰ ἴση, ἡ δὲ παρὰ φύσιν ἐλάττων· ἡ δὲ ΒΥ τῆς ΖΧ. δεῖ δὲ ἀνάλογον εἶναι, ὡς τὸ κατὰ φύσιν πρὸς τὸ κατὰ φύσιν, τὸ παρὰ φύσιν πρὸς τὸ παρὰ φύσιν. μείζονα ἄρα περιφέρειαν διελήλυθε τὴν ΗΒ τῆς ΩΒ. ἀνάγκη δὲ τὴν ΗΒ ἐν τούτῳ τῷ χρόνῳ διεληλυθέναι· ἐνταῦθα γὰρ ἔσται, ὅταν ἀνάλογον ἀμφοτέρως συμβαίνῃ τὸ παρὰ φύσιν πρὸς τὸ κατὰ φύσιν. εἰ δὴ μεῖζόν ἐστι τὸ κατὰ φύσιν ἐν τῇ μείζονι, καὶ τὸ παρὰ φύσιν μᾶλλον ἂν ἐνταῦθα συμπίπτοι μοναχῶς, ὥστε τὸ Β ἐνηνέχθαι ἂν τὴν ΒΗ ἐν τῷ ἐφ᾽ οὗ Χ σημεῖον. ἐνταῦθα γὰρ κατὰ φύσιν μὲν γίνεται τῷ Β σημείῳ τὸ κέντρον (ἔστι γὰρ αὐτὴ ἀπὸ τοῦ Η κάθετος), παρὰ φύσιν δὲ ἐς τὸ ΚΒ. ἔστι δὲ ὡς τὸ ΗΚ πρὸς τὸ ΚΒ, τὸ ΘΖ πρὸς τὸ ΖΧ. φανερὸν δὲ ἐὰν ἐπιζευχθῶσιν ἀπὸ τῶν ΒΧ ἐπὶ τὰ ΗΘ. εἰ δὲ ἐλάττων ἢ μείζων τῆς ΗΒ ἔσται, ἣν ἠνέχθη τὸ Β, οὐχ ὁμοίως ἔσται οὐδὲ ἀνάλογον ἐν ἀμφοῖν τὸ κατὰ φύσιν πρὸς τὸ παρὰ φύσιν. δι᾽ ἣν μὲν τοίνυν αἰτίαν ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος φέρεται θᾶττον τὸ πλέον ἀπέχον τοῦ κέντρου σημεῖον, δῆλον διὰ τῶν εἰρημένων· διότι δὲ τὰ μὲν μείζω ζυγὰ ἀκριβέστερά ἐστι τῶν ἐλαττόνων, φανερὸν ἐκ τούτων. γίνεται γὰρ τὸ μὲν σπάρτον κέντρον (μένει γὰρ τοῦτο), τὸ δὲ ἐπὶ ἑκάτερον μέρος τῆς πλάστιγγος αἱ ἐκ τοῦ κέντρου. ἀπὸ οὖν τοῦ αὐτοῦ βάρους ἀνάγκη θᾶττον κινεῖσθαι τὸ ἄκρον τῆς πλάστιγγος, ὅσῳ ἂν πλεῖον ἀπέχῃ τοῦ σπάρτου, καὶ ἔνια μὲν μὴ δῆλα εἶναι ἐν τοῖς μικροῖς ζυγοῖς πρὸς τὴν αἴσθησιν ἐπιτιθέμενα βάρη, ἐν δὲ τοῖς μεγάλοις δῆλα οὐθὲν γὰρ κωλύει ἔλαττον κινηθῆναι μέγεθος ἢ ὥστε εἶναι τῇ ὄψει φανερόν. ἐπὶ δὲ τῆς μεγάλης πλάστιγγος ποιεῖ ὁρατὸν τὸ αὐτὸ βάρος μέγεθος. ἔνια δὲ δῆλα μὲν ἐπ᾽ ἀμφοῖν ἐστίν, ἀλλὰ πολλῷ μᾶλλον ἐπὶ τῶν μειζόνων διὰ τὸ πολλῷ μεῖζον γίνεσθαι τὸ μέγεθος τῆς ῥοπῆς ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ βάρους ἐν τοῖς μείζοσι. καὶ διὰ τοῦτο τεχνάζουσιν οἱ ἁλουργοπῶλαι πρὸς τὸ παρακρούεσθαι ἱστάντες, τό τε σπάρτον οὐκ ἐν μέσῳ τιθέντες, καὶ μόλυβδον τῆς φάλαγγος εἰς θάτερον μέρος ἐγχέοντες, ἢ τοῦ ξύλου τὸ πρὸς τὴν ῥίζαν πρὸς ὃ βούλονται ῥέπειν ποιοῦντες, ἢ ἐὰν ἔχῃ ὄζον· βαρύτερον γὰρ ἐν ᾧ μέρος ἡ ῥίζα τοῦ ξύλου ἐστίν, ὁ δὲ ὄζος ῥίζα τίς ἐστιν.

[850a]
Διὰ τί, ἐὰν μὲν ἄνωθεν ᾖ τὸ σπαρτίον, ὅταν κάτωθεν ῥέψαντος ἀφέλῃ τὸ βάρος, πάλιν ἀναφέρεται τὸ ζυγόν, ἐὰν δὲ κάτωθεν ὑποστῇ, οὐκ ἀναφέρεται ἀλλὰ μένει; ἢ διότι ἄνωθεν μὲν τοῦ σπαρτίου ὄντος πλεῖον τοῦ ζυγοῦ γίνεται τὸ ἐπέκεινα τῆς καθέτου; τὸ γὰρ σπαρτίον ἐστὶ κάθετος. ὥστε ἀνάγκη ἐστὶ κάτω ῥέπειν τὸ πλέον, ἕως ἂν ἔλθῃ ἡ δίχα διαιροῦσα τὸ ζυγὸν ἐπὶ τὴν κάθετον αὐτήν, ἐπικειμένου τοῦ βάρους ἐν τῷ ἀνεσπασμένῳ μορίῳ τοῦ ζυγοῦ. ἔστω ζυγὸν ὀρθὸν ἐφ᾽ οὗ ΒΓ,

σπαρτίον δὲ τὸ ΑΔ. ἐκβαλλόμενον δὴ τοῦτο κάτω κάθετος ἔσται ἐφ᾽ ἧς ἡ ΑΔΜ. ἐὰν οὖν ἐπὶ τὸ Β ἡ ῥοπὴ ἐπιτεθῇ, ἔσται τὸ μὲν Β οὗ τὸ Ε, τὸ δὲ Γ οὗ τὸ Ζ, ὥστε ἡ δίχα διαιροῦσα τὸ ζυγὸν πρῶτον μὲν ἦν ἡ ΔΜ τῆς καθέτου αὐτῆς, ἐπικειμένης δὲ τῆς ῥοπῆς ἔσται ἡ ΔΘ· ὥστε τοῦ ζυγοῦ ἐφ᾽ ᾧ ΕΖ τὸ ἔξω τῆς καθέτου τῆς ἐφ᾽ ἧς ΑΒ, τοῦ ἐν ᾧ ΦΠ, μείζω τοῦ ἡμίσεος. ἐὰν οὖν ἀφαιρεθῇ τὸ βάρος ἀπὸ τοῦ Ε, ἀνάγκη κάτω φέρεσθαι τὸ Ζ· ἔλαττον γάρ ἐστι τὸ Ε. ἐὰν μὲν οὖν ἄνω τὸ σπαρτίον ἔχῃ, πάλιν διὰ τοῦτο ἀναφέρεται τὸ ζυγόν. ἐὰν δὲ κάτωθεν ᾖ τὸ ὑποκείμενον, τοὐναντίον ποιεῖ· πλεῖον γὰρ γίνεται τοῦ ἡμίσεος τοῦ ζυγοῦ τὸ κάτω μέρος ἢ ὡς ἡ κάθετος διαιρεῖ ὥστε οὐκ ἀναφέρεται· κουφότερον γὰρ τὸ ἐπηρτημένον. ἔστω ζυγὸν τὸ ἐφ᾽ οὗ ΝΞ, τὸ ὀρθόν, κάθετος δὲ ἡ ΚΛΜ. δίχα δὴ διαιρεῖται τὸ ΝΞ. ἐπιτεθέντος δὲ βάρους ἐπὶ τὸ Ν, ἔσται τὸ μὲν Ν οὗ τὸ Ο, τὸ δὲ Ξ οὗ τὸ Ρ, ἡ δὲ ΚΛ οὗ τὸ ΛΘ, ὥστε μεῖζόν ἐστι τὸ ΚΟ τοῦ ΛΡ τῷ ΘΚΛ. καὶ ἀφαιρεθέντος οὖν τοῦ βάρους ἀνάγκη μένειν· ἐπίκειται γὰρ ὥσπερ βάρος ἡ ὑπεροχὴ ἡ τοῦ ἡμίσεος τοῦ ἐν ᾧ τὸ Κ.

Διὰ τί κινοῦσι μεγάλα βάρη μικραὶ δυνάμεις τῷ μοχλῷ, ὥσπερ ἐλέχθη καὶ κατ᾽ ἀρχήν, προσλαβόντι βάρος ἔτι τὸ τοῦ μοχλοῦ; ῥᾷον δὲ τὸ ἔλαττόν ἐστι κινῆσαι βάρος, ἔλαττον δέ ἐστιν ἄνευ τοῦ μοχλοῦ. ἢ ὅτι αἴτιόν ἐστιν ὁ μοχλός, ζυγὸν [ὢν] κάτωθεν ἔχον τὸ σπαρτίον καὶ εἰς ἄνισα διῃρημένον; τὸ γὰρ ὑπομόχλιον ἀντὶ σπαρτίου γίνεται· μένει γὰρ ἄμφω ταῦτα, ὥσπερ τὸ κέντρον. ἐπεὶ δὲ θᾶττον ὑπὸ τοῦ ἴσου βάρους κινεῖται ἡ μείζων τῶν ἐκ τοῦ κέντρου, ἔστι δὲ τρία τὰ περὶ τὸν μοχλόν, τὸ μὲν ὑπομόχλιον, σπάρτον καὶ κέντρον, δύο δὲ βάρη, ὅ τε κινῶν καὶ τὸ κινούμενον· ὃ *[850b]* οὖν τὸ κινούμενον βάρος πρὸς τὸ κινοῦν, τὸ μῆκος πρὸς τὸ μῆκος ἀντιπέπονθεν. αἰεὶ δὲ ὅσῳ ἂν μεῖζον ἀφεστήκῃ τοῦ ὑπομοχλίου, ῥᾷον κινήσει. αἰτία δέ ἐστιν ἡ προλεχθεῖσα, ὅτι ἡ πλεῖον ἀπέχουσα ἐκ τοῦ κέντρου μείζονα κύκλον γράφει. ὥστε ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος πλέον μεταστήσεται τὸ κινοῦν τὸ πλεῖον τοῦ ὑπομοχλίου ἀπέχον. ἔστω μοχλὸς ἐφ᾽ οὗ ΑΒ, βάρος δὲ ἐφ᾽ ᾧ τὸ Γ, τὸ δὲ κινοῦν ἐφ᾽ ᾧ τὸ Δ, ὑπομόχλιον ἐφ᾽ ᾧ τὸ Ε, τὸ δὲ ἐφ᾽ ᾧ τὸ Δ κινῆσαν ἐφ᾽ ᾧ τὸ Η, κινούμενον δὲ τὸ ἐφ᾽ οὗ Γ, βάρος ἐφ᾽ οὗ Κ.

Διὰ τί οἱ μεσόνεοι μάλιστα τὴν ναῦν κινοῦσιν; ἢ διότι ἡ κώπη μοχλός ἐστιν; ὑπομόχλιον μὲν γὰρ ὁ σκαλμὸς γίνεται (μένει γὰρ δὴ τοῦτο), τὸ δὲ βάρος ἡ θάλαττα, ἣν ἀπωθεῖ ἡ κώπη· ὁ δὲ κινῶν τὸν μοχλὸν ὁ ναύτης ἐστίν. ἀεὶ δὲ πλέον βάρος κινεῖ, ὅσῳ ἂν πλέον ἀφεστήκῃ τοῦ ὑπομοχλίου ὁ κινῶν τὸ βάρος· μείζων γὰρ οὕτω γίνεται ἡ ἐκ τοῦ κέντρου, ὁ δὲ σκαλμὸς ὑπομόχλιον ὢν κέντρον ἐστίν. ἐν μέσῃ δὲ τῇ νηὶ πλεῖστον τῆς κώπης ἐντός ἐστιν· καὶ γὰρ ἡ ναῦς ταύτῃ εὐρυτάτη ἐστίν, ὥστε πλεῖον ἐπ᾽ ἀμφότερα ἐνδέχεσθαι μέρος τῆς κώπης ἑκατέρου τοίχου ἐντὸς εἶναι τῆς νεώς. κινεῖται μὲν οὖν ἡ ναῦς διὰ τὸ ἀπερειδομένης τῆς κώπης εἰς τὴν θάλασσαν τὸ ἄκρον τῆς κώπης τὸ ἐντὸς προϊέναι εἰς τὸ πρόσθεν, τὴν δὲ ναῦν προσδεδεμένην τῷ σκαλμῷ συμπροϊέναι, ᾗ τὸ ἄκρον τῆς κώπης. ᾗ γὰρ πλείστην θάλασσαν διαιρεῖ ἡ κώπη, ταύτῃ ἀνάγκη μάλιστα προωθεῖσθαι· πλείστην δὲ διαιρεῖ ᾗ πλεῖστον μέρος ἀπὸ τοῦ σκαλμοῦ τῆς κώπης ἐστίν. διὰ τοῦτο οἱ μεσόνεοι μάλιστα κινοῦσιν· μέγιστον γὰρ ἐν μέσῃ νηὶ τὸ ἀπὸ τοῦ σκαλμοῦ τῆς κώπης τὸ ἐντός ἐστιν.

Διὰ τί τὸ πηδάλιον μικρὸν ὄν, καὶ ἐπ᾽ ἐσχάτῳ τῷ πλοίῳ, τοσαύτην δύναμιν ἔχει ὥστε ὑπὸ μικροῦ οἴακος καὶ ἑνὸς ἀνθρώπου δυνάμεως, καὶ ταύτης ἠρεμαίας, μεγάλα κινεῖσθαι μεγέθη πλοίων; ἢ διότι καὶ τὸ πηδάλιόν ἐστι μοχλός, καὶ μοχλεύει ὁ κυβερνήτης. ᾗ μὲν οὖν προσήρμοσται τῷ πλοίῳ, γίνεται ὑπομόχλιον, τὸ δὲ ὅλον πηδάλιον ὁ μοχλός, τὸ δὲ βάρος ἡ θάλασσα, ὁ δὲ κυβερνήτης ὁ κινῶν. οὐ κατὰ πλάτος δὲ λαμβάνει τὴν θάλασσαν, ὥσπερ ἡ κώπη, τὸ πηδάλιον. οὐ γὰρ εἰς τὸ πρόσθεν κινεῖ τὸ πλοῖον, ἀλλὰ κινούμενον κλίνει, πλαγίως τὴν θάλατταν δεχόμενον. ἐπεὶ γὰρ τὸ βάρος ἦν ἡ θάλασσα, τοὐναντίον ἀπερειδόμενον κλίνει τὸ πλοῖον. τὸ γὰρ ὑπομόχλιον εἰς

τοὐναντίον στρέφεται, *[851a]* ἡ θάλασσα δὲ ἐντός· ἐκεῖνο δὲ εἰς τὸ ἐκτός. τούτῳ δὲ ἀκολουθεῖ τὸ πλοῖον διὰ τὸ συνδεδέσθαι. ἡ μὲν οὖν κώπη κατὰ πλάτος τὸ βάρος ὠθοῦσα καὶ ὑπ᾽ ἐκείνου ἀντωθουμένη εἰς τὸ εὐθὺ προάγει· τὸ δὲ πηδάλιον, ὥσπερ κάθηται πλάγιον, τὴν εἰς τὸ πλάγιον, ἢ δεῦρο ἢ ἐκεῖ, ποιεῖ κίνησιν. ἐπ᾽ ἄκρου δὲ καὶ οὐκ ἐν μέσῳ κεῖται, ὅτι ῥᾷστον τὸ κινούμενον κινῆσαι ἀπ᾽ ἄκρου κινοῦν. τάχιστα γὰρ φέρεται τὸ πρῶτον μέρος διὰ τὸ ὥσπερ ἐν τοῖς φερομένοις ἐπὶ τέλει λήγειν τὴν φοράν, οὕτω καὶ τοῦ συνεχοῦς ἐπὶ τέλους ἀσθενεστάτη ἐστὶν ἡ φορά. εἰ δὲ ἀσθενεστάτη, ῥᾳδία ἐκκρούειν. διά τε δὴ ταῦτα ἐν τῇ πρύμνῃ τὸ πηδάλιόν ἐστι, καὶ ὅτι ἐνταῦθα μικρᾶς κινήσεως γενομένης πολλῷ μεῖζον τὸ διάστημα ἐπὶ τῷ ἐσχάτῳ γίνεται, διὰ τὸ τὴν ἴσην γωνίαν ἐπὶ μείζονα καθῆσθαι, καὶ ὅσῳ ἂν μείζους ὦσιν αἱ περιέχουσαι. δῆλον δὲ ἐκ τούτου καὶ δι᾽ ἣν αἰτίαν μᾶλλον προέρχεται εἰς τοὐναντίον τὸ πλοῖον ἢ ἡ τῆς κώπης πλάτη· τὸ αὐτὸ γὰρ μέγεθος τῇ αὐτῇ ἰσχύϊ κινούμενον ἐν ἀέρι πλέον ἢ ἐν τῷ ὕδατι πρόεισιν. ἔστω γὰρ ἡ Α Β κώπη, τὸ δὲ Γ ὁ σκαλμός, τὸ δὲ Α τὸ ἐν τῷ πλοίῳ, ἡ ἀρχὴ τῆς κώπης, τὸ δὲ Β τὸ ἐν τῇ θαλάττῃ. εἰ δὴ τὸ Α οὗ τὸ Δ μετακεκίνηται, τὸ Β οὐκ ἔσται οὗ τὸ Ε· ἴση γὰρ ἡ Β Ε τῇ ΑΔ. ἴσον οὖν μετακεχωρηκὸς ἔσται. ἀλλ᾽ ἦν ἔλαττον. ἔσται δὴ οὗ τὸ Ζ ἢ τὸ Θ. ἄρα τοίνυν τὴν ΑΒ, καὶ οὐχ ἡ τὸ Γ, καὶ κάτωθεν. ἐλάττων γὰρ ἡ ΒΖ τῆς ΑΔ, ὥστε καὶ ἡ ΘΖ τῆς ΔΘ· ὅμοια γὰρ τὰ τρίγωνα. καθεστηκὸς δὲ ἔσται καὶ τὸ μέσον, τὸ ἐφ᾽ οὗ Γ· εἰς τοὐναντίον γὰρ τῷ ἐν τῇ θαλάττῃ ἄκρῳ τῷ Β μεταχωρεῖ, ᾗπερ τὸ ἐν τῷ πλοίῳ ἄκρον τὸ Α μὴ ἐχώρει οὗ τὸ Δ. ὥστε μετακινηθήσεται τὸ πλοῖον, καὶ ἐκεῖ οὗ ἡ ἀρχὴ τῆς κώπης μεταφέρεται. τὸ δ᾽ αὐτὸ καὶ τὸ πηδάλιον ποιεῖ, πλὴν ὅτι εἰς τὸ πρόσθεν οὐδὲν συμβάλλεται τῷ πλοίῳ, ὥσπερ ἐλέχθη ἐπὶ ἄνω, ἀλλὰ μόνον τὴν πρύμναν εἰς τὸ πλάγιον ἀπωθεῖ ἔνθα ἢ ἔνθα· εἰς τοὐναντίον γὰρ ἡ πρῷρα οὕτω νεύει. ᾗ μὲν δὴ τὸ πηδάλιον προσέζευκται, δεῖ οἷόν τι τοῦ κινουμένου μέσον νοεῖν, καὶ ὥσπερ ὁ σκαλμὸς τῇ κώπῃ· τὸ δὲ μέσον ὑποχωρεῖ, ᾗ ὁ οἴαξ μετακινεῖται. ἐὰν μὲν εἴσω ἄγῃ, καὶ ἡ πρύμνα δεῦρο μεθέστηκεν· ἡ δὲ πρῷρα εἰς τοὐναντίον νεύει· ἐν γὰρ τῷ αὐτῷ οὔσης τῆς πρῴρας τὸ πλοῖον μεθέστηκεν ὅλον.

Διὰ τί, ὅσῳ ἂν ἡ κεραία ἀνωτέρα ᾖ, θᾶττον πλεῖ τὰ πλοῖα τῷ αὐτῷ ἱστίῳ καὶ τῷ αὐτῷ πνεύματι; ἢ διότι γίνεται ὁ μὲν ἱστὸς μοχλός, ὑπομόχλιον δὲ τὸ ἑδώλιον ἐν ᾧ *[851b]* ἐμπέπηγεν, ὃ δὲ δεῖ κινεῖν βάρος, τὸ πλοῖον, τὸ δὲ κινοῦν τὸ ἐν τῷ ἱστίῳ πνεῦμα. εἰ δ᾽ ὅσῳ ἂν πορρώτερον ᾖ τὸ ὑπομόχλιον, ῥᾷον κινεῖ καὶ θᾶττον ἡ αὐτὴ δύναμις τὸ αὐτὸ βάρος, ἡ οὖν κεραία ἀνώτερον ἀγομένη καὶ τὸ ἱστίον πορρώτερον ποιεῖ τοῦ ἑδωλίου ὑπομοχλίου ὄντος.

Διὰ τί, ὅταν ἐξ οὐρίας βούλωνται διαδραμεῖν μὴ οὐρίου τοῦ πνεύματος ὄντος, τὸ μὲν πρὸς τὸν κυβερνήτην τοῦ ἱστίου μέρος στέλλονται, τὸ δὲ πρὸς τὴν πρῷραν ποδιαῖον ποιησάμενοι ἐφιᾶσιν; ἢ διότι ἀντισπᾶν τὸ πηδάλιον πολλῷ μὲν ὄντι τῷ πνεύματι οὐ δύναται, ὀλίγῳ δέ, ὃ ὑποστέλλονται. προάγει μὲν οὖν τὸ πνεῦμα, εἰς οὔριον δὲ καθίστησι τὸ πηδάλιον, ἀντισπῶν καὶ μοχλεῦον τὴν θάλατταν. ἅμα δὲ καὶ οἱ ναῦται μάχονται τῷ πνεύματι· ἀνακλίνουσι γὰρ ἐπὶ τὸ ἐναντίον ἑαυτούς.

Διὰ τί τὰ στρογγύλα καὶ περιφερῆ τῶν σχημάτων εὐκινητότερα; τριχῶς δὲ ἐνδέχεται τὸν κύκλον κυλισθῆναι· ἢ γὰρ κατὰ τὴν ἁψῖδα, συμμεταβάλλοντος τοῦ κέντρου, ὥσπερ ὁ τροχὸς ὁ τῆς ἁμάξης κυλίεται· ἢ περὶ τὸ κέντρον μόνον, ὥσπερ αἱ τροχιλέαι, τοῦ κέντρου μένοντος· ἢ παρὰ τὸ ἐπίπεδον, τοῦ κέντρου μένοντος, ὥσπερ ὁ κεραμεικὸς τροχὸς κυλίνδεται. εἰ μὲν δὴ τάχιστα τὰ τοιαῦτα, διά τε τὸ μικρῷ ἅπτεσθαι τοῦ ἐπιπέδου, ὥσπερ ὁ κύκλος κατὰ στιγμήν, καὶ διὰ τὸ μὴ προσκόπτειν· ἀφέστηκε γὰρ τῆς γῆς ἡ γωνία. καὶ ἔτι ᾧ ἂν ἀπαντήσῃ σώματι, πάλιν τούτου κατὰ μικρὸν ἅπτεται. εἰ δ᾽ εὐθύγραμμον ἦν, τῇ εὐθείᾳ ἐπὶ πολὺ ἥπτετο ἂν τοῦ ἐπιπέδου. ἔτι ᾗ ῥέπει ἐπὶ τὸ βάρος, ταύτῃ κινεῖ ὁ κινῶν. ὅταν μὲν γὰρ πρὸς ὄρθιον ἡ διάμετρος ᾖ τοῦ κύκλου τῷ ἐπιπέδῳ, ἁπτομένου τοῦ

κύκλου κατὰ στιγμὴν τοῦ ἐπιπέδου, ἴσον τὸ βάρος ἐπ᾽ ἀμφότερα διαλαμβάνει ἡ διάμετρος· ὅταν δὲ κινῆται, εὐθὺς πλέον ἐφ᾽ ᾧ κινεῖται, ὥσπερ ῥέπον. ἐντεῦθεν εὐκινητότερον τῷ ὠθοῦντι εἰς τοὔμπροσθεν· ἐφ᾽ ὃ γὰρ ῥέπει ἕκαστον, εὐκίνητόν ἐστιν, εἴπερ καὶ τὸ ἐπὶ τὸ ἐναντίον τῆς ῥοπῆς δυσκίνητον. ἔτι λέγουσί τινες ὅτι καὶ ἡ γραμμὴ ἡ τοῦ κύκλου ἐν φορᾷ ἐστὶν ἀεί, ὥσπερ τὰ μένοντα, διὰ τὸ ἀντερείδειν, οἷον καὶ τοῖς μείζοσι κύκλοις ὑπάρχει πρὸς τοὺς ἐλάττονας. θᾶττον γὰρ ὑπὸ τῆς ἴσης ἰσχύος κινοῦνται οἱ μείζους καὶ τὰ βάρη κινοῦσι, διὰ τὸ ῥοπήν τινα ἔχειν τὴν γωνίαν τὴν τοῦ μείζονος κύκλου πρὸς τὴν τοῦ ἐλάττονος, καὶ εἶναι ὅπερ ἡ διάμετρος πρὸς τὴν διάμετρον. ἀλλὰ μὴν πᾶς κύκλος μείζων πρὸς *[852a]* ἐλάττονα· ἄπειροι γὰρ οἱ ἐλάττονες. εἰ δὲ καὶ πρὸς ἕτερον ἔχει ῥοπὴν ὁ κύκλος, ὁμοίως δὲ εὐκίνητος, καὶ ἄλλην ἂν ἔχοι ῥοπὴν ὁ κύκλος καὶ τὰ ὑπὸ κύκλου κινούμενα, κἂν μὴ τῇ ἁψῖδι ἅπτηται τοῦ ἐπιπέδου, ἀλλ᾽ ἢ παρὰ τὸ ἐπίπεδον, ἢ ὡς αἱ τροχιλέαι· καὶ γὰρ οὕτως ἔχοντα ῥᾷστα κινοῦνται καὶ κινοῦσι τὸ βάρος. ἢ οὐ τῷ κατὰ μικρὸν ἅπτεσθαι καὶ προσκρούειν, ἀλλὰ δι᾽ ἄλλην αἰτίαν. αὕτη δέ ἐστιν ἡ εἰρημένη πρότερον, ὅτι ἐκ δύο φορῶν γεγένηται ὁ κύκλος, ὥστε μίαν αὐτῶν αἰεὶ ἔχειν ῥοπήν, καὶ οἷον φερόμενον αὐτὸν αἰεὶ κινοῦσιν οἱ κινοῦντες, ὅταν κινῶσι κατὰ τὴν περιφέρειαν ὁπωσοῦν. φερομένην γὰρ αὐτὴν κινοῦσιν· τὴν μὲν γὰρ εἰς τὸ πλάγιον αὐτοῦ κίνησιν ὠθεῖ τὸ κινοῦν, τὴν δὲ ἐπὶ τῆς διαμέτρου αὐτὸς κινεῖται.

Διὰ τί τὰ διὰ τῶν μειζόνων κύκλων αἰρόμενα καὶ ἑλκόμενα ῥᾷον καὶ θᾶττον κινοῦμεν; οἷον καὶ αἱ τροχιλέαι αἱ μείζους τῶν ἐλαττόνων, καὶ αἱ σκυτάλαι ὁμοίως. ἢ διότι ὅσῳ ἂν μείζων ἡ ἐκ τοῦ κέντρου ᾖ, ἐν τῷ ἴσῳ χρόνῳ πλέον κινεῖται χωρίον, ὥστε καὶ τοῦ ἴσου βάρους ἐπόντος ποιήσει τὸ αὐτό, ὥσπερ εἴπομεν καὶ τὰ μείζω ζυγὰ τῶν ἐλαττόνων ἀκριβέστερα εἶναι. τὸ μὲν γὰρ σπαρτίον ἐστὶ κέντρον, τοῦ δὲ ζυγοῦ αἱ ἐπὶ τάδε τοῦ σπαρτίου αἱ ἐκ τοῦ κέντρου.

Διὰ τί ῥᾷον, ὅταν ἄνευ βάρους ᾖ, κινεῖται τὸ ζυγόν, ἢ ἔχον βάρος; ὁμοίως δὲ καὶ τροχὸς ἢ ἄλλο τοιοῦτο τὸ βαρύτερον μὲν μεῖζον δὲ τοῦ ἐλάττονος καὶ κουφοτέρου. ἢ ὅτι οὐ μόνον εἰς τοὐναντίον τὸ βαρύ, ἀλλὰ καὶ εἰς τὸ πλάγιον δυσκίνητόν ἐστιν. ἐναντίον γὰρ τῇ ῥοπῇ κινῆσαι χαλεπῶς, ἐφ᾽ ὃ δὲ ῥέπει, ῥᾳδίως· εἰς δὲ τὸ πλάγιον οὐ ῥέπει.

Διὰ τί ἐπὶ τῶν σκυτάλων ῥᾷον τὰ φορτία κομίζεται ἢ ἐπὶ τῶν ἁμαξῶν, ἐχουσῶν τῶν μὲν μεγάλους τροχούς, τῶν δὲ μικρούς; ἢ διότι ἐπὶ τῶν σκυτάλων οὐδεμίαν ἔχει πρόσκοψιν, τὸ δὲ ἐπὶ τῶν ἁμαξῶν τὸν ἄξονα, καὶ προσκόπτει αὐτῷ· ἔκ τε γὰρ τῶν ἄνωθεν πιέζει αὐτὸν καὶ ἐκ τῶν πλαγίων. τὸ δὲ ἐπὶ τῶν σκυτάλων ἐπὶ δύο τούτων κινεῖται, τῇ τε κάτω χώρᾳ ὑποκειμένῃ καὶ τῷ βάρει τῷ ἐπικειμένῳ· ἐπ᾽ ἀμφοτέρων γὰρ τούτων κυλίεται τῶν τόπων ὁ κύκλος καὶ φερόμενος ὠθεῖται.

Διὰ τί πορρωτέρω τὰ βέλη φέρεται ἀπὸ τῆς σφενδόνης ἢ ἀπὸ τῆς χειρός; καίτοι κρατεῖ γε ὁ βάλλων τῇ χειρὶ *[852b]* μᾶλλον ἢ ἀπαρτήσας τὸ βάρος. καὶ ἔτι οὕτω μὲν δύο βάρη κινεῖ, τό τε τῆς σφενδόνης καὶ τὸ βέλος, ἐκείνως δὲ τὸ βέλος μόνον. πότερον ὅτι ἐν μὲν τῇ σφενδόνῃ κινούμενον τὸ βέλος ῥίπτει ὁ βάλλων (περιαγαγὼν γὰρ κύκλῳ πολλάκις ἀφίησιν), ἐκ δὲ τῆς χειρὸς ἀπὸ τῆς ἠρεμίας ἡ ἀρχή· πάντα δὲ εὐκινητότερα κινούμενα ἢ ἠρεμοῦντα. ἢ διά τε τοῦτο, καὶ διότι ἐν μὲν τῷ σφενδονᾶν ἡ μὲν χεὶρ γίνεται κέντρον, ἡ δὲ σφενδόνη ἡ ἐκ τοῦ κέντρου· ὅσῳ ἂν ᾖ μείζων ἡ ἀπὸ τοῦ κέντρου, κινεῖται θᾶττον. ἡ δὲ ἀπὸ τῆς χειρὸς βολὴ πρὸς τὴν σφενδόνην βραχεῖα ἐστίν.

Διὰ τί ῥᾷον κινοῦνται περὶ τὸ αὐτὸ ζυγὸν οἱ μείζους τῶν ἐλαττόνων κόλλοπες, καὶ οἱ αὐτοὶ ὄνοι οἱ λεπτότεροι ὑπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος τῶν παχυτέρων; ἢ διότι ὁ μὲν ὄνος καὶ τὸ ζυγὸν κέντρον ἐστίν, τὰ δὲ ἀπέχοντα μεγέθη αἱ ἐκ τοῦ κέντρου; θᾶττον δὲ κινοῦνται καὶ πλέον ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος αἱ τῶν μειζόνων κύκλων ἢ αἱ τῶν ἐλαττόνων· ὑπὸ τῆς αὐτῆς γὰρ ἰσχύος θᾶττον μεθίσταται τὸ ἄκρον τὸ

πορρώτερον τοῦ κέντρου. διὸ πρὸς μὲν τὸ ζυγὸν τοὺς κόλλοπας ὄργανα ποιοῦνται, οἷς ῥᾷον στρέφουσιν· ἐν δὲ τοῖς λεπτοῖς ὄνοις πλεῖον γίνεται τὸ ἔξω τοῦ ξύλου, αὕτη δὲ γίνεται ἡ ἐκ τοῦ κέντρου.

Διὰ τί τὸ αὐτὸ μέγεθος ξύλον ῥᾷον κατεάσσεται περὶ τὸ γόνυ, ἐὰν ἴσον ἀποστήσας τῶν ἄκρων ἐχόμενος καταγνύῃ, ἢ παρὰ τὸ γόνυ ἐγγὺς ὄντος· καὶ ἐὰν πρὸς τὴν γῆν ἐρείσας καὶ τῷ ποδὶ προσβὰς πόρρωθεν τῇ χειρὶ καταγνύῃ, ἢ ἐγγύθεν; ἢ διότι ἔνθα μὲν τὸ γόνυ κέντρον, ἔνθα δὲ ὁ πούς. ὅσῳ δ᾽ ἂν πορρώτερον ᾖ τοῦ κέντρου, ῥᾷον κινεῖται ἅπαν. κινηθῆναι δὲ ἀνάγκη καταγνύμενον.

Διὰ τί περὶ τοὺς αἰγιαλοὺς αἱ καλούμεναι κρόκαι στρογγύλαι εἰσίν, ἐκ μακρῶν τῶν λίθων καὶ ὀστράκων τὸ ἐξ ὑπαρχῆς ὄντων; ἢ διότι τὰ πλεῖον ἀπέχοντα τοῦ μέσου ἐν ταῖς κινήσεσι θᾶττον φέρεται. τὸ μὲν γὰρ μέσον γίνεται κέντρον, τὸ δὲ διάστημα ἡ ἐκ τοῦ κέντρου. ἀεὶ δὲ ἡ μείζων ἀπὸ τῆς ἴσης κινήσεως μείζω γράφει κύκλον. τὸ δ᾽ ἐν ἴσῳ χρόνῳ μείζω διεξιὸν θᾶττον φέρεται. τὰ δὲ φερόμενα θᾶττον ἐκ τοῦ ἴσου ἀποστήματος σφοδρότερον τύπτει. τὰ δὲ τύπτοντα μᾶλλον καὶ αὐτὰ τύπτεται μᾶλλον. ὥστε ἀνάγκη θραύεσθαι αἰεὶ τὰ πλέον ἀπέχοντα τοῦ μέσου. τοῦτο δὲ πάσχοντα ἀνάγκη γίνεσθαι περιφερῆ. ταῖς δὲ κρόκαις διὰ *[853a]* τὴν τῆς θαλάττης κίνησιν, διὰ τὸ μετὰ τῆς θαλάττης κινεῖσθαι, συμβαίνει ἀεὶ ἐν κινήσει εἶναι καὶ κυλιομέναις προσκόπτειν. τοῦτο δὲ ἀνάγκη μάλιστα συμβαίνειν αὐτοῖς τοῖς ἄκροις.

Διὰ τί, ὅσῳ ἂν ᾖ μακρότερα τὰ ξύλα, τοσούτῳ ἀσθενέστερα γίνεται, καὶ κάμπτεται αἰρόμενα μᾶλλον, κἂν ᾖ τὸ μὲν βραχύ, ὅσον δίπηχυ, λεπτόν, τὸ δὲ ἑκατὸν πηχῶν παχύ; ἢ διότι μοχλὸς γίνεται καὶ βάρος καὶ ὑπομόχλιον ἐν τῷ αἴρεσθαι τοῦ ξύλου τὸ μῆκος; τὸ μὲν γὰρ πρῶτον μέρος αὐτοῦ, ὃ ἡ χεὶρ αἴρει, οἷον ὑπομόχλιον γίνεται, τὸ δ᾽ ἐπὶ τῷ ἄκρῳ βάρος. ὥστε ὅσῳ ἂν ᾖ μακρότερον τὸ ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου, τοσούτῳ ἀνάγκη κάμπτεσθαι μᾶλλον· ὅσῳ γὰρ ἂν πλέον ἀπέχῃ τοῦ ὑπομοχλίου, τοσούτῳ ἀνάγκη κάμπτεσθαι μεῖζον. ἀνάγκη οὖν αἴρεσθαι τὰ ἄκρα τοῦ μοχλοῦ. ἐὰν οὖν ᾖ καμπτόμενος ὁ μοχλός, ἀνάγκη αὐτὸν κάμπτεσθαι μᾶλλον αἰρόμενον. ὅπερ συμβαίνει ἐπὶ τῶν ξύλων τῶν μακρῶν· ἐν δὲ τοῖς βραχέσιν ἐγγὺς τὸ ἔσχατον τοῦ ὑπομοχλίου γίνεται τοῦ ἠρεμοῦντος.

Διὰ τί τῷ σφηνὶ ὄντι μικρῷ μεγάλα βάρη διίσταται καὶ μεγέθη σωμάτων, καὶ θλῖψις ἰσχυρὰ γίνεται; ἢ διότι ὁ σφὴν δύο μοχλοί εἰσιν ἐναντίοι ἀλλήλοις, ἔχει δὲ ἑκάτερος τὸ μὲν βάρος τὸ δὲ ὑπομόχλιον, ὃ καὶ ἀνασπᾷ ἢ πιέζει. ἔτι δὲ ἡ τῆς πληγῆς φορὰ τὸ βάρος, ὃ τύπτει καὶ κινεῖ, ποιεῖ μέγα· καὶ διὰ τὸ κινούμενον κινεῖν τῇ ταχυτῆτι ἰσχύει ἔτι πλέον. μικρῷ δὲ ὄντι μεγάλαι δυνάμεις ἀκολουθοῦσι· διὸ λανθάνει κινῶν παρὰ τὴν ἀξίαν τοῦ μεγέθους. ἔστω σφὴν ἐφ᾽ ᾧ ΑΒΓ, τὸ δὲ σφηνούμενον ΔΕΗΖ. μοχλὸς δὴ γίνεται ἡ ΑΒ, βάρος δὲ τὸ τοῦ Β κάτωθεν, ὑπομόχλιον δὲ τὸ ΖΔ. ἐναντίος δὲ τούτῳ μοχλὸς τὸ ΒΓ. ἡ δὲ ΑΓ κοπτομένη ἑκατέρᾳ τούτων χρῆται μοχλῷ· ἀνασπᾷ γὰρ τὸ Β.

Διὰ τί, ἐάν τις δύο τροχιλέας ποιήσας ἐπὶ δυσὶ ξύλοις συμβάλλουσιν ἑαυτοῖς ἐναντίως αὐταῖς κύκλῳ περιβάλῃ καλῴδιον, ἔχον τὸ ἄρτημα ἐκ θατέρου τῶν ξύλων, θάτερον δὲ ᾖ προσερηρεισμένον ἢ προστεθειμένον κατὰ τὰς τροχαλίας, ἐὰν ἕλκῃ τις τῇ ἀρχῇ τοῦ καλωδίου, μεγάλα βάρη προσάγει, κἂν ᾖ μικρὰ ἡ ἕλκουσα ἰσχύς; ἢ διότι τὸ αὐτὸ βάρος ἀπὸ ἐλάττονος ἰσχύος, εἰ μοχλεύεται, ἐγείρεται, ἢ ἀπὸ χειρός; ἡ δὲ τροχιλέα τὸ αὐτὸ ποιεῖ τῷ μοχλῷ, *[853b]* ὥστε ἡ μία ῥᾷον ἕλξει, καὶ ἀπὸ μιᾶς ὁλκῆς τοῦ κατὰ χεῖρα πολὺ ἕλξει βαρύτερον. τοῦτο δ᾽ αἱ δύο τροχαλίαι πλέον ἢ διπλασίῳ τάχει αἴρουσαι. ἔλαττον γὰρ ἔτι ἡ ἑτέρα ἕλκει ἢ εἰ αὐτὴ καθ᾽ ἑαυτὴν εἷλκεν, ὅταν παρὰ τῆς ἑτέρας ἐπιβληθῇ τὸ σχοινίον· ἐκείνη γὰρ ἔτι ἔλαττον ἐποίησε τὸ βάρος. καὶ οὕτως ἐὰν εἰς

πλείους ἐπιβάλληται τὸ καλώδιον, ἐν ὀλίγαις τροχιλέαις πολλὴ γίνεται διαφορά, ἢ ὥστε ὑπὸ τῆς πρώτης τοῦ βάρους ἕλκοντος τέτταρας μνᾶς, ὑπὸ τῆς τελευταίας ἕλκεσθαι πολλῷ ἐλάττω. καὶ ἐν τοῖς οἰκοδομικοῖς ἔργοις ῥᾳδίως κινοῦσι μεγάλα βάρη· μεταφέρουσι γὰρ ἀπὸ τῆς αὐτῆς τροχιλέας ἐφ᾽ ἑτέραν, καὶ πάλιν ἀπ᾽ ἐκείνης εἰς ὄνους καὶ μοχλούς· τοῦτο δὲ ταὐτόν ἐστι τῷ ποιεῖν πολλὰς τροχιλέας.

Διὰ τί, ἐὰν μέν τις ἐπιθῇ ἐπὶ τὸ ξύλον πέλεκυν μέγαν καὶ φορτίον μέγα ἐπ᾽ αὐτῷ, οὐ διαιρεῖ τὸ ξύλον, ὅ τι καὶ λόγου ἄξιον· ἐὰν δὲ ἄρας τὸν πέλεκύν τις πατάξῃ αὐτῷ, διασχίζει, ἔλαττον βάρος ἔχοντος τοῦ τύπτοντος πολὺ μᾶλλον ἢ τοῦ ἐπικειμένου καὶ πιεζοῦντος; ἢ διότι πάντα τῇ κινήσει ἐργάζεται, καὶ τὸ βαρὺ τὴν τοῦ βάρους κίνησιν λαμβάνει μᾶλλον κινούμενον ἢ ἠρεμοῦν; ἐπικείμενον οὖν οὐ κινεῖται τὴν τοῦ βάρους κίνησιν, φερόμενον δὲ ταύτην τε καὶ τὴν τοῦ τύπτοντος. ἔτι δὲ καὶ γίνεται σφὴν ὁ πέλεκυς· ὁ δὲ σφὴν μικρὸς ὢν μεγάλα διίστησι διὰ τὸ εἶναι ἐκ δύο μοχλῶν ἐναντίως συγκειμένων.

Διὰ τί αἱ φάλαγγες τὰ κρέα ἱστᾶσιν ἀπὸ μικροῦ ἀρτήματος μεγάλα βάρη, τοῦ ὅλου ἡμιζυγίου ὄντος; οὗ μὲν γὰρ τὸ βάρος ἐντίθεται, κατήρτηται μόνον ἡ πλάστιγξ, ἐπὶ θάτερον δὲ ἡ φάλαγξ ἐστὶ μόνον. ἢ ὅτι ἅμα συμβαίνει ζυγὸν καὶ μοχλὸν εἶναι τὴν φάλαγγα; ζυγὸν μὲν γάρ, ᾗ τῶν σπαρτίων ἕκαστον γίνεται τὸ κέντρον τῆς φάλαγγος. τὸ μὲν οὖν ἐπὶ θάτερα ἔχει πλάστιγγα, τὸ δὲ ἐπὶ θάτερα ἀντὶ τῆς πλάστιγγος τὸ σφαίρωμα, ὃ τῷ ζυγῷ ἔγκειται, ὥσπερ εἴ τις τὴν ἑτέραν πλάστιγγα καὶ τὸν σταθμὸν ἐπιθείη ἐπὶ τὸ ἄκρον τῆς πλάστιγγος· δῆλον γὰρ ὅτι ἕλκει τοσοῦτον βάρος ἐν τῇ ἑτέρᾳ κείμενον πλάστιγγι. ὅπως δὲ τὸ ἓν ζυγὸν πολλὰ ᾖ ζυγά, τοιαῦτα τὰ σπαρτία πολλὰ ἔγκειται ἐν τῷ τοιούτῳ ζυγῷ, ὧν ἑκάστου τὸ ἐπὶ τάδε ἐπὶ τὸ σφαίρωμα τὸ ἥμισυ τῆς φάλαγγός ἐστι, καὶ ὁ σταθμὸς δι᾽ ἴσου τῶν ἀπ᾽ ἀλλήλων τῶν σπαρτίων κινουμένων, ὥστε συμμετρεῖσθαι πόσον βάρος *[854a]* ἕλκει τὸ ἐν τῇ πλάστιγγι κείμενον· ὥστε γινώσκειν, ὅταν ὀρθὴ ἡ φάλαγξ ᾖ, ἀπὸ ποίου σπάρτου πόσον βάρος ἔχει ἡ πλάστιγξ, καθάπερ εἴρηται. ὅλως μέν ἐστι τοῦτο ζυγόν, ἔχον μίαν μὲν πλάστιγγα, ἐν ᾗ ἵσταται τὸ βάρος, τὴν δ᾽ ἑτέραν, ἐν ᾗ τὸ σταθμὸν ἐν τῇ φάλαγγι. διὸ σφαίρωμά ἐστιν ἡ φάλαγξ ἐπὶ θάτερον. τοιοῦτον δὲ ὂν πολλὰ ζυγά ἐστι, καὶ τοσαῦτα ὅσαπέρ ἐστι τὰ σπαρτία. ἀεὶ δὲ τὸ ἐγγύτερον σπαρτίον τῆς πλάστιγγος καὶ τοῦ ἱσταμένου βάρους μεῖζον ἕλκει βάρος, διὰ τὸ γίνεσθαι τὴν μὲν φάλαγγα πᾶσαν μοχλὸν ἀνεστραμμένον (ὑπομόχλιον μὲν γὰρ τὸ σπαρτίον ἕκαστον ἄνωθεν ὄν, τὸ δὲ βάρος τὸ ἐνὸν ἐν τῇ πλάστιγγι), ὅσῳ δ᾽ ἂν μακρότερον ᾖ τὸ μῆκος τοῦ μοχλοῦ τοῦ ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου, τοσούτῳ ἐκεῖ μὲν ῥᾷον κινεῖ, ἐνταῦθα δὲ σήκωμα ποιεῖ, καὶ ἵστησι τὸ πρὸς τὸ σφαίρωμα βάρος τῆς φάλαγγος.

Διὰ τί οἱ ἰατροὶ ῥᾷον ἐξαιροῦσι τοὺς ὀδόντας προσλαμβάνοντες βάρος τὴν ὀδοντάγραν ἢ τῇ χειρὶ μόνῃ ψιλῇ; πότερον διὰ τὸ μᾶλλον ἐξολισθαίνειν διὰ τῆς χειρὸς τὸν ὀδόντα ἢ ἐκ τῆς ὀδοντάγρας; ἢ μᾶλλον ὀλισθαίνει τῆς χειρὸς ὁ σίδηρος, καὶ οὐ περιλαμβάνει αὐτὸν κύκλῳ· μαλθακὴ γὰρ οὖσα ἡ σὰρξ τῶν δακτύλων καὶ προσμένει μᾶλλον καὶ περιαρμόττει. ἀλλ᾽ ὅτι ἡ ὀδοντάγρα δύο μοχλοί εἰσιν ἀντικείμενοι, ἓν τὸ ὑπομόχλιον ἔχοντες τὴν σύναψιν τῆς θερμαστρίδος· τοῦ ῥᾷον οὖν κινῆσαι χρῶνται τῷ ὀργάνῳ πρὸς τὴν ἐξαίρεσιν. ἔστω γὰρ τῆς ὀδοντάγρας τὸ μὲν ἕτερον ἄκρον ἐφ᾽ ᾧ τὸ Α, τὸ δὲ ἕτερον, τὸ Β, ὃ ἐξαιρεῖ· ὁ δὲ μοχλὸς ἐφ᾽ ᾧ ΑΔΖ, ὁ δὲ ἄλλος μοχλὸς ἐφ᾽ ᾧ Β ΓΕ, ὑπομόχλιον δὲ τὸ ΓΘΔ· ὁ δὲ ὀδοὺς ἐφ᾽ οὗ Ι σύναψις· ὁ δὲ τὸ βάρος. ἑκατέρῳ οὖν τῶν ΒΖ καὶ ἅμα λαβὼν κινεῖ. ὅταν δὲ κινήσῃ, ἐξεῖλε ῥᾷον τῇ χειρὶ ἢ τῷ ὀργάνῳ.

Διὰ τί τὰ κάρυα ῥᾳδίως καταγνύουσιν ἄνευ πληγῆς ἐν τοῖς ὀργάνοις ἃ ποιοῦσι πρὸς τὸ καταγνύναι αὐτά; πολλὴ γὰρ ἀφαιρεῖται ἰσχὺς ἡ τῆς φορᾶς καὶ βίας. ἔτι δὲ σκληρῷ καὶ βαρεῖ συνθλίβων θᾶττον

ἂν κατάξαι ἢ ξυλίνῳ καὶ κούφῳ τῷ ὀργάνῳ. ἢ διότι οὕτως ἐπʼ ἀμφότερα θλίβεται ὑπὸ δύο μοχλῶν τὸ κάρυον, τῷ δὲ μοχλῷ ῥᾳδίως διαιρεῖται τὰ βάρη; τὸ γὰρ ὄργανον ἐκ δύο σύγκειται μοχλῶν, ὑπομόχλιον ἐχόντων τὸ αὐτό, τὴν συναφὴν ἐφʼ ἧς τὸ Α.

[854b]
Ὥσπερ οὖν εἰ ἦσαν ἐκβεβλημέναι, ὑφʼ ὧν κινουμένων εἰς τὰ τῶν ΓΔ ἄκρα αἱ ΕΖ συνήγοντο ῥᾳδίως ἀπὸ μικρᾶς ἰσχύος· ἣν οὖν ἐν τῇ πληγῇ τὸ βάρος ἐποίει, ταύτην ἡ κρείττων ταύτης, ἡ τὸ ΕΓ καὶ ΖΔ, μοχλοὶ ὄντες ποιοῦσι· τῇ ἄρσει γὰρ εἰς τοὐναντίον αἴρονται, καὶ θλίβοντες καταγνύουσι τὸ ἐφʼ ᾧ Κ. διʼ αὐτὸ δὲ τοῦτο καὶ ὅσῳ ἂν ἐγγύτερον ᾖ τῆς Α τὸ Κ, συντρίβεται θᾶττον· ὅσῳ γὰρ ἂν πλεῖον ἀπέχῃ τοῦ ὑπομοχλίου ὁ μοχλός, ῥᾷον κινεῖ καὶ πλεῖον ἀπὸ τῆς ἰσχύος τῆς αὐτῆς. ἔστιν οὖν τὸ μὲν Α ὑπομόχλιον, ἡ δὲ ΔΑΖ μοχλός, καὶ ἡ ΓΑΕ. ὅσῳ ἂν οὖν τὸ Κ ἐγγυτέρω ᾖ τῆς γωνίας τῶν Α, τοσούτῳ ἐγγύτερον γίνεται τῆς συναφῆς τῶν Α· τοῦτο δέ ἐστι τὸ ὑπομόχλιον. ἀνάγκη τοίνυν ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος συναγούσης τὸ ΖΕ αἴρεσθαι πλέον. ὥστε ἐπεί ἐστιν ἐξ ἐναντίας ἡ ἄρσις, ἀνάγκη θλίβεσθαι μᾶλλον· τὸ δὲ μᾶλλον θλιβόμενον κατάγνυται θᾶττον.

Διὰ τί φερομένων δύο φορὰς ἐν τῷ ῥόμβῳ τῶν ἄκρων σημείων ἀμφοτέρων, οὐ τὴν ἴσην ἑκάτερον αὐτῶν εὐθεῖαν διέρχεται, ἀλλὰ πολλαπλασίαν θάτερον; ὁ αὐτὸς δὲ λόγος καὶ διὰ τί τὸ ἐπὶ τῆς πλευρᾶς φερόμενον ἐλάττω διέρχεται τῆς πλευρᾶς. τὸ μὲν γὰρ τὴν διάμετρον τὴν ἐλάττω, ἡ δὲ τὴν πλευρὰν τὴν μείζω, καὶ ἡ μὲν μίαν, τὸ δὲ δύο φέρεται φοράς. φερέσθω γὰρ ἐπὶ τῆς ΑΒ τὸ μὲν Α πρὸς τὸ Β, τὸ δὲ Β πρὸς τὸ Δ τῷ αὐτῷ τάχει· φερέσθω δὲ καὶ ἡ ΑΒ ἐπὶ τῆς ΑΓ παρὰ τὴν ΓΔ τῷ αὐτῷ τάχει τούτοις. ἀνάγκη δὴ τὸ μὲν Α ἐπὶ τῆς ΑΔ διαμέτρου φέρεσθαι, τὸ δὲ Β ἐπὶ τῆς ΒΓ, καὶ ἅμα διεληλυθέναι ἑκατέραν, καὶ τὴν ΑΒ τὴν ΑΓ πλευράν. ἐνηνέχθω γὰρ τὸ μὲν Α τὴν ΑΕ, ἡ δὲ Α Β τὴν ΑΖ, καὶ ἔστω ἐκβεβλημένη ἡ ΖΗ παρὰ τὴν ΑΒ, καὶ ἀπὸ τοῦ Ε πεπληρώσθω. ὅμοιον οὖν γίνεται τὸ παραπληρωθὲν τῷ ὅλῳ. ἴση ἄρα ἡ ΑΖ τῇ ΑΕ, ὥστε τὸ Α ἐπὶ τῆς πλευρᾶς ἐνήνεκται τῆς ΑΕ. ἡ δὲ ΑΒ τὴν ΑΖ εἴη ἂν ἐνηνεγμένη. ἔσται ἄρα ἐπὶ τῆς διαμέτρου κατὰ τὸ Θ. καὶ αἰεὶ δὲ ἀνάγκη αὐτὸ φέρεσθαι κατὰ τὴν διάμετρον. καὶ ἅμα ἡ πλευρὰ ἡ ΑΒ τὴν πλευρὰν τὴν ΑΓ δίεισι, καὶ τὸ Α τὴν διάμετρον δίεισι τὴν ΑΔ. ὁμοίως δὲ δειχθήσεται καὶ τὸ Β ἐπὶ τῆς ΑΓ διαμέτρου φερόμενον. ἴση γάρ ἐστιν ἡ ΒΕ τῇ ΒΗ. παραπληρωθέντος οὖν ἀπὸ τοῦ Η, ὅμοιόν ἐστι τῷ ὅλῳ τὸ ἐντός. καὶ τὸ Β ἐπὶ τῆς διαμέτρου ἔσται κατὰ τὴν σύναψιν τῶν πλευρῶν, καὶ ἅμα δίεισιν ἥ *[855a]* τε πλευρὰ τὴν πλευρὰν καὶ τὸ Β τὴν ΒΓ διάμετρον. ἅμα ἄρα καὶ τὸ Β τὴν πολλαπλασίαν τῆς ΑΒ δίεισι καὶ ἡ πλευρὰ τὴν ἐλάττονα πλευράν, τῷ αὐτῷ τάχει φερόμενα, καὶ ἡ πλευρὰ μείζω τοῦ Α διελήλυθε μίαν φορὰν φερομένη. ὅσῳ γὰρ ἂν ὀξύτερος γένηται ὁ ῥόμβος, ἡ μὲν διάμετρος ἡ ἐλάττων γίνεται, ἡ δὲ ΒΓ μείζων, ἡ δὲ πλευρὰ τῆς ΒΓ ἐλάττων. ἄτοπον γάρ, ὥσπερ ἐλέχθη, τὸ δύο φορὰς φερόμενον ἐνίοτε βραδύτερον φέρεσθαι τοῦ μίαν, καὶ ἀμφοτέρων ἰσοταχῶν σημείων δοθέντων μείζω διεξιέναι θάτερον. αἴτιον δὲ ὅτι τοῦ μὲν ἀπὸ τῆς ἀμβλείας φερομένου σχεδὸν ἐναντίαι ἀμφότεραι γίνονται, ἥν τε αὐτὴ φέρεται καὶ ἣν ὑπὸ τῆς πλευρᾶς ὑποφέρεται, τοῦ δὲ ἀπὸ τῆς ὀξείας συμβαίνει φέρεσθαι ἐπὶ τὸ αὐτό. συνεπουρίζει γὰρ ἡ τῆς πλευρᾶς τὴν ἐπὶ τῆς διαμέτρου· καὶ ὅσῳ ἂν τὴν μὲν ὀξυτέραν ποιήσῃ, τὴν δὲ ἀμβλυτέραν, ἡ μὲν βραδυτέρα ἔσται, ἡ δὲ θάττων. αἱ μὲν γὰρ ἐναντιώτεραι γίνονται διὰ τὸ ἀμβλυτέραν γίνεσθαι τὴν γωνίαν, αἱ δὲ μᾶλλον ἐπὶ τὰ αὐτὰ διὰ τὸ συνάγεσθαι τὰς γραμμάς. τὸ μὲν γὰρ Β σχεδὸν ἐπὶ τὸ αὐτὸ φέρεται κατʼ ἀμφοτέρας τὰς φοράς· συνεπουρίζεται οὖν ἡ ἑτέρα, καὶ ὅσῳ ἂν ὀξυτέρα γίνηται ἡ γωνία, τοσούτῳ μᾶλλον. τὸ Α δὲ ἐπὶ τοὐναντίον· αὐτὸ μὲν γὰρ πρὸς τὸ Β φέρεται, ἡ δὲ πλευρὰ ὑποφέρει αὐτὸ πρὸς τὸ Δ. καὶ ὅσῳ ἂν ἀμβλυτέρα ἡ γωνία ᾖ, ἐναντιώτεραι αἱ φοραὶ γίνονται· εὐθυτέρα γὰρ ἡ γραμμὴ γίνεται. εἰ δʼ ὅλως εὐθεῖα γένοιτο,

παντελῶς ἂν εἴησαν ἐναντίαι. ἡ δὲ πλευρὰ ὑπ᾽ οὐθενὸς κωλύεται μίαν φερομένη φοράν. εὐλόγως οὖν τὴν μείζω διέρχεται.

Ἀπορεῖται διὰ τί ποτε ὁ μείζων κύκλος τῷ ἐλάττονι κύκλῳ ἴσην ἐξελίττεται γραμμήν, ὅταν περὶ τὸ αὐτὸ κέντρον τεθῶσι; χωρὶς δὲ ἐκκυλιόμενοι, ὥσπερ τὸ μέγεθος αὐτῶν πρὸς τὸ μέγεθος ἔχει, οὕτως καὶ αἱ γραμμαὶ αὐτῶν γίνονται πρὸς ἀλλήλας. ἔτι δὲ ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ κέντρου ὄντος ἀμφοῖν, ὁτὲ μὲν τηλικαύτη γίνεται ἡ γραμμὴ ἣν ἐκκυλίονται, ἡλίκην ὁ ἐλάττων κύκλος καθ᾽ αὑτὸν ἐκκυλίεται, ὁτὲ δὲ ὅσην ὁ μείζων. ὅτι μὲν οὖν μείζω ἐκκυλίεται ὁ μείζων, φανερόν. γωνία μὲν γὰρ δοκεῖ κατὰ τὴν αἴσθησιν εἶναι ἡ περιφέρεια ἑκάστου τῆς οἰκείας διαμέτρου, ἡ τοῦ μείζονος κύκλου μείζων, ἡ δὲ τοῦ ἐλάττονος ἐλάττων, ὥστε τὸν αὐτὸν τοῦτον ἕξουσι λόγον, καθ᾽ ἃς ἐξεκυλίσθησαν *[855b]* αἱ γραμμαὶ πρὸς ἀλλήλας κατὰ τὴν αἴσθησιν. ἀλλὰ μὴν καὶ ὅτι τὴν ἴσην ἐκκυλίονται, ὅταν περὶ τὸ αὐτὸ κέντρον κείμενοι ὦσι, δῆλον· καὶ οὕτως γίνεται ὁτὲ μὲν ἴση τῇ γραμμῇ ἣν ὁ μείζων κύκλος ἐκκυλίεται, ὁτὲ δὲ ἐλάττων. ἔστω γὰρ κύκλος ὁ μείζων μὲν ἐφ᾽ οὗ τὰ ΔΖΓ, ὁ δὲ ἐλάττων ἐφ᾽ οὗ τὰ ΕΗΒ, κέντρον δὲ ἀμφοῖν τὸ Α· καὶ ἣν μὲν ἐξελίττεται καθ᾽ αὑτὸν ὁ μέγας, ἡ ἐφ᾽ ἧς ΖΙ ἔστω, ἣν δὲ ὁ ἐλάττων καθ᾽ αὑτόν, ἡ ἐφ᾽ ἧς ΗΚ, ἴση τῇ ΑΖ. ἐὰν δὴ κινῶ τὸν ἐλάττονα, τὸ αὐτὸ κέντρον κινῶ, ἐφ᾽ οὗ τὸ Α· ὁ δὲ μέγας προσηρμόσθω. ὅταν οὖν ἡ ΑΒ ὀρθὴ γένηται πρὸς τὴν ΗΚ, ἅμα καὶ ἡ ΑΓ γίνεται ὀρθὴ πρὸς τὴν ΖΛ, ὥστε ἔσται ἴσην ἀεὶ διεληλυθυῖα, τὴν μὲν ΗΚ, ἐφ᾽ ᾧ ΗΒ περιφέρεια, τὴν δὲ ΖΛ ἡ ἐφ᾽ ἧς ΖΓ. εἰ δὲ τὸ τέταρτον μέρος ἴσην ἐξελίττεται, δῆλον ὅτι καὶ ὁ ὅλος κύκλος τῷ ὅλῳ κύκλῳ ἴσην ἐξελιχθήσεται, ὥστε ὅταν ἡ ΒΗ γραμμὴ ἔλθῃ ἐπὶ τὸ Κ, καὶ ἡ ΖΓ ἔσται περιφέρεια ἐπὶ τῆς ΖΛ, καὶ ὁ κύκλος ὅλος ἐξειλιγμένος. ὁμοίως δὲ καὶ ἐὰν τὸν μέγαν κινῶ, ἐναρμόσας τὸν μικρόν, τοῦ αὐτοῦ κέντρου ὄντος, ἅμα τῇ ΑΓ ἡ ΑΒ κάθετος καὶ ὀρθὴ ἔσται, ἡ μὲν πρὸς τὴν ΖΙ, ἡ δὲ πρὸς τὴν ΗΘ. ὥστε ὅταν ἴσην ἡ μὲν τῇ ΗΘ ἔσται διεληλυθυῖα, ἡ δὲ τῇ ΖΙ, καὶ γένηται ὀρθὴ πάλιν ἡ ΖΑ πρὸς τὴν ΖΛ, καὶ ἡ ΑΓ ὀρθὴ πάλιν, ὡς τὸ ἐξ ἀρχῆς ἔσονται ἐπὶ τῶν ΘΙ. τὸ δὲ μήτε στάσεως γινομένης τὸ μεῖζον τῷ ἐλάττονι, ὥστε μένειν τινὰ χρόνον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου· κινοῦνται γὰρ συνεχῶς ἄμφω ἀμφοτεράκις. μὴ ὑπερπηδῶντος τοῦ ἐλάττονος μηθὲν σημεῖον, τὸν μὲν μείζω τῷ ἐλάττονι ἴσην διεξιέναι, τὸν δὲ τῷ μείζονι, ἄτοπον. ἔτι δὲ μιᾶς κινήσεως οὔσης ἀεὶ τὸ κέντρον τὸ κινούμενον ὁτὲ μὲν τὴν μεγάλην ὁτὲ δὲ τὴν ἐλάττονα ἐκκυλίεσθαι θαυμαστόν. τὸ γὰρ αὐτὸ τῷ αὐτῷ τάχει φερόμενον ἴσην πέφυκε διεξιέναι· τῷ αὐτῷ δὲ τάχει ἴσην ἐστὶ κινεῖν ἀμφοτεράκις. ἀρχὴ δὲ ληπτέα ἥδε περὶ τῆς αἰτίας αὐτῶν, ὅτι ἡ αὐτὴ δύναμις καὶ ἴση τὸ μὲν βραδύτερον κινεῖ μέγεθος, τὸ δὲ ταχύτερον. εἰ δή τι εἴη ὃ μὴ πέφυκεν ὑφ᾽ ἑαυτοῦ κινεῖσθαι, ἐὰν τοῦτο ἅμα καὶ αὐτὸ κινῇ τὸ πεφυκὸς κινεῖσθαι, βραδύτερον κινηθήσεται ἢ εἰ αὐτὴ καθ᾽ αὑτὴν ἐκινεῖτο. καὶ ἐὰν μὲν πεφυκὸς ᾖ κινεῖσθαι, μὴ συγκινῆται δὲ μηθέν, ὡσαύτως ἕξει. καὶ ἀδύνατον δὴ κινεῖσθαι πλέον ἢ τὸ κινοῦν· οὐ γὰρ τὴν αὑτοῦ κινεῖται κίνησιν, ἀλλὰ *[856a]* τὴν τοῦ κινοῦντος. εἴη δὴ κύκλος ὁ μὲν μείζων τὸ Α, ὁ δὲ ἐλάττων ἐφ᾽ ᾧ Β. εἰ ὠθοίη δ᾽ ὁ ἐλάττων τὸν μείζω, μὴ κυλιομένου αὐτοῦ, φανερὸν ὅτι τοσοῦτον δίεισι τῆς εὐθείας ὁ μείζων, ὅσον ἐώσθη ὑπὸ τοῦ ἐλάττονος. τοσοῦτον δέ γε ἐώσθη ὅσον ὁ μικρὸς ἐκινήθη. ἴσην ἄρα τῆς εὐθείας διεληλύθασιν. ἀνάγκη τοίνυν καὶ εἰ κυλιόμενος ὁ ἐλάττων τὸν μείζω ὠθοίη, κυλισθῆναι μὲν ἅμα τῇ ὤσει, τοσοῦτον δ᾽ ὅσον ὁ ἐλάττων ἐκυλίσθη, εἰ μηθὲν αὐτὸς τῇ αὐτῇ κινήσει κινεῖται. ὡς γὰρ καὶ ὅσον ἐκίνει, τοσοῦτον κεκινῆσθαι ἀνάγκη τὸ κινούμενον ὑπ᾽ ἐκείνου. ἀλλὰ μὴν ὅ τε κύκλος τοσοῦτον ἐκίνησε τὸ αὐτό, κύκλῳ τε καὶ ποδιαίαν (ἔστω γὰρ τοσοῦτον ὃ ἐκινήθη), καὶ ὁ μέγας ἄρα τοσοῦτον ἐκινήθη. ὁμοίως δὲ κἂν ὁ μέγας τὸν μικρὸν κινήσῃ, ἔσται κεκινημένος ὁ μικρὸς ὡς καὶ ὁ μείζων. καθ᾽ αὑτὸν μὲν δὴ κινηθεὶς ὁποτεροσοῦν, ἐάν τε ταχὺ ἐάν τε βραδέως· τῷ αὐτῷ δὲ τάχει εὐθὺς ὅσην ὁ μείζων πέφυκεν ἐξελιχθῆναι γραμμήν. ὅπερ καὶ ποιεῖ τὴν ἀπορίαν, ὅτι οὐκέτι ὁμοίως ποιοῦσιν ὅταν συναρμοσθῶσιν. τὸ δ᾽ ἔστιν, εἰ ὁ ἕτερος ὑπὸ τοῦ ἑτέρου

κινεῖται οὐχ ἣν πέφυκεν, οὐδὲ τὴν αὑτοῦ κίνησιν. οὐθὲν γὰρ διαφέρει περιθεῖναι καὶ ἐναρμόσαι ἢ προσθεῖναι ὁποτερονοῦν ὁποτέρῳ· ὁμοίως γάρ, ὅταν ὁ μὲν κινῇ ὁ δὲ κινῆται ὑπὸ τούτου, ὅσον ἂν κινῇ ἅτερος, τοσοῦτον κινηθήσεται ἅτερος. ὅταν μὲν οὖν προσκείμενον κινῇ ἢ προσκρεμάμενον, οὐκ ἀεὶ κυλίει τις· ὅταν δὲ περὶ τὸ αὐτὸ κέντρον τεθῶσιν, ἀνάγκη κυλίεσθαι ἀεὶ τὸν ἕτερον ὑπὸ τοῦ ἑτέρου. ἀλλ᾽ οὐθὲν ἧττον οὐ τὴν αὑτοῦ κίνησιν ἅτερος κινεῖται, ἀλλ᾽ ὥσπερ ἂν εἰ μηδεμίαν εἶχε κίνησιν. κἂν ἔχῃ, μὴ χρῆται δ᾽ αὐτῇ, ταὐτὸ συμβαίνει. ὅταν μὲν οὖν ὁ μέγας κινῇ ἐνδεδεμένον τὸν μικρόν, ὁ μικρὸς κινεῖται ὅσηνπερ οὗτος· ὅταν δὲ ὁ μικρός, πάλιν ὁ μέγας ὅσην οὗτος. χωριζόμενος δὲ ἑκάτερος αὑτὸν κινεῖ αὐτός. ὅτι δὲ τοῦ αὐτοῦ κέντρου ὄντος καὶ κινοῦντος τῷ αὐτῷ τάχει συμβαίνει ἄνισον διεξιέναι αὐτοὺς γραμμήν, παραλογίζεται ὁ ἀπορῶν σοφιστικῶς. τὸ αὐτὸ μὲν γάρ ἐστι κέντρον ἀμφοῖν, ἀλλὰ κατὰ συμβεβηκός, ὡς μουσικὸν καὶ λευκόν· τὸ γὰρ εἶναι ἑκατέρου κέντρου τῶν κύκλων οὐ τῷ αὐτῷ χρῆται. ὅταν μὲν οὖν ὁ κινῶν ᾖ ὁ μικρός, ὡς ἐκείνου κέντρον καὶ ἀρχή, ὅταν δὲ ὁ μέγας, ὡς ἐκείνου. οὔκουν τὸ αὐτὸ κινεῖ ἁπλῶς, ἀλλ᾽ ἔστιν ὥς.

[856b]
Διὰ τί τὰς κλίνας ποιοῦσι διπλασιοπλεύρους, τὴν μὲν ἓξ ποδῶν καὶ μικρῷ μείζω πλευράν, τὴν δὲ τριῶν; καὶ διὰ τί ἐντείνουσιν οὐ κατὰ διάμετρον; ἢ τὸ μὲν μέγεθος τηλικαύτας, ὅπως τοῖς σώμασιν ὦσι σύμμετροι; γίνονται γὰρ οὕτω διπλασιόπλευροι, τετραπήχεις μὲν τὸ μῆκος, διπήχεις δὲ τὸ πλάτος. ἐντείνουσι δὲ οὐ κατὰ διάμετρον ἀλλ᾽ ἀπ᾽ ἐναντίας, ὅπως τά τε ξύλα ἧττον διασπᾶται· τάχιστα γὰρ σχίζεται κατὰ φύσιν διαιρούμενα ταύτῃ, καὶ ἑλκόμενα πονεῖ μάλιστα. ἔτι ἐπειδὴ δεῖ βάρος δύνασθαι τὰ σπαρτία φέρειν, οὕτως ἧττον πονέσει λοξοῖς τοῖς σπαρτίοις ἐπιτιθεμένου τοῦ βάρους ἢ πλαγίοις. ἔτι δὲ ἔλαττον οὕτω σπαρτίον ἀναλίσκεται. ἔστω γὰρ κλίνη ἡ ΑΖΗΙ, καὶ δίχα διῃρήσθω ἡ ΖΗ κατὰ τὸ Β. ἴσα δὴ τρυπήματά ἐστιν ἐν τῇ ΖΒ καὶ ἐν τῇ ΖΑ. καὶ γὰρ αἱ πλευραὶ ἴσαι εἰσίν· ἡ γὰρ ὅλη ΖΗ διπλασία ἐστίν. ἐντείνουσι δ᾽ ὡς γέγραπται, ἀπὸ τοῦ Α ἐπὶ τὸ Β, εἶτα οὗ τὸ Γ, εἶτα οὗ τὸ Δ, εἶτα οὗ τὸ Θ, εἶτα οὗ τὸ Ε. καὶ οὕτως ἀεί, ἕως ἂν εἰς γωνίαν καταστρέψωσιν ἄλλην· δύο γὰρ ἔχουσι γωνίαι τὰς ἀρχὰς τοῦ σπαρτίου. ἴσα δέ ἐστι τὰ σπαρτία κατὰ τὰς κάμψεις, τό τε ΑΒ καὶ ΒΓ τῷ ΓΔ καὶ ΔΘ. καὶ τὰ ἄλλα δὲ τὰ τοιαῦτά ἐστιν, ὅτι οὕτως ἔχει ἡ αὐτὴ ἀπόδειξις. ἡ μὲν γὰρ ΑΒ τῇ ΕΘ ἴση· ἴσαι γάρ εἰσιν αἱ πλευραὶ τοῦ ΒΗΚ Α χωρίου, καὶ τὰ τρυπήματα ἴσα διέστηκεν. ἡ δὲ ΒΗ ἴση τῇ ΚΑ· ἡ γὰρ Β γωνία ἴση τῇ Η. ἐν ἴσοις γὰρ ἡ μὲν ἐκτός, ἡ δὲ ἐντός· καὶ ἡ μὲν Β ἐστὶν ἡμίσεια ὀρθῆς· ἡ γὰρ ΖΒ ἴση τῇ ΖΑ· καὶ γωνία δὲ ἡ κατὰ τὸ Ζ ὀρθή. ἡ δὲ Β γωνία ἴση τῇ κατὰ τὸ Η· ἡ γὰρ κατὰ τὸ Ζ ὀρθή, ἐπειδὴ διπλασιόπλευρον τὸ ἑτερόμηκες καὶ πρὸς μέσον κέκλασται. ὥστε ἡ ΑΓ τῇ ΕΗ ἴση. ταύτῃ δὲ ἡ ΚΘ· παράλληλος γάρ. ὥστε ἡ ΒΓ ἴση τῇ ΚΘ. ἡ δὲ ΓΕ τῇ ΔΘ. ὁμοίως δὲ καὶ αἱ ἄλλαι δείκνυνται ὅτι ἴσαι εἰσὶν αἱ κατὰ τὰς κάμψεις δύο ταῖς δυσίν. ὥστε δῆλον ὅτι τὰ τηλικαῦτα σπαρτία ὅσον τὸ ΑΒ, τέσσαρα τοσαῦτ᾽ ἔνεστιν ἐν τῇ κλίνῃ· ὅσον δ᾽ ἐστὶ τὸ πλῆθος τῶν ἐν τῇ ΖΗ πλευρᾷ τρυπημάτων, καὶ ἐν τῷ ἡμίσει τῷ ΖΒ τὰ ἡμίση. ὥστε ἐν τῇ ἡμισείᾳ κλίνῃ τηλικαῦτα μεγέθη σπαρτίων ἐστὶν ὅσον τῷ ΒΑ ἔνεστι, τοσαῦτα δὲ τὸ πλῆθος ὅσαπερ ἐν τῷ ΒΗ τρυπήματα. ταῦτα δὲ οὐδὲν διαφέρει λέγειν ἢ ὅσα ἐν τῇ ΑΖ καὶ ΒΖ τὰ συνάμφω. εἰ δὲ κατὰ διάμετρον ἐνταθῇ τὰ σπαρτία, ὡς ἐν τῇ ΑΒΓΔ κλίνῃ ἔχει, τὰ ἡμίσεά εἰσιν οὐ τοσαῦτα *[857a]* ὅσα αἱ πλευραὶ ἀμφοῖν, αἱ ΑΖ ΖΗ· τὰ ἴσα δέ, ὅσα ἐν τῷ ΖΒΖΑ τρυπήματα ἔνεστιν. μείζονες δέ εἰσιν αἱ ΑΖ ΒΖ δύο οὖσαι τῆς ΑΒ. ὥστε καὶ τὸ σπαρτίον μεῖζον τοσούτῳ ὅσον αἱ πλευραὶ ἄμφω μείζους εἰσὶ τῆς διαμέτρου.

Διὰ τί χαλεπώτερον τὰ μακρὰ ξύλα ἀπ᾽ ἄκρου φέρειν ἐπὶ τῷ ὤμῳ ἢ κατὰ τὸ μέσον, ἴσου τοῦ βάρους ὄντος; πότερον ὅτι σαλευομένου τοῦ ξύλου τὸ ἄκρον κωλύει φέρειν, μᾶλλον ἀντισπῶν τῇ σαλεύσει τὴν φοράν; ἢ κἂν μηθὲν κάμπτηται μηδ᾽ ἔχῃ πολὺ μῆκος, ὅμως χαλεπώτερον φέρειν ἀπ᾽

ἄκρου; ἀλλ᾽ ὅτι καὶ ῥᾷον αἴρεται ἀπ᾽ ἄκρου ἢ ἐκ μέσου, διὰ τὸ αὐτὸ καὶ φέρειν οὕτω ῥᾴδιον. αἴτιον δὲ ὅτι ἐκ μέσου μὲν αἰρόμενον ἀεὶ ἐπικουφίζει ἄλληλα τὰ ἄκρα, καὶ θάτερον μέρος τὸ ἐπὶ θάτερον εὖ αἴρει. ὥσπερ γὰρ κέντρον γίνεται τὸ μέσον, ᾗ ἔχει τὸ αἶρον ἢ φέρον. εἰς τὸ ἄνω οὖν κουφίζεται ἑκάτερον τῶν ἄκρων εἰς τὸ κάτω ῥέπον. ἀπὸ δὲ τοῦ ἄκρου αἰρόμενον ἢ φερόμενον οὐ ποιεῖ τοῦτο, ἀλλ᾽ ἅπαν τὸ βάρος ῥέπει ἐφ᾽ ἓν μέσον, εἰς ὅπερ αἴρεται ἢ φέρεται. ἔστω μέσον ἐφ᾽ οὗ Α, ἄκρα ΒΓ. αἰρομένου οὖν ἢ φερομένου κατὰ τὸ Α, τὸ μὲν Β κάτω ῥέπον ἄνω αἴρει τὸ Γ, τὸ δὲ Γ κάτω ῥέπον τὸ Β ἄνω αἴρει· ἅμα δὲ αἰρόμενα ἄνω ποιεῖ ταῦτα.

Διὰ τί, ἐὰν ᾖ λίαν μακρὸν τὸ αὐτὸ βάρος, χαλεπώτερον φέρειν ἐπὶ τοῦ ὤμου, κἂν μέσον φέρῃ τις, ἢ ἐὰν ἔλαττον ᾖ; πάλαι ἐλέχθη ὡς οὐκ ἔστιν αἴτιον ἡ σάλευσις· ἀλλ᾽ ἡ σάλευσις νῦν αἰτιόν ἐστιν. ὅταν γὰρ ᾖ μακρότερον, τὰ ἄκρα σαλεύεται, ὥστε εἴη ἂν καὶ τὸν φέροντα χαλεπώτερον φέρειν μᾶλλον. αἴτιον δὲ τοῦ σαλεύεσθαι μᾶλλον, ὅτι τῆς αὐτῆς κινήσεως οὔσης μεθίσταται τὰ ἄκρα, ὅσῳπερ ἂν ᾖ μακρότερον τὸ ξύλον. ὁ μὲν γὰρ ὦμος κέντρον, ἐφ᾽ οὗ τὸ Α (μένει γὰρ τοῦτο), αἱ δὲ ΑΒ καὶ ΑΓ αἱ ἐκ τοῦ κέντρου. ὅσῳ δ᾽ ἂν ᾖ μεῖζον τὸ ἐκ τοῦ κέντρου ἢ τὸ ΑΒ ἢ καὶ τὸ ΑΓ, πλέον μεθίσταται μέγεθος. δέδεικται δὲ τοῦτο πρότερον.

Διὰ τί ἐπὶ τοῖς φρέασι τὰ κηλώνεια ποιοῦσι τοῦτον τὸν ρόπον; προστιθέασι γὰρ βάρος ἐν τῷ ξύλῳ τὸν μόλιβδον, ὄντος βάρους τοῦ κάδου αὐτοῦ, καὶ κενοῦ καὶ πλήρους ὄντος. ἢ ὅτι ἐν δυσὶ χρόνοις διῃρημένου τοῦ ἔργου (βάψαι γὰρ δεῖ, καὶ τοῦτ᾽ ἄνω ἑλκύσαι) συμβαίνει καθιέναι μὲν κενὸν *[857b]* ῥᾳδίως, αἴρειν δὲ πλήρη χαλεπῶς; λυσιτελεῖ οὖν μικρῷ βραδύτερον εἶναι τὸ καταγαγεῖν πρὸς τὸ πολὺ κουφίσαι τὸ βάρος ἀνάγοντι. τοῦτο οὖν ποιεῖ ἐπ᾽ ἄκρῳ τῷ κηλωνείῳ ὁ μόλιβδος προσκείμενος ἢ ὁ λίθος. καθιμῶντι μὲν γὰρ γίνεται βάρος μεῖζον ἢ εἰ μόνον κενὸν δεῖ κατάγειν τὸν κάδον· ὅταν δὲ πλήρης ᾖ, ἀνάγει ὁ μόλιβδος, ἢ ὅ τι ἂν ᾖ τὸ προσκείμενον βάρος. ὥστ᾽ ἐστὶ ῥᾷον αὐτῷ τὰ ἄμφω ἢ ἐκείνῳ.

Διὰ τί, ὅταν φέρωσιν ἐπὶ ξύλου ἤ τινος τοιούτου δύο ἄνθρωποι ἴσον βάρος, οὐχ ὁμοίως θλίβονται, ἐὰν μὴ ἐπὶ τῷ μέσῳ ᾖ τὸ βάρος, ἀλλὰ μᾶλλον ὅσῳ ἂν ἐγγύτερον ᾖ τῶν φερόντων; ἢ διότι μοχλὸς μὲν γίνεται οὕτως ἐχόντων τὸ ξύλον, τὸ δὲ βάρος ὑπομόχλιον, ὁ δὲ ἐγγύτερος τοῦ βάρους τῶν φερόντων τὸ βάρος τὸ κινούμενον, ἅτερος δὲ τῶν φερόντων τὸ βάρος ὁ κινῶν. ὅσῳ γὰρ πλέον ἀπέχει τοῦ βάρους, τοσούτῳ ῥᾷον κινεῖ, καὶ θλίβει μᾶλλον τὸν ἕτερον εἰς τὸ κάτω, ὥσπερ ἀντερείδοντος τοῦ βάρους τοῦ ἐπικειμένου καὶ γινομένου ὑπομοχλίου. ἐν μέσῳ δὲ ὑποκειμένου τοῦ βάρους, οὐδὲν μᾶλλον ἅτερος θατέρῳ γίνεται βάρος, οὐδὲ κινεῖ, ἀλλ᾽ ὁμοίως ἑκάτερος ἑκατέρῳ γίνεται βάρος.

Διὰ τί οἱ ἀνιστάμενοι πάντες πρὸς ὀξεῖαν γωνίαν τῷ μηρῷ ποιήσαντες τὴν κνήμην ἀνίστανται, καὶ τῷ θώρακι πρὸς τὸν μηρόν; εἰ δὲ μή, οὐκ ἂν δύναιντο ἀναστῆναι. πότερον ὅτι τὸ ἴσον ἠρεμίας πανταχοῦ αἴτιον, ἡ δὲ ὀρθὴ γωνία τοῦ ἴσου, καὶ ποιεῖ στάσιν· διὸ καὶ φέρεται πρὸς ὁμοίας γωνίας τῇ περιφερείᾳ τῆς γῆς. οὐ γὰρ ὅτι καὶ πρὸς ὀρθὴν ἔσται τῷ ἐπιπέδῳ. ἢ ὅτι ἀνιστάμενος γίνεται ὀρθός, ἀνάγκη δὲ τὸν ἑστῶτα κάθετον εἶναι πρὸς τὴν γῆν. εἰ οὖν μέλλει ἔσεσθαι πρὸς ὀρθήν, τοῦτο δέ ἐστι τὸ τὴν κεφαλὴν ἔχειν κατὰ τοὺς πόδας, καὶ γίνεσθαι δὴ ὅτε ἀνίσταται. ὅταν μὲν οὖν καθήμενος ᾖ, παράλληλον ἔχει τὴν κεφαλὴν καὶ τοὺς πόδας, καὶ οὐκ ἐπὶ μιᾶς εὐθείας. ἡ κεφαλὴ Α ἔστω, θώραξ ΑΒ, μηρὸς ΒΓ, κνήμη ΓΔ. πρὸς ὀρθὴν δὲ γίνεται ὅ τε θώραξ [ἐφ᾽ ὧν ΑΒ] τῷ μηρῷ καὶ ὁ μηρὸς τῇ κνήμῃ οὕτως καθημένῳ. ὥστε οὕτως ἔχοντα ἀδύνατον ἀναστῆναι. ἀνάγκη δὲ ἐγκλῖναι τὴν κνήμην καὶ ποιεῖν τοὺς πόδας ὑπὸ τὴν κεφαλήν. τοῦτο δὲ ἔσται, ἐὰν ἡ ΓΔ ἐφ᾽ ἧς τὰ ΓΖ γένηται,

καὶ ἅμα ἀναστῆναι συμβήσεται, καὶ ἔχειν ἐπὶ *[858a]* τῆς αὐτῆς ἴσης τὴν κεφαλήν τε καὶ τοὺς πόδας. ἡ δὲ ΓΖ ὀξεῖαν ποιεῖ γωνίαν πρὸς τὴν ΒΓ.

Διὰ τί ῥᾷον κινεῖται τὸ κινούμενον ἢ τὸ μένον, οἷον τὰς ἁμάξας θᾶττον κινουμένας ὑπάγουσιν ἢ ἀρχομένας; ἢ ὅτι χαλεπώτατον μὲν τὸ εἰς τοὐναντίον κινούμενον κινῆσαι βάρος; ἀφαιρεῖται γάρ τι τῆς τοῦ κινοῦντος δυνάμεως, κἂν πολὺ θᾶττον ᾖ· ἀνάγκη γὰρ βραδυτέραν γίνεσθαι τὴν ὦσιν τοῦ ἀντωθουμένου. δεύτερον δέ, ἐὰν ἠρεμῇ· ἀντιτείνει γὰρ καὶ τὸ ἠρεμοῦν. τὸ δὲ κινούμενον ἐπὶ τὸ αὐτὸ τῷ ὠθοῦντι ὅμοιον ποιεῖ ὥσπερ ἂν εἰ αὐξήσειέ τις τὴν τοῦ κινοῦντος δύναμιν καὶ ταχυτῆτα· ὃ γὰρ ὑπ᾽ ἐκείνου ἂν ἔπασχε, τοῦτο αὐτὸ ποιεῖ εἰς τὸ πρὸ ὁδοῦ κινούμενον.

Διὰ τί παύεται φερόμενα τὰ ῥιφέντα; πότερον ὅταν λήγῃ ἡ ἰσχὺς ἡ ἀφεῖσα, ἢ διὰ τὸ ἀντισπᾶσθαι, ἢ διὰ τὴν ῥοπήν, ἐὰν κρείττων ᾖ τῆς ἰσχύος τῆς ῥιψάσης; ἢ ἄτοπον τὸ ταῦτ᾽ ἀπορεῖν, ἀφέντα τὴν ἀρχήν.

Διὰ τί φέρεταί τι οὐ τὴν αὑτοῦ φοράν, μὴ ἀκολουθοῦντος καὶ ὠθοῦντος τοῦ ἀφέντος; ἢ δῆλον ὅτι ἐποίησε τοιοῦτον τὸ πρῶτον ὡς θάτερον ὠθεῖν, καὶ τοῦθ᾽ ἕτερον· παύεται δέ, ὅταν μηκέτι δύνηται ποιεῖν τὸ προωθοῦν τὸ φερόμενον ὥστε ὠθεῖν, καὶ ὅταν τὸ τοῦ φερομένου βάρος ῥέπῃ μᾶλλον τῆς εἰς τὸ πρόσθεν δυνάμεως τοῦ ὠθοῦντος.

Διὰ τί οὔτε τὰ ἐλάττονα οὔτε τὰ μεγάλα πόρρω φέρεται ῥιπτούμενα, ἀλλὰ δεῖ συμμετρίαν τινὰ ἔχειν πρὸς τὸν ῥιπτοῦντα; πότερον ὅτι ἀνάγκη τὸ ῥιπτούμενον καὶ ὠθούμενον ἀντερείδειν ὅθεν ὠθεῖται; τὸ δὲ μηθὲν ὑπεῖκον διὰ μέγεθος ἢ μηδὲν ἀντερεῖσαν δι᾽ ἀσθένειαν οὐ ποιεῖ ῥῖψιν οὐδὲ ὦσιν. τὸ μὲν οὖν πολὺ ὑπερβάλλον τῆς ἰσχύος τῆς ὠθούσης οὐθὲν ὑπείκει, τὸ δὲ πολὺ ἀσθενέστερον οὐδὲν ἀνερείδει. ἢ ὅτι τοσοῦτον φέρεται τὸ φερόμενον, ὅσον ἂν ἀέρα κινήσῃ εἰς βάθος; τὸ δὲ μηδὲν κινούμενον οὐδ᾽ ἂν κινήσειεν οὐδέν. συμβαίνει δὴ ἀμφότερα τούτοις ἔχειν. *[858b]* τό τε γὰρ σφόδρα μέγα καὶ τὸ σφόδρα μικρὸν ὥσπερ οὐθὲν κινούμενά ἐστι· τὸ μὲν γὰρ αὐτὸ καθ᾽ ἓν κινεῖ, τὸ δ᾽ οὐθὲν κινεῖται.

Διὰ τί τὰ φερόμενα ἐν τῷ δινουμένῳ ὕδατι εἰς τὸ μέσον τελευτῶντα φέρονται ἅπαντα; πότερον ὅτι μέγεθος ἔχει τὸ φερόμενον, ὥστε ἐν δυσὶ κύκλοις εἶναι, τῷ μὲν ἐλάττονι τῷ δὲ μείζονι, ἑκάτερον αὐτοῦ τῶν ἄκρων. ὥστε περισπᾷ ὁ μείζων διὰ τὸ φέρεσθαι θᾶττον, καὶ πλάγιον ἀπωθεῖ αὐτὸ εἰς τὸν ἐλάττω. ἐπεὶ δὲ πλάτος ἔχει τὸ φερόμενον, καὶ οὗτος πάλιν τὸ αὐτὸ ποιεῖ, καὶ ἀπωθεῖ εἰς τὸν ἐντός, ἕως ἂν εἰς τὸ μέσον ἔλθῃ. καὶ τότε μένει διὰ τὸ ὁμοίως ἔχειν πρὸς ἅπαντας τοὺς κύκλους τὸ φερόμενον, διὰ τὸ μέσον· καὶ γὰρ τὸ μέσον ἴσον ἀπέχει ἐν ἑκάστῳ τῶν κύκλων. ἢ ὅτι ὅσων μὲν μὴ κρατεῖ ἡ φορὰ τοῦ δινουμένου ὕδατος διὰ τὸ μέγεθος, ἀλλ᾽ ὑπερέχει τῇ βαρύτητι τῆς τοῦ κύκλου ταχυτῆτος, ἀνάγκη ὑπολείπεσθαι καὶ βραδύτερον φέρεσθαι. βραδύτερον δὲ ὁ ἐλάττων κύκλος φέρεται· τὸ αὐτὸ γὰρ ἐν ἴσῳ χρόνῳ ὁ μέγας τῷ μικρῷ στρέφεται κύκλῳ, ὅταν ὦσι περὶ τὸ αὐτὸ μέσον. ὥστε εἰς τὸν ἐλάττονα κύκλον ἀναγκαῖον ἀπολείπεσθαι, ἕως ἂν ἐπὶ τὸ μέσον ἔλθῃ. ὅσων δὲ πρότερον κρατεῖ ἡ φορά, λήγουσα ταὐτὸ ποιήσει. δεῖ γὰρ τὸν μὲν εὐθύ, τὸν δὲ ἕτερον κρατεῖν τῇ ταχυτῆτι τοῦ βάρους, ὥστε εἰς τὸν ἐντὸς ἀεὶ κύκλον ὑπολείπεσθαι πᾶν. ἀνάγκη γὰρ αὐτὸ ἐντὸς ἢ ἐκτὸς κινεῖσθαι τὸ μὴ κρατούμενον. ἐν αὐτῷ δὴ τοίνυν ἐν ᾧ ἐστίν, ἀδύνατον φέρεσθαι τὸ μὴ κρατούμενον. ἔτι δὲ ἧττον ἐν τῷ ἐκτός· θάττων γὰρ ἡ φορὰ τοῦ ἐκτὸς κύκλου. λείπεται δὲ εἰς τὸν ἐντὸς τὸ μὴ κρατούμενον μεθίστασθαι. ἀεὶ δὲ ἕκαστον ἐπιδίδωσιν εἰς τὸ μὴ κρατεῖσθαι. ἐπεὶ δὲ πέρας τοῦ μὴ κινεῖσθαι ποιεῖ τὸ εἰς μέσον ἐλθεῖν, μένει δὲ τὸ κέντρον μόνον, ἅπαντα ἀνάγκη εἰς τοῦτο δὴ ἀθροίζεσθαι.