

2) Έκθεσις τῆς πλακῶς εἰς τὸ φῶς καὶ λήψις τοῦ φωτογραφήματος.

3) Ἀποκάλυψις τῆς πλακῶς ἐντὸς καταλλήλου λουτροῦ (ἐρ. φῶς).

4) Πλύσις ἀπλῆ τῆς πλακῶς δι' ὕδατος καὶ καθήλωσις (1) αὐτῆς διὰ καταλλήλου λουτροῦ (ἐρυθ. φῶς).

5) Πλύσις ἐπιμελῆς (3—4 ὥρας) καὶ ξήρανσις τελεία τῆς πλακῶς (2)

6) Τοποθέτησις τῆς πλακῶς ἐντὸς πλαισίου, πίεσις ἐπ' αὐτοῦ τοῦ εὐαισθητοῦ χαρτοῦ καὶ ἐκθεσις εἰς τὸ φῶς τοῦ ἡλίου.

7) Πλύσις ἀπλῆ τῆς εἰκόνης δι' ὕδατος καὶ εἶτα καθήλωσις καὶ χητῆσις αὐτῆς διὰ καταλλήλου λουτροῦ (ἀμυδρὸν φῶς).

8) Πλύσις ἐπιμελῆς καὶ ξήρανσις τῆς εἰκόνης.

## VI

### “Ἐτέρα εἶδη φωτογραφίας.

α'. Φωτογράφησις διὰ τεχνητοῦ φωτός. —Τὸ ἡλιακὸν φῶς κατ' ἐξοχὴν ἐπενεργεῖ χημικῶς ἐπὶ τῶν ἀλάτων τοῦ ἀργύρου καὶ ἄλλων. Πλὴν ὅμως τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἐπιτυχῶς ἐγένετο χρῆσις καὶ τοῦ φωτός τοῦ μαγνησίου, δι' οὗ πολλάκις φωτογραφουσίην ἐν καιρῷ νυκτός. Πρὸς τοῦτο ὑπάρχουσι κατάλληλοι λυχνίαι (\*), ἐν αἷς καίεται κόνις μαγνησίου ἢ μίγμα τούτου μετ' εὐφλέκτων σωμάτων, οἷον ὑπερμαγγανικοῦ, νιτρικοῦ, χλωρικοῦ, ἢ διχρωμικοῦ καλίου κτλ. κατὰ τὰς νεωτέρας ἐρεῦνας τῶν κ.κ. Eder καὶ Vellente. Τὰ κάλλιστα τῶν τοιούτων μιγμάτων διὰ τε τὸ ἔντονον καὶ τὸ εὐχρηστον εἶνε τὰ ἐκ κόνεως μαγνησίου μετὰ ὑπερμαγγανικοῦ ἢ νιτρικοῦ καλίου συνιστάμενα.

Τὸ φῶς τοῦ μαγνησίου προσεπάθησαν ἂν ἀντικαταστήσωσι τινὲς διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ τὸ τελευταῖον ὅμως ἐλέγχεται κατὰ πολὺ τοῦ πρώτου κατώτερον.

Ἄντι κόνεως μαγνησίου μεθ' ἴσης ἐπιτυχίας μεταχειρίζονται καὶ λεπτοτάτην κόνιν ἀργιλλίου

β'. Πλατινοτυπία. —Νέα μέθοδος εἰσῆλθεν ἐσχάτως ἐν τῇ φωτογραφικῇ, ἢ πλατινοτυπία. Αὕτη στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀποσυνθέσεως μίγματος ξηροῦ χλωριούχου λευκοχρύσου ἢ πλατίνης καὶ ὀξαλικοῦ σιδήρου ὑπὸ τοῦ φωτός· αἱ οὕτω παρασκευόμεναι φωτογραφίαι ἀποκαλύπτονται ἐν διαλύσει ὀξαλικοῦ καλίου καὶ καθηλοῦνται δι' ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος.

Τὸ εἶδος τοῦτο τῆς φωτογραφίας παρέχει ἐξοχῶς πλεονεκτήματα καὶ ἀπὸ τινος μεγάλης γίνεται χρῆσις αὐτοῦ ἐν τῇ φωτογραφικῇ. Τὰ διὰ πλατινοτυπίας φωτογραφήματα εἶνε τελείως σχεδὸν ἀναλλοίωτα, δίδουσι δὲ εἰς τὴν εἰκόνα τόνον καλλιτεχνικώτατον καὶ ἰδιάζουσαν λεπτότητα πρὸς τούτοις ἔχουσι καὶ τὸ πλεονέκτημα ὅτι τὰ δοκίμια δύνανται νὰ ληφθῶσιν ἀδιαφόρως ἐπὶ χαρτοῦ, ξύλου, μεταξωτοῦ, ἐλέφαντος κτλ. διὰ ταῦτα τὰ πλεονεκτήματα πάντα ἐπέσπασατο ἢ πλατινοτυπία τὴν γενικὴν τῶν εἰδικῶν προσοχὴν καὶ ἐπιμέλειαν. Ἐσχάτως ὁ Pizzilli

(1) Τὸ τέλος τῆς ἐργασίας ταύτης προδίδεται διὰ τῆς ἐξαφανίσεως ἀπὸ τῆς πλακῶς παντὸς λευκοῦ σημείου, ἧτοι ἀπροσβλήτου ἄλατος ἀργύρου.

(2) Πρὸς ξήρανσιν τῆς πλακῶς θέτομεν ταύτην εἰς ρεῦμα ἀέρος (5—6 ὥρας) θερμανσιν ὑπέριμετρος ἀναλύει τὴν ζελατίνην· διὰ τοῦτο ἂν θέλωμεν ὡς τάχιστα νὰ ξηράνωμεν τὴν πλάκα δὲν μεταχειρίζομεθα θερμανσιν, ἀλλὰ θέτομεν τὴν πλάκα ἐπὶ 3 λεπτά ἐντὸς μεθυλικοῦ πνεύματος, ὅπερ ἀπορροφᾷ τὸ ὕδωρ καὶ ἐξατμίζεται τάχιστα

(\*) Σημειούμεν τὴν μετέωρον λυχνίαν (meteorlampe) τοῦ Λάινερς, τὰς λυχνίας τοῦ Ἰρσλ καὶ Νάδαρ κτλ.

ghelli(1) ἀντικατέστησε ἐπιτυχῶς τὸ ὀξαλικὸν καλὶν ἢ συνηθέστερον ὀξαλικὸν νάτριον διὰ τοῦ εὐαισθητοτέρου ἐναμμωνίου ὀξαλικοῦ σιδήρου.

γ'. Μικροφωτογραφία. —Ἐκτακτον ἐνδιαφέρον παρῶναι αἰζουσι τὰ φωτογραφήματα ἀντικειμένων μικροτάτων διὰ μικροσκοπίου μεγεθυνομένων· διὰ τοιούτων φωτογραφημάτων δύνανται ὁ ἐπιστήμων ἀνέτως καὶ λεπτομερῶς νὰ ἐξετάσῃ τὸ μικροσκοπικὸν αὐτοῦ παρασκευάσμα. Ἡ μέθοδος τῆς φωτογραφήσεως μικροσκοπικῶν παρασκευασμάτων εἶνε λίαν ἀπλῆ καὶ συνίσταται εἰς τὴν ἀντικατάστασιν τοῦ ἀντικειμενικοῦ διὰ μικροσκοπίου, ὅπερ δι' ἀντανακλάσεως ὑπὸ καθρέπτου φωτίζεται ζωηρῶς δι' ἡλιακοῦ ἢ τεχνητοῦ φωτός· ὁ Νωὺχάους(2) συνιστᾷ ἐσχάτως τὴν χρῆσιν τοῦ δευτέρου διὰ τὴν μικροφωτογραφίαν. Ἐν γένει συνίσταται διὰ τὴν μικροφωτογραφίαν χρῆσις φωτός ὅσον οἷον τε μικροτέρου μήκους κυμάτων καὶ μικροτέρας διαφοράς μήκους, ἵνα μὴ ἡ διαφορὰ τῆς ἐστίας ἐν ἣ συγκεντροῦνται τὰ μικροφωτογραφικὰ εἰδῶλα ἢ μεγάλη· διὰ τοῦτο δεῖν νὰ γείνηται χρῆσις ἀπλοῦ τινος κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον φωτός καὶ τοιούτων πλανῶν, αἵτινες νὰ κατέχῃσιν ἤδη ἀρκετὸν βαθμὸν εὐαισθησίας ὡς πρὸς τὸ φῶς τοῦτο(3).

Πλείστα καὶ ἄλλαι εἰδικότεραι ἐφαρμογαὶ καὶ μέθοδοι φωτογραφίας ὑπάρχουσι, ἀλλὰ τούτων τὴν περιγραφὴν παραλείπομεν, καθόσον διαφεύγει τὴν κυριότητα τοῦ Προμηθεῶς.

Δρ. Κ. ΖΕΓΓΕΛΗΣ

## ΠΕΡΙ ΕΥΡΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

(κατὰ F. TISSERAND)

Πᾶς ἀπειρος ἀστρονομικῶν γνώσεων δικαίως ἐκπλήσσειται ἀκούων περὶ βάρους τῶν ἀστέρων, καθ' ὅσον τοῦτο δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρεθῇ ἀπ' εὐθείας ὡς τὰ βάρη τῶν ἐπὶ τῆς γῆς σωμάτων, οὔτε εἶναι εὐκόλον διὰ βραχείων νὰ ἐξηγήσῃ τις τὸ πρᾶγμα Ἐνταῦθα θὰ προσπαθήσωμεν ὅσον ἔνεστιν εὐκρινέστερον νὰ πραγματευθῶμεν τοῦ σπουδαιοτάτου τούτου ζητήματος, ἔχοντες ὑπ' ὄψει πραγματεῖαν τινὰ τοῦ διασημοῦ γάλλου ἀστρονόμου F. Tisserand, δι' ἧς σκοπεῖται οὗτος νὰ καταστήσῃ τὸ ζήτημα τοῦτο νοητὸν εἰς τοὺς πολλούς.

Πρέπει ἐν πρώτοις νὰ ὑπομνήσωμεν ἀρχὰς τινὰς τῆς Μηχανικῆς, τὰς ὁποίας θὰ προσπαθήσωμεν νὰ ἐκθέσωμεν ὅσον ἔνεστιν ἀπλούστερον.

Εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς πείρας τοῦ καθ' ἡμέραν βίου, ὅτι ἵνα σώμα τι ἐμποδισθῇ ἀπὸ τοῦ νὰ καταπέσῃ, εἶναι ἀναγκαῖα ὀρισμένη δύναμις, ὅπως ὑποβάσταξῃ τὸ βᾶρος τοῦ. Ἡ δύναμις αὕτη ἢ τὸ βᾶρος τοῦτο, δὲν μείνει τὸ ἴδιον διὰ δοθέντα ὄγκον, ἐὰν ἡ πληροῦσα αὐτὸν ὕλη εἶναι ὕδωρ, σίδηρος ἢ ὑδράργυρος, καὶ ἡ διαφορὰ αὕτη μᾶς ὁδηγεῖ εἰς τὴν ἔννοιαν τῆς μᾶζης. Ἐὰν τις παραδεχθῇ τὰ σώματα συνιστάμενα ἐκ μορίων τοῦ αὐτοῦ βάρους, τότε ἀνάγκη νὰ δεχθῇ ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων τούτων εἶναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα σώματα ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον. Δυναμέθα λοιπὸν νὰ ὀρίσωμεν τὴν μᾶζαν ὡς τὴν «Ποσότητα τῆς ὕλης ἧτις περιέχεται εἰς ἴσους ὄγκους» ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, «ὡς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐν δεδομένῳ ὄγκῳ περιεχομένων ὕλικῶν μορίων».

Προφανῶς ἐλλείπει ἐκ τοῦ ὀρισμοῦ τούτου ἡ σαφή-

(1) Eders Jahber. f 1892, 156

(2) Zeitschri. f. wissensch. Micr. VIII. (1891), 181.

(3) Διὰ πλείονα βλέπε Zeits. f. wiss. Micr. VIII (1891), 145.

νεια, και ἵνα δώσωμεν ὄρισμόν ἀκριβῆ και μαθηματικόν, ὅστις νὰ ἐφαρμόζεται εἰς τοὺς τύπους, και ν' ἀληθεύῃ ἐπὶ γενικῶν ἀποτελεσμάτων, οὐ μόνον ἐπὶ τῆς γῆνης ἐπιφανείας ἀλλὰ και ἐπὶ τῶν οὐρανίων σωμάτων, εἶναι ἀνάγκη νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὰς κινήσεις, τὰς ὁποίας δεδομένη δύναμις μεταδίδει εἰς διάφορα σώματα.

Θὰ ἐξετάσωμεν ἐν πρώτοις πῶς ἐπιδρᾷ δύναμις, ἥτις ἐνεργεῖ διαρκῶς κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν και μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἐπὶ ἡρεμοῦντος σώματος. Γνωστὴ εἶναι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀδρανείας, καθ' ἣν πᾶν σῶμα, ἐὰν δὲν ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ οὐδεμία δύναμις, ἐμμένει εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ τῆς κινήσεως, ἣν εἶ ἀρχῆς εἶχε. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν λοιπὸν τῆς δυνάμεως τὸ σῶμα θὰ κινήθῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς και εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου θὰ ἔχῃ λάβῃ ὄρισμένην τινὰ ταχύτητα. Κατὰ τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου, ἐπειδὴ ἡ ἐπίδρασις τῆς δυνάμεως διέμεινεν ἡ αὐτὴ, θὰ ἔχῃ διπλασίαν ταχύτητα, εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου, τριπλασίαν κ. τ. λ. Τὸ σῶμα λοιπὸν λαμβάνει κίνησιν καθ' ἣν εἰς ἴσους χρόνους αὐξάνει ἡ ταχύτης κατ' ἴσην ποσότητα, ἥτοι ὡς συνήθως καλεῖται «κίνησιν ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην». Ἡ ἐλευθερά πτώσις τῶν σωμάτων μᾶς παρουσιάζει ἀπλοῦν και ἀξιοπαρατήρητον παράδειγμα. Κατὰ ταύτην ἡ σταθερὰ αὐξήσις τῆς ταχύτητος, ἥτοι ἡ «ἐπιτάχυνσις,» ἴσεται μὲ τὸ διπλασίον τοῦ διαστήματος ὕπερ διανύεται κατὰ τὸ πρῶτον δευτερολέπτον. Ἐὰν ἐπίδρασῃ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος μεγαλύτερα δύναμις, εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ ἐπιτάχυνσις αὐξάνει· διπλασιάζεται ἡ δύναμις, διπλασιάζεται και ἡ ἐπιτάχυνσις· αὐξάνει ἐν γένει ἡ δύναμις καθ' οἰομένην λόγον, τὸ αὐτὸ συμβαίνει και διὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν και ἔχομεν ἐκ τούτου μέσον πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῶν δυνάμεων διὰ τῶν κινήσεων. Μία δύναμις λοιπὸν θὰ εἶναι διπλασία, τριπλασία . . . ἄλλης, ἐὰν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐφαρμοσθῆσα, μεταδώσῃ αὐτῇ διπλασίαν, τριπλασίαν . . . ἐπιτάχυνσιν.

Ἐὰν ἡ αὐτὴ σταθερὰ δύναμις ἐπιδρῶσα διαδοχικῶς ἐπὶ δύο σωμάτων διαφόρων ὄγκων μεταδώσῃ εἰς αὐτὰ τὴν αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν, αἱ μᾶζαι τῶν σωμάτων αὐτῶν εἶναι ἴσαι. Ἐνοῦντες τὰ δύο ταῦτα σώματα παράγομεν νέον σῶμα διπλασίας μάζης, τὸ ὁποῖον ἵνα λάβῃ τὴν αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν ἦν τὰ δύο προηγούμενα σώματα, πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπ' αὐτοῦ διπλασία δύναμις· ἂν τὸ σῶμα εἶναι τριπλασίας μάζης πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπ' αὐτοῦ τριπλασία δύναμις ἵνα λάβῃ τὴν αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν. Ἄν δὲ ἡ αὐτὴ δύναμις ἐπίδρασῃ διαδοχικῶς ἐπὶ σωμάτων ἐχόντων μᾶζαν διπλασίαν, τριπλασίαν κτλ. μεταδίδῃ εἰς ταῦτα ἐπιτάχυνσιν κατὰ τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον κτλ. ἐλάσσονα. Λοιπὸν αἱ μᾶζαι τῶν διαφόρων σωμάτων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἐπιταχύνσεων, ὡς μεταδίδει αὐτοῖς μία και ἡ αὐτὴ δύναμις. Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι κατὰ τὴν ἐπίδρασιν σταθερᾶς δυνάμεως ἐπὶ σῶμα τι εἰς τρία σημεῖα προσέχομεν· 1) τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος 2) τὴν ἐντασιν τῆς δυνάμεως και 3) τὴν ἐπιτάχυνσιν. Ὁ ἀριθμὸς ὁ παριστῶν τὴν ἐντασιν τῆς δυνάμεως ἴσεται τῇ γινόμενῃ τῶν ἀριθμῶν τῶν παριστῶντων τὴν μᾶζαν και τὴν ἐπιτάχυνσιν.

Οὕτω τὸ βάρος τῶν σωμάτων (ἥτοι ἡ ἐντασις τῆς δυνάμεως τῆς ἐλκώσεως ταῦτα πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς) ἴσεται τῇ γινόμενῃ τῆς μάζης αὐτῶν ἐπὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος· ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐπιτάχυνσις αὕτη εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς πάντα τὰ σώματα, ἔπεται ὅτι τὰ βάρη εἶναι ἀνάλογα τῶν μαζῶν. Γνωρίζοντες τὸ βάρος ἐνὸς σώματος και τὴν ἐπιτάχυνσιν εὐρίσκομεν τὴν μᾶζαν αὐτοῦ και

τὰνάπαλιν, ἂν ἦναι ἡμῖν γνωστὴ ἡ μᾶζα και ἡ ἐπιτάχυνσις εὐρίσκομεν τὸ βάρος.

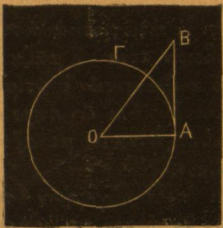
Παρατηρεῖ τις λοιπὸν τώρα, ὅτι ὁ ἀνωτέρω ὄριστος ὄρισμός τῆς μάζης προσέλαβεν ἀκριβεῖαν τινὰ· ἡ μᾶζα ἐνὸς σώματος δύναται νὰ νοηθῇ ὡς ὁ ἀριθμὸς τῶν ἰσοτίμων μορίων, ἅτινα περιέχει—Τὸ ἰσοτίμον δύο ὕλιων σημείων εἶναι ἤδη σαφές, ὑπάρχει ἐὰν ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδῃ και εἰς τὰ δύο ἰσομεγέθη ἐπιτάχυνσιν.

Ἐκ τῶν εἰρημένων ἐξάγεται ὅτι πρὸς σύγκρισιν τῶν μαζῶν τοῦ ἡλίου και τῶν πλανητῶν θὰ ἔρκει νὰ ἀφήσωμεν νὰ ἐπίδρασῃ μίᾳ δυνάμει διαδοχικῶς ἐπὶ πάντων αὐτῶν και νὰ εἶτα μετρήσωμεν τὰς παραγομένας ἐπιταχύνσεις. Τὸ μέσον αὐτὸ εἶναι ἀπραγματοποιήτον, ἀλλ' ὁ νόμος τῆς πογοσμίου ἔλξεως μᾶς ἐπιτρέπει νὰ πραγματοποιῶμεν τοῦ ζητήματος κατ' ἄλλον τρόπον. Ἐκαστος γνωρίζει τὴν ἐκφώνησιν τοῦ θαυμαστοῦ τούτου νόμου, τὸν ὁποῖον ὁ Νεύτων ἐξήγαγεν ἐκ τῶν νόμων τοῦ Κεπλέρου. «Δύο οἰαδήποτε μόρια τοῦ πλανητικοῦ συστήματος ἔλκονται κατ' εὐθὴν λόγον τῶν μαζῶν και κατ' ἀντίστροφον λόγον τοῦ τετραγώνου (\*) τῆς ἀπόστασις.»—Ὁ Νεύτων περαιτέρω ἀπέδειξεν, ὅτι ἡ ἔλξις σφαιρας ὁμοιομεροῦς ἢ ἐξ ὁμοιομερῶν στοιβάδων συγκειμένης ἐπὶ ἐξωτερικοῦ σημείου εἶναι ἡ αὐτὴ ὡς ἂν ἄπασα ἡ μᾶζα τῆς σφαιρας εἶχε συμπυκνωθῇ εἰς τὸ κέντρον—θεμελιώδη παρατήρησιν, ἥτις μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μὴ λαμβάνωμεν ὑπ' ὄψιν τὰς διαστάσεις ἐκάστου σώματος ἐν τῇ ἡλιακῇ συστάματι, ἀλλὰ νὰ θεωρῶμεν πάντα ὡς σημεῖα, εἰς ἃ ἔχει συμπυκνωθῇ ἄπασα ἡ μᾶζα ἐκάστου σώματος.

Ἄς παραδεχθῶμεν πρὸς στιγμὴν ὅτι σῶμα τι δύναται διαδοχικῶς νὰ ἄχθῃ εἰς ἀπόστασιν ἴσην ἀπὸ τοῦ ἡλίου και ἀπὸ τῆς γῆς· ὁ ἥλιος και ἡ γῆ θὰ τὸ ἔλξωσι μὲ δυνάμεις ἀναλόγους τῶν μαζῶν αὐτῶν, καθ' ὅσον ἡ ἀπόστασις εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ἀμφοτέρας τὰς περιστάσεις. Ἐὰν τώρα τὸ σῶμα πίπτῃ πρῶτον πρὸς τὸν ἥλιον και εἶτα πρὸς τὴν γῆν, αἱ κινήσεις αὐταὶ δύνανται νὰ θεωρηθῶσι, τοῦλάχιστον δι' ὄρισμένον χρονικὸν διάστημα, ὡς ὁμαλῶς ἐπιταχυνόμεναι και αἱ ἐπιταχύνσεις, ὡς και εἰς ἐν τῇ πρώτῃ δευτερολέπτῃ διανυόμενα διάστηματα, θὰ εἶναι ἀνάλογα τῶν μαζῶν τοῦ ἡλίου και τῆς γῆς. Ἐὰν π. χ. τὸ σῶμα κατὰ τὸ πρῶτον δευτερολέπτον πρὸς τὸν ἥλιον μὲν πίπτῃ διὰ 330 μέτρα, πρὸς τὴν γῆν δὲ 1 χιλιοστὸν τοῦ μέτρου, τότε ἐξάγομεν τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ ἡλίου εἶναι 330000φορὰς μείζον τῆς τῆς γῆς. Ἀλλὰδὲν εἶναι ἀναγκαῖον, τὸ ἐλκόμενον σῶμα νὰ ἀπέχῃ ἀκριβῶς ἰσάκεις ἀπὸ τὰ σώματα, τὴν σχέσιν τῶν μαζῶν τῶν ὁποίων προτιθέμεθα νὰ ὀρίσωμεν. Ὁ νόμος τοῦ Νεύτωνος δεικνύων εἰς ἡμᾶς τὴν μεταβολὴν τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως, ὅταν μεταβάλληται ἡ ἀπόστασις, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ εὐρίσκωμεν τὴν ἐντασιν τῆς δυνάμεως εἰς τὴν ἀπόστασιν τὴν ὁποῖαν θελομεν. Π. χ. ἂν τὸ σῶμα κεῖται 10 φορὰς πλησιέστερον εἰς τὴν γῆν ἢ εἰς τὸν ἥλιον, ἡ ἐλκτικὴ αὐτῆς δύναμις εἶναι 100 φορὰς μεγαλύτερα, παρὰ ἂν ἀπέχετο τὸ σῶμα ἀπὸ τῆς γῆς ὅσον και ἀπὸ τοῦ ἡλίου· ὥστε δὲν ἔχομεν ἢ νὰ διαιρέσωμεν τὴν ἐλκτικὴν δύναμιν τῆς γῆς διὰ 100, ἥτοι τοῦ τετραγώνου τοῦ 10, ἵνα λάβωμεν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ και πρότερον. Ἄς λάβωμεν τώρα ὡς παράδειγμα τὴν σελήνην. Ἄρκει νὰ εὐρωμεν πόσον θὰ ἐκινεῖτο πρὸς τὴν γῆν και πόσον πρὸς τὸν ἥλιον ἐὰν ἀφίνετο ἐλευθερά.

(\*) Τετράγωνον ἀριθμοῦ τινος καλεῖται τὸ γινόμενον αὐτοῦ ἐφ' αὐτόν· π. χ. τετράγωνον τοῦ 3 εἶναι τὸ 9, ὅπερ ἴσεται μὲ 3×3.

"Εστω Ο ή γη, ΑΓ ή τροχιά της σελήνης, Α ή θέσις της επί της τροχιάς εις ώρισμένην τινά χρόνου στιγμήν, ΑΒ (\*) ή ταχύτης αυτής κατά την στιγμήν αυτήν και ή Γ θέσις αυτής εν δευτερόλεπτον μετά την διόδον δια του σημείου Α. Αναχωρούντες εκ του σημείου Α δυνάμεθα να ώρισωμεν την κίνησιν δια του συνδυασμού δύο επιδράσεων. 1)



2) της έλξεως της γης επί αυτήν. Θά έχωμεν το αυτό αποτέλεσμα εάν αφήσωμεν να επιδράση εκάστη των δύο δυνάμεων χωριστά. Εάν κατά πρώτον δέν λάβωμεν υπ' όψει την έλξιν της γης, τότε ή σελήνη θά εκινείτο κατά την εφαπτομένην εις την τροχιάν της και μετά πάροδον ενός δευτερολέπτου θά εύρισκετο εις Β· εάν τώρα άφοδύ ήρεμήση εις Β επενεργήση ή έλξις της γης, θά κινηθή προς τό Ο και μετά εν δευτερόλεπτον θά φθάση εις τό Γ, σημείον εις τό όποιον πράγματι εύρίσκεται ή σελήνη μετά την πάροδον του ενός δευτερολέπτου. Δύναται τις λοιπόν να ειπή ότι ή άνω αρχικής ταχύτητος από του Β αναχωρήσασα σελήνη εις εν δευτερολέπτον έπεσε προς την γην κατά τό διάστημα ΒΓ.

Εάν θεωρήσωμεν την τροχιάν της σελήνης κυκλικήν (ύπερ ελάχιστον διαφέρει της αληθείας), δυνάμεθα εύκόλως να υπολογίσωμεν τό διάστημα Β Γ.

Νύν υπολείπεται να εύρωμεν πόσον θά έπιπτεν ή σελήνη προς τον ήλιον εν ενί δευτερολέπτω. Επειδή ή απόστασις της σελήνης από την γην είναι ελάχιστη συγκριμένη προς την απόστασιν από του ήλιου δυνάμεθα να αντικαταστήσωμεν ήν σελήνην υπό της γης και ούτω να έχωμεν έντελώς όμοιον προς τό προηγούμενον πρόβλημα, μόνον Ο θά σημαίνη τον ήλιον και ΑΓ θά είναι ή τροχιά της περι αυτόν. Η ένστασις ότι ένταύθα πρόκειται περι της ταχύτητος της πτώσεως της σελήνης και ούχι της γης, δέν έχει ύπόστασιν, καθ' όσον τό διανυόμενον διάστημα μένει τό αυτό οιαδήποτε και αν ήναι ή μάζα του πίπτοντος σώματος, άκριβώς όπως και εις την βαρύτητα, υπό την επίδρασιν της οποίας πάντα τά σώματα εν τω κενώ κίπτονσι μετά της αληθούς ταχύτητος.

Υποθέτοντες κυκλικάς τάς τροχιάς εύρισκομεν ότι ή γη εν ενί λεπτῷ πρώτῳ πίπτει 16 μ. 60 προς τον ήλιον, ή δε σελήνη 4 μ. 90 προς την γην. Άλλ' ή σελήνη κείται κατά μέσον όρον 386 φορές πλησιέστερον εις την γην ή προς τον ήλιον· πρέπει λοιπόν να διαιρέσωμεν τό 4 μ. 90 δια του τετραγώνου του 386 ύπερ μ.ς δίδει 0,0000328μ.

Δυνάμεθα λοιπόν να ισχυρισθώμεν, ότι αν ή σελήνη έκειτο εις ίσας άποστάσεις από του ήλιου και από της γης και αν εκαστον των σωμάτων τούτων χωριστά ένήργει επί αυτής, τότε ή σελήνη θά διέτρεχε προς μέν τον ήλιον μέτρα 10 και 60 εκατοστά εις εν πρώτον λεπτόν, προς δε την γην μόνον 0,0000328 μ. Λοιπόν,

Μάζα ήλιου έχει προς μάζαν γης  
 ως  
 10,60 μ. έχει προς 0,0000 μ.

$$\frac{\text{Μάζα ήλιου}}{\text{Μάζα γης}} = \frac{10.6}{0,0000328} = 328000$$

ήτοι ή μάζα του ήλιου είναι 323000 φορές μείζων της μάζης της γης.

(\*) Η ταχύτης εκφράζεται κατά μέγεθος και διεύθυνσιν υπό εύθείας γραμμής, ήτις σημαίνει τό διάστημα τό διανυόμενον κατά τη, μονάδα του χρόνου, ήτις ένταύθα είναι τό δεύτερον λεπτόν.

Προφανώς προς εκτέλεσιν του υπολογισμού τούτου χρειάζεται ή γνώσις της σχέσεως των άποστάσεων του ήλιου από της γης και της γης από της σελήνης.

Η άνωτέρω μέθοδος δύναται άνευ παραλλαγής να εφαρμοσθή προς προσδιορισμόν των μαζών των πλανητών οίτινες έχουσι δορυφόρους, άρκεί να είναι γνωσται αι μέσαι άποστάσεις των δορυφόρων από των πλανητών και των πλανητών από του ήλιου, ως και αι άστρικά περιφοραί (1) αυτών, αίτινες εύκόλως δια παρατηρήσεως εύρίσκονται.

Δια τον πλανήτην Δία π. χ. ύστις έχει τέσσαρας δορυφόρους ήδυνάτο τις να κάμη τέσσαρας άνεξαρτήτους άπ' άλλήλων προδιορισμούς της μάζης και είτα δια γνωστών μαθηματικών μεθόδων να συνδυάση τά αποτελέσματα ταύτα εις μίαν λίαν άκριβή τιμήν. Η νεωτάτη προς τούτο έργασία έδωκεν ότι ο ήλιος είναι 1047 φορές περίπου μείζων του Διός, ή άκριβέστερον ότι λόγος των μαζών ήλιου και Διός έχει την τιμήν  $\frac{1}{1047}$ .

Αί μάζαι των πλανητών Κρόνου, Ουρανού, Ποσειδώνος και Άρεως εύρίσκονται εκ παρατηρήσεων επί των δορυφόρων αυτών

Υπολείπεται να εύρεθώσιν αι μάζαι των έσωτερικών καλουμένων πλανητών, των κειμένων πλησιέστερον ή ή γη προς τον ήλιον και μη έχόντων δορυφόρους. Η αρχή έφ' ής στηρίζομεθα είναι ή έξής. Επειδή ή έντασις της έλξεως αύξάνει καταληκτικώς όταν έλλαττώται ή απόστασις, δύναται ή έλξις μικρού σώματος επί άλλου πησιόν κειμένου να υπερβή την του ήλιου εις περιστάσεις τινάς και να επιφέρη διαταραξεις εις την ένεκα της έλξεως του ήλιου περι αυτών διαγαφομένην τροχιάν του σώματος. Μετρούντες τάς διαταραξεις ταύτας της τροχιάς υπολογίζομεν την μάζαν του προξενούντος ταύτην σώματος. Η συμφωνία των τιμών των εύρισκομένων δια των δύο τούτων μεθόδων, δηλαδή της τών δορυφόρων και της τών διαταραξέων είναι αξιοπαρατήρητος· ή μάζα του Διός π. χ. εύρίσκεται πάντοτε 1047 φορές και 581 χιλιοστά μικροτέρα της του ήλιου· είναι δηλ. ο αριθμός άκριβής κατά προσέγγισιν χιλιοστού—άποτέλεσμα τῷ όντι εξαίσιον.

Αί μάζαι των πλανητών συνοψίζονται ῶδε αν μονάς συγκριθώσιν ληθθῆ ή γη.

Έρμης	$\frac{1}{16}$	Ζεύς	310
Άφροδίτη	$\frac{1}{4}$	Κρόνος	93
Γη	1	Ουρανούς	14
Άρης	$\frac{1}{10}$	Ποσειδών	17
		Ήλιος	324000

Επειδή δε αι μάζαι είναι άνάλογοι των βαρών, οι αριθμοί ούτοι μ.ς δεικνύουσι κατά πόσον ο ήλιος και οι πλανήται είναι βαρύτεροι της γης. Τό βάρος της γης εύρίσκομεν εάν διαιρέσωμεν τον όγκον αυτής εις ίσα μέρη π. χ. εις κυβικά μέτρα και ζυγίσωμεν εκαστον αυτών. Αντι τούτου όμως δυνάμεθα πειραματικώς να εύρωμεν ποσάκις βαρύτερον είναι εν κυβικόν μέτρον γης από ίσον όγκον ύδατος, ύποτιθεμένου ότι ή γη παντού έχει την αυτήν πυκνότητα και τον αριθμόν αυτόν να πολλαπλασιάσωμεν επί τον αριθμόν των κυβικών μέτρων άτινα περιέχει ή γη. Εν κυβικόν μέτρον γης βαρύνει 5  $\frac{1}{2}$  σχεδόν περισσότερον ίσου όγκου ύδατος.

Δικαίως λοιπόν δυνάμεθα να ισχυρισθώμεν ότι είναι δυνατόν να ζυγισθώσιν εις χιλιόγραμμα ή όκάδας ή γη, ο ήλιος και οι πλανήται.

Π. Δ. ΖΑΧΑΡΙΑΣ

(1) Άστρική περιφορά καλείται ο χρόνος ο παρερχόμενος όπως πλανήτης τις επιστρέψη εις τό αυτό σημείον του ουρανού όριζόμενον υπό άπλανούς άστέρου· ένταύθα χρησιμεύει όπως γνωσθή ή ταχύτης του πλανήτη επί της τροχιάς αυτού.