



Τελικά, τί είναι
αὐτὴ ἡ Θεωρία τῆς
Σχετικότητας;

Τίτλος πρωτοτύπου:

Л.Д. Ландау Ю.Б. Румер

Что такое теория относительности

3-е дополненное издание

Издательство «Советская Россия», Москва, 1975

Λ. Δ. Λαντάου, Γ. Μπ. Ροϋμερ

Τελικά, τί είναι αὐτή ἡ Θεωρία τῆς Σχετικότητας;

3η συμπληρωμένη ἔκδοση

Ἐκδ. Οἶκος «Σοβιετική Ρωσία», Μόσχα, 1975

Ἡ παροῦσα μετάφραση ξεκίνησε

Τρίτη, 27 Μαΐου 2019, στίς 01:23

τὴν ἐπαύριο τῶν Δημοτικῶν, Περιφερειακῶν
καὶ Εὐρωπαϊκῶν Ἐκλογῶν.

Ἐπιμέλεια κειμένων-Διορθώσεις:

Ἀθανάσιος Γερ. Μουστάκης

ISBN: 978-960-615-357-0

Ἀπρίλιος 2021

© 2021, Ἰωάννης Α. Βαμβακάς

© 2021, Ἀστική Ἐταιρεία «Ἴπποκράτης»

© 2021, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΡΜΟΣ

ΑΘΗΝΑ: Μαυροκορδάτου 11, Τ.Κ. 106 78

τηλ.: 210 3304196 - 210 3830604, fax: 210 3819439

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: Πρασακάκη 5, Τ.Κ. 546 22

τηλ.: 2310 220992, fax: 2310 220910

e-mail: info@armosbooks.gr

Παραγγελίες: orders@armosbooks.gr

www.armosbooks.gr

Λέων Δ. Λαντάου
καὶ Γιούρι Μπ. Ροῦμερ

Τελικά, τί εἶναι
αὐτὴ ἡ Θεωρία τῆς
Σχετικότητας;

Σκίτσα:
B.N. Ντομπροβόλσκυ
καὶ N.M. Λισαγκόρσκυ

Μετάφραση ἀπὸ τὸ ρωσικὸ πρωτότυπο:
Ἰωάννης Ἀ. Βαμβακᾶς

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΡΜΟΣ

Ὁ παρὼν τόμος ἐντάσσεται στὴν ἐκδο-
τικὴ προσπάθεια τῆς Ἀστικῆς Ἐταιρείας
«Ἱπποκράτης», Κέντρο Πρόληψης τῶν
Ἐξαρτήσεων καὶ Προαγωγῆς τῆς Ψυχοκοι-
νωνικῆς Ὑγείας, ἡ ὁποία ἐδρεύει στὴν Κω
καὶ δραστηριοποιεῖται στὰ νησιά τοῦ Βο-
ρείου Συγκροτήματος τῆς Δωδεκανήσου.

Ὁ μεταφραστὴς πρόσθεσε
ὅλες τὶς ὑποσημειώσεις
ποὺ συνοδεύουν τὴ μετάφραση.

* * *

Τὰ περισσότερα ἀδιαμφισβήτητα
στοιχεῖα ποὺ συνοδεύουν
τὸ κείμενο ἀντλήθηκαν
ἀπὸ λήμματα τῆς Wikipedia.

* * *

Τὸ **ΘτΣ** χρησιμοποιεῖται
στὸ βιβλίο ὡς συντομογραφία γιὰ τὸ
«**Θεωρία τῆς Σχετικότητας**».

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	7
Χαιρετισμὸς κ. Διονυσίας Τελλῆ-Τσιμισίρη, Δημοτικῆς Συμβούλου-Προέδρου Δ.Σ. Ἀστικῆς Ἑταιρείας «Ἴπποκράτης»	11
Προλεγόμενα δρος Δημητρίου Κ. Γερούκαλη, Ἐπιστημονικοῦ Διευθυντοῦ-Ἀντιπροέδρου Δ.Σ. Ἀστικῆς Ἑταιρείας «Ἴπποκράτης»	13
Πρόλογος Ὑπευθύνου Ε.Κ.Φ.Ε. Κῶ	21
Πρόλογος μεταφραστοῦ	27
Πρόλογος στὴν 3η ἔκδοση (1975)	33
Πρόλογος στὴν 1η ἔκδοση (1959)	33
1. Ἡ σχετικότητα ποὺ ἔχουμε συνηθίσει	
1.1 Κάθε βεβαιότητα ἔχει νόημα;	35
1.2 Δεξιὰ καὶ ἀριστερὰ	35

1.3	Τί ἔχουμε τώρα, ἡμέρα ἢ νύχτα;	37
1.4	Ποῖος εἶναι μεγαλύτερος;	37
1.5	Τὸ σχετικὸ φαίνεται ἀπόλυτο	38
1.6	Τὸ ἀπόλυτο ἔγινε σχετικὸ	39
1.7	Ἡ «κοινὴ λογικὴ» ἀρχίζει νὰ διαμαρτύρεται	41
2. Ὁ χώρος εἶναι σχετικὸς		
2.1	Ἐνα καὶ τὸ αὐτὸ μέρος ἢ μήπως ὄχι;	43
2.2	Πῶς κινεῖται ἓνα ἀντικείμενο στὴν πραγματικότητα;	45
2.3	Εἶναι ὅλα τὰ σημεῖα παρατήρησης ισότιμα;	47
2.4	Τὸ σημεῖο ἡρεμίας ἔχει βρεθεῖ!	48
2.5	Ἀδρανειακὸ σύστημα ἀναφορᾶς	49
2.6	Κινεῖται τὸ τραῖνο;	50
2.7	Ἡ ἡρεμία ἔχει ἐντελῶς ἐξαφανισθεῖ	53
2.8	Ὁ νόμος τῆς ἀδράνειας	54
2.9	Καὶ ἡ ταχύτητα εἶναι σχετικὴ!	56
3. Ἡ τραγωδία τοῦ φωτός		
3.1	Τὸ φῶς δὲν διαδίδεται στιγμιαία	59
3.2	Μποροῦμε νὰ ἀλλάξουμε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός;	60

3.3 Τὸ φῶς καὶ ὁ ἥχος	62
3.4 Ἡ ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῆς κινήσεως μοιάζει νὰ παραπαίει	63
3.5 «Ὁ παγκόσμιος αἰθέρας»	66
3.6 Ἐγείρεται μίᾳ δύσκολη κατάσταση	70
3.7 Τὸ πείραμα θὰ πρέπει νὰ ἀποφασίσει	71
3.8 Ἡ ἀρχὴ τῆς σχετικότητας θριαμβεύει	73
3.9 Ἀπὸ τῆ Σκύλλα στὴ Χάρυβδη!	75
4. Ὁ χρόνος ἀποδεικνύεται σχετικὸς	
4.1 Ὑπάρχει ἐδῶ ἀντίφαση;	79
4.2 Ἄς πάρουμε τὸ τραῖνο	81
4.3 «Ἡ κοινὴ λογικὴ» μοιάζει καταντροπιασμένη	82
4.4 Ὁ χρόνος ἀκολουθεῖ τὸν χῶρο	85
4.5 Ἡ ἐπιστήμη θριαμβεύει	88
4.6 Ἡ ταχύτητα ἔχει ὅρια	90
4.7 Νωρίτερα καὶ ἀργότερα	95
5. Ἰδιότροπα ρολόγια καὶ χάρακες	
5.1 Ἄς πάρουμε πάλι τὸ τραῖνο	97
5.2 Τὰ ρολόγια συστηματικὰ μένουν πίσω	100
5.3 Ἡ χρονομηχανὴ	104
5.4 Ταξιδεύοντας σὲ ἕναν ἀστέρα	107

5.5 Τὰ πράγματα συστέλλονται	111
5.6 Ἰδιότροπες ταχύτητες	116
6. Τὸ ἔργο μεταβάλλει τὴ μᾶζα	
6.1 Ἡ μᾶζα	121
6.2 Ἡ μᾶζα ἀῶνεται	122
6.3 Πόσο κοστίζει ἓνα γραμμᾶριο φῶς;	125
7. Ἀνακεφαλαίωση	129

Παραρτήματα

A. Ἀναμνηστικὲς σελίδες γιὰ τὸν Λ. Δ. Λαντάου ...	137
B. Ὁ ζωντανὸς λόγος τοῦ Λαντάου	157
Γ. «Ἄν οἱ ἐπιστήμονες ὅλου τοῦ κόσμου...»	189
Δ. Τὸ πείραμα Michelson-Morley	205
Ε. Σύντομος Βιογραφικὸς Πίνακας	211
ΣΤ. Φωτογραφικὸ ἀνθολόγιο	217

Χαιρετισμός Προέδρου Δ.Σ. 'Αστικής Έταιρείας «Ίπποκράτης»

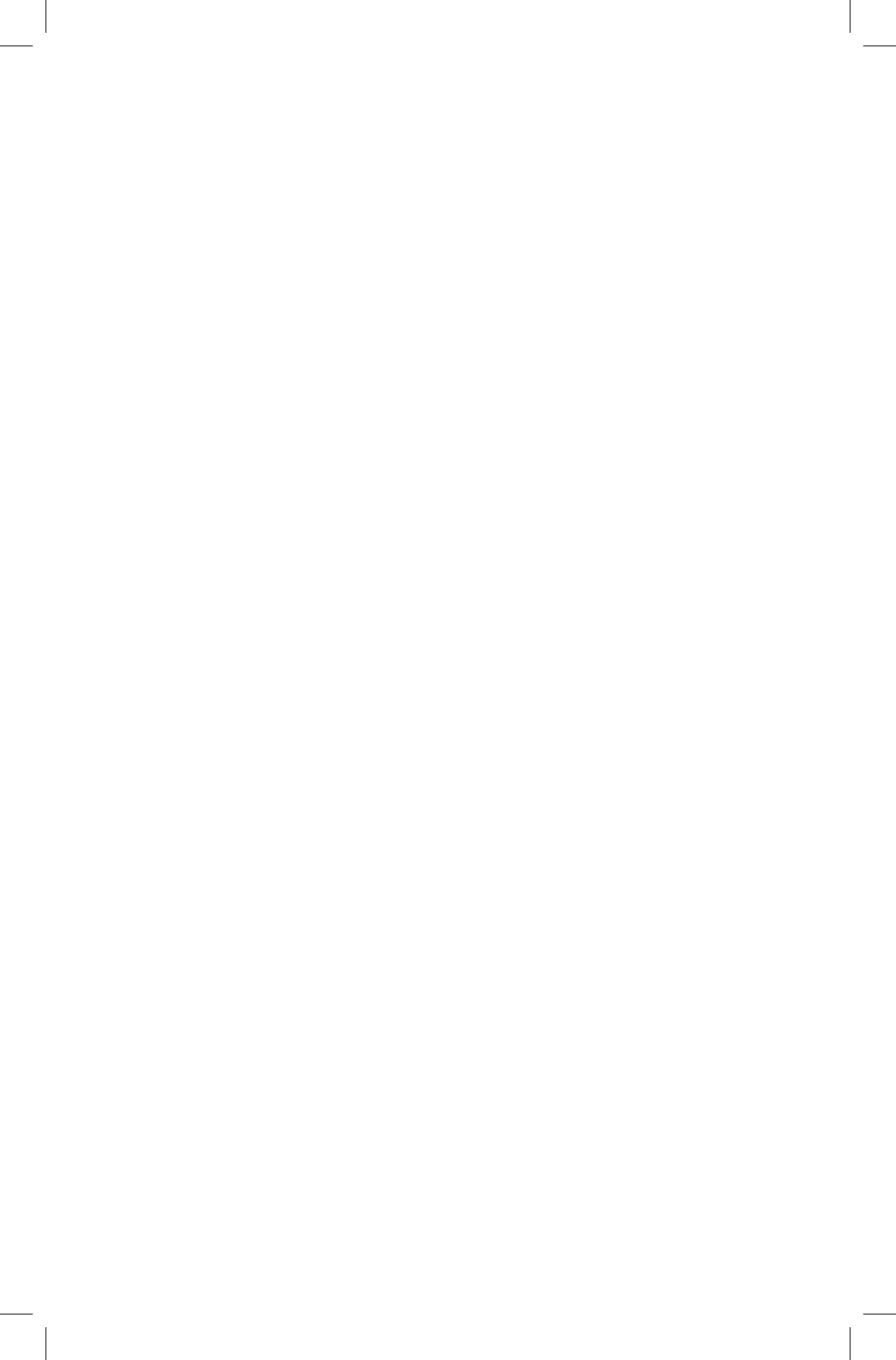
ΑΣΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ "ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ"
ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΣΕΩΝ
ΚΑΙ ΠΡΟΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΨΥΧΟΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
Πρόεδρος Δ.Σ. - Διονυσία Τελλή-Τσιμισίρη
Αλεξάνδρου Διάκου 4 - ΚΩΣ - Τ.Κ. 853 00
Τηλ.: +3022420 24728 - Φαξ: +3022420 24793
e-mail: kentroprolipsis.kos@gmail.com
ιστοσελίδα: www.krippokratiskos.gr
Πληροφορίες: κα Πέγκυ Μήλα - Γραμματειακή Υποστήριξη

Εκ μέρους της Αστικής Εταιρείας "ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ", χαιρετίζω την έκδοση του βιβλίου με τίτλο: "ΤΕΛΙΚΑ ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΥΤΗ Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ";.

Η Αστική Εταιρεία "Ίπποκράτης" συνεχίζει την πολιτική εκδόσεως βιβλίων που σκοπό έχουν να μεταγγίσουν γνώση στον μαθητικό πληθυσμό. Η απόκτηση θεμελιωδών γνώσεων και η εμπέδωση του τρόπου κατανόησης του κόσμου, είναι ο κύριος στόχος τού βιβλίου αυτού. Γνώση και τρόπος που θα συμβάλλουν στην καλύτερη επίγνωση του εαυτού. Τα ονόματα και η βαρύτητα των συγγραφέων, εγγυώνται την σοβαρότητα και ποιότητα του περιεχομένου. Η Θεωρία της Σχετικότητας ανατρέπει κατεστημένες αντιλήψεις και διανοίγει διαφορετικό τρόπο κατανόησης και ερμηνείας του κόσμου. Τρόπος που μεταβάλλει ριζικά την θέση και την στάση του ανθρώπου στη ζωή.

Διονυσία Τελλή-Τσιμισίρη
Δημοτική Σύμβουλος
Πρόεδρος Δ.Σ. Αστικής Έταιρείας "Ίπποκράτης"/
Κέντρου Πρόληψης των Εξαρτήσεων και Προαγωγής της Ψυχοκοινωνικής Υγείας





Προλεγόμενα Ἐπιστ. Διευθυντοῦ Ἀστικῆς Ἐταιρείας «Ἴπποκράτης»

«Οὐ γάρ βούλεται Θεός,
νικᾶται φύσεως τάξις»

Ἐν πρώτοις χαιρετίζουμε τήν, ἐκ τοῦ ῥωσικοῦ πρωτοτύπου εἰς τήν ἑλληνικήν γλῶσσαν, μετάφρασιν ἔργου, τό ὁποῖον πραγματεύεται τήν ἔννοιαν τῆς Σχετικότητος, τῶν Λαντάου καί Ροῦμερ, προσωπικότητων ὑψηλοῦ κύρους, οἵτινες ἔζησαν ὡς ἱεροπρεπεῖς θεράποντες τῆς Ἐπιστήμης.

Συμφώνως πρός αὐτήν, οἱ νόμοι τῆς Φυσικῆς ἰσχύουν τό ἴδιο διά παρατηρητάς εὐρισκομένους εἰς ἀδρανειακόν σύστημα ἀναφορᾶς, ἡ βαρυτικῆ δύναμις ἐπιφέρει τήν καμπύλωσιν τοῦ χωροχρόνου, διά δέ τῆς Εἰδικῆς Θεωρίας Σχετικότητος ἐξετάζουμε φαινόμενα εὐρισκόμενα ἐκτός τοῦ πλαισίου τῆς αἰσθητηριακῆς ἀντιλήψεως.

Ἰπὸ τό πρίσμα τῆς συγχρόνου φυσικῆς, ἡ ὕλη δέν εἶναι πλέον τό ἀναλλοίωτον σύμπλεγμα μορίων τοῦ Νεύτωνος, ἀλλά τό πύκνωμα ἐνεργειακοῦ ρεύματος, μία ἰδιομορφία πεδίου.

Αἱ ἀνθρώπιναι αἰσθήσεις δύνανται νά καταγράψουν καί νά συγκεκριμενοποιήσουν σχήματα μορφοποιούμενα εἰς χῶρον τριῶν διαστάσεων, ὅπως περιγράφεται ἀπό τήν Εὐκλείδειον γεω-

μετρίαν. Σχήματα μορφοποιούμενα εις χώρον μή Εὐκλειδείου γεωμετρίας (δηλ. γεωμετρία Lobatschewski, Riemann) δέν εἶναι ἀντιληπτὰ ἀπό τίς αἰσθήσεις.

Συνεπῶς καί ἐπειδή ἡ γεωμετρία τοῦ τετρα- διαστάτου χώρου τῆς θεωρίας Σχετικότητος εἶναι γεωμετρία Riemann, τό Σύμπαν δέν εἶναι Εὐκλείδειον εἰς τό σύνολόν του. Τό ὅτι συνειδητοποιοῦμε τά σχήματα ὑποδηλώνει ὅτι αἱ «αἰσθήσεις μας δύνανται, διά τῆς δημιουργίας ἰδεατῶν τομῶν, τοῦ συνεχοῦς χωροχρονικοῦ γίγνεσθαι τοῦ συμπαντικοῦ χώρου, νά καταγράφουν μέρη τοῦ μή Εὐκλειδείου χώρου Riemann, ὅστις μᾶς περιβάλλει».

Δηλαδή, δυνάμεθα νά σχηματίζουμε, αὐθαίρετως, διά τῶν αἰσθήσεων μας, μίαν ἐλαχιστοτάτην εὐκλείδειον ὑποκειμενικήν τομήν τοῦ συνεχοῦς μή εὐκλειδείου χωροχρονικοῦ γίγνεσθαι, ἐντός τῆς ὁποίας δημιουργοῦμε ὅ,τι ὀνομάζουμε κόσμον τῶν αἰσθήσεων. Συνακόλουθον συμπέρασμα τό πεπερασμένον τοῦ ρασιοναλισμοῦ καί τῆς Νευτωνείου/Εὐκλειδείου Ἐπιστήμης.

Δεχόμεθα λοιπόν ὅτι εἰς τό ἐπέκεινα ὑπάρχει πραγματικότης ἣτις δέν περιορίζεται ἀπό τήν ἐπιστήμη: εἶναι ἡ ἐμπειρία καί τό μυστήριον.

Ἡ θεολογία τῶν Πατέρων περιγράφει τόν ἄνθρωπον ὡς μικρόκοσμον, ὁ ὁποῖος ἐμπεριέχει τόν μακρόκοσμον καί συνδέει διά τοῦ σώματός του τά ὑλικά μέ τά νοητά, καταδεικνύοντας οὕτως

τὴν ὀργανικὴν σύνδεσιν ἀνθρώπου καὶ κτίσεως. Ἡ ἀλήθεια τοῦ ἀνθρώπου συνδέεται ἀρρήκτως μετὰ τὴν ὑλικὴν κτίσιν. Ἡ ἀλήθεια αὐτὴ θεμελιώνεται ἐπὶ τοῦ γεγονότος τῆς πλάσεως τοῦ ἀνθρώπου ὑπὸ τοῦ Θεοῦ εἰς τὸ τέλος τῆς Δημιουργίας, ἀφοῦ εἶχε προηγηθεῖ ἡ δημιουργία τοῦ κόσμου. Διὰ τῆς περιγραφῆς τῆς Ἀγίας Γραφῆς, ὑποδηλώνεται ἡ σχέσις ἀνθρώπου καὶ κτίσεως, οὐχὶ μόνον ὑπὸ τὴν ἔννοιαν τῆς ἐξαρτήσεως τοῦ ἀνθρώπου ἐκ τῆς κτίσεως, ἀλλὰ καὶ ὑπὸ τὴν ἔννοιαν τῆς ἀνάγκης τῆς παρουσίας τοῦ ἀνθρώπου διὰ τὴν ὑπαρξίν αὐτῆς.

Ἡ κτίσις κορυφοῦται εἰς τὸν ἄνθρωπον, τὴν κορωνίδα τῆς Δημιουργίας. Ὁ Ἅγιος Μάξιμος Ὁμολογητὴς, ταυτίζοντας τὸν ὄντως ἄνθρωπον μετὰ τὸν Χριστόν, ἀναφέρει ὅτι τὰ πάντα ἐδημιουργήθησαν μετὰ στόχον τὸν ἄνθρωπον. Ἄνευ αὐτοῦ ἡ φύσις καταρρέει. Ἡ Ὄντολογία, ἡ ἀλήθεια τῆς κτίσεως, δὲν εἶναι ἀποκλειστικῶς ἱστορικὴ, πρωτολογικὴ, ἀλλὰ τελεολογικὴ, ἐσχατολογικὴ. Καὶ εἰς τὴν ἔσχατον ἀλήθειαν τοῦ κτιστοῦ κόσμου, κεῖται ὁ ἄνθρωπος. Αὐτὴ ἡ διαπίστωσις, προκύπτουσα ἐκ τοῦ βιβλίου **Γένεσις**, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν Ἀνθρωπικὴν Ἀρχὴν (ΑΑ) τῆς Κοσμολογίας, ὅπως διατυπώνεται διὰ τῆς συγχρόνου φυσικῆς καὶ γενικῶς διὰ τῶν μὴ Εὐκλείδειων γεωμετριῶν, αἱ ὁποῖαι ἀνακαλύπτουν τὴν Δόξαν τοῦ Θεοῦ.

Παρενθετικῶς, ἡ κβαντικὴ κοσμολογία καταδεικνύει ὅτι ἡ παρατηρουμένη μορφή τοῦ κόσμου,

μέ τις ισχύουσες σταθερές, αντιστοιχεί εις τήν πλέον πιθανήν λύσιν. Δηλαδή τό σύμπαν μεταβαίνοντας ἐκ τοῦ «μή εἶναι» εις τό «εἶναι», ἐπιλέγει τήν πλέον πιθανήν κατάστασιν, ἡ ὁποία τό ὁδηγεῖ εις τόν παρατηρητήν του, εις τόν ὁποῖον ἀποκαλύπτεται ὁ Θεός, ἡ δέ παρατήρησις τῆς κτίσεως ὑποκινεῖ τήν ἀνακαινιστικὴν δραστηριότητά του. Διότι ὁ ἄνθρωπος, ὡς «κατεπιστευματοῦχος» τῆς κτίσεως, ὀφείλει νά ἀνακαινίζεται ἔναντι τοῦ διαθέτου, διὰ τήν ἐκπλήρωσιν τοῦ ρόλου του καί νά μεριμνᾷ διὰ τήν ἀκεραίαν μεταβίβασιν τοῦ «καταπιστεύματος» εις τόν «καταπιστευματοδόχον». Τά ἀνωτέρω εἶναι βασικάι προϋποθέσεις τῆς ὑπάρξεως, διότι ἀλλέως πως ὁ ἄνθρωπος ἐγκλωβίζεται εις τήν αὐτοαναφορικότητά του. Διὰ τοῦτο ὁ ἄνθρωπος εἶναι νοσταλγός τοῦ μέλλοντος, ὡς ὑποκείμενο διαρκοῦς ὄντολογικοῦ ἐμπλουτισμοῦ, τόν ὁποῖον εἰσάγει τό μέλλον ὡς τό ὄντως νέον καί καινοφανές. Ἡ τελική οὐσία καί τό τελικόν εἶναι τῶν ὄντων καί τοῦ κόσμου μᾶς ἀναμένουν εις τό μέλλον.

Ἐν κατακλειδί, ὁ ἄνθρωπος ἀνέκαθεν διερωτᾶται. Ὑποβάλλει πλεῖστα ὅσα ἐρωτήματα ἀναζητώντας ἀπαντήσεις. Ἡ ἐρώτησις εἶναι ἡ ἀρχή τῆς σκέψεως. Ἡ ἀπάντησις, ἦν ἐκπορθεῖ ἡ σκέψις, εἶναι ἡ ἀφετηρία τῆς ἐπομένης ἐρωτήσεως.

Ὁ ἄνθρωπος ἀπαντᾷ, διότι ἐντός του εἶναι διάπυρος ἡ ἀνησυχία πρό τοῦ ἀγνώστου. Ἡ ἐρώ-

τησις εἶναι ἢ οὐσία τῆς ἀπαντήσεως. Ἡ διάνοια τοῦ ἀνθρώπου ἔχει τὴν ἰδιαιτερότητα, εἰς μίαν κατηγορίαν γνώσεών της, νά ὑποβάλλῃ ἐρωτήσεις τὰς ὁποίας δέν δύναται νά ἀπορρίψῃ, διότι τῆς ὑπεβλήθησαν διά τῆς ἰδίας τῆς φύσεώς της, ἀλλά εἰς τὰς ὁποίας δέν δύναται νά ἀπαντήσῃ, διότι ὑπερβαίνουν τὴν ἀνθρωπίνην διάνοιαν.

Τό σκότος-Ἐπέκεινα εἶναι ἢ ἐρώτησις τοῦ φωτός-Ἐνθάδε. Ἡ ἀναγνώρισις τοῦ σκότους ὑποδηλώνει τόν σεβασμόν τοῦ μυστηρίου. Συνείδησις μυστηρίου εἶναι τελικῶς ἢ ὑπεύθυνος στάσις τοῦ λόγου πρό τοῦ Ὑπερβατικοῦ. Ἡ Ἐκκλησία ἡμῶν ἐκφράζεται διά τοῦ μυστηρίου, ἦτοι τῆς μυήσεως εἰς ἄλλον τρόπον κατανοήσεως καί προσλήψεως τοῦ κόσμου. Διά δε τοῦ Συμβολικοῦ τρόπου ζωῆς, ὁ ἀνθρωπος δύναται νά αἰσθητοποιήσῃ τὰς δυνατότητας τοῦ κόσμου, εἰς ποιοτικὴν διάστασιν πέραν ἐκείνης τῆς καθημερινότητος.

Εἶναι ἢ ἀνάδειξις τοῦ ΠΡΟΣΩΠΟΥ, τῆς ἀνθρωπολογικῆς καταστάσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν αἴρεται ἢ ἀντίφασις ἀτομικισμοῦ-κολλεκτιβισμοῦ. Ἡ ἐλευθερία τοῦ Προσώπου ὡς ὀλότης σημαίνει ὅτι, ἐνῶ ἢ ἀνθρωπίνῃ μορφῇ εἶναι ἓν μορφοκλασματικό τῆς φυσικῆς ὑπάρξεως, διαθέτει τὴν ἰκανότητα ἀποδεσμεύσεως ἐκ τοῦ πεδίου τῆς ἀνάγκης, τὴν ἐπιβαλλομένην ὑπὸ τῆς ταυτότητος (ὑπαρκτικῆς ἐτερότητος). Διά τοῦ ΠΡΟΣΩΠΟΥ ὁ ἀνθρωπος πορεύεται ἐκ τοῦ «**κατ' εἰκόνα**» πρὸς τό «**καθ'**

ὁμοίωσιν», δοξολογώντας τόν Θεόν, καί δικαιοῦνοντας τήν ἐπί Γῆς παρουσίαν του, τουτέστιν, ἄνθρωπος καί κτίσις εἰς εὐχαριστιακήν σχέσιν, ἐλεύθερος δοῦλος Θεοῦ, Πρόσωπον διά νά μετέχη τῶν Ἀκτίστων Ἐνεργειῶν τοῦ Τριαδικοῦ Θεοῦ.

Ζήσαμε καί ζοῦμε, τάς ἐπαναστάσεις τῆς φυσικῆς. **Πρώτη ἐπανάστασις** ἦτο ἡ θεωρία Σχετικότητας τοῦ Αἰνστάιν. Δι' αὐτῆς ἐπῆλθε ἀνατροπή τῆς κοσμοαντιλήψεως (χωροχρόνος τεσσάρων διαστάσεων, καμπύλωσις χωροχρόνου κ.ἄ. Ἡ Κβαντική θεωρία τῆς Φυσικῆς (Πλάνκ, Αἰνστάιν, Μπόρ, Χάϊζενμπεργκ, Σρέντιγκερ, Ντιράκ) ἐκφράζει τήν **Δευτέραν Ἐπανάστασιν**. Ἡ **Τρίτη Ἐπανάστασις** τῆς φυσικῆς θεωρίας ἐκφράζεται διά τῶν θεωριῶν τοῦ Χάους καί τῆς Πολυπλοκότητος. Τό Ὅλον δέν ἐρμηνεύεται ἀπό τά μέρη του, τό δέ Σύμπαν καί ὁ Κόσμος δημιουργοῦνται συνεχῶς διά μίας μαθηματικῆς, μή ἀναγωγικῆς, νομοτέλειας.

Ἐπιστήμονες τινές τῆς Κοινωνικῆς Μηχανικῆς, ὑπάλληλοι, τρόπον τινά, ἱερατείων τῆς ἐξουσίας, ἀποφεύγουν τήν εἰσαγωγήν αὐτῶν τῶν γνώσεων εἰς τό ἐκπαιδευτικόν σύστημα, διότι δι' αὐτῶν ἀνατρέπεται ἡ κατεστημένη γνῶσις καί ἐπαναπροσδιορίζεται ἡ κοσμοαντίληψις.

Παραδίδουμε εἰς τάς χεῖρας σου ἀγαπητέ ἀναγνώστα, τόν παρόντα τόμον, προϊόν ἐργασίας ἀνδρῶν ἀφιερωμένων εἰς τό κατ' Ἀλήθειαν ζεῖν. Ὁ κύριος Ἰωάννης Βαμβακάς, Ἐκπαιδευτικός,

Διδάκτωρ Φυσικῶν Ἐπιστημῶν, μετέφρασε, ἐκ τοῦ ῥωσικοῦ πρωτοτύπου, τό βιβλίον καί ὁ κύριος Ἀθανάσιος Μουστάκης, Διδάκτωρ Θεολογίας, ἐπιμελήθηκε τῆς ἐκδόσεως.

Ὁ κύριος Ἰωάννης Παπαδάκης, Φυσικός, ὑπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Κῶ, διά τοῦ πλουσίου εἰσαγωγικοῦ σχολιασμοῦ του, συνέβαλε τά μέγιστα εἰς τήν πληρότητα τῆς ἐκδόσεως.

Ἡ Ἀστική Ἐταιρεία «ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ» Κέντρο Πρόληψης τῶν Ἐξαρτήσεων καί Προαγωγῆς τῆς Ψυχοκοινωνικῆς Ὑγείας, μέ τίς εὐχές καί τήν εὐλογίαν τοῦ Σεβασμιωτάτου Μητροπολίτου Κῶου καί Νισύρου κυρίου Ναθαναήλ, ἀνέλαβε τήν ἐκδοσιν τοῦ τόμου αὐτοῦ διότι ἡ κατάκτησις τῆς γνώσεως καί ἡ ἀναζήτησις τῆς Ἀληθείας, συμβάλλουν εἰς τήν προαγωγήν τοῦ Ἀνθρώπου καί τήν ὑποστήριξιν τοῦ προορισμοῦ του ἐπί τῆς Γῆς.

Διά τοῦτο εὐχαριστοῦμε ἐκ βαθέων, τήν κυρίαν Διονυσίαν Τελλῆ-Τσιμισίρη, Δικηγόρον, Πρόεδρον, καί τά μέλη τοῦ Διοικητικοῦ Συμβουλίου τῆς Ἀστικῆς Ἐταιρείας «ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ»/Κέντρο Πρόληψης τῶν Ἐξαρτήσεων καί Προαγωγῆς τῆς Ψυχοκοινωνικῆς Ὑγείας, διά τήν γόνιμον καί τελεσφόρον παρουσίαν των εἰς τήν ζωὴν τῆς Ἀστικῆς Ἐταιρείας «ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ».

Δρ Δημήτριος Κ. Γερούκαλης
Ἴατρος Ψυχίατρος
Ἐπιστημονικός Διευθυντής



Ἡ ἱστορική φωτογραφία ἀπὸ τὸ 5ο Συνέδριο Φυσικῆς ποὺ ἔγινε στὸ Σολβέ τὸν Ὀκτώβριο τοῦ 1927 καὶ εἶχε ὡς θέμα «Ἡλεκτρόνια καὶ Φωτόνια». Ἀπὸ τοὺς 29 συμμετέχοντες στὸ Συνέδριο οἱ 17 εἶχαν λάβει ἢ ἔλαβαν στὴ συνέχεια τὸ Νόμπελ. Εἰκονίζονται οἱ: **Ὅρθιοι** (ἀπὸ ἀριστερά): Αὐγ. Πικάρ, Ἐμ. Ἐνριό, Π. Ἐρενφεστ, Ἐντ. Ἐρζέν, Θεόφ. ντὲ Ντοντέ, Ἐργ. Σρέντινγκερ, Ἰούλ.-Ἐμ. Βερσαφέλτ, Βόλφ. Πάουλι, Βέρν. Χάιζενμπεργκ, Ρ.Χ. Φάουλερ, Λ. Μπριλουέν. **Μεσαία σειρὰ** (ἀπὸ ἀριστερά): Π. Ντεμπέι, Μ. Κνούντσεν, Οὐίλ.Λ. Μπράγκ, Χ.Ἄντ. Κράμερς, Π.Α.Μ. Ντιράκ, Ἄρθ.Χ. Κόμπτον, Λ. ντὲ Μπρολί, Μὰξ Μπόρν, Νίελς Μπόρ. **Πρώτη σειρὰ** (ἀπὸ ἀριστερά): Ἴρ. Λάνμουρ, Μὰξ Πλάνκ, Μαρ. Κιουρί, Χ.Α. Λόρεντζ, Ἄλμπ. Αἰνστάιν, Π. Λανζεβέν, Κάρ.Εὐγ. Γκύ, Κάρ.Θ.Ρ. Γουίλσον, Ὁ.Γ. Ρίτσαρντσον.

Πρόλογος Ὑπευθύνου Ἐργαστηριακοῦ Κέντρου Φυσικῶν Ἐπιστημῶν (Ε.Κ.Φ.Ε.) Κῶ

Οἱ δύο Θεωρίες τῆς Σχετικότητας –Εἰδικὴ καὶ Γενικὴ– πάντα προκαλοῦσαν τὸ ἐνδιαφέρον τοῦ ἀναγνώστη σὲ ὅποιοδὴποτε ἀκροατήριον καὶ ἂν ἀνῆκε, ἀκόμα καὶ σὲ ἐκεῖνο τῶν μὴ εἰδικῶν.

Τὰ πρῶτα χρόνια ποὺ διατυπώθηκαν, στεροῦνταν ἐντελῶς πειραματικῆς ἐπιβεβαίωσης ὅπως ἀπαιτεῖ ἡ ἐπιστημονικὴ μελέτη πρὶν γίνεαι ἀποδεκτὴ μιὰ νέα θεωρία στὴ Φυσικὴ. Ἔτσι ἀρκετὰ νωρὶς προτάθηκαν νοητικὰ πειράματα γιὰ νὰ τὶς ἐξηγήσουν. Ἀκόμα καὶ σήμερα τὸ παράδοξο τῶν διδύμων χρησιμοποιεῖται ὡς τὸ βασικὸ νοητικὸ πείραμα ἐφαρμογῆς τῆς Εἰδικῆς ΘτΣ.¹

1. Σύμφωνα μὲ τὸ νοητικὸ αὐτὸ πείραμα θεωροῦμε δύο εἰκοσάχρονους διδύμους. Ὁ ἓνας μπαίνει σὲ διαστημόπλοιο καὶ ταξιδεύει σὲ μακρινὸ ἀστὲρι ποὺ ἀπέχει ἀπὸ τὴ Γῆ 30 ἔτη φωτὸς μὲ ταχύτητα πολὺ κοντὰ σὲ ἐκεῖνη τοῦ φωτὸς. Ἀφοῦ φτάσει στὸν προορισμὸ του ἐπιστρέφει ἀμέσως στὴ Γῆ μὲ τὴν ἴδια ἀκριβῶς ταχύτητα. Ὄταν φτάνει στὴ Γῆ ἐκπλήσεται μὲ τὶς ἀλλαγὰς ποὺ βλέπει γύρω του. Οἱ πόλεις ἔχουν ἀλλάξει, ὁ τρόπος ζωῆς τῶν ἀνθρώπων ἔχει ἀλλάξει καὶ αὐτὸς καθὼς νέες τεχνολογίες ἔχουν μπεῖ στὴ

Ἡ πρώτη πειραματικὴ ἐπιβεβαίωση τῆς Γενικῆς ΘτΣ ἔρχεται τὸν Μάιο τοῦ 1919 στὴ διάρκεια ἡλιακῆς ἔκλειψης κατὰ τὴν ὁποία παρατηρήθηκε –ἂν καὶ μὲ τεράστια ἀβεβαιότητα– ἀπὸ ἐπιστημονικὴ ἀποστολὴ μὲ ἐπικεφαλῆς τὸν βρετανὸ ἀστρονόμο **Ἄρθουρ Ἔντινγκτον**² στὸ νησὶ **Πρίνσιπε** στὰ ἀνοιχτὰ τῆς δυτικῆς ἀκτῆς τῆς Ἀφρικῆς ἢ μετατόπιση τοῦ περιηλίου τοῦ Ἑρμῆ.

Οἱ πρῶτες ἀκριβεῖς πειραματικὲς ἐπιβεβαιώσεις τῆς Εἰδικῆς ΘτΣ ἦταν ἡ ἀνίχνευση μιονίων στὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας, μόλις τὸ 1963. Ἀπὸ τότε μέχρι σήμερα ὑπάρχει τεράστια ἐξέλιξη.

Τὴν ἐποχὴ ποὺ διατυπώνονται οἱ δύο θεωρίες τῆς σχετικότητας, τέλη 19ου καὶ ἀρχὲς 20οῦ αἰῶνα, συντελεῖται καταιγισμὸς σπουδαίων ἀνακαλύψεων, κάθε μία ἀπὸ τὶς ὁποῖες ἀπὸ μόνη τῆς ἀρκοῦσε νὰ ἀποτελέσει σταθμὸ ὄχι μόνο γιὰ τὴν ἐπιστήμη ἀλλὰ καὶ γιὰ τὴν ἀνθρωπότητα. Ἐνδεικτικὰ ἀναφέρουμε μερικὲς ἀπὸ αὐτές:

ζωὴ τους κ.λπ. Ἡ μεγαλύτερη ἔκπληξη ὅμως τὸν περιμένει ὅταν πηγαίνει στὸ σπίτι τοῦ δίδυμου ἀδελφοῦ του, ὅπου διαπιστώνει ὅτι μεταξύ τους ἔχουν πολὺ μεγάλη διαφορὰ ἡλικίας: αὐτὸς ποὺ ἔμεινε στὴ γῆ εἶναι 80 ἐτῶν ἐνῶ αὐτὸς ποὺ ταξίδευσε εἶναι πολὺ νεώτερος λόγω τῆς συστολῆς τοῦ χρόνου ὅταν ταξίδευε μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός!

2. **Arthur Eddington** (1882-1944)· βρετανὸς ἀστροφυσικός. Εἶναι ἰδιαιτέρως γνωστὸς γιὰ τὴν ἐργασία του στὴ Γενικὴ ΘτΣ, τὴν ὁποία καὶ διέδωσε εὐρύτερα στὸν ἐπιστημονικὸ κόσμον μετὰ τὴν ἀνάπτυξή τῆς ἀπὸ τὸν Einstein.

Ἡ ἀνακάλυψη τῶν ἀκτίνων X τὸ 1895 ἀπὸ τὸν **Röntgen**³, ποὺ ἄλλαξε τὸν τρόπο τῶν ἱατρικῶν διαγνώσεων. Ἡ ἀνακάλυψη τῆς ραδιενέργειας ἀπὸ τὸν **Becquerel**⁴ (1896) καὶ τοῦ στοιχείου ράδιο ἀπὸ τοὺς **Πιέρ** καὶ **Μαρία Κιουρί**⁵. Ἡ ἀνακάλυψη τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου τὸ 1911 ἀπὸ τὸν **Rutherford**⁶. Ἡ ἀνακάλυψη τοῦ τηλέγραφου ἀπὸ τὸν **Marconi**⁷ ποὺ ἔδωσε στὴν ἀνθρωπότητα

3. **Wilhelm Conrad Röntgen** (1845-1923)· γερμανὸς φυσικός. Τὸ 1895, ἐνῶ ἔκανε στὸ Βίρτσμπουργκ πειράματα γιὰ τὴ σπουδὴ τῆς ἠλεκτρικῆς ἀγωγιμότητος τῶν ἀερίων, ἀνακάλυψε τὶς ἀκτίνες X. Ἀπέδειξε ὅτι οἱ ἀκτίνες X διαδίδονται σὲ εὐθεία γραμμῇ, ὅτι δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ διαθλαστοῦν ἢ νὰ ἀνακλαστοῦν καὶ ὅτι δὲν ἐπηρεάζονται ἀπὸ τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ πεδία. Τὸ 1901 ἔλαβε τὸ Νόμπελ Φυσικῆς.

4. **Antoine Henri Becquerel** (1852-1908)· γάλλος φυσικός (Νόμπελ Φυσικῆς 1903: ἀνακάλυψη τῆς ραδιενέργειας). Ἡ μονάδα μέτρησης τῆς ραδιενέργειας στὸ διεθνὲς σύστημα μονάδων, τὸ **Μπεκερέλ** (Bq), πῆρε τὸ ὄνομά του.

5. **Pierre Curie** (1859-1906)· γάλλος φυσικός. Πῆρε τὸ Νόμπελ Φυσικῆς μαζί με τὴν πολωνὴ σύζυγό του **Maria Salomea Skłodowska Curie** (1867-1934) καὶ τὸν Becquerel «γιὰ τὶς ἔρευνές τους ἐπάνω στὰ φαινόμενα ἀκτινοβολίας».

6. **Ernest Rutherford** (1871-1937)· νεοζηλανδὸς φυσικός καὶ χημικός. Μελέτησε τὸ ἄτομο καὶ εἰσηγήθηκε τὸ πλανητικὸ μοντέλο γιὰ τὴν ἀπεικόνισή του. Τὸ 1908 τιμήθηκε μετὰ τὸ Νόμπελ Χημείας.

7. **Guglielmo Giovanni Maria Marconi** (1874-1937)· ἰταλὸς ἐφευρέτης, γνωστὸς ὡς ὁ πατέρας τῆς ἐκπομπῆς ραδιοκυμάτων σὲ μεγάλη ἀπόσταση. Συχνὰ πιστώνεται τὴν ἐφεύρεση τοῦ ραδιοφώνου. Τὸ 1909 μοιράστηκε τὸ Νόμπελ

τὴν ἀσύρματη ἐπικοινωνία. Στὶς ἀρχὲς τοῦ 20οῦ αἰῶνα, ἔχουμε ἀκόμα τὴν ἀνακάλυψη ἄλλης μίας νέας Φυσικῆς, τῆς Κβαντομηχανικῆς, τὰ θεμέλια τῆς ὁποίας τέθηκαν ἀπὸ τὸν **Planck**⁸ καὶ τὸν **Bohr**⁹, ἐνῶ τὶς ἐφαρμογές τῆς ἀπολαμβάνουμε σήμερα μὲ τοὺς ὑπολογιστὲς καὶ τὰ κινητὰ τηλέφωνα.

Ὅμως μέσα στὴν ἐπιστημονικὴ ἐπανάσταση ποὺ συντελεῖται στὶς ἀρχὲς τοῦ περασμένου αἰῶνα συνεχίζει ἀκόμα καὶ σήμερα νὰ κατέχει ξεχωριστὴ θέση ἡ ΘτΣ. Τὸ τεράστιο αὐτὸ ἐπιτεύγμα τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς εἶναι οὐσιαστικὰ μία Νέα Φυσικὴ. Ἡ ΘτΣ ὁδήγησε σὲ καινούργια θεώρηση τοῦ μακρόκοσμου ὅπως ἀκριβῶς ἡ Κβαντομηχανικὴ ἔδωσε μία καινούργια θεώρηση τοῦ μικρόκοσμου, ἀντικαθιστώντας ἢ καλύπτοντας τὴ θεωρία τοῦ Νεύτωνα. Εἶναι πάντως ἐντυπωσιακὸ τὸ ὅτι οἱ δύο αὐτὲς θεωρίες διατυπώνονται τὴν ἴδια χρονικὴ περίοδο.

Ἡ ἐπιστημονικὴ κοινότητα τὴν ὑποδέχθηκε ἀρχικὰ μὲ δυσπιστία. Ἡ δημοσίευση γιὰ τὴν

Φυσικῆς μὲ τὸν Karl Ferdinand Braun (1850–1918) γιὰ τὴ συμβολή τους στὴν ἀνάπτυξη τῆς ἀσύρματης τηλεγραφίας.

8. **Max Karl Ernst Ludwig Planck** (1858–1947)· γερμανὸς φυσικὸς καὶ κάτοχος βραβείου Νόμπελ Φυσικῆς (1918). Θεωρεῖται ὁ πατέρας τῆς Κβαντικῆς Θεωρίας.

9. **Niels Henrik David Bohr** (1885–1962)· δανὸς φυσικὸς μὲ θεμελιώδη συνεισφορά στὴν Ἀτομικὴ καὶ στὴν Κβαντικὴ Θεωρία. Ἔλαβε τὸ βραβεῖο Νόμπελ τὸ 1922.

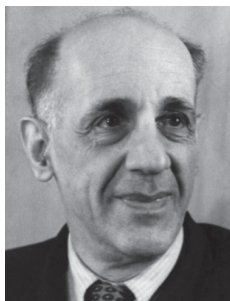
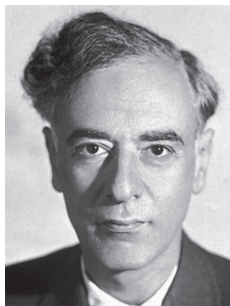
Ειδική ΘτΣ, για την οποία ο έμπνευστής της έγινε διάσημος, πραγματοποιήθηκε το 1905. Το βραβείο Νόμπελ του άπονεμήθηκε με ιδιαίτερη καθυστέρηση το 1921 για άλλη, όχι όμως λιγότερο σημαντική, επιστημονική ανακοίνωση που είχε κάνει ταυτόχρονα.

Πριν λίγα χρόνια η ΘτΣ άφοροῦσε έναν κλειστό κύκλο ειδικῶν. Ήταν μία θεωρία με περιορισμένες εφαρμογές χωρίς άπτες συνέπειες στην καθημερινότητα. Σήμερα όμως, είναι αδύνατο να φανταστοῦμε τή λειτουργία πολλῶν συσκευῶν χωρίς τή ΘτΣ καί τήν άξιοποίηση τῶν προβλέψεών της. Ο συγχρονισμός τῶν δορυφόρων μᾶς άνοιξε τόν δρόμο για τόν ακριβή προσδιορισμό τῆς θέσης μέσω GPS· χωρίς τες διορθώσεις που θέτει η ΘτΣ κάτι τέτοιο θα ἦταν αδύνατο. Στη ΘτΣ οφείλεται καί ο συγχρονισμός τῆς ὥρας στα κινητά τηλέφωνα. Άκόμα οί προβλέψεις της λαμβάνονται υπόψη στους έπιταχυντές σωματιδίων, στην κίνηση τῶν δορυφόρων, στη μελέτη τῶν φασμάτων τῶν άστρων καί άλλου· άπό τή μελέτη του μικρόκοσμου μέχρι τήν Άστρονομία.

Ο Υπεύθυνος Έργαστηριακοῦ Κέντρου
Φυσικῶν Έπιστημῶν Κω (Ε.Κ.Φ.Ε. Κω)

Ίωάννης Παπαδάκης
Φυσικός

Είναι αδύνατον να φανταστούμε τη σημερινή Φυσική χωρίς τη Θεωρία της Σχετικότητας, όπως είναι αδύνατον και να τη φανταστούμε χωρίς άτομα και μόρια. Η Θεωρία αυτή συγκαταριθμείται στις άρκετά «δύσκολες» έννοιες για το ευρύ αναγνωστικό κοινό. Να ποιός είναι ο λόγος που τις βασικές αρχές της Θεωρίας της Σχετικότητας ο αναγνώστης λαμβάνει «από πρώτο χέρι». Οι συγγραφείς του παρόντος τευχιδίου είναι αναγνωρισμένοι ακαδημαϊκοί, βραβευμένοι με τα βραβεία Λένιν και Νόμπελ, ο καθηγητής Λέων Δαβίδοβιτς Λαντάου (1908-1968, έπώμω φωτ.) και ο καθηγητής Γιούρι Μπορίσοβιτς Ρούμερ (1901-1985, κόπω φωτ.).



* * *

Στο τέλος [σέ μορφή παραρτημάτων (στμ)] του παρόντος συγκαταλέγονται τρία άρθρα που αναδεικνύουν την προσωπικότητα του καθηγητού Λαντάου, ενός λαμπρού επιστήμονα και ενός υπέροχου ανθρώπου.

Ο μεταφραστής συνέταξε το Παράρτημα Δ' (με ύλικό από το βιβλίο της Φυσικής Γ' Λυκείου) και το Παράρτημα ΣΤ' (με ύλικό που άντλησε από το διαδίκτυο). Το Χρονολόγιο της ζωής του Λαντάου (Παράρτημα Ε') ελήφθη από το ομώνυμο βιβλίο της ανιψιάς του Λαντάου, Μάγιας Μπεςαράμπ.

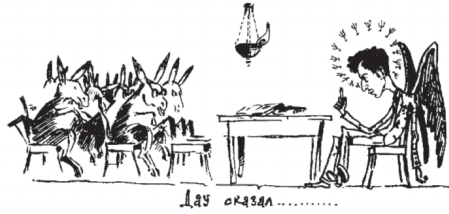
Πρόλογος μεταφραστοῦ

Γνώρισα τὸν Λαντάου μέσα ἀπὸ τὰ βιβλία του, τὸ 1989, ἐνῶ βρισκόμουν στὶς ΗΠΑ ὡς μεταπτυχιακὸς φοιτητὴς στὸ τμήμα Φυσικῆς τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Wisconsin, στὴν πόλη Milwaukee. Συγκεκριμένα, στὰ πλαίσια τοῦ μαθήματος «Φυσικὴ τῆς Στερεᾶς Καταστάσεως» ἔπρεπε νὰ παρουσιάσω στὸ τέλος τῆς χρονιᾶς ἓνα θέμα δικῆς μου ἐπιλογῆς. Ἐπέλεξα νὰ παρουσιάσω συνοπτικὰ τὴ θεωρία τῶν Λαντάου καὶ **Γκίνζμπουργκ**¹ γιὰ τὴν **ὑπεραγωγιμότητα**². Ἐκείνη τὴν ἐποχὴ γιὰ μένα ὁ Λαντάου ἦταν ἀπλῶς ἓνα ὄνομα. Μὲ ἐξέπληξε ἡ ἀπλότητα μὲ τὴν ὁποία περιέγραφε καὶ ἐρμήνευε ἓνα τόσο δύσκολο θέμα.

1. **Βιτάλιος Λαζάρεβιτς Γκίνζμπουργκ** (1912-2006· σοβιετικὸς καὶ ρώσος θεωρητικὸς φυσικὸς καὶ ἀστροφυσικὸς, ποὺ τὸ 2003 ἔλαβε Νόμπελ Φυσικῆς, μέλος τῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν καὶ ἓνας ἀπὸ τοὺς πατέρες τῆς σοβιετικῆς βόμβας ὕδρογόνου)

2. **Ὑπεραγωγιμότητα** ὀνομάζεται ἡ κατάσταση κατὰ τὴν ὁποία συγκεκριμένα ὕλικά (μεταλλικὰ στοιχεῖα, κράματα, κεραμικὰ κ.ἄ.) παρουσιάζουν μηδενικὴ ἠλεκτρικὴ ἀντίσταση κάτω ἀπὸ μία κρίσιμη θερμοκρασία συγκεκριμένη γιὰ κάθε ὕλικο. Τὰ ἀντίστοιχα ὕλικά ὀνομάζονται ὑπεραγωγοί. Ἡ ὑπεραγωγιμότητα ἀνακαλύφθηκε στὶς 8 Ἀπριλίου 1911 ἀπὸ τὸν φυσικὸ **Heike Kamerlingh Onnes** (1853-1926) τοῦ Πανεπιστημίου Λέιντεν τῆς Ὁλλανδίας.

Τὸν ξανα-
συνάντησα ἓνα
χρόνο ἀργότε-
ρα, τὸ 1990,
ὅταν στὰ πλαί-



σια τοῦ μαθήματος τῆς «Κλασικῆς Μηχανικῆς» εἶχε προταθεῖ ἀπὸ τὸν διδάσκοντα καθηγητὴ ὡς ἐγχειρίδιο ὁ πρῶτος τόμος τῆς σειρᾶς τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς, «Μηχανικὴ», ποὺ εἶχε γράψει ὁ Λαντάου μαζί μὲ τὸν Εὐγένιο Μ. Λίφσιτς³. Ἀγόρασα τὸ βιβλίο ἔναντι 22 δολαρίων. Ἀνοίγοντάς το ἔπεσα ἐπάνω στὴ φωτογραφία τοῦ προσώπου του. Ἕνας τύπος λεπτός, χαμογελαστός, μὲ τὴν τούφα τῶν μαλλιῶν του νὰ πέφτει πρὸς τὰ δεξιὰ. Ἀκολουθοῦσε πρόλογος καὶ βιογραφία του γραμμένα ἀπὸ τὸν Λίφσιτς, συνεργάτη του καὶ συνεκδότῃ τῆς σειρᾶς.

Τελειώνοντας τὸ διάβασμα τῆς βιογραφίας διαπίστωσα ὅτι ἤμουν θλιμμένος διότι ὁ Λαντάου πέθανε ἄδοξα 60 ἐτῶν (τὸ 1968), ἐξαιτίας προβλημάτων ποὺ προεκλήθησαν ἀπὸ αὐτοκινητιστικὸ ἀτύχημα ποὺ συνέβη τὸ 1962, ἂν καὶ κατέφερε, μὲ ὑπεράνθρωπες προσπάθειες τῶν ἰατρῶν καὶ τῶν φίλων του, νὰ ἐξέλθει μὲ ἀποκατεστημένη, κατὰ τὸ δυνατόν, τὴν ὑγεία ἀπὸ τὸ νοσοκομεῖο. Ἦταν γεννημένος καὶ προορισμέ-

3. *Mechanics*, 3rd edition, translated from the Russian by J.B. Sykes and J.S. Bell, Pergamon Press, 1976.

νος νὰ γίνει φυσικός. Ἦταν ἓνας φυσικός, ὅμως, ποὺ πρότεινε στοὺς φοιτητές του νὰ διαβάζουν Λογοτεχνία καὶ Ποίηση, ὅπως μᾶς πληροφορεῖ ἡ ἀνιψιά του Μάγια Γιάκοβλεβνα Μπεσαράμπ, ποὺ ἔγραψε ἐκτεταμένη βιογραφία του τὸ 2016, τὴν ὁποία μεταφράζουμε καί, σὺν Θεῷ, θὰ τεθεῖ σὲ κυκλοφορία στὸ μέλλον.

Ἡ φωτογραφία ποὺ τὸν εἰκονίζει νὰ ἐργάζεται ξαπλωμένος στὸν καναπέ του, νομίζω ὅτι καθλώνει, γιατί δείχνει ἓναν ἄνθρωπο



γιὰ τὸν ὁποῖο ἡ Φυσικὴ δὲν εἶναι τὸ ἐπάγγελμα του, ποὺ τὸ ἐκτελεῖ μὲ αἴσθημα καθήκοντος, ἀλλὰ ὁ ἔρωτας τῆς ζωῆς του ποὺ δὲν τελειώνει ποτέ!

Ἡ «Μηχανικὴ» του περιγράφει ὁλόκληρη τὴ Νευτώνειο Φυσικὴ, τὴ λεγόμενη Κλασικὴ, τὴ Φυσικὴ ποὺ ἴσχυε (καὶ ἐξακολουθεῖ νὰ ἰσχύει στὴν καθημερινότητά μας) μέχρι τὰ τέλη τοῦ 19ου αἰῶνα, σὲ 166 σελίδες! Καὶ τὸ ἐκπληκτικότερο εἶναι ὅτι οἱ μεγάλοι νόμοι τῆς, κρύβονται στὶς ἀσκήσεις στὸ τέλος κάθε κεφαλαίου· ἂν ὁ ἀναγνώστης δὲν λύσει τὶς ἀσκήσεις εἶναι σὰν νὰ μὴν ἔχει διαβάσει τίποτα.

Ὁ Λαντάου ὡς ἐπιστήμονας προκαλοῦσε δέος· ὄχι φόβο, ἀλλὰ δέος. Αὐτὸ εἰσέπρατταν οἱ φοιτη-

τές του. Πολύ χαρακτηριστικό και συνάμα άστείο είναι τὸ σκίτσο ποὺ τὸν παρουσιάζει νὰ διδάσκει ἕναν ἀριθμὸ φοιτητῶν μὲ τὴ μορφὴ γαιδουριῶν ἐνῶ ὁ ἴδιος εἶναι καθισμένος ἀναπαυτικά, ἔχοντας φτερὰ ἀγγέλου καὶ τὸν δείκτη τοῦ δεξιοῦ του χεριοῦ ὑψωμένο. Τὸ κεφάλι τοῦ Λαντάου, περιβάλλεται, σὲ μορφὴ φωτοστεφάνου, ἀπὸ τὴν κυματοσυνάρτηση (Ψ) ἐνῶ ἐπάνω ἀπὸ τὸ γραφεῖο του βρίσκεται ἀναμμένο καντήλι. Ἡ λεζάντα κάτω ἀπὸ τὸ σκίτσο, «*Day skazal...*» (προφέρεται Ντάου σκαζάλ), «*Ὁ Ντάου εἶπε...*», ἐνισχύει τὴν ἄποψη πὼς ὅ,τι ἔλεγε ἦταν ἀδιαμφισβήτητο. Αὐτὸ ποὺ ἀπαιτοῦσε ἀπὸ ὄλους ὅσους ἤθελαν νὰ γίνουν φοιτητές του ἦταν νὰ ἔχουν τὸν ἀπαραίτητο σεβασμὸ τοῦ χώρου ποὺ ζητοῦσαν νὰ ὑπηρετήσουν καὶ τὴν ἐπιθυμία νὰ μποῦν καὶ νὰ καθοῦν μέσα σὲ αὐτὸν τὸν κόσμον τῆς Φυσικῆς.

Χρωστοῦσα τὴ μετάφραση τῆς Θτσ τοῦ Einstein ποὺ δημοσίευσε ὁ Λαντάου μὲ τὸν Ροῦμερ, γιὰ τὸν μὴ εἰδικὸ μέσο ἀναγνώστη πού, ὅμως, ἐνδιαφέρεται νὰ κατανοήσει αὐτὸ ποὺ συνετάρaxε ὀλόκληρο τὸ οἰκοδῆμα τῆς Φυσικῆς στίς ἀρχές τοῦ 20οῦ αἰ., στὸν ἑαυτό μου σχεδὸν τέσσερις δεκαετίες ἀπὸ τότε ποὺ πρωταγόρασα τὴν ἀγγλικὴ ἀπόδοση ὡς φοιτητής. Τὸ 1990 ἐκδόθηκε ἡ πρώτη ἑλληνικὴ μετάφραση τοῦ βιβλίου ἀπὸ τὶς Ἐπιστημονικὲς καὶ Τεχνικὲς ἐκδόσεις «Γ.Α. Πνευματικὸς». Ἡ ἀπόδοση ἔγινε ἀπὸ τὰ ἀγγλικά

ἀπὸ τοὺς Νικόλαο Κιάο καὶ Ἀντώνιο Μαργαρίτη. Ἀντιθέτως, ἡ παροῦσα μετάφραση ἔγινε ἀπὸ τὸ πρωτότυπο ρωσικὸ κείμενο καὶ περιέχει πλῆθος ὑποσημειώσεων ποὺ ἀφοροῦν σὲ βιογραφικὰ στοιχεία προσώπων καὶ διευκρινίζει «δύσκολα» σημεία. Ἡ ὅλη ἀπόδοση στὴν ἐλληνικὴ γλῶσσα εἶχε ὡς γνώμονα



Σὲ γραμματόσημο τῆς Οὐκρανίας (2010)

τοὺς μαθητές μου ποὺ ὁ κόσμος τῆς Φυσικῆς τοὺς ἔχει ἐνθουσιάσει πέρα ἀπὸ τὸ σχολικὸ βιβλίο, ἀλλὰ ταυτόχρονα δὲν ἔχουν ἀκόμα τίς γνώσεις γιὰ νὰ κατανοήσουν τὰ σημεία αὐτά. Καὶ ἀπὸ ἐδῶ θὰ ἤθελα νὰ τοὺς εὐχαριστήσω ποὺ στάθηκαν τὸ κίνητρό μου γιὰ τὴν παροῦσα προσπάθεια.

Τὸ βιβλίο ἐκτὸς ἀπὸ τὸ κείμενο τῆς ΘτΣ περιέχει, ἐν εἴδει παραρτήματος, καὶ τρία κείμενα ποὺ ἔγραψαν συνεργάτες τοῦ Λαντάου μετὰ τὸν θάνατό του καὶ μᾶς βοηθοῦν νὰ γνωρίσουμε καὶ τὸν Ἄνθρωπο ἐκτὸς ἀπὸ τὸν Φυσικό. Γιὰ νὰ διευκολύνω τὸν ἀναγνώστη πρόσθεσα μία παρουσίαση τοῦ πειράματος Michelson-Morley, βιογραφικὸ πίνακα (ἀπὸ τὴ βιογραφία του ποὺ ἤδη ἀναφέραμε) καὶ λίγες φωτογραφίες.

Τὰ ἀτοπήματα τῆς παρούσας μετάφρασης βαρύνουν ἀποκλειστικὰ τὸν μεταφραστή, ὁ ὁποῖος

θὰ εἶναι πάντοτε ἀνοικτὸς σὲ διορθώσεις καὶ προτάσεις βελτίωσης.

Ὁλοκληρώνοντας αὐτὲς τὶς λίγες εἰσαγωγικὲς σκέψεις θέλω νὰ εὐχαριστήσω ἀπὸ καρδιάς τὴ Δικηγόρο κ. Διονυσία Τελλῆ-Τσιμισίρη, Πρόεδρο, καὶ τὸ Διοικητικὸ Συμβούλιο τῆς Ἀστικῆς Ἑταιρείας «Ἴπποκράτης», Κέντρο Πρόληψης τῶν Ἐξαρτήσεων καὶ Προαγωγῆς τῆς Ψυχοκοινωνικῆς Ὑγείας γιὰ τὴ συμπερίληψη τοῦ ἔργου σὲ τὶς ἐκδόσεις τῆς Ἑταιρείας.

Ἰδιαίτερες εὐχαριστίες ὀφείλονται στὸν Ἴατρο κ. Δημήτριο Κ. Γερούκαλη, Ἐπιστημονικὸ Διευθυντὴ - Ἀντιπρόεδρο τῆς Ἀστικῆς Ἑταιρείας, γιὰ τὴν πρότασή του νὰ ἐνταχθεῖ ἡ παροῦσα μετάφραση στὴν ἐκδοτικὴ προσπάθεια τῆς Ἑταιρείας, καθὼς καὶ γιὰ τὰ ἐκτενῆ προτασσόμενα Προλεγόμενα.

Τέλος, θερμὲς εἶναι οἱ εὐχαριστίες μου πρὸς τὸν ἀγαπητὸ συνάδελφο Καθηγητὴ Φυσικῶν Ἐπιστημῶν κ. Ἰωάννη Παπαδάκη, Ὑπεύθυνο Ε.Κ.Φ.Ε. Κω, γιὰ τὸν ἐμπεριστατωμένο, περιεκτικὸ καὶ ἰδιαιτέρως κατατοπιστικὸ Πρόλογό του, ὡς καὶ πρὸς τὸν φίλο συνοδοιπὸρο Καθηγητὴ Θεολόγο κ. Ἀθανάσιο Γερ. Μουστάκη, Γραμματέα τῆς Ἱερᾶς Μητροπόλεως Κώου καὶ Νισύρου, γιὰ τὴν ἐπιμέλεια τῆς ἐκδόσεως καὶ τὴ φροντίδα τοῦ τόμου.

Ἰωάννης Ἀ. Βαμβακᾶς

Πρόλογος στην 3η έκδοση (1975)

Τὸν πρόλογο αὐτῆς τῆς ἐκδόσεως, ὑπὸ τὶς παροῦσες συγκυρίες, τὸν γράφω μόνος μου, καθὼς ὁ Λ. Δ. Λαντάου δὲν εἶναι πλέον ἀνάμεσά μας. Μοῦ ἦταν ἀδύνατον νὰ ἀλλάξω κάτι στὸ ἀρχικὸ κείμενο ποὺ εἶχαμε γράψει μαζί. Ἐν τούτοις, θεώρησα σωστὸ νὰ βοηθήσω τὸν σημερινὸ νεαρὸ ἀναγνώστη νὰ σχηματίσει μέσα του τὴν εἰκόνα τοῦ Λαντάου, αὐτοῦ τοῦ σημαντικοῦ ἐπιστήμονα καὶ ἀνθρώπου. Ἐλπίζω τὰ τρία ἄρθρα ποὺ παρατίθενται στὸν ἐπίλογο τοῦ παρόντος ἐν μέρει νὰ ἐξυπηρετήσουν αὐτὸν τὸν σκοπὸ.

Γ. Μπ. Ροῦμερ

Πρόλογος στην 1η έκδοση (1959)

Ἐχουν περάσει περισσότερα ἀπὸ πενήντα χρόνια ἀπὸ τότε ποὺ ἡ Θεωρία τῆς Σχετικότη-
τας (ΘτΣ) ἀναπτύχθηκε ἀπὸ τὸν Albert Einstein. Μέσα σὲ αὐτὸ τὸ διάστημα ἡ θεωρία αὐτή, ποὺ σὲ πολλοὺς φαντάζει ὡς ἓνα παράδοξο παιχνίδι τοῦ νοῦ, ἔχει μετατραπῆ σὲ ἓναν ἀπὸ τοὺς θε-
μέλιους λίθους τῆς Φυσικῆς. Εἶναι ἀδύνατον νὰ φανταστοῦμε τὴ σημερινὴ Φυσικὴ χωρὶς τὴ ΘτΣ,

ὅπως εἶναι ἀδύνατον καὶ νὰ τὴ φανταστοῦμε χωρὶς ἄτομα καὶ μόρια. Δύσκολο εἶναι, ἐπίσης, νὰ ἀπαριθμήσουμε ὅλα ἐκεῖνα τὰ φυσικὰ φαινόμενα ποὺ δὲν θὰ μπορούσαν νὰ ἐξηγηθοῦν δίχως τὴ ΘτΣ. Μεταξὺ αὐτῶν περιλαμβάνονται πολὺπλοκα παραδείγματα, ὅπως οἱ ἐπιταχυντὲς «στοιχειωδῶν» σωματίων, ἡ θεώρηση τῶν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, κ.ἄ.

Δυστυχῶς, ὅμως, ἡ ΘτΣ δὲν εἶναι πολὺ γνωστὴ ἐκτὸς τοῦ στενοῦ κύκλου τῶν εἰδικῶν. Φυσικά, ἡ θεωρία ἀνήκει στὰ «δύσκολα» θέματα καί, βέβαια, ἡ ἀρκετὰ πολὺπλοκη καὶ ἀπαιτητικὴ μαθηματικὴ θεμελίωσή της τὴν κάνει δυσπρόσιτη στὸν μὴ φυσικό. Ἐν τούτοις, θεωροῦμε ὅτι οἱ βασικὲς ἀρχὲς καὶ ιδέες τῆς ΘτΣ μπορούν νὰ ἐξηγηθοῦν στὸ εὐρὸ ἀναγνωστικὸ κοινὸ ἂν παρουσιασθοῦν μὲ κατανοητὸ τρόπο.

Ἐλπίζουμε ὅτι ὁ ἀναγνώστης ποὺ θὰ διαβάσει τὸ βιβλίο, δὲν ἔχει στὸ μυαλό του ὅτι ἡ ΘτΣ καταλήγει στὴ βεβαιότητα ὅτι «ὅλα στὸν κόσμος μας εἶναι σχετικὰ». Ἀντίθετα, βλέπει τὴ ΘτΣ, ὅπως καὶ κάθε ἄλλη φυσικὴ θεωρία, ὡς μιὰ μελέτη τῆς ἀντικειμενικῆς ἀλήθειας, ἡ ὁποία δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὶς ἐπιθυμίες καὶ τὶς ἰδιαιτερότητες ὁποιουδήποτε ἄλλου. Ἐχοντας ἀρνηθεῖ τὶς παλιὲς θεωρίες γιὰ τὸν χῶρο, τὸν χρόνο καὶ τὴ μᾶζα, ἔχουμε πλέον ὀδηγηθεῖ στὴν οὐσία τοῦ πῶς εἶναι κατασκευασμένος ὁ κόσμος μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Ἡ σχετικότητα στὴν ὁποία ἔχουμε συνηθίσει

1.1 Κάθε βεβαιότητα ἔχει νόημα;

Εἶναι φανερό πὼς ὄχι! Διότι ἀκόμη κι ἂν ἐπιλέξουμε κάποιες λέξεις καὶ τὶς συνδέσουμε ἀκολουθώντας πιστὰ τοὺς κανόνες τῆς γραμματικῆς, ὑπάρχει ἐνδεχόμενο νὰ καταλήξουμε σὲ πρόταση χωρὶς λογικὸ νόημα, π.χ. «τὸ νερὸ εἶναι τριγωνικό».

Ἐντούτοις, δὲν εἶναι ὅλα τὰ παράλογα τόσο εὐκόλα ἀναγνωρίσιμα, καί, πολὺ συχνά, βεβαιότητες ποὺ μὲ τὴν πρώτη ματιὰ φαίνονται λογικές, ὅταν ἐξεταστοῦν μὲ αὐστηρότερα κριτήρια ἀποδεικνύονται ἐντελῶς ἀβάσιμες.

1.2 Δεξιὰ καὶ ἀριστερὰ

Σὲ ποιά πλευρὰ τοῦ δρόμου βρίσκεται τὸ σπίτι; Στὴ δεξιὰ ἢ τὴν ἀριστερή; Σὲ αὐτὴ τὴν ἐρώτηση εἶναι ἀδύνατο νὰ ἀπαντήσῃ κανεὶς ἀμέσως.

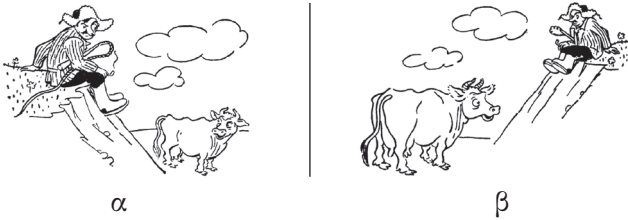


1.1 Δεξιά ἢ ἀριστερά;

Ἄν βαδίζει κάποιος ἀπὸ τὸ γεφύρι πρὸς τὸ δάσος (σκίτσο 1.1), τότε τὸ σπίτι εἶναι στὰ ἀριστερὰ τοῦ δρόμου, ἐνῶ ἂν βαδίζει ἀπὸ τὸ δάσος πρὸς τὸ γεφύρι, στὰ δεξιά. Εἶναι φανερό ὅτι ὅταν μιλάμε γιὰ τὴ δεξιά ἢ τὴν ἀριστερὴ πλευρὰ τοῦ δρόμου δὲν μπορούμε νὰ μὴ λάβουμε ὑπ' ὄψιν μας τὴν κατεύθυνση σὲ σχέση μὲ τὴν ὁποία ὀρίζεται τὸ ἀριστερὸ καὶ τὸ δεξιὸ μέρος.

Τὸ νὰ ἀναφερόμαστε στὴ δεξιά ὄχθη ἑνὸς ποταμοῦ ἔχει νόημα μόνο ἐπειδὴ τὸ ρεῦμα τοῦ νεροῦ ὀρίζει τὴν κατεύθυνση τοῦ ποταμοῦ. Ἀναλογικὰ μὲ τὸ προηγούμενο παράδειγμα μπορούμε νὰ ὑποστηρίξουμε ὅτι τὰ αὐτοκίνητα κινοῦνται στὴ δεξιά πλευρὰ τοῦ δρόμου, ἐπειδὴ ἡ κίνηση τῶν αὐτοκινήτων διαιρεῖ τὸν δρόμο σὲ δύο κατευθύνσεις.

Γίνεται λοιπὸν κατανοητὸ ὅτι οἱ ἔννοιες «δεξιὸ» καὶ «ἀριστερὸ» εἶναι σχετικές. Ἀποκτοῦν νόημα μόνον ἐφ' ὅσον καθορισθεῖ ἡ κατεύθυνση σὲ σχέση μὲ τὴν ὁποία ὀρίζονται.



1.2 Ποιός είναι μεγαλύτερος;

1.3 Τί έχουμε τώρα, ημέρα ή νύχτα;

Ἡ ἀπάντηση ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ποῦ βρίσκεται αὐτὸς ποὺ ρωτᾷει. Ἐάν βρίσκεται στὴ Μόσχα τότε εἶναι ἡμέρα. Ἐάν βρίσκεται στὸ Βλαδιβοστόκ τότε εἶναι νύχτα. Ἐδῶ δὲν ὑπάρχει καμία ἀντίφαση. Ἀπλῶς ἡ ἡμέρα καὶ ἡ νύχτα εἶναι ἔννοιες σχετικὲς καὶ δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἀπαντηθεῖ ἢ παραπάνω ἐρώτηση χωρὶς νὰ διευκρινίζεται τὸ σημεῖο τοῦ πλανήτη μας σὲ σχέση μὲ τὸ ὁποῖο συζητᾶμε.

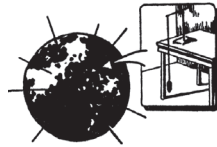
1.4 Ποιός είναι μεγαλύτερος;

Στὸ σκίτσο 1.2α φαίνεται ὅτι ὁ γελαδάρης εἶναι μεγαλύτερος ἀπὸ τὴν ἀγελάδα ἐνῶ στὸ 1.2β ἡ ἀγελάδα φαίνεται μεγαλύτερη ἀπὸ τὸν γελαδάρη. Καὶ σὲ αὐτὴν τὴν περίπτωση δὲν ὑπάρχει καμία ἀντίφαση. Στὴν πραγματικότητα τὰ σκίτσα ἔγιναν μὲ διαφορετικὴ ὀπτικὴ γωνία: στὸ ἓνα (1.2β) ὁ σκιτσογράφος στεκόταν πιὸ κοντὰ στὴν ἀγελάδα καὶ στὸ ἄλλο (1.2α) στὸν γελαδάρη. Αὐτὸ ποὺ οὐσιαστικῶς ἐνδιαφέρει στὰ σκίτσα αὐτὰ δὲν εἶναι τὰ πραγματικὰ τοὺς μεγέθη, ἀλλὰ μόνον ἡ γωνία

ὑπὸ τὴν ὁποία τὰ βλέπουμε. Αὐτὰ τὰ γωνιακὰ μεγέθη εἶναι φανερό ὅτι εἶναι σχετικά. Τὸ νὰ μιλάει κανεὶς γιὰ τὰ γωνιακὰ μεγέθη τῶν ἀντικειμένων εἶναι χωρὶς νόημα, ἐὰν δὲν ἀναφέρει τὸ σημεῖο ἀπὸ τὸ ὁποῖο γίνεται ἡ παρατήρηση. Γιὰ παράδειγμα ἂν ποῦμε ὅτι ἕνας πύργος φαίνεται ὑπὸ γωνία 45° δὲν σημαίνει τίποτα. Ἀντιθέτως, ἡ βεβαιότητα ὅτι ὁ πύργος ἀπὸ ἕνα σημεῖο πὺ ἀπέχει ἀπὸ αὐτὸν 15 m φαίνεται ὑπὸ γωνία 45° ἔχει νόημα καὶ ἀπὸ αὐτὸ συνάγεται ὅτι τὸ ὕψος του εἶναι 15 m¹.

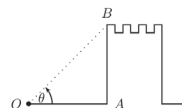
1.5 Τὸ σχετικὸ φαίνεται ἀπόλυτο

Ἄν μετακινηθεῖ τὸ σημεῖο παρατηρήσεως σὲ μικρὴ ἀπόσταση, τὰ γωνιακὰ μεγέθη μεταβάλλονται. Γι' αὐτὸ στὴν ἀστρονομία



ὡς μέτρο ἀποστάσεων χρησιμοποιοῦνται οἱ γωνίες. Στὸν ἀστρονομικὸ χάρτη ὀρίζονται οἱ γωνιακὲς ἀποστάσεις μεταξὺ τῶν ἀστέρων, δηλαδή, ἡ γωνία ἐκείνη ὑπὸ τὴν ὁποία φαίνεται ἡ ἀπόσταση μεταξὺ ἀστέρων ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς.

1. Ὅπως βλέπουμε ἀπὸ τὸ σχῆμα, ὅταν ὁ παρατηρητὴς στέκεται στὸ σημεῖο O καὶ παρατηρεῖ τὸν πύργο πὺ ἔχει ὕψος AB ἀπὸ ἀπόσταση $OA = 15\text{ m}$ ὑπὸ γωνία $\theta = 45^\circ$, τότε ἀπὸ τὸ ὀρθογώνιο τρίγωνο $O\hat{A}B$ ἔχουμε: $\epsilon\phi(\theta) = AB/OA \Rightarrow AB = OA \cdot \epsilon\phi(\theta) = 15 \cdot \epsilon\phi(45) = 15 \cdot 1 = 15\text{ m}$.



Είναι γνωστό ότι, όπως και να κινηθούμε επάνω στη Γῆ, από οποιοδήποτε σημείο της γήινης επιφάνειας κι αν παρατηρήσουμε τον έναστρο ουρανό, πάντοτε θα βλέπουμε τα άστέρια στην ίδια απόσταση τὸ ένα ἀπὸ τὸ ἄλλο. Αὐτὸ οφείλεται στὸ ὅτι τὰ άστέρια βρίσκονται σὲ τέτοιες ἀδιανόητα τεράστιες ἀποστάσεις ἀπὸ ἐμᾶς ποὺ οἱ μετακινήσεις μας ἐπάνω στὴ Γῆ, σὲ σύγκριση μὲ αὐτὲς τὶς ἀποστάσεις, εἶναι μηδαμινὲς καὶ μποροῦν μὲ ἀσφάλεια νὰ ἀγνοηθοῦν. Γι' αὐτὸ τὸν λόγο, ὑπὸ αὐτὲς τὶς συνθήκες, οἱ ἀποστάσεις μποροῦν νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἓνα ἀπόλυτο μέτρο.

Ἄν λάβουμε ὑπ' ὄψιν μας τὴν περιστροφή τῆς Γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, τότε ἡ μεταβολὴ τῶν γωνιακῶν μεγεθῶν ἀρχίζει νὰ γίνεται αἰσθητὴ, ἂν καὶ ἀπειροελάχιστα. Ἄν ὅμως μετακινηθεῖ τὸ σημεῖο παρατήρησης σὲ κάποιον ἄστέρα, γιὰ παράδειγμα στὸν Σείριο, τότε ὅλα τὰ γωνιακὰ μεγέθη μεταβάλλονται τόσο πολὺ ποὺ τὰ άστέρια ποὺ φαίνονται μακριὰ τὸ ένα ἀπὸ τὸ ἄλλο στὸν δικὸ μας οὐρανὸ, στὸν οὐρανὸ τοῦ Σειρίου μπορεῖ νὰ φαίνονται πλησιέστερα καὶ τὸ ἀντίστροφο.

1.6 Τὸ ἀπόλυτο ἔγινε σχετικὸ

Συχνὰ λέμε: «ἐπάνω» ἢ «κάτω». Αὐτὲς οἱ ἔννοιες εἶναι ἀπόλυτες ἢ σχετικές;

Σὲ αὐτὴν τὴν ἐρώτηση οἱ ἄνθρωποι ἀπαντοῦσαν διαφορετικὰ σὲ διαφορετικὲς ἐποχές. Ὅταν

ἀκόμα οἱ ἄνθρωποι δὲν ἤξεραν τίποτα γιὰ τὴ σφαιρικότητα τῆς Γῆς καὶ τὴ θεωροῦσαν ἐπίπεδη, σὰν τηγανίτα, τὴν κατακόρυφη κατεύθυνση τὴν καταλάβαιναν ὡς μιὰ ἔννοια ἀπόλυτη. Μὲ αὐτὴν τὴν ὀπτική ὑπέθεταν ὅτι σὲ ὅλα τὰ σημεῖα τῆς γήινης ἐπιφάνειας ἡ κατεύθυνση τῶν κατακορύφων εἶναι ἴδια καὶ μοναδική, ὅποτε εἶναι ἐντελῶς φυσιολογικὸ νὰ μιλάει κανεὶς γιὰ ἀπόλυτο «ἐπάνω» καὶ ἀπόλυτο «κάτω».

Ὅταν ἀνακαλύφθηκε ὅτι ἡ Γῆ εἶναι σφαιρικὴ τότε κλονίσθηκε καὶ ἡ ἔννοια τῆς κατακορύφου στὴ συνείδηση τῶν ἀνθρώπων...

Στὴν πραγματικότητα, ἀφοῦ ἡ Γῆ ἔχει σφαιρικὸ σχῆμα ἡ κατεύθυνση τῆς καθέτου, οὐσιαστικά, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ θέση ἐκείνου τοῦ σημείου τῆς γήινης ἐπιφάνειας ἀπὸ τὸ ὁποῖο διέρχεται ἡ κάθετος.

Στὰ διαφορετικὰ σημεία τῆς γήινης ἐπιφάνειας ἡ κατεύθυνση τῶν καθέτων θὰ εἶναι διαφορετικὴ. Ἀφοῦ λοιπόν, οἱ ἔννοιες τοῦ «ἐπάνω» καὶ τοῦ «κάτω» χάνουν τὴ σημασία τους ἂν δὲν γίνεῖ ἀναφορὰ στὸ σημεῖο τῆς γήινης ἐπιφάνειας μὲ τὸ ὁποῖο σχετίζονται, τότε οἱ ἔννοιες αὐτὲς ἀπὸ ἀπόλυτες γίνονται σχετικὲς. Σὲ ὁλόκληρο τὸ Σύμπαν δὲν ὑπάρχει πουθενὰ ἡ μοναδικὴ καὶ ἀπόλυτη ἔννοια τῆς κατακορύφου κατευθύνσεως. Ἔτσι γιὰ ὁποιαδήποτε κατεύθυνση στὸν χῶρο, μποροῦμε νὰ βροῦμε ἓνα σημεῖο στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς στὸ ὁποῖο αὐτὴ ἡ κατεύθυνση νὰ εἶναι κάθετη.

1.7 Η «κοινή λογική» αρχίζει να διαμαρτύρεται

Όλα αυτά μᾶς φαίνονται σήμερα αυτονόητα και άδιαμφισβήτητα. Όμως ἡ ἱστορία ἔχει καταγράψει περιόδους στις οποίες οἱ ἔννοιες τῆς σχετικότητας τοῦ «κάτω» καὶ τοῦ «ἐπάνω» δὲν ἦταν πάντα εὐκόλα κατανοητὲς γιὰ τοὺς ἀνθρώπους, οἱ ὁποῖοι ἔχουν τὴν τάση νὰ δίνουν στις ἔννοιες ἀπόλυτες σημασίες, ἂν ἡ σχετικότητά τους δὲν διαπιστώνεται ξεκάθαρα ἀπὸ τὴν καθημερινή τους ἐμπειρία (ὅπως στὴν περίπτωση τοῦ «δεξιά» καὶ «ἀριστερά»).

Ἄς θυμηθοῦμε τὸν ἀστεῖο ἀντίλογο γιὰ τὴ σφαιρικότητα τῆς Γῆς ποὺ μᾶς ἔρχεται ἀπὸ τὸν Μεσαίωνα: Μὰ πῶς γίνεται οἱ ἄνθρωποι νὰ περπατοῦν ἀνάποδα; Τὸ σφάλμα στὸν παραπάνω ἰσχυρισμὸ ὀφείλεται στὸ ὅτι δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν ἡ σχετικότητα τῶν καθέτων ποὺ προκύπτει ἀπὸ τὴ σφαιρικότητα τῆς Γῆς.

Καὶ ἂν ἡ ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῶν καθέτων δὲν ληφθεῖ ὑπ' ὄψιν καὶ θεωρηθεῖ, γιὰ παράδειγμα, ὅτι οἱ κάθετες στὴ Μόσχα εἶναι κάτι ἀπόλυτο, τότε ἀναντίρρητα οἱ κάτοικοι τῆς Νέας Ζηλανδίας περπατᾶνε ἀνάποδα. Ἄλλὰ ἔτσι συμπεραίνεται ὅτι γιὰ τοὺς Νεοζηλανδοὺς καὶ οἱ Μοσχοβίτες²

2. Στὸ ρωσικὸ πρωτότυπο ἡ φράση αὐτὴ εἶναι γραμμένη στὸ πρῶτο πρόσωπο τοῦ πληθυντικοῦ, δηλ. «ἐμεῖς στὴ Μόσχα μὲ τὴ σειρά μας περπατᾶμε ἀνάποδα».

μὲ τὴ σειρά τους περπατᾶνε ἀνάποδα. Ἐδῶ δὲν ὑπάρχει καμία ἀντίφαση, ἀφοῦ ἡ ἔννοια τῆς κατακορύφου κατευθύνσεως στὴν πραγματικότητα δὲν εἶναι ἀπόλυτη, ἀλλὰ σχετική.

Συνειδητοποιοῦμε ὅτι ἀρχίζουμε νὰ κατανοοῦμε τὴν πραγματικὴ σημασία τῆς σχετικότητας τῶν καθέτων μόνο ὅταν θεωρήσουμε δύο ἀρκετὰ ἀπομακρυσμένα σημεία στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, ὅπως γιὰ παράδειγμα, τὴ Μόσχα καὶ τὴ Νέα Ζηλανδία. Ἄν ὅμως θεωρήσουμε δύο κοιντὰ σημεία, ὅπως δύο σπίτια στὴ Μόσχα, τότε πρακτικὰ μπορούμε νὰ ὑποθέσουμε ὅτι ὅλες οἱ κατακόρυφες κατευθύνσεις εἶναι παράλληλες, δηλαδή, μπορούμε νὰ θεωρήσουμε τὴν κατακόρυφη κατεύθυνση μὲ ἀπόλυτη σημασία, ἐκτὸς κι ἂν πρέπει νὰ λάβουμε ὑπ' ὄψιν μας τὰ σημεία σὲ σύγκριση μὲ τὸ μέγεθος τῆς γήινης ἐπιφάνειας, τότε ἡ προσπάθεια νὰ χρησιμοποιήσουμε τὴν ἀπόλυτη κάθετο καταλήγει σὲ παραλογισμό καὶ ἐμφανίζεται ἡ ἀντίφαση.

Τὰ παραδείγματα ποὺ ἀναφέρονται πιὸ πάνω καταδεικνύουν ὅτι πολλὲς ἀπὸ τὶς ἔννοιες τὶς ὁποῖες χρησιμοποιοῦμε εἶναι σχετικές, δηλαδή, ἀποκτοῦν λογικὴ τότε μόνο, ὅταν ἀναφερθοῦν οἱ συνθήκες ὑπὸ τὶς ὁποῖες γίνονται οἱ παρατηρήσεις αὐτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Ὁ χώρος εἶναι σχετικὸς

2.1 Ἐνα καὶ τὸ αὐτὸ μέρος ἢ μήπως ὄχι;

Συχνὰ λέμε ὅτι, δύο γεγονότα συνέβησαν στὸ ἕνα καὶ τὸ αὐτὸ μέρος καὶ ἔτσι συνηθίσαμε σὲ αὐτό, δηλαδὴ νὰ ἔχουμε τὴν τάση νὰ δίνουμε στὴ βεβαιότητά μας ἀπόλυτη σημασία. Ὅμως στὴν πραγματικότητα αὐτὸ δὲν σημαίνει ἀπολύτως τίποτε· εἶναι τὸ ἴδιο σὰν νὰ λέμε: «τώρα εἶναι πέντε ἢ ὥρα» χωρὶς νὰ ἀναφέρουμε ποῦ ἀκριβῶς εἶναι πέντε ἢ ὥρα, στὴ Μόσχα ἢ στὸ Σικάγο.



2.1 Συναντῶνται στὸ ἴδιο μέρος;

Γιὰ νὰ γίνεи ξεκάθαρο μέσα μας, ἄς φανταστοῦμε ὅτι δύο γυναῖκες πού ταξιδεύουν μὲ τὸν Ὑπερσιβηρικὸ ἀπὸ τὴ Μόσχα στὸ Βλαδιβοστόκ ἔχουν συμφωνήσει νὰ συναντῶνται κάθε ἡμέρα στὸ ἴδιο καὶ τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ τραίνου καὶ νὰ γράφουν ἐπιστολὲς στοὺς συζύγους τους (στίχο 2.1). Ἐντούτοις, οἱ σύζυγοί τους μόλις καὶ μετὰ βίας θὰ συμφωνοῦσαν ὅτι οἱ γυναῖκες τους συναντῶνται κάθε μέρα στὸ ἴδιο καὶ τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ χώρου. Ἀντίθετα, ἔχουν ὅλα τὰ βάσιμα ἐπιχειρήματα νὰ βεβαιώσουν ὅτι τὰ μέρη αὐτὰ εἶναι ἑκατοντάδες χιλιόμετρα μακριὰ τὸ ἓνα ἀπὸ τὸ ἄλλο καθ' ὅτι λαμβάνουν ἐπιστολὲς ἀπὸ τὸ Γιάροσλαβ, τὸ Πέρμ, τὸ Σβερντλόβσκ, τὸ Τιουμέν, τὸ Ὅμσκ καὶ τὸ Χαμπαρόβσκ³.

Ἔτσι αὐτὰ τὰ δύο γεγονότα, δηλαδὴ ἡ συγγραφή ἐπιστολῶν τὴν πρώτη καὶ τὴ δεύτερη ἡμέρα τοῦ ταξιδιοῦ, ἀπὸ πλευρᾶς τῶν δύο γυναικῶν πού ταξιδεύουν συνέβησαν στὸ ἴδιο καὶ τὸ αὐτὸ μέρος, ὅμως ἀπὸ πλευρᾶς τῶν συζύγων τους τὰ γεγονότα τὰ χωρίζουν ἑκατοντάδες χιλιόμετρα.

Ποιὸς ἔχει δίκιο: οἱ γυναῖκες ἢ οἱ ἄνδρες; Δὲν

3. Ὅλες οἱ πόλεις αὐτὲς εἶναι στάσεις τοῦ Ὑπερσιβηρικοῦ στὴ γραμμὴ Μόσχας-Βλαδιβοστόκ, συνολικῆς ἀπόστασης 9.078 χλμ! Τὸ Γιάροσλαβ ἀπέχει 266 χλμ. ἀπὸ τὴ Μόσχα καὶ 1.200 χλμ. ἀπὸ τὸ Πέρμ. Τὸ Σβερντλόβσκ ἀπέχει 365 χλμ. ἀπὸ τὸ Πέρμ καὶ 328 χλμ. ἀπὸ τὸ Τιουμέν. Τέλος, τὸ Ὅμσκ ἀπέχει 624 χλμ. ἀπὸ τὸ Τιουμέν καὶ 5.576 χλμ. ἀπὸ τὸ Χαμπαρόβσκ.

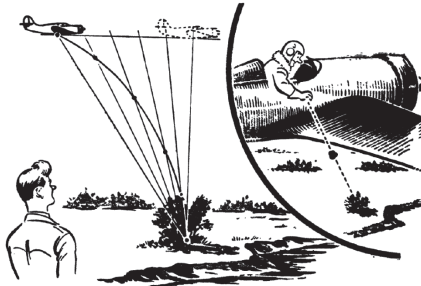
ἔχουμε λόγο νὰ προτιμήσουμε κάποια ἀπὸ τὶς δύο ομάδες. Ξεκάθαρα βλέπουμε ὅτι ἡ ἔννοια «τὸ ἴδιο καὶ τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ χώρου» ἔχει μόνο σχετικὴ σημασία.

Παρόμοιος μὲ αὐτὸ εἶναι καὶ ὁ ἰσχυρισμὸς ὅτι δύο ἀστέρες στὸν οὐράνιο θόλο συμπίπτουν· ἔχει νόημα μόνο ἐφ' ὅσον ἀναφέρεται ὅτι ἡ παρατήρηση γίνεται ἀπὸ τὴ Γῆ. Μπορεῖ νὰ ἰσχυρίζεται κάποιος ὅτι δύο γεγονότα συμπίπτουν στὸν χῶρο μόνο ὅταν ἀναφέρει τὰ ἀντικείμενα ὡς πρὸς τὰ ὁποῖα ὀρίζονται οἱ θέσεις αὐτῶν τῶν γεγονότων.

Ἔτσι, καὶ ἡ ἔννοια τῆς θέσης στὸν χῶρο εἶναι ἓνα σχετικὸ μέγεθος. Ὅταν μιλάμε γιὰ τὴ θέση ἑνὸς σώματος στὸν χῶρο πάντα ὑποδηλώνουμε τὴ θέση του σὲ σχέση μὲ ἄλλα σώματα. Ἄν δοκιμάσουμε νὰ ἀπαντήσουμε στὴν ἐρώτηση «*ποῦ βρίσκεται ἓνα δεδομένο ἀντικείμενο;*» χωρὶς νὰ ἀναφερθοῦμε σὲ ἄλλα ἀντικείμενα, τότε μιὰ τέτοια ἐρώτηση χάνει τὸ νόημά της.

2.2 Πῶς κινεῖται ἓνα ἀντικείμενο στὴν πραγματικότητα;

Ἀπὸ τὰ λεχθέντα ἕως τώρα συνάγεται ὅτι «ἡ μετατόπιση ἑνὸς σώματος στὸν χῶρο» εἶναι ἔννοια σχετικὴ. Ἄν ποῦμε ὅτι ἓνα σῶμα ἔχει μετακινηθεῖ αὐτὸ σημαίνει ὅτι ἔχει ἀλλάξει τὴ θέση του σὲ σχέση μὲ ἄλλα σώματα.



2.2 Καμπυλωτὰ ἢ εὐθεία;

Ἄν παρατηρεῖται ἡ μετατόπιση τοῦ σώματος ἀπὸ διάφορα συστήματα ἀναφορᾶς ποὺ μετακινουῦνται τὸ ἓνα ὡς πρὸς τὸ ἄλλο τότε αὐτὴ ἡ μετατόπιση φαίνεται ἐντελῶς διαφορετικὴ.

Ἀπὸ ἀεροπλάνο τὸ ὁποῖο πετάει ἐκσφενδονίζεται μία πέτρα (στίτσο 2.2). Σὲ σχέσηη μὲ τὸ ἀεροπλάνο ἡ πέτρα πέφτει σὲ εὐθεία τροχιά, ἐνῶ σὲ σχέσηη μὲ τὴ Γῆ αὐτὴ διαγράφει καμπυλωμένη τροχιά ποὺ ὀνομάζεται παραβολή. Ἐν τέλει, πῶς κινεῖται ἡ πέτρα στὴν πραγματικότητα;

Αὐτὴ ἡ ἐρώτηση δὲν ἔχει νόημα ὅπως δὲν ἔχει νόημα καὶ ἡ ἐρώτηση: «ὕπὸ ποία γωνία φαίνεται ἡ Σελήνη στὴν πραγματικότητα;» Ὑπὸ ἐκείνη ποὺ θὰ παρατηρεῖτο ἀπὸ τὸν Ἥλιο ἢ ὑπὸ ἐκείνη ποὺ θὰ φαινόταν ἀπὸ τὴ Γῆ;

Ἡ γεωμετρικὴ μορφή τῆς καμπύλης κατὰ μῆκος τῆς ὁποίας κινεῖται ἓνα σῶμα ἔχει τόσο σχετικὸ χαρακτήρα ὅσο ἡ φωτογράφιση ἐνὸς κτηρίου. Ὅπως ὅταν φωτογραφίζουμε ἓνα σπίτι

ἀπὸ μπροστὰ ἢ ἀπὸ πίσω παίρνομε μοναδικὰ στιγμιότυπα αὐτοῦ, ἔτσι καὶ ὅταν παρατηροῦμε τὴν κίνηση ἐνὸς ἀντικειμένου ἀπὸ διάφορα συστήματα ἀναφορᾶς παίρνομε διαφορετικὲς καμπύλες τῆς τροχιᾶς του.

2.3 Εἶναι ὅλα τὰ σημεῖα παρατήρησης ἰσότιμα;

Ἄν τὸ ἐνδιαφέρον μας γιὰ τὴν παρατήρηση τῆς κίνησης ἐνὸς σώματος στὸν χῶρο περιοριζόταν στὴ μελέτη τῆς μορφῆς τῆς τροχιᾶς (ἔτσι ὀνομάζεται ἡ καμπύλη κατὰ μῆκος τῆς ὁποίας κινεῖται τὸ σῶμα) τότε ἡ ἀπάντηση στὸ ἐρώτημα ἐπιλογῆς τῆς θέσης παρατήρησης θὰ εἶχε νὰ κάνει μὲ τὴν ἄνεση τοῦ παρατηρητοῦ καὶ τὴν ἀπλότητα τῆς τελικῆς εἰκόνας.

Ὁ καλὸς φωτογράφος, ἐπιλέγοντας τὸ σημεῖο λήψεως, φροντίζει, ἐκτὸς τῶν ἄλλων, γιὰ τὴν αἰσθητικὴ τῆς φωτογραφίας καὶ γιὰ τὴν τελικὴ σύνθεση.

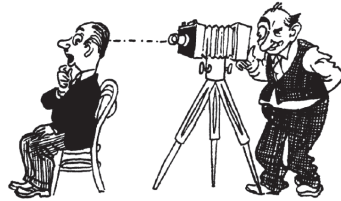
Ὅμως, καθὼς μελετοῦμε τὴν κίνηση ἐνὸς ἀντικειμένου στὸν χῶρο, μᾶς ἐνδιαφέρει κάτι περισσότερο. Θέλουμε ὄχι μόνον νὰ ξέρουμε τὴν τροχιὰ του ἀλλὰ καὶ νὰ εἴμαστε ἱκανοὶ νὰ προβλέψουμε ποιὰ τροχιὰ θὰ ἀκολουθήσει τὸ ἀντικείμενο ὑπὸ τὶς δεδομένες συνθῆκες. Μὲ ἄλλα λόγια, ἐπιθυμοῦμε νὰ ξέρουμε τοὺς νόμους ποὺ διέπουν τὴν

κίνηση και πού ἐπιβάλλουν στὸ ἀντικείμενο νὰ κινεῖται κατ' αὐτὸ τὸν τρόπο καὶ ὄχι διαφορετικά.

Ἄν θεωρήσουμε τὸ ζήτημα τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης ἀπὸ αὐτὴ τὴν ἄποψη τότε εἶναι ξεκάθαρο ὅτι δὲν εἶναι ἰσότιμες ὅλες οἱ θέσεις στὸν χῶρο.

Ἐὰν πᾶμε στὸν φωτογράφο καὶ τοῦ ζητήσουμε νὰ μᾶς βγάλει φωτογραφία διαβατηρίου ἢ ἀστυνομικῆς ταυτότητας τότε εἶναι φυσικὸ ὅτι ἐπιθυμοῦμε στὴ φωτογραφία νὰ φαίνεται τὸ πρόσωπο καὶ ὄχι

τὸ πίσω μέρος τοῦ κεφαλιοῦ μας (σκίτσο 2.3). Οἱ προδιαγραφές αὐτὲς ἱκανοποιοῦνται ἀπὸ τὰ σημεία στὸν χῶρο



2.3 Φωτογραφία ταυτότητας;
ἀπὸ τὰ ὁποῖα ὁ φωτογράφος θὰ πρέπει νὰ μᾶς φωτογραφήσει. Παραδεχόμαστε λοιπόν, ὅτι κάθε διαφορετικὴ θέση δὲν ἱκανοποιεῖ τὶς δεδομένες προδιαγραφές.

2.4 Τὸ σημεῖο ἡρεμίας ἔχει βρεθεῖ!

Κατὰ τὴν κίνηση ἐνὸς σώματος ἐπιδρῶν ἐξωτερικοὶ παράγοντες, πού λέγονται δυνάμεις. Ἡ μελέτη τῆς ἐπίδρασης αὐτῶν τῶν παραγόντων μπορεῖ νὰ μᾶς ἐπιτρέψει νὰ προσεγγίσουμε τὸ ζήτημα τῆς κίνησης μὲ ἐντελῶς νέο τρόπο.

Ἄς υποθέσουμε ὅτι ὑπάρχει στὴ διάθεσή μας ἓνα σῶμα στὸ ὁποῖο δὲν ἀσκεῖται καμία δύναμη. Ἀνάλογα μὲ τὴ θέση ἀπὸ ὅπου τὸ παρατηροῦμε, τὸ σῶμα θὰ κινεῖται μὲ ἓνα διαφορετικό, λίγο-πολύ παράξενο, τρόπο. Ἐντούτοις, δὲν μπορούμε νὰ μὴ παραδεχθοῦμε ὅτι ἢ πιὸ φυσιολογική θὰ εἶναι ἐκείνη ἢ θέση τοῦ παρατηρητῆ γιὰ τὴν ὁποία τὸ σῶμα θὰ βρίσκεται ἀπλῶς σὲ ἡρεμία.

Ἔτσι τώρα μπορούμε νὰ ὀρίσουμε τὴν ἡρεμία μὲ ἓναν ἐντελῶς νέο τρόπο, ἀνεξάρτητο ἀπὸ τὴν κίνηση τοῦ δεδομένου σώματος σὲ σχέση μὲ ἄλλα σώματα, ὡς ἐξῆς: τὸ σῶμα στὸ ὁποῖο δὲν ἀσκεῖται καμία ἐξωτερική δύναμη βρίσκεται σὲ κατάσταση ἡρεμίας.

2.5 Ἀδρανειακὸ σύστημα ἀναφορᾶς⁴

Πῶς μπορούμε νὰ ἐπιφέρουμε κατάσταση ἡρεμίας; Πῶς μπορούμε νὰ εἴμαστε σίγουροι ὅτι στὸ σῶμα δὲν ἀσκεῖται καμία δύναμη;

Πρὸς τοῦτο εἶναι φανερό ὅτι θὰ πρέπει νὰ ἀπομακρύνουμε τὸ σῶμα ἀπὸ ὅλα τὰ ἄλλα σώματα τὰ ὁποία θὰ μπορούσαν νὰ ἀσκοῦν ἐπίδραση ἐπάνω του.

4. Στὸ ρωσικὸ πρωτότυπο γίνεται ἀναφορὰ στὸ «ἡρεμὸν ἐργαστήριον». Στὴν ἀπόδοσή του στὰ ἑλληνικὰ προτιμήσαμε τὴν ἔκφραση «ἀδρανειακὸ σύστημα ἀναφορᾶς» ποὺ χρησιμοποιεῖ καὶ ἡ ἑλληνικὴ βιβλιογραφία.

Ἄπὸ τέτοια ἡρεμοῦντα σώματα μπορούμε, τουλάχιστον νοερά, νὰ κατασκευάσουμε ἕνα ὁλόκληρο σύστημα καὶ νὰ μιλάμε πλέον γιὰ τὶς ιδιότητες τῶν κινήσεων ποὺ παρατηροῦνται ἀπὸ αὐτὸ τὸ σύστημα τὸ ὁποῖο ὀνομάζουμε ἀδρανειακό.

Ἄν οἱ ιδιότητες τῆς κίνησης ποὺ παρατηροῦνται σὲ κάποιο ἄλλο σύστημα διαφέρουν ἀπὸ τὶς ιδιότητες τῆς κίνησης στὸ ἀδρανειακὸ σύστημα τότε ἔχουμε κάθε δικαίωμα νὰ ἰσχυριστοῦμε ὅτι τὸ πρῶτο σύστημα κινεῖται.

2.6 Κινεῖται τὸ τραῖνο;

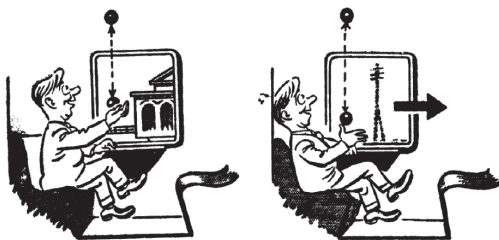
Ἄφοῦ ἔχουμε ἀποδεχθεῖ ὅτι στὰ κινούμενα συστήματα ἀναφορᾶς ἡ κίνηση ἀκολουθεῖ ἄλλους νόμους ἀπὸ ἐκείνους τοῦ ἀδρανειακοῦ συστήματος, ἡ ἔννοια τῆς κίνησης καταλήγει νὰ χάνει τὸν σχετικιστικὸ τῆς χαρακτῆρα· στὸ ἕξις μιλώντας γιὰ κινήσεις θὰ πρέπει μόνον νὰ τὶς κατανοοῦμε σὲ σχέση μὲ τὴν ἡρεμία καὶ θὰ τὶς ὀνομάζουμε ἀπόλυτες κινήσεις.

Ὅμως, σὲ κάθε κίνηση ἑνὸς συστήματος θὰ παρατηροῦμε σὲ αὐτὸ ἀπόκλιση ἀπὸ τοὺς νόμους τῆς κίνησης τῶν σωμάτων ποὺ ἰσχύουν στὸ ἀδρανειακὸ σύστημα;

Ἄς μποῦμε σὲ ἕνα τραῖνο ποὺ κινεῖται μὲ σταθερὴ ταχύτητα σὲ εὐθεία διαδρομὴ καὶ ἄς ἀρχίσουμε νὰ παρατηροῦμε τὴν κίνηση τῶν σω-

μάτων στὸ βαγόνι καὶ νὰ τὴν συγκρίνουμε μὲ ἐκείνη ποὺ συμβαίνει σὲ ἓνα ἀκίνητο τραῖνο.

Ἡ καθημερινή μας ἐμπειρία ὑπαγορεύει ὅτι σὲ ἓνα τέτοιο τραῖνο, ποὺ κινεῖται εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλά, δὲν παρατηρεῖται καμία ἀπόκλιση, καμία διαφορὰ ἀπὸ τὴν κίνηση σὲ ἀκίνητο τραῖνο. Καθένας ξέρει ὅτι ἐὰν σὲ ἓνα κινούμενο βαγόνι πετάξουμε πρὸς τὰ ἐπάνω ἓνα μπαλλάκι αὐτὸ θὰ πέσει κατευθεῖαν στὸ χέρι μας καὶ δὲν θὰ διαγράψει καμπύλη, ὅπως φαίνεται στὸ σκίτσο 2.4.



2.4 Ταξιδεύοντας μὲ τραῖνο ποὺ κινεῖται εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλά (δεξιὰ) σὲ σχέση μὲ ἀκίνητο τραῖνο (ἀριστερά).

Ἄν ἀγνοήσουμε τὰ ἀναπόφευκτα τραντάγματα, σὲ ἓνα ὁμαλὰ κινούμενο βαγόνι ὅλα συμβαίνουν ὅπως καὶ σὲ ἓνα ἀκίνητο.

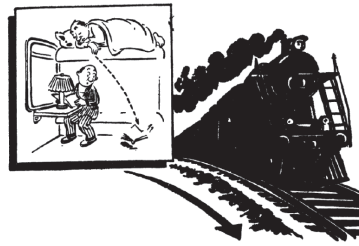
Ἀλλάζουν ὁμως τὰ δεδομένα ἂν τὸ βαγόνι ἀρχίζει νὰ ἐπιβραδύνει ἢ νὰ ἐπιταχύνει τὴν κίνησή του. Στὴν πρώτη περίπτωση αἰσθανόμαστε μιὰ ὄθηση πρὸς τὰ ἐμπρὸς καὶ στὴ δεύτερη πρὸς τὰ πίσω καὶ εἶναι φανερὸ ὅτι καταλαβαίνουμε τὴ διαφορὰ ἀπὸ τὴν ἡρεμία.

Ἐάν τὸ βαγόνι, ἐνῶ κινεῖται ὁμαλά, ἀλλάζει τὴν κατεύθυνση τῆς κίνησης πάλι τὸ νιώθουμε· στὶς ἀπότομες στροφές πρὸς τὰ δεξιὰ κλίνουμε πρὸς τὴν ἀριστερὴ πλευρὰ τοῦ βαγониοῦ καὶ στὶς στροφές πρὸς τὰ ἀριστερὰ κλίνουμε πρὸς τὰ δεξιὰ.

Ἀναλογιζόμενοι τὶς παραπάνω παρατηρήσεις ἐρχόμαστε στὸ ἐξῆς συμπέρασμα: ὅση ὥρα ἓνα σύστημα κάνει εὐθύγραμμη καὶ ὁμαλὴ κίνηση σὲ σχέση μὲ ἓνα ἀδρανειακὸ σύστημα εἶναι ἀδύνατον νὰ παρατηρήσουμε μεταβολές στὴ συμπεριφορὰ τῶν σωμάτων στὸ ἀδρανειακὸ. Ὅμως, μόλις μεταβληθεῖ τὸ μέτρο ἢ ἡ φορὰ τῆς ταχύτητας τοῦ κινούμενου ἐργαστηρίου (ἐπιτάχυνση / ἐπιβράδυνση ἢ στρόφη, ἀντιστοίχως), τότε ἀμέσως αὐτὸ φαίνεται στὴ συμπεριφορὰ τῶν σωμάτων ποὺ βρίσκονται μέσα σὲ αὐτό. (σκέτσα 2.5α καὶ 2.5β)



α



β

2.5 Ταξιδεύοντας μὲ ἓνα τραῖνο ποὺ δὲν κινεῖται εὐθύγραμμη καὶ ὁμαλά.

2.7 Ἡ ἡρεμία ἔχει ἐντελῶς ἐξαφανισθεῖ.

Ἡ ἐκπληκτικὴ ιδιότητα τῆς εὐθύγραμμης καὶ ὁμαλῆς κίνησης τοῦ ἐργαστηρίου νὰ μὴν ἐπηρεάζει τὴ συμπεριφορὰ τῶν σωμάτων ἐντὸς αὐτοῦ μᾶς ἀναγκάζει νὰ ἐπανεξετάσουμε τὴν ἔννοια τῆς ἡρεμίας. Ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ κατάσταση τῆς ἡρεμίας καὶ ἡ κατάσταση τῆς εὐθύγραμμης καὶ ὁμαλῆς κίνησης δὲν διαφέρουν πουθενὰ ἢ μίᾳ ἀπὸ τὴν ἄλλη. Τὸ σύστημα ποὺ κινεῖται εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλὰ σὲ σχέση μὲ ἓνα ἀδρανειακὸ σύστημα, μπορεῖ τὸ ἴδιο νὰ θεωρηθεῖ ἀδρανειακὸ. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι δὲν ὑπάρχει μίᾳ ἀπόλυτη ἡρεμία ἀλλὰ ἓνα ἀμέτρητο πλῆθος διαφορετικῶν «ἡρεμιῶν». Δὲν ὑπάρχει μόνον ἓνα «ἀδρανειακὸ» σύστημα ἀλλὰ ἓνα ἀμέτρητο πλῆθος «ἀδρανειακῶν» συστημάτων, τὰ ὁποῖα κινουῦνται τὸ ἓνα ὡς πρὸς τὸ ἄλλο εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλὰ μὲ διαφορετικὲς ταχύτητες.

Ἄφοῦ λοιπὸν ἡ ἡρεμία δὲν εἶναι κάτι τὸ ἀπόλυτο ἀλλὰ σχετικὸ, θὰ πρέπει πάντοτε νὰ ἀναφέρεται ἐκεῖνο, ἀπὸ τὸ ἀμέτρητο πλῆθος τῶν ἀδρανειακῶν συστημάτων, τῶν κινουμένων εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλὰ τὸ ἓνα ὡς πρὸς τὸ ἄλλο, σὲ σχέση μὲ τὸ ὁποῖο παρατηροῦμε μιὰ κίνηση.

Παρ' ὅλα αὐτὰ πάντως, δὲν καταφέραμε νὰ κάνουμε τὴν ἔννοια τῆς κίνησης ἀπόλυτη.

Πάντα μένει ἓνα ἀναπάντητο ἐρώτημα: σὲ σχέση μὲ ποιά «ἡρεμία» παρατηροῦμε μίᾳ κίνηση;

Μὲ αὐτὸ τὸν τρόπο φθάσαμε στὸν πιὸ σημαντικὸ νόμο τῆς φύσης ποὺ συχνὰ ὀνομάζεται «**ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης**», ὁ ὁποῖος διατυπώνεται ὡς ἑξῆς: *σὲ ὅλα τὰ συστήματα ποὺ κινοῦνται τὸ ἓνα ὡς πρὸς τὸ ἄλλο εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλά, ἡ κίνηση τῶν σωμάτων διέπεται ἀπὸ ἀκριβῶς τοὺς ἴδιους νόμους.*

2.8 Ὁ νόμος τῆς ἀδράνειας

Ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης συνεπάγεται ὅτι τὸ σῶμα στὸ ὁποῖο δὲν ἀσκεῖται καμία ἐξωτερικὴ δύναμη μπορεῖ νὰ βρισκεται ὄχι μόνον σὲ κατάσταση ἠρεμίας ἀλλὰ καὶ σὲ κατάσταση εὐθύγραμμης καὶ ὁμαλῆς κίνησης. Αὐτὴ ἡ κατάσταση στὴ Φυσικὴ ὀνομάζεται «**νόμος τῆς ἀδράνειας**».

Ὅμως στὴν καθημερινή μας ζωὴ αὐτὸς ὁ νόμος εἶναι κάπως συγκεκαλυμμένος καὶ δὲν ἐμφανίζεται ἄμεσα. Σύμφωνα μὲ τὸν νόμο τῆς ἀδράνειας τὸ σῶμα ποὺ βρισκεται σὲ κατάσταση εὐθύγραμμης καὶ ὁμαλῆς κίνησης πρέπει, χωρὶς τὴ δράση ἐξωτερικῶν δυνάμεων, νὰ συνεχίζει τὴν κίνησή του χωρὶς τέλος. Ἐντούτοις, ἡ ἐμπειρία μᾶς δείχνει ὅτι τὰ σώματα στὰ ὁποῖα δὲν ἀσκοῦνται δυνάμεις σταματοῦν.

Ἡ λύση τοῦ γρίφου βρισκεται στὸ ὅτι σὲ ὅλα τὰ σώματα ποὺ παρατηροῦμε ἀσκοῦνται κάποιες

ἐξωτερικὲς δυνάμεις· οἱ δυνάμεις τῆς τριβῆς. Γιὰ τοῦτο τὸν λόγο οἱ συνθῆκες ποὺ εἶναι ἀπαραίτητες γιὰ τὴν παρατήρηση τοῦ νόμου τῆς ἀδράνειας, δηλαδή ἡ ἀπουσία ἐξωτερικῶν δυνάμεων ποὺ νὰ ἀσκοῦνται στὸ σῶμα, δὲν ἱκανοποιοῦνται. Ὅμως, βελτιώνοντας τὶς συνθῆκες τοῦ πειράματος καὶ μειώνοντας τὶς δυνάμεις τῆς τριβῆς, εἶναι δυνατόν νὰ προσεγγιστοῦν οἱ ἰδανικὲς συνθῆκες ποὺ ἀπαιτοῦνται γιὰ τὴν ἐμφάνιση τοῦ νόμου τῆς ἀδράνειας, ἀποδεικνύοντας ἔτσι τὴν ὀρθότητα αὐτοῦ τοῦ νόμου καὶ γιὰ τὶς κινήσεις ποὺ παρατηροῦνται στὴν καθημερινὴ ζωὴ.

Ἡ ἀνακάλυψη τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης εἶναι μία ἀπὸ τὶς μεγαλύτερες ἀνακαλύψεις. Χωρὶς αὐτὴ ἡ ἐξέλιξη τῆς Φυσικῆς δὲν θὰ ἦταν δυνατὴ. Αὐτὴν τὴν ἀνακάλυψη τὴ χρωστᾶμε στὴν ιδιοφυΐα τοῦ **Γαλιλαίου Γαλιλέι**⁵, ὁ ὁποῖος μὲ θάρρος στάθηκε ἐνάντια στὴ διδασκαλία τοῦ

5. **Γαλιλαῖος Γαλιλέι (Galileo Galilei, 1564–1642)**· ἰταλὸς φυσικός, μαθηματικός, ἀστρονόμος καὶ φιλόσοφος, ποὺ ἔπαιξε σημαντικὸ ρόλο στὴν ἐπιστημονικὴ ἐπανάσταση. Ὁ Γαλιλαῖος ἔμεινε γνωστὸς στὴν ἱστορία γιὰ τὴν τόλμη του νὰ ἀντιπαραταχθεῖ σὲ διαδεδομένες καὶ παραδεκτὲς διδασκαλίες τῆς ἐποχῆς του, γεγονὸς ποὺ εἶχε ὡς ἀποτέλεσμα νὰ θεωρηθεῖ ἀπὸ πολλοὺς αἰρετικός. Συγκρούστηκε μὲ τὴ Ρωμαιοκαθολικὴ Ἐκκλησία καὶ αὐτὸ προβάλλεται συχνὰ ὡς παράδειγμα ἀντιπαραθέσεως τῆς ἐλευθερίας τῆς σκέψεως καὶ τῆς ἐπιστημονικῆς ἔρευνας πρὸς τὴν ἐξουσία καὶ συγκρούσεως μὲ αὐτή.

Ἀριστοτέλη⁶ ποὺ κυριαρχοῦσε ἐκεῖνη τὴν ἐποχὴ καὶ τὴν ὑποστήριζε καὶ ἡ Ρωμαιοκαθολικὴ Ἐκκλησία. Σύμφωνα μὲ αὐτὸν μία κίνηση εἶναι δυνατὸν νὰ πραγματοποιηθεῖ μόνο μὲ τὴν ὑπαρξὴ δυνάμεων καὶ ἐλλείπει αὐτῶν μοιραία θὰ παύσει. Μὲ τὰ λαμπρὰ πειράματά του, ὁ Γαλιλαῖος ἔδειξε ὅτι αἰτία τῆς [ἐπιβράδυνσης καὶ ἐν τέλει τῆς (πτμ)] στάσης τῶν κινουμένων σωμάτων εἶναι ἡ δύναμη τῆς τριβῆς καὶ ὅταν αὐτὴ ἀπουσιάζει ἓνα σῶμα ποὺ τίθεται σὲ κίνηση θὰ συνεχίσει νὰ κινεῖται ἐπ' ἄπειρον.

2.9 Καὶ ἡ ταχύτητα εἶναι σχετικὴ!

Ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῶν κινήσεων συνεπάγεται ὅτι τὸ νὰ μιλάει κανεὶς γιὰ τὴν εὐθύγραμμη καὶ ὁμαλὴ κίνηση ἑνὸς σώματος μὲ μιὰ συγκεκριμένη ταχύτητα χωρὶς νὰ ἀναφέρεται στὸ ἀδρανειακὸ σύστημα ὡς πρὸς τὸ ὁποῖο

6. **Ἀριστοτέλης** (384 π.Χ.-322 π.Χ.)· Ἕλληνας φιλόσοφος καὶ ἐπιστήμονας ποὺ γεννήθηκε στὰ Στάγειρα τῆς Χαλκιδικῆς. Σὲ ἡλικία 17 ἐτῶν εἰσέρχεται στὴν Ἀκαδημία τοῦ Πλάτωνος, στὴν Ἀθήνα, ὅπου παραμένει ἕως τὰ 37 του. Ἐκεῖ συνδέεται τόσο μὲ τὸν ἴδιο τὸν Πλάτωνα ὅσο καὶ μὲ τὸν Εὐδοξο, τὸν Ξενοκράτη καὶ ἄλλους στοχαστές. Τὰ ἔργα του ἀναφέρονται στὴ Φυσικὴ, στὴ Βιολογία, στὴ Ζωολογία, στὴ Μεταφυσικὴ, στὴ Λογικὴ, στὴν Ἠθικὴ, στὴν Ποίηση, στὸ Θέατρο, στὴ Μουσικὴ, στὴ Ρητορικὴ, στὴν Πολιτικὴ κ.ἄ. καὶ συνιστοῦν τὸ πρῶτο ὀλοκληρωμένο σύστημα στὴ δυτικὴ φιλοσοφία καὶ σκέψη.

μετροῦται ἢ ταχύτητα ἔχει τὸ ἴδιο νόημα ὅσο καὶ νὰ μιλάμε γιὰ τὸ γεωγραφικὸ μῆκος ἑνὸς τόπου χωρὶς νὰ ἔχουμε ἐκ τῶν προτέρων καθορίσει ἀπὸ ποιὸν μεσημβρινὸ τὸ μετροῦμε.

Ἡ ταχύτητα ὁμοίως ἀποδεικνύεται ὅτι εἶναι μία σχετικὴ ἔννοια. Ἄν προσδιορίσουμε τὴν ταχύτητα ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ὡς πρὸς διάφορα ἀδρανειακὰ συστήματα θὰ πάrouμε διαφορετικὰ ἀποτελέσματα, ἀλλὰ μαζί με αὐτὰ κάθε ἀλλαγὴ τῆς ταχύτητας, εἴτε λόγῳ ἐπιτάχυνσης, εἴτε λόγῳ ἐπιβράδυνσης εἴτε λόγῳ ἀλλαγῆς φορᾶς θὰ ἔχει ἀπόλυτη σημασία καὶ δὲν θὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ ποιὸ ἀδρανειακὸ σύστημα παρατηροῦμε τὴν κίνηση.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Ἡ τραγωδία τοῦ φωτός

3.1 Τὸ φῶς δὲν διαδίδεται στιγμιαία

Ἔχουμε βεβαιωθεί γιὰ τὴν ὑπαρξη τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης καὶ τὴν ὑπαρξη ἀπείρων «ἀδρανειακῶν» συστημάτων. Στὰ συστήματα αὐτὰ οἱ νόμοι τῆς κίνησης τῶν σωμάτων δὲν διαφέρουν στὸ ἓνα ἀπὸ τὸ ἄλλο. Καὶ ὅμως, ὑπάρχει ἓνα εἶδος κίνησης ποὺ ἀπὸ πρώτης ἀπόψεως ἀντιτίθεται στὴν πρὸ πάνω διατυπωμένη ἀρχή· εἶναι ἡ διάδοση τοῦ φωτός.

Τὸ φῶς δὲν διαδίδεται στιγμιαία, μολονότι ἔχει μεγάλη ταχύτητα, 300.000 Km/sec!

Μία τόσο κολοσσιαία ταχύτητα εἶναι δύσκολο νὰ τὴ διαανοηθεῖ κανεὶς ἀφοῦ στὴν καθημερινή μας ζωὴ ἔχουμε νὰ κανουμε μὲ ταχύτητες ἀπείρως μικρότερες. Γιὰ παράδειγμα, ἀκόμα καὶ ἡ ταχύτητα τοῦ σοβιετικοῦ διαστημικοῦ πυραύλου

φθάνει τὰ 12 Km/sec [43.200 Km/h (στμ)]⁷. Ἀπὸ ὄλα τὰ σώματα μὲ τὰ ὁποῖα ἀσχολούμαστε, πιὸ γρήγορα κινεῖται ἢ Γῆ στὴν περιφορά της γύρω ἀπὸ τὸν Ἥλιο, ἀλλὰ καὶ ἡ ταχύτητα τῆς Γῆς εἶναι μόνον 30 Km/sec [108.000 Km/h (στμ)].

3.2 Μποροῦμε νὰ ἀλλάξουμε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός;

Ἀπὸ μόνη της αὐτὴ ἡ τεράστια ταχύτητα διάδοσης τοῦ φωτός δὲν εἶναι κάτι ἰδιαίτερα ἐκπληκτικό. Αὐτὸ ποὺ καταπλήσσει εἶναι ὅτι ἡ ταχύτητα αὐτὴ διακρίνεται ἀπὸ τὴν ἰσχυρὴ σταθερότητά της.

7. Αὐτὴ εἶναι ἡ λεγόμενη ταχύτητα «διαφυγῆς», ἡ ταχύτητα ποὺ θὰ πρέπει νὰ ἔχει ἓνα σῶμα γιὰ νὰ διαφύγει ἀπὸ τὸ βαρυτικὸ πεδίο τῆς Γῆς. Τὴν ἐποχὴ ποὺ πρωτογράφηκε τὸ βιβλίο (1961) αὐτὴ ἦταν καὶ ἡ ὑψηλότερη ταχύτητα ποὺ εἶχε ἐπιτύχει ὁ ἄνθρωπος. Στις 12 Αὐγούστου 2018 ἐκτοξεύτηκε ἀπὸ τὴ NASA καὶ ἀπὸ τὸ ἀκρωτήριο Canaveral τὸ Parker Solar Probe (PSB), ἓνας ὑπολογιστῆς μεγέθους ἐνὸς μικροῦ αὐτοκινήτου καὶ βάρους γύρω στὰ 700 Kg, μὲ στόχο νὰ ἐξερευνήσει τὸν Ἥλιο ἀφοῦ προορίζεται νὰ περάσει σὲ ἀπόσταση περίπου 7.000.000 Km ἀπὸ αὐτὸν στις 19 Δεκεμβρίου 2024. Τὸ PSB βοθηούμενο ἀπὸ τὸ βαρυτικὸ πεδίο τοῦ ἡλίου θὰ ἀποκτήσει ταχύτητα γύρω στὰ 200 Km/sec (720.000 Km/h) καὶ θὰ γίνῃ ἡ ταχύτερη μηχανὴ ποὺ ἔχει κατασκευάσει ὁ ἄνθρωπος ξεπερνώντας τὴν ταχύτητα τῆς Γῆς, κατὰ τρεῖς φορές τὴν ταχύτητα τοῦ διαστημικοῦ οχήματος Helios-B ποὺ εἶχε ἐκτοξεύσει ἡ NASA τὸ 1976 καὶ κατὰ 17 φορές τὴν ταχύτητα τοῦ σοβιετικοῦ διαστημικοῦ πυραύλου ποὺ ἀναφέρει ἐδῶ ὁ Λαντάου.

Ἡ κίνηση ὁποιουδήποτε σώματος μπορεῖ νὰ ἐπιβραδυνθεῖ ἢ νὰ ἐπιταχυνθεῖ ἀπὸ ἐμᾶς. Ἀκόμη καὶ οἱ σφαῖρες τῶν ὄπλων. Ἄν βάλουμε στὸν δρόμο μιᾶς κινούμενης σφαίρας ἓνα τσουβάλι μὲ ἄμμο, τότε, ἀφοῦ θὰ ἔχει διαπεράσει τὸ τσουβάλι ἢ σφαῖρα θὰ ἔχει χάσει μέρος τῆς ταχύτητάς της καὶ θὰ κινεῖται πιὸ ἀργά.

Ἡ κατάσταση μὲ τὸ φῶς, ὅμως, εἶναι ἐντελῶς διαφορετική. Ἐνῶ ἡ ταχύτητα τῆς σφαίρας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κατασκευὴ τοῦ ὄπλου καὶ τὶς ιδιότητες ποὺ ἔχει ἡ πυρίτιδα, ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός εἶναι ἡ ἴδια μὲ ὅλες τὶς πηγές παραγωγῆς του.

Ἄς βάλουμε στὴν πορεία μιᾶς ἀκτίνας φωτός μία γυάλινη πλάκα. Ὅση ὥρα κινεῖται μέσα στὴν πλάκα ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός μειώνεται ἀφοῦ στὸ γυάλι ἡ ταχύτητά της εἶναι μικρότερη ἀπὸ αὐτὴ ποὺ εἶναι στὸ κενό. Ἐντούτοις, μόλις τὸ φῶς ἐξέλθει ἀπὸ τὴν πλάκα πάλι θὰ κινεῖται μὲ 300.000 Km/sec!

Ἡ διάδοση τοῦ φωτός στὸ κενό, σὲ ἀντίθεση μὲ ὅλες τὶς ἄλλες κινήσεις, ἔχει αὐτὴ τὴ σημαντικότερη ιδιότητα, ὅτι δηλαδή, **ποτὲ δὲν ἐπιβραδύνεται ἢ δὲν ἐπιταχύνεται.** Ὅποιοσδήποτε ἀλλαγές κι ἂν ὑφίσταται μία ἀκτίνα φωτός στὴν ὕλη μόλις ἐπιστρέψει στὸ κενὸ διαδίδεται μὲ τὴν προηγούμενη ταχύτητα.

3.3 Τὸ φῶς καὶ ὁ ἦχος

Ἦπ' αὐτὴ τὴν ἔννοια ἢ διάδοση τοῦ φωτός δὲν εἶναι παρόμοια μὲ τὴν κίνηση συνηθισμένων σωμάτων. Μπορεῖ νὰ παρομοιαστεῖ μόνο μὲ τὴ διάδοση τοῦ ἤχου. Ὁ ἦχος εἶναι κινούμενες ταλαντώσεις τοῦ μέσου στὸ ὁποῖο διαδίδεται. Γι' αὐτὸ καὶ ἡ ταχύτητά του ὀρίζεται ἀπὸ τὶς ιδιότητες τοῦ μέσου ἀλλὰ ὄχι ἀπὸ τὶς ιδιότητες τῆς πηγῆς τοῦ ἤχου. Ἡ ταχύτητα τοῦ ἤχου, παρόμοια μὲ ἐκείνη τοῦ φωτός, δὲν μπορεῖ οὔτε νὰ μειωθεῖ οὔτε νὰ ἀυξηθεῖ ἀκόμα κι ἂν ὁ ἦχος περάσει μέσα ἀπὸ κάποιο σῶμα.

Ἄν, γιὰ παράδειγμα, τοποθετήσουμε στὴν πορεία του ἓνα μεταλλικὸ διάφραγμα τότε ἔχοντας ἀλλάξει τὴν ταχύτητά του μέσα στὸ διάφραγμα, ὁ ἦχος, μόλις ἐπιστρέψει στὸ ἀρχικὸ μέσο διάδοσης, θὰ ἀποκτήσει τὴν ταχύτητα ποὺ εἶχε πρὶν.

Τοποθετοῦμε μέσα σὲ ἀεροαντλία ἓναν ἠλεκτρικὸ λαμπτήρα καὶ ἓνα ἠλεκτρικὸ κουδούνι καὶ στὴ συνέχεια ἀρχίζουμε νὰ ἀντλοῦμε τὸν ἀέρα. Ὁ ἦχος ἀπὸ τὸ κουδούνι θὰ ἐξασθενεῖ ἕως ὅτου δὲν θὰ ἀκούγεται καθόλου· ἡ λάμπα ὅμως θὰ συνεχίσει νὰ φωτίζει ὅπως καὶ πρὶν τὴν ἀντληση.

Τὸ πείραμα αὐτὸ δείχνει καθαρὰ ὅτι ὁ ἦχος διαδίδεται μόνο σὲ ὑλικὸ περιβάλλον ἀλλὰ τὸ φῶς μπορεῖ νὰ διαδίδεται καὶ στὸ κενό. Ἐδῶ ἀκριβῶς βρίσκεται ἡ οὐσιαστικὴ διαφορὰ μεταξύ τους.

3.4 Η αρχή της σχετικότητας της κινήσεως μοιάζει να παραπαίει

Ἡ κολοσσιαία ἀλλὰ ὅμως ὄχι ἄπειρη ταχύτητα τοῦ φωτός στὸ κενὸ ἔχει ὀδηγήσει σὲ σύγκρουση μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης.

Ἄς φανταστοῦμε ἓνα τραῖνο μὲ τὴν τεράστια ταχύτητα τῶν 240.000 Km/sec καὶ ἄς ὑποθέσουμε ὅτι βρισκόμαστε στὴν κεφαλὴ του ἐνῶ στὴν οὐρὰ του ἀνάβει ἓνας λαμπτήρας. Ποιὸ μπορεῖ νὰ εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μέτρησης τοῦ χρόνου ποὺ χρειάζεται τὸ φῶς γιὰ νὰ ταξιδέψει ἀπὸ τὴ μία στὴν ἄλλη ἄκρη τοῦ τραίνου;

Αὐτὸς ὁ χρόνος φαίνεται διαφορετικὸς ἀπὸ ἐκεῖνον ποὺ μετράμε σὲ ἓνα ἀδρανειακὸ τραῖνο. Στὴν πραγματικότητα σὲ σχέση μὲ τὸ τραῖνο ποὺ κινεῖται μὲ 240.000 Km/sec τὸ φῶς θὰ ἔπρεπε νὰ ἔχει ταχύτητα (κατὰ τὴ φορά τοῦ τραίνου) μόνο $300.000 - 240.000 = 60.000$ Km/sec. Τὸ φῶς μοιάζει νὰ κυνηγᾷ τὸ μπροστινὸ βαγόνι ποὺ ἀπομακρύνεται ἀπὸ αὐτό. Ἄν τοποθετήσουμε τὸν λαμπτήρα στὴν κεφαλὴ τοῦ τραίνου καὶ μετρήσουμε τὸν χρόνο ποὺ κάνει τὸ φῶς γιὰ νὰ πάει μέχρι τὸ τελευταῖο βαγόνι, τότε, στὴν ἀντίθετη φορά ἀπὸ ἐκεῖνη ποὺ ἔχει τὸ τραῖνο, ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός θὰ πρέπει νὰ εἶναι $300.000 + 240.000 = 540.000$ Km/sec. Τὸ φῶς πάει νὰ συναντήσῃ τὸ τελευταῖο βαγόνι.

Έτσι, εξάγεται τὸ συμπέρασμα ὅτι στὸ κινούμενο τραῖνο θὰ ἔπρεπε τὸ φῶς νὰ διαδίδεται σὲ διάφορες κατευθύνσεις μὲ διαφορετικὴ ταχύτητα, ἐνῶ σὲ ἀκίνητο τραῖνο ἡ ταχύτητα αὐτὴ εἶναι ἴδια καὶ στὶς δύο κατευθύνσεις.

Ἐντελῶς διαφορετικὰ εἶναι τὰ πράγματα μὲ μία σφαῖρα ὄπλου. Εἴτε πυροβολήσουμε κατὰ τὴ φορά κίνησης τοῦ τραίνου εἴτε ἀντίθετα ἡ ταχύτητα τῆς σφαίρας θὰ εἶναι πάντα ἡ ἴδια καὶ ἴση μὲ τὴν ταχύτητα τῆς σὲ ἓνα ἀκίνητο τραῖνο.

Στὴν πραγματικότητα ἡ ταχύτητα τῆς σφαίρας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὁποία κινεῖται τὸ ὄπλο⁸. Ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός, ὅπως



3.1 Ἀπόλυτη κατάσταση ἡρεμίας.

8. Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι ἡ σφαῖρα κινεῖται μὲ 2.000 Km/h = 0,56 Km/sec. Ὅμως, πρὶν πατηθεῖ ἡ σκανδάλη τοῦ ὄπλου ἡ σφαῖρα κινεῖται ἤδη μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ τραίνου, δηλ. 240.000 Km/sec. Ἄρα, μόλις πατηθεῖ ἡ σκανδάλη ἡ σφαῖρα βγαίνει ἀπὸ τὸ ὄπλο μὲ ταχύτητα ὡς πρὸς ἓναν ἀκίνητο παρατηρητὴ πού κάθεται στὴν πλατφόρμα $240.000 + 0,56 = 240.000,56$ Km/sec, ἂν κινεῖται πρὸς τὴν φορά τοῦ τραίνου καὶ $240.000 - 0,56 = 239.999,44$ Km/sec, ἂν κινεῖται ἀντίθετα ἀπὸ τὴν φορά τοῦ τραίνου. Ὡς πρὸς τὸ τραῖνο ἡ ταχύτητα τῆς σφαίρας θὰ εἶναι ἀντίστοιχα $240.000,56 - 240.000 = 0,56$ Km/sec καὶ $-240.000 + 239.999,44 = -0,56$ Km/sec (τὸ μείον [-] δηλώνει τὴν φορά πρὸς τὰ πίσω). Μὲ ἄλλα λόγια, ἡ ταχύτητά της εἶναι ἡ ἴδια καὶ πρὸς τὶς δύο κατευθύνσεις.

εΐπαμε, δὲν μεταβάλλεται μὲ τὴ μεταβολὴ τῆς ταχύτητας τοῦ λαμπτήρα ποὺ κινεῖται.

Ἡ συλλογιστικὴ μας μοιάζει σὰν νὰ ὀδηγεῖ ξεκάθαρα στὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ διάδοση τοῦ φωτὸς βρίσκειται σὲ ὀξεία ἀντίθεση μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῆς ταχύτητας.

Ἐνῶ ἡ σφαῖρα καὶ στὸ ἀδρανειακὸ καὶ στὸ κινούμενο τραῖνο ταξιδεύει σὲ σχέση μὲ τὰ βιγόνια μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα, τὸ φῶς σὲ τραῖνο ποὺ κινεῖται μὲ 240.000 Km/sec, ὅπως φάνηκε, πρὸς τὴ μία κατεύθυνση ταξιδεύει πέντε φορές πιὸ ἀργὰ καὶ στὴν ἄλλη 1,8 φορές πιὸ γρήγορα ἀπὸ ὅ,τι στὸ ἀδρανειακὸ τραῖνο.

Ἡ μελέτῃ τῆς διάδοσης τοῦ φωτὸς θὰ ἔπρεπε, κατὰ τὰ φαινόμενα, νὰ δώσει τὴ δυνατότητα νὰ διαμορφωθεῖ ἡ ἀπόλυτῃ ταχύτητα κίνησης τοῦ τραίνου [κάτι ποὺ ἡ παραπάνω ἐπιχειρηματολογία δὲν ἔδειξε (στμ)]. Ὅμως ἀρχίζει νὰ διαφαίνεται κάποια ἐλπίδα ἂν συλλογιστοῦμε ὡς ἐξῆς: εἶναι ἀπαγορευτικὸ νὰ χρησιμοποιήσουμε τὸ φαινόμενο τῆς διάδοσης τοῦ φωτὸς γιὰ νὰ ὀρίσουμε τὴν ἔννοια τῆς ἀπόλυτης κατάστασης ἡρεμίας;

Τὸ σύστημα στὸ ὁποῖο τὸ φῶς διαδίδεται πρὸς ὅλες τὶς κατευθύνσεις μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα τῶν 300.000 Km/sec θὰ μπορέσουμε νὰ τὸ ὀνομάσουμε ἀπόλυτο σύστημα ἡρεμίας (σκίτσο 3.1). Σὲ κάθε ἄλλο σύστημα ποὺ κινεῖται ὡς πρὸς αὐτὸ εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλά, ἡ ταχύτητα τοῦ φωτὸς

θὰ πρέπει νὰ εἶναι διαφορετικὴ σὲ διαφορετικὲς κατευθύνσεις. Σὲ μιὰ τέτοια περίπτωση δὲν ὑφίσταται οὔτε ἡ σχετικότητα τῆς κίνησης, οὔτε ἡ σχετικότητα τῆς ταχύτητας οὔτε καὶ ἡ σχετικότητα τῆς ἡρεμίας ὅπως τὴν ὀρίσαμε πιὸ πάνω.

3.5 «Ὁ παγκόσμιος αἰθέρας»

Πῶς γίνεται κατανοητὴ μιὰ τέτοια κατάσταση; Στὴν ἐποχὴ ποὺ διατυπώθηκε ἡ θεωρία γιὰ τὴν ὑπαρξή του, χρησιμοποιώντας τὴν ἀναλογία μεταξὺ τῆς διάδοσης φωτὸς καὶ τοῦ ἤχου, οἱ φυσικοὶ εἰσήγαγαν τὴν ἔννοια ἐνὸς εἰδικοῦ μέσου ποὺ τὸ ὄνομασαν «αἰθέρα», στὸ ὁποῖο τὸ φῶς διαδίδεται ὅπως ὁ ἤχος στὸν ἀέρα. Πρὸς τοῦτο, ὑπέθεταν πῶς ὅλα τὰ σώματα ὅταν κινοῦνται μέσω τοῦ αἰθέρα δὲν τὸν παρασύρουν μαζί τους, ὅπως ἓνα κλουβί, μὲ πολὺ λεπτὰ κάγκελα, δὲν παρασύρει τὸ νερὸ ὅταν κινεῖται μέσα σὲ αὐτό.

Ἄν τὸ τραῖνο τοῦ παραδείγματός μας εἶναι ἀκίνητο σὲ σχέση μὲ τὸν αἰθέρα τότε τὸ φῶς θὰ διαδίδεται πρὸς ὅλες τὶς κατευθύνσεις μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα. Ἡ κίνηση τοῦ τραίνου σὲ σχέση μὲ τὸν αἰθέρα τώρα ἀποδεικνύεται ἀπὸ τὸ ὅτι ἡ ταχύτητα διάδοσης τοῦ φωτὸς ἐμφανίζεται διαφορετικὴ σὲ διαφορετικὲς κατευθύνσεις.

Ὅμως, ἡ παραδοχὴ τοῦ αἰθέρα ὡς μέσου, τὶς ταλαντώσεις τοῦ ὁποῖου παρατηροῦμε μὲ

τῆ μορφῇ τοῦ φωτός, ὁδηγεῖ σὲ μιὰ σειρὰ ἀπὸ ἐρωτήματα ποὺ εἶναι δύσκολο νὰ ἀπαντηθοῦν. Κατὰ πρῶτον, εἶναι καταφανές ὅτι ἡ ἴδια ἡ ὑπόθεση ἔχει χαρακτῆρα τεχνητό. Στὴν πραγματικότητα τὶς ιδιότητες τοῦ ἀέρα μποροῦμε νὰ τὶς μελετήσουμε ὄχι μόνο ἀπὸ τὴν παρακολούθηση τῆς διάδοσης τοῦ φωτός μέσῳ αὐτοῦ ἀλλὰ καὶ ἀκολουθώντας διάφορες φυσικὲς καὶ χημικὲς μεθόδους γιὰ τὴν ἐξερεύνησή του. Ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριὰ ὅμως, ὁ αἰθέρας, γιὰ κάποιον αἰνιγματικὸ λόγο, δὲν συμμετέχει στὴν πλειονότητα τῶν φαινομένων. Ἡ πυκνότητα καὶ ἡ πίεση τοῦ ἀέρα μετρῶνται καὶ μὲ τὶς πιὸ ἀπλὲς μεθόδους⁹. Ὅλες οἱ προσπάθειες γιὰ νὰ μάθουμε κάτι γιὰ τὴν πυκνότητα καὶ τὴν πίεση τοῦ αἰθέρα δὲν ὁδήγησαν πουθενά.

Δημιουργήθηκε λοιπὸν μιὰ ἀρκετὰ κωμικὴ κατάσταση.

Φυσικά, κάθε φυσικὸ φαινόμενο μπορεῖ νὰ «ἐξηγηθεῖ» μὲ τὴν παραδοχὴ κάποιου εἰδικοῦ ὑγροῦ μὲ τὶς κατάλληλες ιδιότητες. Ἀλλὰ μιὰ πραγματικὴ θεωρία γιὰ ἓνα φαινόμενο διαφέρει ἀπὸ τὴν ἀπλὴ ἐπιστημολογικὴ παράθεση γνωστῶν δεδομένων ἀκριβῶς στὸ ὅτι ἀπὸ αὐτὴ (τὴ θεωρία) κατανοοῦνται πολλὰ περισσότερα ἀπὸ

9. Γιὰ παράδειγμα, στὴ Β΄ Γυμνασίου τὰ παιδιά μαθαίνουν νὰ μετρᾶνε τὴν πυκνότητα καὶ τὴν πίεση τοῦ ἀέρα κατὰ τὴ διάρκεια τῶν ἐργαστηριακῶν τους ἀσκήσεων.

ὅ,τι δίνουν τὰ δεδομένα ἐπάνω στὰ ὅποια αὐτὴ θεμελιώνεται. Ἐπὶ παραδείγματι, ἡ ἔννοια τοῦ ἀτόμου διαδόθηκε εὐρέως στὴν ἐπιστημονικὴ κοινότητα ὡς ἀπάντηση σὲ ἐρωτήματα ποὺ εἶχε θέσει ἡ Χημεία, ἐντούτοις, μὲ τὴν εἰσαγωγὴ τοῦ ἀτόμου δόθηκε ἡ δυνατότητα νὰ ἐξηγηθεῖ καὶ νὰ προβλεφθεῖ ἕνας μεγάλος ἀριθμὸς φαινομένων ποὺ δὲν εἶχαν καμία σχέση μὲ τὴ Χημεία.

Ἡ εἰσαγωγὴ τοῦ αἰθέρα δικαιωματικὰ μᾶς ὀδηγεῖ στὸ νὰ παρομοιάσουμε τὶς ἐξηγήσεις ποὺ δίνει ἡ ὑπαρξή του μὲ ἐκείνες ποὺ θὰ ἔδινε ἕνας ἄνθρωπος τῶν σπηλαίων γιὰ τὴ λειτουργία τοῦ μαγνητοφώνου¹⁰, ὑποθέτοντας ὅτι στὸ αἰνιγματικὸ κουτὶ εἶναι κλεισμένος ἕνας «δαίμονας» τοῦ μαγνητοφώνου.

Βέβαια, παρόμοιες «ἐξηγήσεις» τελικὰ δὲν ἐξηγοῦν τίποτα.

Ἡ κοινότητα τῶν Φυσικῶν εἶχε μία τέτοια δυσάρεστη ἐμπειρία μέχρι τὴν ἐμφάνιση τοῦ αἰθέρα· στὸν καιρὸ τους «ἐξηγοῦσαν» τὸ φαινόμενο τῆς

10. Γιὰ τοὺς ἀναγνώστες ποὺ ἔχουν γεννηθεῖ ἀπὸ τὴ δεκαετία του 1990 καὶ ἀργότερα πρέπει νὰ ἀναφερθεῖ ὅτι «μαγνητόφωνο» ὀνομαζόταν μία συσκευὴ ποὺ ἠχογραφοῦσε τὴν ἀνθρώπινη φωνὴ καὶ γενικὰ ἤχους, ἦταν πολὺ διαδεδομένη καὶ εὐκόλη στὴ χρῆση της. Ἐπίσης, εἶχε τὴ δυνατότητα ἀναπαραγωγῆς τοῦ ἤχου συνήθως μὲ τὴ χρῆση κασέττας. Κάποια μοντέλα ἦταν φορητὰ καί, συνήθως, ἀποτελοῦσαν τὴ μοναδικὴ πηγὴ μουσικῆς διασκέδασης γιὰ παρέες νέων σὲ ἐκδρομές.

καύσης μέσω των ιδιοτήτων ενός ειδικού υγρού, του φλογιστού¹¹, και τα φαινόμενα της θερμότητας με τη βοήθεια των ιδιοτήτων ενός άλλου υγρού, του θερμικού υγρού¹². Το θέμα είναι ότι η ύπαρξη και των δύο παραπάνω υγρών, όπως και του αιθέρα, διακρινόταν από την απόλυτη αδυναμία έντοπισμού τους.

11. Ός **φλογιστό** αναφέρεται μία ανύπαρκτη ουσία, στη βάση μιας θεωρίας που αναπτύχθηκε από επιστήμονες τον 17ο αιώνα. Η θεωρία του φλογιστού διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον χημικό **Georg Ernst Stahl** (1659-1734) ο οποίος διαμόρφωσε μία γενική θεωρία ή οποία εξήγησε τα φαινόμενα της καύσης και της οξειδωσης χρησιμοποιώντας την έννοια του φλογιστού. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, όλα τα υλικά που μπορούν να καούν έμπεριέχουν μία ποσότητα από φλογιστό. Όταν ένα σώμα καίγεται χάνει την ποσότητα του φλογιστού που περιέχει, ή οποία περνάει στον αέρα. Αντίστοιχα τα άκαυστα υλικά είναι αυτά που δεν περιέχουν φλογιστό. (https://en.wikipedia.org/wiki/Phlogiston_theory)

12. Η θεωρία του **θερμικού ρευστού**, αναπτύχθηκε τον 18ο αιώνα έχοντας ως αντικείμενο την έρμηνεία των φαινομένων της θερμότητας και της καύσης, ανάλογα με τις επικρατούσες τότε γνώσεις. Η θεωρία αυτή υπήρξε ιδιαίτερα δημοφιλής και συνέχισε να ισχύει αναλλοίωτη μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα ή ακόμα και μέχρι τις αρχές του 20ού. Βασιζόταν στην υπόθεση της ύπαρξης ενός φανταστικού άβαροϋς ρευστού που έλαβε το όνομα «θερμικό ρευστό», το οποίο αντιπροσώπευε την εποχή εκείνη τη θερμότητα και, σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, έρρεε στα σώματα και στο περιβάλλον από θερμότερο σε ψυχρότερο φορέα. (https://en.wikipedia.org/wiki/Caloric_theory)

3.6 Έγείρεται μία δύσκολη κατάσταση

Όμως τὸ πιὸ σημαντικό εἶναι ὅτι ἡ παραβίαση τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης ἀπὸ τὸ φῶς ἀναπόφευκτα θὰ ἔπρεπε νὰ ὀδηγήσει στὴν παραβίαση τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης καὶ ἀπὸ ὅλα τὰ ἄλλα σώματα.

Ἄφοῦ κάθε μέσο ἀντιστέκεται στὴν κίνηση τῶν σωμάτων, τότε ἡ μετακίνησή τους στὸν αἰθέρα θὰ ἔπρεπε νὰ εἶναι συνυφασμένη μὲ τὴν τριβή. Τὰ κινούμενα σώματα θὰ ἔπρεπε νὰ ἐπιβραδύνονται ἀδιάκοπα καὶ στὸ τέλος νὰ καταλήγουν στὴν κατάσταση τῆς ἠρεμίας, δηλαδή νὰ σταματοῦν. Σὲ ἀντίθεση μὲ αὐτὴ τὴ θεωρία ἔρχεται τὸ παράδειγμα τῆς Γῆς, ἡ ὁποία (σύμφωνα μὲ τὰ γεωλογικὰ δεδομένα ποὺ γνωρίζουμε) περιστρέφεται ἐδῶ καὶ δισεκατομμύρια χρόνια γύρω ἀπὸ τὸν Ἥλιο καὶ παρ' ὅλ' αὐτὰ δὲν ἔχει παρατηρηθεῖ κανένα σημάδι μείωσης τῆς ταχύτητάς της λόγω τριβῆς.

Ἔτσι, ἔχοντας προσπαθήσει νὰ ἐξηγήσουμε τὴν παράξενη συμπεριφορὰ τοῦ φωτὸς στὸ κινούμενο τραῖνο μὲ τὴν παρουσία τοῦ αἰθέρα ἔχουμε φθάσει σὲ ἀδιέξοδο καὶ συμπεραίνουμε ὅτι ἡ εἰσαγωγή τῆς ἔννοιας τοῦ αἰθέρα δὲν δίνει τέλος στὴν ἀντίφαση μεταξὺ τῆς παραβίασης τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας ἀπὸ τὸ φῶς καὶ τὴν τήρησή της ἀπὸ ὅλες τὶς ἄλλες κινήσεις.

3.7 Τὸ πείραμα θὰ πρέπει νὰ ἀποφασίσει

Πῶς θὰ ἀντιμετωπίσουμε αὐτὲς τὶς ἀντιφάσεις; Πρὶν περιγράψουμε τὶς διάφορες προσεγγίσεις ποὺ προτάθηκαν θὰ στρέψουμε τὴν προσοχή μας στὴν ἐξῆς περίπτωση: Ἡ ἀντίφαση μεταξύ τῆς διάδοσης τοῦ φωτός καὶ τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας τῶν κινήσεων προέκυψε ἀποκλειστικὰ καὶ μόνο μετὰ ἀπὸ νοητικὲς προσεγγίσεις τοῦ θέματος.

Ὁφείλουμε νὰ παραδεχθοῦμε ὅτι οἱ νοητικὲς μας προσεγγίσεις ἦταν πολὺ πειστικὲς. Ὅμως, ὅταν περιοριζόμαστε σὲ μερικὲς νοητικὲς ἀσκήσεις μοιάζουμε μὲ κάποιους ἀρχαίους φιλοσόφους ποὺ προσπαθοῦσαν νὰ καταλήξουν στοὺς νόμους τῆς Φύσης βγάζοντάς τους ἀπὸ τὸ κεφάλι τους. Ἔτσι ὅμως ἐμφανίζεται ὁ κίνδυνος ὁ κόσμος ποὺ «κατασκευάζεται» μὲ ὅλες αὐτὲς τὶς ιδιότητες ἐλάχιστα νὰ μοιάζει στὸν πραγματικό.

Ὁ ἀνώτατος κριτὴς γιὰ κάθε φυσικὴ θεωρία εἶναι τὸ πείραμα. Γιὰ τὸν λόγο αὐτό, μὴ περιοριζόμενοι σὲ νοητικὲς ἀσκήσεις γιὰ τὸ πῶς πρέπει νὰ διαδίδεται τὸ φῶς στὸ κινούμενο τραῖνο πρέπει νὰ καταφύγουμε στὸ πείραμα, τὸ ὁποῖο θὰ δείξει τὸν τρόπο μὲ τὸν ὁποῖο διαδίδεται στὴν πραγματικότητα κάτω ἀπὸ αὐτὲς τὶς συνθήκες.

Ἡ προετοιμασία γιὰ ἓνα τέτοιο πείραμα διευκολύνεται ἀπὸ τὸ ὅτι ἐμεῖς οἱ ἴδιοι ζοῦμε ἐπάνω σὲ ἓναν τέτοιο πλανήτη. Ὁ πλανήτη μας, βέβαια,

περιστρεφόμενος γύρω από τον Ήλιο σε καμία περίπτωση δεν εκτελεί ευθύγραμμη κίνηση και για τοῦτο δεν μπορεί να θεωρηθεῖ ὅτι βρίσκεται σε κατάσταση ἡρεμίας σε σχέση με ὁποιοδήποτε ἀδρανειακὸ σύστημα. Ἀλλὰ ἀκόμα και ἂν πάρου-
 με ὡς βάση ἓνα τέτοιο σύστημα ὡς πρὸς τὸ ὁποῖο ἡ Γῆ ἡρεμεῖ τὸν Ἰανουάριο, παραδείγματος χάρη, τότε ἀφοῦ ἡ κατεύθυνση τῆς κίνησης τῆς Γῆς γύρω ἀπὸ τὸν Ήλιο ἀλλάζει, τὸν Ἰούλιο εἶναι σίγουρο ὅτι θὰ βρίσκεται σε κίνηση. Ἔτσι, μελετώντας τὴ διάδοση τοῦ φωτὸς στὴ Γῆ στὴν πραγματικότητα μελετᾶμε τὴ διάδοση τοῦ φωτὸς σε κινούμενο σύστημα ἀναφορᾶς, πὸν ἐκτὸς τῶν ἄλλων, ἔχει ὡς δεδομένο τὴ σταθερὴ ταχύτητα τῶν 30 Km/sec. (Ἡ περιστροφή τῆς πλανήτη μας γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονά του εἶναι τῆς τάξεως τοῦ μισοῦ χιλιομέτρου τὸ δευτερόλεπτο και μπορεί να ἀγνοηθεῖ.)

Ὅμως, κατοχυρωνόμεσθε να παρομοιάσου-
 με τὴ γήινη σφαῖρα με τὸ κινούμενο τραῖνο με τὸ ὁποῖο ξεκινήσαμε ὅλη αὐτὴ τὴ συλλογιστικὴ και ἡ ὁποία μᾶς ὁδήγησε σε ἀδιέξοδο ἀφοῦ τὸ τραῖνο κινεῖται ευθύγραμμα και ὁμαλὰ ἐνῶ ἡ Γῆ κυκλικά; Ἡ ἀπάντηση εἶναι καταφατικὴ και, μάλιστα, εἴμασθε ἀπολύτως κατοχυρωμένοι ἂν σκεφτοῦμε ὅτι μέσα στὸ ἀπειροελάχιστο κλάσμα τοῦ δευτερολέπτου πὸν τὸ φῶς χρειάζεται για να κινήθει ἀνάμεσα στὰ ἐργαστηριακά μας ὄργανα μέτρησης ἡ Γῆ κινεῖται ευθύγραμμα και ὁμαλὰ.

Τὸ ἐπιτρεπτό σφάλμα εἶναι τόσο ἀσήμαντο ποῦ δὲν μπορεῖ κἄν νὰ καταγραφεῖ.

Ἔτσι, ἀφοῦ συγκρίναμε τὸ τραῖνο μὲ τὴ Γῆ θὰ ἦταν φυσικὸ ἀναμενόμενο τὸ φῶς νὰ συμπεριφέρεται τόσο παράξενα ἐπάνω στὴ Γῆ ὅσο καὶ στὸ τραῖνο, δηλαδή, σὲ διαφορετικὲς κατευθύνσεις νὰ διαδίδεται μὲ διαφορετικὲς ταχύτητες.

3.8 Ἡ ἀρχὴ τῆς σχετικότητας θριαμβεύει

Ἐνα τέτοιο πείραμα ἐκτέλεσε τὸ 1881 ἓνας ἀπὸ τοὺς μεγαλύτερους πειραματικὸς ἐπιστήμονες τοῦ 19ου αἰῶνα, ὁ **Michelson**¹³, ὁ ὁποῖος μὲ πολὺ μεγάλη ἀκρίβεια μέτρησε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός σὲ διάφορες κατευθύνσεις σὲ σχέση μὲ τὴ Γῆ.¹⁴ Γιὰ νὰ καταγράψει τὴν ἀναμενόμενη διαφορὰ στὴν ταχύτητα ὁ Michelson ἔπρεπε νὰ χρησιμοποιήσῃ μιὰ πολὺ λεπτὴ πειραματικὴ τεχνικὴ καὶ γιὰ νὰ τὸ πετύχει ἔδειξε τὴν ἐφευρε-

13. **Albert Abraham Michelson** (1852-1931)· σπουδαῖος ἀμερικανὸς φυσικὸς, διάσημος γιὰ τὴ μέτρηση τῆς ταχύτητας τοῦ φωτός μὲ τὸ πείραμα ποῦ ἀναφέρεται ἐδῶ, γνωστὸ καὶ ὡς πείραμα τῶν Michelson–Morley ποῦ πραγματοποιήθηκε μεταξὺ Ἀπριλίου καὶ Ἰουλίου τοῦ 1881 ἀπὸ τὸν Michelson καὶ τὸν **Edward Williams Morley** (1838-1923) στὸ πανεπιστήμιο Case Western Reserve τοῦ Cleveland τῆς πολιτείας Ohio τῶν ΗΠΑ. (https://en.wikipedia.org/wiki/Albert_A._Michelson)

14. Τὸ πείραμα αὐτὸ παρουσιάζεται στὸ Δ' Παράρτημα (σελ. 205-210).

τικότητά του. Ἡ ἀκρίβεια τοῦ πειράματος ἦταν τόσο μεγάλη πὸν θὰ μπορούσε νὰ καταγραφεῖ καὶ ἡ πιὸ μικρὴ διαφορὰ στὴν ταχύτητα σὲ σχέση μὲ τὴν ἀναμενόμενη.

Τὸ πείραμα τοῦ Michelson, ἔχοντας ἐπαναληφθεῖ πολλὲς φορὲς ἀπὸ τότε ὑπὸ διαφορετικὲς συνθῆκες, ὀδήγησε σὲ τελείως μὴ ἀναμενόμενα ἀποτελέσματα. Ἡ διάδοση τοῦ φωτὸς στὸ κινούμενο σύστημα ἀναφορᾶς στὴν πραγματικότητα εἶναι ἐντελῶς διαφορετικὴ ἀπὸ ἐκείνη στὴν ὁποία κατέληξε ἡ νοητικὴ ἐπιχειρηματολογία μας. Πιὸ συγκεκριμένα, ὁ Michelson ἀνακάλυψε ὅτι στὴν κινούμενη Γῆ τὸ φῶς διαδίδεται σὲ ὅλες τὶς κατευθύνσεις μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα. Μὲ ἄλλα λόγια, ἡ διάδοση τοῦ φωτὸς παρομοιάζει μὲ ἐκείνη τῆς σφαίρας τοῦ ὄπλου, ἡ ὁποία, ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὴν κίνηση τοῦ συστήματος ἀναφορᾶς, ταξιδεύει μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα σὲ σχέση μὲ τὸ τραῖνο πρὸς ὅλες τὶς κατευθύνσεις.

Συνεπῶς, τὸ πείραμα πὸν πραγματοποιοῖσε ὁ Michelson ἔδειξε ὅτι ἡ διάδοση τοῦ φωτὸς βρίσκεται σὲ ἀντίθεση μὲ τὰ δικά μας νοητικὰ συμπεράσματα καὶ ὄχι μόνον δὲν παραβιάζει τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης ἀλλὰ ἀντιθέτως, βρίσκεται σὲ ἀπόλυτη συμφωνία μαζί της. Μὲ ἄλλα λόγια, ἡ ὅλη ἐπιχειρηματολογία πὸν ἀναπτύξαμε στὶς προηγούμενες σελίδες ἀποδείχθηκε ἐσφαλμένη.

3.9 Από τη Σκύλλα στη Χάρυβδη!

Έτσι τώρα το πείραμα μᾶς ἀπελευθέρωσε ἀπὸ τὴ δυσκολία τῆς ἀντίφασης μεταξὺ τῶν νόμων διάδοσης τοῦ φωτός καὶ τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας τῶν κινήσεων. Ἡ ἀντίφαση ἦταν μόνο φαινομενικὴ καὶ προῆλθε ἀπὸ τὴν ἐσφαλμένη συλλογιστικὴ μας. Ὅμως, πῶς καταλήξαμε σὲ αὐτὸ τὸ σφάλμα;

Σχεδὸν γιὰ ἓνα τέταρτο τοῦ αἰῶνα, ἀπὸ τὸ 1881 ἕως τὸ 1905, οἱ φυσικοὶ ὅλου τοῦ κόσμου ἔσπαγαν τὸ κεφάλι τους μὲ αὐτὸ τὸ ἐρώτημα ἀλλὰ ὅλες οἱ προτεινόμενες ἐξηγήσεις ἀναπόφευκτα ὀδηγοῦσαν συνεχῶς σὲ νέες ἀντιφάσεις μεταξὺ τῆς θεωρίας καὶ τοῦ πειράματος.

Ἐὰν ἡ πηγὴ τοῦ ἤχου καὶ ὁ παρατηρητὴς μετακινοῦνται στὸ κινούμενο κλουβὶ μὲ τὰ λεπτὰ κάγκελα, τότε αὐτὸς ὁ παρατηρητὴς αἰσθάνεται τὸν δυνατὸ ἄνεμο. Ἄν μετρᾶται ἡ ταχύτητα τοῦ ἤχου ὡς πρὸς τὸ κλουβὶ πρὸς τὴν κατεύθυνση τῆς κίνησης, αὐτὴ θὰ εἶναι μικρότερη σὲ σύγκριση μὲ τὴν ἀντίθετη κατεύθυνση. Ὅμως, ἂν τοποθετήσουμε τὴν πηγὴ τοῦ ἤχου σὲ κινούμενο βαγόνι τραίνου μὲ κλειστὲς τὶς πόρτες καὶ τὰ παράθυρα καὶ μετρήσουμε τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου, τότε ἀφοῦ ὁ ἀέρας συμπαράσύρεται μὲ τὸ βαγόνι, ἡ ταχύτητα τοῦ ἤχου προσδιορίζεται ἴδια πρὸς ὅλες τὶς κατευθύνσεις.

Ἄντικαθιστώντας τὸν ἦχο μὲ τὸ φῶς θὰ μπορούσαμε νὰ ἐξηγήσουμε τὰ ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος τοῦ Michelson ἂν κάναμε τὴν ἐξῆς παραδοχὴ: Στὴν κίνησή της στὸ διάστημα ἢ Γῆ δὲν ἀφήνει τὸν αἰθέρα ἀνεπηρέαστο καὶ ἀκίνητο καθὼς κινεῖται μέσα του ὅπως τὸ κλουβὶ μὲ τὰ λεπτὰ κάγκελα. Ἀντιθέτως, ἂν ὑποθέσουμε ὅτι αὐτὴ συμπαράσφύρει τὸν αἰθέρα δημιουργώντας μὲσω τῆς κίνησής της μαζί του ἓνα σύνολο τότε τὰ ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος τοῦ Michelson κατανοοῦνται πλήρως.

Ὅμως αὐτὴ ἡ παραδοχὴ βρίσκεται σὲ ὀξεία ἀντίθεση μὲ τὸν μεγαλύτερο ἀριθμὸ ἄλλων πειραμάτων, ὅπως παραδείγματος χάρη, μὲ τὴ διάδοση τοῦ φωτὸς σὲ ἓναν σωλῆνα μέσα ἀπὸ τὸν ὁποῖο ρεεὶ νερό. Ἐὰν ἡ παραδοχὴ περὶ τῆς συμπαράσφύρισης τοῦ αἰθέρα ἦταν ἀληθής, τότε μετρώντας τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς πρὸς τὴν κατεύθυνση ροῆς τοῦ νεροῦ θὰ παίρναμε μία τιμὴ ποὺ θὰ ἦταν ἢ ταχύτητα σὲ ἀκίνητο νερὸ προσαυξημένη κατὰ τὴν ταχύτητα κίνησης τοῦ νεροῦ. Ἐν τῷ μεταξύ, ἄμεση μέτρηση θὰ δώσει τιμὴ μικρότερη ἀπὸ ἐκείνη ποὺ δίνει ἡ παραπάνω συλογιστικὴ.

Ἦδη ἔχουμε ἀναφερθεῖ στὴν ἀκραία καὶ παράδοξη περίπτωσις κατὰ τὴν ὁποία ὅταν τὸ σῶμα κινεῖται μὲσω τοῦ αἰθέρα δὲν ὑφίσταται σημαντικὴ τριβή. Ὅμως ἂν ὄχι μόνον κινεῖται μέσα στὸν

αίθερα αλλά και τὸν συμπαράσφουρι, τότε ἡ τριβὴ σὲ κάθε περίπτωση γίνεται πολὺ σημαντική!

Ἔτσι, ὅλες οἱ προσπάθειες νὰ παρακάμψουμε τὴν ἀντίφαση ποὺ ἐγείρεται μὲ τὰ ἀναπάντεχα ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος τοῦ Michelson καταλήγουν σὲ ἀποτυχία.

Γιὰ νὰ ἀνακεφαλαιώσουμε: τὸ πείραμα τοῦ Michelson ἐπιβεβαιώνει τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῶν κινήσεων ὅχι μόνο γιὰ συνηθισμένα κινούμενα σώματα ἀλλὰ καὶ γιὰ τὸ φαινόμενο τῆς διάδοσης τοῦ φωτός· δηλαδή, γιὰ ὅλα τὰ φυσικὰ φαινόμενα.

Ὅπως εἶδαμε καὶ νωρίτερα, ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῶν κινήσεων συνεπάγεται ἡ σχετικότητα τῆς ταχύτητας· ἡ ἔννοια τῆς ταχύτητας πρέπει νὰ εἶναι διαφορετικὴ γιὰ διαφορετικὰ συστήματα ἀναφορᾶς κινούμενα τὸ ἓνα ὡς πρὸς τὸ ἄλλο. Ὅμως ἀπὸ τὴν ἄλλη, ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός, 300.000 Km/sec, ἀποδεικνύεται ἴδια σὲ διαφορετικὰ συστήματα ἀναφορᾶς. Συνεπῶς, αὐτὴ δὲν εἶναι σχετικὴ ἀλλὰ **ἀπόλυτη!**



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Ἡ χρόνος ἀποδεικνύεται σχετικὸς

4.1 Ὑπάρχει ἐδῶ ἀντίφαση;

Μὲ μιὰ πρώτη ματιὰ μοιάζει νὰ ἔχουμε νὰ κάνουμε μὲ μιὰ ἐντελῶς λογικὴ ἀντίφαση. Ἡ σταθερότητα τῆς ταχύτητας τοῦ φωτὸς σὲ διάφορες κατευθύνσεις ἐπιβεβαιώνει τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας ἐνῶ ταυτόχρονα ἢ ταχύτητα τοῦ φωτὸς εἶναι ἀπόλυτη.

Ἄς θυμηθοῦμε ὅμως, τὴ σχέση τοῦ μεσαιωνικοῦ ἀνθρώπου πρὸς τὴ σφαιρικότητα τῆς Γῆς. Γι' αὐτὸν τὸ σφαιρικὸ σχῆμα τῆς Γῆς ἔρχεται σὲ ἀντίφαση μὲ τὴν ὑπαρξὴ τῆς δύναμης τῆς βαρύτητας ἀφοῦ ὅλα τὰ σώματα πρέπει νὰ πέφτουν «κάτω». Ὅμως, ἐμεῖς ξέρουμε ὅτι ἐδῶ δὲν ὑπάρχει καμία λογικὴ ἀντίφαση· ἀπλῶς ἡ ἔννοια τοῦ «ἐπάνω» καὶ τοῦ «κάτω» δὲν εἶναι ἀπόλυτη ἀλλὰ σχετικὴ.

Τὸ ἴδιο ἰσχύει καὶ γιὰ τὸ ζήτημα τῆς διάδοσης τοῦ φωτός. Θὰ ἦταν μάταιο νὰ φάξουμε νὰ

βροῦμε λογικὲς ἀντιφάσεις μεταξύ τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας τῶν κινήσεων καὶ τῆς ἀπόλυτης ταχύτητας τοῦ φωτός. Ἡ ἀντίφαση ἐμφανίζεται ἐδῶ μόνο καὶ μόνο διότι χωρὶς νὰ τὸ ἀντιληφθοῦμε μᾶς ὁδήγησαν σὲ αὐτὴ οἱ παραδοχές μας, παρόμοια μὲ ἐκεῖνες ποὺ ὑπέπεσε ὁ μεσαιωνικὸς ἄνθρωπος, ὁ ὁποῖος ἀπορρίπτοντας τὴ σφαιρικότητα τῆς Γῆς θεώρησε τὸ «ἐπάνω» καὶ τὸ «κάτω» ἔννοιες ἀπόλυτες (σκίτσο 4.1).

Αὐτὴ ἡ ἀστεία γιὰ ἐμᾶς πίστη τοῦ ἀνθρώπου τοῦ μεσαιῶνα στὴν ἀπολυτότητα τοῦ «ἐπάνω» καὶ τοῦ «κάτω» δημιουργήθηκε ὡς συνέπεια τῶν περιορισμένων ἐμπειριῶν του, καθὼς ἐκείνη τὴν ἐποχὴ οἱ ἄνθρωποι δὲν ταξίδευαν πολὺ καὶ γνῶριζαν μόνο μικρὰ



4.1 Ἀπόλυτο «ἐπάνω» καὶ «κάτω».

μέρη τῆς γήινης ἐπιφάνειας. Κάτι ἀνάλογο συνέβη καὶ μὲ μᾶς, ὅπως φαίνεται, ἀφοῦ, ἔχοντας περιορίσει τὴν κριτικὴ μας ματιὰ, δεχθήκαμε ὡς ἀπόλυτο κάτι ποὺ ἦταν σχετικό. Τί νὰ ἦταν αὐτὸ ἄραγε;

Γιὰ νὰ ἀνακαλύψουμε ποῦ σφάλουμε, ἀπὸ τοῦδε καὶ στὸ ἐξῆς, θὰ βασιζόμαστε σὲ καταστάσεις ποὺ ἀποδεικνύονται πειραματικά.

4.2 Άς πάρουμε τὸ τραίνο

Φανταστείτε ἓνα τραίνο μήκους 5.400.000 Km τὸ ὁποῖο κινεῖται εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλὰ μὲ ταχύτητα 240.000 Km/sec.

Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι κάποια χρονικὴ στιγμή στὴ μέση τοῦ τραίνου ἀνάβει μιὰ λάμπα. Στὸ πρῶτο καὶ τὸ τελευταῖο βαγόνι ὑπάρχουν αὐτόματες πόρτες ποὺ ἀνοίγουν τὴ στιγμή ποὺ τὸ φῶς πέσει ἐπάνω τους. Τί βλέπουν οἱ ἄνθρωποι ποὺ εἶναι ἐπάνω στὸ τραῖνο καὶ τί βλέπουν ἐκεῖνοι ποὺ εἶναι στὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ;

Γιὰ νὰ ἀπαντήσουμε σὲ αὐτὴ τὴν ἐρώτηση, ὅπως ἤδη ἔχουμε πεῖ, θὰ στηριχθοῦμε μόνο στὰ πειραματικὰ δεδομένα.

Οἱ ἄνθρωποι ποὺ κάθονται στὸ μέσον τοῦ τραίνου βλέπουν τὸ ἐξῆς: Ἀφοῦ σύμφωνα μὲ τὸ πείραμα τοῦ Michelson, τὸ φῶς ὡς πρὸς τὸ τραῖνο διαδίδεται μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα πρὸς ὅλες τὶς κατευθύνσεις, 300.000 Km/sec, τότε σὲ $2.700.000/300.000 = 9$ sec αὐτὸ φθάνει ταυτόχρονα στὸ μπροστινὸ καὶ τὸ πίσω βαγόνι καὶ οἱ δύο πόρτες ἀνοίγουν ταυτόχρονα. Ὅμως, τί βλέπουν οἱ ἄνθρωποι ποὺ βρίσκονται στὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ; Ὡς πρὸς τὸν σταθμὸ τὸ φῶς διαδίδεται μὲ ταχύτητα 300.000 Km/sec. Τὸ τελευταῖο βαγόνι κινεῖται ἀντίθετα ἀπὸ τὴν κίνηση τοῦ φωτός. Ἔτσι τὸ φῶς συναντᾷ τὸ πίσω βαγόνι σὲ χρόνο $2.700.000/(300.000 + 240.000) = 5$ sec. Τὸ φῶς

πού κυνηγᾷ τὸ μπροστινὸ βαγόνι τὸ φθάνει μετὰ ἀπὸ χρόνο $2.700.000/(300.000 - 240.000) = 45 \text{ sec}$. Ἔτσι, γιὰ τοὺς ἀνθρώπους στὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ οἱ πόρτες φαίνεται νὰ μὴν ἀνοίγουν ταυτόχρονα· πρῶτα ἀνοίγει ἡ πίσω πόρτα καὶ μετὰ ἀπὸ $45 - 5 = 40 \text{ sec}$ ἀνοίγει καὶ ἡ μπροστινή!

Ἔτσι, δύο πανομοιότυπα γεγονότα, τὸ ἀνοίγμα τῆς ἐμπρόσθιας καὶ ὀπίσθιας θύρας ἑνὸς τραίνου, γιὰ μὲν τοὺς ἐπιβάτες πού ταξιδεύουν μὲ τὸ τραῖνο συμβαίνουν ταυτόχρονα, γιὰ δὲ τοὺς ἀνθρώπους στὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ συμβαίνουν σὲ χρονικὰ διαστήματα πού διαφέρουν κατὰ 40 δευτερόλεπτα.

4.3 «Ἡ κοινὴ λογικὴ» μοιάζει καταντροπιασμένη.

Σὲ αὐτὰ πού εἶπαμε ὑπάρχει ἀντίφαση; Αὐτὸ στὸ ὁποῖο καταλήξαμε δὲν μοιάζει μὲ τὸ νὰ λέγαμε ὅτι «τὸ μῆκος ἑνὸς κροκοδείλου ἀπὸ τὸ κεφάλι ἕως τὴν οὐρὰ εἶναι δύο μέτρα ἀλλὰ ἀπὸ τὴν οὐρὰ ὡς τὸ κεφάλι ἓνα μέτρο»;

Ἄς προσπαθήσουμε νὰ καταλάβουμε γιὰτί τὸ ἀποτέλεσμα στὸ ὁποῖο ὀδηγηθήκαμε φαίνεται τόσο παράλογο μολονότι βρίσκεται σὲ πλήρη συμφωνία μὲ τὰ πειραματικὰ δεδομένα.

Ὅσο καὶ νὰ τὸ σκεφτοῦμε δὲν θὰ καταφέρουμε νὰ βροῦμε λογικὴ ἐξήγηση στὴν ἀντίφαση ὅτι δύο γεγονότα συμβαίνουν ταυτόχρονα στοὺς

ταξιδιῶτες τοῦ τραίνου ἐνῶ στοὺς ἀνθρώπους ποὺ κάθονται στὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ λαμβάνουν χώρα μὲ διαφορὰ 40 δευτερολέπτων. Τὸ μοναδικὸ πρᾶγμα ποὺ μπορούμε νὰ ποῦμε στὸν ἑαυτό μας γιὰ παρηγοριὰ εἶναι ὅτι τὰ ἀποτελέσματα μας ἀντιφάσκουν στὴν «κοινὴ λογικὴ».

Ὅμως, ἂς θυμηθοῦμε πῶς ἡ «κοινὴ λογικὴ» τοῦ μεσαιωνικοῦ ἀνθρώπου ἐρχόταν σὲ ἀντίθεση μὲ τὴν περιστροφὴ τῆς Γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, ἀφοῦ, στὴν πραγματικότητά, ὅλη ἡ καθημερινὴ του πείρα τοῦ ἔλεγε μὲ ἀδιαμφισβήτητη σιγουριά ὅτι ἡ Γῆ εἶναι ἀκίνητη καὶ ὁ ἥλιος γυρίζει γύρω ἀπὸ αὐτή. Καὶ μήπως οἱ ἄνθρωποι δὲν ἦταν ἀναγκασμένοι νὰ ὑπενθυμίζουν στὸν ἑαυτό τους τὴν «κοινὴ λογικὴ» ὡς κωμικὴ ἀπόδειξη γιὰ τὴ μὴ περιστροφὴ τῆς Γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο;

Ἡ σύγκρουση τῆς «κοινῆς λογικῆς» μὲ τὰ πραγματικὰ δεδομένα σατυρίζεται¹⁵ στὸ γνωστὸ ἀνέκδοτο γιὰ ἕναν χωριάτη ποὺ εἶδε μιὰ καμηλοπάρδαλη σὲ ζωολογικὸ κῆπο καὶ ἀναφώνησε: «Δὲν ὑπάρχει τέτοιο ζῶο!» (στίχο 4.2)



4.2 «Δὲν ὑπάρχει τέτοιο ζῶο!»

15. Νὰ θυμηθοῦμε ἐδῶ καὶ μιὰ γελοιογραφία ποὺ δείχνει ἕνα ἄθεο νὰ ἔχει φαρέφει ἐπιγραφή ποὺ γράφει: «Δὲν ὑπάρχω!» μὲ ὑπογραφή «Θεός!» [στυλ]

Αυτή ή λεγόμενη κοινή λογική είναι ή άπλη πρόσληψη από όλους μας του κόσμου γύρω μας και των συνηθειών μας στην καθημερινότητά μας. Το όρισμένο επίπεδο της αντίληψής μας είναι αυτό που έρχεται σε αντίθεση με το επίπεδο γνώσης που εκφράζεται μέσω του πειράματος.

Όλη ή δυσκολία να καταλάβουμε και να κατανοήσουμε το πώς δύο γεγονότα που για έμας στην πλατφόρμα του σταθμού δεν συμβαίνουν ταυτόχρονα ενώ για τους ταξιδιώτες του τράινου γίνονται ταυτόχρονα είναι παρόμοια με τη δυσκολία που είχε ο χωριάτης του άνεκδότου να αποδεχθεί την καμηλοπάρδαλη. Όπως όμως ο χωριάτης που ποτέ του δεν είχε δει καμηλοπάρδαλη το ίδιο και έμεις ποτέ δεν έχουμε πετύχει, ούτε κατά διάνοια, ταχύτητα κοντά στην πλασματική εκείνη των 240.000 Km/sec. Δεν υπάρχει καμία έκπληξη στο ότι όταν οι φυσικοί έχουν να αντιμετωπίσουν τέτοιες ταχύτητες βλέπουν πράγματα πολύ διαφορετικά από εκείνα στα όποια είναι συνηθισμένοι στην καθημερινή τους ζωή.

Τα άπροσδόκητα αποτελέσματα του πειράματος του Michelson έφεραν τους φυσικούς μπροστά σε νέα δεδομένα και τους ανάγκασαν να ξανακοιτάξουν, ενάντια στην «κοινή λογική», θεωρούμενες άδιαφιλονίκητες και συνηθισμένες έννοιες και αντιλήψεις όπως ή έννοια της ταύτισης του χρόνου μέσα στον όποιο συμβαίνουν δύο γεγονότα.

Φυσικὰ θὰ μπορούσαμε νὰ στηριχθοῦμε στὴν «κοινὴ λογικὴ» καὶ νὰ ἀρνηθοῦμε τὴν ὑπαρξὴ τῶν νέων δεδομένων, ἀλλὰ πράττοντας ἔτσι θὰ μοιάζαμε μὲ τὸν χωριάτη τοῦ ἀνεκδότου.

4.4 Ὁ χρόνος ἀκολουθεῖ τὸν χῶρο

Ἡ ἐπιστῆμη δὲν φοβᾶται νὰ συγκρουσθεῖ μὲ τὴν ὀνομαζόμενη «κοινὴ λογικὴ». Τὸ μόνο ποὺ τὴ φοβίζει εἶναι ἡ ἀσυμφωνία τῶν ὑπαρχουσῶν ἀντιλήψεων μὲ τὰ πειραματικὰ δεδομένα καὶ ὅταν αὐτὸ συμβαίνει ἡ ἐπιστῆμη ἀμείλικτα σπάζει τὶς ἀρτηριοσκληρωτικὲς αὐτὲς ἀντιλήψεις ἀνεβάζοντας τὴ γνῶση μας σὲ ὑψηλότερα ἐπίπεδα.

Ἔως τῶρα πιστεύαμε ὅτι δύο γεγονότα ποὺ συμβαίνουν ταυτόχρονα σὲ ἓνα σύστημα ἀναφορᾶς θὰ συμβαίνουν ταυτόχρονα καὶ σὲ ὅποιοδήποτε ἄλλο. Τὸ πείραμα ὅμως μᾶς ὀδήγησε σὲ ἄλλο συμπέρασμα. Ἀποδείχθηκε ὅτι αὐτὸ εἶναι ἀλήθεια μόνο στὴν περίπτωση ποὺ τὰ δύο συστήματα ἤρεμοῦν τὸ ἓνα ὡς πρὸς τὸ ἄλλο. Ἄν ὅμως τὰ δύο συστήματα κινοῦνται τὸ ἓνα ὡς πρὸς τὸ ἄλλο τότε πρέπει νὰ δεχθοῦμε ὅτι τὰ γεγονότα ποὺ συμβαίνουν ταυτόχρονα στὸ ἓνα, στὸ ἄλλο συμβαίνουν σὲ διαφορετικοὺς χρόνους. Ἡ ἔννοια τῆς χρονικῆς σύμπτωσης σχετικοποιεῖται καὶ αὐτὸ ἔχει νόημα μόνο μὲ τὴν προϋπόθεση ὅτι κινεῖται τὸ σύστημα στὸ ὅποιο αὐτὰ τὰ γεγονότα λαμβάνουν χώρα.

Ἄς θυμηθοῦμε τὸ παράδειγμα μὲ τις ὀπτικὲς γωνίες στὸ ὁποῖο ἀναφερθήκαμε στὶς σελίδες 37-38. Πῶς τὸ προσεγγίσαμε ἐκεῖ; Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι οἱ γωνιακὲς ἀποστάσεις μεταξὺ δύο ἀστέρων ὅπως φαίνονται ἀπὸ τὴ Γῆ εἶναι μηδενικὲς ἀφοῦ καὶ οἱ δύο ἀστέρες βρίσκονται ἐπάνω στὴν ἴδια εὐθεία παρατήρησης. Στὴν καθημερινή μας ζωὴ ποτὲ δὲν θὰ ἔχουμε αὐτὴ τὴ δυσκολία ἀφοῦ θεωροῦμε τὴν παραπάνω ὑπόθεση ὡς ἀπόλυτη. Ἄλλο θέμα εἶναι ὅμως ἂν ἐγκαταλείψουμε τὰ ὅρια τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος καὶ παρατηρήσουμε αὐτοὺς τοὺς δύο ἀστέρες ἀπὸ κάποιο ἄλλο σημεῖο τοῦ διαστήματος. Σὲ αὐτὴ τὴν περίπτωση ἡ γωνιακὴ τους ἀπόσταση δὲν θὰ εἶναι μηδενικὴ.

Αὐτὸ τὸ τόσο ξεκάθαρο γιὰ τὸν σημερινὸ ἄνθρωπο γεγονός, ὅτι δηλαδὴ δύο ἀστέρες ποὺ συμπίπτουν ὅταν παρατηρηθοῦν ἀπὸ τὴ Γῆ μπορεῖ νὰ μὴ συμπίπτουν ὅταν παρατηρηθοῦν ἀπὸ ἄλλο σημεῖο τοῦ διαστήματος, θὰ φαινόταν παράλογο γιὰ τὸν μεσαιωνικὸ ἄνθρωπο, γιὰ τὸν ὁποῖο ὁ οὐρανὸς παρουσιαζόταν ὡς θόλος μὲ τὰ ἀστέρες σκορπισμένα καὶ στερεωμένα ἐπάνω του.

Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι μᾶς κάνουν τὴν ἐξῆς ἐρώτηση: ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὰ συστήματα ἀναφορᾶς, τὰ δύο γεγονότα συμβαίνουν ταυτόχρονα ἢ ὄχι; Δυστυχῶς αὐτὴ ἡ ἐρώτηση δὲν ἔχει περισσότερο νόημα ἀπὸ τὸ νόημα ποὺ θὰ εἶχε ἡ ἐρώτηση: ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὸ σημεῖο στὸ ὁποῖο διεξάγεται

ἡ παρατήρηση, τὰ δύο ἀστέρια βρίσκονται στὴν ἴδια εὐθεία ἢ ὄχι; Ὅπως ἡ συνύπαρξη τῶν δύο ἀστεριῶν στὴν ἴδια εὐθεία δὲν συνδέεται μόνο μὲ τὴ θέση τους ἀλλὰ καὶ μὲ τὸ σημεῖο ἀπὸ τὸ ὁποῖο παρατηροῦνται, ἔτσι καὶ ἡ χρονικὴ σύμπτωση δὲν συνδέεται μόνο μὲ τὰ δύο γεγονότα ἀλλὰ καὶ μὲ τὰ συστήματα ἀναφορᾶς στὰ ὁποῖα πραγματοποιεῖται ἡ παρατήρηση αὐτῶν τῶν γεγονότων.

Ὅσο μᾶς ἀπασχολοῦσαν ταχύτητες μικρὲς σὲ σχέση μὲ ἐκείνη τοῦ φωτὸς δὲν μπορούσαμε νὰ ἀνακαλύψουμε τὴ σχετικότητα στὴν ἔννοια τῆς ταυτοχρονίας καὶ μόνο ὅταν ἀρχίσαμε νὰ μελετᾶμε κινήσεις ποὺ γίνονται μὲ ταχύτητες συγκρινόμενες μὲ ἐκείνη τοῦ φωτὸς ὑποχρεωθήκαμε νὰ ἀναθεωρήσουμε τὴν ἀντίληψή μας γιὰ τὴν ἔννοια αὐτή.

Αὐτὸ εἶναι ἐντελῶς ἀνάλογο μὲ τὸ ὅτι οἱ ἄνθρωποι ἦταν ὑποχρεωμένοι νὰ ἀναθεωρήσουν τὶς ἔννοιες τοῦ «ἐπάνω» καὶ τοῦ «κάτω» ὅταν ἄρχισαν νὰ ταξιδεύουν σὲ ἀποστάσεις συγκρινόμενες μὲ ἐκείνες τοῦ μεγέθους τῆς Γῆς. Βέβαια τὴν ἐποχὴ ποὺ οἱ ἄνθρωποι θεωροῦσαν τὴ Γῆ ἐπίπεδη κανένα πείραμα δὲν θὰ ὀδηγοῦσε σὲ ἀντίφαση μὲ αὐτὴ τὴν ἀντίληψη.

Εἶναι ἀλήθεια ὅτι δὲν ἔχουμε τὴ δυνατότητα νὰ κινούμαστε μὲ ταχύτητες κοντὰ σὲ αὐτὴ τοῦ φωτὸς καὶ πειραματικὰ νὰ παρατηροῦμε ὅλες αὐτὲς τὶς παραδοξότητες γιὰ τὶς ὁποῖες μόλις

μιλήσαμε σε σχέση με τις παλιές μας δοξασίες. Όμως, χάρη στις σύγχρονες πειραματικές τεχνικές μπορούμε με μεγάλη σιγουριά να ανακαλύψουμε αυτά τα γεγονότα σε μια σειρά από φυσικά φαινόμενα.

Κι έτσι ο χρόνος ακολούθησε τη μοίρα του χώρου! Η έκφραση «στο ίδιο και το αυτό χρονικό διάστημα» κατήντησε να είναι τόσο νοητικά έλλειματική όσο και η έκφραση «στον ίδιο και τον αυτό τόπο».

Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο γεγονότων όπως και η χωρική απόσταση μεταξύ τους απαιτούν την αναφορά του συστήματος σε σχέση με το οποίο διατυπώνουμε αυτόν τον ισχυρισμό.

4.5 Η έπιστήμη θριαμβεύει

Η ανακάλυψη της σχετικότητας του χρόνου είναι μία επανάσταση ενάντια στις αντιλήψεις που είχε ο άνθρωπος για τη Φύση. Είναι μία από τις μεγαλύτερες νίκες της ανθρώπινης νόησης ενάντια σε αντιλήψεις που παρέμεναν τελματωμένες για αιώνες. Μπορεί να συγκριθεί μόνο με την επανάσταση ενάντια στις ανθρώπινες αντιλήψεις για τη σφαιρικότητα της Γης¹⁶.

16. Η αντίληψη ότι ο πλανήτης μας είναι επίπεδος έπαψε να υφίσταται τον 5ο αιώνα π.Χ., όταν ο Εϋδοξος

Ἡ ἀνακάλυψη τῆς σχετικότητας τοῦ φωτὸς ἔγινε τὸ 1905 ἀπὸ τὸν μεγάλο φυσικὸ τοῦ 20οῦ αἰῶνα **Albert Einstein**¹⁷. Αὐτὴ ἡ ἀνακάλυψη τοποθέτησε τὸν εἰκοσιπεντάχρονο Einstein ἀνάμεσα στοὺς γίγαντες τῆς ἀνθρώπινης διανόησης. Στὴ σκέψη μας, αὐτός, μαζί με τὸν Κοπέρνικο καὶ τὸν Νεύτωνα, ἔγινε πρωτοπόρος νέων ὀριζόντων στὴν ἐπιστήμη.

ὁ Κνίδιος (403-353 π.Χ.) ἀπέδειξε τὴ σφαιρικότητά του. Στὸ διαδίκτυο, στὴ διεύθυνση <https://www.youtube.com/watch?v=hKnlTpItuIQ>, ἔχει ἀναρτηθεῖ σχετικὸ βίντεο. Παρ' ὅλ' αὐτὰ δὲν ἦταν καὶ τόσο εὐκόλο γιὰ τὸν μέσο ἄνθρωπο τῆς ἐποχῆς νὰ τὸ ἀποδεχθεῖ λόγῳ τῶν μικρῶν ἀποστάσεων ποὺ διήνυε στὴν καθημερινότητά του με ἐξάιρεση τοὺς ἐμπόρους καὶ τοὺς ναυτικούς ποὺ ταξίδευαν μεγάλες ἀποστάσεις. Ἡ ἀκριβὴς μέτρηση τῆς περιμέτρου τῆς Γῆς ποὺ ἔκανε ὁ **Ἐρατοσθένης ὁ Κυρηναῖος** (276-193 π.Χ.) στηρίχθηκε σὲ προγενέστερες ἀπὸ αὐτὸν ἀντιλήψεις γιὰ τὴ σφαιρικότητά της, κάτι ποὺ ἐπιβεβαίωσε καὶ ὁ ἴδιος (<https://www.youtube.com/watch?v=F34Ft-7VpIM>). Τὸ πείραμα τοῦ τελευταίου ἐπαναλαμβάνεται πρὸς τιμὴ του κάθε χρόνο τὴν ἡμέρα τῆς ἐαρινῆς ἰσημερίας (21 Μαρτίου) ἀπὸ σχολεῖα μέσης ἐκπαιδύσεως τῆς Ἑλλάδας καὶ τῆς Κύπρου, καθὼς καὶ ἀπὸ σχολεῖα ἄλλων βαλκανικῶν χωρῶν.

17. Ὁ **Ἀλβέρτος Ἄϊνστάϊν** (1879–1955)· γερμανὸς φυσικὸς ἐβραϊκῆς καταγωγῆς. Βραβεύτηκε μετὰ τὸ Νόμπελ Φυσικῆς τὸ 1921 γιὰ τὶς ὑπηρεσίες του στὴ θεωρητικὴ φυσική. Εἶναι ὁ θεμελιωτὴς τῆς ΘτΣ καὶ ἀπὸ πολλοὺς θεωρεῖται ὁ σημαντικότερος ἐπιστήμονας τοῦ 20οῦ αἰῶνα καὶ ὄλων τῶν ἐποχῶν. Ἐξέδωσε περισσότερες ἀπὸ 300 ἐπιστημονικὲς δημοσιεύσεις, καθὼς καὶ 151 συγγράμματα γιὰ τὸ εὐρὸ κοινό. (https://en.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein)

Ὁ Βλ. Ἡ. Λένιν¹⁸ χαρακτήρισε τὸν Einstein ὡς ἕναν ἀπὸ τοὺς «μεγαλύτερους μεταρρυθμιστὲς τῶν Φυσικῶν Ἐπιστημῶν».

Ἡ μελέτη τῆς σχετικότητας τοῦ χρόνου ἔδωσε καὶ τὸ ὄνομά της στήν, ὅπως ἔγινε γνωστή, «θεωρία τῆς σχετικότητας» ποὺ δὲν θὰ πρέπει νὰ συγχέεται μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῶν κινήσεων.

4.6 Ἡ ταχύτητα ἔχει ὅρια

Ἔως τὸν Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο τὰ ἀεροπλάνα πετοῦσαν μὲ ταχύτητες μικρότερες ἀπὸ τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου, ὅμως σήμερα ἔχουν κατασκευαστεῖ καὶ «ὑπερηχητικὰ» ἀεροπλάνα. Τὰ ραδιοκύματα διαδίδονται μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, ὅμως δὲν θὰ πρέπει οὔτε κατὰ διάνοια νὰ ἀναρωτιόμαστε: «θὰ κατασκευαστοῦν ἄραγε "ὑπερφωτεινοὶ" τηλέγραφοι γιὰ νὰ στέλνουν μηνύματα μὲ ταχύτητα ἀκόμα μεγαλύτερη ἐκείνης τοῦ φωτός;» Κάτι τέτοιο ἀποδεικνύεται ἀδύνατον.

Στὴν πραγματικότητα, ἂν ἦταν δυνατὸν νὰ ὑπάρξει μετάδοση σημάτων μὲ ἄπειρη ταχύτητα

18. Ὁ Βλαδῆμιρος Ἡλίτς Οὐλιάνωφ (1870–1924), γνωστὸς μὲ τὸ ψευδώνυμο Λένιν (ἀπὸ τὸν ποταμὸ τῆς Ρωσίας Λένα), ἦταν ρώσος κομμουνιστὴς ἐπαναστάτης, πολιτικὸς καὶ πολιτικὸς θεωρητικὸς. Ἡγέτης τῆς Ρωσικῆς Ἐπανάστασης καὶ ἐπικεφαλῆς τῆς Ε.Σ.Σ.Δ. (1922–1924). Ἡγέτης τῆς Κομμουνιστικῆς Διεθνοῦς καὶ τοῦ μπολσεβικικοῦ κόμματος. (https://en.wikipedia.org/wiki/Vladimir_Lenin)

τότε θὰ μπορούσαμε νὰ ἔχουμε μὲ αὐτὸν τὸν ταυτόσημο τρόπο ταυτοχρονία δύο γεγονότων. Θὰ λέγαμε ὅτι τὰ γεγονότα αὐτὰ θὰ συνέβαιναν ταυτοχρόνως ἂν τὸ ἀπείρως γρήγορα σῆμα ἀπὸ τὸ πρῶτο γεγονός ἔφτανε τὴν ἴδια στιγμή μὲ τὸ σῆμα ἀπὸ τὸ δεύτερο γεγονός. Ἔτσι ἡ ταυτοχρονία θὰ ἀποκτοῦσε ἀπόλυτο χαρακτήρα χωρὶς νὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κίνηση τοῦ συστήματος στὸ ὁποῖο ἀναφέρεται αὐτὸς ὁ ἰσχυρισμός.

Ὅμως, ἀφοῦ ἡ ἀπολυτότητα τοῦ χρόνου καταρρίπτεται ἀπὸ τὸ πείραμα συμπεραίνουμε ὅτι ἡ μετάδοση σημάτων δὲν μπορεῖ νὰ εἶναι στιγμιαία. Ἡ ταχύτητα τῆς μετάδοσης μιᾶς δράσης ἀπὸ ἓνα σημεῖο τοῦ χώρου σὲ ἓνα ἄλλο δὲν μπορεῖ νὰ εἶναι ἄπειρη· μὲ ἄλλα λόγια, δὲν μπορεῖ νὰ ὑπερβεῖ μιὰ κάποια τελικὴ τιμὴ, ἡ ὁποία ὀνομάζεται «ὀριακὴ ταχύτητα». Αὐτὴ ἡ ὀριακὴ ταχύτητα συμπίπτει μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός.

Στὴν πράξη, σύμφωνα μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας τῶν κινήσεων, σὲ ὅλα τὰ συστήματα ἀναφορᾶς, τὰ κινούμενα εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλὰ τὸ ἓνα ὡς πρὸς τὸ ἄλλο, οἱ φυσικοὶ νόμοι πρέπει νὰ εἶναι ἴδιοι. Ὁ ἰσχυρισμὸς ὅτι καμία ταχύτητα δὲν μπορεῖ νὰ ὑπερβεῖ τὴν ὀριακὴ εἶναι ἐπίσης ἓνας φυσικὸς νόμος καὶ ἔτσι ἡ ἔννοια τῆς ὀριακῆς ταχύτητας πρέπει νὰ εἶναι ἴδια στὰ διάφορα συστήματα ἀναφορᾶς. Ἀπὸ αὐτὲς τὶς ιδιότητες, ὅπως ξέρουμε, διακρίνεται καὶ ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός.

Ἔτσι, ἡ ταχύτητα τοῦ φωτὸς δὲν εἶναι ἀπλῶς ἡ ταχύτητα διάδοσης κάποιου φαινομένου τῆς Φύσης· παίζει τὸν πιὸ σημαντικὸ ρόλο ἀφοῦ εἶναι «ἡ κατ' ἐξοχὴν» ὀριακὴ ταχύτητα.

Ἡ ἀνακάλυψη τῆς ὑπαρξης στὸν κόσμο τῆς ὀριακῆς ταχύτητας ἀποτελεῖ ἕναν ἀπὸ τοὺς μεγαλύτερους θριάμβους τῆς ἀνθρώπινης σκέψης καὶ τῶν πειραματικῶν δυνατοτήτων τοῦ ἀνθρώπου.

Ὁ φυσικὸς ποῦ ζοῦσε στὸν 19ο αἰῶνα δὲν θὰ μπορούσε νὰ διανοηθεῖ ὅτι στὸν κόσμο ὑπάρχει ὀριακὴ ταχύτητα κι ὅτι αὐτὴ ἡ ὑπαρξὴ της μπορεῖ νὰ ἀποδειχθεῖ. Πέραν τούτου, ἀκόμη καὶ ἂν στὰ πειράματά του «προσέκρουε» στὴν ὑπαρξὴ ὀριακῆς ταχύτητας στὴ φύση δὲν θὰ μπορούσε νὰ εἶναι σίγουρος ὅτι αὐτὸς εἶναι φυσικὸς νόμος καὶ ὄχι συνέπεια τοῦ περιορισμῶν τῶν πειραματικῶν δυνατοτήτων του ποῦ θὰ μπορούσαν νὰ ἐξαλειφθοῦν μὲ τὴν περαιτέρω ἐξέλιξη τῆς τεχνολογίας.

Ἡ ἀρχὴ τῆς σχετικότητας δείχνει ὅτι ἡ ὑπαρξὴ τῆς ὀριακῆς ταχύτητας ὀφείλεται στὴν ἴδια τὴ φύση τῶν πραγμάτων. Τὸ νὰ θεωρήσει κανεὶς ὅτι ἡ πρόοδος στὶς τεχνικὲς θὰ δώσει τὴ δυνατότητα νὰ ἐπιτευχθοῦν ταχύτητες μεγαλύτερες ἀπὸ ἐκείνη τοῦ φωτὸς εἶναι τόσο κωμικὸ ὅσο τὸ νὰ ἰσχυριστεῖ κάποιος ὅτι ἡ ἀπουσία στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς σημείων ποῦ νὰ ἀπέχουν μεταξύ τους περισσότερο ἀπὸ 20.000 Km δὲν εἶναι νόμος τῆς

Γεωγραφίας, ἀλλὰ ὅτι ὀφείλεται στὴν ἀδυναμία τῶν γνώσεών μας καὶ ἐλπίζουμε ὅτι μὲ τὴν ἐξέλιξη τῆς Γεωγραφίας θὰ καταφέρουμε νὰ βροῦμε στὴ Γῆ σημεῖα ποὺ νὰ εἶναι πιὸ μακριὰ τὸ ἓνα ἀπὸ τὸ ἄλλο.¹⁹

Τὸ γεγονός ὅτι τὸ ἀνώτατο ὄριο ταχύτητας μὲ τὸ ὁποῖο μπορεῖ νὰ κινηθεῖ ὅ,τιδήποτε στὸν κόσμος μας εἶναι ἐκεῖνο τῆς ταχύτητας τοῦ φωτός τὸ κάνει νὰ παίξει τέτοιο ἀποκλειστικὸ ρόλο στὴ φύση. Τὸ φῶς εἶτε ξεπερνάει κάθε ἄλλο φαινόμενο εἶτε, στὴν ἔσχατη περίπτωση, φθάνει μαζί του ταυτοχρόνως.

Ἄν ὁ Ἥλιος σχιζόταν σὲ δύο μέρη καὶ σχηματιζόταν ἓνα σύστημα διπλοῦ ἀστέρος τότε, φυσικά, θὰ ἄλλαζε καὶ ἡ κίνηση τῆς Γῆς. Ὁ φυσικὸς τοῦ 19ου αἰῶνα, μὴ γνωρίζοντας γιὰ τὴν ὑπαρξὴ στὴ φύση τῆς ὀριακῆς ταχύτητας, ἀναμφίβολα θὰ ἰσχυριζόταν ὅτι ἡ ἀλλαγὴ στὴν κίνηση τῆς Γῆς θὰ συνέβαινε ταυτόχρονα μὲ τὴν σχάση τοῦ Ἥλιου. Ἐν τῷ μεταξύ τὸ φῶς θὰ χρειαζόταν ὀκτῶ λεπτὰ γιὰ νὰ φθάσει ἀπὸ τὸν σχισμένο Ἥλιο ἕως τὴ

19. Ἡ περίμετρος τοῦ πλανήτη μας στὸν ἡσημερινό, ὅπως ἀπέδειξε καὶ ὁ Ἐρατοσθένης ὁ Κυρηναῖος (ὄρα σελ. 89) μὲ μεγάλη ἀκρίβεια εἶναι γύρω στὰ 40.000 Km ποὺ εἶναι καὶ τὸ μεγαλύτερο μῆκος ἐπάνω στὴ Γῆ. Ἡ μεγαλύτερη ἀπόσταση ποὺ μποροῦν νὰ ἀπέχουν δυο σημεῖα εἶναι ἡ μισὴ περίμετρος, δηλαδή, 20.000 Km.

Γῆ²⁰. Στὴν πραγματικότητα, ἐν τούτοις, ἡ ἀλλαγὴ στὴν κίνηση τῆς Γῆς θὰ ἀρχίσει ἐπίσης μόνον ὀκτῶ λεπτὰ μετὰ τὴ σχάση τοῦ Ἥλιου καὶ μέχρι ἐκείνη τὴ στιγμή ἡ Γῆ θὰ κινεῖται σὰν ὁ Ἥλιος νὰ μὴν εἶχε διασπαστεῖ. Καὶ γενικὰ κανένα γεγονός πού συμβαίνει μὲ τὸν Ἥλιο ἢ στὸν Ἥλιο δὲν ἔχει καμία ἐπίδραση οὔτε στὴ Γῆ οὔτε στὴν κίνησή της μέχρι νὰ περάσουν αὐτὰ τὰ ὀκτῶ λεπτά.

Ἡ πεπερασμένη ταχύτητα διάδοσης τοῦ σήματος, ἐννοεῖται, δὲν στερεῖ τὴ δυνατότητα νὰ κανονίσουμε τὴ χρονικὴ σύμπτωση δύο γεγονότων. Γι' αὐτὸ πρέπει μόνο νὰ ὑπολογίσουμε τὸν χρόνο καθυστέρησης τοῦ σήματος, κάτι πού συμβαίνει συχνά. Ἐν τούτοις, ὁ τρόπος πραγματοποίησης τῆς ταυτοχρονίας ἤδη συνδέεται μὲ τὴ σχετικότητα αὐτῆς τῆς ἔννοιας. Στὴν πραγματικότητα, γιὰ νὰ ὑπολογίσουμε τὴ χρονοκαθυστέρηση θὰ πρέπει νὰ διαιρέσουμε τὴν ἀπόσταση μεταξὺ τῶν δύο τόπων στοὺς ὁποίους συνέβησαν τὰ γεγονότα μὲ τὴν ταχύτητα διάδοσης τοῦ σήματος. Ἀπὸ τὴν ἄλλη πλευρά, συζητώντας τὸ θέμα τῆς ἀποστολῆς τῶν ἐπιστολῶν ἀπὸ τὸ δρομολόγιο τοῦ Ὑπερσιβηρικοῦ Μόσχας-Βλαδιβοστόκ (σελ. 44), εἶδαμε ὅτι ὁ ἴδιος ὁ τόπος στὸν ᾧ εἶναι μία ἔννοια ἐντελῶς σχετικῆ.

20. Σὲ 8 λεπτὰ τὸ φῶς, τρέχοντας μὲ 300.000 Km/sec, διανύει ἀπόσταση ἴση μὲ $300.000 \times 8 \times 60 = 14.4000.000$ Km πού εἶναι ἡ ἀπόσταση τοῦ πλανήτη μας ἀπὸ τὸν Ἥλιο.

4.7 Νωρίτερα και αργότερα

Ἄς υποθέσουμε ὅτι στὸ τραῖνο μας μὲ τὴ λάμπα ποὺ ἀνάβει, τὸ ὁποῖο θὰ ὀνομάζουμε «τὸ ἐξπρὸς τοῦ Einstein», χάλασε ὁ μηχανισμὸς αὐτόματου ἀνοίγματος τῶν θυρῶν καὶ αὐτοὶ ποὺ ταξιδεύουν παρατήρησαν ὅτι ἡ μπροστινὴ θύρα ἀνοίξε 15 δευτερόλεπτα νωρίτερα ἀπὸ τὴν πίσω. Οἱ ἄνθρωποι στὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ βλέπουν, ἀντίθετα, ὅτι ἡ πίσω θύρα ἀνοίξε $45 - 15 = 25$ sec νωρίτερα. Ἔτσι, αὐτὸ ποὺ γιὰ τὸ ἓνα σύστημα ἀναφορᾶς συνέβη νωρίτερα γιὰ τὸ ἄλλο μπορεῖ νὰ συμβεῖ αργότερα.

Ἐντούτοις, ἀμέσως γεννιέται ἡ σκέψη ὅτι μιὰ τέτοια σχετικότητα τῆς ἔννοιας «νωρίτερα» καὶ «αργότερα» πρέπει νὰ ἔχει τὰ ὅριά της. Ἔτσι εἶναι ἀδύνατον νὰ γίνεῖ ἀποδεκτὸ (σὲ ὀποιοδήποτε σύστημα ἀναφορᾶς) ὅτι ἓνα παιδὶ γεννήθηκε νωρίτερα ἀπὸ τὴ μητέρα του.

Ἄς πάρουμε μιὰ κηλίδα ποὺ σχηματίσθηκε στὸν ἥλιο [ἄς ποῦμε στὶς 08:00 (στμ)]. Μέσα σὲ ὀκτὼ λεπτὰ τὴν κηλίδα τὴν εἶδε ἓνας ἀστρονόμος ποὺ παρακολοθεῖ τὸν ἥλιο ἀπὸ τὸ τηλεσκόπιό του [δηλ. στὶς 08:08 (στμ)]. Ὅ,τι κάνει ὁ ἀστρονόμος μετὰ ἀπὸ αὐτὸ [δηλ. στὶς 08:09, 08:10, κ.λπ. (στμ)] θὰ εἶναι ἀπολύτως αργότερα ἀπὸ τὴ στιγμή ποὺ ἐμφανίσθηκε ἡ κηλίδα· αργότερα ἀπὸ τὴν ἄποψη ὀποιουδήποτε συστήματος ἀνα-

φορᾶς ὅπου παρατηροῦν τὴν ἠλιακὴ κηλίδα καὶ τὸν ἀστρονόμο. Ἀντιθέτως, ὅ,τιδήποτε συνέβη στὸν ἀστρονόμο ὀκτῶ λεπτὰ νωρίτερα ἀπὸ τὴν ἐμφάνιση τῆς κηλίδας [δηλ. στὶς 07:59, 07:58, κ.λπ. (στμ)] (ἔτσι ὥστε τὸ φωτεινὸ σῆμα αὐτοῦ τοῦ γεγονότος θὰ ἔφθανε στὸν Ἥλιο πρὶν τὴν ἐμφάνιση τῆς κηλίδας), συνέβη ἀπολύτως νωρίτερα.

Ἄν ὁ ἀστρονόμος γιὰ παράδειγμα φόρεσε τὰ γυαλιά του σὲ μιὰ στιγμή μεταξύ αὐτῶν τῶν δύο ὀρίων [δηλ. μεταξύ 08:00 καὶ 08:08 (στμ)] τότε ὁ χρονικὸς συσχετισμὸς μεταξύ τῆς ἐμφάνισης τῆς κηλίδας καὶ τοῦ φορέματος τῶν γυαλιῶν ἀπὸ τὸν ἀστρονόμο δὲν θὰ εἶναι ἀπόλυτος.

Μποροῦμε νὰ κινηθοῦμε σὲ σχέση μὲ τὸν ἀστρονόμο καὶ τὴν κηλίδα ἔτσι ὥστε, σὲ ἐξάρτηση ἀπὸ τὴν ταχύτητα καὶ τὴν κατεύθυνση τῆς κίνησής μας, νὰ βλέπουμε τὸν ἀστρονόμο νὰ φοράει τὰ γυαλιά του νωρίτερα, ἀργότερα ἢ καὶ ταυτόχρονα μὲ τὴν ἐμφάνιση τῆς κηλίδας.

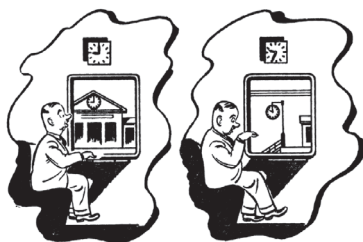
Ἐτσι ἡ ἀρχὴ τῆς σχετικότητας δείχνει ὅτι οἱ χρονικοὶ συσχετισμοὶ μεταξύ γεγονότων εἶναι τριῶν τύπων: ἀπολύτως νωρίτερα, ἀπολύτως ἀργότερα καὶ «οὔτε νωρίτερα οὔτε ἀργότερα», ἢ, γιὰ νὰ εἶμαστε πιὸ ἀκριβεῖς, νωρίτερα ἢ ἀργότερα ἀνάλογα μὲ τὸ σύστημα ἀναφορᾶς ἀπὸ τὸ ὁποῖο παρατηροῦνται αὐτὰ τὰ γεγονότα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Ίδιότροπα ρολόγια και χάρακες

5.1 Άς πάρουμε πάλι τὸ τραίνο

Άς υποθέσουμε ὅτι ὑπάρχει μιὰ μολὸ μακρὰ σιδηροδρομικὴ γραμμὴ ἐπάνω στὴν ὁποία κινεῖται τὸ τραίνο τοῦ Einstein. Σὲ μιὰ ἀπόσταση 864.000.000 Km μεταξύ τους ὑπάρχουν δύο σταθμοί. Μὲ ταχύτητα 240.000 Km/sec τὸ τραίνο τοῦ Einstein χρειάζεται μιὰ ὥρα γιὰ νὰ διατρέξει τὴν ἀπόσταση²¹.

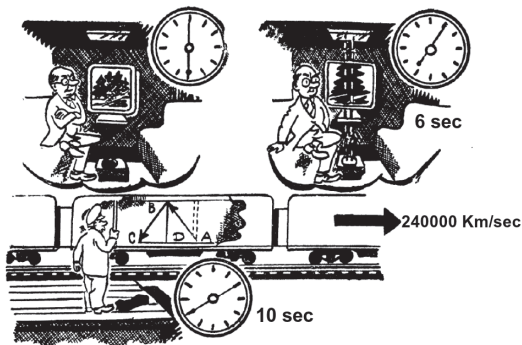


5.1 Τί συμβαίνει μὲ τὸ ρολόι μου;

21. Μία ὥρα ἔχει 60 λεπτὰ καὶ κάθε λεπτὸ 60 δευτερόλεπτα, ὁπότε μία ὥρα ἔχει $60 \times 60 = 3.600$ δευτερόλεπτα. Συνεπῶς: $240.000 \times 3.600 = 864.000.000$ Km.

Καὶ στοὺς δύο σταθμοὺς ὑπάρχουν ρολόγια. Στὸν πρῶτο σταθμὸ στὸ βαγόνι ἀνεβαίνει ἕνας ταξιδιώτης καὶ πρὶν τὴν ἀναχώρηση τοῦ τραίνου συγχρονίζει τὸ ρολοὶ του μὲ ἐκεῖνο τοῦ σταθμοῦ. Μόλις φθάσει στὸν ἄλλο σταθμὸ ὁ ταξιδιώτης μὲ ἔκπληξη διαπιστώνει ὅτι τὸ ρολοὶ του ἔχει μείνει πίσω (σκίτσο 5.1). Στὸ ρολογάδικο πού τὸ πῆγε τὸν βεβαίωσαν ὅτι τὸ ρολοὶ του δὲν εἶχε κανένα πρόβλημα. Τότε, τί συμβαίνει;

Γιὰ νὰ τὸ καταλάβουμε ἄς φανταστοῦμε ὅτι ὁ ἐπιβάτης στέλνει στὸ ταβάνι τοῦ βαγονιοῦ μὲ τὸν φακό του, πού βρίσκεται στὸ δάπεδο, μία ἀκτίνα φωτός. Στὸ ταβάνι ἔχει τοποθετηθεῖ καθρέπτης ἀπὸ τὸν ὁποῖο ἡ ἀκτίνα ἀνακλᾶται πρὸς τὸν λαμπτήρα τοῦ φακοῦ. Ἡ πορεία τῆς ἀκτίνας τοῦ φωτός, ὅπως τὴν βλέπει ὁ ἐπιβάτης στὸ βαγόνι, φαίνεται στὸ ἐπάνω μέρος τοῦ σκίτσου 5.2



5.2 Οἱ παραξενιές μιᾶς ἀκτίνας φωτός.

Ἐντελῶς διαφορετικὴ φαίνεται ἡ πορεία τῆς ἀκτίνας τοῦ φωτὸς ἀπὸ ἕναν παρατηρητὴ πού βρίσκεται στὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ. Μέσα στὸν χρόνο πού ἡ ἀκτίνα θὰ πάει ἀπὸ τὸν λαμπτήρα ἕως τὸν καθρέπτη, αὐτὸς ὁ ἴδιος ὁ καθρέπτης, λόγω τῆς κίνησης τοῦ τραίνου, διανύει κάποια ἀπόσταση. Μέχρι νὰ ἐπιστρέψει ἡ ἀκτίνα στὸν λαμπτήρα αὐτὸς ἔχει διανύσει ἄλλη τόση ἀπόσταση.

Γιὰ τὸν παρατηρητὴ πού βρίσκεται στὴν πλατφόρμα φαίνεται ξεκάθαρα ὅτι τὸ φῶς διήνυσε μεγαλύτερη ἀπόσταση ἀπὸ ὅ,τι ἐκείνη γιὰ τὸν παρατηρητὴ ἐπάνω στὸ τραῖνο. Ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριά, ξέρουμε ὅτι ἡ ταχύτητα τοῦ φωτὸς εἶναι ἀπόλυτη. Εἶναι ἴδια καὶ γιὰ ἐκείνους πού ταξιδεύουν μὲ τὸ τραῖνο καὶ γιὰ ἐκείνους πού στέκονται στὴν πλατφόρμα. Αὐτὸ μᾶς ὀδηγεῖ στὸ ἀκόλουθο συμπέρασμα: μεταξὺ τῆς ἀνόδου καὶ τῆς ἐπανόδου τῆς ἀκτίνας τοῦ φωτὸς πέρασε περισσότερος χρόνος στὸν σταθμὸ ἀπὸ ὅ,τι στὸ τραῖνο.

Δὲν εἶναι δύσκολο νὰ ὑπολογίσουμε τὴ σχέση τοῦ χρόνου.

Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι ὁ παρατηρητὴς στὴν πλατφόρμα διαπιστώνει ὅτι μεταξὺ τῆς ἀναχώρησης καὶ τῆς ἐπιστροφῆς τῆς ἀκτίνας τοῦ φωτὸς πέρασαν 10 sec. Μέσα στὰ 10 αὐτὰ δευτερόλεπτα τὸ φῶς διέτρεξε $300.000 \cdot 10 = 3.000.000$ Km. Ἀπὸ αὐτὸ συνεπάγεται ὅτι οἱ πλευρὲς AB καὶ

BC τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου ABC (σκίτσο 5.2) εἶναι ἡ κάθε μία 1.500.000 m. Ἡ πλευρὰ AC εἶναι ἴση, ὅπως φαίνεται, μετὰ τὴν διαδρομὴν ποὺ διήνυσε τὸ τραῖνο μέσα στὰ 10 δευτερόλεπτα, δηλαδή, $240.000 \cdot 10 = 2.400.000$ Km.

Τώρα εἶναι εὐκόλο νὰ προσδιορίσουμε τὸ ὕψος τοῦ βαγониοῦ ἀφοῦ θὰ εἶναι τὸ ὕψος BD τοῦ τριγώνου ABC. Στὸ ὀρθογώνιο τρίγωνο (ABD) τὸ τετράγωνο τῆς ὑποτείνουσας (AB) εἶναι ἴσο μετὰ τὸ ἄθροισμα τῶν τετραγώνων τῶν δύο καθέτων (AD καὶ BD). Ἀπὸ τὴν ἰσότητα: $AB^2 = AD^2 + BD^2$ παίρνουμε ὅτι τὸ ὕψος τοῦ βαγониοῦ αὐτοῦ εἶναι $BD = \sqrt{AB^2 - AD^2} = \sqrt{1500000^2 - 1000000^2} = 900000$ Km. Ἐνα τέτοιο ὕψος δὲν εἶναι ἐκπληξία γιὰ τὶς ἀστρονομικὲς διαστάσεις ποὺ ἔχει τὸ τραῖνο τοῦ Einstein.

Ἡ διαδρομὴν ποὺ διανύει ἡ ἀκτίνα τοῦ φωτὸς ἀπὸ τὸ πάτωμα ἕως τὸ ταβάνι τοῦ βαγониοῦ καὶ ἡ ἐπιστροφή της, ὅπως τὴ βλέπει ὁ ἐπιβάτης εἶναι ἴση, ὅπως φαίνεται, μετὰ τὸ διπλάσιο τοῦ ὕψους του, δηλαδή, $2 \cdot 900.000 = 1.800.000$ Km. Γιὰ νὰ κάνει αὐτὴ τὴν διαδρομὴν τὸ φῶς χρειάζεται 1.800.000/300.000 = 6 sec.

5.2 Τὰ ρολόγια συστηματικὰ μένουν πίσω

Καὶ ἔτσι, ἐνῶ στὸν σταθμὸν πέρασαν 10 δευτερόλεπτα, στὸ τραῖνο μόνο 6 δευτερόλεπτα. Ἄρα,

ἐὰν κατὰ τὸν χρόνον, ὅπως μετῶνται στὸν σταθμό, τὸ τραῖνο ἔφθασε μία ὥρα μετὰ τὴν ἀναχώρησή του τότε, σύμφωνα μὲ τὸ ρολοῖ τοῦ ἐπιβάτη, θὰ περάσουν μόνον $60 \cdot 6/10 = 36$ λεπτά. Μὲ ἄλλα λόγια, τὸ ρολοῖ τοῦ ταξιδιώτη καθυστερεῖ σὲ σχέση μὲ ἐκεῖνο τοῦ σταθμοῦ κατὰ 24 λεπτά τὴν ὥρα.

Δὲν εἶναι δύσκολο νὰ μαντέψουμε ὅτι ἡ καθυστέρηση τοῦ ρολοιοῦ θὰ εἶναι πιὸ ἔντονη ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ ταχύτητα.

Πραγματικά, ὅσο πλησιέστερη στὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς εἶναι ἐκείνη τοῦ τραίνου τόσο πλησιέστερη σὲ μῆκος θὰ εἶναι ἡ κάθετος AD ποὺ ἀπεικονίζει τὴ διαδρομὴ ποὺ κάνει τὸ τραῖνο, πρὸς τὸ μῆκος τῆς ὑποτείνουσας AB ποὺ δείχνει τὴ διαδρομὴ ποὺ ἀκολουθεῖ τὸ φῶς στὸν ἴδιο χρόνο. Ἀντιστοίχως πρὸς τὰ προηγούμενα μειώνεται καὶ ἡ σχέση τῆς καθέτου BD πρὸς τὴν ὑποτείνουσα. Ἀλλὰ αὐτὴ ἡ σχέση εἶναι καὶ ἡ σχέση τοῦ χρόνου στὸ τραῖνο καὶ στὸν σταθμό. Καθὼς ἡ ταχύτητα τοῦ τραίνου προσεγγίζει ἐκείνη τοῦ φωτὸς μποροῦμε νὰ καταφέρουμε ὥστε μέσα στὴ μία ὥρα, ὅπως τὴ μετράει τὸ ρολοῖ τοῦ σταθμοῦ, στὸ τραῖνο νὰ περάσει ὅσο μικρὸ χρονικὸ διάστημα ἐπιθυμοῦμε. Ἔτσι, ἂν τὸ τραῖνο τρέχει μὲ 0,9999 φορές τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς, μέσα στὴ μία ὥρα, ὅπως τὴ μετράει τὸ ρολοῖ τοῦ σταθμοῦ, στὸ τραῖνο θὰ ἔχει περάσει

μόνο ένα λεπτό²²!

Συμπερασματικά, όλα τὰ κινούμενα ρολόγια καθυστερούν σὲ σχέση μὲ τὰ ἡρεμοῦντα. Αὐτὸ τὸ ἀποτέλεσμα δὲν παραβιάζει τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας ἀπὸ τὴν ὁποία ξεκινήσαμε; Δὲν σημαίνει αὐτὸ ὅτι ἐκεῖνο τὸ ρολοῖ ποὺ πηγαί-

22. Κοιτάζοντας τὸ σκίτσο 5.2, ἐπαναλαμβάνοντας τὰ ἴδια βήματα ὅπως καὶ πρὶν, ἀντικαθιστώντας τὰ 300.000 Km/sec γιὰ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς μὲ τὸ γράμμα c , γιὰ λόγους εὐκολίας στὶς ἀριθμητικὲς πράξεις, καὶ τὴν ταχύτητα τοῦ τραίνου μὲ $0,9999c$, θὰ ἔχουμε:

Μέσα σὲ 10 sec τὸ φῶς διέτρεξε $c \cdot 10 = 10c$ Km. Ἀπὸ αὐτὸ συνεπάγεται ὅτι οἱ πλευρὲς AB καὶ BC τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου ABC εἶναι ἢ κάθε μία $10c/2 = 5c$ Km. Ἡ πλευρὰ AC εἶναι ἴση, ὅπως φαίνεται, μὲ τὴ διαδρομὴ ποὺ διήνυσε τὸ τραῖνο μέσα στὰ 10 sec, δηλαδή, $0,9999c \cdot 10 = 9,999c$ Km. Τώρα εἶναι εὐκόλο νὰ προσδιορίσουμε τὸ ὕψος τοῦ βαγονιοῦ ἀφοῦ θὰ εἶναι τὸ ὕψος BD τοῦ τριγώνου ABC. Ἐφαρμόζοντας τὸ πυθαγόρειο θεώρημα στὸ τρίγωνο ABD καὶ λύνοντας ὡς πρὸς BD, ἔχουμε:

$$\begin{aligned} BD &= \sqrt{AB^2 - AD^2} = \sqrt{(10c/2)^2 - (9,999c/2)^2} = \sqrt{(10^2 - 9,999^2)(c/2)^2} \\ &= c/2 \cdot \sqrt{(10 + 9,999)(10 - 9,999)} = c/2 \cdot \sqrt{19,999 \cdot 0,001} \\ &= \sqrt{0,019999} \cdot c/2 = 0,14142c/2 \text{ Km} \end{aligned}$$

Ἡ διαδρομὴ ποὺ διανύει ἢ ἀκτῖνα τοῦ φωτὸς ἀπὸ τὸ πάτωμα ἕως τὸ ταβάνι τοῦ βαγονιοῦ καὶ ἢ ἐπιστροφὴ τῆς, ὅπως τὴ βλέπει ὁ ἐπιβάτης, εἶναι ἴση, ὅπως φαίνεται, μὲ τὸ διπλάσιο τοῦ ὕψους του, δηλαδή, $2 \cdot 0,14142c/2 = 0,14141c$ Km. Γιὰ νὰ κάνει αὐτὴ τὴ διαδρομὴ τὸ φῶς χρειάζεταιται $0,14142c/c = 0,14142$ sec. Ἄρα, ἐνῶ στὸν σταθμὸ πέρασαν 10 sec στὸ τραῖνο μόνον $0,14142$ sec. Ἐὰν κατὰ τὸν χρόνο ὅπως μετῶνται στὸν σταθμὸ τὸ τραῖνο ἔφθασε μία ὥρα μετὰ τὴν ἀναχώρησή του τότε σύμφωνα μὲ τὸ ρολοῖ τοῦ ἐπιβάτη θὰ ἔχουν περάσει μόνον $60 \cdot 0,14142/10 = 0,85$ min ≈ 1 λεπτό.

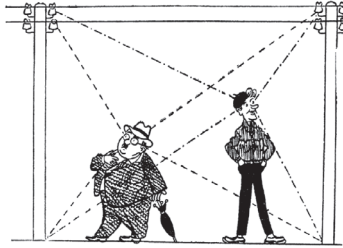
νει γρηγορότερα ὄλων τῶν ἄλλων βρίσκεται σὲ ἀπόλυτη ἡρεμία;

Ὅχι, γιατί ἡ σύγκριση τοῦ ρολοιοῦ στὸ τραῖνο μὲ τὸ ρολοῖ τοῦ σταθμοῦ πραγματοποιήθηκε σὲ ἐντελῶς ἀνισοδύναμες συνθήκες ἀφοῦ συμμετείχαν ὄχι δύο ἀλλὰ τρία ρολόγια! Ὁ ταξιδιδίτης συνέκρινε τὸ ρολοῖ του μὲ δύο διαφορετικὰ ρολόγια σὲ δύο διαφορετικούς σταθμούς. Καὶ ἀντιστρόφως: ἐὰν στὸ μπροστινὸ καὶ στὸ πίσω βαγόνι εἶχαν τοποθετηθεῖ ρολόγια τότε ὁ παρατηρητῆς σὲ ἕναν ἀπὸ τοὺς σταθμούς συγκρίνοντας τὴν ἔνδειξη τοῦ ρολοιοῦ τοῦ σταθμοῦ μὲ τὴν ἔνδειξη τοῦ κρεμασμένου ρολοιοῦ στὸ παράθυρο τοῦ τραίνου πὺ περνάει ἀπὸ μπροστὰ του θὰ ἀνακάλυπτε ὅτι τὰ ρολόγια τοῦ σταθμοῦ συστηματικὰ καθυστεροῦν. Στὸ κάτω-κάτω τῆς γραφῆς, σὲ συνθήκες εὐθύγραμμης καὶ ὁμαλῆς κίνησης τοῦ τραίνου σὲ σχέση μὲ τὸν σταθμό, ἔχουμε τὸ δικαίωμα νὰ θεωρήσουμε ὅτι τὸ τραῖνο εἶναι ἀκίνητο καὶ κινεῖται ὁ σταθμός. Οἱ νόμοι τῆς Φύσεως σὲ κάθε περίπτωση πρέπει νὰ εἶναι πανομοιότυποι.

Κάθε παρατηρητῆς, ἀκίνητος σὲ σχέση μὲ τὸ ρολοῖ του, βλέπει ὅτι τρέχουν τὰ ἄλλα ρολόγια, πὺ περνᾶνε σὲ σχέση μὲ τὸ δικό του καὶ πᾶνε μπροστὰ τόσο περισσότερο ὅσο μεγαλύτερη ταχύτητα ἔχει ἡ κίνησή τους.

Αὐτὴ ἡ κατάσταση εἶναι ἐντελῶς ἀνάλογη μὲ ἐκείνη στὴν ὁποία δύο παρατηρητῆς στέκονται

ὁ καθέννας δίπλα σὲ μία τηλεγραφικὴ κολῶνα, καὶ ἰσχυρίζεται ὁ καθέννας ὅτι ἡ δική του κολῶνα φαίνεται ὑπὸ μεγαλύτερη γωνία σὲ σχέση μὲ τὴν κολῶνα τοῦ ἄλλου (σχίτσο 5.3).



5.3 Ἡ δική μου κολῶνα εἶναι μεγαλύτερη!

5.3 Ἡ χρονομηχανή

Ἄς θεωρήσουμε τώρα ὅτι τὸ τραῖνο τοῦ Einstein δὲν κινεῖται σὲ εὐθεία σιδηροδρομικὴ γραμμὴ ἀλλὰ σὲ κυκλική, ἐπιστρέφοντας ἔτσι μετὰ ἀπὸ συγκεκριμένο χρόνο στὸν σταθμὸ ἀπὸ τὸν ὁποῖο ξεκίνησε. Ὅπως ἔχουμε ἤδη προσδιορίσει, ὁ ἐπιβάτης ὑπ' αὐτὲς τὶς συνθῆκες ἀνακαλύπτει ὅτι τὸ ρολόι του μένει πίσω καὶ ὅτι καθυστερεῖ τόσο πιὸ πολὺ ὅσο πιὸ γρήγορα κινεῖται τὸ τραῖνο. Τὸ τραῖνο τοῦ Einstein, κινούμενο στὴν κυκλικὴ σιδηροτροχιά, καὶ αὐξάνοντας ταχύτητα μπορεῖ νὰ ἐπιτύχει κατάσταση κατὰ τὴν ὁποία μέσα σὲ χρόνο πού γιὰ τὸν ἐπιβάτη περνάει σὲ μόνο μία ἡμέρα γιὰ τὸν σταθμάρχη θὰ περνᾶνε

πολλά χρόνια. Έχοντας επιστρέψει (σύμφωνα με τὸ ρολόι του) μετὰ ἀπὸ μία ἡμέρα στὸ σπίτι του στὸν σταθμὸ ἀναχώρησής του στὴν κυκλικὴ γραμμὴ, ὁ ἐπιβάτης μας μαθαίνει ὅτι ὅλοι οἱ συγγενεῖς του καὶ οἱ γνωστοί του ἔχουν ἐδῶ καὶ καιρὸ πεθάνει.

Σὲ ἀντίθεση μὲ τὸ ταξίδι μεταξὺ δύο σταθμῶν στὴν εὐθεία σιδηροδρομικὴ γραμμὴ, ὅταν ὁ ἐπιβάτης ἐλέγχει τὸ ρολόι του σὲ σχέση μὲ τὰ διάφορα ἄλλα ρολόγια, ἐδῶ στὴν κυκλικὴ γραμμὴ συγκρίνει τὶς ἐνδείξεις ὄχι τριῶν ἀλλὰ μόνον δύο ρολογιῶν· τοῦ ρολοιοῦ ἐπάνω στὸ τραῖνο καὶ τοῦ ρολοιοῦ στὸν σταθμὸ ἀναχώρησης.

Δὲν ὑπάρχει ἐδῶ ἀντίφαση μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας; Μποροῦμε νὰ θεωρήσουμε ὅτι ὁ ἐπιβάτης ἠρεμεῖ καὶ ὁ σταθμὸς ἀναχώρησης κινεῖται σὲ κυκλικὴ τροχιά μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ τραίνου τοῦ Einstein; Τότε θὰ φθάνουμε στὸ συμπέρασμα ὅτι γιὰ τοὺς ἀνθρώπους στὸν σταθμὸ θὰ περάσει μία ἡμέρα ἐνῶ γιὰ τὸν ἐπιβάτη θὰ περάσουν πολλὰ χρόνια. Μία τέτοια συλλογιστικὴ, ὅμως, θὰ ἦταν ἐσφαλμένη καὶ ἰδοῦ γιατί:

Ἔχουμε ξεκαθαρίσει ἤδη ὅτι ἓνα σῶμα μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ ἀδρανειακὸ σύστημα μόνον ὅταν ἐπάνω του δὲν ἀσκεῖται καμία δύναμη. Ἡ ἀλήθεια εἶναι ὅτι ὑπάρχει ὄχι μόνο μία ἀλλὰ ἀναρίθμητες «ἠρεμίες» καὶ δύο ἀδρανειακὰ συστήματα μποροῦν νὰ κινοῦνται εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλὰ τὸ

ένα ως πρὸς τὸ ἄλλο, ἀλλὰ στὸ ρολόι τοῦ τραίνου τοῦ Einstein, ποὺ τρέχει στὴν κυκλικὴ διαδρομὴ, σαφῶς καὶ ἀσκεῖται ἢ φυγόκεντρος δύναμη καὶ γι' αὐτὸ σὲ καμία περίπτωση δὲν μπορούμε νὰ τὸ θεωρήσουμε ἀδρανειακό. Σὲ αὐτὴ τὴν περίπτωση ἢ διαφορὰ μεταξὺ τῶν ἐνδείξεων τοῦ ρολογιοῦ τοῦ ἀκινήτου σταθμοῦ καὶ τοῦ ρολογιοῦ τοῦ τραίνου τοῦ Einstein εἶναι ἀπόλυτη.

Ἄν δύο ἄνθρωποι μὲ ρολόγια ποὺ ἔχουν ἀκριβῶς τὶς ἴδιες ἐνδείξεις χωρίσουν τοὺς δρόμους τοὺς καὶ μετὰ ἀπὸ λίγο καιρὸ ξανασυναντηθοῦν τότε περισσότερο χρόνο θὰ δείχνει τὸ ρολόι ἐκείνου ὁ ὁποῖος ἤρεμοῦσε ἢ ἐκινεῖτο εὐθύγραμμα καὶ ὁμαλά, δηλαδή, ἐκείνου στὸν ὅποιο δὲν ἀσκήθηκε καμία δύναμη.

Τὸ ταξίδι στὴν κυκλικὴ σιδηροτροχιὰ μὲ ταχύτητα πλησίον ἐκείνης τοῦ φωτὸς μᾶς δίνει θεωρητικὰ τὴ δυνατότητα, ἂν καὶ σὲ περιορισμένο βαθμὸ, νὰ κατασκευάσουμε τὴ μηχανὴ τοῦ χρόνου τοῦ Wells²³. ἀποβιβαζόμενοι πάλι στὸν σταθμὸ

23. Ἡ **Μηχανὴ τοῦ Χρόνου** (The Time Machine) εἶναι μυθιστόρημα ἐπιστημονικῆς φαντασίας τοῦ **Herbert George Wells** (1866-1946). Ἐκδόθηκε τὸ 1895. Ὁ Wells πιστώνεται γενικὰ τὴν αὐξηση τῆς δημοτικότητος τῆς ἔννοιας τοῦ ταξιδιοῦ στὸν χρόνο χρησιμοποιώντας ὄχημα ποὺ ἐπιτρέπει στὸν χειριστὴ νὰ ταξιδέψει σκόπιμα καὶ ἐπιλεκτικά. Ἐπινόησε τὸν ὄρο «**μηχανὴ τοῦ χρόνου**» ποὺ χρησιμοποιεῖται πλέον παγκοσμίως γιὰ ἀναφορὰ σὲ τέτοιο ὄχημα. (https://en.wikipedia.org/wiki/The_Time_Machine)

ἀναχώρησης ἀνακαλύψαμε ὅτι βγήκαμε στὸ μέλλον. Ἡ ἀλήθεια εἶναι ὅτι μὲ αὐτὴ τὴ χρονομηχανὴ μπορούμε νὰ πᾶμε στὸ μέλλον ἀλλὰ δὲν ἔχουμε τὴ δυνατότητα νὰ ἐπιστρέψουμε στὸ παρελθόν. Καὶ ἐδῶ βρίσκεται ἡ μεγαλύτερὴ τῆς διαφορὰ ἀπὸ τὴ χρονομηχανὴ τοῦ Wells.

Εἶναι μάταιο ἀκόμα καὶ νὰ ἐλπίζουμε ὅτι ἡ περαιτέρω ἐξέλιξη τῆς ἐπιστήμης θὰ μᾶς ἐπιτρέψει νὰ ταξιδεύουμε στὸ παρελθόν. Ἀλλιῶς θὰ ἔπρεπε νὰ παραδεχθοῦμε, θεωρητικά, τὶς δυνατότητες παράλογων καταστάσεων. Στὴν πραγματικότητα, ἔχοντας κατευθυνθεῖ στὸ παρελθόν ὁ ἄνθρωπος θὰ μπορούσε νὰ βρεθεῖ σὲ μιὰ ἀλλόκοτη κατάσταση στὴν ὁποία οἱ γονεῖς του ἀκόμα δὲν θὰ εἶχαν γεννηθεῖ! Τὰ ταξίδια στὸ μέλλον, ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριά, κρύβουν μόνο ὑποτιθέμενες ἀντιφάσεις.

5.4 Ταξιδεύοντας σὲ ἕναν ἀστέρα

Στὸν οὐρανὸ ὑπάρχουν ἀστέρες ποὺ ἀπέχουν ἀπὸ ἐμᾶς, γιὰ παράδειγμα, ἀποστάσεις τὶς ὁποῖες μία ἀκτίνα φωτὸς διατρέχει σὲ 40 χρόνια²⁴.

24. Στὴ μέτρηση τῶν τεραστίων ἀποστάσεων τοῦ Σὺμπαντος χρησιμοποιοῦμε ὡς μονάδα τὸ «ἔτος φωτὸς» (= light year, **ly**), ποὺ ἰσοῦται μὲ τὴν ἀπόσταση ποὺ διανύει τὸ φῶς κινούμενο μὲ ταχύτητα $c = 300.000 \text{ Km/sec}$ σὲ ἕνα ἔτος (δηλ. $300.000 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3.600 \approx 100.000.000.000.000 \text{ Km}$). Ἄρα ὁ ἀστέρας ποὺ ἀναφέρει ὁ Λαντάου ἀπέχει 40 ly (**40c yrs**, ἡ μονάδα ποὺ χρησιμοποιεῖ ἡ κοσμολογία).

Ἀφοῦ γνωρίζουμε ὅτι εἶναι ἀδύνατη κίνηση με ταχύτητα μεγαλύτερη ἐκείνης τοῦ φωτός, τότε θὰ ἦταν λογικὸ νὰ καταλήξουμε στὸ συμπέρασμα ὅτι τὸ νὰ φθάσει κανεὶς σὲ αὐτοὺς τοὺς ἀστέρες σὲ χρονικὸ διάστημα μικρότερο τῶν 40 ἐτῶν εἶναι ἀδύνατο. Ἐνα τέτοιο συμπέρασμα, ὅμως, εἶναι ἐσφαλμένο ἀφοῦ οἱ μεταβολὲς τοῦ χρόνου ποὺ σχετίζονται με τὴν κίνηση, δὲν ὑπολογίζονται.

Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι πετᾶμε με τὸν πύραυλο τοῦ Einstein πρὸς κάποιον ἀστέρα με ταχύτητα 240.000 Km/sec. Γιὰ τοὺς κατοίκους τῆς Γῆς θὰ φθάσουμε στὸν ἀστέρα μέσα σὲ $300.000 \cdot 40 / 240.000 = 50$ χρόνια²⁵.

Γιὰ μᾶς ὅμως, ποὺ πετᾶμε με τὸν πύραυλο τοῦ Einstein, αὐτὸς ὁ χρόνος, με τὴν ἀναφερόμενη ταχύτητα πτήσης, μικραίνει κατὰ τὴ σχέση 6 : 10 [Ἡ παροῦσα παρουσίαση τῆς ΘτΣ εἶναι ἐκλαϊκευμένη καὶ ὁ Λαντάου ἀποφεύγει νὰ ἀναφέρει ὅτι ἡ σχέση $6/10 = 3/5$ προέρχεται ἀπὸ τὸν παράγοντα $\sqrt{1 - (v/c)^2}$ ποὺ ἐμφανίζεται στὶς ἐξισώσεις τῆς θεωρίας, ὅπου v ἡ ταχύτητα τοῦ πυραύλου, δηλαδή, $4c/5$. Τότε, $\sqrt{1 - (4c/5c)^2} = \sqrt{1 - 16/25} = \sqrt{9/25} = 3/5$ (στμ)]. Ἐπομένως, θὰ φθάσουμε στὸν ἀστέρα ὅχι σὲ 50 ἀλλὰ σὲ $6 \cdot 50/10 = 30$ χρόνια.

25. Ἡ ταχύτητα τοῦ πυραύλου θὰ εἶναι τὰ $240.000/300.000 = 4/5$ τῆς ταχύτητας τοῦ φωτός (c), ἀλλιῶς, $4c/5$ καὶ ἡ ἀπόσταση μέχρι τὸν ἀστέρα 40c yrs, ὅποτε ὁ χρόνος ποὺ θὰ διαρκέσει τὸ ταξίδι θὰ εἶναι $40c/(4c/5) = 200/4 = 50$ χρόνια.

Αυξάνοντας την ταχύτητα του πυραύλου του Einstein και πλησιάζοντας την ταχύτητα του φωτός οί ταξιδιώτες μπορούν να μειώσουν τον χρόνο που χρειάζονται για να φθάσουν σε ένα τόσο απομακρυσμένο άστέρα, όσο επιθυμούν. Θεωρητικά, με μιὰ αρκετὰ γρήγορη πτήση εἶναι δυνατόν να φθάσουν στὸν άστέρα και να ἐπιστρέψουν πίσω στὴ Γῆ ἀκόμα και μέσα σε ἕνα λεπτό^{26!} Ἐν τούτοις, στὴ Γῆ ὑπὸ τὶς ἴδιες συνθήκες θὰ ἔχουν περάσει 80 χρόνια.

Φαίνεται λοιπὸν ὅτι ἔτσι ἀνοίγεται ἡ εὐκαιρία παρατάσεως τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς. Τοῦτο εἶναι ἀλήθεια μόνο ὅσον ἀφορᾷ στοὺς ἄλλους καθ' ὅτι ὁ ἄνθρωπος γερνάει σὲ σχέση με τὸν «δικό» του χρόνο. Παρ' ὅλ' αὐτά, δυστυχῶς, αὐτὲς οἱ προοπτικὲς, ἂν ἐξετάσουμε τὸ θέμα με μιὰ κοινότερη ματιὰ, ἀποδεικνύονται πολὺ γλίσχρες.

Ἄς ξεκινήσουμε ἀπὸ τὸ ὅτι ὁ ἀνθρώπινος ὄργανισμὸς δὲν εἶναι συνηθισμένος νὰ ζεῖ σὲ συνθήκες παρατεταμένης ἐπιτάχυνσης σημαντικὰ μεγαλύτερης τῆς γήινης ἐπιτάχυνσης τῆς βαρύτητας²⁷.

26. Ὁ ἀναγνώστης θὰ πρέπει νὰ ξαναδεῖ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῆς ὑποσημείωσης 22 στὴ σελίδα 102, ὅπου ἡ ταχύτητα τοῦ κινούμενου σώματος ἦταν 0,9999 τῆς c .

27. Ἡ ἐπιτάχυνση τῆς βαρύτητας τῆς Γῆς εἶναι περίπου 10 m/sec ἀνὰ sec. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ἡ ταχύτητα ἐνὸς ἀντικειμένου, ποὺ πέφτει ἀπὸ ἕνα ὕψος πρὸς τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, μέσα σὲ κάθε δευτερόλεπτο αὐξάνεται κατὰ 10 m/sec· με ἄλλα λόγια, ἂν τὸ ἀφήσουμε νὰ πέσει (ὁπότε θὰ ἔχει

Γι' αυτό, για να φθάσει σε ταχύτητες που πλησιάζουν του φωτός απαιτείται πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Υπολογισμοί δείχνουν ότι για συνεχόμενο ταξίδι έξι μηνών με επιτάχυνση ίση με εκείνη της βαρυτικής δύναμης της Γης, ο ταξιδιώτης κερδίζει μόνον έναμιση μήνα. Αν ένα τέτοιο ταξίδι παραταθεί, το χρονικό κέρδος γρήγορα θα αρχίσει να μεγαλώνει. Πετώντας με τον πύραυλο για ένα έτος είναι δυνατόν να κερδίσει κανείς συμπληρωματικά ακόμα 18 μήνες. Ένα διετές ταξίδι θα μας δώσει 28 χρόνια και η παραμονή μας στο διαστημόπλοιο για τρία χρόνια θα ισοδυναμεί με περισσότερα από 360 χρόνια στη Γη. Οι αριθμοί θα έμοιαζαν άρκούντως παρηγορητικοί!

Η κατάσταση είναι χειρότερη όσον αφορά στην κατανάλωση ενέργειας. Η ενέργεια του κινούμενου πυραύλου, το βάρος του οποίου, με τους μετριώτερους υπολογισμούς, είναι γύρω στον ένα τόνο, σε πτήση με ταχύτητα 260.000 Km/sec (τέτοια ταχύτητα απαιτείται για να «διπλασιαστεί» ο χρόνος, δηλαδή, ώστε για κάθε έτος ταξιδιού στον πύραυλο, στη Γη να περνάνε δύο χρόνια) θα είναι ίση με 250.000.000.000.000 kWh. Τόση ενέργεια απαιτεί πολλά χρόνια για να παραχθεί σε ολόκληρο τον πλανήτη μας.

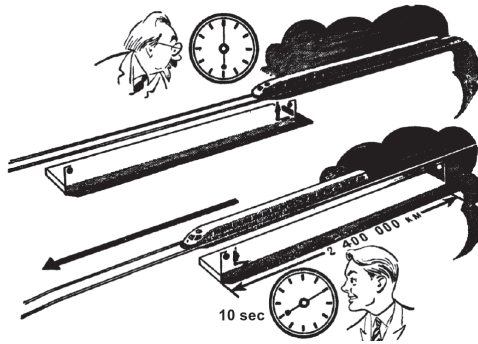
μηδενική ταχύτητα), μετά από ένα δευτερόλεπτο θα έχει ταχύτητα 10 m/sec = 36 Km/h. Στο επόμενο δευτερόλεπτο θα πέφτει με 20 m/sec = 72 Km/h, κ.ο.κ.έ.

Ἐν τούτοις, ἐμεῖς ὑπολογίσαμε μόνο τὴν ἐνέργεια τοῦ διαστημοπλοίου ἐν πτήσῃ. Ἀκόμα δὲν ἔχουμε λάβει ὑπ' ὄψιν μας, ὅτι ἀπαιτεῖται ἀκόμα νὰ ἐπιταχύνουμε τὴν ὅλη πτητικὴ συσκευή μας στὰ 260.000 Km/sec! Καὶ στὸν τερματισμὸ τοῦ ταξιδιοῦ ὁ πύραυλος θὰ πρέπει νὰ ἀρχίσει νὰ φρενάρει ὥστε νὰ προσγειωθεῖ μὲ ἀσφάλεια. Πόση ἐνέργεια θὰ ἀπαιτηθεῖ γιὰ κάτι τέτοιο;

Ἀκόμη κι ἂν διαθέταμε καύσιμα ποὺ νὰ δίνουν στὰ ἐκτοξευόμενα ἀπὸ τὰ ἀκροφύσια ἀέρια τὴν ἀνώτατη δυνατὴ ταχύτητα, δηλ. αὐτὴν τοῦ φωτός, ἀκόμα καὶ τότε αὐτὴ ἢ ἐνέργεια θὰ ἔπρεπε νὰ ξεπερνάει 200 φορές τὸ ποσὸ ποὺ ὑπολογίστηκε πιὸ πάνω. Δηλαδή, θὰ ἔπρεπε νὰ καταναλώσουμε τόση ἐνέργεια ὅση παράγει ἡ ἀνθρωπότητα μέσα σὲ μερικὲς δεκαετίες. Ἡ πραγματικὴ ταχύτητα τῶν ἀερίων ἐξόδου ἀπὸ τὸν κινούμενο πύραυλο εἶναι δεκάδες χιλιάδες φορές μικρότερη ἀπὸ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Καὶ αὐτὸ κάνει τὴν ἀπαιτούμενη κατανάλωση ἐνέργειας γιὰ τὴν ὑποτιθέμενη πτήση μας ἀπίστευτα μεγάλη.

5.5 Τὰ πράγματα συστέλλονται

Καὶ ἔτσι ὁ χρόνος, ὅπως μόλις διαπιστώσαμε, πετάχτηκε ἀπὸ τὸν θρόνο του, αὐτὸν τῆς ἀπόλυτης ἔννοιας· ἔχει σχετικὴ σημασία καὶ ἀπαιτεῖται ἢ ἀκριβῆς ἔνδειξη ἐκείνων τῶν συστημάτων ἀναφορᾶς στὰ ὁποῖα γίνεται ἡ μέτρηση.



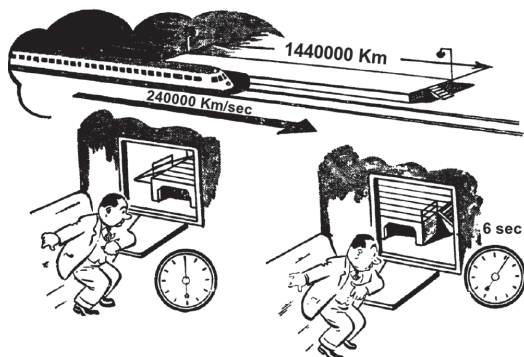
5.4 Μικραίνει ή πλατφόρμα;

Ἄς γυρίσουμε τώρα στὸν χῶρο. Ἀκόμη καὶ πρὶν τὴν περιγραφή τοῦ πειράματος τοῦ Michelson (σελ. 205-210) εἴχαμε ξεκαθαρίσει ὅτι ὁ χῶρος εἶναι σχετικός. Παρὰ αὐτὴν τὴ σχετικότητα τοῦ χῶρου προσδίδαμε στὶς διαστάσεις τῶν ἀντικειμένων ἀπόλυτο χαρακτήρα, δηλαδή, θεωρούσαμε ὅτι αὐτὲς εἶναι ιδιότητες κάθε σώματος καὶ δὲν ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ σύστημα ἀναφορᾶς στὸ ὁποῖο κάνουμε τὶς παρατηρήσεις. Ἐντούτοις, ἡ ΘτΣ μᾶς ἀναγκάζει νὰ ἀποχαιρετήσουμε καὶ αὐτὴ τὴ σιγουριά. Αὐτό, ὅπως καὶ στὴν ἀναφορὰ γιὰ τὸ ἀπόλυτο τοῦ χρόνου, εἶναι μόνο προκατάληψη ποὺ ἀνακύπτει ὡς συνέπεια τοῦ ὅτι πάντοτε ἔχουμε νὰ κάνουμε μὲ ταχύτητες ἀπείρως μικρότερες σὲ σύγκριση μὲ ἐκείνη τοῦ φωτός.

Ἄς φανταστοῦμε ὅτι τὸ τραῖνο τοῦ Einstein διέρχεται δίπλα ἀπὸ τὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ ποὺ ἔχει μῆκος 2.400.000 Km (σχίτσο 5.4).

Συμφωνεί με αυτή τη βεβαιότητα [για το μήκος της πλατφόρμας] ό επιβάτης του τραίνου του Einstein; Από τη μία άκρη της πλατφόρμας ίσαμε την άλλη περνάει χρόνος, σύμφωνα με το ρολόι του σταθμού, $2.400.000/240.000 = 10 \text{ sec}$. Όμως ό επιβάτης έχει δικό του ρολόι και σύμφωνα με αυτό ή κίνηση του τραίνου από τη μία άκρη της πλατφόρμας έως την άλλη θα πάρει λιγότερο χρόνο. Όπως ήδη γνωρίζουμε αυτός θα είναι ίσος μόνο με 6 sec (σελ. 100). Ός έκ τούτου, ό επιβάτης θα έχει δίκιο να συμπεράνει ότι το μήκος της πλατφόρμας δεν θα είναι καθόλου $2.400.000 \text{ Km}$ αλλά $240.000 \cdot 6 = 1.440.000 \text{ Km}$.

Βλέπουμε ότι το μήκος της πλατφόρμας, ως προς ακίνητο σύστημα σε σχέση με αυτήν, είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με το σύστημα ως προς το όποιο ή πλατφόρμα κινείται (στίτσο 5.5).



5.5 Μικραίνει ή πλατφόρμα;

Κάθε κινούμενο σώμα συστέλλεται κατὰ μῆκος τῆς κίνησής του. Ἐν τούτοις, αὐτὴ ἢ συστολὴ μὲ κανένα τρόπο δὲν εἶναι ἔνδειξη τῆς ἀπολυτότητας τῆς κίνησης· ἀρκεῖ νὰ βρεθοῦμε μέσα στὸ σύστημα τὸ ὁποῖο εἶναι σὲ ἡρεμία σὲ σχέση μὲ τὸ σῶμα καὶ αὐτὸ πάλι ἐπιστρέφει στὸ ἀρχικὸ του μῆκος. Ἀκριβῶς ὅπως καὶ οἱ ἐπιβάτες τοῦ τραίνου βρίσκουν ὅτι ἡ πλατφόρμα συρρικνώθηκε, τὸ ἴδιο καὶ στοὺς εὐρισκόμενους σὲ αὐτὴ φαίνεται ὅτι συρρικνώθηκε τὸ τραῖνο τοῦ Einstein (κατὰ τὸν λόγο $6 : 10^{28}$).

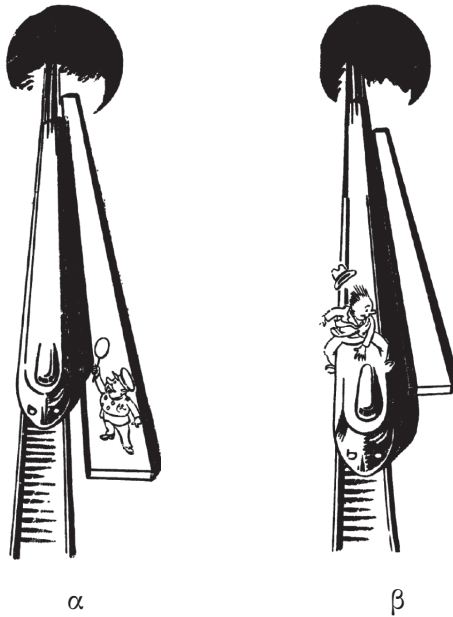
Καὶ αὐτὸ δὲν θὰ εἶναι ὀπτική ἀπάτη. Τὸ ἴδιο ἀκριβῶς δείχνουν καὶ διάφορες ἄλλες συσκευές ποὺ χρησιμοποιοῦνται γιὰ νὰ μετρήσουν τὸ μῆκος τῶν σωμάτων,

Στὸ φῶς τῶν ἀνακαλύψεων περὶ τῆς συστολῆς τῶν σωμάτων, πρέπει νὰ ἐπιφέρουμε μία διόρθωση στὴ συλλογιστικὴ μας γιὰ τὸν χρόνο ἀνοίγματος τῶν θυρῶν στὸ τραῖνο τοῦ Einstein. Ἀκριβῶς ὅταν ὑπολογίσαμε τὴ χρονικὴ στιγμή ἀνοίγματος τῶν θυρῶν, ὡς πρὸς ἕναν παρατηρητὴ στὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ, θεωρήσαμε ὅτι τὸ μῆκος τοῦ κινούμενου τραίνου θὰ εἶναι ὅσο καὶ τοῦ ἀκινήτου. Ἐν τῷ μεταξὺ γιὰ τοὺς ἀνθρώπους στὴν πλατφόρμα τὸ μῆκος τοῦ τραίνου μικραίνει. Ἀντίστοιχα πρὸς αὐτό, τὸ χρονικὸ

28. Ὁ ἀναγνώστης θὰ πρέπει νὰ θυμηθεῖ τοὺς ὑπολογισμοὺς τῆς προσθήκης μας στὴ σελίδα 108 (στμ).

διάστημα μεταξύ του άνοιγματος των θυρών, όπως τον μετράει το ρολόι του σταθμού, θα είναι στην πραγματικότητα όχι 40 sec αλλά μόνο $6 \cdot 40/10 = 24$ sec.

Τὰ σκίτσα 5.6α και 5.6β δείχνουν τὸ τραῖνο τοῦ Einstein καὶ τὴν πλατφόρμα τοῦ σταθμοῦ ὅπως φαίνονται ἀπὸ τοὺς παρατηρητὲς στὸν σταθμὸ καὶ στὸ τραῖνο. Βλέπουμε ὅτι στὸ 5.6α ἡ πλατφόρμα εἶναι μακρύτερη τοῦ τραίνου καὶ στὸ 5.6β, τὸ τραῖνο εἶναι μακρύτερο τῆς πλατφόρμας. Ποιὰ ἀπὸ αὐτὲς τὶς εἰκόνες ἀντιστοιχεῖ στὴν πραγματικότητα;



5.6: Μακρύτερος εἶναι ὁ σταθμὸς ἢ τὸ τραῖνο;

Αυτή η ἐρώτηση στερείται σημασίας ὅπως καὶ ἡ ἐρώτηση γιὰ τὸν γελαδάρη καὶ τὴν ἀγελάδα (σελ. 37). Ἡ ἀπάντηση εἶναι «καὶ τὸ ἓνα καὶ τὸ ἄλλο»: οἱ εἰκόνες δείχνουν τὴ μίαν καὶ τὴν αὐτὴ ὑποκειμενικὴ πραγματικότητα, εἶναι «στιγμιότυπα» ἀπὸ διαφορετικὸ σημεῖο παρατήρησης.

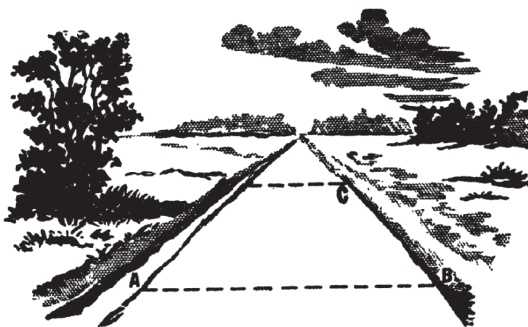
5.6 Ἰδιότροπες ταχύτητες

Πόση ταχύτητα ἔχει ὁ ἐπιβάτης σὲ σχέση μὲ τὴ σιδηροδρομικὴ γραμμὴ ἐὰν περπατᾷ πρὸς τὴ μηχανὴ τοῦ τραίνου μὲ ταχύτητα 5 Km/h ἐνῶ τὸ τραῖνο κινεῖται μὲ 50 Km/h; Εἶναι ξεκάθαρο ὅτι ἡ ταχύτητα τοῦ ἀνθρώπου σὲ σχέση μὲ τὴ σιδηροδρομικὴ γραμμὴ θὰ εἶναι ἴση μὲ $50 + 5 = 55$ Km/h. Ἡ συλλογιστικὴ ποὺ χρησιμοποιήσαμε βασίζεται στὸν νόμο πρόσθεσης τῶν ταχυτήτων καὶ γιὰ τὴν ὀρθότητα αὐτοῦ τοῦ νόμου δὲν ἔχουμε καμία ἀμφιβολία. Στὴν πραγματικότητα, μέσα σὲ μία ὥρα τὸ τραῖνο θὰ μετακινηθεῖ 50 χιλιόμετρα καὶ ὁ ἄνθρωπος ἐπάνω στὸ τραῖνο ἄλλα 5 χιλιόμετρα. Συνολικὰ 55 χιλιόμετρα, ὅπως καὶ εἶπαμε.

Εἶναι ἐντελῶς κατανοητὸ ὅτι ἡ ὑπαρξὴ στὸν κόσμον τῆς ὀριακῆς ταχύτητας στερεῖ ἀπὸ τὸν νόμο τῆς πρόσθεσης τῶν ταχυτήτων τὴν καθολικὴ του ἐφαρμογὴ στὶς μεγάλες καὶ στὶς μικρὲς ταχύτητες, καθὼς ἐὰν ὁ ἐπιβάτης κινεῖται ἐπάνω στὸ τραῖνο τοῦ Einstein μὲ ταχύτητα 100.000 Km/sec τότε ἡ

ταχύτητά του ως προς τη σιδηροδρομική γραμμή δέν μπορεί να είναι ίση με $240.000 + 100.000 = 340.000$ Km/sec, γιατί αυτή η ταχύτητα υπερβαίνει την όριακή ταχύτητα του φωτός και, συνεπώς, δέν μπορεί να υπάρχει στη Φύση.

Έτσι ο νόμος της πρόσθεσης των ταχυτήτων, τον οποίο χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή, αποδεικνύεται ανακριβής. Ίσχύει μόνο για ταχύτητες αρκετά μικρές συγκριτικά με την ταχύτητα του φωτός.



5.7 Πώς θα μετρήσουμε τὸ ἐμβαδὸν τοῦ χωραφιοῦ;

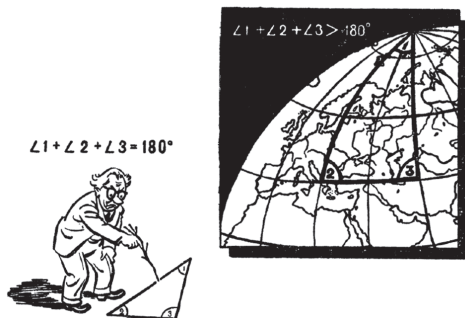
Ὁ ἀναγνώστης, ποὺ εἶναι ἤδη συνηθισμένος σὲ ὅλες τὶς παραδοξότητες τῆς ΘτΣ, εὐκόλα θὰ καταλάβει τὶς αἰτίες τῆς ἀδυναμίας ἐφαρμογῆς τοῦ, κατὰ τὰ ἄλλα, ἀπλοῦ σκεπτικοῦ μας μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ὁποίου μόλις καταλήξαμε στὸν νόμο πρόσθεσης τῶν ταχυτήτων. Γι' αὐτὸ προσθέσαμε ἀποστάσεις ποὺ διανύθηκαν μέσα σὲ μία ὥρα ἀπὸ τὸ τραῖνο ἐπάνω στὴ σιδηροτροχιὰ καὶ ἀπὸ

τὸν ἐπιβάτη ἐπάνω στὸ τραῖνο. Ἄλλὰ ἡ ΘτΣ δείχνει ὅτι αὐτὲς οἱ ἀποστάσεις δὲν μποροῦν νὰ προστεθοῦν. Αὐτὸ θὰ ἦταν τόσο παράλογο ὅσο ἂν ἤθελε κάποιος νὰ προσδιορίσει τὸ ἐμβαδὸν τοῦ χωραφιοῦ ποὺ φαίνεται στὸ σκίτσο 5.7. Θὰ πολλαπλασιάζαμε τὸ μῆκος τῶν εὐθυγράμμων τμημάτων AB καὶ BC, ἔχοντας ξεχάσει ὅτι τὸ τελευταῖο, ἐξαιτίας τῆς προοπτικῆς, στὸ σκίτσο εἶναι ἀλλοιωμένο. Ἐπίσης, γιὰ τὸν προσδιορισμὸ τῆς ταχύτητας τοῦ ἐπιβάτη σὲ σχέση μὲ τὸν σταθμὸ πρέπει νὰ προσδιορίσουμε τὴν ἀπόσταση ποὺ διήνυσε αὐτὸς μέσα σὲ μία ὥρα σύμφωνα μὲ τὸ ρολοῖ τοῦ σταθμοῦ ἐνῶ γιὰ τὸν ὑπολογισμὸ τῆς ταχύτητας τοῦ ἐπιβάτη ἐπάνω στὸ τραῖνο χρησιμοποιήθηκε τὸ ρολοῖ τοῦ τραίνου, πού, ὅπως γνωρίζουμε, εἶναι τελείως διαφορετικό.

Ἀπὸ ὅλα τὰ παραπάνω ὀδηγούμεστε στὸ ὅτι ταχύτητες, μία τουλάχιστον ἐκ τῶν ὁποίων εἶναι συγκρίσιμη μὲ ἐκείνη τοῦ φωτός, προστίθενται μὲ τελείως διαφορετικὸ τρόπο ἀπὸ ὅ,τι ἔχουμε συνηθίσει. Αὐτὴ τὴν «παράξενη» πρόσθεση τῶν ταχυτήτων μπορεῖ νὰ τὴν δεῖ κάποιος ὅταν παρατηροῦμε, γιὰ παράδειγμα, τὴ διάδοση τοῦ φωτός σὲ κινούμενο νερὸ (κάτι ποὺ συζητήσαμε νωρίτερα στὴ σελ. 76). Τὸ γεγονὸς ὅτι ἡ ταχύτητα διάδοσης τοῦ φωτός σὲ κινούμενο νερὸ δὲν εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῆς ταχύτητας τοῦ φωτός σὲ στάσιμο νερὸ καὶ τῆς ταχύτητας τοῦ κινούμενου

ὕδατος ἀλλὰ λιγότερη ἀπὸ αὐτὸ τὸ ἄθροισμα, εἶναι εὐθεία συνέπεια τῆς Θτσ.

Καὶ ὅταν πρέπει νὰ προστεθοῦν ταχύτητες, μίᾱ ἀπὸ τὶς ὁποῖες εἶναι ἴση μὲ 300.000 Km/sec, αὐτὸ γίνεται μὲ ἕναν ἰδιαίτερα ἰδιόρρυθμο τρόπο. Ἡ ταχύτητα αὐτὴ [τῶν 300.000 Km/sec] ἔχει τὴν ἰδιότητα, ὅπως ξέρουμε, νὰ διατηρεῖται ἀναλλοίωτη σὲ ὁποιοδήποτε σύστημα ἀναφορᾶς κι ἂν παρατηροῦμε τὴν κίνηση. Μὲ ἄλλα λόγια, ὁποιαδήποτε ταχύτητα καὶ ἂν προσθέσουμε στὰ 300.000 Km/sec, πρέπει νὰ παίρνομε ὡς ἀποτέλεσμα πάλι τὴν ἴδια ταχύτητα: 300.000 Km/sec.



5.8 Ἀθροισμα γωνιῶν ἑνὸς τριγῶνου.

Ἡ μὴ ἐφαρμοσιμότητα τῆς συνηθισμένης πρόσθεσης τῶν ταχυτήτων μπορεῖ νὰ ἀντιπαραβληθεῖ μὲ ἕνα ἀπλὸ παράδειγμα.

Ὅπως εἶναι γνωστό, σὲ ἕνα ἐπίπεδο τρίγωνο (παρατηρήστε τὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σκίτσου 5.8) τὸ ἄθροισμα τῶν γωνιῶν του ἰσοῦται μὲ δύο ὀρθές (180 μοῖρες). Ἐὰν φανταστοῦμε, ἐντούτοις,

τὸ τρίγωνο νὰ εἶναι χαραγμένο στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς (δεξιὸ μέρος τοῦ σκίτσου 5.8). Ὡς συνέπεια τῆς σφαιρικότητας τῆς Γῆς τὸ ἄθροισμα τῶν γωνιῶν ἐνὸς τέτοιου τριγώνου θὰ εἶναι μεγαλύτερο ἀπὸ δύο ὀρθές. Αὐτὴ ἡ διαφορὰ γίνεται αἰσθητὴ μόνο ὅταν οἱ διαστάσεις τοῦ τριγώνου εἶναι συγκρίσιμες μὲ τὶς διαστάσεις τῆς Γῆς.

Ὅπως γιὰ τὴ μέτρηση ἐμβαδῶν μικρῶν τμημάτων τῆς Γῆς μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν οἱ κανόνες τῆς ἐπιπεδομετρίας ἔτσι καὶ γιὰ τὴν πρόσθεση μικρῶν ταχυτήτων μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν οἱ συνηθισμένοι κανόνες τῆς πρόσθεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Τὸ ἔργο μεταβάλλει τὴ μᾶζα

6.1 Ἡ μᾶζα

Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι θέλουμε νὰ ἐξαναγκάσουμε ἓνα σῶμα ποὺ βρίσκεται σὲ ἡρεμία νὰ κινηθεῖ. Γι' αὐτὸ πρέπει νὰ τοῦ ἀσκήσουμε μιὰ δύναμη. Τότε, ἂν δὲν ἐμποδίζουν τὴν κίνηση ἄλλες δυνάμεις [τὶς ὁποῖες δὲν ἀσκοῦμε ἐμεῖς καὶ εἶναι ἐκτὸς ἐλέγχου μας (στυ)], ὅπως ἡ δύναμη τῆς τριβῆς, τὸ σῶμα θὰ τεθεῖ σὲ κίνηση καὶ θὰ μετακινεῖται μὲ διαρκῶς ἀξανόμενη ταχύτητα. Ἀφοῦ περάσει ἀρκετὸς χρόνος θὰ μπορέσουμε νὰ φέρομε τὴν ταχύτητα τοῦ σώματος στὸ ἀπαιτούμενο μέτρο. Μὲ αὐτὸ τὸν τρόπο θὰ βροῦμε ὅτι γιὰ νὰ δώσουμε στὰ διάφορα σώματα μὲ τὴ βοήθεια δεδομένης δύναμης μία ἐπιθυμητὴ ταχύτητα ἀπαιτοῦνται διαφορετικὰ χρονικὰ διαστήματα.

Γιὰ νὰ ἀποφύγουμε τὴν τριβή, ἄς φανταστοῦμε ὅτι στὸν χῶρο ὑπάρχουν δύο πανομοιότυπες, ὅσον ἀφορᾷ στὶς διαστάσεις, σφαῖρες· μία μο-

λύβδινη και μία ξύλινη. Θα ἔλκουμε κάθε μία ἀπὸ τὶς σφαῖρες αὐτὲς μὲ τὴν ἴδια δύναμη μέχρι νὰ ἀποκτήσουν ἴδια ταχύτητα, γιὰ παράδειγμα, 10 Km/h.

Εἶναι φανερό ὅτι γιὰ νὰ ἔχουμε αὐτὰ τὰ ἀποτέλεσματα στὴ μολύβδινη σφαῖρα θὰ πρέπει νὰ ἀσκηθεῖ ἡ δύναμη γιὰ μεγαλύτερο χρονικὸ διάστημα ἀπὸ ὅ,τι στὴν ξύλινη σφαῖρα. Χαρακτηρίζοντας αὐτὸ τὸ ἀποτέλεσμα, λέμε ὅτι ἡ μολύβδινη σφαῖρα ἔχει μεγαλύτερη μᾶζα ἀπὸ ὅ,τι ἡ ξύλινη. Ἀφοῦ ἡ ταχύτητα μὲ τὴν ἐφαρμογὴ σταθερῆς δύναμης ἀυξάνεται ἀνάλογα μὲ τὸν χρόνο, ἡ σχέση τοῦ χρόνου ποὺ ἀπαιτεῖται γιὰ τὴν ἐπίτευξη τῆς δεδομένης ταχύτητας ἀπὸ τὴν κατάσταση τῆς ἠρεμίας λαμβάνεται ὡς μέτρο τῆς μᾶζας. Ἡ μᾶζα εἶναι ἀνάλογη πρὸς αὐτὴ τὴ σχέση καὶ ἀκόμα ὁ συντελεστὴς ἀναλογίας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ δύναμη ποὺ εἶναι ὑπεύθυνη γιὰ τὴν κίνηση.

6.2 Ἡ μᾶζα αὐξάνεται

Ἔχουμε συνηθίσει νὰ θεωροῦμε ὅτι ἡ μᾶζα, μία ἀπὸ τὶς πιὸ σημαντικὲς ιδιότητες κάθε σώματος, μένει πάντοτε ἡ ἴδια. Ἰδιαιτέρως δέ, αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ταχύτητα. Αὐτὸ εἶναι συνέπεια τοῦ πρώτου μας ἰσχυρισμοῦ, ὅτι ἡ ταχύτητα κάτω ἀπὸ τὴ δράση σταθερῆς δύναμης μεγαλώνει εὐθέως ἀνάλογα μὲ τὸν χρόνο τῆς δράσης.

Αὐτὸς ὁ ἰσχυρισμὸς βασίζεται στὸν συνηθισμένο κανόνα πρόσθεσης τῶν ταχυτήτων. Ἐντούτοις, ὅπως ἀποδείξαμε παραπάνω, ὁ κανόνας δὲν μπορεῖ νὰ ἐφαρμοσθεῖ σὲ ὅλες τὶς περιπτώσεις.

Τί κάναμε ὥστε νὰ βροῦμε τὴν ταχύτητα στὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου δράσεως τῆς δυνάμεως; Προσθέσαμε τὴν ταχύτητα ποὺ εἶχε τὸ σῶμα στὸ πέρασ τοῦ πρώτου δευτερολέπτου μὲ τὴν ταχύτητα ποὺ αὐτὸ ἀπέκτησε μέσα στὸ δεύτερο δευτερόλεπτο ἐφαρμόζοντας, ὡς συνήθως, τὸν κανόνα πρόσθεσης τῶν ταχυτήτων.

Ὅμως κάτι τέτοιο μπορεῖ νὰ γίνει μόνον ὅσο ἡ ἀποκτημένη ταχύτητα δὲν ἔχει γίνει συγκρίσιμη μὲ ἐκείνη τοῦ φωτός. Σὲ αὐτὴ τὴν περίπτωση δὲν μποροῦμε πλέον νὰ χρησιμοποιήσουμε τὸν παλιὸ κανόνα. Προσθέτοντας ταχύτητες στὰ πλαίσια τῆς ΘτΣ πάντοτε παίρνουμε ἀποτελέσμα λίγο μικρότερο ἀπὸ αὐτὸ ποὺ θὰ παίρναμε χρησιμοποιώντας τὸν παλιὸ ἀκατάλληλο κανόνα πρόσθεσης. Καὶ αὐτὸ σημαίνει ὅτι ὅταν ἔχουμε φθάσει σὲ μεγάλες τιμὲς ταχύτητας ἢ αὔξησή της δὲν θὰ εἶναι ἀνάλογη τοῦ χρόνου δράσης τῆς δύναμης ἀλλὰ λίγο μικρότερη. Αὐτὸ εἶναι κατανοητὸ γιατί ὑπάρχει ἡ ὀριακὴ ταχύτητα. Ἀναλογικὰ μὲ τὸ κατὰ πόσο ἡ ταχύτητα τοῦ σώματος πλησιάζει τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, αὐτή, μὲ τὴ δράση σταθερῆς δύναμης, αὐξάνεται ὅλο καὶ λιγότερο ἔτσι ὥστε ἡ ὀριακὴ ταχύτητα ποτὲ δὲν θὰ ξεπεραστεῖ.

Όσο έχουμε τὴ δυνατότητα νὰ ἰσχυριζόμαστε ὅτι ἡ ταχύτητα ἑνὸς σώματος θὰ μεγαλώνει ἀνάλογα μὲ τὸν χρόνο δράσης μίας δύναμης, μπορούμε νὰ θεωροῦμε τὴ μάζα του ἀνεξάρτητη ἀπὸ τὴν ταχύτητα τοῦ σώματος. Ὄταν ὅμως ἡ ταχύτητα τοῦ σώματος γίνεται συγκρίσιμη μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, ἡ ἀναλογία μεταξὺ χρόνου καὶ ταχύτητας τοῦ σώματος χάνεται καὶ ἡ μάζα του ἀρχίζει νὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ταχύτητα. Ἐφόσον ὁ χρόνος τῆς ἐπιτάχυνσης μεγαλώνει ἀπεριόριστα καὶ ἡ ταχύτητα δὲν μπορεῖ νὰ ὑπερβεῖ τὴν ὀριακὴ τιμὴ, βλέπουμε ὅτι ἡ μάζα θὰ μεγαλώνει μαζί μὲ τὴν ταχύτητα φθάνοντας μία ἄπειρη τιμὴ ὅταν ἡ ταχύτητα τοῦ σώματος γίνει ἴση μὲ ἐκείνη τοῦ φωτός.

Υπολογισμοὶ δείχνουν ὅτι μὲ τὴν κίνηση ἡ μάζα ἑνὸς σώματος μεγαλώνει τόσες φορές ὅσες μικραίνει τὸ μῆκος του κατὰ τὴ διάρκειά τῆς ἴδιας κίνησης. Ἔτσι, ἡ μάζα τοῦ τραίνου τοῦ Einstein, τὸ ὁποῖο κινεῖται μὲ ταχύτητα 240.000 Km/sec, εἶναι $10/6 = 1,67$ φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα του ὅταν ἡρεμεῖ.

Εἶναι ἐντελῶς φυσιολογικὸ ὅταν βρισκόμαστε σὲ συνθηκὲς συνηθισμένων ταχυτήτων, μικρῶν συγκριτικὰ μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, ἡ μεταβολὴ τῆς μάζας νὰ μπορεῖ νὰ ἀγνοηθεῖ τελείως ὅπως ἐπίσης καὶ ἡ ἐξάρτηση τῶν διαστάσεων τοῦ σώματος ἀπὸ τὴν ταχύτητά του ἢ ἡ ἐξάρτηση τοῦ

χρονικοῦ διαστήματος μεταξύ δύο γεγονότων ἀπὸ τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὁποία κινοῦνται οἱ παρατηρητὲς αὐτῶν τῶν γεγονότων.

Ἡ συνεπαγόμενη ἀπὸ τὴ ΘτΣ ἐξάρτηση τῆς μάζας ἀπὸ τὴν ταχύτητα μπορεῖ πειραματικὰ νὰ ἐπιδειχθεῖ ἄμεσα μὲ τὴν παρατήρηση τῶν γρήγορα κινουμένων ἠλεκτρονίων. Στὶς σημερινὲς πειραματικὲς συνθήκες τὸ ἠλεκτρόνιο ποὺ κινεῖται μὲ ταχύτητα πλησίον αὐτῆς τοῦ φωτός, δὲν εἶναι κάτι σπάνιο, ἀλλὰ κάτι συνηθισμένο. Σὲ εἰδικὲς συνθήκες τὰ ἠλεκτρόνια ἐπιταχύνονται μέχρι μιὰ ταχύτητα ποὺ διαφέρει ἀπὸ ἐκείνη τοῦ φωτός λιγότερο ἀπὸ 30 Km/sec. Ἔτσι ἡ σύγχρονη Φυσικὴ ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ συγκρίνει τὴ μάζα τῶν ἠλεκτρονίων ποὺ κινοῦνται μὲ τεράστιες ταχύτητες μὲ τὴ μάζα ἠρεμούντων ἠλεκτρονίων. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν πειραμάτων ἀποδεικνύουν περίτρανα τὴν ἐξάρτηση τῆς μάζας ἀπὸ τὴν ταχύτητα ὅπως προβλέπεται ἀπὸ τὴ ΘτΣ.

6.3 Πόσο κοστίζει ἓνα γραμμάριο φωτός;

Ἡ αὐξηση τῆς μάζας τοῦ σώματος εἶναι στενὰ συνδεδεμένη μὲ τὸ ἔργο ποὺ ἀσκεῖται ἐπάνω του· αὐτὸ εἶναι ἀνάλογο μὲ τὸ ἔργο ποὺ ἀπαιτεῖται γιὰ νὰ θέσουμε τὸ σῶμα σὲ κίνηση. Ἐν τῷ μεταξύ δὲν χρειάζεται νὰ καταναλωθεῖ ἔργο μόνο γιὰ νὰ τεθεῖ τὸ σῶμα σὲ κίνηση. Ὅποιοδήποτε ἔργο

άσκειται επάνω στο σώμα, κάθε αύξηση της ενέργειας του σώματος αυξάνει τη μάζα του. Γι' αυτό, για παράδειγμα, ένα καυτό σώμα έχει μεγαλύτερη μάζα από ένα κρύο, το συμπιεσμένο ελατήριο έχει μεγαλύτερη μάζα από ένα ασυμπιεστο. Είναι αλήθεια βέβαια ότι ο συντελεστής αναλογίας μεταξύ μεταβολής της μάζας και μεταβολής της ενέργειας είναι μηδαμινός: για να αυξηθεί ή μάζα ενός σώματος κατά ένα γραμμάριο πρέπει να του παρασχεθεί ενέργεια 25.000.000 kWh²⁹.

Να ποιός είναι ο λόγος που η μεταβολή της μάζας των σωμάτων σε συνηθισμένες συνθήκες μόλις που γίνεται αντιληπτή, ενώ συνήθως ξεφεύγει και στις πιο ακριβείς μετρήσεις. Έτσι η θέρμανση ενός τόνου ύδατος από το μηδέν έως το σημείο βρασμού συνοδεύεται από αύξηση της μάζας του περίπου κατά πέντε εκατομμυριοστά του γραμμαρίου³⁰.

29. Από την περίφημη εξίσωση ισοδυναμίας μάζας και ενέργειας του Einstein, ($E = mc^2$) βρίσκουμε ότι ένα γραμμάριο ισοδυναμεί με $E = (0,001 \text{ Kg} \cdot 90.000.000.000.000.000 \text{ m}^2/\text{sec}^2 = 90.000.000.000.000 \text{ J}$ και επειδή μία κιλοβατώρα ισοδυναμεί με 3.600.000 J, βρίσκουμε ότι ένα γραμμάριο ισοδυναμεί σε $9.000.000.0000.000/3.600.000 = 25.000.000 \text{ kWh}$.

30. Από τον κλάδο της Φυσικής που ονομάζεται Θερμodynamική και από πίνακες δεδομένων μπορούμε να γνωρίζουμε ότι για να ζεστάσουμε ένα κιλό νερού από τους μηδέν στους εκατό βαθμούς Κελσίου πρέπει να καταναλώσουμε ενέργεια ίση με 418.600 J (https://en.wikipedia.org/wiki/Table_of_specific_heat_capacities), οπότε για έναν τόνο νερού

Ἄν καύσουμε σὲ κλειστὸ φουῦρνο ἕναν τόνο ἄνθρακα τότε μετὰ τὴν ψύξη τῶν προϊόντων τῆς καύσης θὰ ἔχει μείνει μάζα μόνο κατὰ ἕνα τρισχιλιοστὸ τοῦ γραμμαρίου³¹ λιγότερη ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ ἄνθρακα καὶ τοῦ ὀξυγόνου ἀπὸ τὰ ὁποῖα αὐτὰ σχηματίσθηκαν. Ἡ ἀπωλεσθεῖσα μάζα ἀποδόθηκε ἀπὸ τὴ θερμότητα κατὰ τὴν καύση τοῦ ἄνθρακα.

Ὅμως ἡ σύγχρονη Φυσικὴ γνωρίζει καὶ κάποια φαινόμενα στὰ ὁποῖα ἡ μεταβολὴ τῆς μάζας τῶν σωμάτων παίζει σημαντικὸ ρόλο. Τέτοια εἶναι τὰ φαινόμενα τῆς σκέδασης ἀτομικῶν πυρήνων ὅταν ἀπὸ αὐτοὺς τοὺς πυρήνες προκύπτουν ἄλλοι. Ἔτσι, γιὰ παράδειγμα, κατὰ τὴ σκέδαση πυρήνων λιθίου μὲ πυρήνες ὕδρογόνου, τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ὁποίας εἶναι νὰ σχηματισθοῦν δύο πυρήνες ἡλίου, ἡ μάζα μεταβάλλεται κατὰ 1/400 τῆς ἀρχικῆς τῆς τιμῆς.

θὰ καταναλώσουμε 418.600.000 J. Ἀπὸ τὴν ἐξίσωση τοῦ Einstein, $E = mc^2$, βρίσκουμε ὅτι ἡ ἐνέργεια αὐτὴ ἀντιστοιχεῖ σὲ μάζα, $m = E/c^2 = 418.600.000/90.000.000.000.000.000 \approx 0,000005$ Kg ἢ 5 ἑκατομμυριοστὰ τοῦ γραμμαρίου.

31. Ἡ θερμότητα ποὺ παράγεται ὅταν καίγεται πλήρως ἕνα κιλό ἄνθρακα εἶναι 3.280.000.000 J καὶ παράγεται διοξειδίδιο τοῦ ἄνθρακα σύμφωνα μὲ τὴ χημικὴ ἀντίδραση $C + O_2 \rightarrow CO_2$ (https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_of_combustion#Heat_of_combustion_tables). Ἄρα, ὅταν καίγεται ἕνας τόνος ἄνθρακα θὰ ἀπελευθερωθεῖ ἐνέργεια ἰσοδύναμη μὲ 3.280.000.000.000 J, ἡ ὁποία θὰ ἰσοδυναμεῖ σὲ μάζα $m = E/c^2 = 3.280.000.000.000 / 90.000.000.000.000.000 \approx 3,64/10.000.000$ Kg = 0,364/1000 g = 1/2.750, περίπου 1/3.000 γραμμάρια.

Ἦδη ἔχουμε πεί ὅτι γιὰ νὰ αὐξήσουμε τὴ μαῶα ἐνὸς σώματος κατὰ ἓνα γραμμάριο πρέπει νὰ τοῦ μεταφέρουμε 25.000.000 kWh. Ἐξ οὗ συνεπάγεται ὅτι γιὰ τὴ μετατροπὴ ἐνὸς γραμμαρίου μείγματος λιθίου καὶ ὑδρογόνου σὲ ἥλιο ἀπαιτεῖται ἐνέργεια 400 φορές λιγότερη, δηλαδὴ $25.000.000/400 = 60.000$ kWh!

Ἄς ἀπαντήσουμε τώρα στὴν ἐξῆς ἐρώτηση: ποιά οὐσία ἀπὸ ἐκείνες ποὺ συναντᾶμε στὴ φύση εἶναι ἡ πιὸ ἀκριβὴ (ἂν θεωρήσουμε τὴ μαῶα); Ἡ ἀπάντηση εἶναι ὅτι τὸ ράδιο θεωρεῖται ἡ πιὸ ἀκριβὴ, ἓνα γραμμάριο τοῦ ὁποίου κοστίζει, σύμφωνα μὲ τὴ βιβλιογραφία, γύρω στὰ 100.000 εὐρώ.

Ἄς ὑπολογίσουμε τώρα τὴν τιμὴ τοῦ... φωτός.

Στοὺς ἠλεκτρικοὺς λαμπτήρες μόνο τὸ 1/20 τῆς ἐνέργειας λαμβάνεται μὲ τὴ μορφὴ ὄρατοῦ φωτός. Γι' αὐτό, ἓνα γραμμάριο φωτός [μαζὶ καὶ τὸ μὴ ὄρατό (στμ)] ἀντιστοιχεῖ σὲ ποσότητα ἐνέργειας 20 φορές περισσότερο ἀπὸ τὴν 25.000.000 kWh, δηλαδὴ, $20 \cdot 25.000.000 = 500.000.000$ kWh. Λαμβάνοντας ὑπ' ὄψιν ὅτι τὸ κόστος τῆς κιλοβατώρας [στὴν Ἑλλάδα τὸ 2019, (στμ)] εἶναι 10 λεπτὰ τοῦ Εὐρώ (περίπου) ἢ 0,10 Εὐρώ/kWh, ἓνα γραμμάριο φωτός θὰ κοστίζει $0,10 \cdot 500.000.000 = 50.000.000$ εὐρώ. Ἄρα ἓνα γραμμάριο φωτός στοιχίζει πεντακόσιες φορές περισσότερο ἀπὸ ἓνα γραμμάριο ραδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Ἀνακεφαλαίωση

Ἀκριβῆ καὶ ἀξιόπιστα πειράματα μᾶς ὑποχρεώνουν νὰ παραδεχθοῦμε τὴν ἐγκυρότητα τῆς ΘτΣ ἢ ὅποια ἀποκαλύπτει τὶς ἐκπληκτικὲς ιδιότητες τοῦ περιβάλλοντος κόσμου, ιδιότητες ποὺ μᾶς διαφεύγουν σὲ πρώτη ματιά, ἀκριβέστερα, στὴ μελέτη τοῦ χώρου.

Εἶδαμε πόσο βαθιὲς καὶ ριζικὲς ἀλλαγὲς ἐπιφέρει ἡ ΘτΣ στὶς βασικὲς ἔννοιες καὶ ἀντιλήψεις ποὺ καθιερώθηκαν ἀπὸ τὸν ἄνθρωπο στὴ διάρκεια αἰώνων ἐπὶ τῆ βάσει καθημερινῶν ἐμπειριῶν.

Δὲν σημαίνει αὐτὸ πλήρη ρήξη μὲ τὶς συνηθισμένες ἀντιλήψεις;

Δὲν σημαίνει αὐτὸ ὅτι ὀλόκληρη ἡ Φυσικὴ, ποὺ ὑπῆρχε πρὶν ἀπὸ τὴ ΘτΣ, διαγράφεται καὶ πετάγεται ὡς κάτι ἄχρηστο, πού, ἀφοῦ ἐπιτέλεσε κατὰ τὸ παρελθὸν τὴν ἀποστολὴ της, πλέον δὲν χρειάζεται σὲ κανένα;

Ἄν ἔτσι ἦταν τὰ πράγματα τότε θὰ ἦταν τελειῶς ἄχρηστη ἡ ἐνασχόλησή μας μὲ τὴν ἐπιστημονικὴ ἔρευνα. Τίποτε δὲν μᾶς ἐξασφαλίζει ὅτι

στο μέλλον δὲν θὰ ἐμφανισθεῖ μία νέα ΘτΣ πού θὰ ἀνατρέπει τελείως τὴν παλαιά.

Ἐς φανταστοῦμε ὅμως ἕναν ἐπιβάτη ὁ ὁποῖος, ἐνῶ ταξιδεύει, ὄχι μὲ τὸ τραῖνο τοῦ Einstein ἀλλά, μὲ μία συμβατική ταχεία³², θὰ σκεφτόταν νὰ εἰσαγάγει μία διόρθωση στὴ ΘτΣ φοβούμενος ὅτι, ἂν δὲν τὸ κάνει, τὸ ρολοῖ του θὰ καθυστερεῖ σὲ σχέση μὲ τὰ ἀντίστοιχα ρολόγια πού ὑπάρχουν στοὺς σταθμοὺς τῆς διαδρομῆς. Ἐναν τέτοιο ἐπιβάτη θὰ τὸν κοροϊδεύαμε. Στὴν πραγματικότητα, περισσότερο ἐπηρεάζεται τὸ ρολοῖ του ἀπὸ ἕνα μόνο τράνταγμα τοῦ τραίνου παρὰ ἀπὸ τὴ διόρθωση λόγῳ ΘτΣ πού, στὸ κάτω-κάτω τῆς γραφῆς, συνίσταται σὲ ἀπειροελάχιστα μικρὸ κλάσμα τοῦ δευτερολέπτου.

Ὁ χημικὸς μηχανικὸς πού ἀμφιβάλλει γιὰ τὸ ἂν θὰ μείνει σταθερὴ ἡ μᾶζα τοῦ νεροῦ ὅταν

32. Στὸ ρωσικὸ πρωτότυπο ἀναφέρεται ὁ ὅρος «Ταχυδρομικὸ» τραῖνο. Οἱ ἐπιβατικοὶ αὐτοὶ σιδηρόδρομοι ἐμφανίσθηκαν στὴ Σοβιετικὴ Ἑνωση στὴ δεκαετία τοῦ τριάντα καὶ γιὰ τὴν ἐποχὴ τους ἦταν πολὺ προηγμένοι τεχνολογικά. Διέθεταν βαγόνι-κινηματογράφο, τηλεπικοινωνίες μὲ ασύρματο ἀπὸ ὅπου μπορούσε ἕνας ἐπιβάτης νὰ τηλεφωνήσει, βαγόνι-ἔστιατόριο στὸ ὁποῖο ὑπῆρχε πιάνο καὶ πιανίστας πού διασκεδαζε τοὺς ἐπιβάτες ὅσο γευμάτιζαν, καὶ ἄλλες ὑπηρεσίες. Ἡ ταχυδρομικὴ ὑπηρεσία χρησιμοποιοῦσε αὐτὰ τὰ τραῖνα γιὰ τὴν ἀποστολὴ δεμάτων καὶ ἀλληλογραφίας καθὼς, ἐπειδὴ δὲν ὑπῆρχε ἀεροπορικὴ σύνδεση, ἦταν ὁ πιὸ γρήγορος τρόπος. Ἀπὸ αὐτὴν τὴν τελευταία χρήση τοὺς τὰ τραῖνα αὐτὰ πῆραν τὴν προσωνυμία «ταχυδρομικά».

θερμαίνεται, μάλλον δὲν εἶναι καὶ τόσο καλὰ στὰ μυαλά του! Ὅμως, ἀντιθέτως, ὁ φυσικὸς ὁ ὁποῖος παρατηρεῖ σκεδάσεις πυρήνων ἀτόμων καὶ δὲν λαμβάνει ὑπ' ὄψιν του τὴ μεταβολὴ τῆς μάζας κατὰ τὴ μεταστοιχείωση τῶν πυρήνων θὰ πρέπει νὰ ἐκδιωχθεῖ ἀπὸ τὸ ἐργαστήριο λόγῳ ἄγνοιας.

Οἱ σχεδιαστὲς σχεδιάζουν καὶ θὰ συνεχίσουν νὰ σχεδιάζουν τοὺς κινητῆρες τοὺς χρησιμοποιώντας τὴν παλαιὰ Φυσικὴ διότι οἱ διορθώσεις στὴ ΘτΣ ἔχουν πάρα πολὺ μικρότερη ἐπίδραση στὶς μηχανές τοὺς ἀπὸ ὅτι τὰ μικρόβια ὅταν κάθονται, γιὰ παράδειγμα, ἐπάνω στὸν σφόνδυλο τοῦ κινητήρα. Ὁ φυσικὸς, ὅμως, ποὺ παρατηρεῖ ταχύτατα κινούμενα ἠλεκτρόνια εἶναι ὑποχρεωμένος νὰ λαμβάνει ὑπ' ὄψιν του τὴ μεταβολὴ τῆς μάζας τῶν ἠλεκτρονίων σὲ σχέση μὲ τὴν ταχύτητά τους.

Ἔτσι, ἡ ΘτΣ δὲν διαφεύδει ἀλλὰ μόνο διευρύνει τὸ οἰκοδόμημα τῆς παλαιᾶς ἐπιστημονικῆς κατανόησης καὶ ἀντίληψης καὶ προσδιορίζει τὰ ὅρια στὰ πλαίσια τῶν ὁποίων αὐτὴ ἡ παλαιὰ κατανόηση μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ χωρὶς νὰ ὀδηγηθεῖ σὲ ἐσφαλμένα ἀποτελέσματα. Ὅλοι οἱ νόμοι τῆς Φύσεως ποὺ ἀνακαλύφθηκαν ἀπὸ τοὺς φυσικοὺς πρὶν ἀπὸ τὴ γέννηση τῆς ΘτΣ δὲν ἀκυρώνονται ἀλλὰ μόνο τὰ ὅρια τῆς χρήσης τοὺς τίθενται μὲ ἀκρίβεια.

Ἡ ἀλληλοσυσχέτιση μεταξύ τῆς Φυσικῆς ποὺ λαμβάνει ὑπ' ὄψιν τῆς τῆ ΘτΣ, γνωστῆς καὶ ὡς σχετικιστικῆς, καὶ τῆς παλαιᾶς Φυσικῆς ποὺ καλεῖται «κλασικῆ», εἶναι σχεδὸν τέτοια ὅσο μεταξύ τῆς Γεωδευτικῆς ἐπιστήμης, ποὺ λαμβάνει ὑπ' ὄψιν τῆς τῆ σφαιρικότητα τῆς Γῆς, καὶ τῆς ἀπλοϊκῆς γεωδεσίας ποὺ ἀγνοεῖ αὐτὴν τῆ σφαιρικότητα. Ἡ Γεωδευτικὴ ἐπιστήμη πρέπει νὰ ἐκπορεύεται ἀπὸ τὴ σχετικότητα τῆς ἔννοιας τῆς καθέτου καὶ ἡ σχετικιστικὴ Φυσικὴ πρέπει νὰ λογαριάζει τὴ σχετικότητα τῶν διαστάσεων τοῦ σώματος καὶ τοῦ χρονικοῦ διαστήματος μεταξύ δύο γεγονότων σὲ ἀντίθεση μὲ τὴν κλασικὴ Φυσικὴ γιὰ τὴν ὁποία αὐτὲς οἱ σχετικότητες δὲν ὑπάρχουν.

Ὅπως ἡ Γεωδευτικὴ ἐπιστήμη εἶναι ἐξέλιξη τῆς γεωδεσίας ἔτσι καὶ ἡ σχετικιστικὴ Φυσικὴ εἶναι ἐξέλιξη καὶ διεύρυνση τῆς κλασικῆς Φυσικῆς.

Ἀπὸ τοὺς μαθηματικοὺς τύπους τῆς σφαιρικῆς γεωμετρίας, δηλ. τῆς γεωμετρίας ἐπάνω στὴν ἐπιφάνεια μιᾶς σφαίρας, μποροῦμε νὰ μεταβούμε στοὺς τύπους τῆς ἐπιπεδομετρίας, δηλ. τῆς γεωμετρίας ἐπάνω στὴν ἐπίπεδη ἐπιφάνεια, ἐὰν θεωρήσουμε ὅτι ἡ ἀκτίνα τῆς Γῆς εἶναι ἀπείρως μεγάλη. Ἡ Γῆ, στὴν περίπτωσή αὐτή, δὲν φαίνεται ὡς σφαῖρα ἀλλὰ ὡς ἄπειρη ἐπίπεδη ἐπιφάνεια [μὲ συνέπεια] ἡ κάθετος νὰ λαμβάνει ἀπόλυτη σημασία καὶ τὸ ἄθροισμα τῶν γωνιῶν ἐνὸς τριγώνου νὰ ἰσοῦται ἀκριβῶς μὲ δύο ὀρθές (180°).



7.1 Βοήθεια! Πέφτουμε!

Ανάλογη μεταφορὰ μπορούμε νὰ κάνουμε καὶ στὴ σχετικιστικὴ Φυσικὴ ἂν θεωρήσουμε ὅτι ἡ ταχύτητα τοῦ φωτὸς εἶναι ἀπείρως μεγάλη, δηλαδή, ὅτι τὸ φῶς διαδίδεται στιγμιαία.

Στὴν πραγματικότητα, ἂν τὸ φῶς διαδίδεται στιγμιαία τότε, ὅπως εἶδαμε, ἡ ἔννοια τῆς ταυτοχρονίας γίνεται ἀπόλυτη. Τὰ χρονικὰ διαστήματα μεταξύ τῶν γεγονότων καὶ τῶν διαστάσεων τῶν σωμάτων λαμβάνουν ἀπόλυτη σημασία ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὴ σχέση τους μὲ τὸ σύστημα ἀναφορᾶς ἀπὸ τὸ ὁποῖο γίνεται ἡ παρατήρηση. Συνεπῶς, ὅλες οἱ κλασικὲς ἀντιλήψεις μποροῦν νὰ διατηρηθοῦν μόνον ἐὰν ἡ ταχύτητα τοῦ φωτὸς θεωρηθεῖ ἄπειρη.

Ἐντούτοις, κάθε προσπάθεια νὰ συνδυασθεῖ ἡ πεπερασμένη ταχύτητα τοῦ φωτὸς μὲ τὴ διατήρηση τῶν παλαιῶν ἀντιλήψεων γιὰ τὸν χῶρο καὶ τὸν χρόνο, μᾶς τοποθετεῖ στὴν παράδοξη θέση τοῦ ἀνθρώπου ὁ ὁποῖος γνωρίζει ὅτι ἡ Γῆ εἶναι σφαιρικὴ ἀλλὰ εἶναι σίγουρος ὅτι ἡ κάθετος τῆς πόλης στὴν ὁποία ζεῖ εἶναι ἀπόλυτα κάθετη καὶ φοβᾶται νὰ δραπετεύσει ἀπὸ τὸ μέρος τῆς βιοτῆς του γιὰ νὰ μὴν πέσει στὸ διάστημα (σκίτσο 7.1).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ



Ἀναμνηστικὲς σελίδες γιὰ τὸν Λέοντα Δ. Λαντάου

Γιούρι Β. Ροῦμερ
Καθηγητῆς

Εἰσαγωγή. Σὲ αὐτὲς τὶς σημειώσεις δὲν θέλω νὰ ἀναφερθῶ στὴν ἐπιστημονικὴ ἐργασία τοῦ Λ. Δ. Λαντάου. Ἡ σύγχρονη θεωρητικὴ Φυσικὴ δὲν εἶναι προσιτὴ στοὺς μὴ εἰδικούς. Ἡ τέχνη νὰ ἐκλαϊκεύεις αὐτὴν τὴν ἐπιστῆμη ἀπαιτεῖ ἓνα ιδιαίτερο ταλέντο τὸ ὁποῖο δὲν τὸ ἔχουν ὅλοι. Θεωρῶ ὅτι οὔτε ὁ ὑποφαινόμενος ἔχει αὐτὸ τὸ ταλέντο μολονότι συνέγραψε τὸ παρὸν βιβλίο («*Τί εἶναι ἡ Θεωρία τῆς Σχετικότητας;*») σὲ συνεργασία μὲ τὸν Λ. Δ. Λαντάου.

Θυμᾶμαι τὴν ἀστεία κριτικὴ ποὺ ἔχει κάνει σὲ τοῦτο τὸ βιβλίο ὁ ἴδιος ὁ Λαντάου: «*Δύο λωποδύτες συμφωνοῦν μὲ ἓναν τρίτο ὅτι γιὰ δέκα καπίκια μπορεῖ νὰ καταλάβει τί εἶναι ἡ ΘτΣ*».

Ἡ προσπάθεια νὰ δώσω στὸν μὴ φυσικὸ μία παρουσίαση τοῦ ἐπιστημονικοῦ ἔργου τοῦ Λαντάου

σὲ ἓνα σύντομο σημείωμα ἰσοδυναμεῖ μὲ προσπάθεια τελείως παράταιρη καὶ θὰ πρέπει νὰ ἀπορριφθεῖ ἀπὸ τὴν ἀρχή.

Κι ἐπίσης δὲν θὰ ἤθελα νὰ ἀφιερῶσω καὶ ἓναν μικρὸ φόρο τιμῆς στὸν δημοφιλῆ μῦθο στὸν ὁποῖο ὁ Λαντάου φιγουράρει «μὲ σανδάλια καὶ καουμπόικο καπέλο». Διότι (χρησιμοποιώντας κατάλληλη ὀρολογία) τὸ κέντρο βαρύτητας τοῦ ἔργου τοῦ Λαντάου δὲν εἶναι ἐδῶ, δὲν εἶναι σὰ παράδοξα λεγόμενά του τὰ ὁποῖα τῶν μετατρέπουν σὲ ἤρωα ἀνεκδότων, ἀλλὰ στὸ ὅτι αὐτὸς ἦταν ἓνας μεγάλος ἐπιστήμονας-φυσικὸς παγκοσμίου βεληνεκοῦς καὶ ὁ ἰδρυτὴς τῆς λαμπρῆς σχολῆς τῆς σοβιετικῆς Φυσικῆς.

Στὸ ἀναγνωστήριο τῆς βιβλιοθήκης τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Λένινγκραντ στέκεται ἓνας δεκαοκτάρχρονος νεαρὸς μὲ μιὰ τούφα κατάμαυρων μαλλιῶν νὰ πέφτει στὸ πλατύ, ὁμορφο μέτωπό του. Μόλις ἔχει παραλάβει τὸ τελευταῖο τεῦχος τοῦ περιοδικοῦ «*Annalen der Physik*³³». Μέσα σὲ αὐτὸ τὸ τεῦχος ἀνακαλύπτει τὸ πρῶτο ἄρθρο τοῦ

33. Τὸ περιοδικὸ «*Annalen der Physik*» («Ἐπετηρίδα τῆς Φυσικῆς») εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ παλαιότερα ἐπιστημονικὰ περιοδικὰ καὶ ἐκδίδεται συνεχῶς ἀπὸ τὸ 1799. Σὲ αὐτὸ δημοσιεύονται ἐγκεκριμένες ἐργασίες στὶς περιοχὲς τῆς Πειραματικῆς, Θεωρητικῆς, Ἐφαρμοσμένης καὶ Μαθηματικῆς Φυσικῆς καὶ συγγενῶν περιοχῶν. Ὁ σημερινὸς ἐκδότης εἶναι ὁ Stefan Hildebrandt.

Schrödinger³⁴ στην Κβαντική Μηχανική με τίτλο «Ἡ κβάντωση³⁵ ὡς πρόβλημα ἰδιαζούσης σημασίας». Ὁ νεαρὸς δὲν συνειδητοποιεῖ ὅτι τὴ στιγμή αὐτὴ ἀνατέλει τὸ ἀστέρι τῆς ζωῆς του καὶ ὅτι αὐτὴ ἡ στιγμή προκαθορίζει ὁλόκληρο τὸ μέλλον του.

Μελετάει τὸ ἄρθρο, ἀλλὰ δὲν καταλαβαίνει ὅλα ὅσα διαβάζει. Ὅπως διηγόταν ἀργότερα, τότε ἀκόμα δὲν εἶχε τελείως ξεκαθαρίσει μέσα του τί ἦταν ὁ λογισμὸς τῶν μεταβολῶν³⁶ μολο-

34. Ὁ **Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger**, 1887–1961· ἦταν αὐστριακὸς φυσικός. Ἀσχολήθηκε μετὰ τὴ Στατιστικὴ φυσικὴ, τὴ Θερμοδυναμικὴ, τὴν Ἡλεκτροδυναμικὴ, τὴν Κοσμολογία, τὴ Βιολογία, τὴ Φιλοσοφία, ἀλλὰ κυρίως μετὰ τὴν Κβαντικὴ φυσικὴ, ἀνακαλύπτοντας τὴν περίφημη κυματικὴ ἐξίσωση ποὺ φέρει τὸ ὄνομά του. Τὸ 1933 τιμήθηκε μαζί με τὸν Πὸλ Ντιράκ (**Paul Dirac**, 1902–1984) μετὰ τὸ βραβεῖο Νόμπελ Φυσικῆς γιὰ τὶς ἐργασίες του ἐπάνω στὴν ἀτομικὴ θεωρία.

35. Στὴ φυσικὴ, **κβάντωση** (ὁ ὅρος θὰ μπορούσε νὰ ἀποδοθεῖ στὰ ἑλληνικὰ ὡς **διακριτοποίηση**) εἶναι ἓνα εὐρέως παρατηρούμενο γεγονός τῆς φύσης. Πολλὲς φυσικὲς ιδιότητες ὑπόκεινται σὲ κβάντωση, παίρνοντας διακριτὲς τιμές. Παρατηρεῖται σὲ ἄτομα καὶ μόρια, ἐξηγώντας τὴ σταθερότητα τῆς ὕλης. Τὸ πιὸ γνωστὸ ἴσως κβαντισμένο μέγεθος εἶναι ἡ ἐνέργεια τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας, ἡ ὁποία, ὅπως ἀπέδειξαν οἱ Max Planck καὶ Albert Einstein, ἐκπέμπεται καὶ ἀπορροφᾶται σὲ διακριτὰ πακέτα ποὺ ὀνομάζονται κβάντα.

36. Ὁ λογισμὸς τῶν μεταβολῶν εἶναι κλάδος τῆς μαθηματικῆς ἀνάλυσης ποὺ ἀσχολεῖται μετὰ τὴ μεγιστοποίηση ἢ τὴν ἐλαχιστοποίηση **συναρτησιακῶν**, τὰ ὁποία εἶναι ἀπεικονίσεις ἀπὸ ἓνα σύνολο συναρτήσεων στοὺς πραγματικοὺς

νότι είχε λύσει όλα τὰ παραδείγματα καὶ τὰ προβλήματα τῆς **Βέρας Σίφ**³⁷ στὸν διαφορικό καὶ ὀλοκληρωτικό λογισμό.

Ὅμως, παρ' ὅλ' αὐτά, τὸ ἄρθρο αὐτὸ τοῦ ἄνοιξε τὸν δρόμο καί, κατὰ παραδοχή του, τοῦ ἔκανε τέτοια καὶ τόση βαθιὰ ἐντύπωση ὅση τοῦ ἔκανε καὶ ἡ πρώτη του γνωριμία μὲ τὴ Θτσ.

Μετὰ τὸ πρῶτο ἄρθρο τοῦ Schrödinger ἀκολουθεῖ δεύτερο. Σύντομα ὁ ἔφηβος μαθαίνει ὅτι ἐκτὸς ἀπὸ τὴν κυματομηχανικὴ τοῦ Schrödinger, στὸ Göttingen³⁸ ἀναπτύσσεται καὶ ἡ κβαντομηχανικὴ μὲ τὴ βοήθεια μαθηματικῶν πινάκων (μητρῶν)³⁹, ἡ ὁποία ἐκκινεῖ ἀπὸ μιὰ ἐντελῶς διαφο-

ἀριθμούς. Τὰ συναρτησιακὰ συχνὰ ἐκφράζονται ὡς ὀρισμένα ὀλοκληρώματα συναρτήσεων καὶ παραγώγων αὐτῶν. Στὸν λογισμό τῶν μεταβολῶν τὸ ἐνδιαφέρον μας στρέφεται γύρω ἀπὸ τὶς ἀκρότατες συναρτήσεις, πού εἶναι ἐκεῖνες γιὰ τὶς ὁποῖες τὸ συναρτησιακὸ λαμβάνει μέγιστη ἢ ἐλάχιστη τιμὴ, ἢ γύρω ἀπὸ τὶς στάσιμες συναρτήσεις, γιὰ τὶς ὁποῖες ἡ τιμὴ τοῦ συναρτησιακοῦ παραμένει ἀμετάβλητη.

37. **Βέρα Ἰωσήφοβνα Σίφ** (1860-1919)· ρωσίδα μαθηματικός. Ἀποφοίτησε τὸ 1882 ἀπὸ τὴν Ἀνώτατη Σχολὴ Θελέων τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Ἁγίας Πετρούπολεως καὶ ὀλόκληρη τὴ ζωὴ τῆς δίδασκε στὴν ἴδια Σχολή. Ἐγραψε μιὰ σειρὰ σχολικῶν βιβλίων θεωρίας καὶ ἀσκήσεων γιὰ τὴν Ἀνώτατη καὶ Μέση Ἐκπαίδευση.

38. Τὸ **Göttingen** εἶναι πανεπιστημιούπολη στὴ Νότια Σαξωνία τῆς Γερμανίας.

39. Ἀναπτύχθηκε ἀπὸ τὸν **Werner Karl Heisenberg** (1901-1976). Γι' αὐτὴν τοῦ ἀπονεμήθηκε τὸ Νόμπελ τὸ 1932.

ρετική ιδέα, πού θα φαινόταν να βρίσκεται στον αντίποδα τών ιδεών του Schrödinger.

Τελικά τὸ ζήτημα ξεδιαλύνεται ὅταν στὰ χέρια τοῦ ἐφήβου Λαντάου πέφτει ἄρθρο τοῦ Schrödinger με θέμα τὴν ἰσοδυναμία τῶν δύο θεωριῶν· κβαντικῆς καὶ μητρῶν. Καὶ ὁ νεαρὸς καταλαβαίνει ποιά θὰ ἦταν ἡ πορεία του στὴ ζωὴ.

Συχνὰ ἕνας μελλοντικὸς ἐπιστήμονας γνωρίζει τὴν ἐπιστῆμη του ἀπὸ τὸ στόμα ἑνὸς ἄλλου ἐπιστήμονα, πὺ ἔμπειρου καὶ παλαιότερου· τοῦ δασκάλου του. Ὁ Λαντάου δὲν μποροῦσε νὰ ἔχει κανέναν πὺ νὰ τοῦ διδάξει τὴν κβαντομηχανικὴ. Ὅχι γιατί δὲν ὑπῆρχαν καλοὶ δάσκαλοι ἀλλὰ γιατί ἡ ἴδια ἡ κβαντομηχανικὴ τότε δὲν ὑπῆρχε. Θὰ ἔπρεπε νὰ πορευθεῖ μόνος του. Στὴ διαμόρφωσή του ὡς ἐπιστήμονα ἐπέδρασε καταλυτικὰ ἡ ἀντίληψη πὺ ἀνέπτυξε ἐκείνη τὴν ἐποχὴ καὶ βάσει τῆς ὁποίας ἀπέριπτε τὴν κλασικὴ εἰκόνα τοῦ ἐπιστήμονα πὺ κάθεται στὴ σκάλα τῆς βιβλιοθήκης του, στὸ πάνω-πάνω ράφι της. Ὁ Λαντάου ἔλεγε: «Ἀπὸ τὰ χοντρά βιβλία δὲν μπορεῖς νὰ μάθεις τίποτα καινούργιο. Τα χοντρά βιβλία εἶναι τὸ νεκροταφεῖο ὅπου ἔχουν θαφτεῖ οἱ παλιὲς ιδέες.»

Τὴν περίοδο τῆς ἰδιόρρυθμης ἐκπαίδευσής του ὁ Λαντάου ἀνέπτυξε μία μέθοδο πὺ διατήρησε σὲ ὁλόκληρη τὴ ζωὴ του. Καταβρόχθιζε ἕναν τεράστιο ὄγκο ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν, ὅμως, σὲ

κάθε ἄρθρο προσδιόριζε τὴ διατύπωση τοῦ προβλήματος καὶ στὴ συνέχεια διάβαζε τὸ τέλος τοῦ ἄρθρου γιὰ νὰ μάθει τὸ ἀποτέλεσμα· τὸ ἐνδιάμεσο δὲν τὸ διάβαζε ἰσχυριζόμενος ὅτι: «Χρειάζομαι μόνο νὰ μάθω ἀπὸ τὸν συγγραφέα τί κάνει. Ἐγὼ ὁ ἴδιος ξέρω καλύτερα πῶς νὰ τὸ κάνω.»

Στὸ Χάρκοβο⁴⁰ γύρω στὰ 1936 ἄρχισε νὰ ἀναπτύσσεται ἡ σχολὴ τοῦ Λαντάου.

Ἐμφανίσθηκαν καὶ οἱ πρῶτοι σπουδαστές. Ἡ ἰδιορρυθμία τῆς σχολῆς ἦταν ὅτι οἱ σπουδαστές τοῦ Λαντάου ἦταν συνομήλικοι ἢ νεώτεροι ἀπὸ αὐτὸν μόνο μερικὰ χρόνια. Ὅλοι οἱ σπουδαστές μίλαγαν στὸν ἐνικὸ ὁ ἓνας στὸν ἄλλο⁴¹ ὅπως καὶ μὲ τὸν καθηγητὴ τους. Ὅταν βρίσκονταν μαζί, αὐτὴ ἡ συγκέντρωση θύμιζε τὸ πνεῦμα τῶν συνατήσεων ἀρίστων φοιτητῶν ποὺ ἐτοίμαζαν τὶς διπλωματικές τους ἐργασίες καὶ ὄχι σεμινάρια ἀπὸ ἓναν ἐπιστήμονα πασίγνωστο στὸν κόσμο.

Πολὺ συχνὰ οἱ σπουδαστές ξεκινοῦσαν ἀντιπαρθεσίες μὲ τὸν καθηγητὴ τους. Μερικὲς φορὲς ὁ Λαντάου ὑπομονετικὰ κατέρριπτε τὴ γνώμη κά-

40. Τὸ **Χάρκοβο** εἶναι ἡ δεύτερη μεγαλύτερη πόλη τῆς Οὐκρανίας μὲ πληθυσμὸ γύρω στὸ 1,5 ἑκατομμῦριο (2019) καθὼς καὶ ἐπιστημονικὸ κέντρο.

41. Ἐκεῖνη τὴν ἐποχὴ οἱ Ρῶσοι (ὅπως καὶ ἐμεῖς) τῶν ἀνωτέρων καὶ ἀνωτάτων στρωμάτων τῆς κοινωνίας εἶχαν υἱοθετήσει τὸν γαλλικὸ τρόπο καὶ ἀπευθύνονταν ὁ ἓνας στὸν ἄλλο στὸν πληθυντικὸ ἀριθμὸ.

ποιου ένθερμου αντιπάλου του και άλλες φορές σταματοῦσε τὴν αντιπαράθεση ρωτώντας: «Ποιὸς διδάσκει ποιόν, ἐσὺ ἐμένα ἢ ἐγὼ ἐσένα; Δὲν εἶναι δουλειά μου νὰ βρίσκω σφάλματα στὴν ἐπιχειρηματολογία σου. Καλύτερα δείξε μου σφάλματα στὴ δική μου.»

Ἡ μελλοντικὴ σχολὴ τῶν φυσικῶν ἀναπτυσσόταν σταθερὰ καὶ ἄρχισε νὰ στηρίζεται στὶς δυνάμεις της. Πολλοὶ νεαροὶ διαφορετικῶν ἱκανοτήτων καὶ κλίσεων προσπαθοῦσαν νὰ ἐγγραφοῦν στὴ σχολὴ τοῦ Λαντάου. Ἀναπόφευκτα δημιουργήθηκε ἡ ἀνάγκη νὰ βρεθεῖ ἓνας τρόπος νὰ ξεχωρίζονται οἱ ὑποψήφιοι καὶ νὰ ἐπιλέγονται ἐκεῖνοι οἱ ὁποῖοι θὰ μπορούσαν νὰ ἐξελιχθοῦν σὲ ἐπαγγελματίες θεωρητικοὺς φυσικοῦς.

Ὁ Λαντάου πίστευε ὅτι ἡ ἐνασχόληση μὲ τὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ χωρὶς προηγούμενη βαθιὰ καὶ μόνιμη κατανόηση εἶναι κάτι τὸ ἀδιανόητο. Ἀλλὰ τὸ νὰ μαθαίνεις Φυσικὴ, κατὰ τὴ γνώμη τοῦ Λαντάου, σήμαινε πάνω ἀπὸ ὅλα νὰ ξέρεις νὰ ἐπιλέγεις τί ἀξίζει καὶ τί δὲν ἀξίζει νὰ μάθεις.

«Ἡ ζωὴ τοῦ ἀνθρώπου», ἔλεγε ὁ Λαντάου, «εἶναι πολὺ σύντομη γιὰ νὰ καταναλώνει τὸν χρόνο του σὲ προβλήματα ποὺ δὲν ὑπῆρχε ἐλπίδα νὰ λυθοῦν. Ἡ μνήμη μας εἶναι περιορισμένη καὶ ὅσο περισσότερα ἐπιστημονικὰ σκουπίδια βρίσκονται στὸ κεφάλι μας τόσο λιγότερος

χῶρος μένει για τις μεγάλες ιδέες» (αυτό το ἔλεγε με ἓνα χαμόγελο).

Στὸν στενὸ κύκλο τῶν σπουδαστῶν γινόταν ἐπιλογή ὑλικοῦ στὴ Μηχανική, τὴν Ἡλεκτροδυναμική, τὴ ΘΤΣ, τὴ Στατιστικὴ Φυσικὴ καὶ τὴν Κβαντομηχανική, τὸ ὁποῖο ἔπρεπε ὀπωσδήποτε νὰ γνωρίζει ὅποιος θὰ προσπαθοῦσε ἐποικοδομητικὰ νὰ δουλέψει στὸν τομέα τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς. Ἔτσι ἐμφανίσθηκε ὁ ὅρος «**θεωρημίνιμουμ**», Ὁ Λαντάου ἐξέτασε τοὺς πρώτους ἐγγραφέντες στὴ σχολή του στὸ θεωρημίνιμουμ καὶ στὴ συνέχεια οἱ ἴδιοι ἄρχισαν νὰ ἐξετάζουν ὅσους ἐπιθυμοῦσαν νὰ εἰσαχθοῦν στὴ σχολή τοῦ Λαντάου.

Πολλοὶ ἀπὸ τοὺς σημερινοὺς ἐπιστήμονες θὰ θυμοῦνται σὲ ὅλοι τους τὴ ζωὴ πῶς κατάφεραν νὰ περάσουν ἐκεῖνες τὶς ἐξετάσεις.

Τελικά, τί ἦταν τὸ θεωρημίνιμουμ; Ἕνα πολὺ προσεκτικὰ μελετημένο καὶ αὐστηρὰ κτισμένο πρόγραμμα ἐπάνω στὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ με λεπτομερεῖς καταλόγους βιβλιογραφίας, βιβλίων, παραγράφων ἀπὸ αὐτὰ καὶ ἄρθρων σὲ ἐπιστημονικὰ περιοδικά.

Ὅταν ὁ Λαντάου ἄρχισε νὰ συναισθάνεται τὸ δῶρο τοῦ διακεκριμένου παιδαγωγοῦ (ἐδῶ, κατὰ τὴ γνώμη μου, δὲν ὑπῆρχε ἰσάξίός του) καὶ ὅταν ἡ σχολή του ἄρχισε νὰ ἀποκτᾶ κῦρος στὸν ἐπιστημονικὸ κόσμον καὶ μάλιστα ἐκτὸς τῶν

όριων τῆς Σοβιετικῆς Ἑνώσεως, γεννήθηκε ἡ ἰδέα τῆς διδασκαλίας τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς μὲ τὴ μορφὴ ἑνὸς ἐνιαίου διδακτικοῦ πακέτου μέσω τοῦ ὁποίου θὰ ἦταν δυνατὸν νὰ μελετηθεῖ ὄχι μόνον τὸ θεωρημίνιμου ἀλλὰ καί, βαθύτερα, ἡ σύγχρονη Θεωρητικὴ Φυσικὴ.

Μιλώντας γιὰ τὸ διδακτικὸ πακέτο στὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ, ὁ Λαντάου, ὄντας ὁ ἐπινοητὴς του, ποτὲ δὲν φαντάστηκε τὴ σπουδαιότητα τῆς συμβολῆς ποὺ θὰ εἶχε στὴν πραγματοποίηση αὐτῆς τῆς ἰδέας, ἕνας ἀπὸ τοὺς πρῶτους μαθητές του, ὁ **Ε.Μ. Λίφσιτς**⁴². Ἀναμφίβολα ὅλοι συμφωνοῦν ὅτι χωρὶς τὸν Εὐγένιο Μιχαήλοβιτς ἕνα τέτοιο ἔργο⁴³ δὲν θὰ εἶχε ἐκδοθεῖ. Ἐφερε καὶ εἰσήγαγε στὸ

42. **Εὐγένιος Μιχαήλοβιτς Λίφσιτς** (1915-1985): σοβιετικὸς φυσικὸς καὶ ἀκαδημαϊκὸς στοὺς τομεῖς τῆς Φυσικῆς Στερεᾶς Καταστάσεως, τῆς Κοσμολογίας καὶ τῆς Βαρυτικῆς θεωρίας. Κάτοχος τοῦ βραβείου Λένιν (1962). Φοιτητὴς τοῦ Λαντάου, ὁ στενότερος συνεργάτης του καὶ συνεχδότης τοῦ δεκάτου διδακτικοῦ πακέτου Θεωρητικῆς Φυσικῆς.

43. Τὸ διδακτικὸ πακέτο Θεωρητικῆς Φυσικῆς ποὺ συνέγραψαν ὁ Λαντάου καὶ ὁ Λίφσιτς ἀποτελεῖται ἀπὸ δέκα τόμους ποὺ εἶναι ἀφιερωμένοι στὴν Κλασικὴ Μηχανικὴ (πρῶτη ἔκδοση 1940), τὴ Θεωρία Πεδίου (1941), τὴ μὴ Σχετικιστικὴ Κβαντομηχανικὴ (1948), τὴ Σχετικιστικὴ Κβαντομηχανικὴ (1968), τὴ Στατιστικὴ Φυσικὴ (1936), τὴ Θεωρία τοῦ Στερεοῦ Μέσου, τὴν Ὑδροδυναμικὴ καὶ τὴν Ἐλαστικότητα (1944), τὴν Ἠλεκτροδυναμικὴ τοῦ Στερεοῦ Σώματος (1957), καθὼς καὶ ἐπανεδόσεις τῶν παραπάνω μὲ τὸν 10ο τόμο νὰ ἐκδίδεται τὸ 1971. Ὁ Λαντάου πέθανε τὸ 1968 καὶ δὲν πρόλαβε νὰ δεῖ τὸ ἔργο ὀλοκληρωμένο.

διδασκτικὸ αὐτὸ πακέτο πολλὰς νέες ἐπιστημονικὲς ἰδέες, ἀφιέρωσε σὲ αὐτὸ πολλὴ προσωπικὴ ἐργασία καὶ μὲ τὴ συμμετοχὴ του πρόσθεσε σαφήνεια καὶ ἀκρίβεια στὸ ὅλο ἐγχείρημα.

Δυστυχῶς, τὸ μεγαλειῶδες αὐτὸ ἔργο δὲν τελείωσε ἐνὸσω ὁ Λέων Δαυίδοβιτς βρισκόταν ἀκόμα στὴ ζωὴ. Ὅμως οἱ μαθητὲς του, μὲ ἐπικεφαλῆς τὸν Ε.Μ. Λίφσιτς, συνέχισαν τὸ ἔργο τοῦ δασκάλου τους μὲ μεγάλη ἐπιτυχία. Τὸ ὅλο πόνημα ἀποπνέει τὴν προσωπικότητα, τὶς ἰδέες καὶ τὴν ἰδιαιτερότητα τοῦ Λαντάου. Δὲν ὑπάρχει ἀμφιβολία ὅτι αὐτὸ τὸ ἔργο θὰ θρέψει γενιὲς καὶ γενιὲς θεωρητικῶν φυσικῶν.

Σπουδαῖο ρόλο στὴν ἐπιστημονικὴ ζωὴ καὶ τὴν παιδαγωγικὴ πρακτικὴ τῆς σχολῆς τοῦ Λαντάου ἔπαιζαν τὰ λεγόμενα λανταουσεμινάρια.

Τὶς Τετάρτες, κατὰ τὶς 11 τὸ πρωί, στὸ Ἰνστιτούτο Φυσικῶν Προβλημάτων, συγκεντρώνονταν οἱ διακεκριμένοι φυσικοὶ ἀπὸ ὅλα τὰ ἰνστιτούτα τῆς Μόσχας. Ἡ εἴσοδος στὸ σεμινάριο ἦταν ἐντελῶς δωρεὰν καὶ κανεὶς δὲν ἐλεγχόταν.

Στὴν πρώτη σειρὰ καθόταν ὁ Λαντάου μὲ τοὺς πιὸ κοντινοὺς του συνεργάτες, οἱ ὁποῖοι κατὰ κύριο λόγο συμμετεῖχαν καὶ στὴ συζήτηση. Οἱ ὑπόλοιπες σειρὲς παρακολουθοῦσαν τὶς συζητήσεις. Οἱ εἰσηγητὲς καὶ τὰ προτεινόμενα θέματα τῶν εἰσηγήσεων (κατὰ κανόνα ἦταν ἀφιερωμένες

σὲ ἄρθρα ποὺ εἶχαν δημοσιευθεῖ σὲ πρόσφατες ἐκδόσεις ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν) ἐγκρίνονταν ἀπὸ τὸν ἴδιο τὸν Λαντάου. Κάθε εἰσηγητὴς θὰ ἔπρεπε νὰ στοιχειοθετήσῃ τὴ διατύπωση τοῦ προβλήματος ποὺ δινόταν ἀπὸ τὸν συγγραφέα συγκεκριμένου ἄρθρου τῆς κρινόμενης ἐργασίας καὶ νὰ ἀναπτύξῃ τὴ λύση ποὺ προτεινόταν ἀπὸ τὸν συγγραφέα. Ὁ Λαντάου ἐκτιμοῦσε ιδιαίτερα τὸν εἰσηγητὴ ποὺ θὰ πρότεινε μία νέα, καλύτερη λύση ἀπὸ τὴν ὑπὸ ἐξέταση μέθοδο λύσεως.

Πολὺ συχνά, καὶ ἀφοῦ εἶχε στοιχειοθετηθεῖ ἡ διατύπωση τοῦ προβλήματος καὶ εἶχε ἐξετασθεῖ τὸ τελικὸ ἀποτέλεσμα, ὁ Λαντάου, μετὰ ἀπὸ ἓναν σύντομο στοχασμὸ, ἐξηγοῦσε: «Αὐτὸ τὸ ἄρθρο εἶναι εἶναι πολὺ "στεγνό". δὲν ἀξίζει νὰ σπαταλήσουμε πάνω του ἄλλο χρόνο». Καὶ χωρὶς καμία τύψη ἢ εἰσήγηση ἐλάμβανε τέλος.

Τὸ σεμινάριο εἶχε διπλὸ σκοπὸ: κατ' ἀρχάς, ἐκπαιδευτικὸ· δίδασκε τοὺς νέους ἀρχαρίους φυσικοὺς νὰ στοιχειοθετοῦν τὶς σκέψεις τους μὲ τέτοια λογικὰ ἀψεγάδιαστη μορφή ποὺ θὰ ἱκανοποιοῦσε τὸν Λαντάου (ποὺ ἀπὸ μόνου του αὐτὸ δὲν ἦταν καὶ εὐκόλο). Κατὰ δεύτερον, ἐπιστημονικὸ· τὸ σεμινάριο ἐπέτρεπε στὸν Λαντάου καὶ στοὺς στενοὺς του συνεργάτες νὰ μάθουν τὶς ιδέες ποὺ περιέχονταν στὶς τελευταῖες δημοσιεύσεις τῶν ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν μὲ ἓναν τρόπο δουλεμένο καὶ ἀπλοποιημένο.

Τὸ μεγαλύτερο κέρδος ἀπὸ αὐτὸ τὸ σεμινάριο τὸ εἶχε ὁ ἴδιος ὁ Λαντάου.

Τὸν χρόνο τῆς πρώτης του ἐκπαιδευτικῆς ἄδειας ὁ Λαντάου τὸν πέρασε στὴν Κοπεγχάγη μὲ τὸν Bohr⁴⁴, στὴ Ζυρίχη μὲ τὸν Pauli⁴⁵ καὶ στὸ Cambridge μὲ τὸν Rutherford⁴⁶.

Ὁ Παῦλος Σιγκιζμούντοβιτς Ἔρενφεςτ⁴⁷ μού

44. **Niels Henrik David Bohr** (1885–1962)· δανὸς φυσικὸς μὲ θεμελιώδη συνεισφορὰ στὴν Ἀτομικὴ καὶ τὴν Κβαντικὴ Θεωρία. Ἔλαβε τὸ βραβεῖο Νόμπελ τὸ 1922.

45. **Wolfgang Ernst Pauli** (1900–1958)· αὐστριακὸς θεωρητικὸς φυσικὸς καὶ ἓνας ἀπὸ τοὺς πρωτοπόρους τῆς Κβαντικῆς Θεωρίας. Τὸ 1945 ἔλαβε τὸ βραβεῖο Νόμπελ.

46. **Ernest Rutherford** (1871–1937), νεοζηλανδὸς φυσικὸς μὲ βρετανικὴ ὑπηκοότητα ποὺ ἔμεινε γνωστὸς ὡς ὁ πατέρας τῆς Πυρηνικῆς Φυσικῆς.

47. **Paul Ehrenfest** (1880–1933)· αὐστρο-ολλανδὸς φυσικὸς μὲ μεγάλη συνεισφορὰ στοὺς τομεῖς τῆς Στατιστικῆς Φυσικῆς καὶ τῆς σχέσης τῆς μὲ τὴν Κβαντομηχανικὴ. Πέρασε ἄσχημα σχολικὰ χρόνια, καθὼς, ὡς Ἑβραῖος, ἦταν δακτυλοδεικτούμενος στὸ σχολεῖο καὶ ἔχασε καὶ τοὺς δύο γονεῖς του σὲ νεαρὴ ἡλικία. Ὁ δάσκαλός του, **Ludwig Eduard Boltzmann** (1844–1906), τὸν ἔκανε καὶ ἀγάπησε τὰ Μαθηματικὰ καὶ τὴ Φυσικὴ. Μετὰ ἀπὸ ἓνα διάστημα στὴν Ἁγία Πετρούπολη, ὅπου πῆγε μὲ τὴ σημαντικὴ μαθηματικὴ ρωσίδα γυναῖκα του **Τατιάνα Ἀλεξέγεβνα**, τελικὰ προσελήφθη καθηγητῆς στὸ πανεπιστήμιο τοῦ Λέιντεν στὴν Ὁλλανδία ὡς διάδοχος τοῦ **Hendrik Antoon Lorentz** (1853–1928) τὸ 1912. Ἐκεῖ ἔκανε τὸ μεγαλύτερο μέρος τῆς ἔρευνάς του καὶ κέρδισε τὴ φήμη τοῦ καλύτερου δασκάλου τῆς γενιᾶς του κατὰ τὸν Einstein, μὲ τὸν ὁποῖο ἦταν προσωπικὸς φίλος, ὅπως καὶ μὲ τὸν Bohr.

τόν σύστησε στὸ Βερολίνο, στὰ τέλη τοῦ 1929, στὰ πλαίσια ἐνὸς συνεδρίου Θεωρητικῆς Φυσικῆς.

Ὁ Λαντάου μὲ λύπη μοῦ εἶπε: «Ὅπως ὅλες οἱ ὁμορφες γυναῖκες ἔχουν ἤδη χαθεῖ καὶ εἶναι παντρεμένες, ἔτσι καὶ ὅλα τὰ ὁμορφα προβλήματα ἔχουν λυθεῖ. Μόλις καὶ μὲ τὴ βία θὰ βρῶ κανένα καλὸ ἀνάμεσα σὲ αὐτὰ ποὺ ἔμειναν.»

Τελικὰ ὅμως βρῆκε ἓνα.

Τὸν Ἰανουάριο τοῦ 1930, ὄντας στὴ Ζυρίχη μὲ τὸν Pauli, ἀνακάλυψε τὸ τελευταῖο, σύμφωνα μὲ τὰ δικά του λόγια, ἀπὸ τὰ καλὰ προβλήματα: τὴν κβάντωση τῆς κίνησης τῶν ἠλεκτρονίων ὅταν βρίσκονται σὲ σταθερὸ μαγνητικὸ πεδίο. Τὸ πρόβλημα αὐτὸ τὸ ἔλυσε τὴν Ἐνοιξη ὅταν βρισκόταν στὸ Cambridge μαζὶ μὲ τὸν Rutherford. Ἔτσι, στὴν ἱστορία τῆς Φυσικῆς, δίπλα στὸν παραμαγνητισμὸ τοῦ Pauli ἐμφανίσθηκε καὶ ὁ διαμαγνητισμὸς τοῦ Λαντάου⁴⁸.

48. Τὰ ὑλικά, ἀνάλογα μὲ τὴ συμπεριφορά τους ὅταν βρίσκονται μέσα σὲ ἓνα μαγνητικὸ πεδίο, χωρίζονται σὲ **σιδηρομαγνητικά**, **παραμαγνητικά** καὶ **διαμαγνητικά**. Τὰ πρῶτα (ὅπως ὁ σίδηρος, τὸ κοβάλτιο, τὸ νικέλιο, κ.λπ.) ὅταν βρεθοῦν σὲ μαγνητικὸ πεδίο ἀποκοτοῦν μόνιμα μαγνητικὲς ιδιότητες, δηλαδή, συμπεριφέρονται **καὶ** ὡς μαγνήτες χωρὶς τὴν παρουσία μαγνητικοῦ πεδίου. Τὰ δεύτερα (ὅπως τὸ βολφράμιο, τὸ καίσιο, κ.λπ.) ὅταν βρεθοῦν σὲ μαγνητικὸ πεδίο παρουσιάζουν ἀσθενῆ μαγνήτιση παράλληλα μὲ ἐκεῖνη τοῦ πεδίου μὲ ἀποτέλεσμα νὰ **ἐλκονται** ἀπὸ αὐτό. Ἡ μαγνήτισή τους, ὅμως, χάνεται μόλις ἀπομακρυνθεῖ τὸ

Αυτή ἦταν μία ἐπιτυχημένη ἀνακάλυψη γιατί στὴ σπουδαία διατριβὴ τοῦ Bohr τονιζόταν μὲ ἀυστηρότητα ὅτι ἡ κλασικὴ θεώρηση⁴⁹ δὲν βλέπει συνεισφορὰ τῶν ἠλεκτρονίων στὸν διαμαγνητισμὸ τῶν μετάλλων. Μὲ αὐτὴ του τὴν ἐργασία ὁ Λαντάου κέρδισε μία θέση στὸ πάνθεον τῶν μεγάλων φυσικῶν τῆς ἐποχῆς τῶν βίαιων ἀναταράξεων γιὰ τὴ Φυσικὴ, καὶ τοποθετήθηκε στὴ δεύτερη κατηγορία στὸν κατάλογο ταξινομήσεως τῶν ἐπιστημόνων ποὺ εἶχε ὁ ἴδιος φτιάξει. Τὴν πρώτη θέση σὲ αὐτὸν κατελάμβαναν ὁ Bohr, ὁ Schrödinger, ὁ Heisenberg, ὁ Dirac⁵⁰ καὶ (ἀργό-

πεδίο. Τέλος, τὰ διαμαγνητικὰ ὕλικα (ὅπως τὸ βισμούθιο, ὁ ὑδράργυρος, κ.λπ.) συμπεριφέρονται ὅπως καὶ τὰ παραμαγνητικὰ μὲ τὴ διαφορὰ πῶς ἡ ἀσθενὴς μαγνήτισή τους ἔχει ἀντίθετη φορὰ πρὸς ἐκείνη τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μὲ ἀποτέλεσμα νὰ **ἀπωθοῦνται** ἀπὸ αὐτό. Ὁ Λαντάου μὲ τὴν ἔρευνά του ἀνακάλυψε ὅτι τὰ ἠλεκτρόνια, στὴν ἐλεύθερη κατάστασή τους, ὅταν βρεθοῦν μέσα σὲ μαγνητικὸ πεδίο μαγνητίζονται διαμαγνητικὰ καὶ πλέον ἡ κίνησή τους κβαντώνεται, δηλαδή, κινοῦνται, σὲ σχέση μὲ τὸ πεδίο, σὲ συγκεκριμένες διευθύνσεις ἐνῶ κάποιες ἄλλες εἶναι ἀπαγορευτικές.

49. Ἐννοεῖ τὸ πῶς ἐρμήνευε ἡ Φυσικὴ τοῦ Νεύτωνα τὰ φυσικὰ φαινόμενα.

50. Ὁ **Paul Adrien Maurice Dirac** (1902-1984), ἦταν βρετανὸς θεωρητικὸς φυσικὸς. Ἡ συμβολὴ του στὰ ἀρχικὰ στάδια τῆς Κβαντομηχανικῆς καὶ τῆς Κβαντικῆς Ἡλεκτροδυναμικῆς θεωρεῖται πολὺ σημαντικὴ. Τὸ 1933 μοιράσθηκε τὸ βραβεῖο Νόμπελ μὲ τὸν Schrödinger «γιὰ τὴν ἀνακάλυψη νέων παραγωγικῶν μορφῶν τῆς Ἀτομικῆς Θεωρίας».

τερα) ο Fermi⁵¹. Τον Einstein τὸν τοποθετοῦσε μισή θέση παραπάνω.

Ἡ συνάντησή του με τὸν Pauli ἔκανε στὸν Λαντάου μεγάλη ἐντύπωση. Θυμᾶμαι ὅτι κάποτε στὴ Μόσχα ὁ Λαντάου προσπάθησε νὰ ἔλθει σὲ ἀντιπαράθεση με τὸν Pauli, ὅμως ὁ τελευταῖος τοῦ εἶπε: «Ἄχ, ὄχι Λαντάου· σκεφτεῖτε το μόνος σας». Τὸ θέαμα ἦταν, δίχως ἀμφοβολία, πολὺ ἀσυνήθιστο.

Λέγεται ὅτι ὅσον ἀφορᾷ τὸν χαρακτήρα του, ὁ Λαντάου στὰ νεανικά του χρόνια ἦταν προκλητικός, γεμᾶτος κατάκριση (καὶ δὲν ἐννοοῦμε τὴ Φυσική) ποὺ ἔφθανε στὰ ὅρια τῆς ἐσκεμμένης ἐκκεντρικότητας.

Αὐτὰ τὰ χαρακτηριστικὰ μοῦ θυμίζουσι τὸν νεαρὸ **Μαγιακόφσκυ**⁵², ὅταν ἀκόμα φοροῦσε τὸ

51. Ὁ **Enrico Fermi** (1901–1954)· ἰταλὸς φυσικός. Τιμήθηκε τὸ 1938 με τὸ βραβεῖο Νόμπελ Φυσικῆς. Μελέτησε τὰ σωμάτια τῶν ἀτόμων καὶ ἀνακάλυψε ἓνα ἀκόμη σωματίο, τὸ ὁποῖο ὀνομάστηκε **φερμιόνιο**. Ἐπίσης, διατύπωσε τὴ θεωρία τῆς **ραδιενέργειας β**. Τὸ 1942 κατασκεύασε τὸν πρῶτο ἀτομικὸ ἀντιδραστήρα, στὸ Σικάγο τῶν Η.Π.Α. Ἐκεῖ πέτυχε τὴν τεχνητὴ ἀλυσιδωτὴ πυρηνικὴ ἀντίδραση. Τέλος, συμμετείχε καὶ στὴν κατασκευὴ τῆς ἀτομικῆς βόμβας μαζὶ με πολλοὺς διάσημους φυσικοὺς τῆς ἐποχῆς του.

52. Ὁ **Βλαδίμηρος Βλαδιμήροβιτς Μαγιακόφσκυ** (1893–1930)· ρώσος ποιητῆς καὶ θεατρικὸς συγγραφέας, ἓνας ἀπὸ τοὺς κατεξοχὴν ἐκπροσώπους τοῦ Ρωσικοῦ Φουτουρισμοῦ στὶς ἀρχὲς τοῦ 20οῦ αἰῶνα.

κίτρινο σακάκι του και συνετάρασε τούς τυχαίους άκροατές του περιγράφοντας τόν έαυτό του και τή σπουδαιότητά του.

Άναπόφευκτα ή όμοιότητα έπιβάλλει νά αναζητήσουμε κοινή έξήγηση. Νομίζω πώς τò ζήτημα είναι ότι παρόμοιες έμφανίσεις τού «έγώ» είναι χαρακτηριστικό τού ιδιοφυούς, ό όποιος καταλαμβάνει έτσι τή θέση πού τού άρμόζει.

Όταν ό Μαγιακόφσκυ κατάφερε νά αναγνωριστεί έγινε πιό μαλακός, πιό έπεικής και πιό καλοσυνάτος.

Τήν ίδια διαδρομή άκολούθησε και ό Λαντάου. Όταν ήλθε ή πάγκοινη αναγνώριση, τόσο στήν πατρίδα του όσο και στò έξωτερικό, σταμάτησε νά είναι προσβλητικός. Προσωπικά, αίσθάνομαι τυχερός γιατί στὰ δύσκολα χρόνια τής καριέρας μου δοκίμασα στήν πληρότητά της τήν καλή του σχέση πρòς τούς άνθρωπους και τήν άφοσίωσή του πρòς τούς παλιούς του συντρόφους και φίλους.

Στòν τομέα τής Θεωρητικής Φυσικής, κατὰ τή γνώμη μου, οί έπιστήμονες μπορούν νά διααιρεθοῦν, όπως συμβαίνει και στή μουσική, σè έκτελεστès και σè συνθέτες. Σπάνια οί δύο αυτές κατευθύνσεις ενός ολοκληρωμένου έργου έμφανίζονται στòν ίδιο μουσικό.

Ό φυσικός-συνθέτης, ό δημιουργός μιὰς νέας θεωρίας, πρέπει, μέχρι κάποιο βαθμό, νά ξεφύγει

ἀπὸ τὸν συνηθισμένο τρόπο τῆς καλοκαμωμένης καὶ παραδοσιακῆς λογικῆς.

Γιὰ παράδειγμα, τὸ ἀξίωμα τοῦ Eisntein ὅτι ἡ ταχύτητα τοῦ φωτὸς εἶναι ἡ ἴδια σὲ ὅλα τὰ συστήματα ἀναφορᾶς, ἢ τὸ ἀξίωμα τοῦ Bohr ὅτι τὸ ἠλεκτρόνιο ἐκπέμπει ἀκτινοβολία τῆ στιγμῆ τῆς μετάβασής του ἀπὸ ἓνα τροχιακὸ σὲ ἓνα ἄλλο, ἐνῶ αὐτὸ δὲν συμβαίνει ὅταν παραμένει στὸ ἴδιο τροχιακὸ, ἔρχεται σὲ ἀντίθεση μὲ τὴν παραδοσιακὴ κοινὴ λογικὴ σὲ μιὰ πρώτη ματιὰ. Πρέπει, ὅμως, νὰ τονίσουμε ὅτι στὰ «ὑψηλὰ ἐπίπεδα» τοῦ ἐπιστημονικοῦ ἔργου τὸ ὄριο μεταξὺ ἐπιστήμονα-συνθέτη καὶ ἐπιστήμονα-ἐκτελεστῆ κάπως σβῆνει καὶ μερικὲς φορὲς ἀρχίζει νὰ μὴ διακρίνεται.

Ὁ Λαντάου γεννήθηκε μὲ τὸ χάρισμα νὰ ἀναταράσσει τὴ μηχανὴ τῆς λογικῆς ἐπιτρέποντάς του γρήγορα νὰ διαβλέπει τὶς ἀντιθέσεις καὶ τὶς ἀτέλειες στὴ δουλειὰ τῶν συνεργατῶν του καὶ νὰ τὶς ξεριζώνει ὡς «παθογενεῖς». Ὅμως αὐτὸ τὸ ταλέντο τῆς νόησής του μερικὲς φορὲς γύρισε ἐναντίον του, ἀφοῦ δὲν τοῦ ἐπέτρεπε νὰ βγαίνει ἀπὸ τὰ πλαίσια τῆς σιδηρᾶς λογικῆς του.

Νὰ γιατί ἐξελίχθηκε σὲ ἓναν ἀπὸ τοὺς καλύτερους ἐκτελεστὲς στὸν κόσμο καὶ μποροῦσε νὰ λύσει ὁποιοδήποτε πρόβλημα, ὅσο δύσκολο κι ἂν ἦταν. Κι ἐδῶ, κατὰ τὴ λογικὴ τῆς σύνθεσης, μερικὲς φορὲς μετασχηματιζόταν σὲ συνθέτη· χωρὶς τὴ «μουσικὴ του» δὲν θὰ εἶχε ἐπιτευχθεῖ ἡ λύση.

Γιὰ ποιὸ λόγο ὁ Λαντάου ἀπολάμβανε τέτοιας ἀγάπης καὶ τόσο σεβασμοῦ σὲ ὀλόκληρο τὸν ἐπιστημονικὸ κόσμο;

Μοῦ φαίνεται πὼς ἐδῶ τὸ ζήτημα πάνω ἀπὸ ὅλα εἶναι ὅτι γιὰ τοὺς ἀνθρώπους τῆς ἐπιστήμης ποὺ βρίσκονται στὸ ἀνώτατο σκαλοπάτι, χαρκτηριστικὸ γνώρισμα εἶναι νὰ δοκιμάζουν ἀπροσδιόριστη καὶ ἐλεύθερη ἀπὸ ὀποιαδήποτε ἐπιρροή εὐδαιμονία ὅταν συναντοῦν αὐθεντικὰ ταλέντα.

Ἡ ἐπιστημονικὴ καθαρότητα τοῦ Λαντάου προκαλοῦσε ἐνθουσιασμό. Ποτέ του δὲν ὑποκρίθηκε ὅτι καταλαβαίνει μία ἐρώτηση γιὰ νὰ ξεφύγει μὲ ἓναν λόγο προερχόμενο ἀπὸ τὸν «ὑψηλὸ θρόνο τῆς μεγαλοπρέπειάς του».

Προκαλοῦσε τεράστια ἐντύπωση ἡ πανεπιστημοσύνη τοῦ Λαντάου. Ἐνῶ οἱ ἀπανωτὲς ἀνακαλύψεις ὀδηγοῦσαν τὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ σὲ ὅλο καὶ πιὸ ἀποκλίνουσες ἐξειδικεύσεις (τὸ θέμα ἔφθασε ἕως τὸ σημεῖο σήμερα οἱ εἰδικοί στὰ Στοιχειώδη Σωματίδια⁵³ νὰ ἀδυνατοῦν νὰ κατανοήσουν τοὺς

53. **Στοιχειώδες σωματίδιο:** τὸ μικρότερο δομικὸ σωματίδιο τῆς ὕλης ποὺ ἔχει ἀνακαλυφθεῖ καὶ δὲν διαιρεῖται περαιτέρω, τουλάχιστον μὲ τὰ σημερινὰ δεδομένα. Συνεπῶς ἓνα στοιχειώδες σωματίδιο εἶναι σωματίδιο ποὺ δὲν ἔχει ἐσωτερικὴ δομή, δὲν ἀποτελεῖται, δηλαδή, ἀπὸ ἄλλα σωματίδια. Σύμφωνα μὲ τὸ Καθιερωμένο Μοντέλο τὰ πρωτόνια καὶ τὰ νετρόνια δὲν εἶναι στοιχειώδη σωματίδια, ἀφοῦ ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὰ κουάρκ, ἐνῶ τὰ ἠλεκτρόνια εἶναι. Συνολικὰ ἔχουν ἀνακαλυφθεῖ 12 στοιχειώδη σωματίδια.

ειδικούς στην Κβαντική Θεωρία Πεδίου⁵⁴), ο Λαντάου αίσθανόταν σιγουριά στους πιό ποικίλους και απόμακρους, τὸν ἕνα ἀπὸ τὸν ἄλλο, τομείς τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς.

Δὲν ἔδειχνε ποτὲ νὰ γερνάει· μαζί μὲ τὴ διεύρυνση τοῦ ὄγκου τῆς γνώσης στὴ Φυσικὴ, μεγάλωνε καὶ τελειοποιούνταν τὸ ταλέντο του.

Εἶναι ἀλήθεια πὼς οἱ πιό στενοί του συνεργάτες παρατηροῦσαν ὅτι μερικὲς φορὲς ἀπέφευγε νὰ ἀπαντήσῃ σὲ κάποια ἐρωτήματα. Συνήθως ἔλεγε: «*Λοιπόν, αὐτὸ ἐμένα δὲν μὲ ἀφορᾷ*». Ὅμως σύντομα ἀποδεικνυόταν ὅτι δὲν ξεχνοῦσε τίς ἐρωτήσεις ποὺ τοῦ εἶχαν θέσει. Ὅπως ὁ σκακιστὴς ποὺ παίζει σὲ πολλὲς ταυτόχρονα παρτίδες, ἔτσι καὶ αὐτὸς χρησιμοποιοῦσε τὴν ἱκανότητα τοῦ νοῦ του νὰ ἐπεξεργάζεται ταυτόχρονα μίαι σειρὰ ἀπὸ διαφορετικὰ προβλήματα. Ἄν ἡ ἐρώτηση ποὺ τοῦ εἶχαν θέσει εἶχε μείνει ἀναπάντητη, ὁ Λαντάου, λίγο καιρὸ ἀργότερα καὶ ἀναπάντεχα ἄρχιζε νὰ λέει: «*Μεταξὺ τῶν ἄλλων, αὐτὸ ποὺ μὲ ρώτησες γιὰ τὸ... Λοιπόν...*», καὶ ἀκολουθοῦσε μίαι λεπτομερέστατη ἀπάντηση-ἐξήγηση.

54. Ἡ **Θεωρία Πεδίου** (ΘΠ) μελετᾷ τὴ χρονικὴ ἐξέλιξη ἐνὸς πεδίου (π.χ., ἠλεκτρομαγνητικὸ πεδίο, βαρυτικὸ πεδίο, κ.λπ.). Ἡ **Κβαντικὴ Θεωρία Πεδίου** συνδυάζει τὴν κλασικὴ ΘΠ, τὴ ΘτΣ καὶ τὴν Κβαντομηχανικὴ προτείνοντας μοντέλα δομῆς τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων.

Νομίζω ὅτι πρέπει νὰ γραφτοῦν κάμποσες βιογραφίες γιὰ τὸν Λαντάου.

Πρῶτη ἀπὸ ὅλες, ἡ ἐπιστημονικὴ βιογραφία του. Τὸν ρόλο αὐτὸ ἔχει ἀναλάβει σὲ ἱκανοποιητικὸ βαθμὸ τὸ ἄρθρο τοῦ Εὐγένιου Μ. Λίφσιτς ποὺ βρίσκεται στὸ δίδιμο ἀνθολόγιο τοῦ ἔργου τοῦ Λαντάου. Θὰ ἦταν εὐτύχημα ἂν ὁ Εὐγένιος Μιχαήλοβιτς ἔβρισκε χρόνο νὰ τὴ διευρύνει.

Τὸ ἀνθολόγιο τοῦ ἔργου τοῦ Λαντάου πρέπει νὰ συμπληρωθεῖ μὲ λεπτομερῆ σχολιασμὸ ποὺ νὰ διευκολύνει τὴ μελέτη του ὥστε κάθε φοιτητῆς νὰ μπορεῖ νὰ ἐντρυφήσει σὲ αὐτὰ τὰ ἄρθρα καὶ νὰ μὴ τὰ βλέπει ὡς λείψανα μιᾶς ἄλλης ἐποχῆς.

Ὁ ζωντανὸς λόγος τοῦ Λαντάου

*Εὐγένιος Μ. Λίφσιτς
Ἀντεπιστέλων μέλος τῆς
Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν
τῆς Ε.Σ.Σ.Δ.*

Εἰσαγωγή

Δεκατρία χρόνια⁵⁵ μᾶς χωρίζουν ἀπὸ τὸ τραγικὸ περιστατικὸ ποὺ διέκοψε ἀπότομα τὴ λαμπρὴ σταδιοδρομία τοῦ Λέοντος Δαυίδοβιτς Λαντάου. Κανένας πλέον ἀπὸ αὐτοὺς ποὺ ἐπιλέγουν σήμερα τὸν κλάδο τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς ὡς καριέρα στὴ ζωὴ τους, δὲν ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ ἀκούσει νοουθεσίες ἀπὸ τὸν ἄνθρωπο, ἡ πόρτα τοῦ ὁποίου ἦταν ἀνοιχτὴ στὸν καθένα ποὺ ζητοῦσε ἐπιστημονικὲς συμβουλές. Ὑποχωρεῖ στὸ παρελθόν, ἔχοντας σκεπαστεῖ μὲ τὸν θρῦλο, ἡ

55. Τὴν ἐποχὴ ποὺ ἔγινε ἡ μετάφραση (2019) εἶχαν συμπληρωθεῖ 57 χρόνια ἀπὸ τὸ τραγικὸ ἀτύχημα τοῦ 1962.

μορφή αὐτοῦ τοῦ ἀσυνήθιστου ἀνθρώπου. Ἀκόμα καὶ οἱ πλέον ξεκάθαρες ἀναμνήσεις ἐκείνων ποὺ εἶχαν τὴν τύχη νὰ βρίσκονται ἀνάμεσα στοὺς πιὸ στενοὺς του συνεργάτες καὶ φίλους δὲν μποροῦν νὰ μεταφέρουν πλήρως τὴν ἰδιορρυθμία, τὴ στυλιπνότητα καὶ τὴ γοητεία τῆς προσωπικότητάς του.

Κάθε ἀνάμνηση ἀναπόφευκτα μεταφέρει μαζί της κάτι καὶ ἀπὸ τὴν προσωπικότητα τοῦ μνημονευομένου καὶ μόνον ὁ εὐθύς λόγος τοῦ ἀνθρώπου, ποὺ δὲν ἔχει ἀλλοιωθεῖ μὲ τίποτε ἄλλο, ἀποκαλύπτει τὸ βάθος τῆς ψυχῆς του.

Τὸν ζωντανὸ λόγο τοῦ ἀνθρώπου μετὰ τὸν θάνατό του τὸν μεταφέρουν οἱ ἐπιστολές του. Ἐπιστολές, ὅμως, ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ἔγραφε μὲ μεγάλη δυσκολία καὶ σπανίως. Γενικὰ τοῦ ἦταν δύσκολο νὰ ἐκφράσει τὶς σκέψεις του σὲ ἓνα κομμάτι χαρτί (ἔτσι, σὲ μία ἀπὸ τὶς προτάσεις ποὺ τοῦ εἶχαν γίνεῖ νὰ γράφει ἓνα ἐκλαϊκευμένο ἐπιστημονικὸ ἄρθρο ἀπήντησε: «Πιθανὸν νὰ ἔχετε ἀκούσει ὅτι εἶμαι ἐντελῶς ἀνίκανος νὰ κάνω ὅποιαδήποτε συγγραφικὴ ἐργασία καὶ ὅλα ὅσα γράφονται ἀπὸ ἐμένα πάντοτε συντάσσονται μὲ τὴ βοήθεια τῶν συνεργατῶν μου»). Τοῦ ἦταν δύσκολο ἀκόμα καὶ νὰ γράφει ἄρθρο μὲ θέμα τὴν προσωπική του (χωρὶς συνεργάτη) ἐπιστημονικὴ ἐργασία καὶ ὅλες οἱ δημοσιεύσεις του στὴ διάρκεια πολλῶν ἐτῶν γράφτηκαν γιὰ λογαριασμό του ἀπὸ ἄλλους. Ἡ ἀνυπέρβλητη προσπάθεια πρὸς

τὸ λακωνίζειν καὶ τὴ σαφήνεια τῶν ἐκφράσεων τὸν ἀνάγκαζαν νὰ εἶναι τόσο πολὺ σχολαστικὸς σὲ κάθε του φράση πού στὸ τέλος ἢ δουλειὰ τῆς συγγραφῆς ὁποιουδήποτε ἄρθρου, εἴτε αὐτὸ ἦταν ἐπιστημονικὸ εἴτε προσωπικόν, σὲ μορφή πού νὰ τὸν ἱκανοποιεῖ, καταντοῦσε μαρτύριον.

Καὶ τόσο χαρακτηριστικὴ καὶ σημαντικὴ ἦταν γιὰ αὐτὸν ἡ αἴσθησις τοῦ καθήκοντος, πού ὁ Λέων Δαυίδοβιτς πάντοτε (ἂν καὶ μερικὲς φορές ὅχι ἀμέσως) ἀπαντοῦσε σὲ ἐπιστολὰς ἐκείνων πού ἀπευθύνονταν σὲ αὐτὸν γιὰ συμβουλὰς ἢ βοήθεια («Ἀπαντῶ μὲ καθυστέρηση πού μὲ κανένα τρόπο δὲν ἦταν ἐσκεμμένη ἀλλὰ ἔχει νὰ κάνει μόνο μὲ τὸ γεγονὸς ὅτι μὲ δυσκολία γράφω ἐπιστολὰς καὶ γι' αὐτὸ τόσο καιρὸ χρειάζομαι γιὰ νὰ συγκεντρώσω τὶς σκέψεις μου», ἢ πάλι: «Συγχωρέστε με γιὰ τὴν καθυστέρηση πού σχετίζεται μὲ τὴν ἀκραία μου ἀντιπάθεια στὴν τέχνη τῆς ἐπιστολογραφίας»).

Στὴ διάρκεια πολλῶν ἐτῶν ὑπαγόρευε τὶς ἐπιστολὰς κατευθείαν σὲ δακτυλογράφο στὴ γραμματεία τοῦ Ἰνστιτούτου Φυσικῶν Προβλημάτων πηγαίνοντας πέρα-δῶθε στὸ γραφεῖο καὶ σκεπτόμενος κάθε φράση του διεξοδικά. Εἴμαστε εὐγνώμονες στὴ Νίνα Δημήτριάδου Λασκάρεβα, διαχειρίστρια στὸ Ἰνστιτούτο ἐπὶ σειρὰ ἐτῶν, ἢ ὅποια διαφύλαξε ἀντίγραφα αὐτῶν τῶν ἐπιστολῶν, «προσωπικῶν» καὶ «ἐπαγγελματικῶν».

Πολλὰ ἔχουν γραφεῖ γιὰ τὸ γεγονὸς ὅτι ὁ Λαντάου δὲν ἦταν μόνον ἓνας ἰδιοφυῆς φυσικὸς ἀλλὰ καὶ ἓνας γεννημένος δάσκαλος. Τὸ πάντρεμα σὲ ἓνα πρόσωπο αὐτῶν τῶν δύο ταλέντων σὲ τέτοια κλίμακα δὲν συναντᾶται συχνὰ στὴν ἱστορία τῆς ἐπιστήμης. Μία τέτοια σχέση μπορεῖ κανεὶς νὰ τὴ συναντήσῃ καὶ στὴ σύγκριση τοῦ Λαντάου μὲ τὸν ἴδιο του τὸν δάσκαλο, τὸν Niels Bohr. Μολονότι ὅσον ἀφορᾷ τὴ συναισθηματικὴ θωριὰ καὶ τὶς ιδιότητες στὸν χαρακτήρα δὲν εἶχαν καὶ πολλὰ κοινά· ἢ μέχρι ὀρίων ἠπιότητα τοῦ Bohr δὲν ἔμοιαζε καθόλου μὲ τὴν ἐπεκτατικὴτητα καὶ τὸ ἀπότομο τοῦ χαρακτήρα τοῦ Λαντάου. Αὐτὸ ποὺ εἶχαν κοινό, ὅμως, ἦταν κάτι πολὺ βαθύτερο: ἢ ἀπόλυτη μὴ ὑποχωρητικότητά τους ὅσον ἀφορᾷ τὴν ἐπιστήμη συνδυσάστηκε μὲ τὴν εὐμενῆ τους διάθεση πρὸς τοὺς ἀνθρώπους, μὲ τὴν ἐτοιμότητά τους νὰ βοηθοῦν ὅλους ὅσους προσπαθοῦσαν νὰ χαράξουν τὴν πορεία τους στὴν ἐπιστήμη καὶ μὲ τὴν χαρὰ ποὺ δοκίμαζαν ὅταν συναντοῦσαν ἓναν ταλαντοῦχο νέο ἐπιστήμονα ἢ μὲ τὴν ἐπιστημονικὴ ἐπιτυχία κάποιου ἄλλου.

Ὡς φυσικὸ ἐπακόλουθο, στὴν ἀλληλογραφία τοῦ Λέοντος Δαυίδοβιτς σημαντικὸ χῶρο καταλαμβάνουν ἀπαντήσεις του σὲ νέους ποὺ ἀπευθύνονταν σὲ αὐτὸν μὲ ἐρωτήματα σχετικὰ μὲ τὸ τί νὰ σπουδάσουν. Οἱ ἀπαντήσεις αὐτὲς ἐπιδεικνύουν ὅχι μόνον τὴν ποιότητα τῆς ψυχῆς τοῦ

Λέοντος· σὲ αὐτὲς πολλὰς φορὰς περιγράφει τὶς ἀπόψεις του γιὰ τὴν ἐκπαίδευση τῶν μελλοντικῶν φυσικῶν. Αὐτὲς οἱ ἀπόψεις ἐνδιαφέρουν καὶ θὰ ἐνδιαφέρουν καὶ τὴ νέα γενιὰ τῆς σπουδάζουσας νεολαίας.

Πρώτη Ἐπιστολή: Θεωρητικὸς ἢ Πειραματικὸς;

Ἐνας φοιτητῆς ἀπὸ ΤΕΙ τῆς πόλης Πένζα⁵⁶ γράφει στὸν Λέοντα Δαυίδοβιτς ὅτι σπαταλάει πολὺ χρόνο στὸ ἐργαστήριό τοῦ τμήματος Φυσικῆς καὶ στὴν ἀνεξάρτητη μελέτη του στὰ Μαθηματικὰ καὶ στὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ, ὅμως ἔχει χαθεῖ μπροστὰ στὸν ὄγκο τῆς γνώσης ποὺ πρέπει νὰ ἀποκτήσει. «Βρίσκομαι ἀκόμη στὴν ἀρχὴ τῆς πορείας μου καὶ μόλις ποὺ διακρίνω τὸ μονοπάτι ποὺ ὀδηγεῖ στὴν ἐπιστήμη· σὰς παρακαλῶ πολὺ νὰ μὲ βοηθήσετε νὰ ὀργανωθῶ καὶ νὰ ἐπιλέξω τὴ σωστὴ κατεύθυνση. Καὶ θὰ μὲ βοηθούσατε πάρα πολὺ ἂν μπορούσατε νὰ μοῦ γράψετε ἕνα σχέδιο τοῦ εἴδους τοῦ Προγράμματός σας· τί μοῦ χρειάζεται νὰ γνωρίζω καὶ μὲ ποιά σειρά.»

Ὁ Λέων Δαυίδοβιτς τοῦ ἀπαντᾷ ὡς ἑξῆς:

56. Ἡ Πένζα εἶναι πόλη τῆς Ρωσίας, διοικητικὸ κέντρο στὴν Περιφέρεια Πένζα τῆς Ὁμοσπονδιακῆς Περιοχῆς τοῦ Βόλγα. Βρίσκεται στὸν ποταμὸ Σούρα, 625 χλμ. νοτιοανατολικά τῆς Μόσχας. Ἴχει πληθυσμὸ 517.311 σύμφωνα μὲ τὴν ἀπογραφή τοῦ 2010 καὶ ἐξυπηρετεῖται ἀπὸ ἀεροδρόμιο.

Ἀγαπητέ σύντροφε⁵⁷ Μπ.!

Εἶναι φανερό ὅτι ἐνδιαφέρεστε σοβαρὰ γιὰ τὴ Φυσικὴ καὶ πολὺ θὰ ἤθελα νὰ σᾶς βοηθήσω. Πολὺ καλὸ εἶναι πὼς κατανοεῖτε ὅτι γιὰ μιὰ ἐπιτυχημένη ἐπιστημονικὴ ἐργασία εἶναι ἀπαραίτητο νὰ μάθετε πολλὰ πράγματα.

Ὅσον ἀφορᾷ τὸν κλάδο στὸν ὁποῖο θὰ πρέπει νὰ σπουδάσετε, αὐτὸ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ μελλοντικὰ σας σχέδια. Τὸ θέμα εἶναι ὅτι οἱ σημερινοὶ φυσικοὶ χωρίζονται σὲ δύο κατηγορίες: στοὺς θεωρητικοὺς καὶ στοὺς πειραματικούς. Οἱ θεωρητικοὶ γράφουν μὲ μολύβι ἐξισώσεις σὲ χαρτὶ καὶ οἱ πειραματικοὶ δουλεύουν μὲ ὄργανα σὲ ἐργαστήρια. Εἶναι φυσικὸ στίς δύο αὐτὲς κατηγορίες ἀνθρώπων νὰ μὴν εἶναι ἀπαραίτητο τὸ ἴδιο εἶδος ἐκπαίδευσης. Εἶναι ξεκάθαρο ὅτι ἡ θεωρητικὴ ἐκπαίδευση τῶν θεωρητικῶν πρέπει νὰ εἶναι πολὺ περισσότερο πλήρης καὶ βαθιὰ, ἂν καί, φυσικά, καὶ οἱ πειραματικοὶ πρέπει νὰ ἔχουν μία ἀρκετὰ ἱκανοποιητικὴ γνώση.

Γι' αὐτὸν τὸν λόγο ἀναλογιστεῖτε τὸ ζήτημα αὐτὸ καὶ γράψτε μου πρὸς τὰ ποῦ θέλετε νὰ κινηθεῖτε. Τότε μὲ χαρὰ θὰ σᾶς ἀποστείλω τὰ ἀντίστοιχα Προγράμματα, μετὰ τὴ μελέτη τῶν ὁποίων, ἔχω τὴν πεποίθηση, ὅτι θὰ εἴστε ἀρκετὰ ἔτοιμος γιὰ νὰ ἀρχίσετε.

57. Μετὰ τὴν ἐπικράτηση τῆς Ὀκτωβριανῆς Ἐπαναστάσεως τοῦ 1917 στὴ Ρωσία, καταργήθηκαν οἱ ἐκφράσεις «Κύριος», «Κυρία», «Δεσποινίς», κ.λπ. καὶ ἄρχισαν νὰ χρησιμοποιοῦνται τὰ «Σύντροφος» γιὰ τοὺς ἄνδρες καὶ «Συντρόφισσα» γιὰ τὶς γυναῖκες.

Μὲ τὴν πιὸ θερμὴ μου ἐκτίμηση·δικὸς σας,
Λ. Λαντάου

Δεύτερη Ἐπιστολὴ: Σὲ ἐργάτη-φοιτητὴ 25 ἐτῶν.

Ὁ ἐργάτης Λ. γράφει στὸν Λέοντα Δαυίδοβιτς:
«Σὲ μία ἐβδομάδα ἀναχωρῶ ἀπὸ τὴ Μόσχα·
θὰ σᾶς ἤμουν αἰώνια εὐγνώμων ἂν βρίσκατε
λίγο χρόνο νὰ μοῦ δώσετε μερικὲς συμβουλὲς
γιὰ τὸ πῶς καὶ τὸ τί πρέπει νὰ μελετήσω γιὰ
νὰ γίνω θεωρητικὸς φυσικὸς, ὅπως ἐπίσης καὶ
γιὰ τὸ ἂν ἀξίζει νὰ προσπαθήσω... Οἱ γνώσεις
μου ἀντιστοιχοῦν περίπου σὲ τρία ἔτη σπουδῶν
στὸ τμῆμα Μηχανικῆς καὶ Μαθηματικῶν τοῦ
Κρατικοῦ Πανεπιστημίου τῆς Μόσχας⁵⁸, ἀλλὰ
εἶμαι πιὰ 25 χρονῶν καὶ εἶμαι καὶ ἐργάτης.»
Γράφει γιὰ τὰ προβλήματα ποὺ προσπάθησε
νὰ λύσει, γιὰ τὶς δυσκολίες του νὰ κατανοήσῃ
τὶς βάσεις τῆς Φυσικῆς Θεωρίας καὶ γιὰ τὸ πῶς
προσπάθησε νὰ παρακάμψῃ αὐτὲς τὶς δυσκο-
λίες. Ἀναφέρει ἐπίσης τὴ δυσκολία ποὺ ἔχει νὰ
μαθαίνει ξένες γλῶσσες. «Πολὺ σᾶς παρακαλῶ,
Λέων Δαυίδοβιτς⁵⁹, γράψτε μου παρακαλῶ, ἔχω

58. Τὸ Κρατικὸ Πανεπιστήμιο τῆς Μόσχας (ΜΓΥ, στὰ
ρωσικὰ) εἶναι γνωστὸ στὰ ἑλληνικὰ ὡς «Πανεπιστήμιο
Λομονόσωφ». Ἰδρύθηκε τὸ 1755 καὶ εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ κα-
λύτερα ἐκπαιδευτικὰ ἰδρύματα τῆς Ρωσίας καὶ τοῦ κόσμου.

59. Στὴ Ρωσία αὐτὸς εἶναι ὁ πιὸ εὐγενικὸς τρόπος γιὰ
νὰ ἀπευθυνθεῖ κάποιος σὲ ἄλλον μὲ τὸν ὅποιο δὲν ἔχει

ἐλπίδα νὰ γίνω φυσικός; Καὶ ἐὰν ἔχω, τότε ἐκτὸς ἀπὸ τὰ σπουδαῖα Προγράμματά σας καὶ τὶς συμβουλές ποῦ θὰ εὐαρεστηθεῖτε νὰ μοῦ δώσετε, σᾶς ζητῶ νὰ μὲ ἐνημερώσετε γιὰ τὸ χρονικὸ διάστημα ποῦ ἀπαιτεῖ ἡ συμπλήρωση τοῦ Προγράμματός σας ὥστε γιὰ ἄλλη μία φορὰ νὰ μπορέσω νὰ ἐκτιμῆσω τὶς δυνατότητές μου. Λέων Δαυίδοβιτς γνωρίζω πόσο πολύτιμος εἶναι ὁ χρόνος σας καὶ θὰ τὸ θεωρήσω ὑψιστὴ τιμὴ γιὰ μένα ἐὰν μοῦ ἀπαντήσετε.»

Ὁ Λέων Δαυίδοβιτς γράφει:

Ἀγαπητέ σύντροφε Λ.!

Θὰ προσπαθῆσω νὰ ἀπαντήσω στὶς ἐρωτήσεις σας.

Φυσικὰ εἶναι πολὺ δύσκολο νὰ πεῖ κανεὶς ἐκ τῶν προτέρων πόσο μεγάλη εἶναι ἡ ἱκανότητά σας στὸν τομέα τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς. Ἐν τούτοις, δὲν εἶναι τόσο δύσκολο ὅσο φαίνεται. Προσωπικὰ πιστεύω ὅτι μὲ ἐπιτυχία θὰ μπορέσετε νὰ ἐργαστεῖτε στὸν τομέα τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς ἂν τὸ θέλετε πραγματικά. Εἶναι πολὺ σημαντικὸ ἡ ἐργασία αὐτὴ νὰ εἶναι τῶν ἄμεσων ἐνδιαφερόντων σας. Ἄν ὑπολογίζετε στὴ ματαιοδοξία δὲν θὰ μπορέσετε μὲ κανένα τρόπο νὰ διακρίνετε πραγματικὸ ἐνδιαφέρον.

φιλικὴ ἢ οἰκογενειακὴ σχέση· προσφωνόντας τον μὲ τὸ μικρὸ του ὄνομα ἀκολουθούμενο ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ πατέρα τους προσθέτονας τὴν κατάληξη «-οβιτς» ἂν εἶναι ἄνδρας ἢ «-οβνα» ἂν εἶναι γυναίκα.

Εἶναι ξεκάθαρο ὅτι πρῶτα ἀπὸ ὅλα πρέπει νὰ κατέχετε ὅπως πρέπει τὴν τεχνικὴ στῆ Θεωρητικὴ Φυσικὴ. Ἀπὸ μόνο του αὐτὸ δὲν εἶναι πολὺ δύσκολο, πόσο μάλλον ποὺ ἐσεῖς ἔχετε ἐν μέρει μαθηματικὸ ὑπόβαθρο· οἱ μαθηματικὲς τεχνικὲς εἶναι ἡ βάση τῆς ἐπιστήμης μας. Τὸ ὅτι εἶστε 25 χρονῶν δὲν εἶναι σημαντικό (ἐγὼ ἔχω διπλάσια ἡλικία καὶ δὲν σκέφτομαι νὰ τὰ παρατήσω), ὅπως καὶ ἡ δουλειά σας ὡς ἐργάτης, σὲ κάθε περίπτωσι, δὲν θὰ παρουσιάσει πρόβλημα.

Μόνο νὰ μὴ προσπαθήσετε νὰ λύσετε κα-
νένα πρόβλημα. Χρειάζεται ἀπλῶς νὰ ἐρ-
γάζεστε καὶ οἱ λύσεις τῶν προβλημάτων θὰ
ἔλθουν ἀπὸ μόνες τους. Φυσικά, ἡ δύσκολη
οἰκονομικὴ κατάστασι μπορεῖ νὰ εἶναι ἓνα
πρόβλημα καθ' ὅτι δὲν εἶναι εὐκόλο πράγμα
νὰ δουλεύει κανεὶς νησιτικὸς ἢ κουρασμένος.
Οἱ ξένες γλῶσσες, δυστυχῶς, εἶναι ἀπαραίτη-
τες. Μὴ ξεχνᾶτε ὅτι ἡ ἐκμάθησή τους, ἀναμ-
φιβολα, δὲν χρειάζεται ιδιαίτερες ικανότητες
ἀφοῦ τὴν ἀγγλικὴ γλῶσσα τὴν κατέχουν καὶ
οἱ «χοντροκέφαλοι» Ἄγγλοι⁶⁰. Ὅρθα καταλή-
ξατε στὸ συμπέρασμα ὅτι δὲν χρειάζεται καὶ
τόσο πολὺ νὰ σκέφτεστε τὶς βάσεις. Κυρίως
αὐτὸ ποὺ πρέπει νὰ κατέχετε καλὰ εἶναι τὸ
τεχνικὸ μέρος καὶ ἡ ἀκριβὴς κατανόησι θὰ
ἔλθει μετὰ μόνη της.

Ἀνακεφαλαιώνοντας μπορῶ νὰ πῶ ὅτι θὰ
γίνετε θεωρητικὸς ἐὰν ἔχετε πραγματικὸ ἐν-

60. Ἐδῶ ὁ Λαντάου ἀστειεύεται γιὰ νὰ δείξει πόσο
εὐκόλο εἶναι γιὰ κάποιον νὰ μάθει ἀγγλικά.

διαφέρον και ξέρετε πῶς νὰ ἐργάζεστε. Σὲ αὐτὴ τὴν ἐπιστολὴ ἐσωκλείω τὸ Πρόγραμμα. Ὅσον ἀφορᾷ στὸν χρόνον, αὐτὸς ἐξαρτᾶται πολὺ ἀπὸ τὸν βαθμὸ πού θὰ εἶστε φορτωμένος μὲ ἄλλα πράγματα και ἀπὸ τὸ τί πραγματικὰ γνωρίζετε στὴ δεδομένη στιγμή. Πρακτικὰ κυμαίνεται ἀπὸ δυόμιση μῆνες κοντὰ στὸν **Πομεραντσούκ**⁶¹, ὁ ὁποῖος τὰ ἔμαθε ὄλα νωρίτερα, ἕως και κάμποσα χρόνια σὲ ἄλλες, ἐπίσης καλὲς περιπτώσεις.

Μὲ τὶς καλύτερές μου εὐχές· δικὸς σας, Λαντάου.

Τρίτη Ἐπιστολὴ: Σὲ ἐνθουσιώδη νέο.

Κάποιος φοιτητὴς ἐνὸς ΤΕΙ γράφει ἐπίσης στὸν Λαντάου και τοῦ λέει γιὰ τὴν ἔλξη πού νιώθει πρὸς τὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ, γιὰ τὸ πῶς παραδέρνει ἀνάμεσα σὲ τόμους ἀπὸ βιβλία και ἄρθρα τὰ ὁποῖα μὲ δυσκολία καταλαβαίνει. Διηγεῖται ὅτι κάποτε παρακολούθησε τὸ σεμινάριο τοῦ Λαντάου στὸ Ἰνστιτούτο Φυσικῶν Προβλημάτων (ἢ πρόσβαση στὸ σεμινάριο ἦταν πάντοτε ἀνοιχτὴ γιὰ ὅλους ὅσους ἤθελαν νὰ τὸ παρακολουθήσουν), ἀλλὰ δὲν κατάλαβε τίποτα και δίστασε νὰ πλησιάσει τὸν Λαντάου. Νὰ ποιὰ ἦταν ἡ ἀπάντηση τοῦ Λέοντος Δαυίδοβιτς:

61. Ὁ Ἰσαὰκ Ἰάκωβιτς Πομεραντσούκ (1913-1966) ἦταν πολωνοεβραῖος στὴν καταγωγὴ σοβιετικὸς θεωρητικὸς φυσικὸς, μέλος τῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν τῆς ΕΣΣΔ.

Ἀγαπητὲ σύντροφε P.!

Ἄν ἐνδιαφέρεστε σοβαρὰ γιὰ τὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ τότε μὲ χαρὰ θὰ σᾶς βοηθήσω νὰ ἀσχοληθεῖτε μὲ αὐτὴ τὴν, ὅπως νομίζω, ἑλκυστικὴ ἐπιστήμη.

Φυσικὸ εἶναι νὰ ἔχετε χαθεῖ ἀνάμεσα στὸν τεράστιο ὄγκο ὑλικοῦ καὶ νὰ μὴν ξέρετε ἀπὸ ποῦ νὰ ἀρχίσετε. Εἶναι ξεκάθαρο ὅτι τὸ θεωρητικὸ σεμινάριο γιὰ ἐσᾶς αὐτὴν τὴ στιγμή εἶναι τελείως ἀκατανόητο καὶ εἶναι πολὺ νωρὶς νὰ τὸ παρακολουθήσετε. Σᾶς ἀποστέλω τὸ πρόγραμμα τοῦ «θεωρητικοῦ ἐλαχίστου» στὸ ὁποῖο μπορεῖτε (ἐὰν θέλετε) νὰ ἐξεταστεῖτε ἀπὸ ἐμένα καὶ τοὺς συνεργάτες μου τμηματικά.

Πρέπει νὰ ἀρχίσετε μὲ τὰ Μαθηματικά, ποὺ εἶναι, ὅπως ξέρετε, ἡ βάση τῆς ἐπιστήμης μας. Τὸ πρόγραμμα προβλέπει καὶ φροντιστηριακὴ ὑποστήριξη. Ἔχετε ὑπ' ὄψιν σας ὅτι στὸ μαθηματικὸ ὑπόβαθρο δὲν μᾶς ἐνδιαφέρει ἡ κατανόηση ὅλων τῶν θεωρημάτων ἀλλὰ μαθαίνουμε πῶς πρακτικὰ νὰ ὀλοκληρώνουμε, νὰ λύνουμε μὲ τὴ μέθοδο τῆς ὀλοκλήρωσης συνηθισμένες διαφορικὲς ἐξισώσεις, κ.λπ.

Ὁ ἀριθμὸς τοῦ τηλεφώνου μου βρῖσκεται ἐπάνω στὸ πρόγραμμα. Δὲν πρέπει νὰ μὲ φοβᾶστε· καθόλου δὲν δαγκώνω⁶²!

Σᾶς εὐχομαι κάθε ἐπιτυχία· δικὸς σας,
Λ. Λαντάου.

62. Ἐδῶ ὁ Λαντάου ἀστειεύεται γιὰτὶ ἔξω ἀπὸ τὴν πόρτα τοῦ γραφείου του εἶχε κρεμάσει ἓνα ταμπελάκι ποὺ ἔγραφε: «Λ. Λαντάου· Προσοχή! Δαγκώνει!»

Τετάρτη Έπιστολή: Σὲ ἐνθουσιώδη νέο.

Ἴδου καὶ ἄλλη μία ἐπιστολὴ πρὸς τὸν Λέοντα Δαβίδοβιτς: «Κάποτε ὁ Einstein δὲν ἀρνήθηκε νὰ βοηθήσει τὸν φοιτητὴ Ἴνφιλντ⁶³ καὶ γι' αὐτὸ τὸν λόγο ἀποφάσισα νὰ γράψω ἀκριβῶς σὲ ἐσᾶς μὲ τὴν ἐλπίδα ὅτι δὲν θὰ ἀρνηθεῖτε αὐτὸ τὸ μικρὸ μου αἴτημα. Εἶμαι κι ἐγὼ φοιτητὴς, ἀλλὰ ἀκόμα δευτεροετῆς στὸ τμήμα Ραδιοτεχνολογίας, ὅμως μοῦ ἀρέσει πολὺ ἡ Θεωρητικὴ Φυσικὴ. Πιθανὸν ἐσεῖς νὰ εἶστε πολὺ ἀπασχολημένος, ὅμως ἂν βρεῖτε μερικὰ ἐλεύθερα λεπτὰ καὶ γιὰ μένα θὰ σᾶς ἤμουν πολὺ εὐγνώμων. Μοῦ εἶναι ἐντελῶς ἀπαραίτητο νὰ ἀποκτήσω βαθύτερη καὶ πολὺ-πλευρῆ κατανόηση τοῦ συνόλου τῶν γνώσεων στὸν τομέα τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς καί, ἄρα, πρὸς τοῦτο μοῦ εἶναι ἀπαραίτητα τὰ Ἀνώτερα Μαθηματικά... Συγχωρέστε με πὸν σᾶς ἐνοχλῶ, ἀλλὰ γιὰ μένα αὐτὸ εἶναι πολὺ σημαντικό, καὶ μολονότι αὐτὸ δὲν εἶναι καθόλου εὐχάριστο, ὅμως στὴ ζωὴ, ἂν θέλεις νὰ ἀκολουθήσεις μία δύσκολη πορεία, δὲν ὑπάρχει πάντοτε χῶρος γιὰ εὐχαρίστηση.»

Ὁ Λέων Δαβίδοβιτς ἀπήντησε κάποια παραμονὴ Πρωτοχρονιάς:

63. **Λεοπόλδος Ἴνφιλντ** (1898-1968): πολωνὸς θεωρητικὸς φυσικὸς, μέλος τῆς Πολωνικῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν.

Ἀγαπητέ σύντροφε Κ.!

Μὲ χαρὰ ἀπαντῶ στὴν ἐπιστολή σας. Ἐχετε ἀπόλυτο δίκιο ὅταν γράφετε ὅτι γιὰ νὰ ἀπασχοληθεῖ κανεὶς μὲ τὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ πρὶν ἀπὸ ὅλα τοῦ εἶναι ἀπαραίτητη ἢ πολὺ καλὴ γνώση αὐτοῦ τοῦ τομέα. Θὰ σᾶς βοηθήσω λοιπὸν μὲ χαρά.

Ὅπως καὶ μόνος σας καταλάβατε, στὸν θεωρητικὸ φυσικὸ κυρίως χρειάζεται ἡ γνώση τῶν Μαθηματικῶν. Πρὸς τοῦτο, δὲν εἶναι ἀπαραίτητο κάθε θεώρημα ποὺ ὑπάρχει καὶ ποὺ τόσο πλουσιοπάροχα παρέχουν οἱ μαθηματικοί, ἀλλὰ ἡ μαθηματικὴ τεχνικὴ, δηλαδή, ἡ ἱκανότητα νὰ ἐπιλύει κανεὶς συγκεκριμένα μαθηματικὰ προβλήματα.

Σᾶς συνιστῶ λοιπὸν τὸ ἀκόλουθο πρόγραμμα μελέτης. Πρῶτα ἀπὸ ὅλα μάθετε σωστὰ (καὶ ὅσο τὸ δυνατόν γρηγορότερα) νὰ παραγωγίζετε⁶⁴, νὰ ὀλοκληρώνετε⁶⁵ καὶ νὰ λύνετε συνήθεις διαφορικὲς ἐξισώσεις⁶⁶

64. Ἡ παράγωγος μιᾶς συνάρτησης μὲ πραγματικὴ μεταβλητὴ εἶναι ἓνα μέτρο ποὺ ἐκφράζει τὴ μεταβολὴ τῆς τιμῆς τῆς συνάρτησης ἢ ὅποια προσδιορίζεται ἀπὸ μία ἄλλη ποσότητα (ἢ ἀνεξάρτητη μεταβλητὴ). Εἶναι ἓνα θεμελιώδες ἐργαλεῖο τοῦ διαφορικοῦ λογισμοῦ.

65. Ἡ ὀλοκλήρωση εἶναι στοιχειώδης ἔννοια τῶν προχωρημένων μαθηματικῶν, εἰδικὰ στὰ πεδία τοῦ ἀπειροστικοῦ λογισμοῦ καὶ τῆς μαθηματικῆς ἀνάλυσης.

66. Διαφορικὴ ἐξίσωση εἶναι ἡ μαθηματικὴ ἐξίσωση ἢ ὅποια συσχετίζει τὶς τιμὲς μιᾶς ἄγνωστης συνάρτησης μίας ἢ περισσότερων μεταβλητῶν καὶ τῶν παραγῶγων τῆς πρώτου, δεύτερου ἢ ἀνωτέρου βαθμοῦ. Οἱ διαφορικὲς

με την βοήθεια της ολοκλήρωσης. Στη συνέχεια μελετήστε και μάθετε Διανυσματική Ανάλυση⁶⁷ και Άλγεβρα Τανυστών⁶⁸ (δηλαδή, να γνωρίζετε πώς να χρησιμοποιείτε δείκτες τανυστών). Καταλυτικό ρόλο που οδηγεί σε αυτή τη γνώση πρέπει να παίζουν όχι τα θεωρητικά βιβλία μα εκείνα που δεν μένουν μόνο στα έπουσιώδη αλλά περιέχουν πολλές ασκήσεις και προβλήματα.

Άφου τὰ κάνετε όλα αυτά τηλεφωνήστε μου (καλύτερα μεταξύ 9:30 και 10:30 το πρωί, που βρίσκομαι σχεδόν πάντοτε στο σπίτι μου, ή μπορείτε και οποιαδήποτε άλλη στιγμή) και έλατε να με βρείτε. Θα σ'αξέξασω και θα σ'αξέξω ένα πρόγραμμα για περαιτέρω μελέτη. Εάν περάσετε με επιτυχία όλο αυτό το πρόγραμμα (κάτι που εξαρτάται από τις γνώσεις σας και την προθυμία σας να αφιερώσετε από ένα έως και τρία χρόνια) τότε θα σ'αξέξω θεωρήσω καθ'όλα έτοιμο για

έξισώσεις παίζουν προεξάρχοντα ρόλο στη φυσική. Επίσης έχουν πολύ σημαντικές εφαρμογές στην τεχνολογία, στα οικονομικά, στη βιολογία και σε άλλα επιστημονικά πεδία.

67. Η διανυσματική ανάλυση παρέχει έναν συνοπτικό συμβολισμό για την περιγραφή των έξισώσεων που προέρχονται από τη μαθηματική διατύπωση φυσικών προβλημάτων και αποτελεί μία φυσική βοήθεια για τον σχηματισμό των νοητικών εικόνων των φυσικών ιδεών.

68. Οι τανυστές είναι γεωμετρικά αντικείμενα που μπορούν να θεωρηθούν ως γενικευμένα διανύσματα. Κάθε τανυστής περιγράφεται από έναν αριθμό δεικτών που ισοδυναμεί με τις διαστάσεις του.

νὰ ξεκινήσετε ἐπιστημονικὴ ἐργασία καὶ θὰ προσπαθήσω νὰ σᾶς βοηθήσω ἐὰν ἐπιθυμεῖτε νὰ κτίσετε τὴ σταδιοδρομίᾳ σας ἐπάνω σὲ αὐτὴ τὴν κατεύθυνση.

Αὐτὰ ἐν ὀλίγοις. Σᾶς εὐχομαι Εὐτυχησμένο τὸ Νέον Ἴετος· δικὸς σας, Λαντάου.

Πέμπτη Ἐπιστολὴ: Τὸ δῖλημμα.

Ἄφοῦ οἱ Μοσχοβίτες μποροῦσαν πάντοτε νὰ ἀπευθυνθοῦν στὸν Λέοντα Δαυίδοβιτς ἄμεσα εἶναι φυσικὸ οἱ περισσότερες ἐπιστολὲς πρὸς αὐτὸν νὰ ἀποστέλλονται ἀπὸ ἄλλες πόλεις. Πολλοὶ ρωτοῦσαν ἂν μποροῦσαν νὰ γίνουν θεωρητικοὶ φυσικοὶ χωρὶς νὰ σπουδάσουν οὔτε σὲ Ἰνστιτούτο Φυσικῆς οὔτε σὲ Πανεπιστήμιο. Αἰσθάνονταν παγιδευμένοι στὸ ἐξῆς δῖλημμα· νὰ συνεχίσουν τίς σπουδὲς στὸ πανεπιστήμιό τους ἢ νὰ προσπαθήσουν νὰ φύγουν ἀπὸ αὐτὸ ὥστε νὰ συνεχίσουν τὴ μελέτη ἀπὸ μόνοι τους;

Σὲ ἕναν ἀπὸ αὐτοὺς τοὺς μπερδεμένους, φοιτητὴ τοῦ Παιδαγωγικοῦ Ἰνστιτούτου, ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ἀπαντᾷ:

Φρονῶ ὅτι μάταια στέκεστε μπροστὰ σὲ αὐτὸ τὸ δῖλημμα. Τὸ ὅτι τελειώνετε τὸ Παιδαγωγικὸ Ἰνστιτούτο, σὲ κάθε περίπτωση θὰ σᾶς φανεῖ χρήσιμο καὶ δύσκολα οἱ σπουδὲς σας στὸ Ἰνστιτούτο θὰ σᾶς ἐμποδίσουν στὴν προετοιμασίᾳ σας. Ἄν τὸ θέλετε θὰ μπορέσετε νὰ μάθετε μόνος σας Θεωρητικὴ Φυσικὴ

καθ' ὅτι ἡ μελέτη της δὲν ἀπαιτεῖ τίποτε ἄλλο ἐκτὸς ἀπὸ βιβλία καὶ χαρτιά.

Ἑκτη Ἐπιστολή: Σὲ παθιασμένο νέο.

Σὲ ἓνα ἄλλο φοιτητή, πάλι Παιδαγωγικοῦ Ἰνστιτούτου, μὲ ἀνάλογο ἐρώτημα, ὁ Λέων Δαυίδοβιτς γράφει:

Τὸ ὅτι μὲ πάθος ἐπιθυμεῖτε νὰ ἀσχοληθεῖτε μὲ τὴ Φυσικὴ εἶναι πολὺ καλὸ ἀφοῦ ἡ παθιασμένη ἀγάπη πρὸς τὴν ἐπιστήμη εἶναι τὸ πρῶτο βῆμα πρὸς τὴν ἐπιτυχία. Τὸ εὐτύχημα εἶναι ὅτι ἡ Θεωρητικὴ Φυσικὴ εἶναι μιὰ τέτοια ἐπιστήμη, γιὰ τὴν ἐντρύφηση στὴν ὁποία δὲν εἶναι ὑποχρεωτικὰ ἀπαραίτητη ἡ παραμονὴ σὲ κάποιο πανεπιστήμιο. Μὲ αὐτὴ μου τὴν ἐπιστολὴ σᾶς ἀποστέλλω τὸ πρόγραμμα, ἡ ἐκμάθηση τοῦ ὁποίου θὰ σᾶς δώσει, στὸν τομέα τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς, τὴν ἀπαραίτητη γνώση γιὰ περαιτέρω ἀνεξάρτητη μελέτη. Λάβετε ὑπ' ὄψιν σας ὅτι εἶναι πάρα πολὺ σημαντικὸ νὰ ἔχετε ἄνεση μὲ τὰ Μαθηματικά. Τὰ βασικὰ ἐδάφια τῶν Μαθηματικῶν ἀναφέρονται στὸ εἰσαγωγικὸ μέρος τοῦ προγράμματος.

Ἐὰν μπορέσετε καὶ ἐπιθυμεῖτε, ἐλᾶτε στὴ Μόσχα ὅπου θὰ ἔχετε τὴ δυνατότητα νὰ ἐξεταστεῖτε ἀπὸ ἐμένα καὶ τοὺς συνεργάτες μου σὲ τμήματα τοῦ προγράμματος (συνολικὰ ἐκτὸς ἀπὸ τὰ μαθηματικά εἶναι ἑννέα). Ἄν ἀπαντήσετε σωστὰ σὲ αὐτὰ τὰ ἐξεταζόμενα θέματα τότε ἐλπίζω ὅτι θὰ μπορέσω νὰ σᾶς βοηθήσω νὰ κτίσετε μιὰ καριέρα στὴ Θεωρη-

τικὴ Φυσικὴ ἀκόμα καὶ ἂν δὲν τελειώσετε τὸ Κρατικὸ Πανεπιστήμιο τῆς Μόσχας ἀλλὰ μόνο τὸ Παιδαγωγικὸ Ἰνστιτούτο τῆς Τούλας⁶⁹.

Ἐβδομὴ Ἐπιστολὴ: Ἄδεια παραμονῆς.

Ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ἐκτιμοῦσε πάνω ἀπὸ ὅλα τὴν παθιασμένη ἔλξη πρὸς τὴν ἐπιστήμη, τὸν ἐνθουσιασμὸ χωρὶς κανένα ὑστερόβουλο κίνητρο· αὐτὰ τοῦ προκαλοῦσαν μεγάλη συμπάθεια καὶ ἐπιθυμία νὰ βοηθήσει. Ὅμως, ὁ τόνος τῶν ἀπαντήσεών του γινόταν πιὸ παθητικὸς ἂν ἀπὸ τὸν τρόπο ποὺ τοῦ ἀπευθύνονταν δὲν ἀνακάλυπτε ἀμέσως τέτοια ἔλξη. Ἔτσι σὲ ἕναν ἐπιστολογράφο ἀπὸ πανεπιστήμιο μιᾶς ἄλλης πόλης ποὺ εἶχε ἐκφράσει τὴν ἐπιθυμία νὰ ξεκινήσει ἐργασία στὸν θεωρητικὸ τομέα τοῦ Ἰνστιτούτου Φυσικῶν Προβλημάτων ἀλλὰ τὸ ἔκανε μόνο καὶ μόνο γιὰ νὰ ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ ἀποκτήσει ἄδεια παραμονῆς στὴ Μόσχα⁷⁰, ὁ Λέων Δαυίδοβιτς γράφει:

69. Ἡ **Τούλα** εἶναι βιομηχανικὴ πόλη στὸ εὐρωπαϊκὸ τμῆμα τῆς Ρωσίας καὶ βρίσκεται 165 χλμ. νότια τῆς Μόσχας, στὶς ὄχθες τοῦ ποταμοῦ Οὐπά. ἔχει πληθυσμὸ 501.169 κατοίκους σύμφωνα μὲ τὴν ἀπογραφὴ τοῦ 2010.

70. Ἡ «Ἄδεια Παραμονῆς» ἦταν ἕνας τρόπος μὲ τὸν ὁποῖο τὸ κράτος διατηροῦσε ὑπὸ ἔλεγχο τὴν ἐσωτερικὴ μετανάστευση στὴν ἀχανῆ Ρωσία. Χρησιμοποιήθηκε κατ' ἀρχάς, στὴ διάρκεια τῆς τσαρικῆς διακυβέρνησης ἀλλὰ κυρίως ἀναπτύχθηκε στὴ διάρκεια τῆς σοβιετικῆς περιόδου. Βασιζόταν στὴν ἀρχὴ τῆς αὐστηρῆς προσκόλλησης τῶν πολιτῶν στὸν μόνιμο τόπο διαμονῆς τους. Γιὰ νὰ

Δυστυχῶς δὲν μπορῶ νὰ σᾶς ὑποσχεθῶ πολλὰ πράγματα. Βλέπετε, φοβόμαστε νὰ «πάρουμε γουρούνια στὸ σακί»· παίρουμε μεταπτυχιακούς φοιτητὲς μόνο μετὰ ἀπὸ ἐξετάσεις στὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ στὴν ὕλη ποὺ ὀνομάζουμε «θεωρημίνιμουμ». Σᾶς ἀποστέλω τὸ πρόγραμμα καὶ ἐσεῖς μπορείτε νὰ δώσετε ἐξετάσεις ὅποιαδήποτε στιγμή. Ἐὰν περάσετε μὲ ἐπιτυχία τὴ βάση, τότε πιθανῶς νὰ μπορούμε νὰ σᾶς κάνουμε δεκτὸ ἀκόμα καὶ χωρὶς ἄδεια παραμονῆς ἀφοῦ ἡ Ἀκαδημία Ἐπιστημῶν προσφέρει στοὺς ἐκτὸς Μόσχας φοιτητὲς δωμάτιο στὴ φοιτητικὴ ἐστία.

Τὸ πρόγραμμα «θεωρητικὸ ἐλάχιστο» γιὰ τὸ ὁποῖο γίνεται λόγος σὲ ὅλες τὶς ἐπιστολές, τὸ ἐπεξεργάστηκε γιὰ πρώτη φορὰ ὁ Λαντάου ἤδη τὴ δεκαετία τοῦ τριάντα, ὅταν ἐργαζόταν στὴν Οὐκρανία, στὸ Ἰνστιτοῦτο Φυσικῆς καὶ Τεχνολογίας τοῦ Χαρκόβου, ὅπου γύρω του εἶχαν ἀρχίσει νὰ συγκεντρώνονται σπουδαστὲς καὶ νὰ δημιουργεῖται ἡ Σχολὴ του στὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ. Στὴ συνέχεια τὸ πρόγραμμα αὐτὸ ἀνανεωνόταν ἀδιάκοπα, ὅμως οἱ ἀρχικὲς παιδαγωγικὲς του βάσεις καὶ ἀρχὲς παρέμειναν ἀμετάβλητες.

δοθεῖ ἄδεια μετακίνησης καὶ παραμονῆς σὲ ἄλλη πόλη θὰ ἔπρεπε νὰ ἐπιδειχθεῖ στὰ ἀρμόδια ὄργανα ἡ ἀνάγκη γιὰ τὴ μετακίνηση αὐτὴ γιὰ λόγους εἴτε ἐργασίας εἴτε σπουδῶν. Τότε ἐκδιδόταν ἓνα εἶδος διαβατηρίου ποὺ ἔσχε μόνο στὸ ἐσωτερικὸ τῆς Ε.Σ.Σ.Δ. καὶ ἐπέτρεπε στὸν πολίτη νὰ μεταβεῖ σὲ ἄλλο μέρος γιὰ περιορισμένο χρονικὸ διάστημα.

Ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ἦταν ἐχθρὸς κάθε προχειρότητας καὶ ἐρασιτεχνισμοῦ· νὰ ξεκινήσει κάποιος ἀνεξάρτητη ἐπιστημονικὴ ἐργασία μποροῦσε νὰ τὸ πράξει μόνο μετὰ ἀπὸ ἱκανοποιητικὴ καὶ πολὺπλευρὴ ἐκμάθηση τῆς βασικῆς δομῆς τῆς ἐπιστήμης. Σύμφωνα μὲ τὴ βαθιὰ πίστη του στὴν τελεολογία τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς, ὡς ἡ μόνη ἐπιστῆμη μὲ μοναδικὲς μεθόδους ἔρευνας, ἀπαιτοῦσε, ἀπὸ ὅποιους εἶχαν ἐκδηλώσει τὴν ἐπιθυμία νὰ γίνουν μαθητὲς του, ἀπαραιτήτως τὴν κατανόηση τῶν βάσεων ὅλων τῶν κλάδων τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς. Αὐτὲς οἱ βάσεις εἶχαν κατανεμηθεῖ σὲ ἑπτὰ διαδοχικὲς ἐνότητες τοῦ «θεωρητικοῦ ἐλαχίστου» (Μηχανικὴ, Θεωρία Πεδίου, Κβαντομηχανικὴ, Στατιστικὴ Φυσικὴ, Μηχανικὴ τοῦ Στερεοῦ Μέσου, Μακροσκοπικὴ Ἡλεκτροδυναμικὴ, Σχετικιστικὴ Κβαντομηχανικὴ).

Τὸ πιὸ χαρακτηριστικὸ γνῶρισμα τοῦ ἐπιστημονικοῦ ἔργου τοῦ ἴδιου τοῦ Λαντάου ἦταν τὸ εὖρος του, σχεδὸν ἀπεριόριστο ὅσον ἀφορᾷ στὴν κλίμακά του. Ἀπὸ μόνο του κατελάμβανε ὁλόκληρὴ τὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ, ἀπὸ τὴν Ὑδροδυναμικὴ ἕως καὶ τὴν Κβαντικὴ Θεωρία Πεδίου. Στις ἡμέρες μας, μὲ τὴν ὅλο καὶ πιὸ στενὴ ἐξειδίκευση, μία τέτοια πολὺπλευρὴ γνώση γίνεται ἕνα ἀποκλειστικὸ φαινόμενο. Στὸ πρόσωπο τοῦ Λαντάου γεννήθηκε, μᾶλλον, ἕνας ἀπὸ τοὺς τελευταίους πανεπιστήμονες τῆς Φυσικῆς. Καὶ ἐννοεῖται ὅτι

δὲν ἀπαιτοῦσε ἀπὸ κανέναν νὰ εἶναι πανεπιστή-
μονας στὸν ἴδιο βαθμὸ στὸν ὁποῖο ἦταν ὁ ἴδιος.
Ὅμως τὴ γνώση ὅλων τῶν κλάδων τῆς Θεωρητικῆς
Φυσικῆς –τουλάχιστον τῆς ἔκτασης τοῦ θεωρημί-
νιμουμ– τὴ θεωροῦσε ἀπαραίτητη γιὰ ὅλους τοὺς
θεωρητικούς φυσικούς καὶ μακριὰ ἀπὸ τὴν ἔννοια
τῆς στενῆς ἐξειδίκευσης. Συνεχῶς ἐπανελάμβανε:

*Στὰ ἐρωτήματά σας ὅσον ἀφορᾷ στὴ με-
λέτη τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς μπορῶ νὰ πῶ
μόνο ὅτι πρέπει νὰ ἔχετε μία καλὴ κατανόηση
ΟΛΩΝ τῶν βασικῶν τῆς κλάδων καὶ ἐπὶ πλέ-
ον ἢ σειρὰ τῆς μελέτης θὰ δίνεται ἀπὸ τὴν
ἀμοιβαία τους σχέση. Ὡς μέθοδο μελέτης,
μπορῶ μόνο νὰ τονίσω ὅτι εἶναι ἀπαραίτητο
ἀπὸ μόνοι σας νὰ κάνετε ὅλους τοὺς ὑπολο-
γισμοὺς καὶ τίς πράξεις καὶ νὰ μὴν περιμέ-
νετε ἀπὸ τοὺς συγγραφεῖς τῶν βιβλίων ποὺ
διαβάζετε νὰ τοὺς κάνουν γιὰ σᾶς.*

Τὸ ἐνδιαφέρον εἶναι ὅτι ἐκεῖνον τὸν καιρὸ ὁ
Λέων Δαυίδοβιτς θεωροῦσε πρακτικὰ ἀδύνατη
τὴ σύμπτωση στὸ ἴδιο πρόσωπο τῆς πλήρους
θεωρητικῆς καὶ τῆς πειραματικῆς ἐργασίας στὴ
Φυσικὴ. Σὲ μία ὁμάδα φοιτητῶν οἱ ὁποῖοι ἐκ-
φράζουν τὴ γνώμη ὅτι ὁ πραγματικὸς θεωρητικὸς
φυσικὸς πρέπει νὰ συνδυάζει στὸ πρόσωπό του
καὶ τὸν πειραματικό, ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ἀπαντᾷ:

*Ἐκεῖνοι ποὺ νομίζουν ὅτι ὁ θεωρητικὸς
φυσικὸς συνενώνει στὸ πρόσωπό του καὶ τὸν
πειραματικό, εἶναι ὀλοφάνερο ὅτι φαντάζο-*

νται τοὺς θεωρητικοὺς ὡς ὑπερανθρώπους. Ἡ Θεωρητικὴ καὶ ἡ Πειραματικὴ Φυσικὴ τόσο πολὺ διαφέρουν σήμερα ὥστε εἶναι πρακτικὰ ἀδύνατο νὰ συνδυάζονται στὸ ἴδιο πρόσωπο. Μοναδικὴ ἐξαιρέση στὶς τελευταῖες δεκαετίες ἦταν ὁ Fermi, ἀλλὰ ἡ περίπτωση τῆς ιδιοφυΐας του εἶναι ἡ ἐξαιρέση ποὺ ἀποδεικνύει τὸν κανόνα. Ἀσχολούμενοι μὲ τοὺς διαφορετικοὺς κλάδους τῆς Φυσικῆς οἱ θεωρητικοὶ καὶ πειραματιστὲς συμπληρώνουν ὁ ἓνας τὸν ἄλλο καὶ ἀλληλοσυνδέονται, ἀλλὰ ἡ μία ὁμάδα δὲν χειραγωγεῖται ἀπὸ τὴν ἄλλη.

Οἱ ἐξετάσεις στὸ θεωρημίνιμουμ πάντα ἦταν, ἂν μπορεῖ ἔτσι νὰ περιγραφεῖ, ἀποτελεσματικές. Δὲν ἀπαιτεῖτο ἀπὸ τοὺς ἐξεταζόμενους νὰ γνωρίζουν τὰ στεῖρα ἀποτελέσματα ἢ τὰ συμπεράσματα τοῦ θεωρητικοῦ φορμαλισμοῦ ἀλλὰ νὰ ἔχουν τὴν ἱκανότητα χρήσης αὐτῆς τῆς γνώσης γιὰ τὴν ἐπίλυση συγκεκριμένων προτεινομένων προβλημάτων. Τὸν πρῶτο καιρὸ ὁ ἴδιος ὁ Λέων Δαβίδοβιτς ἐπέβλεπε ὅλες τὶς ἐξετάσεις. Ἀργότερα ὅμως, ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν ὑποψηφίων μεγάλωσε πολὺ, αὐτὸ τὸ καθῆκον κατανεμήθηκε ἀνάμεσα στοὺς πιὸ στενοὺς του συνεργᾶτες. Ὅμως τὴν πρώτη συνέντευξη-ἐξέταση, τὴν πρώτη γνωριμία μὲ κάθε νέο ὑποψήφιο ὁ Λέων Δαβίδοβιτς τὴν κρατοῦσε πάντοτε γιὰ τὸν ἑαυτό του. Πρὸς αὐτὸν τὸν σκοπὸ μποροῦσε νὰ τὸν συναντήσῃ ὁ καθένας, ἀρκοῦσε μόνο νὰ τὸν καλέσῃ στὸ τηλέφωνο καὶ νὰ τοῦ ἐκφράσῃ τὴν ἐπιθυμία του.

Φυσικὰ δὲν εἶχαν ὅλοι ὅσοι ἐνεγράφοντο στὸ πρόγραμμα (τὸ θεωρημίνιμουμ) τὴν ἱκανότητα καὶ τὴν ἐπιμονὴ γιὰ νὰ τὸ τελειώσουν· πολλοὶ τὸ ἐγκατέλειπαν στὴν πορεία. Μόνον 43 (σαραντατρία) ἐπίθετα ἐμφανίζονται στὸν κατάλογο ἐκείνων ποὺ ἀπὸ τὸ 1934 ἕως τὸ 1961 κατάφεραν νὰ φθάσουν ὡς τὸ τέλος αὐτὴν τὴ δοκιμασία (ὁ ἴδιος ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ἔκανε τὴν ἐπιμέλεια αὐτοῦ τοῦ καταλόγου). Γιὰ τὸ πόσο ἀποτελεσματικὴ ἦταν ἡ διαλογὴ αὐτὴ μπορεῖ τουλάχιστον νὰ κρίνει κανεὶς ἀπὸ τὰ ἐξῆς ἐπίσημα δεδομένα: δέκα ἀπὸ τοὺς παραπάνω ἐπιτυχόντες ἔγιναν μέλη τῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν καὶ ἄλλοι δεκαῆξι καθηγητὲς πανεπιστημίου.

Ἀπὸ τὶς ἐπιστολὲς ποὺ ἔχουν ἀναφερθεῖ παραπάνω γίνεται φανερὸ πόση μεγάλη σημασία ἔδινε ὁ Λέων Δαυίδοβιτς στὴν εὐελιξία καὶ στὴν ἄνεση μὲ τὶς μαθηματικὲς τεχνικὲς. Ὁ βαθμὸς τῆς ἄνεσης αὐτῆς ἔπρεπε νὰ εἶναι τέτοιος ὥστε οἱ μαθηματικὲς δυσκολίες νὰ μὴν ἀποσποῦν, ὅσο ἦταν δυνατό, τὴν προσοχὴ τοῦ θεωρητικοῦ ἀπὸ τὶς δυσκολίες τοῦ φυσικοῦ προβλήματος· ἐδῶ τουλάχιστον ἀναφέρονται οἱ καθιερωμένες μαθηματικὲς τεχνικὲς. Αὐτὸ μπορούσε νὰ ἐπιτευχθεῖ μόνο μὲ ἱκανοποιητικὴ ἐξάσκηση. Ἐν τῷ μεταξῷ ἡ ἐμπειρία δείχνει ὅτι τὰ ὑπάρχοντα εἶδη προγραμμάτων τῆς πανεπιστημιακῆς ἐκπαίδευσης τῶν φυσικῶν δὲν ἐξασφαλίζουν μία τέτοια ἐξάσκηση.

Ἐπίσης ἡ ἐμπειρία δείχνει ὅτι ἡ μαθηματικὴ του γνώση, μόλις ὁ φυσικὸς ἀρχίσει ἀνεξάρτητη ἔρευνητικὴ ἐργασία, ἀποδεικνύεται πολὺ «πληκτικὴ». Γι' αὐτὸ τὸ πρῶτο πρᾶγμα στὸ ὁποῖο ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ὑπέβαλε κάθε ἐξεταζόμενο ἦταν μία δοκιμασία στὰ μαθηματικὰ καὶ στὰ «πρακτικὰ», ὑπολογιστικὰ γνωρίσματά τους. Ἀπαιτεῖτο: ἡ γνώση ἀορίστων ὀλοκληρωμάτων (ποὺ ὀρίζονται στὴ στοιχειώδη Φυσικὴ) καὶ ἡ λύση συνήθων διαφορικῶν ἐξισώσεων τοῦ καθιερωμένου εἴδους, ἡ γνώση διανυσματικῆς ἀνάλυσης καὶ ἄλγεβρας τανυστῶν. Στὴ δεύτερη ἐξέταση στὰ μαθηματικὰ ἔμπαιναν οἱ βάσεις τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς μὲ μιγαδικές⁷¹ μεταβλητὲς (θεωρία ὑπολοίπων⁷², μετασχηματισμὸς Laplace⁷³). Προτείνονταν ἐπὶ πλέον, ἐνόητες ὅπως ἀνάλυση τανυστῶν, θεωρία ὁμάδων, κ.λπ., νὰ μελετηθοῦν μαζὶ μὲ τὶς ἐνόητες τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς ὅπου εὔρισκαν ἐφαρμογὴ.

71. **Μιγαδικοὶ** ἀριθμοὶ εἶναι οἱ τετραγωνικὲς ρίζες ἀρνητικῶν ἀριθμῶν.

72. Ἡ **ἀριθμητικὴ ὑπολοίπων** εἶναι σύστημα ἀριθμητικῆς γιὰ ἀκέραιους ἀριθμούς, ὅπου οἱ ἀριθμοὶ «ἀναδιπλώνονται» ἕως τὴν ἐπίτευξη μιᾶς ὀρισμένης τιμῆς. Ἡ σύγχρονη προσέγγιση γιὰ τὴν ἀριθμητικὴ ὑπολοίπων ἀναπτύχθηκε ἀπὸ τὸν **Johann Carl Friedrich Gauss** (1777–1855), στὸ βιβλίο του *Disquisitiones Arithmeticae*, ποὺ δημοσιεύθηκε τὸ 1801.

73. Εἶναι μία μαθηματικὴ μέθοδος τῆς θεωρίας τῶν ὀλοκληρωμάτων.

Ὅγδοῦ Ἐπιστολῆ: Τὰ προγράμματα Φυσικῆς στὰ Πανεπιστήμια.

Οἱ ἀπόψεις τοῦ Λέοντος Δαυίδοβιτς ἐπάνω στὴ μαθηματικὴ ἐκπαίδευση τῶν φυσικῶν περιγράφονται μὲ σαφήνεια στὶς ἀπαντήσεις του σὲ αἰτήματα κατάθεσης τῆς γνώμης του ἐπὶ τοῦ προγράμματος γιὰ τὰ μαθηματικὰ σὲ ἕναν ἀπὸ τοὺς φυσικοὺς τοῦ πανεπιστημίου. Μὲ τὴν προσήκουσα εὐθύτητα περνάει τὴν ἰδέα ὅτι τὰ προγράμματα πρέπει δημιουργοῦνται μὲ τὴν πλήρη συμμετοχὴ τῶν φυσικῶν τμημάτων, ἐκείνων, δηλαδή, ποὺ μὲ τὴν καθημερινή τους πείρα ἐπὶ τῆς Φυσικῆς Ἐπιστήμης γνωρίζουν τί ἀπαιτεῖται γιὰ αὐτὴν τὴ δουλειά· καὶ γράφει:

Δυστυχῶς τὰ προγράμματά σας πάσχουν ἀπὸ ἐκείνα τὰ μειονεκτήματα ποὺ συνήθως πάσχουν καὶ τὰ προγράμματα στὰ Μαθηματικά, ποὺ μετατρέπουν τὴ μελέτη τῶν Μαθηματικῶν ἀπὸ τοὺς φυσικοὺς σὲ μίαν χρονοβόρα καὶ κουραστικὴ διαδικασίαν. Μὲ τὴ μεγάλη σημασίαν ποὺ ἔχουν τὰ Μαθηματικὰ γιὰ τοὺς φυσικοὺς, αὐτοί, ὅπως εἶναι γνωστό, χρειάζονται τὴ λεγόμενὴ Μαθηματικὴ Ἀνάλυση. Γιὰ κάποιον ἀκατανόητο γιὰ ἐμένα λόγο, οἱ μαθηματικοί, μᾶς φορτώνουν, μὲ τὴ μορφὴ προαπαιτούμενης ἐπιλογῆς, προβλήματα λογικῆς. Στὸ δεδομένο πρόγραμμα αὐτὸ εὐθὺς ὑπογραμμίζεται μὲ τὴ μορφὴ μίας ἰδιαίτερης

ὑποσημείωσης στὴν ἀρχὴ τῆς περιγραφῆς του. Νομίζω ὅτι εἶναι καιρὸς πιά νὰ διδάσκετε τοὺς φυσικοὺς αὐτὰ ποὺ οἱ ἴδιοι θεωροῦν ἀπαραίτητα καὶ νὰ μὴν προσπαθεῖτε νὰ σώζετε τὴν ψυχὴ τους ἐνάντια στὶς ἐπιθυμίες τους. Δὲν ἐπιθυμῶ νὰ συζητῶ μὲ τὴν ἀξιοσέβαστη μεσαιωνικὴ ἀντίληψη τοῦ σχολαστικοῦ σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία μέσω τῆς μάθησης ἀχρηστων γιὰ αὐτὸν πραγμάτων ὁ ἄνθρωπος φαίνεται σὰν νὰ ἐκπαιδεύεται γιὰ νὰ στοχάζεται λογικά.

Κατηγορηματικὰ πιστεύω ὅτι ἀπὸ τὰ Μαθηματικὰ ποὺ μαθαίνουν οἱ φυσικοὶ πρέπει ἐντελῶς νὰ ἀφαιρεθεῖ τὸ σύνολο τῶν ὑπαρξιακῶν θεωρημάτων⁷⁴, πολὺ αὐστηρὲς ἀποδείξεις, καὶ τὰ παρόμοια. Γι' αὐτὸ δὲν θὰ ἐξετάσω τμηματικὰ τὰ πολυάριθμα σημεῖα τοῦ προγράμματός σας τὰ ὁποῖα ἔρχονται σὲ ὀξεία ἀντίθεση μὲ τὴν ἀποψη ποὺ σᾶς ἐξέφρασα. Θὰ κάνω μόνο μερικὲς συμπληρωματικὲς παρατηρήσεις.

Ἡ διανυσματικὴ ἀνάλυση στὸ πρόγραμμά σας τοποθετεῖται μεταξὺ τῶν πολλαπλῶν ὀλοκληρωμάτων. Δὲν ἔχω κάτι ἐναντίον ἐνὸς τέτοιου συνδυασμοῦ, ὅμως ἐλπίζω αὐτὸ νὰ μὴ γίνεται εἰς βάρος τῆς ἀπολύτως ἀπαραίτητης φορμαλιστικῆς γνώσης τῶν τύπων τῆς διανυσματικῆς ἀνάλυσης.

74. «Ὑπαρξιακὰ θεωρήματα» στὴν ἐπιστήμη τῶν Μαθηματικῶν, ὀνομάζονται ἐκεῖνα τὰ θεωρήματα ποὺ προσπαθοῦν νὰ ἀποδείξουν κάτι. Αὐτὰ συνήθως, ἀρχίζουν μὲ τὴ φράση «Ἐστω ὅτι ὑπάρχει...» ἢ «Γιὰ ὅλα τὰ x, y, \dots ὑπάρχει...».

Τὸ πρόγραμμα ἐπάνω στὶς Σειρὲς⁷⁵ εἶναι ἰδιαίτερα φορτωμένο μὲ ἀχρείαστα πράγματα ἀνάμεσα στὰ ὁποῖα χάνονται ἐκεῖνες οἱ λίγες χρήσιμες πληροφορίες ποὺ εἶναι ἀπολύτως ἀπαραίτητες στὴ γνώση τῶν Σειρῶν καὶ τῶν Ὀλοκληρωμάτων *Fourier*⁷⁶.

Τὸ πρόγραμμα ποὺ ὀνομάζεται «Μαθηματικὴ Φυσικὴ» νομίζω ὅτι θὰ ἦταν σωστότερο νὰ γίνεῖ ἐπιλογή. Δὲν χρειάζεται νὰ ἀπαιτεῖται ἀπὸ τοὺς πειραματικοὺς φυσικοὺς νὰ γνωρίζουν ὅλα αὐτὰ τὰ πράγματα μὲ τόση λεπτομέρεια.

Ἡ ἀνάγκη ὑπαρξῆς τῆς Πιθανοθεωρίας στὸ πρόγραμμα εἶναι ἀμφίβολη. Οἱ φυσικοὶ καὶ χωρὶς αὐτὴν παίρνουν αὐτὸ ποὺ χρειάζονται ἀπὸ τὰ μαθήματα τῆς Κβαντομηχανικῆς καὶ τῆς Στατιστικῆς Φυσικῆς.

Ἐν κατακλείδι, φρονῶ ὅτι ἡ διδασκαλία τῶν Μαθηματικῶν χρειάζεται μίαν σοβαρὴ ἀναμόρφωση. Ἐκεῖνοι ποὺ θὰ ἀναλάβουν αὐτὸ τὸ σημαντικό καὶ δύσκολο ἔργο θὰ ἀξί- ζουν εἰλικρινῆ εὐγνωμοσύνη τόσο ἀπὸ τοὺς ὑπάρχοντες φυσικοὺς ὅσο καὶ εἰδικὰ ἀπὸ τὶς πολυάριθμες μελλοντικὲς γενιές.

75. Στὰ Μαθηματικὰ ὀνομάζουμε **Σειρὰ** τὸ ἄθροισμα τῶν ὄρων μίας διατεταγμένης λίστας ἀντικειμένων. Οἱ Σειρὲς διαχωρίζονται σὲ πεπερασμένες καὶ ἄπειρες· στὶς πρῶτες ἔχουν ὀρισθεῖ ὁ πρῶτος καὶ ὁ τελευταῖος ὄρος, ἐνῶ στὶς ἄπειρες οἱ ὄροι συνεχίζονται ἐπ' ἄοριστον.

76. Ὁ **Jean Batist Joseph Fourier** (1768–1830) ἦταν γάλλος φυσικὸς καὶ μαθηματικὸς. Πραγματεύτηκε συστηματικὰ τὶς μαθηματικὲς σειρὲς ποὺ φέρουν τὸ ὄνομά του, βασικὲς στὴ μελέτη ὅλων τῶν περιοδικῶν φαινομένων.

Ὁ Λέων Δαυίδοβιτς στὴ διάρκεια τῆς ζωῆς του ἐνδιαφερόταν τόσο ἔντονα καὶ βαθιὰ γιὰ τὴ διδασκαλία τῆς Φυσικῆς ποὺ ὄνειρευόταν νὰ γράφει βιβλία Φυσικῆς γιὰ ὅλα τὰ ἐπίπεδα· ἀπὸ τὰ σχολικὰ ἐγχειρίδια μέχρι πανεπιστημακὰ συγγράμματα γιὰ τὰ προγράμματα Θεωρητικῆς Φυσικῆς γιὰ τοὺς εἰδικούς. Στὴν πραγματικότητα ὅσο ζοῦσε εἶχαν ἐκδοθεῖ σχεδὸν ὅλοι οἱ τόμοι «**Θεωρητικῆς Φυσικῆς**⁷⁷» καὶ οἱ πρῶτοι τόμοι τῶν σειρῶν «**Ἐκλαϊκευμένα μαθήματα Φυσικῆς**» καὶ «**Φυσικὴ γιὰ ὅλους**». Λίγο μετὰ τὸν θάνατό του ἄρχισαν νὰ ἐκδίδονται τὰ δικῆς του ἔμπνευσης «**Σύντομα μαθήματα Θεωρητικῆς Φυσικῆς**». Εἶχε ἐπίσης καταστρώσει σχέδια γιὰ τὴ συγγραφή βιβλίων Μαθηματικῶν γιὰ φυσικοὺς τὰ ὁποῖα θὰ ἀπηχοῦσαν τὶς ἀπόψεις του γιὰ τὴ διδασκαλία μὲ πρακτικὲς ἐφαρμογὲς τῶν Μαθηματικῶν στοὺς φυσικοὺς, τὴν οὕτως ὀνομαζόμενη «χειραγώγηση στὴν πράξη».

Δὲν πρόλαβε οὔτε κἄν νὰ ξεκινήσει αὐτὰ τὰ προγράμματα. Ἐπίσης δὲν πρόλαβε νὰ συγγράφει τὰ σχολικὰ βιβλία μολονότι πάντοτε εἶχε ζωντανὸ ἐνδιαφέρον γιὰ τὰ σχολεῖα καὶ μὲ χαρὰ ἔδινε διαλέξεις σὲ σχολικὲς τάξεις καὶ ἀπαντοῦσε σὲ ἐπιστολὲς μαθητῶν.

77. Συνεγράφησαν μὲ τὸν συνεργάτη του Εὐγένιο Μ. Λίφσιτς. Τὸ 1962 τοὺς ἀπονεμήθηκε τὸ βραβεῖο Λένιν.

Ἐνάτη Ἐπιστολή: Σὲ μαθητὲς σχολείου.

Νὰ τί γράφουν οἱ μαθητὲς⁷⁸, ἑνὸς σχολείου ἀπὸ τὴν πόλη Τούλα στὸν Λέοντα Δαυίδοβιτς: «Γνωρίζουμε πόσο λίγο ἐλεύθερο χρόνο διαθέτετε, παρ' ὅλ' αὐτὰ ἐλπίζουμε νὰ βρεῖτε μερικὰ λεπτὰ γιὰ νὰ μᾶς ἀπαντήσετε. Ἐμεῖς "θέμε" νὰ διεξάγουμε ἓνα γκάλοπ μὲ θέμα " Ἡ ἐκπαίδευση εἶναι ὁ θησαυρός· ἡ δουλειὰ εἶναι τὸ κλειδὶ γι' αὐτόν". βλέπετε, δὲν καταλαβαίνουν ὅλοι οἱ συμμαθητὲς μας γιατί χρειαζόμαστε τὴν ἐκπαίδευση καὶ πολλοὶ ἀπὸ αὐτοὺς δὲν διαβάζουν τὰ μαθηματὰ τους συστηματικὰ καὶ μόνο ἐνδιαφέρονται νὰ πάρουν τὴ βάση. Θὰ εἶχαμε μεγάλη ἐπιθυμία νὰ λάβουμε μία ἐπιστολὴ ἀπὸ ἐσᾶς ἔτσι ὥστε ὁ λόγος σας νὰ πείσει τοὺς συμμαθητὲς μας.»

Ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ἀπαντᾷ ὡς ἑξῆς:

Ἀγαπητὰ παιδιὰ!

Εἶναι πολὺ δύσκολο νὰ γράφει κανεὶς γιὰ ὀλοφάνερα πράγματα. Ἀφοῦ ἐσεῖς οἱ ἴδιοι ἄριστα γνωρίζετε ὅτι ἡ ἐκπαίδευση εἶναι ἀπαραίτητη τὴν σήμερον ἡμέρα γιὰ κάθε

78. Στὸ ρωσικὸ πρωτότυπο χρησιμοποιεῖται ὁ ὄρος «**πιονιέροι**» (ἀπὸ τὸ ἀγγλικὸ pioneers) ποὺ στὰ Ἑλληνικὰ σημαίνει «πρωτοπόροι». Οἱ «πιονιέροι» ἦταν κάτι ἀνάλογο μὲ τοὺς πρόσκοπους στὶς δυτικὲς χῶρες μόνο ποὺ στὴν περίπτωσι τῆς Ε.Σ.Σ.Δ. τὴν καθοδήγησίν τους εἶχε ἀναλάβει ἡ νεολαία τοῦ Κομμουνιστικοῦ Κόμματος (ΚΟΜΣΟΜΟΛ) .

ἐπάγγελμα. Ὁ ἀμόρφωτος ἄνθρωπος εἶναι πάντοτε κάπως δεύτερης κατηγορίας.

Μὲ αὐτὲς τὶς σκέψεις μὲ ἔθλιψε πολὺ ποὺ στὴν ἐπιστολὴ σας γράφετε «θέμε» ἀντὶ γιὰ «θέλουμε». Αὐτὸ δείχνει, παιδιά, ὅτι δὲν διαβάζετε καὶ πάρα πολὺ ἀφοῦ δὲν ἔχετε μάθει στὴν πραγματικότητα οὔτε τὴ μητρικὴ σας γλῶσσα. Γι' αὐτό, νὰ διαβάζετε περισσότερο, ἀφοῦ αὐτὸ εἶναι τόσο ἐνδιαφέρον, καὶ νὰ θυμᾶστε ὅτι ἡ ἐκπαίδευση δὲν σᾶς χρειάζεται γιὰ τὸ σχολεῖο ἀλλὰ γιὰ ἐσᾶς τοὺς ἴδιους καὶ ὅτι τὸ νὰ εἶναι κανεὶς μορφωμένος δὲν εἶναι καθόλου βαρετὸ ἀλλὰ, ἀντιθέτως, πολὺ ἐνδιαφέρον.

Μὲ τὶς καλύτερές μου εὐχές, Λ. Λαντάου

Δεκάτη Ἐπιστολή: Σὲ ὑπερφίαλους

Ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ἀπαντοῦσε σὲ ὄλο καὶ περισσότερους ἀνθρώπους ποὺ θεωροῦσαν ὅτι εἶναι δυνατὸν νὰ γίνουν «πραξικοπήματα» στὴν ἐπιστήμη (μεταξὺ τῶν ἄλλων καὶ νὰ διαφεύσουν τὴ ΘτΣ) μὴ διαθέτοντας κανένα δεδομένο. Σὲ αὐτὲς τὶς περιπτώσεις δὲν δίσταζε νὰ φανερώσει τὰ συναισθήματά του καὶ νὰ ἐπιλέξει ἐκφράσεις ποὺ νὰ δηλώνουν τὴ δυσαρέσκειά του. Ἴδου μερικὰ δείγματα τέτοιων ἀπαντήσεων:

Πρέπει νὰ πῶ ὅτι τὰ γραφόμενά σας στεροῦνται κάθε ἐνδιαφέροντος. Ἡ σύγχρονη Φυσικὴ εἶναι μία τεράστια ἐπιστήμη, ποὺ βα-

σίζεται πάνω ἀπὸ ὅλα στὸν μεγάλο ἀριθμὸ τῶν πειραματικῶν δεδομένων. Εἶναι ξεκάθαρο ὅτι ἔχετε σχεδὸν τέλεια ἄγνοια ἀπὸ αὐτὴν τὴν ἐπιστήμη καὶ ὅμως προσπαθεῖτε νὰ ἐξηγήσετε ἄγνωστα γιὰ σᾶς φαινόμενα τῆς Φυσικῆς μὲ λόγια κενὰ περιεχομένου. Εἶναι ὀλοφάνερο ὅτι αὐτὸ σὲ τίποτα δὲν μπορεῖ νὰ ὀδηγήσει. Ἄν ἐνδιαφέρεστε σοβαρὰ γιὰ τὴ Φυσικὴ τότε πρέπει νὰ ἀσχοληθεῖτε μὲ τὶς ἀνακαλύψεις καὶ πάνω ἀπὸ ὅλα τουλάχιστον νὰ ἀρχίσετε νὰ μελετᾶτε λίγο τὸ ἀντικείμενο.

Ἡ σύγχρονη Φυσικὴ εἶναι μία πολύπλοκη καὶ δύσκολη ἐπιστήμη καὶ γιὰ νὰ κάνετε σὲ αὐτὴν κάτι πρέπει νὰ γνωρίζετε πάρα πολλὰ. Ἐπὶ πλεόν, οἱ γνώσεις εἶναι ἀπαραίτητες γιὰ νὰ προβληθοῦν κάποιες νέες ιδέες. Ἀπὸ τὴν ἐπιστολὴ σας εἶναι φανερό ὅτι οἱ πληροφορίες ποὺ ἔχετε γιὰ τὴ Φυσικὴ εἶναι πολὺ περιορισμένες. Αὐτὸ ποὺ ἐσεῖς ὀνομάζετε νέες ιδέες εἶναι ἀπλῶς πομφόλυγες ἐνὸς ἡμιαγράμματος ἀνθρώπου παρόμοια μὲ τὴν περίπτωση ποὺ θὰ σᾶς πλησίαζε κάποιος ἄνθρωπος ποὺ δὲν ἔχει δεῖ ποτέ του ἠλεκτρικὴ μηχανὴ καὶ θὰ ἄρχιζε νὰ προωθεῖ νέες ιδέες ἐπάνω σὲ αὐτὸν τὸν τομέα. Ἄν ἐνδιαφέρεστε σοβαρὰ γιὰ τὴ Φυσικὴ τότε, πρὶν ἀπὸ ὅλα, ἀρχίστε νὰ ἀσχολεῖστε μὲ τὴ μελέτη αὐτῆς τῆς ἐπιστήμης. Μέσα σὲ λίγο καιρὸ ἐσεῖς ὁ ἴδιος θὰ ἀρχίσετε νὰ γελάτε μὲ τὶς σαχλαμάρες ποὺ δακτυλογραφήσατε.

Οἱ θεωρίες ποὺ μοῦ περιγράφετε εἶναι, δυστυχῶς, σὲ ὕψιστο βαθμὸ κουταμάρες. Θὰ ἦταν ἀκόμα δυσκολότερο νὰ σᾶς ἐξηγήσω τὰ

σφάλματα πὸν περιέχονται στὴν ἐπιστολὴ σας. Μὰ τὸν Θεό, πρὶν ξεκινήσετε νὰ στοχάζεστε γιὰ τὸ Σύμπαν ἀποκτήστε τουλάχιστον τὶς πιὸ στοιχειώδεις γνώσεις Φυσικῆς ἀλλιῶς μόνον θὰ αὐτογελοιοποιηθεῖτε.

Οἱ ἐπισημάνσεις σας περιέχουν ἀφέλειες καὶ δὲν παρουσιάζουν κανένα ἐνδιαφέρον. Εἶναι ξεκάθαρο ὅτι ἂν ἐπιθυμεῖτε νὰ ἐργαστεῖτε πρὸς αὐτὴν τὴν κατεύθυνση τότε χρειάζεστε ἀπαραιτήτως νὰ δουλέψετε πάρα πολὺ γιὰ νὰ γνωρίσετε τὸ ἀντικείμενο. Μόλις καὶ μὲ τὴ βία κάθεστε στὸ τιμόνι ἐνὸς αὐτοκινήτου μὴ γνωρίζοντας νὰ ὀδηγᾶτε, ἀπὸ τὴν ἄλλη ἢ Φυσικὴ δὲν εἶναι καθόλου εὐκολότερη ὑπόθεση.

Ἐνδεκάτη Ἐπιστολή: Σὲ ὑπερφιάλους

Αὐτὸ τὸ σύντομο ἀνθολόγιο ἀπὸ τὶς ἐπιστολὲς τοῦ Λέοντος Δαυίδοβιτς θὰ κλείσει μὲ τὸν καλύτερο τρόπο μὲ μία ἀκόμη ἀπὸ τὶς περιγραφές του ἐπάνω στὸ τί παρακινεῖ τὸν πραγματικὸ ἐπιστήμονα. Ἡ ἀναγνώριση, σὲ ὅποιοδήποτε βαθμό, τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἐρευνητικῆς ἐργασίας του εἶναι πολὺ σημαντικὴ γιὰ κάθε ἐπιστήμονα. Αὐτὸ φυσικὰ ἴσχυε καὶ γιὰ τὸν Λέοντα Δαυίδοβιτς. Ἀναμφίβολα ὅμως, τὸ πιὸ ἐσωτερικὸ του κίνητρο δὲν ἦταν ἡ προσπάθειά του νὰ ἀποκτήσει δόξα ἀλλὰ ἡ ἄσβηστη περιέργειά του, τὸ ἀτέλειωτο πάθος του γιὰ τὴ γνώση τῆς Φύσης. Ἐνα τέτοιο πάθος κατὰ πρῶτον ἐκτιμοῦσε καὶ στοὺς ἄλλους.

Γιὰ τοῦτο τὸν λόγον αὐτὸς πάντοτε ἔκρινε τὶς προσπάθειες ποὺ κατέβαλαν οἱ ἄλλοι μόνον ὑπὸ τὸ πρῖσμα τῶν «σημαντικῶν» προβλημάτων:

Μὲ ρωτᾶτε μὲ τί νὰ ἀσχοληθεῖ κανεὶς μὲ τὴν ἔννοια τοῦ ποιῶ κλάδοι τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς εἶναι οἱ πιὸ σημαντικοί. Πρέπει νὰ πῶ ὅτι ὁ τρόπος ποὺ τίθεται ἡ ἐρώτηση εἶναι γελοῖος. Θὰ πρέπει νὰ ἔχει κανεὶς τὴν αἴσθηση τοῦ χιούμορ σὲ τέτοιο βαθμὸ ποὺ νὰ φθάνει στὰ ὅρια τῆς ἀδιακρισίας γιὰ νὰ θεωρεῖ ὅτι κατάλληλα γιὰ αὐτὸν εἶναι τὰ «πιὸ σημαντικὰ θέματα» τῆς ἐπιστήμης. Κατὰ τὴ γνώμη μου, κάθε φυσικὸς πρέπει νὰ ἀσχολεῖται μὲ ἐκεῖνα ποὺ τὸν ἐνδιαφέρουν πιὸ πολὺ καὶ νὰ μὴν ἔχει ὡς ἀφετηρία στὴν ἐπιστημονικὴ του ἐργασία τὴ ματαιοδοξία. Καὶ εἶναι φανερό ὅτι δὲν πρέπει νὰ ἀσχολεῖται κανεὶς μὲ θέματα ποὺ δὲν ἔχουν λογικὴ βάση καὶ ἄρα στεροῦνται ἐπιστημονικοῦ ἐνδιαφέροντος.

Ποτὲ δὲν πρέπει νὰ δουλεύει κανεὶς μὲ γνώμονα κάποιους ξένους στόχους, μὲ γνώμονα τὴ δόξα ἢ μὲ στόχο νὰ κάνει μεγάλες ἀνακαλύψεις. Ὅλα αὐτὰ δὲν καταλήγουν πουθενά. Αὐτὴν τὴν ἀπλὴ ἀλήθεια ὁ Λέων Δαυίδοβιτς ποτὲ δὲν ἔχανε τὴν εὐκαιρία νὰ τὴν ἐπαναλαμβάνει.

«Ἄν οἱ ἐπιστήμονες ὅλου τοῦ κόσμου...»

Δ.Σ. Ντάνιν⁷⁹

*Αὐτὸ τὸ χρονογράφημα γράφτηκε καὶ
δημοσιεύτηκε τὸν Ἰούλιο τοῦ 1962.*

Γνώριζα τὸν Λέοντα Δαυίδοβιτς Λαντάου ἀπὸ τὰ φοιτητικά μου χρόνια. Συχνὰ τὸν συναντοῦσα μετὰ τὸν πόλεμο καί, ἴσως, γι' αὐτὸ ἔλαχε σὲ μένα, ποὺ εἶμαι ἄνθρωπος τῶν γραμμάτων, τὸ θλιβερὸ καθῆκον νὰ εἶμαι ὁ αὐτόπτης μάρτυρας τῶν θαυμαστῶν γεγονότων ποὺ περιγράφονται πιὸ κάτω. Αὐτὸ τὸ χρονογράφημα περιγράφει αὐστηρὰ τὰ γεγονότα καὶ ἔχει χαρακτηριστικὰ δημοσιογραφικῆς ἀνταπόκρισης «ἀπὸ τὸ πεδίο τῆς μάχης», γι' αὐτὸ δὲν θα ἤθελα νὰ προσθέσω τίποτε καινούργιο στὸ κείμενο διατηρώντας τὴν ἀτμόσφαιρα τῆς ἀνησυχίας καὶ τῆς ἐλπίδας ποὺ ἦταν χαρακτηριστικὰ ἐκείνων τῶν ἡμερῶν.

79. Δανιὴλ Σεμιόνοβιτς Ντάνιν-Πλότκε (1914-2000)· σοβιετικὸς καὶ ρώσος λογοτέχνης, σεναριογράφος, κριτικὸς λογοτεχνίας καὶ ἐκλαϊκευμένης ἐπιστήμης.

...Όλα διαδραματίστηκαν στις αρχές του 1962. Τὴν Κυριακή, 7 Ἰανουαρίου, στὶς 11:30 τὸ πρωὶ συνέβη τὸ ἀτύχημα στὸν δρόμο ποὺ ὀδηγοῦσε στὴν πόλη τῆς Πυρηνικῆς Φυσικῆς, τὴν ξακουστὴ **Ντουμπνά**⁸⁰. Κανεὶς δὲν ἔφταιγε... Ὁ καιρὸς ἦταν ἄσχημος. Ὁ δρόμος γλιστροῦσε. Μία κοπέλλα τρέχοντας διέσχισε τὸν δρόμο· βιαζόταν νὰ φθάσει στὴ στάση τοῦ λεωφορείου. Τὸ ἐπιβατικὸ αὐτοκίνητο ἔπρεπε νὰ φρενάρει ἀπότομα καὶ ἐξετράπη τῆς πορείας του μὲ ἀποτέλεσμα νὰ καταλήξει σὲ διερχόμενο φορτηγό. Πλέον τίποτα δὲν μπόρεσε νὰ ἀποσοβῆσει τὸ χτύπημα. Ἦλθε ἀπὸ τὰ πλάγια καὶ αὐτὸς ποὺ καθόταν στὴν πίσω δεξιὰ θέση δέχθηκε ὅλη τὴ δύναμη τῆς συγκρούσεως. Ἦταν ὁ ἀκαδημαϊκὸς Λαντάου. Ὁ Λέων Δαυίδοβιτς Λαντάου ἢ ἀπλῶς Ντάου, ὅπως τὸν ὀνομάζουν γιὰ περισσότερο ἀπὸ 30 χρόνια στὸ περιβάλλον τους οἱ φυσικοί. Οἱ καταστροφές εἶναι ἀδιανόητες καὶ σκληρές ἀλλὰ σπανίως συμβαίνουν τόσο κραυγαλέες τραγωδίες. Θῦμα αὐτῆς τῆς τυφλῆς συγκυρίας ἔγινε ὁ ἄνθρωπος ποὺ ὅλη του τὴ ζωὴ μὲ διάπλατα ἀνοιχτὰ μάτια παρατηροῦσε τὸν φυσικὸ κόσμο. Χωρὶς αἰσθήσεις κειτόταν ὁ ἄνθρωπος ἐκεῖνος τοῦ ὁποίου ὀλόκληρη ἡ ζωτικὴ του δραστηριό-

80. Ἡ **Ντουμπνά** βρίσκεται 161 χλμ. βορείως τῆς Μόσχας μὲ πληθυσμὸ 75.000 (2019). Εἶναι γνωστὴ στὴ Ρωσία ὡς τὸ κέντρο πυρηνικῶν ἐρευνῶν.

τητα ἦταν μιὰ ἐνσαρκωμένη αἴσθησις. «Ὁ Λαντάου εἶναι ἀναίσθητος»· αὐτὸς ὁ συνδυασμὸς τῶν λέξεων φαντάζει ἀφύσικος.

Τὸ ἀσθενοφόρο τὸν μετέφερε στὸ πλησιέστερο νοσοκομεῖο στὴ συνοικία Τιμιριάσκυ τῆς Μόσχας. Ὁ ἀνελκυστήρας ἀνέβασε τὸ φορεῖο στὸν ἔκτο ὄροφο, στὴν κλινικὴ Τραυματολογίας τοῦ Κεντρικοῦ Ἰνστιτούτου Βελτιστοποίησης τῶν Ἰατρῶν. Πάνω ἀπὸ τὸ σῶμα ποὺ ἔμοιαζε ἄψυχο καὶ χωρὶς καμία ἐλπίδα, ἔσκυψε ἡ ἐφημερεύουσα ἰατρὸς Λυδία Ἰβάνοβνα Παντσένκο. Καὶ ἀπὸ ἐκείνη τὴν στιγμή ἄρχισε ἡ θαυμαστὴ καὶ χωρὶς ὑπερβολὴ ἥρωικὴ μάχη τῶν γιατρῶν μας γιὰ τὴν ἀνάστασις τοῦ Λαντάου.

Ἦς μοῦ ἐπιτραπεῖ ἓνα μὴ εὐχάριστο παιχνίδι μὲ τίς λέξεις ἀλλὰ ἡ Κυριακὴ, [ἡμέρα Ἀναστάσεως τοῦ Κυρίου,] δὲν εἶναι καὶ ἡ καλύτερη ἡμέρα γιὰ τὴν ἔναρξη τῆς μάχης γιὰ τὴν ἀνάστασις ἑνὸς ἀνθρώπου⁸¹, [ἀφοῦ εἶναι ἡμέρα ἀργίας καὶ] τὰ ἰνστιτούτα εἶναι κλειστὰ καὶ δὲν ἐργάζονται ἐκεῖνοι τῶν ὁποίων ἡ ἄμεση βοήθεια μόνον μποροῦσε νὰ τὸν σώσει. Γιὰ καλὴ μας τύχη, ἐκείνη τὴν ἡμέρα, 7 Ἰανουαρίου, ὁ ἐπικεφαλῆς τῆς κλινικῆς Τραυμάτων, καθηγητῆς **Βαλεντίνος Ἀλεξάνδρο-**

81. Ὁ μεταφραστὴς πῆρε τὴν πρωτοβουλία νὰ ἀλλάξει τίς λέξεις καθὼς στὰ ρωσικὰ ἡ «Κυριακὴ» καὶ ἡ «Ἀνάστασις» ἀποδίδονται μὲ τὴν ἴδια λέξις «**Βοσκρισένιε**» καὶ τὸ πρωτότυπο δὲν γράφει «ἡμέρα Ἀναστάσεως τοῦ Κυρίου».

βιτς Πολιακώφ⁸² έπισκέφτηκε μία άσθενή του τήν όποία είχε χειρουργήσει τήν προηγούμενη ήμέρα. Στή στιγμή άνταποκρίθηκε στο κάλεσμα τής έφημερευούσης ίατροϋ, και άρχισαν μαζί νά έκτελοϋν τς πρώτες άπαραίτητες ένέργειες στο πεδίο εκείνης τής άνισης μάχης με τόν θάνατο, δηλαδή, καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση και χορήγηση άντιμικροβιακών σκευασμάτων.

Τήν ίδια στιγμή από τó νοσοκομείο τηλεφώνησαν στοϋς συνεργάτες και τοϋς φίλους τοϋ Λαντάου από τó Ίνστιτοϋτο Προβλημάτων Φυσικής τής Άκαδημίας Έπιστημών τής ΕΣΣΔ. Από τó προάστιο τής Μόσχας Νικόλναγια Γκορά έσπευσε όδικώς στην πόλη ó άκαδημαϊκός **Πέτρος Λεωνίδοβιτς Καπίτσα**⁸³. Αναζήτησαν και τόν καθηγητή Εϋγένιο Μιχάηλοβιτς Λίφσιτς, τόν στενότερο φίλο και συνεργάτη τοϋ Λαντάου στο πολύτομο έργο «Θεωρητικής Φυσικής». Έτσι ó πόλεμος με τόν θάνατο άνοιξε και δεϋτερο μέτωπο.

Τó ίατρικό συμβούλιο, με άνάλγητη τυπικότητα, άνακοίνωσε τή διάγνωσή του για τήν έξαιρετικά κρίσιμη κατάσταση. Περιείχε 12 σημεία. Κάθε ένα από μόνο του ήταν άρκετό νά άποτελέσει τή

82. Έπικεφαλής χειρουργός Τμήματος Πολιτικής Προστασίας τής ΕΣΣΔ. Καθηγητής Τραυματολογίας, Όρθοπαιδικής και Ραδιολογίας. Τοϋ άπονεμήθηκε τó βραβείο Λένιν.

83. (1894-1984)· σοβιετικός φυσικός ποϋ τιμήθηκε με τó βραβείο Νόμπελ τó 1978.

βάση για τὴν ἐπιδείνωση τῆς πρόγνωσης. Ἄρκει νὰ εἰπωθεῖ ὅτι σὲ ἕξι σημεία καταμετρήθηκαν ἔνδεκα κατάγματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων κάταγμα τῆς βάσης τοῦ κρανίου καὶ ἑπτὰ πλευρῶν. Δὲν ἦταν ἄστοχο αὐτὸ ποὺ εἶπε ἕνας ἀπὸ τοὺς θεραπευτὲς ὅταν χαρακτήρισε τὰ τραύματα ὡς «ἀσυμβίβαστα μὲ τὴ ζωή!» Καὶ μετὰ, ἡμέρα μὲ τὴν ἡμέρα οἱ ἐπιπλοκὲς ἄρχισαν νὰ ἐπιδεινώνονται: διαταραχὲς στὴν ἀναπνοή, διαταραχὴ τῆς καρδιαγγειακῆς λειτουργίας, νεφρική ἀνεπάρκεια, τραυματικὴ φλεγμονὴ τῶν πνευμόνων, βροχοπνευμονία, εἰλεός,... «Πολλὰ ἔχω ἀντικρῦσει στὰ εἴκοσι χρόνια τῆς πρακτικῆς μου ἀλλὰ τέτοια τραυματικὴ κατάσταση μὲ τόσες ἐπιπλοκὲς πρώτη φορὰ συναντῶ. Τὸ ὅτι ὁ Λαντάου ζεῖ τρεῖς ἑβδομάδες εἶναι ἀπὸ μόνο του θαῦμα!» εἶπε ὁ Νικόλαος Ἰβάνοβιτς Γκρασενκῶφ⁸⁴ τὴν 1η Φεβρουαρίου.

Ρώτησα: «Ἀφήνει τὸ θαῦμα αὐτὸ περιθώρια ἐλπίδας;» Καὶ ὁ Γκρασενκῶφ, καὶ ὁ Κορνιάνσκι⁸⁵, καὶ ὁ Πολιακῶφ, καὶ ὁ θεραπευτὴς, καθηγητὴς **A.M. Νταμίρ**⁸⁶, ἀπέφυγαν νὰ μοῦ δώσουν

84. (1898-1965), σοβιετικὸς ἰατρός καὶ ἀκαδημαϊκός.

85. Γρηγόριος Παύλοβιτς Κορνιάνσκι· σοβιετικὸς νευροχειρουργός.

86. Ἄλιμ Ματβέγιεβιτς Νταμίρ (1894-1982)· σοβιετικὸς ἰατρός, ἰδρυτὴς τῆς καρδιολογικῆς μονάδας στὸ ἐπιστημονικὸ κέντρο Καρδιοαγγειολογίας A.N. Μπακούλιεβα.

εὐθεία ἀπάντηση. Ὅμως αὐτὸ δὲν τὸ ἔκαναν ἀπὸ ἀπογοήτευση ἀλλὰ ἀπὸ προσοχή. Ἴσως ἦταν ἡ προληπτικὴ προσοχὴ τῶν νικητῶν ποὺ γνωρίζουν ὅτι ὁ ἐχθρὸς ἀκόμα δὲν ἔχει τελείως ἐξουδετερωθεῖ. Ἀλλὰ ἦταν φανερὸ ὅτι ζοῦσαν ἐλπίζοντας σὲ θετικὸ ἀποτέλεσμα· πίστευαν σὲ αὐτό. Καὶ ἤξεραν: εἶχαν σοβαρὲς ἐνδείξεις πρὸς αὐτὴ τὴν κατεύθυνση. Ἡ κατάστασις ἦταν ὑπερβολικὰ δύσκολη ἀλλὰ στίς καθημερινὲς νοσοκομειακὰς ἀνακοινώσεις εἶχαν ἀρχίσει πλέον νὰ ἐμφανίζονται λέξεις ποὺ τὸν Ἰανουάριο δὲν ὑπῆρχαν: «ἐξομαλύνθηκε», «βελτιώθηκε», «ἀποκαταστάθηκε». Οἱ παλμοὶ καὶ ἡ ἀρτηριακὴ πίεσις σταδιακὰ ἄρχισαν νὰ σταθεροποιοῦνται. Οἱ πιὸ ἐπίφοβες ἐπιπλοκὲς ἄρχισαν νὰ ἐξαλείφονται καὶ μερικὲς φορὲς φευγαλέα ἐμφανίσθηκαν σημάδια ἀνάνηψης...

Τὸν Μάρτιο ἡ ζωὴ ἀποδείχθηκε ἰσχυρότερη ἀπὸ τὰ τραύματα. Ἐπίσης, ἔγινε γνωστὸ ὅτι ὁ ἐγκέφαλος τοῦ Λαντάου δὲν εἶχε ὑποστῆ κάποια τοπικὴ ζημιὰ!

Καὶ τὸ θαῦμα; Τὸ θαῦμα στὴν πραγματικότητά εἶχε συμβεῖ! Εἶχε συμβεῖ καὶ συνέβαινε κάθε ἡμέρα, κάθε νύχτα καὶ κάθε λεπτὸ σὲ αὐτὸ τὸ μεγάλο διάστημα τῶν ἑξὶ μηνῶν νοσηλείας τοῦ Λαντάου. Αὐτὸ τὸ θαῦμα ἦταν ἡ παραδειγματικὴ αὐτοθυσία τῶν γιατρῶν, τῶν νοσοκόμων καὶ τοῦ τεχνικοῦ προσωπικοῦ.

Δὲν πρέπει νὰ ξεχάσετε τὸν νευροχειρουργὸ ἀπὸ τὸ Ἰνστιτοῦτο Μπουρντένκο⁸⁷, **Σέργιο Νικολάγιεβιτς Φιόντορωφ** (1925-1995), ὁ ὁποῖος ἀσταμάτητα περιποιεῖται τὸν Ντάου. Καὶ μὴ ξεχάσετε νὰ διηγηθεῖτε γιὰ τοὺς γιατροὺς τοῦ νοσοκομείου οἱ ὁποῖοι εἶχαν ξεχάσει τί σημαίνει ξεκούραση καὶ ὕπνος. Καὶ νὰ δώσετε τὰ εὔσημα στοὺς γιατροὺς ποὺ τώρα χορηγοῦν τεχνητὴ ἀναπνοὴ στὸν Ντάου.

Αὐτὰ μοῦ ἔλεγαν οἱ φυσικοὶ καὶ τὸν Ἰανουάριο, καὶ τὸν Φεβρουάριο καὶ τὸν Μάρτιο. Καὶ ἔσπευσαν νὰ προσθέσουν:

Καὶ τοὺς πολυάριθμους εἰδικούς συμβούλους! Θὰ ἦταν ἀδικία ἂν δὲν λέγατε οὔτε μία λέξη γιὰ τὸν νευροχειρουργὸ **Ι.Μ. Ἰργκέρ**⁸⁸, ὁ ὁποῖος μαζὶ μὲ τὸν Κορνιάνσκι ἔκαναν σὲ μία ἀπὸ τίς δυσκολότερες ἡμέρες ἐπέμβαση στὸν Ντάου, καὶ στὸν τσέχο καθηγητὴ **Ζντένεκ Κούντς**⁸⁹, ὁ ὁποῖος ἦλθε ἀεροπορικῶς ἀπὸ τὴν Πράγα. Νὰ θυμηθεῖτε τίς συμβουλές τοῦ νευροχειρουργοῦ **Μπ. Γκ. Γιεγκόρωφ**⁹⁰ καὶ τοῦ νευροπαθολόγου **Μ. Ἰ. Ράπποπορτ**⁹¹.

87. Νικόλαος Νεϊλοβιτς Μπουρντένκο (1875-1946)· σοβιετικὸς χειρουργὸς καὶ ἰδρυτὴς τῆς σοβιετικῆς νευροχειρουργικῆς. Ἀρχίατρος τοῦ Ἐρυθροῦ Στρατοῦ.

88. Ἰωσήφ Μάρκοβιτς Ἰργκέρ (1910-1982)· σοβιετικὸς νευροχειρουργός.

89. Ζντένεκ Κούντς (1908-1965), τσέχος χειρουργός.

90. Μπορίς Γρηγόροβιτς Γιεγκόρωφ (1892-1972)· σοβιετικὸς νευροχειρουργός καὶ ἀκαδημαϊκός.

91. Μιχαήλ Ἰούλιεβιτς Ράπποπορτ (1891-1967)· σοβιετικὸς νευροπαθολόγος καὶ ἀκαδημαϊκός.

*Καὶ τὸν ἐπικεφαλῆς τοῦ κέντρου τεχνητῆς ἀναπνοῆς τοῦ Ἰνστιτοῦτου Νευροπαθολογίας **Λ.Μ. Ποπώφ**. Καὶ τὴν εἰδικὴν στὰ ἀντιβιοτικά **Ζ.Β. Γιερμολίεβα**⁹²! Καὶ τὸν καρδιολόγο **Β.Γ. Ποπώφ**⁹³!*

Ὅμως μὲ τὰ ἴδια αὐτὰ λόγια μίλαγαν καὶ οἱ γιατροὶ γιὰ τοὺς φυσικούς. Καὶ ἐπίσης ἀπαρίθμησαν τὰ ὀνόματα αὐτῶν ποὺ τηλεφώνησαν [γιὰ νὰ πληροφορηθοῦν γιὰ τὴν πορεία τῆς ὑγείας τοῦ Λαντάου] καὶ τὶς πρωτοβουλίες που πῆραν.

Ἀπὸ τὴν πρώτη ἡμέρα φάνηκε ἡ μεγαλοπρέπεια τῆς συναδελφικότητας. Χωρὶς νὰ ἐμποδίσουν τοὺς γιατροὺς καὶ τὴν θεραπεία σὲ τίποτε, ἕνας ὑπερβολικὸς ἀριθμὸς ἐπιστημόνων, ἀκαδημαϊκῶν, διδασκτόρων, ὑποψηφίων διδασκτόρων, ἀνθρώπων συνομιλήκων μὲ τὸν 54χρονο Λαντάου, μαθητῶν του καὶ νεώτερων μαθητῶν τῶν μαθητῶν του, ἀνέλαβε ἐθελοντικὰ ρόλο ταχυδρόμων, ὀδηγῶν αὐτοκινήτων, διαμεσολαβητῶν, προμηθευτῶν, γραμματέων, ἐφημερευόντων, καὶ φυσικὰ ἀχθοφόρων καὶ ἀνειδίκευτων ἐργατῶν. Τὸ ἐπιτελεῖο του ποὺ δημιουργήθηκε ἐντελῶς αὐθόρμητα εἶχε στεγαστεῖ στὸ γραφεῖο τοῦ ἐπικεφαλῆς γιατροῦ

92. **Ζηναΐς Βησσαρίονοβνα Γιερμολίεβα** (1898-1974)· σοβιετικὴ μικροβιολόγος καὶ ἐπιδημιολόγος, ἀκαδημαϊκὸς καὶ εἰδικὴ στὰ ἀντιβιοτικά στὴν ΕΣΣΔ. Τῆς εἶχε ἀπονεμηθεῖ τὸ βραβεῖο Στάλιν πρῶτου βαθμοῦ.

93. **Βιτάλιος Γρηγόροβιτς Ποπώφ** (1904-1994)· σοβιετικὸς ἰατρὸς μέλος τῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν τῆς ΕΣΣΔ.

τοῦ νοσοκομείου καὶ ἔγινε ἐπὶ 24ώρου βάσειως τὸ κέντρο ὀργάνωσης καὶ διεκπεραίωσης μὲ ἀπόλυτο αἴσθημα τοῦ καθήκοντος ὅλων τῶν ἐντολῶν τῶν θεραπόντων ἰατρῶν.

Ὅγδόντα ἑπτὰ (87) θεωρητικοὶ καὶ πειραματικοὶ φυσικοὶ ἔγιναν μέλη αὐτῆς τῆς ἐθελοντικῆς ομάδας διασωστῶν. Δημιουργήθηκε βιβλίο ποὺ περιεῖχε ἀλφαβητικὰ τὰ ὀνόματα, μὲ ἀριθμοὺς τηλεφώνων καὶ διευθύνσεων, ὅλων: προσώπων, ἰδρυμάτων καὶ συνδέσμων ἢ βοήθεια τῶν ὁποίων θὰ μποροῦσε νὰ ἀπαιτηθεῖ ἀνὰ πάσα στιγμή· ἦσαν καταγεγραμμένοι συνολικὰ 223 ἀριθμοὶ τηλεφώνων! Καὶ ἐπίσης βρισκόνταν σὲ ἀναμονὴ ἄλλα νοσοκομεῖα, συνεργεῖα αὐτοκινήτων, ἀεροδρόμια, τελωνεῖα, φαρμακεῖα, ὑπουργεῖα, χῶροι φιλοξενίας ἰατρῶν-συμβούλων...

Στὶς πιὸ δραματικὲς ἡμέρες, ὅταν ὅλα ἔδειχναν ὅτι «ὁ Ντάου πεθαίνει», ἀκόμα καὶ σὲ ἐκεῖνες τὶς ἡμέρες, σὲ τουλάχιστον τέσσερα σημεῖα, στὴν εἴσοδο καὶ στὸν ἡμιόροφο τοῦ νοσοκομείου, ἦταν σὲ ἐτοιμότητα 8 μὲ 10 αὐτοκίνητα. Ἴδου μερικὰ δείγματα ἐγγραφῶν στὸ βιβλίο ἐφημερίας:

«Ἀλέξη! Τὴν νύκτα νὰ κρατήσεις ἐπαφὴ μὲ τὸν Ριαμπῶφ.»

«Γιὰ ὁποιοδήποτε ἀνησυχητικὸ περιστατικὸ πρῶτα-πρῶτα καλέστε τὸν Φιόντορφ!!!»

«Στὶς 4:30· φρέσκα αὐγά!!!»

«Πάρτε τὴν Πόποβα ὅπου κι ἂν βρίσκεται!»

Ὅταν κάποια στιγμή ὅλα κρέμονταν ἀπὸ μία μηχανὴ τεχνητῆς ἀναπνοῆς, ἕνας θεωρητικὸς φυσικὸς προσεφέρθηκε γρήγορα νὰ φέρει μία ἀπὸ τὰ κεντρικὰ τοῦ Ἰνστιτούτου Προβλημάτων Φυσικῆς. Ἀποδείχθηκε ἀνώφελο καὶ κάπως ἀφελές, ἀλλὰ δείχνει τὴ θαυμαστὴ ψυχικὴ αὐτὴ κινητικότητα. Οἱ φυσικοὶ ἔφεραν τὴ μηχανὴ μελέτης τῆς πολιομυελίτιδας ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο μεταφέροντάς την μὲ τὰ χέρια στὸ νοσοκομεῖο ὅπου ἄσθμαινε ὁ Λαντάου.

Πῶς νὰ τὰ διηγηθεῖ κανεὶς ὅλα; Πῶς νὰ μὴν ἀπαριθμήσει τὰ ὀνόματα ὄλων τῶν ἡρώων αὐτοῦ τοῦ δεύτερου μετώπου; Μεταξὺ τους ἦταν σχεδὸν ὅλοι οἱ μαθητὲς τοῦ Λαντάου: ἀπὸ τοὺς ἀκαδημαϊκοὺς μέχρι καὶ τοὺς μεταπτυχιακοὺς φοιτητὲς.

Αὐτὴ ἦταν μία πραγματικὴ ἀδελφότητα τῶν φυσικῶν. «Ἄν ὅλα πᾶνε καλὰ μὲ τὸν Ντάου τότε ἐσεῖς θὰ ἀξίζετε τὰ μισὰ εὖσημα», ἔλεγε ὁ Γκρασένκωφ στοὺς φυσικοὺς μετὰ τὴν πρώτη ἐλπιδοφόρα ἀνακοίνωση τοῦ ἱατρικοῦ συμβουλίου. Ἀργότερα εἶπε: «Ἀκόμα καὶ ἐγώ, παρὰ τὴ μακρόχρονη θητεία μου στὸν τομέα, τέτοια συναδελφικότητα δὲν ἔχω ξαναδεῖ!»

Ὁ ἀκαδημαϊκὸς Καπίτσα τονίζει:

«Ὅλα αὐτὰ μοιάζουν μὲ μιὰ ταινία μὲ καλὸ τέλος τῆς ὁποίας ὁ τίτλος θὰ μπορούσε νὰ εἶναι: " Ἄν ὅλοι οἱ ἐπιστήμονες τοῦ κόσμου..."»

Ἐννοοῦσε αὐτὸ ποὺ ἀκόμη ἐδῶ δὲν ἔχει ἀναφερθεῖ καὶ γιὰ τὸ ὁποῖο πρέπει νὰ μιλήσουμε. Ἀλλὰ ἅς δοῦμε τὰ πράγματα καὶ πάλι ἀπὸ τὴν ἀρχή.

Βρισκόμαστε στὴν ἡμέρα τοῦ δυστυχήματος. Τὸ πρῶτο ἰατρικὸ συμβούλιο ἔχει τελειώσει. Ὑπάρχει κίνδυνος ἐγκεφαλικοῦ οἰδήματος⁹⁴. Λαμβάνονται ὅλα τὰ συνήθη μέτρα ἀλλὰ κάποιος ἔχει μιὰ ιδέα: νὰ γίνεῖ χρήση ἑνὸς εἰδικοῦ φάρμακου τὸ ὁποῖο μπορεῖ νὰ ἔλθει ἀπὸ τὴν Τσεχοσλοβακία ἢ τὴν Ἀγγλία.

Ὁ Καπίτσα ἀμέσως ἀποστέλλει τρία τηλεγραφήματα σὲ παλαιούς φίλους, συναδέλφους ἐπιστήμονες: στὸν γνωστὸ φυσικὸ **Blackett**⁹⁵ στὸ Λονδίνο, βοηθὸ τοῦ διάσημου **Langevin**⁹⁶, τὸν Γάλλο **Piccard**⁹⁷ στὸ Παρίσι καὶ στὴν οἰκογένεια τοῦ **Niels Bohr** στὴν Κοπεγχάγη. Ὁ Καπίτσα δὲν ἀπευθύνθηκε στὴν ἴδιο τὸν Bohr γιὰ νὰ μὴν ἀνησυχήσει μὲ τὰ θλιβερὰ νέα τὸν 77χρονο γέροντα

94. Ἐγκεφαλικὸ οἰδημα εἶναι ἡ κατάσταση ποὺ συνοδεύεται ἀπὸ αὐξηση τοῦ ὕδατος στὸν ἐγκέφαλο.

95. **Patrick Maynard Stuart Blackett** (1897–1974)· ἄγγλος πειραματικὸς φυσικὸς, γνωστὸς γιὰ τὸ ἔργο του ἐπάνω στὸν θάλαμο Wilson, τὶς κοσμικὲς ἀκτίνες καὶ τὸν παλαιομαγνητισμό. Τὸ 1948 βραβεύθηκε μὲ τὸ Νόμπελ Φυσικῆς.

96. **Paul Langevin** (1872–1946)· γάλλος φυσικὸς.

97. **Auguste Antoine Piccard** (1884–1962)· φυσικὸς καὶ ἐφευρέτης, γνωστὸς ὡς ἐξερευνητὴς τῆς στρατόσφαιρας καὶ τῶν μεγαλύτερων βαθῶν τῶν ὠκεανῶν.

και δάσκαλο του Λαντάου. Όμως την επόμενη ημέρα έφθασε από αυτόν ένα σύντομο τηλεγράφημα που ενημέρωνε για την αποστολή του φάρμακου. Έντούτοις, κανένας δεν ήξερε ακριβώς την ονομασία του σκευάσματος και ο Bohr δεν έστειλε αυτό που έπρεπε. Όμως ο Piccard τηλεφώνησε στην Πράγα στον γνωστό του από την Παγκόσμια Ένωση Έπιστημόνων **Němec**⁹⁸. Αυτός με την σειρά του επικοινωνήσε με τον ακαδημαϊκό **Šorm**⁹⁹, και ο τελευταίος απέστειλε το φάρμακο.

Όμως νωρίτερα ή βοήθεια ήλθε από την Αγγλία. Η αλήθεια είναι ότι το τηλεγράφημα του Καπίτσα δεν έφθασε στα χέρια του Blackett στο Λονδίνο. Όμως προωθήθηκε στον **John Cockroft**¹⁰⁰, διάσημο άτομικό φυσικό της Αγγλίας, και αυτός χωρίς καθυστέρηση έκανε όλες τις ενέργειες που έπρεπε. Στο ίδιο χρονικό διάστημα ο Ευγένιος Λίφσιτς τηλεφώνησε στον διευθυντή των επιστημονικών εκδόσεων της Όξφόρδης Maxwell¹⁰¹,

98. **Bohumil Němec** (1873—1966): τσεχοσλοβάκος βοτανολόγος.

99. **František Šorm** (1913-1980): τσεχοσλοβάκος βιοχημικός.

100. (1897—1967): Άγγλος φυσικός. Μοιράστηκε το βραβείο Νόμπελ Φυσικής με τον **Ernest Thomas Sinton Walton** (1903—1995) για τη διάσπαση του ατόμου και έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας.

101. **Ian Robert Maxwell** (1923-1991): τσεχοσλοβάκος

φίλο μας, ὁ ὁποῖος εἶχε ἐπιμεληθεῖ τὴν ἀγγλικὴ ἔκδοση ὅλων τῶν τόμων τῆς σειρᾶς τῆς «Θεωρητικῆς Φυσικῆς» τῶν Λαντάου καὶ Λίφσιτς. Οἱ Cockroft καὶ Maxwell συντόνισαν τὶς προσπάθειές τους καὶ τὴν ἐπόμενη ἡμέρα ἓνα ἀεροπλάνο τῆς Ἀεροφλότ¹⁰² ὑποχρεώθηκε νὰ καθυστερήσει τὴν ἀναχώρησή του ἀπὸ τὸ ἀεροδρόμιο τοῦ Λονδίνου πρὸς τὴ Μόσχα κατὰ μίαν ὥρα προκειμένου νὰ φορτωθεῖ ἓνα δέμα ποὺ ἐπάνω του εἶχε ὡς διεύθυνση παραλήπτη «to Mister Landau».

Ὁ ἴδιος ὁ Maxwell βρισκόταν σὲ κατάσταση θλίψης διότι ὁ γυιὸς του λίγες ἡμέρες νωρίτερα εἶχε πέσει σὲ κῶμα ἐπίσης μετὰ ἀπὸ αὐτοκινητιστικὸ δυστύχημα. Μέσα στὴν πίκρα του ἤξερε ὅτι ὁ Λαντάου εἶχε ἀνάγκη κάποια ἐξειδικευμένα ἀντιβιοτικά. Καὶ τὶς τελευταῖες ἡμέρες στὸ ἀεροδρόμιο τῆς Μόσχας Σερεμέτοβο ἄρχισαν νὰ καταφθάνουν ἀποστολές μετὰ τὸ φάρμακο ἀπὸ τὸ Βέλγιο, τὶς Η.Π.Α. καὶ ἀπὸ ἄλλες χῶρες... Ὁ καθηγητῆς **Ἰακώβ Σμοροντίνσκι**¹⁰³ ἔγινε ταχυδρόμος μεταξὺ τοῦ νοσοκομείου καὶ τοῦ Σερεμέτοβο. Οἱ πιλότοι τῶν ἀεροπλάνων μας ἔδειξαν ἓναν

μεγαλοεκδότης ἑκατομμυριοῦχος, γυιὸς ἐκτελεσθέντα ἀπὸ τοὺς ναζὶ κατὰ τὸν Β΄ Παγκόσμιον Πόλεμο.

102. Ἡ **Ἀεροφλότ** ἦταν (ὅπως καὶ σήμερα) ἡ ἀεροπορικὴ ἐταιρεία τῆς Σοβιετικῆς Ἑνώσεως.

103. **Ἰακώβ Ἀβραάμοβιτς Σμοροντίνσκι** (1917-1992)· σοβιετικὸς θεωρητικὸς φυσικὸς καὶ καθηγητῆς.

πραγματικὸ ἀνθρωπισμὸ γιὰ τὸν ὁποῖο μὲ ἐνθουσιασμὸ μοῦ μιλοῦσε ὁ ἀκαδημαϊκὸς Καπίτσα.

Παρ' ὅλα αὐτά, αὐτὸ ποῦ πραγματικὰ ἔσωσε τὸν Λαντάου ἀπὸ τὸν θανάσιμο κίνδυνο τοῦ ἐγκεφαλικοῦ οἰδήματος τὴν πρώτη ἡμέρα ἦταν μία ἀμπούλα μὲ ἓνα σκεύασμα ποῦ ἀναζητοῦσε ὁ ἀκαδημαϊκὸς **Βλαδίμηρος Ἀλεξάνδροβιτς Ἐνγκελγκαρντ**¹⁰⁴. Αὐτὸς καὶ ὁ ἀκαδημαϊκὸς **Νικόλαος Νικολάγιεβιτς Σεμιόνωφ**¹⁰⁵ ἀποφάσισαν, μολονότι ἦταν Κυριακὴ 7 Ἰανουαρίου, νὰ προβοῦν στὴν προσπάθεια νὰ συνθέσουν μικρὴ ποσότητα τοῦ σκευάσματος καὶ νὰ τὸ ἀποστειρώσουν, ὅμως, κατὰ εὐτυχῆ συγκυρία διεξόδος βρέθηκε καὶ ἦταν πολὺ πιὸ ἀπλή· μαθητὲς τοῦ Ἐνγκελγκαρντ βρῆκαν ἔτοιμη τὴν ἀμπούλα στὸ **Λένινγκραντ**¹⁰⁶. Ἐφθασε στὰ χέρια τῶν γιατρῶν ωρύτερα ἀπὸ τὴν ἀποστολὴ τοῦ Maxwell.

Ἡ πιὸ πάνω διήγηση σχετίζεται μὲ τὴν πρώτη, πλέον δύσκολη περίοδο αὐτῆς τῆς τραγικῆς ἀλλὰ καὶ σπουδαίας ἐποποιίας. Στὴ συνέχεια ἀκολούθησε παγκόσμιο ἰατρικὸ συμβούλιο μὲ

104. (1894—1984)· σοβιετικὸς βιοχημικὸς στὸν τομέα τῆς Μοριακῆς Βιολογίας. Μέλος τῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν τῆς ΕΣΣΔ καὶ κάτοχος τοῦ βραβείου Στάλιν.

105. (1896—1986)· σοβιετικὸς φυσικο-χημικὸς καὶ παιδαγωγός, ἓνας ἀπὸ τοὺς θεμελιωτὲς τῆς Φυσικο-Χημείας.

106. Λένινγκραντ ἦταν ἡ ὀνομασία τῆς Ἁγίας Πετρούπολης ἀπὸ τὸ 1918 ἕως τὸ 1990.

ἐπικεφαλῆς τὸν νευροχειρουργὸ **Penfield**¹⁰⁷. Ρόλο ἔπαιξαν καὶ οἱ ἀκοίμητες βάρδιες τῶν νοσοκόμων ἐνὸς ἄλλου φαρμακευτικοῦ ἰδρύματος, τοῦ Ἰνστιτούτου Νευροχειρουργικῆς Μπουρντένκο. Τέλος, ἔπαιξε ρόλο καὶ συνεχίζει νὰ παίζει ἡ περίοδος ἀποθεραπείας τοῦ ἀναστάντος...

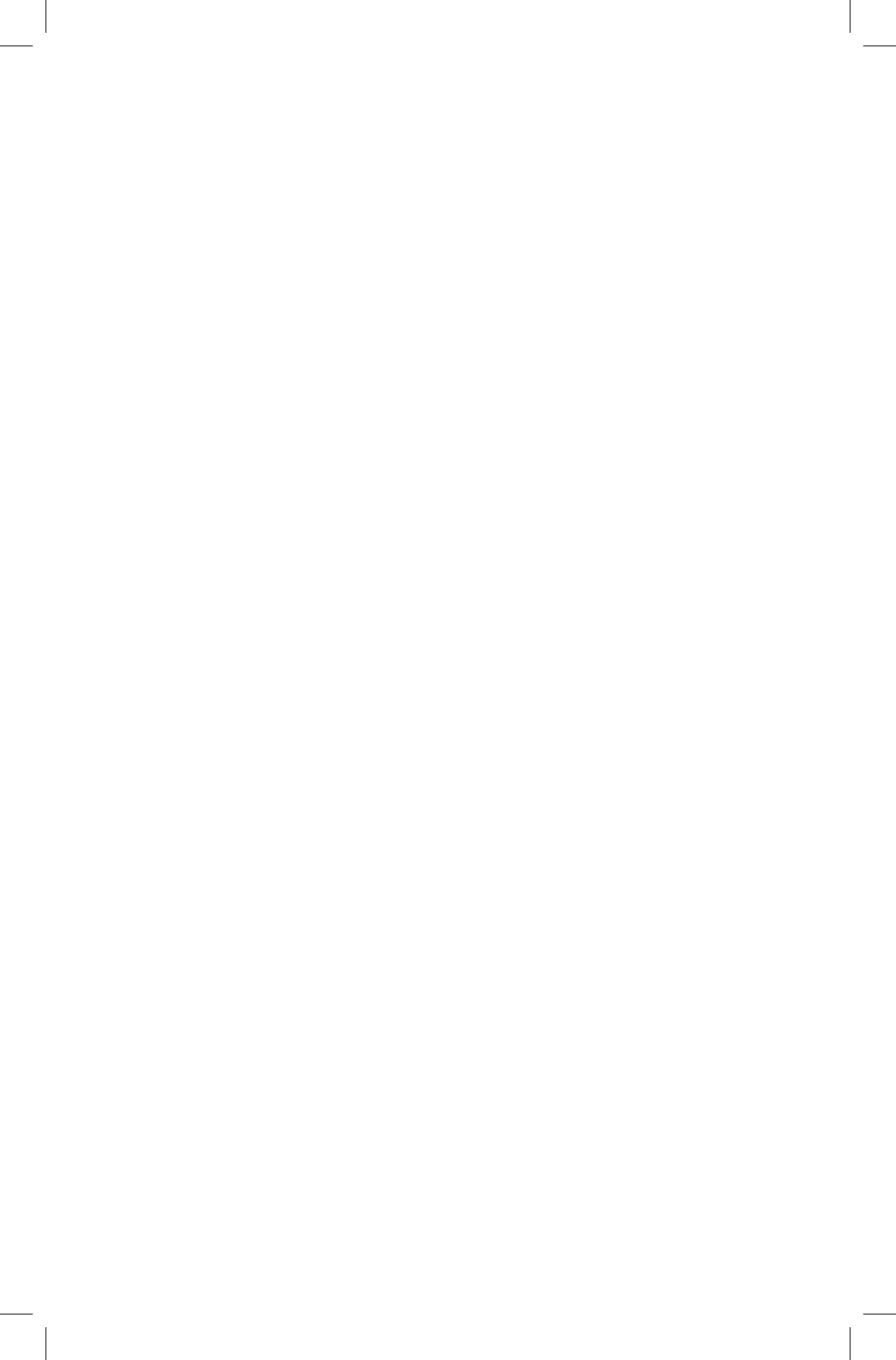
Σήμερα εἶναι πιά δύσκολο νὰ συνειδητοποιήσει κανεὶς σὲ ποιὸ εἶδος εὐτυχῆ ἡμέρα προσετέθη στὸ λεξιλόγιο τῶν γιατρῶν καὶ τῶν φυσικῶν μὲ ἀνεξίτηλη μελάνη ἢ λέξη «Ἐλπίδα». Ἐνα εἶναι σημαντικὸ καὶ ἀξιοσημείωτο, ὅτι αὐτὴ βγῆκε ἀληθινή.

Σὲ αὐτὸ τὸ σημεῖο τελειώνει ἡ ἀφήγησή μου. Σήμερα πρέπει νὰ προστεθοῦν σὲ αὐτὴν καὶ μερικὰ ἀκόμα λόγια.

Ναί, πραγματικά, ἡ ἐλπίδα βγῆκε ἀληθινή. Ὁ Λαντάου ἐπέστρεψε στὴ ζωή. Ἐζῆσε ἀκόμα ἔξι χρόνια. Ἐν τούτοις, τὸ ἀτύχημα ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἐπέζησε δὲν πέρασε χωρὶς νὰ ἀφήσει τὰ ἴχνη του. Στὸ ἔργο του στὴ Θεωρητικὴ Φυσικὴ ὡς ἐπικεφαλῆς τῆς Σχολῆς του δὲν μποροῦσε πλέον νὰ ἐπιστρέψει. Ἐκεῖνα τὰ δύσκολα χρόνια οἱ θριαμβευτικὲς ἐπιτυχίες τῶν παρελθόντων ἐτῶν σημαδεύτηκαν μὲ τὴν ἀπονομὴ σὲ αὐτὸν τῶν βραβείων Λένιν καὶ Νόμπελ [τὸ 1962 (σμπ)].

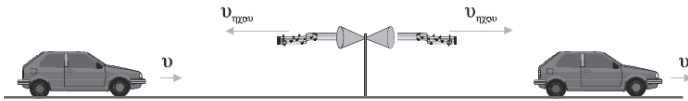
Ἡ μνήμη του εἶναι καὶ θὰ παραμείνει ζωντανή!

107. **Wilder Graves Penfield** (1891–1976)· ἀμερικανο-καναδὸς νευροχειρουργός.



Τὸ πείραμα Michelson-Morley¹

Πρὶν διατυπώσει ὁ Einstein τὴ ΘτΣ θεωροῦσαν ὅτι τὸ φῶς, ὅπως συμβαίνει καὶ μὲ τὸν ἦχο, χρειάζεται κάποιο μέσο γιὰ νὰ διαδοθεῖ. Ὑπέθεταν ὅτι ὑπῆρχε, ὁ **αιθέρας**, ἓνα μέσον στὸ ὁποῖο διαδίδεται τὸ φῶς καὶ τὸ ὁποῖο γέμιζε ὁλόκληρο τὸ σύμπαν.

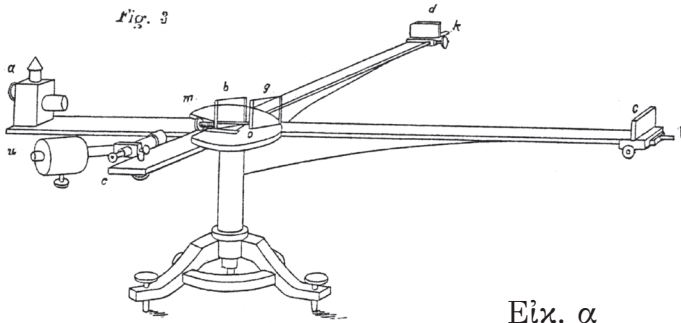


1.1 Ὄταν ὁ ἐπιβάτης ἑνὸς αὐτοκινήτου πλησιάζει μὲ ταχύτητα v μιὰ πηγὴ ἤχου, ἦχος διαδίδεται ὡς πρὸς αὐτὸν μὲ ταχύτητα $u_{\text{ἤχου}} + v$, ἐνῶ ὅταν ἀπομακρύνεται ἀπὸ μιὰ πηγὴ ἤχου ἡ ταχύτητα διάδοσης τοῦ ἤχου ὡς πρὸς αὐτὸν εἶναι $u_{\text{ἤχου}} - v$. Ἐὰν τὸ φῶς διαδιδόταν κατὰ ἀνάλογο τρόπο, ἡ κίνηση ἑνὸς παρατηρητῆ πρὸς ἢ ἀπὸ μιὰ πηγὴ φωτὸς θὰ ἐπηρέαζε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς, ὅπως τὴν ἀντιλαμβάνεται ὁ παρατηρητής.

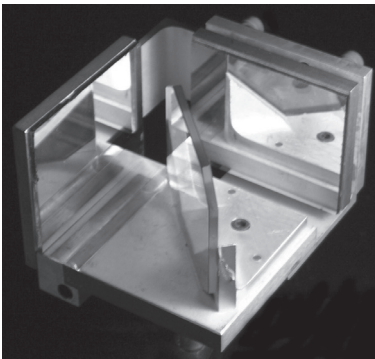
Τὸ 1887, στὶς ΗΠΑ, οἱ **A.A. Michelson** (1852-1931) καὶ **E.W. Morley** (1838-1923) σχεδίασαν καὶ ἐκτέλεσαν ἓνα ἰδιοφυῆς πείραμα γιὰ νὰ μετρήσουν τὴν ταχύτητα τῆς Γῆς. Στὸ πείραμα

1. Ἀπὸ τὸ βιβλίο Φυσικῆς τῆς Γ' Λυκείου: <http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-LykeioM>

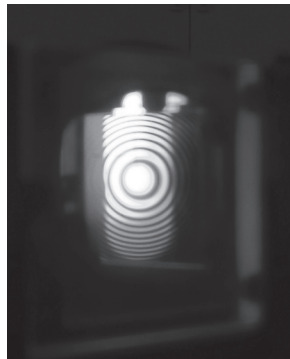
αὐτὸ ἔγινε προσπάθεια νὰ μετρηθοῦν διαφορὲς στὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς ποὺ ὀφείλονται στὴν κίνηση τῆς Γῆς. Τὸ πείραμα αὐτὸ ἀποδείχτηκε ἐπαναστατικὸ γιατί, πέρα ἀπὸ τὶς ἐπιδιώξεις τῶν ἐμπνευστῶν του, ἀποκάλυψε τὴν παράξενη φύση τοῦ φωτὸς.



Εἰκ. α



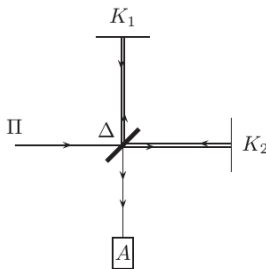
Εἰκ. β



Εἰκ. γ

1.2 **Εἰκ. α.** Ἡ διάταξη τοῦ πειράματος μετὰ τὸ περιστρεφόμενο τραπέζι. **Εἰκ. β.** Τὸ συμβολόμετρο Michelson.

Εἰκ. γ. Κροσσοὶ συμβολῆς ἀπὸ συμβολόμετρο.



1.3: Ἡ πορεία τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων στὸ συμβολόμετρο Michelson

Ἡ κεντρικὴ ιδέα τῶν Michelson-Morley ἦταν ὅτι ὅταν δύο δέσμες μονοχρωματικοῦ φωτὸς συμβάλουν δημιουργοῦν ἓνα σύστημα κροσσῶν συμβολῆς (σχ. 1.2γ). Ἐὰν μὲ ὅποιονδήποτε τρόπο μεταβάλλουμε τὴ διαφορὰ φάσης ἀνάμεσα στὶς δέσμες οἱ κροσσοὶ συμβολῆς θὰ ἐμφανισθοῦν μετατοπισμένοι. Τὶς θέσεις τῶν κροσσῶν συμβολῆς καί, κατ' ἐπέκταση, τὶς ἐνδεχόμενες μετατοπίσεις τοὺς μποροῦμε νὰ τὶς προσδιορίσουμε μὲ μεγάλη ἀκρίβεια μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς συμβολόμετρου.

Τὸ συμβολόμετρο τοῦ πειράματος (σχ. 1.2α, β) περιλαμβάνει τραπέζι πὸ περιστρέφεται, μίαν πηγὴ μονοχρωματικοῦ φωτὸς (Π), ἓναν ἀνιχνευτὴ (Α) μὲ τὸν ὁποῖο παρατηροῦμε τοὺς κροσσοὺς συμβολῆς, δύο κάτοπτρα (K_1, K_2) καὶ ἓνα ἡμικατοπτρικό διαιρέτη δέσμης (Δ). Μὲ εἰδικὲς διατάξεις (μικρομετρικοὺς κοχλίες) μποροῦμε νὰ μεταβάλλουμε τὶς ἀποστάσεις μεταξὺ τῶν στοιχείων τοῦ συμβολόμετρου μὲ πολὺ μεγάλη ἀκρίβεια.

Ἡ πηγή (σχ. 1.3) παράγει μία μονοχρωματική δέσμη φωτός, ἕνα τμήμα τῆς ὁποίας ἀνακλᾶται στὸ ἡμικάτοπτρο καὶ φτάνει στὸ κάτοπτρο K_1 , ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπο τῆς δέσμης διαθλᾶται σὲ αὐτὸ καὶ φτάνει στὸ κάτοπτρο K_2 . Στὸν ἀνιχνευτὴ καταλήγουν δύο δέσμες: αὐτὴ ποὺ ἀνακλᾶται στὸ K_1 καὶ στὴ συνέχεια διαθλᾶται στὸ ἡμικάτοπτρο καὶ αὐτὴ ποὺ ἀνακλᾶται πρῶτα στὸ K_2 καὶ μετὰ στὸ ἡμικάτοπτρο. Οἱ δέσμες συμβάλλουν καὶ δίνουν μία εἰκόνα κροσσῶν συμβολῆς ὅπως αὐτὴ ποὺ φαίνεται στὸ σχῆμα 1.2γ. Συνοπτικὰ οἱ διαδρομὲς ποὺ διανύουν οἱ συμβάλλουσες δέσμες εἶναι οἱ $ΠΔK_1ΔA$ καὶ ἡ $ΠΔK_2ΔA$. Ρυθμίζουμε τὶς ἀποστάσεις $ΠΔ, K_1Δ, K_2Δ, AΔ$ νὰ εἶναι ὅλες ἀκριβῶς ἴσες μὲ L . Ἐστω ὅτι ὁ ἄξονας $K_2ΔΠ$ εἶναι παράλληλος μὲ τὴν ταχύτητα τῆς $\Gamma\eta$ καὶ ὅτι ἡ μονοχρωματικὴ δέσμη ἐκπέμπεται μὲ φορὰ ἀντίθετη αὐτῆς τῆς κίνησης τῆς $\Gamma\eta$. Ὑπενθυμίζουμε ὅτι τὸ τραπέζι μπορεῖ νὰ περιστρέφεται, ἐπομένως ὑπάρχει κάποια θέση τοῦ τραπεζιοῦ γιὰ τὴν ὁποία θὰ συμβαίνει αὐτό. Ἡ $\Gamma\eta$ κινεῖται στὸ διάστημα μὲ μέση ταχύτητα $v = 30.000 \text{ m/s}$.

Διαδρομὴ $ΠΔK_2$	Διαδρομὴ $ΔK_2$	Ἄξονας $K_1ΔA$
Ὡς πρὸς τὸν αἰθέρα	Ὡς πρὸς τὸν αἰθέρα	
Ὡς πρὸς τὴν $\Gamma\eta$	Ὡς πρὸς τὴν $\Gamma\eta$	

1.4

Σύμφωνα μὲ τοὺς μετασχηματισμοὺς τοῦ Γαλιλαίου στὸν ἄξονα $K_2\Delta\Pi$ ἡ ταχύτητα τοῦ φωτὸς ὡς πρὸς τὴ $\Gamma\eta$ θὰ ἔπρεπε νὰ εἶναι $c + v$ γιὰ τὴ μετάβασή του ἀπὸ τὸ Π πρὸς τὸ K_2 καὶ $c - v$ γιὰ τὴ μετάβασή του ἀπὸ τὸ K_2 πρὸς τὸ Π (σχ. 1.4). Στὸν ἄξονα $K_1\Delta A$ τὸ φῶς ἔπρεπε νὰ διαδίδεται καὶ πρὸς τὶς δύο κατευθύνσεις σύμφωνα μὲ τοὺς μετασχηματισμοὺς τοῦ Γαλιλαίου, μὲ ταχύτητα $\sqrt{c^2 - v^2}$ (σχ. 1.4).

Ὁ χρόνος ποὺ χρειάζεται τὸ φῶς γιὰ νὰ διανύσει τὴ διαδρομὴ $\Pi\Delta K_2\Delta A$ θὰ εἶναι:

$$t_1 = \frac{L}{c+v} + \frac{L}{c+v} + \frac{L}{c-v} + \frac{L}{\sqrt{c^2-v^2}}$$

ἐνῶ ὁ χρόνος ποὺ χρειάζεται τὸ φῶς γιὰ νὰ διανύσει τὴ διαδρομὴ $\Pi\Delta K_1\Delta A$ θὰ εἶναι:

$$t_2 = \frac{L}{c+v} + \frac{L}{\sqrt{c^2-v^2}} + \frac{L}{\sqrt{c^2-v^2}} + \frac{L}{\sqrt{c^2-v^2}}$$

Ἡ διαφορὰ

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{L}{c+v} + \frac{L}{c-v} - \frac{L}{\sqrt{c^2-v^2}} - \frac{L}{\sqrt{c^2-v^2}}$$

εἶναι ὑπεύθυνη γιὰ τὴ διαφορὰ φάσης μὲ τὴν ὁποία φθάνουν τὰ δύο τμήματα τῆς δέσμης στὸν ἀνιχνευτὴ μὲ ἀποτέλεσμα τὴ δημιουργία τῶν κροσσῶν συμβολῆς. Κατὰ τὴ διάρκειά τοῦ πειράματος τὸ συμβολόμετρο περιστρεφόταν κατὰ

90 μοῖρες γιὰ νὰ ἀλλάξει ἡ ταχύτητα τοῦ φωτὸς ὡς πρὸς ἕναν ἀπὸ τοὺς ἄξονες. Ἡ περιστροφή ἔπρεπε νὰ εἶχε ὡς ἀποτέλεσμα τὴ μετατόπιση τῶν κροσσῶν συμβολῆς. Ὡστόσο δὲν παρατηρήθηκε καμιὰ μετατόπιση. Τὸ πείραμα πραγματοποιήθηκε πολλὰ φορὲς δίνοντας πάντα τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα.

Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ πειράματος Michelson-Morley προβλημάτισε πολὺ τοὺς φυσικοὺς μέχρι τὸ 1905 ὅποτε ἐξηγήθηκε πλήρως ἀπὸ τὸν Albert Einstein μὲ τὴν Εἰδικὴ ΘτΣ.

Σύντομος χρονολογικὸς πίνακας τῆς ζωῆς καὶ τοῦ ἔργου τοῦ Λέοντος Δαυίδοβιτς Λαντάου

1908, 22 Ἰανουαρίου Στὴν πόλη Μπακού καὶ στὴν οἰκογένεια τῆς Ἀγάπης Βενιαμίνοβνας καὶ τοῦ Δαυὶδ Λεώνοβιτς Λαντάου γεννιέται ὁ γιὸς τους Λέων.

1916 Ὁ Λέων Λαντάου εἰσάγεται στὸ γυμνάσιο.

1920 Ὁ Λέων εἰσάγεται στὴν Ἐμπορικὴ Σχολὴ τοῦ Μπακού καὶ σὲ δύο χρόνια τὴν τελειώνει.

1922 Ὁ Λαντάου περνᾷ ἐπιτυχῶς τὶς εἰσαγωγικὲς ἐξετάσεις στὸ Κρατικὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Ἄζερμπαϊτζάν.

1924 Ὁ Λέων Λαντάου μεταγράφεται στὴν Φυσικο-Μαθηματικὴ Σχολὴ τοῦ Κρατικοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Λένινγκραντ.

1926 Δημοσιεύεται ἡ πρώτη ἐπιστημονικὴ ἐργασία τοῦ Λαντάου μὲ τίτλο «Πρὸς τὴ θεωρία

τῶν φασμάτων τῶν διατομικῶν μορίων». Ὁ Λέων Λαντάου εἰσάγεται στὸ μεταπτυχιακὸ πρόγραμμα τοῦ Ἰνστιτούτου Φυσικῆς καὶ Τεχνολογίας τοῦ Λένινγκραντ. Λαμβάνει μέρος στὶς ἐργασίες τοῦ 5ου Συνεδρίου τῶν Ρώσων Φυσικῶν στὴ Μόσχα (15-20 Δεκεμβρίου).

1927 Ὁ Λέων Λαντάου τελειώνει τὸ πανεπιστήμιο (20 Ἰανουαρίου) καὶ ξεκινάει τὸ μεταπτυχιακὸ πρόγραμμα στὸ Ἰνστιτούτο Φυσικῆς καὶ Τεχνολογίας τοῦ Λένινγκραντ. Στὴν ἐργασία του «**Τὸ πρόβλημα τῆς ἀκτινοβολίας πεδύσεως**» γιὰ τὴν περιγραφή τῆς κατάστασης τοῦ συστήματος, γιὰ πρώτη φορὰ εἰσάγεται στὴν κβαντομηχανικὴ ἡ νέα σημαντικότερη ἔννοια τῆς πυκνότητας πιθανότητας.

1929, Ὀκτώβριος Μὲ ἐκπαιδευτικὴ ἄδεια τοῦ Λαϊκοῦ Κομισσαριάτου (Ἰπουργείου) Παιδείας, ὁ Λαντάου πηγαίνει γιὰ ἐνάμιση χρόνο στὸ ἐξωτερικὸ γιὰ τὴ συμπλήρωση τῶν σπουδῶν του (Βερολίνο, Γκαίτιγκεν, Λειψία, Κοπεγχάγη, Κέιμπριτζ, Ζυρίχη). Παρακάθεται στὰ σεμινάρια τῶν καλύτερων φυσικῶν τοῦ κόσμου: Born, Heisenberg, Dirac, Pauli καὶ Bohr, τὸν ὁποῖο ἀπὸ τότε θεωρεῖ ὡς τὸν δάσκαλό του στὴ Φυσικὴ.

1930 Δημοσιεύει τὴν ἐργασία του γιὰ τὸν Διαμαγνητισμὸ (ἀργότερα αὐτὸ τὸ φαινόμενο ἔλαβε τὸ ὄνομα «**Διαμαγνητισμὸς Λαντάου**»).

1931, Μάρτιος Ὁ Λαντάου ἐπιστρέφει στὴ Σοβιετικὴ Ἑνωσὴ καὶ συνεχίζει νὰ ἐργάζεται στὸ Λένινγκραντ.

1932, Αὐγούστος Ὁ Λ. Δ. Λαντάου μετατίθεται στὸ Χάρκοβο ὡς διευθυντὴς τοῦ θεωρητικοῦ τμήματος τοῦ Ἰνστιτούτου Φυσικῆς καὶ Τεχνολογίας τῆς Οὐκρανίας (ΙΦΤΟ).

1933 Μὴ ἐγκαταλείποντας τὴ θέση του στὸ ΙΦΤΟ ὁ Λ. Δ. Λαντάου γίνεται διευθυντὴς τῆς ἔδρας Θεωρητικῆς Φυσικῆς τοῦ Πολυτεχνικοῦ Ἰνστιτούτου τοῦ Χαρκόβου. Διδάσκει στὸ Φυσικο-Μαθηματικὸ τμήμα τοῦ Ἰνστιτούτου αὐτοῦ.

1934 Συνέδριο Θεωρητικῆς Φυσικῆς στὸ Χάρκοβο. Ἡ Πανρωσικὴ Ἐπιτροπὴ Βεβαιώσεων τοῦ ἀπονέμει τὸν τίτλο τοῦ Διδάκτορος τῆς Φυσικο-Μαθηματικῆς Ἐπιστήμης χωρὶς νὰ ὑποστηρίξει τὴ διατριβὴ του. Μεταβαίνει στὰ σεμινάρια τοῦ δασκάλου του Niels Bohr στὴν Κοπεγχάγη (1-22 Μαΐου). Συγκροτεῖ τὸ οὕτως καλούμενο **Θεωρητικὸ Ἐλάχιστο**, δηλ. ἓνα εἰδικὰ ἐπεξεργασμένο πρόγραμμα γιὰ τὴν ἀνάδειξη καὶ ἐκπαίδευση ἰδιαίτερα ταλαντούχων νεαρῶν φυσικῶν.

1935 Διδάσκει Φυσικὴ στὸ Κρατικὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Χαρκόβου (ΚΠΧ) καὶ διευθύνει τὴν ἔδρα τῆς Γενικῆς Φυσικῆς τοῦ ΚΠΧ. Τοῦ ἀπονέμεται ὁ τίτλος τοῦ Καθηγητοῦ.

1936-1937 Ὁ Λαντάου δημοσιεύει τὴ θεωρία του γιὰ τὶς μεταβολὲς φάσεως δευτέρας τάξεως καὶ τὴ θεωρία τῆς ἐνδιαμέσου καταστάσεως τῶν ὑπεραγωγῶν.

1937 Ὁ Λαντάου καταθέτει αἴτηση μετάθεσής του στὸ Ἴνστιτούτο Προβλημάτων Φυσικῆς τῆς Μόσχας (8 Φεβρουαρίου). Σύντομα γίνεται διευθυντὴς τοῦ Θεωρητικοῦ τμήματος αὐτοῦ τοῦ Ἴνστιτούτου.

1938, 27 Ἀπριλίου ἕως 1939, 29 Ἀπριλίου Ὁ Λαντάου συλλαμβάνεται καὶ φυλακίζεται.

1940-1941 Δημοσιεύει τὴ θεωρία του γιὰ τὴν ὑπεραγωγιμότητα τοῦ ὑγροῦ ἡλίου.

1941 Δημοσιεύει τὴ θεωρία του γιὰ τὸ κβαντικὸ ὑγρό.

1946 Ὁ Λαντάου ἐκλέγεται τακτικὸ μέλος τῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν τῆς ΕΣΣΔ (30 Νοεμβρίου) καὶ τοῦ ἀπονέμεται τὸ κρατικὸ βραβεῖο τῆς ΕΣΣΔ.

1946 Δημοσιεύει τὴ θεωρία του γιὰ τὴν ταλάντωση τοῦ πλάσματος ἠλεκτρονίων («Ἀπόσβεση Λαντάου»).

1948 Δημοσιεύει τὶς «Διαλέξεις στὴ Γενικὴ Φυσικὴ» (Ἐκδοτικὸς Οἶκος Κρατικοῦ Πανεπιστημίου τῆς Μόσχας).

1949 Τοῦ ἀπονέμεται τὸ κρατικὸ βραβεῖο τῆς ΕΣΣΔ.

1950 Δημιουργεῖ τὴ θεωρία τῆς Ὑπεραγωγιμότητας (σὲ συνεργασία μὲ τὸν Β. Π. Γκίζμπουργκ).

1951 Ἐκλέγεται μέλος τῆς Δανικῆς Βασιλικῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν.

1953 Τοῦ ἀπονέμεται τὸ κρατικὸ βραβεῖο τῆς ΕΣΣΔ.

1954 Τοῦ ἀπονέμεται ὁ τίτλος τοῦ Ἡρωα τῆς Σοσιαλιστικῆς Ἔργασίας (4 Ἰανουαρίου). Οἱ Λ. Δ. Λαντάου, Α. Α. Ἀμπρικόνωφ, Ἴ. Μ. Χαλάτνικωφ δημοσιεύουν τὴ θεμελιώδη ἐργασία τους «Οἱ βάσεις τῆς Ἡλεκτροδυναμικῆς».

1955 Δημοσιεύει τὴ «Διάλεξη ἐπὶ τῆς θεωρίας τοῦ Ἀτομικοῦ Πυρῆνα» (μαζί μὲ τὸν Γ. Ἀ. Σμοροντίνσκι).

1956 Ἐκλέγεται μέλος τῆς Ὀλλανδικῆς Βασιλικῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν.

1957 Διατυπώνει τὴ θεωρία τοῦ ὑγροῦ τοῦ Φέρμι.

1959 Προτείνει τὴν ἀρχὴ τῆς CP συμμετρίας.

1960 Ἐκλέγεται μέλος τῆς Βρετανικῆς Ἐνώσεως Φυσικῶν, μέλος τῆς Βασιλικῆς Ἀκαδημίας στὸ Λονδίνο (Βασιλικὴ Ἀκαδημία Ἐπιστημῶν τῆς Μ. Βρετανίας), τῆς Ἐθνικῆς Ἀκαδημίας Ἐπι-

στημῶν τῶν ΗΠΑ, τῆς Ἀμερικανικῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν καὶ Ἔρευνας. Τοῦ ἀπονέμεται το βραβεῖο Fritz Wolfgang London καὶ τὸ μετάλλιο Max Planck.

1962, 7 Ἰανουαρίου Τραυματίζεται σοβαρότατα σὲ αὐτοκινητιστικὸ ἀτύχημα στὸν δρόμο γιὰ τὴ Ντούμπνα.

1962, Ἀπρίλιος Τοῦ ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο Λένιν γιὰ τὸ σύνολο τῶν βιβλίων του ἐπὶ τῆς Θεωρητικῆς Φυσικῆς (μαζί με τὸν Εὐγ. Μ. Λίφσιτς).

1962, Νοέμβριος Τοῦ ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο Νόμπελ γιὰ τὴν «πρωτοπόρα ἐργασία του στὸ πεδίο τῆς θεωρίας τῆς συμπυκνωμένης ὕλης καὶ εἰδικὰ ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἡλίου».

1963 Δημοσιεύει τὴ «Φυσικὴ γιὰ ὄλους» (μαζί με τὸν Ἀ. Ἴ. Κιταΐγκόροντσκυ).

1968, 1η Ἀπριλίου Στις 21:50 ὁ Λ. Δ. Λαντάου πεθαίνει.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΑΝΘΟΛΟΓΙΟ



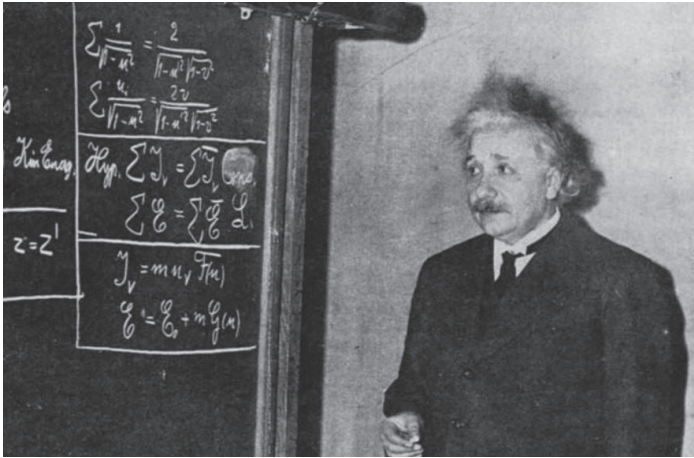
Ό Λ. Λαντάου τò 1922
σè ήλιχία 14 έτων



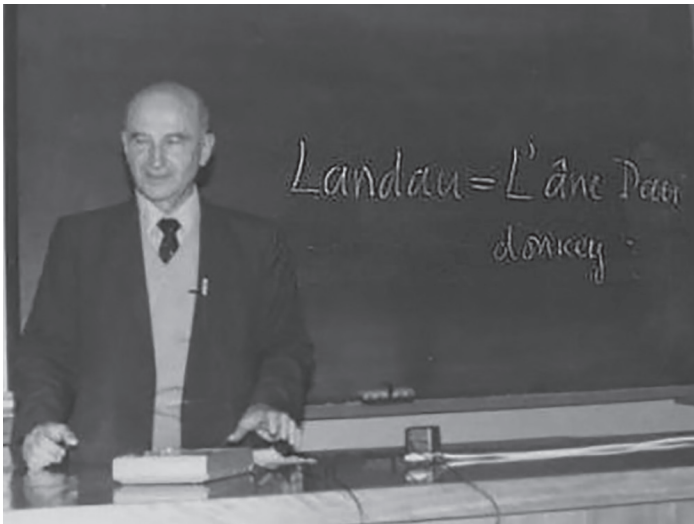
Μè τòn πατέρα του Δαυίδ,
τὴ μητέρα του Άγάπη και
τὴν άδελφή του Σοφία



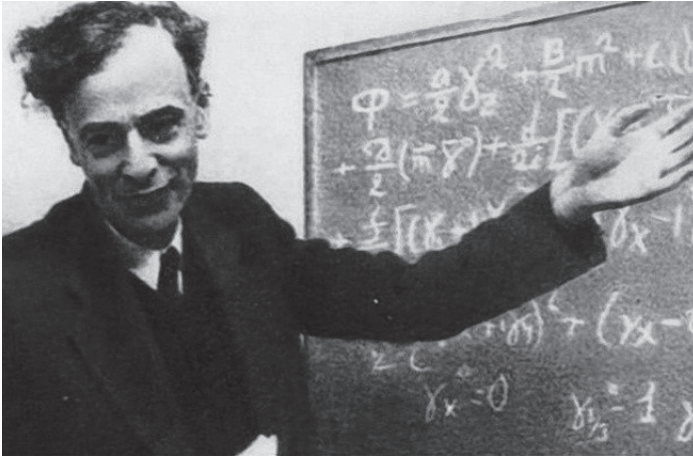
Ό Λέων Λαντάου και ή σύζυγός του Κόρα



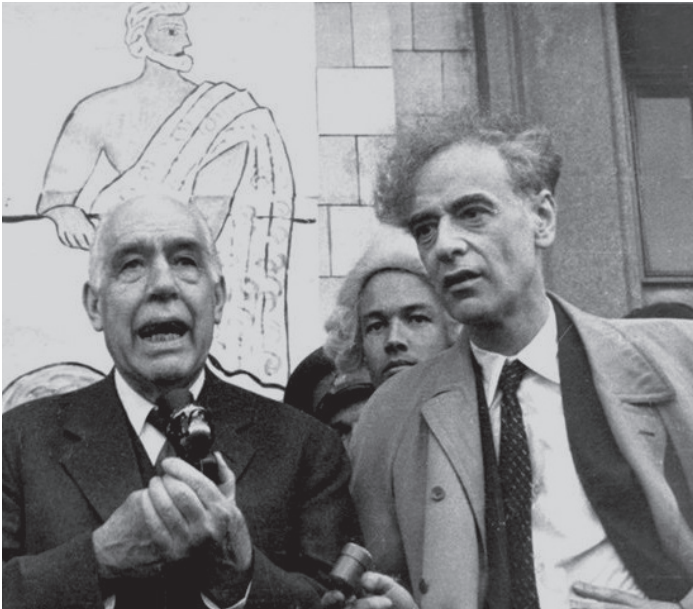
Ὁ Ἀλβέρτος Ἄϊνσταϊν ἐνῶ διδάσκει



Ὁ Εὐγένιος Μιχ. Λίφσιτς ἔχοντας γραμμένο στὸν πίνακα πίσω του τὸ ἀστείο πὺ ἐκανε ὁ Λαντάου μὲ τὸ ὄνομά του, αὐτοσαρκάζομενος, καθὼς ὅταν αὐτὸ προφέρεται ἀκούγεται "L'âne Dau" πὺ στὰ γαλλικὰ σημαίνει «Ὁ γάϊδαρος ὁ Ντάου»



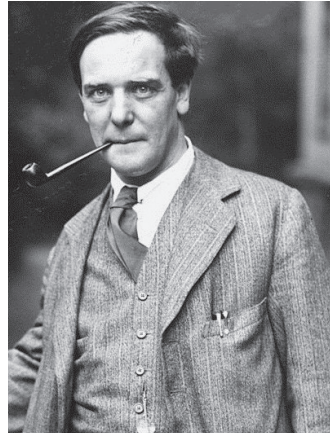
Ό Α. Λαντάου κατά την ώρα της διδασκαλίας



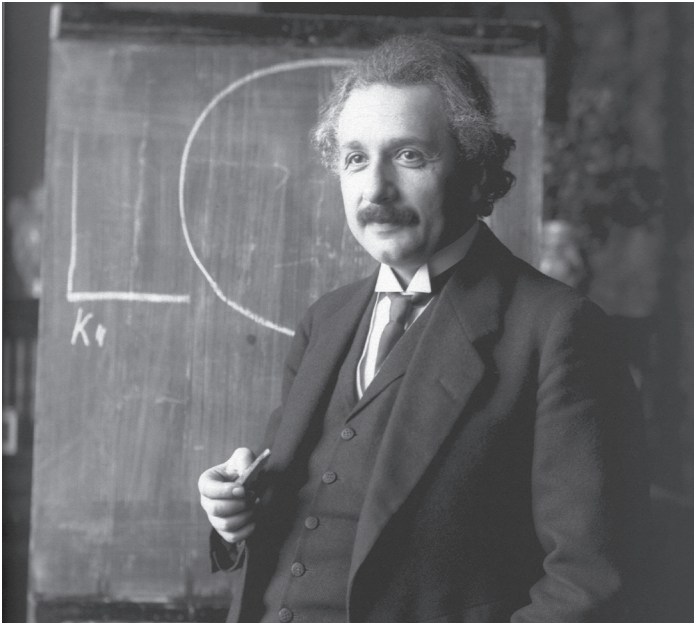
Με τόν Niels Bohr στίς «Ήμέρες Άρχιμήδη», Μόσχα 1961



Εὐγένιος Λίφσιτς
τοῦ Μιχαήλ



Πέτρος Καπίτσα
τοῦ Λεωνίδα



Ὁ Ἀλβέρτος Ἀϊνστάιν ἐνῶ διδάσκει (1921)



Παγκόσμιο Συνέδριο Θεωρητικής Φυσικής,
Χάρκοβο, Ούκρανία, 1934



Τὴν ἡμέρα τῶν γενεθλίων του, 22 Ἰανουαρίου 1968





