

## ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ

## ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ DOPPLER-FIZEAU,\*

δι' ἧς ἐπιτρέπεται ὁ διὰ τῆς φωτοαναλύσεως  
προοδιορισμὸς τῆς ταχύτητος τῶν ἀστρῶν κατὰ  
τὴν διεύθυνσιν τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνος.

*Ἀρχὴ τοῦ Fizeau.*—Οὕτως εἶχον τὰ πράγματα  
ὅταν ὁ Fizeau ἀνέγνω ἐν τῇ ἐταιρίᾳ τῶν φιλομαθῶν  
(Société philomathique), κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς  
11)23 δεκεμβρίου 1848, ὑπόμνημα ἐν ᾧ ἐξετίθεντο  
τὰ ἀποτελέσματα τῆς κινήσεως ἐπὶ τοῦ ὕψους τῶν  
ἡχητικῶν παλμῶν καὶ ἐπὶ τοῦ μήκους τοῦ κύματος  
τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

Ὁ συγγραφεὺς παρατίθεισιν ἀποσπάσματα τινα τοῦ  
Δελτίου τῆς ἐταιρίας ταύτας ἔχοντα ὡς ἑξῆς:

«Ἐάν ἦχουν τι σῶμα, παράγον συνεχῇ καὶ τὸν αὐ-  
τὸν ἦχον, κινῆται μετὰ ταχύτητος δυναμένης νὰ  
συγκριθῇ πρὸς τὴν τοῦ ἡχου, τὰ ἡχητικὰ κύματα  
δὲν θὰ εἶνε συμμετρικῶς διατεταγμένα περὶ τὸ ἦχον  
σῶμα, ὡς τοῦτο συμβαίνει ὅταν τὸ σῶμα τοῦτο ἀκι-  
νητῇ· ἀλλὰ ταῦτα θὰ κείνται πλησιέστερα μὲν πρὸς  
ἄλληλα ἐν τῷ χώρῳ πρὸς ὃν γίνεται ἡ κίνησις, μᾶλ-  
λον δὲ ἀπ' ἄλλήλων ἀπομακρυσμένα ἐν τῷ ἀντι-  
θέτῳ χώρῳ: διὰ παρατηρητὴν λοιπὸν κείμενον πρὸς  
τὰ ἐμπρὸς ἢ πρὸς τὰ ὀπισθεν τοῦ ἡχοῦντος σώματος,  
ὁ ἦχος θὰ εἶνε διάφορος, ὀξύτερος μὲν κατὰ τὴν πρῶ-  
την θέσιν, βαρύτερος δὲ κατὰ τὴν δευτέραν».

Ἐνταῦθα ὁ συγγραφεὺς παρατηρεῖ ὅτι τὰ ἀνωτέρω  
ἀκριβῶς συμφωνοῦσι πρὸς τὴν θεμελιώδη ἀρχὴν τοῦ  
Doppler, σημειοὶ δὲ ὅτι ὁ Fizeau προσάγει κατὰ  
πρῶτον ὄργανον, δι' οὗ ἐπαληθεύονται πειραματικῶς  
τὰ πορίσματα ταῦτα. Ἡ κατασκευὴ τοῦ ὀργάνου  
τούτου ἐκτίθεται ἐν τῷ Δελτίῳ ὡς ἑξῆς:

«... Τὸ ὄργανον τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς  
τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν τοῦ Savart. ἀλλ' ἡ διέταξις  
εἶνε ἀντίστροφος. Ἀντὶ κινήτων ὀδόντων συναντών-  
των κατὰ τὴν κίνησιν αὐτῶν ἀκίνητον ἐλαστικὸν  
σῶμα, ἐν τῷ ὀργάνῳ τούτῳ τὸ ἐλαστικὸν σῶμα κεί-  
ται ἐπὶ τῆς περιφερείας τροχοῦ καὶ συναντᾷ κατὰ  
τὴν κίνησιν αὐτοῦ ἀκινήτους ὀδόντας κειμένους ἐν τῇ  
κοιλότητι ἐξωτερικοῦ τινὸς ἀκινήτου τόξου. Οὕτως  
ἔχομεν ὄργανον ἀκίνητον δυνάμενον ν' ἀποδώσῃ ἡχους  
διαφόρους καθ' ἑκάστην τῶν ἰδιαίτερων διευθύνσεων».

Ἐπὶ τούτοις ὁ συγγραφεὺς παρατίθει τὸ ἐπόμε-  
νον χωρίον τοῦ Δελτίου, ἐν ᾧ διατυπῶνται ὁριστικῶς  
ἡ ἐξομοίωσις τοῦ φωτός μετὰ τοῦ ἡχου καὶ ὁ ἀκρι-  
βὴς ὁρισμὸς τοῦ φαινομένου τοῦ ἀντιστοιχοῦντος εἰς  
τὴν κίνησιν τῆς παλλομένης πηγῆς.

«Κίνησις ταχυτάτη καὶ δυναμένη νὰ συγκριθῇ πρὸς  
τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, ἀνήκουσα εἰς τὸ φωτεινὸν  
σῶμα ἢ εἰς τὸν παρατηρητὴν, θὰ ἔχῃ ὡς ἀποτελέ-

σμα νὰ μεταβάλλῃ τὸ μήκος τῶν κυμάτων ἀπασῶν  
τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων τῶν συνιστωσῶν τὸ φῶς, ὅπερ  
δέχεται τις κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως. Τὸ  
μήκος τοῦτο θὰ αὐξηθῇ ἢ θὰ ἐλαττωθῇ κατὰ τὴν  
φορὰν τῆς κινήσεως. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο θεωρου-  
μενον ἐν τῷ φάσματι θὰ ἐκδηλωθῇ διὰ μεταθέσεως  
τῶν ραβδώσεων ἀντιστοιχοῦσας εἰς μεταβολὴν τοῦ  
μήκους τοῦ κύματος»<sup>1</sup>.

Ἐπὶ τούτοις ὁ συγγραφεὺς, σημειῶν ὅτι διὰ τῶν  
ἀνωτέρω ἡ νέα μέθοδος εὐρίσκεται ἰδρυμένη, ὅτι οὐ-  
δὲν ἔκτοτε μετεβλήθη καὶ ὅτι διὰ ταύτης παρέχον-  
ται εἰς τοὺς ἀστρονόμους τὰ μέσα τοῦ ἀκριβοῦς προσ-  
διορισμοῦ τῆς μεταθέσεως τῶν ραβδώσεων τοῦ ὑπὸ  
ἐξέτασιν φάσματος, καταλήγει παραθέτων ῥητῶς  
τὴν ὀπτικὴν ἀρχὴν ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡ νέα μέθοδος  
ἔχουσαν ὧδε:

Ἡ διαθλαστικότης φωτεινῆς τινὸς πηγῆς ἐξαρτᾶ-  
ται μόνον, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, ἐκ τῆς φαινο-  
μενικῆς περιόδου τῆς παλμικῆς αὐτῆς κινήσεως.

Ἐκ τῆς ἐκφωνήσεως ταύτης τῆς ὀπτικῆς ἀρχῆς  
ὑπὸ τοῦ Fizeau καταφαίνεται ὅτι ὁ μὲν Doppler  
ἔδειξε πῶς ἡ κίνησις παλλομένης τινὸς πηγῆς τρο-  
ποποιεῖ τὴν φαινομενικὴν περίοδον τῆς πηγῆς ταύ-  
της, ὁ δὲ Fizeau πῶς ἡ μεταβολὴ αὕτη τῆς περιό-  
δου ἐπιβεβαιούται καὶ ἐπὶ πλέον πῶς αὕτη μετρεῖται  
διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς διαθλαστότητος. Τὰ δύο  
ταῦτα ἀποτελέσματα εἶνε ἀχώριστα. Διὰ ταῦτα ὁ  
συγγραφεὺς θεωρεῖ ὅτι δίκαιον εἶνε νὰ χαρακτηρίζε-  
ται ὑπὸ τὸ ὄνομα τῆς μεθόδου τοῦ Doppler-Fizeau  
ἡ ὀπτικὴ μέθοδος ἢ ἐπιτρέπουσα τὴν μέτρησιν τῆς  
σχετικῆς ταχύτητος φωτεινῆς τινὸς πηγῆς διὰ τῆς  
μεταθέσεως τῶν ραβδώσεων τοῦ φάσματος.

Ἡ ιδέα τῆς μεταθέσεως τῶν ραβδώσεων, λέγει  
ὁ Cornu, ἦτο τοσοῦτω νέα κατὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην  
ὥστε καὶ αὐτὸς ὁ Doppler δὲν φαίνεται ἀντιληφθεὶς  
τὰς συνεπείας· τοῦτο τοῦλάχιστον φαίνεται προ-  
κύπτει ἐκ τῆς ὑπὸ τοῦ Doppler, τῷ 1850, ἐπικρί-  
σεως ἐπὶ τοῦ ἔργου τοῦ Fizeau, ἧς ἀπόσπασμα δη-  
μοσιεύει ἐν τῇ προκειμένῃ αὐτοῦ μελέτῃ. Ἐκ τῆς  
ἐπικρίσεως ταύτης, περιστρεφομένης κυρίως καὶ μόν-  
ον εἰς τὴν περιγραφὴν καὶ τὴν ἐκθεσιν τοῦ ὑπὸ τοῦ  
Fizeau κατασκευασθέντος ὀργάνου, περὶ οὗ ἀνωτέρω  
ἐγένετο λόγος, ἐπεται ὅτι ὁ Doppler οὐδόλως κατε-  
νόησε τὴν ἀξίαν τῆς ὑπὸ τοῦ Fizeau ἀνακαλυφθείσης  
μεταθέσεως τῶν ραβδώσεων τοῦ φάσματος κινουμένης  
φωτεινῆς πηγῆς, διότι, οὐδὲν περὶ τούτου λέγων,  
ἐπανέρχεται εἰς τοὺς κεχρωματισμένους αὐτοῦ ἀστέ-  
ρας, ἀναφέρει τὰς παρατηρήσεις τοῦ Sestini, εἰς ἃς  
καὶ πάλιν ἐπανέρχεται τῷ 1852 εἰς μεταγενέστε-

1) Ὁ τύπος ὁ ἐκφράζων ἀλγεβρικῶς τὸ συμπέρασμα  
τούτου καὶ χρησιμεύσας διὰ τοὺς ἰσχυμένους ὑπολογισμοὺς εἶνε

$$\lambda'' = \lambda \left( 1 \pm \frac{v}{V} \right),$$

ἐν ᾧ  $\lambda''$  καὶ  $\lambda$  εἶνε τὸ φαινομενικὸν καὶ τὸ πραγματικὸν μῆ-  
κος τοῦ κύματος·  $v$ , ἡ σχετικὴ ταχύτης τῆς πηγῆς καὶ  
 $V$  ἡ ταχύτης τοῦ φωτός.

\*) Ἰδὲ ἀριθ. 11, σελ. 204—206.

ρον αὐτοῦ ὑπόμνημα. Οὕτως, ἐπάγεται ὁ Cornu, τὸ δυνατόν τῆς ἀποδείξεως τῆς κινήσεως φωτεινῆς τινὸς πηγῆς διὰ τῆς μεταθέσεως τῶν ῥαβδώσεων τοῦ φάσματος οὐδεμίαν φαίνεται προξενῆσαν αὐτῷ ἐντύπωσιν, διότι οὐχὶ μόνον δὲν ἀναγράφει τοῦτο ὡς συνέπειαν τῆς θεωρίας αὐτοῦ, ἀλλὰ οὐδὲ φαίνεται καὶ διὰκρίνας αὐτὸ ἐν τῷ ἔργῳ τοῦ γάλ-λου φυσικοῦ. Τοῦτο, κατὰ τὸν Cornu, πρέπει ν' ἀποδοθῇ μᾶλλον εἰς τὸ μὴ εἰσέτι, κατὰ τὴν ἐποχὴν ἐκείνην, διαδοδομένον τῆς παρατηρήσεως τῶν ὑπὸ τοῦ Fraunhofer τὸ πρῶτον παρατηρηθεισῶν λεπτῶν τοῦ φάσματος ῥαβδώσεων, ὧν ἡ βαθεῖα γνώ-σις καὶ μελέτη πιθανώτατα ἐπέτρεψεν εἰς τὸν Fizeau νὰ φθάσῃ εὐχερῶς εἰς τὴν ἀληθῆ ἐρμηνείαν τῆς ἐπι-δράσεως τῆς κινήσεως φωτεινῆς πηγῆς καὶ ν' ἀπο-φύγῃ τὴν ἄγονον ὁδὸν εἰς ἣν περιεπλάκη ὁ Doppler.

Εἶτα ὁ συγγραφεὺς, ἐξετάζων τὴν ἐπὶ τῆς μεθό-δου τοῦ Doppler-Fizeau ἐπιδρασιν τῆς ἀνακαλύψεως τῆς φωτοανάλυσεως, παρατηρεῖ ὅτι, ὅπως ἡ μέθοδος αὕτη, ἐξεληθούσα ἀπὸ τῶν χειρῶν τῶν φυσικῶν, ἐπε-νεργήσῃ ἐπὶ τοῦ πνεύματος τῶν ἀστρονόμων, ἀπη-τεῖτο ἡ πραγματώσις δύο συνθηκῶν, αἵτινες μόνον διὰ μακροῦ χρόνου ἠδύναντο νὰ ἐπιτευχθῶσιν, ἥτοι α) ἀπρητεῖτο ἡ διὰδοσις καὶ ἡ τελειοποίησις τῆς σπουδῆς τῶν φωτεινῶν φασμάτων, καὶ β) ἡ βεβαιό-της τῆς ἐν τοῖς φάσμασι τῶν ἀστέρων εὑρέσεως ῥα-βδώσεων αἵτινες νὰ δύνανται νὰ χρησιμοποιηθῶσιν ὡς ἀφετηρίαι. Γνωστὸν τότε ἦτο, διὰ τῶν παρατηρή-σεων τοῦ Fraunhofer, ὅτι αἱ δύο αὗται συνθήκαι ἦσαν πραγματοποιήσιμοι, ἀφοῦ ὁ δεινὸς οὗτος φυσι-κὸς εἶχε διαγράψῃ τὰ φάσματα διαφόρων ἀστέρων, ἐν οἷς ἀνεῦρε τὰς ῥαβδώσεις D καὶ b τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Ἄλλ' αἱ παρατηρήσεις αὗται ἀνῆκον μᾶλ-λον εἰς τὴν Φυσικὴν ἢ εἰς τὴν Ἀστρονομίαν, καθ' ὅσον ἔλειπεν ἡ κρίσιμος ἀφορμὴ τῆς προσηλώσεως τῆς εἰδικῆς προσοχῆς τῶν ἀστρονόμων καὶ τῆς ἐξαναγ-κάσεως αὐτῶν εἰς τὴν φυσικὴν μελέτην τοῦ φωτός τῶν ἀστρῶν. Ἡ μεγάλη ὅθεν αὕτη κίνησις συνετελέ-σθη αἰφνης διὰ τῆς μεσολαβήσεως τῆς Χημείας, διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τῆς φωτοανάλυσεως, τὰ ἔργα δὲ τοῦ Bunsen καὶ τοῦ Kirchhoff ἔσχον ἑκτακτον ἐπί-δρασιν μέχρι τῆς Ἀστρονομίας, ἀφ' οὗ, μετὰ τοὺς χημικούς, ἀποκτήσαντας δι' αὐτῆς μεθόδους ποιο-τικῆς ἀναλύσεως ἐξόχου λεπτότητος, οἱ φυσικῶς ἀ-μέσως μᾶλλον καταπληγέντες ἦσαν οἱ ἀστρονόμοι, εἰς οὓς ἀπεκαλύπτετο δι' αὐτῆς οὐ μόνον ἡ χημικὴ τοῦ Ἡλίου σύστασις, ἀλλὰ καὶ οὐσιώδη γνωρίσματα τῆς συστάσεως τοῦ ἀστρου τούτου ὡς καὶ τὸ δυνατόν τῆς ἐπεκτάσεως τῆς μεθόδου ταύτης εἰς ἅπαντα τὰ οὐράνια σώματα.

Εὐμεταχείριστον ὥστε νὰ τὸ προσαρμώσωσιν εἰς ἀστρονομικὴν τινα διόπτραν καὶ ν' ἀναλύσωσι τὸ φῶς τῆς Σελήνης, τῶν πλανητῶν, τῶν ἀπλανῶν καὶ τῶν νεφελωμάτων, νὰ συγκρίνωσι δὲ τὰς ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος τῶν ἀστρῶν τούτων μετὰ τῶν τῶν τεχνη-τῶν φῶτων.

Ἐκ τῶν παρατηρήσεων αὐτῶν ἔπεται τὸ κεφα-λαιώδες γεγονός ὅτι τὰ χημικὰ γήινα στοιχεῖα ὕδρο-γόνον, νάτριον, μαγνήσιον, σίδηρος, κτλ., ὧν ἡ πα-ρουσία ἐν τῷ ἡλιακῷ φάσματι ἐσημειώθη ὑπὸ τοῦ Kirchhoff, ἀνευρίσκονται καὶ ἐν τῷ τῶν ἀστέρων, ὅτι δὲ μεγάλη ἀναλογία ὑφίσταται μεταξὺ τῶν ῥαβδώ-σεων τῶν φασμάτων τῶν ἀστέρων καὶ τῶν τῶν τεχνη-τῶν φῶτων.

Μετὰ ταῦτα ὁ συγγραφεὺς ὁμιλεῖ περὶ τῆς ὑπὸ τοῦ Huggins ἔτη τινὰ μετὰ ταῦτα γενομένης πα-ρατηρήσεως τῆς μικρᾶς μετακινήσεως τῶν διαφόρων ῥαβδώσεων τοῦ φάσματος, μετακινήσεως γενομένης πρὸς τὸ ἐρυθρὸν μὲν διὰ τινὰς ἀστέρας, οἷον τὸν Σείριον, πρὸς τὸ ἰκθίνον δὲ διὰ τινὰς ἄλλους, πα-ρατηρῶν ὅτι τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὅπερ οὐδὲν ἄλλο εἶναι ἢ τὸ ὑπὸ τοῦ Fizeau εἰκασιν ἔτη πρότερον προσημειωθὲν καὶ λησμονηθέν, ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Huggins καὶ εἰς τὸν Maxwell ταυτοχρόνως, καὶ ἐν ἀγνοίᾳ τοῦ ὑπὸ τοῦ Fizeau εὑρεθέντος τύπου, νὰ προβῶσιν ἐξ ἀφορμῆς τῆς μετακινήσεως τῆς ῥαβδώ-σεως F τοῦ ὕδρογόνου ἐν τῷ φάσματι τοῦ Σειρίου, εἰς ὑπολογισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ ἀστέρος τούτου καὶ νὰ εὗρωσιν οὕτω, διὰ τοῦ τύπου τοῦ Fizeau, ἀνακαλυφθέντος τὸ δεύτερον ὑπὸ τοῦ Maxwell, ὅτι ὁ Σείριος ἀπομακρύνεται τῆς Γῆς μετὰ ταχύτητος 29,4 μιλίων ἢ 47 χμ. ἐν 1 λ".

Η. Γ. ΒΑΛΣΑΜΑΚΗΣ.

(Ἀκολουθεῖ).

## ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΕΡΩΣ

ὑπὸ **Paul Bourget**\*.

Ἐπὶ τέλους διηρωτώμην, κατὰ τὰς μακρὰς κατὰ μόνας σκέψεις μου· πρὸς τί νὰ μὴ δοκιμάσω νὰ ἐπα-νορθώσω τὴν μυστηριώδη τῆς τύχης μου καταστρο-φὴν; Ἐλεγον πολλάκις κατ' ἐμαυτὴν ὅτι ἤμην ἀνόη-τος μὴ δραττομένη τῆς παρεχομένης μοι εὐκαιρίας νὰ ζήσω τὸν ἀληθῆ βίον δι' ἀληθοῦς ἔρωτος, ἐν ἡλι-κίᾳ καθ' ἣν ἡ νεότης μου δὲν ἔπαυσεν ἔτι νὰ ᾔ-νηθῇ. Μετὰ παρέλευσιν ἐτῶν τινῶν θὰ ἦτο λίαν ἀρ-γά. Μεταξὺ Γεράρδου καὶ ἐμοῦ καὶ διὰ νὰ φθάσω μέχρις αὐτοῦ, ὅποια ἄρξ γε θὰ συνήντων προσκόμ-ματα; Ὅλας τὰς προλήψεις, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐμὴν σκέψιν καὶ συνείδησιν οὐδὲ ἐν καθήκον, — πλὴν τοῦ νὰ μὴ ψευσθῶ. Οὐδαμῶς παρεδεχόμεν ὅτι ὁ σύζυγός μου εἶχε δικαίως πραγματικὰ δικαιώματα ἐπ' ἐμοῦ καὶ οὐχὶ ἐγὼ αὕτη. Καθόσον ἐκεῖνος μὲ εἶχεν ἐκλέ-ξει, — καὶ ἡνόουν νῦν τὸ πρᾶγμα, — διὰ νὰ θέσῃ τὴν χεῖρα ἐν ἀνάγκῃ ἐπὶ τοῦ ἑκατομμυρίου τῆς προικὸς μου, — ὁ δὲ κόσμος ἐσέβετο καὶ ἐτίμα αὐτόν. Καὶ σήμερον ἔτι δὲν παραδέχομαι ὅτι ὁ σύζυγός μου ἔχει ἐπ' ἐμοῦ πραγματικὰ δικαιώματα. Δὲν εἶχον ὑπο-

(\*) Ἰδε ἀριθ. 12, σελ. 225—227.