

Μηχανικά Προβλήματα του Ἀριστοτέλους

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

καὶ σὲ [.pdf](#) [.doc](#) [.epub](#)

[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 χρησίμον ἡμῖν ποιεῖ· ἡ μὲν γὰρ φύσις ἀεὶ τὸν αὐτὸν ἔχει τρόπον καὶ ἀπλῶς, τὸ δὲ χρησίμον μεταβάλλει πολλαχῶς. ὅταν οὖν δέη τι παρὰ φύσιν πρᾶξι, 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· τέχνη γὰρ κρατοῦμεν, ὧν φύσει νικώμεθα. τοιαῦτα δὲ ἐστὶν ἐν οἷς τὰ τε ἐλάττονα κρατεῖ τῶν μειζόνων, καὶ τὰ ῥοπήν ἔχοντα μικρὰν κινεῖ βάρη μεγάλα, καὶ πάντα σχεδὸν ὅσα τῶν προβλημάτων μηχανικὰ προσαγορευόμενα. ἐστὶ δὲ ταῦτα τοῖς φυσικοῖς προβλήμασιν οὔτε ταῦτα πάμπαν οὔτε κεχωρισμένα λίαν, ἀλλὰ κοινὰ τῶν μαθηματικῶν θεωρημάτων καὶ τῶν φυσικῶν· τὸ μὲν γὰρ ὡς 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 βᾶρος ὑπὸ μικρᾶς ἰσχύος, καὶ ταῦτα μετὰ βάρους πλείονος· ὃ γὰρ ἄνευ μοχλοῦ κινεῖν οὐ δύναται τις, τοῦτο ταῦτὸ βᾶρος, προσλαβὼν ἔτι τὸ τοῦ μοχλοῦ βᾶρος, κινεῖ θᾶπτον. πάντων δὲ τῶν τοιούτων ἔχει τῆς αἰτίας τὴν ἀρχὴν ὁ κύκλος. καὶ τοῦτο εὐλόγως συμβέβηκεν· ἐκ μὲν γὰρ θαυμασιωτέρου συμβαίνει τι θαυμαστὸν οὐδὲν ἄτοπον, θαυμασιώτατον δὲ τὸ τάναντία γίνεσθαι μετ' ἀλλήλων. ὃ δὲ κύκλος συνέστηκεν ἐκ τοιούτων· εὐθύς γὰρ ἐκ κινουμένου τε γεγένηται καὶ μένοντος, ὧν ἡ φύσις ἐστὶν ὑπεναντία ἀλλήλοις. ὥστ' ἐνταῦθα ἐστὶν ἐπιβλέψασιν ἦττον θαυμάζειν τὰς συμβαινούσας ὑπεναντιώσεις περὶ αὐτόν. πρῶτον μὲν γὰρ τῇ περιεχούσῃ γραμμῇ τὸν κύκλον, πλάτος οὐθὲν ἐχούσῃ, τάναντία πῶς προσεμφαίνεται, τὸ κοῖλον καὶ τὸ κυρτόν. ταῦτα δὲ διέστηκεν ἀλλήλων ὄν 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. ἐν 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 ὀπισθεν. ἢ 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 φανερόν ὅτι μετέβαλεν ἐντεῦθεν. διὸ, 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 μοχλόν 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 ἐτέρω φέρεσθαι τῶν σημείων τῶν ἐν αὐτῇ ἰσοσταχῶς, ἀλλ' ἀεὶ τὸ τοῦ μένοντος πέρατος πορρώτερον ὄν θᾶπτον, πολλὰ τῶν θαυματομένων συμβαίνει περὶ τὰς κινήσεις τῶν κύκλων· περὶ ὧν ἐν τοῖς ἐπομένοις προβλήμασιν ἐστὶ δῆλον. διὰ δὲ τὸ τὰς ἐναντίας κινήσεις ἅμα κινεῖσθαι τὸν κύκλον, καὶ τὸ μὲν ἕτερον τῆς διαμέτρου τῶν ἄκρων, ἐφ' οὗ τὸ Α, εἰς

τούμπροσθεν κινεῖσθαι, θάτερον δέ, ἐφ' οὗ τὸ Β, εἰς τοῦπισθεν, κατασκευάζουσί τινες ὥστ' ἀπὸ μιᾶς κινήσεως πολλοὺς ὑπεναντίους ἅμα κινεῖσθαι κύκλους, ὥσπερ οὖς ἀνατιθέασιν ἐν τοῖς ἱεροῖς ποιήσαντες τροχίσκους χαλκοῦς τε καὶ σιδηροῦς. εἰ γὰρ εἴη τοῦ ΑΒ κύκλου ἀπτόμενος ἕτερος κύκλος ἐφ' οὗ ΓΔ, τοῦ κύκλου τοῦ ἐφ' οὗ ΑΒ κινουμένης τῆς διαμέτρου εἰς τοῦμπροσθεν, κινήσεται ἡ ΓΔ εἰς τοῦπισθεν τοῦ κύκλου τοῦ ἐφ' οὗ Α, κινουμένης τῆς διαμέτρου περὶ τὸ αὐτό. εἰς τούναντίον ἄρα κινήσεται ὁ ἐφ' οὗ ΓΔ κύκλος τῷ ἐφ' οὗ ΑΒ· καὶ πάλιν αὐτὸς τὸν ἐφεξῆς, ἐφ' οὗ ΕΖ, εἰς τούναντίον αὐτῷ κινήσει διὰ τὴν αὐτὴν αἰτίαν. τὸν αὐτὸν δὲ τρόπον κἂν πλείους ὦσι, τοῦτο ποιήσουσιν ἐνὸς μόνου κινήθεντος. ταύτην οὖν λαβόντες ὑπάρχουσιν ἐν τῷ κύκλῳ τὴν φύσιν οἱ δημιουργοὶ κατασκευάζουσιν ὄργανον κρύπτοντες τὴν ἀρχὴν, ὅπως ἦ 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 μείζων τῶν ἐλαττόνων. τούτου δὲ ἀρχή, διὰ τί ποτε ἐν τῷ κύκλῳ ἡ πλεῖον ἀφεστηκυῖα γραμμὴ τοῦ κέντρου τῆς ἐγγύς τῇ αὐτῇ ἰσχυρὴ κινουμένης θᾶττον φέρεται τῆς ἐλάττονος; τὸ γὰρ θᾶττον λέγεται διχῶς· ἂν τε γὰρ ἐν ἐλάττονι χρόνῳ ἴσον τόπον διεξέλθῃ, θᾶττον εἶναι λέγομεν, καὶ ἂν ἐν ἴσῳ πλείω. ἡ δὲ μείζων ἐν ἴσῳ χρόνῳ γράφει μείζονα κύκλον· ὁ γὰρ ἐκτὸς μείζων τοῦ ἐντός. αἴτιον δὲ τούτων ὅτι φέρεται δύο φοράς ἢ γράφουσα τὸν κύκλον. ὅταν μὲν οὖν ἐν λόγῳ τινὶ φέρηται, ἐπ' εὐθείας ἀνάγκη φέρεσθαι τὸ φερόμενον, καὶ γίνεται διάμετρος αὐτῆ 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' ἧ ΑΒ πρὸς τὸ Ε. εἰ οὖν ἐπὶ τῆς φοράς ὁ λόγος ἦν ὃν ἡ ΑΒ ἔχει πρὸς τὴν ΑΓ, ἀνάγκη καὶ τὴν ΑΔ πρὸς τὴν ΑΕ τοῦτον ἔχειν τὸν λόγον. ὁμοιον ἄρα ἐστὶ τῷ λόγῳ τὸ μικρὸν τετράπλευρον τῷ μείζονι, ὥστε καὶ ἡ αὐτὴ διάμετρος αὐτῶν, καὶ τὸ Α ἔσται πρὸς Ζ. τὸν αὐτὸν δὲ τρόπον δειχθήσεται κἂν ὅπου οὖν διαληφθῇ ἡ φορά· αἰεὶ γὰρ ἔσται ἐπὶ τῆς διαμέτρου. φανερὸν οὖν ὅτι τὸ κατὰ τὴν διάμετρον φερόμενον ἐν δύο φοράς ἀνάγκη τὸν τῶν πλευρῶν φέρεσθαι λόγον. εἰ γὰρ ἄλλον τινά, οὐκ οἰσθήσεται κατὰ τὴν διάμετρον. ἂν δὲ ἐν μηδενὶ λόγῳ φέρηται δύο φοράς 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. ἂν γὰρ τίνα λόγον ἐνεχθῇ ἐν χρόνῳ τινί, τοῦτον ἀνάγκη τὸν χρόνον εὐθεῖαν εἶναι φοράν διὰ τὰ προειρημένα. ὥστε περιφερὲς γίνεται, δύο φερόμενον φοράς ἐν μηθενὶ λόγῳ μηδένα χρόνον. ὅτι μὲν τοίνυν ἡ τὸν κύκλον γράφουσα φέρεται δύο φοράς 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 δὲ ποτε ἐπὶ τὸ Γ. εἰ μὲν οὖν ἐν τῷ λόγῳ ἐφέρετο ὃν ἔχει ἡ ΒΔ πρὸς τὴν ΔΓ, ἐφέρετο ἂν τὴν διάμετρον τὴν ἐφ' ἧ ΒΓ. νῦν δέ, ἐπεὶ ἐν οὐδενὶ λόγῳ, ἐπὶ τὴν περιφέρειαν φέρεται τὴν ἐφ' ἧ ΒΕΓ. ἂν δὲ δυοῖν φερομένοιν ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος τὸ μὲν ἐκκρούοιτο πλεῖον τὸ δὲ ἔλαττον, εὐλογον βραδύτερον κινήθῃναι 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 τούναντίον, ἐπὶ τὸ μέσον βραδύτερον φέρεται τὸ τῆς ἐλάττονος ἄκρον. πάση 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' αἰεὶ τὴν παρὰ φύσιν ἢ ἐλάττων φέρεται· διὰ γὰρ τὸ ἐγγύτερον εἶναι τοῦ κέντρου τοῦ ἀντισπῶντος κρατεῖται μᾶλλον. ὅτι δὲ μείζον τὸ παρὰ φύσιν κινεῖται ἢ 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 διαμέτροι, 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 ἤξει ἐπὶ τὸ αὐτὸ ὅθεν ὠρμήθη ἐπὶ τὴν ΑΕ, δῆλον ὅτι φέρεται πρὸς αὐτήν. ὁμοίως δὲ καὶ ἡ ΑΧ πρὸς τὴν ΑΧ ἤξει. βραδύτερον δὲ φέρεται ἡ ΑΧ τῆς ΑΒ, ὡσπερ εἴρηται, διὰ τὸ γίνεσθαι μείζονα τὴν ἔκκρουσιν καὶ ἀντισπᾶσθαι μᾶλλον τὴν ΑΧ. ἤχθω δὲ ἡ ΑΘΗ, καὶ ἀπὸ τοῦ Θ κάθετος ἐπὶ τὴν ΑΒ ἢ ΘΖ ἐν τῷ κύκλῳ, καὶ πάλιν ἀπὸ τοῦ Θ ἤχθω παρὰ τὴν ΑΒ ἢ 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 τῆ διαμέτρῳ ἔλαττον τμήμα ἀποτέμνουσι τῆς διαμέτρου ἐν τοῖς μείζουσι κύκλοις, ἔστι δὲ ἡ ΩΥ ἴση τῆ ΘΖ. ἐν ὅσῳ [849b] δὴ χρόνῳ ἡ ΑΘ τὴν ΧΘ ἐνηνέχθη, ἐν τοσοῦτῳ 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 συμβαίνει τὸ παρὰ φύσιν πρὸς τὸ κατὰ φύσιν. εἰ δὴ μείζον ἐστὶ τὸ κατὰ φύσιν ἐν τῇ μείζονι, καὶ τὸ παρὰ φύσιν μᾶλλον ἢ ἐνταῦθα συμπίπτει μοναχῶς, ὥστε τὸ Β ἐνηνέχθαι ἢ τὴν ΒΗ ἐν τῷ ἐφ' οὗ Χ σημείῳ. 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. φανερόν δὲ ἐὰν ἐπιζευχθῶσιν ἀπὸ τῶν ΒΧ ἐπὶ τὰ ΗΘ. εἰ δὲ ἐλάττων ἢ μείζων τῆς ΗΒ ἔσται, ἢν ἠνέχθη τὸ Β, οὐχ ὁμοίως ἔσται οὐδὲ ἀνάλογον ἐν ἀμφοῖν τὸ κατὰ φύσιν πρὸς τὸ παρὰ φύσιν. δι' ἢν μὲν τοίνυν αἰτίαν ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος φέρεται θᾶττον τὸ πλεον ἀπέχον τοῦ κέντρου σημείον, δῆλον διὰ τῶν εἰρημένων· διότι δὲ τὰ μὲν μείζω ζυγὰ ἀκριβέστερά ἐστι τῶν ἐλαττόνων, φανερόν ἐκ τούτων. γίνεται γὰρ τὸ μὲν σπάρτον κέντρον (μένει γὰρ τοῦτο), τὸ δὲ ἐπὶ ἐκάτερον μέρος τῆς πλάστιγγος αἱ ἐκ τοῦ κέντρου. ἀπὸ οὖν τοῦ αὐτοῦ βάρους ἀνάγκη θᾶττον κινεῖσθαι τὸ ἄκρον τῆς πλάστιγγος, ὅσῳ ἢν πλεῖον ἀπέχη τοῦ σπάρτου, καὶ ἕνια μὲν μὴ δῆλα εἶναι ἐν τοῖς μικροῖς ζυγοῖς πρὸς τὴν αἴσθησιν ἐπιτιθέμενα βάρη, ἐν δὲ τοῖς μεγάλοις δῆλα οὐθεν γὰρ κωλύει ἔλαττον κινήθηναι μέγεθος ἢ ὥστε εἶναι τῆ ὄψει φανερόν. ἐπὶ δὲ τῆς μεγάλης πλάστιγγος ποιεῖ ὄρατον τὸ αὐτὸ βάρος μέγεθος. ἕνια δὲ δῆλα μὲν ἐπ' ἀμφοῖν ἐστίν, ἀλλὰ πολλῶ μᾶλλον ἐπὶ τῶν μείζονων διὰ τὸ πολλῶ μείζον γίνεσθαι τὸ μέγεθος τῆς ῥοπῆς ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ βάρους ἐν τοῖς μείζουσι. καὶ διὰ τοῦτο τεχνάζουσιν οἱ ἀλουργοπῶλαι πρὸς τὸ παρακρούεσθαι ἰσάντες, τὸ 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 ἔχη ὄζον· βαρύτερον γὰρ ἐν ᾧ μέρος ἢ ῥίζα τοῦ ξύλου ἐστίν, ὃ δὲ ὄζος ῥίζα τίς ἐστίν.

[850a]

Διὰ τί, ἐὰν μὲν ἄνωθεν ἢ τὸ σπαρτίον, ὅταν κάτωθεν ῥέψαντος ἀφέλη τὸ βάρος, πάλιν ἀναφέρεται τὸ ζυγόν, ἐὰν δὲ κάτωθεν ὑποστή, 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 πλεον, ἕως ἢν ἔλθῃ ἢ δίχα διαιροῦσα τὸ ζυγόν 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 ῥοπή ἐπιτεθῆ, ἔσται τὸ μὲν Β οὐ τὸ Ε, τὸ δὲ Γ οὐ 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 ἀφαιρεθῆ τὸ βάρος ἀπὸ τοῦ Ε, ἀνάγκη κάτω φέρεσθαι τὸ Ζ. ἔλαττον γὰρ ἔστι τὸ Ε. ἐὰν μὲν οὖν ἄνω τὸ σπαρτίον ἔχη, πάλιν διὰ τοῦτο ἀναφέρεται τὸ ζυγόν. ἐὰν δὲ κάτωθεν ἦ τὸ ὑποκείμενον, τούναντίον ποιεῖ· πλεῖον γὰρ γίνεται τοῦ ἡμίσεος τοῦ ζυγοῦ τὸ κάτω μέρος ἢ ὡς ἡ κάθετος διαιρεῖ ὥστε οὐκ ἀναφέρεται· κουφότερον γὰρ τὸ ἐπηρητημένον. 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 οὐ τὸ Ο, τὸ δὲ Ξ οὐ τὸ Ρ, ἡ δὲ ΚΛ οὐ τὸ ΛΘ, ὥστε μείζον ἔστι τὸ ΚΟ τοῦ ΛΡ τῷ ΘΚΛ. καὶ ἀφαιρεθέντος οὖν τοῦ βάρους ἀνάγκη μένειν· ἐπίκειται γὰρ ὡσπερ βάρος ἢ ὑπεροχὴ ἢ τοῦ ἡμίσεος τοῦ ἐν ᾧ τὸ Κ.

Διὰ τί κινουῖσι μεγάλα βάρη μικραὶ δυνάμεις τῷ μοχλῷ, ὡσπερ ἐλέχθη καὶ κατ' ἀρχὴν, προσλαβόντι βάρος ἔτι τὸ τοῦ μοχλοῦ; ῥᾶον δὲ τὸ ἔλαττον ἔστι κινῆσαι βάρος, ἔλαττον δὲ ἔστιν ἄνευ τοῦ μοχλοῦ. ἢ ὅτι αἰτίον ἔστιν ὁ μοχλός, ζυγὸν [ᾧ] κάτωθεν ἔχον τὸ σπαρτίον καὶ εἰς ἄνισα διηρημένον; τὸ γὰρ ὑπομόχλιον ἀντὶ σπαρτίου γίνεται· μένει γὰρ ἄμφω ταῦτα, ὡσπερ τὸ κέντρον. ἐπεὶ δὲ θάττον ὑπὸ τοῦ ἴσου βάρους κινεῖται ἢ μείζων τῶν ἐκ τοῦ κέντρου, ἔστι δὲ τρία τὰ περὶ τὸν μοχλόν, τὸ μὲν ὑπομόχλιον, σπάρτον καὶ κέντρον, δύο δὲ βάρη, ὃ τε κινῶν καὶ τὸ κινούμενον· ὃ [850b] οὖν τὸ κινούμενον βάρος πρὸς τὸ κινῶν, τὸ μῆκος πρὸς τὸ μῆκος ἀντιπέπονθεν. αἰεὶ δὲ ὅσῳ ἂν μείζον ἀφεστήκη τοῦ ὑπομοχλίου, ῥᾶον κινήσει. αἰτία δὲ ἔστιν ἡ προλεχθεῖσα, ὅτι ἡ πλεῖον ἀπέχουσα ἐκ τοῦ κέντρου μείζονα κύκλον γράφει. ὥστε ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος πλέον μεταστήσεται τὸ κινῶν τὸ πλεῖον τοῦ ὑπομοχλίου ἀπέχον. ἔστω μοχλός ἐφ' οὗ ΑΒ, βάρος δὲ ἐφ' ᾧ τὸ Γ, τὸ δὲ κινῶν ἐφ' ᾧ τὸ Δ, ὑπομόχλιον ἐφ' ᾧ τὸ Ε, τὸ δὲ ἐφ' ᾧ τὸ Δ κινήσαν ἐφ' ᾧ τὸ Η, κινούμενον δὲ τὸ ἐφ' οὗ Γ, βάρος ἐφ' οὗ Κ.

Διὰ τί οἱ μεσόνοι μάλιστα τὴν ναῦν κινουῖσιν; ἢ διότι ἡ κόπη μοχλός ἔστιν; ὑπομόχλιον μὲν γὰρ ὁ σκαλμός γίνεται (μένει γὰρ δὴ τοῦτο), τὸ δὲ βάρος ἢ θάλαττα, ἦν ἀπωθεῖ ἡ κόπη· ὁ δὲ κινῶν τὸν μοχλόν ὁ ναύτης ἔστιν. αἰεὶ δὲ πλέον βάρος κινεῖ, ὅσῳ ἂν πλέον ἀφεστήκη τοῦ ὑπομοχλίου ὁ κινῶν τὸ βάρος· μείζων γὰρ οὕτω γίνεται ἢ ἐκ τοῦ κέντρου, ὁ δὲ σκαλμός ὑπομόχλιον ᾧ κέντρον ἔστιν. ἐν μέσῃ δὲ τῇ νηὶ πλεῖστον τῆς κόπης ἐντὸς ἔστιν· καὶ γὰρ ἡ ναῦς ταύτη εὐρυτάτη ἔστιν, ὥστε πλεῖον ἐπ' ἀμφοτέρα ἐνδέχασθαι μέρος τῆς κόπης ἐκατέρου τοίχου ἐντὸς εἶναι τῆς νεώς. κινεῖται μὲν οὖν ἡ ναῦς διὰ τὸ ἀπερειδομένης τῆς κόπης εἰς τὴν θάλασσαν τὸ ἄκρον τῆς κόπης τὸ ἐντὸς προϊέναι εἰς τὸ πρόσθεν, τὴν δὲ ναῦν προσδεδεμένην τῷ σκαλμῷ συμπροϊέναι, ἢ τὸ ἄκρον τῆς κόπης. ἢ γὰρ πλείστην θάλασσαν διαιρεῖ ἡ κόπη, ταύτη ἀνάγκη μάλιστα προωθεῖσθαι· πλείστην δὲ διαιρεῖ ἢ πλεῖστον μέρος ἀπὸ τοῦ σκαλμοῦ τῆς κόπης ἔστιν. διὰ τοῦτο οἱ μεσόνοι μάλιστα κινουῖσιν· μέγιστον γὰρ ἐν μέσῃ νηὶ τὸ ἀπὸ τοῦ σκαλμοῦ τῆς κόπης τὸ ἐντὸς ἔστιν.

Διὰ τί τὸ πηδάλιον μικρὸν ὄν, καὶ ἐπ' ἐσχάτῳ τῷ πλοίῳ, τοσαύτην δύναμιν ἔχει ὥστε ὑπὸ μικροῦ οἶακος καὶ ἐνὸς ἀνθρώπου δυνάμεως, καὶ ταύτης ἡρεμαίας, μεγάλα κινεῖσθαι μεγέθη πλοίων; ἢ διότι καὶ τὸ πηδάλιον ἔστι μοχλός, καὶ μοχλεῦει ὁ κυβερνήτης. ἢ μὲν οὖν προσήρμοσται τῷ πλοίῳ, γίνεται ὑπομόχλιον, τὸ δὲ ὄλον πηδάλιον ὁ μοχλός, τὸ δὲ βάρος ἢ θάλασσα, ὁ δὲ κυβερνήτης ὁ κινῶν. οὐ κατὰ πλάτος δὲ λαμβάνει τὴν θάλασσαν, ὡσπερ ἡ κόπη, τὸ πηδάλιον. οὐ γὰρ εἰς τὸ πρόσθεν κινεῖ τὸ πλοῖον, ἀλλὰ κινούμενον κλίνει, πλαγίως τὴν θάλατταν δεχόμενον. ἐπεὶ γὰρ τὸ βάρος ἦν ἡ θάλασσα, τούναντίον ἀπερειδόμενον κλίνει τὸ πλοῖον. τὸ γὰρ ὑπομόχλιον εἰς

τούναντίον στρέφεται, [851a] ή θάλασσα δὲ ἐντός· ἐκεῖνο δὲ εἰς τὸ ἐκτός. τούτω 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, ὡσπερ κάρηται πλάγιον, τὴν εἰς τὸ πλάγιον, ἢ δεῦρο ἢ ἐκεῖ, ποιεῖ κίνησιν. ἐπ' ἄκρου δὲ καὶ οὐκ ἐν μέσῳ κεῖται, ὅτι ῥᾶστον τὸ κινούμενον κινῆσαι ἀπ' ἄκρου κινεῖ. τάχιστα γὰρ φέρεται τὸ πρῶτον μέρος διὰ τὸ ὡσπερ ἐν τοῖς φερομένοις ἐπὶ τέλει λήγειν τὴν φοράν, οὕτω καὶ τοῦ συνεχοῦς ἐπὶ τέλους ἀσθνεστάτη ἐστὶν ἡ φορά. εἰ δὲ ἀσθνεστάτη, ῥαδίᾳ ἐκκρούειν. διὰ τε δὴ ταῦτα ἐν τῇ πρύμνῃ τὸ πηδάλιον ἐστὶ, καὶ ὅτι ἐνταῦθα μικρᾶς κινήσεως γενομένης πολλῶ μείζον 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 τούναντίον τὸ πλοῖον ἢ ἡ τῆς κώπης πλάτη· τὸ αὐτὸ γὰρ μέγεθος τῇ αὐτῇ ἰσχυρῶς 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, ἢ ἀρχὴ τῆς κώπης, τὸ δὲ Β τὸ ἐν τῇ θαλάττῃ. εἰ δὴ τὸ Α οὐ τὸ Δ μετακεκίνηται, τὸ Β οὐκ ἔσται οὐ τὸ Ε· ἴση γὰρ ἡ Β Ε τῇ Α Δ. ἴσον οὖν μετακεχωρηκὸς ἔσται. ἀλλ' ἦν ἔλαττον. ἔσται δὴ οὐ τὸ Ζ ἢ τὸ Θ. ἄρα τοίνυν τὴν Α Β, καὶ οὐχ ἢ τὸ Γ, καὶ κάτωθεν. ἐλάττων γὰρ ἡ Β Ζ τῆς Α Δ, ὥστε καὶ ἡ Θ Ζ τῆς Δ Θ· ὅμοια γὰρ τὰ τρίγωνα. καθεστηκὸς δὲ ἔσται καὶ τὸ μέσον, τὸ ἐφ' οὗ Γ· εἰς τούναντίον γὰρ τῷ ἐν τῇ θαλάττῃ ἄκρῳ τῷ Β μεταχωρεῖ, ἥπερ τὸ ἐν τῷ πλοίῳ ἄκρον τὸ Α μὴ ἐχώρει οὐ τὸ Δ. ὥστε μετακινηθήσεται τὸ πλοῖον, καὶ ἐκεῖ οὐ ἢ ἀρχὴ τῆς κώπης μεταφέρεται. τὸ δ' αὐτὸ καὶ τὸ πηδάλιον ποιεῖ, πλην ὅτι εἰς τὸ πρόσθεν οὐδὲν συμβάλλεται τῷ πλοίῳ, ὡσπερ ἐλέχθη ἐπὶ ἄνω, ἀλλὰ μόνον τὴν πρύμναν εἰς τὸ πλάγιον ἀπωθεῖ ἔνθα ἢ ἐνθα· εἰς τούναντίον γὰρ ἢ πρῶρα οὕτω νεύει. ἢ μὲν δὴ τὸ πηδάλιον προσέζευκται, δεῖ οἷόν τι τοῦ κινουμένου μέσον νοεῖν, καὶ ὡσπερ ὁ σκαλμός τῇ κώπῃ· τὸ δὲ μέσον ὑποχωρεῖ, ἢ ὁ οἶαξ μετακινεῖται. ἐὰν μὲν εἴσω ἄγη, καὶ ἢ πρύμνα δεῦρο μεθέστηκεν· ἢ δὲ πρῶρα εἰς τούναντίον νεύει· ἐν γὰρ τῷ αὐτῷ οὔσης τῆς πρῶρας τὸ πλοῖον μεθέστηκεν ὅλον.

Διὰ τί, ὅσῳ ἂν ἡ κεραία ἀνωτέρα ἦ, θᾶττον πλεῖ τὰ πλοῖα τῷ αὐτῷ ἰστίῳ καὶ τῷ αὐτῷ πνεύματι; ἢ διότι γίνεται ὁ μὲν ἰστός μοχλός, ὑπομόχλιον δὲ τὸ ἐδώλιον ἐν ᾧ [851b] ἐμπέπηγεν, ὃ δὲ δεῖ κινεῖν βάρος, τὸ πλοῖον, τὸ δὲ κινεῖ τὸ ἐν τῷ ἰστίῳ πνεῦμα. εἰ δ' ὅσῳ ἂν πορρώτερον ἦ τὸ ὑπομόχλιον, ῥᾶον κινεῖ καὶ θᾶττον ἢ αὐτὴ δύναμις τὸ αὐτὸ βάρος, ἢ οὖν κεραία ἀνώτερον ἀγομένη καὶ τὸ ἰστίον πορρώτερον ποιεῖ τοῦ ἐδώλιου ὑπομοχλίου ὄντος.

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

Διὰ τί τὰ στρογγύλα καὶ περιφερῆ τῶν σχημάτων εὐκίνητοτερα; τριχῶς δὲ ἐνδέχεται τὸν κύκλον κυλισθῆναι· ἢ γὰρ κατὰ τὴν ἀψίδα, συµμεταβάλλοντος τοῦ κέντρου, ὡσπερ ὁ τροχὸς ὁ τῆς ἀμάξης κυλίεται· ἢ περὶ τὸ κέντρον μόνον, ὡσπερ αἱ τροχιλαί, τοῦ κέντρου μένοντος· ἢ παρὰ τὸ ἐπίπεδον, τοῦ κέντρου μένοντος, ὡσπερ ὁ κεραμεικὸς τροχὸς κυλίνδεται. εἰ μὲν δὴ τάχιστα τὰ τοιαῦτα, διὰ τε τὸ μικρῶ ἄπτεσθαι τοῦ ἐπιπέδου, ὡσπερ ὁ κύκλος κατὰ στιγμὴν, καὶ διὰ τὸ μὴ προσκόπτειν· ἀφέστηκε γὰρ τῆς γῆς ἢ γωνία. καὶ ἔτι ᾧ ἂν ἀπαντήσῃ σώματι, πάλιν τούτου κατὰ μικρὸν ἄπτεται. εἰ δ' εὐθύγραμμον ἦν, τῇ εὐθείᾳ ἐπὶ πολὺ ἤπτετο ἂν τοῦ ἐπιπέδου. ἔτι ἢ ῥέπει ἐπὶ τὸ βάρος, ταύτη κινεῖ ὁ κινῶν. ὅταν μὲν γὰρ πρὸς ὀρθιον ἢ διάμετρος ἦ τοῦ κύκλου τῷ ἐπιπέδῳ, ἀπτομένου τοῦ

κύκλου κατὰ στιγμήν τοῦ ἐπιπέδου, ἴσον τὸ βάρος ἐπ' ἀμφοτέρα διαλαμβάνει ἢ διάμετρος· ὅταν δὲ κινῆται, εὐθὺς πλέον ἐφ' ᾧ κινεῖται, ὡσπερ ῥέπον. ἐντεῦθεν εὐκίνητοτερον τῷ ὠθοῦντι εἰς τοῦμπροσθεν· ἐφ' ὃ γὰρ ῥέπει ἕκαστον, εὐκίνητόν ἐστιν, εἴπερ καὶ τὸ ἐπὶ τὸ ἐναντίον τῆς ῥοπῆς δυσκίνητον. ἔτι λέγουσί τινες ὅτι καὶ ἡ γραμμὴ ἢ τοῦ κύκλου ἐν φορᾷ ἐστὶν αἰεὶ, ὡσπερ τὰ μένοντα, διὰ τὸ ἀντερείδειν, οἷον καὶ τοῖς μείζουσι κύκλοις ὑπάρχει πρὸς τοὺς ἐλάττονας. θᾶττον γὰρ ὑπὸ τῆς ἴσης ἰσχύος κινοῦνται οἱ μείζους καὶ τὰ βάρη κινουῦσι, διὰ τὸ ῥοπήν τινα ἔχειν τὴν γωνίαν τὴν τοῦ μείζονος κύκλου πρὸς τὴν τοῦ ἐλάττονος, καὶ εἶναι ὅπερ ἢ διάμετρος πρὸς τὴν διάμετρον. ἀλλὰ μὴν πᾶς κύκλος μείζων πρὸς [852a] ἐλάττονα· ἄπειροι γὰρ οἱ ἐλάττονες. εἰ δὲ καὶ πρὸς ἕτερον ἔχει ῥοπήν ὁ κύκλος, ὁμοίως δὲ εὐκίνητος, καὶ ἄλλην ἂν ἔχοι ῥοπήν ὁ κύκλος καὶ τὰ ὑπὸ κύκλου κινούμενα, κἂν μὴ τῇ ἀψίδι ἄπτηται τοῦ ἐπιπέδου, ἀλλ' ἢ παρὰ τὸ ἐπίπεδον, ἢ ὡς αἱ τροχιλαί· καὶ γὰρ οὕτως ἔχοντα ῥᾶστα κινοῦνται καὶ κινουῦσι τὸ βάρος. ἢ οὐ τῷ κατὰ μικρὸν ἄπτεσθαι καὶ προσκρούειν, ἀλλὰ δι' ἄλλην αἰτίαν. αὕτη δὲ ἐστὶν ἡ εἰρημένη πρότερον, ὅτι ἐκ δύο φορῶν γεγένηται ὁ κύκλος, ὥστε μίαν αὐτῶν αἰεὶ ἔχειν ῥοπήν, καὶ οἷον φερόμενον αὐτὸν αἰεὶ κινουῦσιν οἱ κινουῦντες, ὅταν κινῶσι κατὰ τὴν περιφέρειαν ὁπωσοῦν. φερομένην γὰρ αὐτὴν κινουῦσιν· 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 ἐλκόμενα ῥᾶον καὶ θᾶττον κινοῦμεν; οἷον καὶ αἱ τροχιλαί αἱ μείζους τῶν ἐλαττόνων, καὶ αἱ σκυτάλαι ὁμοίως. ἢ διότι ὅσῳ ἂν μείζων ἢ ἐκ τοῦ κέντρου ἦ, ἐν τῷ ἴσῳ χρόνῳ πλέον κινεῖται χωρίον, ὥστε καὶ τοῦ ἴσου βάρους ἐπόντος ποιήσει τὸ αὐτό, ὡσπερ 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 ῥᾶον, ὅταν ἄνευ βάρους ἦ, κινεῖται τὸ ζυγόν, ἢ ἔχον βάρος; ὁμοίως δὲ καὶ τροχὸς ἢ ἄλλο τοιοῦτο τὸ βαρύτερον μὲν μείζων δὲ τοῦ ἐλάττονος καὶ κουφοτέρου. ἢ ὅτι οὐ μόνον εἰς τὸ ἐναντίον τὸ βαρὺ, ἀλλὰ καὶ εἰς τὸ πλάγιον δυσκίνητόν ἐστιν. ἐναντίον γὰρ τῇ ῥοπῇ κινῆσαι χαλεπῶς, ἐφ' ὃ δὲ ῥέπει, ῥαδίως· εἰς δὲ τὸ πλάγιον οὐ ῥέπει.

Διὰ τί ἐπὶ τῶν σκυτάλων ῥᾶον τὰ φορτία κομίζεται ἢ ἐπὶ τῶν ἀμαξῶν, ἐχουσῶν τῶν μὲν μεγάλους τροχούς, τῶν δὲ μικρούς; ἢ διότι ἐπὶ τῶν σκυτάλων οὐδεμίαν ἔχει πρόσκοψιν, τὸ δὲ ἐπὶ τῶν ἀμαξῶν 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 χώρα ὑποκειμένη καὶ τῷ βάρει τῷ ἐπικειμένῳ· ἐπ' ἀμφοτέρων γὰρ τούτων κυλίεται τῶν τόπων ὁ κύκλος καὶ φερόμενος ὠθεῖται.

Διὰ τί πορρώτερω 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 ρίπτει ὁ βάλλων (περιαγαγὼν γὰρ κύκλῳ πολλακίς ἀφίησιν), ἐκ δὲ τῆς χειρὸς ἀπὸ τῆς ἠρεμίας ἢ ἀρχῆς· πάντα δὲ εὐκίνητοτερα κινούμενα ἢ ἠρεμοῦντα. ἢ διὰ τε τοῦτο, καὶ διότι ἐν μὲν τῷ σφενδονᾷ ἢ μὲν χεὶρ γίνεται κέντρον, ἢ δὲ σφενδόνη ἢ ἐκ τοῦ κέντρου· ὅσῳ ἂν ἦ μείζων ἢ ἀπὸ τοῦ κέντρου, κινεῖται θᾶττον. ἢ δὲ ἀπὸ τῆς χειρὸς βολὴ πρὸς τὴν σφενδόνην βραχεῖα ἐστίν.

Διὰ τί ῥᾶον κινοῦνται περὶ τὸ αὐτὸ ζυγόν 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 ῥᾶον στρέφουσιν· ἐν δὲ τοῖς λεπτοῖς ὄνοις πλεῖον γίνεται τὸ ἔξω τοῦ ξύλου, αὕτη δὲ γίνεται ἢ ἐκ τοῦ κέντρου.

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

Διὰ τί περὶ τοὺς αἰγιαλοὺς αἱ καλούμεναι κρόκαι στρογγύλαι εἰσὶν, ἐκ μακρῶν τῶν λίθων καὶ ὀστράκων τὸ ἐξ ὑπαρχῆς ὄντων; ἢ διότι τὰ πλεῖον ἀπέχοντα τοῦ μέσου ἐν ταῖς κινήσεσι θάττον φέρεται. τὸ μὲν γὰρ μέσον γίνεται κέντρον, τὸ δὲ διάστημα ἢ ἐκ τοῦ κέντρου. αἰεὶ δὲ ἢ μείζων ἀπὸ τῆς ἴσης κινήσεως μείζω γράφει κύκλον. τὸ δ' ἐν ἴσῳ χρόνῳ μείζω διεξιὸν θάττον φέρεται. τὰ δὲ φερόμενα θάττον 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 αἰεὶ ἐν κινήσει εἶναι καὶ κυλιομέναις προσκόπτειν. τοῦτο δὲ ἀνάγκη μάλιστα συμβαίνειν αὐτοῖς τοῖς ἄκροις.

Διὰ τί, ὅσῳ ἂν ἢ μακρότερα τὰ ξύλα, τοσοῦτῳ ἀσθενέστερα γίνεται, καὶ κάμπτεται αἰρόμενα μᾶλλον, κἂν ἢ τὸ μὲν βραχύ, ὅσον δίπηχυ, λεπτόν, τὸ δὲ ἑκατὸν πηχῶν παχύ; ἢ διότι μοχλὸς γίνεται καὶ βᾶρος καὶ ὑπομόχλιον ἐν τῷ αἵρεσθαι τοῦ ξύλου τὸ μήκος; τὸ μὲν γὰρ πρῶτον μέρος αὐτοῦ, ὃ ἢ χεὶρ αἶρει, οἷον ὑπομόχλιον γίνεται, τὸ δ' ἐπὶ τῷ ἄκρῳ βᾶρος. ὥστε ὅσῳ ἂν ἢ μακρότερον τὸ ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου, τοσοῦτῳ ἀνάγκη κάμπτεσθαι μᾶλλον· ὅσῳ γὰρ ἂν πλέον ἀπέχη τοῦ ὑπομοχλίου, τοσοῦτῳ ἀνάγκη κάμπτεσθαι μείζων. ἀνάγκη οὖν αἵρεσθαι τὰ ἄκρα τοῦ μοχλοῦ. ἐὰν οὖν ἢ 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 ἡρεμοῦντος.

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

Διὰ τί, ἐὰν τις δύο τροχιλέας ποιήσας ἐπὶ δυσὶ ξύλοις συμβάλλουσιν ἑαυτοῖς ἐναντίως αὐταῖς κύκλω περιβάλλη καλώδιον, ἔχον τὸ ἄρτημα ἐκ θατέρου τῶν ξύλων, θάτερον δὲ ἢ προσερηρυσμένον ἢ προστεθειμένον κατὰ τὰς τροχαλίας, ἐὰν ἔλκη τις τῇ ἀρχῇ τοῦ καλωδίου, μεγάλα βάρη προσάγει, κἂν ἢ μικρὰ ἢ ἔλκουσα ἰσχύς; ἢ διότι τὸ αὐτὸ βᾶρος ἀπὸ ἐλάττονος ἰσχύος, εἰ μοχλεύεται, ἐγείρεται, ἢ ἀπὸ χειρός; ἢ δὲ τροχιλέα τὸ αὐτὸ ποιεῖ τῷ μοχλῷ, [853b] ὥστε ἢ μία ῥᾶον ἔλξει, καὶ ἀπὸ μιᾶς ὀλκῆς τοῦ κατὰ χεῖρα πολὺ ἔλξει βαρύτερον. τοῦτο δ' αἱ δύο τροχαλίας πλέον ἢ διπλασίῳ τάχει αἴρουνται. ἔλαττον γὰρ ἔτι ἢ ἑτέρα ἔλκει ἢ εἰ αὐτὴ καθ' ἑαυτὴν εἴλκεν, ὅταν παρὰ τῆς ἑτέρας ἐπιβληθῇ τὸ σχοινίον· ἐκείνη γὰρ ἔτι ἔλαττον ἐποίησε τὸ βᾶρος. καὶ οὕτως ἐὰν εἰς

πλείους ἐπιβάλληται τὸ καλῶδιον, ἐν ὀλίγαις τροχιλαῖς πολλὴ γίνεται διαφορὰ, ἢ ὥστε ὑπὸ τῆς πρώτης τοῦ βάρους ἔλκοντος τέτταρας μνᾶς, ὑπὸ τῆς τελευταίας ἔλκεσθαι πολλῶ ἐλάττω. καὶ ἐν τοῖς οἰκοδομικοῖς ἔργοις ῥαδίως κινουσι μεγάλα βάρη· μεταφέρουσι γὰρ ἀπὸ τῆς αὐτῆς τροχιλαῆς ἐφ' ἑτέραν, καὶ πάλιν ἀπ' ἐκείνης εἰς ὄνους καὶ μοχλοῦς· τοῦτο δὲ ταύτῳ ἐστὶ τῶ ποιεῖν πολλὰς τροχιλαῆς.

Διὰ τί, ἐὰν μὲν τις ἐπιθῆ ἐπὶ τὸ ξύλον πέλεκυν μέγαν καὶ φορτίον μέγα ἐπ' αὐτῶ, οὐ διαιρεῖ τὸ ξύλον, ὃ τι καὶ λόγου ἄξιον· ἐὰν δὲ ἄρας τὸν πέλεκυν τις πατάξῃ αὐτῶ, 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 ἡρεμοῦν; 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 δίστησι διὰ τὸ εἶναι ἐκ δύο μοχλῶν ἐναντίως συγκειμένων.

Διὰ τί αἱ φάλαγγες τὰ κρέα ἰσταῖσιν ἀπὸ μικροῦ ἀρτήματος μεγάλα βάρη, τοῦ ὄλου ἡμιζυγίου ὄντος; οὐ μὲν γὰρ τὸ βάρος ἐντίθεται, κατήρηται μόνον ἢ πλάστιγξ, ἐπὶ θάτερον δὲ ἢ φάλαγξ ἐστὶ μόνον. ἢ ὅτι ἅμα συμβαίνει ζυγὸν καὶ μοχλὸν εἶναι τὴν φάλαγγα; ζυγὸν μὲν γὰρ, ἢ 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 τῶ ζυγῶ ἔγκειται, ὡσπερ εἴ τις τὴν ἑτέραν πλάστιγγα καὶ τὸν σταθμὸν ἐπιθείῃ ἐπὶ τὸ ἄκρον τῆς πλάστιγγος· δῆλον γὰρ ὅτι ἔλκει τοσοῦτον βάρος ἐν τῇ ἑτέρᾳ κείμενον πλάστιγγι. ὅπως δὲ τὸ ἐν ζυγὸν πολλὰ ἢ ζυγά, τοιαῦτα τὰ σπαρτία πολλὰ ἔγκειται ἐν τῶ τοιοῦτῳ ζυγῶ, ὧν ἐκάστου τὸ ἐπὶ τάδε ἐπὶ τὸ σφαίρωμα τὸ ἡμισυ τῆς φάλαγγος ἐστὶ, καὶ ὁ σταθμὸς δι' ἴσου τῶν ἀπ' ἀλλήλων τῶν σπαρτίων κινουμένων, ὥστε συμμετρεῖσθαι πόσον βάρος [854a] ἔλκει τὸ ἐν τῇ πλάστιγγι κείμενον· ὥστε γινώσκειν, ὅταν ὀρθῇ ἢ φάλαγξ ἢ, ἀπὸ ποίου σπάρτου πόσον βάρος ἔχει ἢ πλάστιγξ, καθάπερ εἴρηται. ὅλως μὲν ἐστὶ τοῦτο ζυγὸν, ἔχον μίαν μὲν πλάστιγγα, ἐν ἢ ἴσταται τὸ βάρος, τὴν δ' ἑτέραν, ἐν ἢ τὸ σταθμὸν ἐν τῇ φάλαγγι. διὸ σφαίρωμά ἐστὶν ἢ φάλαγξ ἐπὶ θάτερον. τοιοῦτον δὲ ὃν πολλὰ ζυγά ἐστὶ, καὶ τοσαῦτα ὅσαπέρ ἐστὶ τὰ σπαρτία. αἰεὶ δὲ τὸ ἐγγύτερον σπαρτίον τῆς πλάστιγγος καὶ τοῦ ἰσταμένου βάρους μεῖζον ἔλκει βάρος, διὰ τὸ γίνεσθαι τὴν μὲν φάλαγγα πᾶσαν μοχλὸν ἀνεστραμμένον (ὑπομόχλιον μὲν γὰρ τὸ σπαρτίον ἕκαστον ἄνωθεν ὢν, τὸ δὲ βάρος τὸ ἐνὸν ἐν τῇ πλάστιγγι), ὅσῳ δ' ἂν μακρότερον ἢ τὸ μῆκος τοῦ μοχλοῦ τοῦ ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου, τοσοῦτῳ ἐκεῖ μὲν ῥᾶον κινεῖ, ἐνταῦθα δὲ σήκωμα ποιεῖ, καὶ ἴστησι τὸ πρὸς τὸ σφαίρωμα βάρος τῆς φάλαγγος.

Διὰ τί οἱ ἰατροὶ ῥᾶον 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 οὔσα ἢ σὰρξ τῶν δακτύλων καὶ προσμένει μᾶλλον καὶ περιαρμόττει. ἀλλ' ὅτι ἢ ὀδοντάγρα δύο μοχλοὶ εἰσὶν ἀντικείμενοι, ἐν τὸ ὑπομόχλιον ἔχοντες τὴν σύναψιν τῆς θερμαστρίδος· τοῦ ῥᾶον οὖν κινῆσαι χρῶνται τῶ ὀργάνῳ πρὸς τὴν ἐξαίρεσιν. ἔστω γὰρ τῆς ὀδοντάγρας τὸ μὲν ἕτερον ἄκρον ἐφ' ὃ τὸ A, τὸ δὲ ἕτερον, τὸ B, ὃ ἐξαιρεῖ· ὁ δὲ μοχλὸς ἐφ' ὃ AΔZ, ὁ δὲ ἄλλος μοχλὸς ἐφ' ὃ B ΓE, ὑπομόχλιον δὲ τὸ ΓΘΔ· ὁ δὲ ὀδὸς ἐφ' οὗ I σύναψις· ὁ δὲ τὸ βάρος. ἐκατέρῳ οὖν τῶν BZ καὶ ἅμα λαβῶν κινεῖ. ὅταν δὲ κινήσῃ, ἐξεῖλε ῥᾶον τῇ χειρὶ ἢ τῶ ὀργάνῳ.

Διὰ τί τὰ κάρυα ῥαδίως καταγνύουσιν ἄνευ πληγῆς ἐν τοῖς ὀργάνοις ἃ ποιοῦσι πρὸς τὸ καταγνύναι αὐτά; πολλὴ γὰρ ἀφαιρεῖται ἰσχύς ἢ τῆς φορᾶς καὶ βίας. ἔτι δὲ σκληρῶ καὶ βαρεῖ συνθλίβων θάπτου

ἂν κατάξει ἢ ξυλίνῳ καὶ κούφῳ τῷ ὄργανῳ. ἢ διότι οὕτως ἐπ' ἀμφοτέρα θλίβεται ὑπὸ δύο μοχλῶν τὸ κάρυον, τῷ δὲ μοχλῷ ῥαδίως διαιρεῖται τὰ βάρη; τὸ γὰρ ὄργανον ἐκ δύο σύγκειται μοχλῶν, ὑπομόχλιον ἐχόντων τὸ αὐτό, τὴν συναφὴν ἐφ' ἧς τὸ Α.

[854b]

Ὡσπερ οὖν εἰ ἦσαν ἐκβεβλημένοι, ὑφ' ὧν κινουμένων εἰς τὰ τῶν ΓΔ ἄκρα αἱ ΕΖ συνήγοντο ῥαδίως ἀπὸ μικρᾶς ἰσχύος· ἦν οὖν ἐν τῇ πληγῇ τὸ βάρος ἐποίει, ταύτην ἢ κρείττων ταύτης, ἢ τὸ ΕΓ καὶ ΖΔ, μοχλοὶ ὄντες ποιούσι· τῇ ἄρσει γὰρ εἰς τούναντίον αἴρονται, καὶ θλίβοντες καταγνύουσι τὸ ἐφ' ᾧ Κ. δι' αὐτὸ δὲ τοῦτο καὶ ὄσφ ἂν ἐγγύτερον ἢ τῆς Α τὸ Κ, συντρίβεται θᾶττον· ὄσφ γὰρ ἂν πλεῖον ἀπέχη τοῦ ὑπομοχλίου ὁ μοχλός, ῥᾶον κινεῖ καὶ πλεῖον ἀπὸ τῆς ἰσχύος τῆς αὐτῆς. ἔστιν οὖν τὸ μὲν Α ὑπομόχλιον, ἢ δὲ ΔΑΖ μοχλός, καὶ ἢ ΓΑΕ. ὄσφ ἂν οὖν τὸ Κ ἐγγυτέρω ἢ τῆς γωνίας τῶν Α, τοσοῦτ' ἐγγύτερον γίνεται τῆς συναφῆς τῶν Α· τοῦτο δὲ ἐστὶ τὸ ὑπομόχλιον. ἀνάγκη τοίνυν ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἰσχύος συναγοῦσης τὸ ΖΕ αἴρεσθαι πλεόν. ὥστε ἐπεὶ ἐστὶν ἐξ ἐναντίας ἢ ἄρσις, ἀνάγκη θλίβεσθαι μᾶλλον· τὸ δὲ μᾶλλον θλιβόμενον κατάγνυται θᾶττον.

Διὰ τί φερομένων δύο φοράς ἐν τῷ ῥόμβῳ τῶν ἄκρων σημείων ἀμφοτέρων, οὐ τὴν ἴσην ἐκάτερον 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, ἢ δὲ τὴν πλευρὰν τὴν μείζω, καὶ ἢ 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 ἢ ΑΒ ἐπὶ τῆς ΑΓ παρὰ τὴν ΓΔ τῷ αὐτῷ τάχει τούτοις. ἀνάγκη δὴ τὸ μὲν Α ἐπὶ τῆς ΑΔ διαμέτρου φερέσθαι, τὸ δὲ Β ἐπὶ τῆς ΒΓ, καὶ ἅμα διεληλυθέναι ἐκατέραν, καὶ τὴν ΑΒ τὴν ΑΓ πλευρὰν. ἐνηνέχθω γὰρ τὸ μὲν Α τὴν ΑΕ, ἢ δὲ Α Β τὴν ΑΖ, καὶ ἔστω ἐκβεβλημένη ἢ ΖΗ παρὰ τὴν ΑΒ, καὶ ἀπὸ τοῦ Ε πεπληρώσθω. ὁμοιον οὖν γίνεται τὸ παραπληρωθὲν τῷ ὄλῳ. ἴση ἄρα ἢ ΑΖ τῇ ΑΕ, ὥστε τὸ Α ἐπὶ τῆς πλευρᾶς ἐνήνεκται τῆς ΑΕ. ἢ δὲ ΑΒ τὴν ΑΖ εἴη ἂν ἐνηνεγμένη. ἔσται ἄρα ἐπὶ τῆς διαμέτρου κατὰ τὸ Θ. καὶ αἰεὶ δὲ ἀνάγκη αὐτὸ φερέσθαι κατὰ τὴν διάμετρον. καὶ ἅμα ἢ πλευρὰ ἢ ΑΒ τὴν πλευρὰν τὴν ΑΓ δίοισι, καὶ τὸ Α τὴν διάμετρον δίοισι τὴν ΑΔ. ὁμοίως δὲ δειχθήσεται καὶ τὸ Β ἐπὶ τῆς ΑΓ διαμέτρου φερόμενον. ἴση γὰρ ἐστὶν ἢ ΒΕ τῇ ΒΗ. παραπληρωθέντος οὖν ἀπὸ τοῦ Η, ὁμοίον ἐστὶ τῷ ὄλῳ τὸ ἐντός. καὶ τὸ Β ἐπὶ τῆς διαμέτρου ἔσται κατὰ τὴν σύναψιν τῶν πλευρῶν, καὶ ἅμα δίοισιν ἢ [855a] τε πλευρὰ τὴν πλευρὰν καὶ τὸ Β τὴν ΒΓ διάμετρον. ἅμα ἄρα καὶ τὸ Β τὴν πολλαπλασίαν τῆς ΑΒ δίοισι καὶ ἢ πλευρὰ τὴν ἐλάττωνα πλευρὰν, τῷ αὐτῷ τάχει φερόμενα, καὶ ἢ πλευρὰ μείζω τοῦ Α διεληλυθε μίαν φοράν φερομένη. ὄσφ γὰρ ἂν ὀξύτερος γένηται ὁ ῥόμβος, ἢ μὲν διάμετρος ἢ ἐλάττων γίνεται, ἢ δὲ ΒΓ μείζων, ἢ δὲ πλευρὰ τῆς ΒΓ ἐλάττων. ἄτοπον γάρ, ὥσπερ ἐλέχθη, τὸ δύο φοράς φερόμενον ἐνίστε βραδύτερον φερέσθαι τοῦ μίαν, καὶ ἀμφοτέρων ἰσοταχῶν σημείων δοθέντων μείζω διεξιέναι θάτερον. αἴτιον δὲ ὅτι τοῦ μὲν ἀπὸ τῆς ἀμβλείας φερομένου σχεδὸν ἐναντία ἀμφοτέροι γίνονται, ἢν τε αὐτὴ φέρεται καὶ ἢν ὑπὸ τῆς πλευρᾶς ὑποφέρεται, τοῦ δὲ ἀπὸ τῆς ὀξείας συμβαίνει φερέσθαι ἐπὶ τὸ αὐτό. συνεπουρίζει γὰρ ἢ τῆς πλευρᾶς τὴν ἐπὶ τῆς διαμέτρου· καὶ ὄσφ ἂν τὴν μὲν ὀξυτέραν ποιήσῃ, τὴν δὲ ἀμβλυτέραν, ἢ μὲν βραδυτέρα ἔσται, ἢ δὲ θᾶττων. αἰ μὲν γὰρ ἐναντιώτεροι γίνονται διὰ τὸ ἀμβλυτέραν γίνεσθαι τὴν γωνίαν, αἰ δὲ μᾶλλον ἐπὶ τὰ αὐτὰ διὰ τὸ συνάγεσθαι τὰς γραμμάς. τὸ μὲν γὰρ Β σχεδὸν ἐπὶ τὸ αὐτὸ φέρεται κατ' ἀμφοτέρας τὰς φοράς· συνεπουρίζεται οὖν ἢ ἐτέρα, καὶ ὄσφ ἂν ὀξυτέρα γένηται ἢ γωνία, τοσοῦτ' μᾶλλον. τὸ Α δὲ ἐπὶ τούναντίον· αὐτὸ μὲν γὰρ πρὸς τὸ Β φέρεται, ἢ δὲ πλευρὰ ὑποφέρει αὐτὸ πρὸς τὸ Δ. καὶ ὄσφ ἂν ἀμβλυτέρα ἢ γωνία ἦ, ἐναντιώτεροι αἰ φοραὶ γίνονται· εὐθυτέρα γὰρ ἢ γραμμὴ γίνεται. εἰ δ' ὄλως εὐθεῖα γένοιτο,

παντελῶς ἄν εἴησαν ἐναντία. 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 γραμμὴν, 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 ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ κέντρου ὄντος ἀμφοῖν, ὅτε μὲν τηλικαύτη γίνεται ἡ γραμμὴ ἢ ἐκκυλίσθη, ἢ ἡλικίην ὁ ἐλάττων κύκλος καθ' αὐτὸν ἐκκυλίεται, ὅτε δὲ ὅσην ὁ μείζων. ὅτι μὲν οὖν μείζω ἐκκυλίεται ὁ μείζων, φανερόν. γωνία μὲν γὰρ δοκεῖ κατὰ τὴν αἴσθησιν εἶναι ἡ περιφέρεια ἐκάστου τῆς οἰκείας διαμέτρου, ἢ τοῦ μείζονος κύκλου μείζων, ἢ δὲ τοῦ ἐλάττονος ἐλάττων, ὥστε τὸν αὐτὸν τοῦτον ἔξουσι λόγον, καθ' ὅς ἐξεκυλίσθησαν [855b] αἱ γραμμαὶ πρὸς ἀλλήλας κατὰ τὴν αἴσθησιν. ἀλλὰ μὴν καὶ ὅτι τὴν ἴσην ἐκκυλίσθη, ὅταν περὶ τὸ αὐτὸ κέντρον κείμενοι ᾖσι, δῆλον· καὶ οὕτως γίνεται ὅτε μὲν ἴση τῇ γραμμῇ ἢ ὁ μείζων κύκλος ἐκκυλίεται, ὅτε 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 ἢ μὲν ἐξελίττεται καθ' αὐτὸν ὁ μέγας, ἢ ἐφ' ἧς ΖΙ ἔστω, ἢ δὲ ὁ ἐλάττων καθ' αὐτόν, ἢ 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 ὀρθῇ γένηται πρὸς τὴν ΗΚ, ἅμα καὶ ἡ ΑΓ γίνεται ὀρθῇ πρὸς τὴν ΖΛ, ὥστε ἔσται ἴσην ἀεὶ διεληλυθυῖα, τὴν μὲν ΗΚ, ἐφ' ἧς ΗΒ περιφέρεια, τὴν δὲ ΖΛ ἢ 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 ἐξελιγμένος. ὁμοίως δὲ καὶ ἐὰν τὸν μέγαν κινῶ, ἐναρμόσας τὸν μικρόν, τοῦ αὐτοῦ κέντρου ὄντος, ἅμα τῇ ΑΓ ἢ ΑΒ κάθετος καὶ ὀρθῇ ἔσται, ἢ μὲν πρὸς τὴν ΖΙ, ἢ δὲ πρὸς τὴν ΗΘ. ὥστε ὅταν ἴσην ἢ μὲν τῇ ΗΘ ἔσται διεληλυθυῖα, ἢ δὲ τῇ ΖΙ, καὶ γένηται ὀρθῇ πάλιν ἡ ΖΑ πρὸς τὴν ΖΛ, καὶ ἡ ΑΓ ὀρθῇ πάλιν, ὡς τὸ ἐξ ἀρχῆς ἔσονταί ἐπὶ τῶν ΘΙ. τὸ δὲ μήτε στάσεως γινομένης τὸ μείζων τῷ ἐλάττονι, ὥστε μένειν τινὰ χρόνον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου· κινουῦνται γὰρ συνεχῶς ἄμφω ἀμφοτεράκις. μὴ ὑπερπηδῶντος τοῦ ἐλάττονος μηθὲν σημείου, τὸν μὲν μείζω τῷ ἐλάττονι ἴσην διεξιέναι, τὸν δὲ τῷ μείζονι, ἄτοπον. ἔτι δὲ μιᾶς κινήσεως οὐσης ἀεὶ τὸ κέντρον τὸ κινούμενον ὅτε μὲν τὴν μεγάλην ὅτε 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 ἦδε περὶ τῆς αἰτίας αὐτῶν, ὅτι ἡ αὐτὴ δύναμις καὶ ἴση τὸ μὲν βραδύτερον κινεῖ μέγεθος, τὸ δὲ ταχύτερον. εἰ δὴ τι εἴη ὃ μὴ πέφυκεν ὑφ' ἑαυτοῦ κινεῖσθαι, ἐὰν τοῦτο ἅμα καὶ αὐτὸ κινῆ τὸ πεφυκὸς κινεῖσθαι, βραδύτερον κινήσεται ἢ εἰ αὐτὴ καθ' αὐτὴν ἐκινεῖτο. καὶ ἐὰν μὲν πεφυκὸς ἢ κινεῖσθαι, μὴ συγκινῆται δὲ μηθὲν, ὡσαύτως ἔξει. καὶ ἀδύνατον δὴ κινεῖσθαι πλέον ἢ τὸ κινεῖν· οὐ γὰρ τὴν αὐτοῦ κινεῖται κίνησιν, ἀλλὰ [856a] τὴν τοῦ κινεῖντος. εἴη δὲ κύκλος ὁ μὲν μείζων τὸ Α, ὁ δὲ ἐλάττων ἐφ' ἧς Β. εἰ ὡθοίη δ' ὁ ἐλάττων τὸν μείζω, μὴ κυλιόμενου αὐτοῦ, φανερόν ὅτι τοσοῦτον δίεισι τῆς εὐθείας ὁ μείζων, ὅσον ἐώσθη ὑπὸ τοῦ ἐλάττονος. τοσοῦτον δὲ γε ἐώσθη ὅσον ὁ μικρὸς ἐκινήθη. ἴσην ἄρα τῆς εὐθείας διεληλύθασι. ἀνάγκη τοίνυν καὶ εἰ κυλιόμενος ὁ ἐλάττων τὸν μείζω ὡθοίη, κυλισθῆναι μὲν ἅμα τῇ ὥσει, τοσοῦτον δ' ὅσον ὁ ἐλάττων ἐκυλίσθη, εἰ μηθὲν αὐτὸς τῇ αὐτῇ κινήσει κινεῖται. ὡς γὰρ καὶ ὅσον ἐκίνοι, τοσοῦτον κενεῖσθαι ἀνάγκη τὸ κινούμενον ὑπ' ἐκείνου. ἀλλὰ μὴν ὃ 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 μικρόν κινήσῃ, ἔσται κενεῖσθαι ὁ μικρὸς ὡς καὶ ὁ μείζων. καθ' αὐτὸν μὲν δὴ κινήσῃ ὅποτεροσοῦν, ἐὰν τε ταχὺ ἐὰν τε βραδέως· τῷ αὐτῷ δὲ τάχει εὐθὺς ὅσην ὁ μείζων πέφυκεν ἐξελιχθῆναι γραμμὴν. ὅπερ καὶ ποιεῖ τὴν ἀπορίαν, ὅτι οὐκέτι ὁμοίως ποιοῦσιν ὅταν συναρμολογηθῶσιν. τὸ δ' ἔστιν, εἰ ὁ ἕτερος ὑπὸ τοῦ ἑτέρου

κινεῖται οὐχ ἢν πέφυκεν, οὐδὲ τὴν αὐτοῦ κίνησιν. οὐθὲν γὰρ διαφέρει περιθεῖναι καὶ ἐναρμόσαι ἢ προσθεῖναι ὀποτερονοῦν ὀποτέρω· ὁμοίως γάρ, ὅταν ὁ μὲν κινῆ ὁ δὲ κινῆται ὑπὸ τούτου, ὅσον ἂν κινῆ ἄτερος, τοσοῦτον κινήσεται ἄτερος. ὅταν μὲν οὖν προσκείμενον κινῆ ἢ προσκρεμάμενον, οὐκ ἀεὶ κυλίει τις· ὅταν δὲ περὶ τὸ αὐτὸ κέντρον τεθῶσιν, ἀνάγκη κυλίεσθαι ἀεὶ τὸν ἕτερον ὑπὸ τοῦ ἑτέρου. ἀλλ' οὐθὲν ἦττον οὐ τὴν αὐτοῦ κίνησιν ἄτερος κινεῖται, ἀλλ' ὥσπερ ἂν εἰ μηδεμίαν εἶχε κίνησιν. κἂν ἔχη, μὴ χρῆται δ' αὐτῇ, ταῦτό συμβαίνει. ὅταν μὲν οὖν ὁ μέγας κινῆ ἐνδεδεμένον τὸν μικρόν, ὁ μικρὸς κινεῖται ὅσηνπερ οὗτος· ὅταν δὲ ὁ μικρὸς, πάλιν ὁ μέγας ὅσην οὗτος. χωριζόμενος δὲ ἑκάτερος αὐτὸν κινεῖ αὐτός. ὅτι δὲ τοῦ αὐτοῦ κέντρου ὄντος καὶ κινουῦντος τῷ αὐτῷ τάχει συμβαίνει ἄνισον διεξιέναι αὐτοὺς γραμμῆν, παραλογίζεται ὁ ἀπορῶν σοφιστικῶς. τὸ αὐτὸ μὲν γὰρ ἐστὶ κέντρον ἀμφοῖν, ἀλλὰ κατὰ συμβεβηκός, ὡς μουσικόν καὶ λευκόν· τὸ γὰρ εἶναι ἑκατέρου κέντρου τῶν κύκλων οὐ τῷ αὐτῷ χρῆται. ὅταν μὲν οὖν ὁ κινῶν ἦ ὁ μικρὸς, ὡς ἐκείνου κέντρον καὶ ἀρχή, ὅταν δὲ ὁ μέγας, ὡς ἐκείνου. οὐκ οὖν τὸ αὐτὸ κινεῖ ἀπλῶς, ἀλλ' ἔστιν ὡς.

[856b]

Διὰ τί τὰς κλίνας ποιοῦσι διπλασιοπλεύρους, τὴν μὲν ἐξ ποδῶν καὶ μικρῶ μείζω πλευράν, τὴν δὲ τριῶν; καὶ διὰ τί ἐντείνουσιν οὐ κατὰ διάμετρον; ἢ τὸ μὲν μέγεθος τηλικαύτας, ὅπως τοῖς σώμασιν ὧσι σύμμετροι; γίνονται γὰρ οὕτω διπλασιόπλευροι, τετραπῆχες μὲν τὸ μῆκος, διπῆχες δὲ τὸ πλάτος. ἐντείνουσι δὲ οὐ κατὰ διάμετρον ἀλλ' ἀπ' ἐναντίας, ὅπως τὰ τε ξύλα ἦττον διασπᾶται· τάχιστα γὰρ σχίζεται κατὰ φύσιν διαιρούμενα ταύτη, καὶ ἐλκόμενα πονεῖ μάλιστα. ἔτι ἐπειδὴ δεῖ βάρος δύνασθαι τὰ σπαρτία φέρειν, οὕτως ἦττον πονέσει λοξοῖς τοῖς σπαρτίοις ἐπιτιθεμένου τοῦ βάρους ἢ πλαγίοις. ἔτι δὲ ἔλαττον οὕτω σπαρτίον ἀναλίσκεται. ἔστω γὰρ κλίνη ἡ AZHI, καὶ δίχα διηρήσθω ἡ ZH κατὰ τὸ B. ἴσα δὴ τρυπήματά ἐστὶν ἐν τῇ ZB καὶ ἐν τῇ ZA. καὶ γὰρ αἱ πλευραὶ ἴσαι εἰσίν· ἢ γὰρ ὅλη ZH διπλασία ἐστίν. ἐντείνουσι δ' ὡς γέγραπται, ἀπὸ τοῦ A ἐπὶ τὸ B, εἶτα οὗ τὸ Γ, εἶτα οὗ τὸ Δ, εἶτα οὗ τὸ Θ, εἶτα οὗ τὸ E. καὶ οὕτως ἀεὶ, ἕως ἂν εἰς γωνίαν καταστρέψωσιν ἄλλην· δύο γὰρ ἔχουσι γωνία τὰς ἀρχὰς τοῦ σπαρτίου. ἴσα δὲ ἐστὶ τὰ σπαρτία κατὰ τὰς κάμψεις, τὸ τε AB καὶ BΓ τῷ ΓΔ καὶ ΔΘ. καὶ τὰ ἄλλα δὲ τὰ τοιαῦτά ἐστὶν, ὅτι οὕτως ἔχει ἢ αὐτῇ ἀπόδειξις. ἢ μὲν γὰρ AB τῇ EΘ ἴση· ἴσαι γὰρ εἰσὶν αἱ πλευραὶ τοῦ BHK A χωρίου, καὶ τὰ τρυπήματα ἴσα διέστηκεν. ἢ δὲ BH ἴση τῇ KA· ἢ γὰρ B γωνία ἴση τῇ H. ἐν ἴσοις γὰρ ἢ μὲν ἐκτός, ἢ δὲ ἐντός· καὶ ἢ μὲν B ἐστὶν ἡμίσεια ὀρθῆς· ἢ γὰρ ZB ἴση τῇ ZA· καὶ γωνία δὲ ἢ κατὰ τὸ Z ὀρθή. ἢ δὲ B γωνία ἴση τῇ κατὰ τὸ H· ἢ γὰρ κατὰ τὸ Z ὀρθή, ἐπειδὴ διπλασιόπλευρον τὸ ἑτερόμηκες καὶ πρὸς μέσον κέκλασται. ὥστε ἢ AΓ τῇ EH ἴση. ταύτη δὲ ἢ KΘ· παράλληλος γάρ. ὥστε ἢ BΓ ἴση τῇ KΘ. ἢ δὲ ΓE τῇ ΔΘ. ὁμοίως δὲ καὶ αἱ ἄλλαι δεικνύνται ὅτι ἴσαι εἰσὶν αἱ κατὰ τὰς κάμψεις δύο ταῖς δυσίν. ὥστε δῆλον ὅτι τὰ τηλικαῦτα σπαρτία ὅσον τὸ AB, τέσσαρα τοσαῦτ' ἔνεστιν ἐν τῇ κλίνη· ὅσον δ' ἐστὶ τὸ πλῆθος τῶν ἐν τῇ ZH πλευρᾷ τρυπημάτων, καὶ ἐν τῷ ἡμίσει τῷ ZB τὰ ἡμίση. ὥστε ἐν τῇ ἡμίσει κλίνη τηλικαῦτα μεγέθη σπαρτίων ἐστὶν ὅσον τῷ BA ἔνεστι, τοσαῦτα δὲ τὸ πλῆθος ὅσαπερ ἐν τῷ BH τρυπήματα. ταῦτα δὲ οὐδὲν διαφέρει λέγειν ἢ ὅσα ἐν τῇ AZ καὶ BZ τὰ συνάμφω. εἰ δὲ κατὰ διάμετρον ἐνταθῆ τὰ σπαρτία, ὡς ἐν τῇ ABΓΔ κλίνη ἔχει, τὰ ἡμίσειά εἰσὶν οὐ τοσαῦτα [857a] ὅσα αἱ πλευραὶ ἀμφοῖν, αἱ AZ ZH· τὰ ἴσα δέ, ὅσα ἐν τῷ ZBZA τρυπήματα ἔνεστιν. μείζονες δὲ εἰσὶν αἱ AZ BZ δύο οὔσαι τῆς AB. ὥστε καὶ τὸ σπαρτίον μείζον τοσοῦτ' 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' ἔχη πολὺ μῆκος, ὅμως χαλεπώτερον φέρειν ἀπ'

ἄκρου; ἀλλ' ὅτι καὶ ῥᾶον αἴρεται ἀπ' ἄκρου ἢ ἐκ μέσου, διὰ τὸ αὐτὸ καὶ φέρειν οὕτω ῥάδιον. αἴτιον δὲ ὅτι ἐκ μέσου μὲν αἰρόμενον αἰεὶ ἐπικουφίζει ἀλλήλα τὰ ἄκρα, καὶ θάτερον μέρος τὸ ἐπὶ θάτερον εὖ αἴρει. ὥσπερ γὰρ κέντρον γίνεται τὸ μέσον, ἢ ἔχει τὸ αἶρον ἢ φέρον. εἰς τὸ ἄνω οὖν κουφίζεται ἐκάτερον 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 ἢ λίαν μακρὸν τὸ αὐτὸ βάρος, χαλεπώτερον φέρειν ἐπὶ τοῦ ὤμου, κἂν μέσον φέρῃ τις, ἢ ἐὰν ἔλαττον ἢ; πάλαι ἐλέχθη ὡς οὐκ ἔστιν αἴτιον ἢ σάλευσις· ἀλλ' ἡ σάλευσις νῦν αἴτιόν ἐστιν. ὅταν γὰρ ἢ 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, ὅσπερ ἂν ἢ μακρότερον τὸ ξύλον. ὁ μὲν γὰρ ὤμος κέντρον, ἐφ' οὗ τὸ Α (μένει γὰρ τοῦτο), αἰ δὲ ΑΒ καὶ ΑΓ αἰ ἐκ τοῦ κέντρου. ὅσφ δ' ἂν ἢ μεῖζον τὸ ἐκ τοῦ κέντρου ἢ τὸ ΑΒ ἢ καὶ τὸ ΑΓ, πλεόν μεθίσταται μέγεθος. δέδεικται δὲ τοῦτο πρότερον.

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

Διὰ τί, ὅταν φέρωσιν ἐπὶ ξύλου ἢ τινος τοιούτου δύο ἄνθρωποι ἴσον βάρος, οὐχ ὁμοίως θλίβονται, ἐὰν μὴ ἐπὶ τῷ μέσῳ ἢ τὸ βάρος, ἀλλὰ μᾶλλον ὅσφ ἂν ἐγγύτερον ἢ 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, ἄτερος δὲ τῶν φερόντων τὸ βάρος ὁ κινῶν. ὅσφ γὰρ πλεόν ἀπέχει τοῦ βάρους, τοσούτῳ ῥᾶον 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 ἄτερος θατέρῳ γίνεται βάρος, οὐδὲ κινεῖ, ἀλλ' ὁμοίως ἐκάτερος ἐκατέρῳ 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 δύναιτο ἀναστῆναι. πότερον ὅτι τὸ ἴσον ἡρεμίας πανταχοῦ αἴτιον, ἢ δὲ ὀρθῆ γωνία τοῦ ἴσου, καὶ ποιεῖ στάσιν· διὸ καὶ φέρεται πρὸς ὁμοίας γωνίας τῆ περιφερείᾳ τῆς γῆς. οὐ γὰρ ὅτι καὶ πρὸς ὀρθὴν ἔσται τῷ ἐπιπέδῳ. ἢ ὅτι ἀνιστάμενος γίνεται ὀρθός, ἀνάγκη δὲ τὸν ἐστῶτα κάθετον εἶναι πρὸς τὴν γῆν. εἰ οὖν μέλλει ἔσεσθαι πρὸς ὀρθὴν, τοῦτο δὲ ἐστὶ τὸ τὴν κεφαλὴν ἔχειν κατὰ τοὺς πόδας, καὶ γίνεσθαι δὴ ὅτε ἀνίσταται. ὅταν μὲν οὖν καθήμενος ἢ, παράλληλον ἔχει τὴν κεφαλὴν καὶ τοὺς πόδας, καὶ οὐκ ἐπὶ μιᾷς εὐθείας. ἢ κεφαλὴ Α ἔστω, θώραξ ΑΒ, μηρὸς ΒΓ, κνήμη ΓΔ. πρὸς ὀρθὴν δὲ γίνεται ὁ τε θώραξ [ἐφ' ὧν ΑΒ] τῷ μηρῷ καὶ ὁ μηρὸς τῆ κνήμῃ οὕτως καθημένῳ. ὥστε οὕτως ἔχοντα ἀδύνατον ἀναστῆναι. ἀνάγκη δὲ ἐγκλῖναι τὴν κνήμην καὶ ποιεῖν τοὺς πόδας ὑπὸ τὴν κεφαλὴν. τοῦτο δὲ ἔσται, ἐὰν ἢ ΓΔ ἐφ' ἢς τὰ ΓΖ γένηται,

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

Διὰ τί ῥᾶον κινεῖται τὸ κινούμενον ἢ τὸ μένον, οἷον τὰς ἀμάξας θᾶπτον κινουμένας ὑπάγουσιν ἢ ἀρχομένας; ἢ ὅτι χαλεπώτατον μὲν τὸ εἰς τούναντίον κινούμενον κινῆσαι βάρος; ἀφαιρεῖται γάρ τι τῆς τοῦ κινουόντος δυνάμεως, κἂν πολὺ θᾶπτον ἢ· ἀνάγκη γὰρ βραδυτέραν γίνεσθαι τὴν ὧσιν τοῦ ἀντωθουμένου. δεύτερον δέ, ἐὰν ἡρεμῇ· ἀντιτείνει γὰρ καὶ τὸ ἡρεμοῦν. τὸ δὲ κινούμενον ἐπὶ τὸ αὐτὸ τῷ ὠθοῦντι ὅμοιον ποιεῖ ὥσπερ ἂν εἰ αὐξήσειέ τις τὴν τοῦ κινουόντος δύναμιν καὶ ταχυτήτα· ὁ γὰρ ὑπ' ἐκείνου ἂν ἔπασχε, τοῦτο αὐτὸ ποιεῖ εἰς τὸ πρὸ ὁδοῦ κινούμενον.

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

Διὰ τί φέρεται τι οὐ τὴν αὐτοῦ 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 ῥέπη 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 μὴθὲν ὑπεῖκον διὰ μέγεθος ἢ μὴδὲν ἀντερεῖσαν δι' ἀσθένειαν οὐ ποιεῖ ῥῖψιν οὐδὲ ὧσιν. τὸ μὲν οὖν πολὺ ὑπερβάλλον τῆς ἰσχύος τῆς ὠθούσης οὐθὲν ὑπέικει, τὸ δὲ πολὺ ἀσθενέστερον οὐδὲν ἀντερείδει. ἢ ὅτι τοσοῦτον φέρεται τὸ φερόμενον, ὅσον ἂν ἀέρα κινήσει εἰς βάθος; τὸ δὲ μὴδὲν κινούμενον οὐδ' ἂν κινήσειεν οὐδέν. συμβαίνει δὴ ἀμφοτέρω τούτοις ἔχειν. [858b] τὸ τε γὰρ σφόδρα μέγα καὶ τὸ σφόδρα μικρὸν ὥσπερ οὐθὲν κινούμενά ἐστι· τὸ μὲν γὰρ αὐτὸ καθ' ἑν 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, ἐκάτερον αὐτοῦ τῶν ἄκρων. ὥστε περισπᾶ ὁ μείζων διὰ τὸ φέρεσθαι θᾶπτον, 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 ἐκάστῳ τῶν κύκλων. ἢ ὅτι ὅσων μὲν μὴ κρατεῖ ἢ φορὰ τοῦ δινουμένου ὕδατος διὰ τὸ μέγεθος, ἀλλ' ὑπερέχει τῇ βαρύτητι τῆς τοῦ κύκλου ταχυτήτος, ἀνάγκη ὑπολείπεσθαι καὶ βραδυτέρον φέρεσθαι. βραδυτέρον δὲ ὁ ἐλάττων κύκλος φέρεται· τὸ αὐτὸ γὰρ ἐν ἴσῳ χρόνῳ ὁ μέγας τῷ μικρῷ στρέφεται κύκλω, ὅταν ὧσι περὶ τὸ αὐτὸ μέσον. ὥστε εἰς τὸν ἐλάττονα κύκλον ἀναγκαῖον ἀπολείπεσθαι, ἕως ἂν ἐπὶ τὸ μέσον ἔλθῃ. ὅσων δὲ πρότερον κρατεῖ ἢ φορὰ, λήγουσα ταῦτο ποιήσει. δεῖ γὰρ τὸν μὲν εὐθύ, τὸν δὲ ἕτερον κρατεῖν τῇ ταχυτήτι τοῦ βάρους, ὥστε εἰς τὸν ἐντός ἀεὶ κύκλον ὑπολείπεσθαι πᾶν. ἀνάγκη γὰρ αὐτὸ ἐντός ἢ ἐκτός κινεῖσθαι τὸ μὴ κρατούμενον. ἐν αὐτῷ δὲ τοίνυν ἐν ᾧ ἐστίν, ἀδύνατον φέρεσθαι τὸ μὴ κρατούμενον. ἔτι δὲ ἦττον ἐν τῷ ἐκτός· θάπτων γὰρ ἢ φορὰ τοῦ ἐκτός κύκλου. λείπεται δὲ εἰς τὸν ἐντός 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.