

J. J. C. SMART

ΑΙΤΙΑΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ
ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ*

Υπάρχει μιὰ οικογένεια θεωριῶν γιὰ τὸ χρόνο, οἱ ὁποῖες προσπαθοῦν νὰ κατασκευάσουν τὴ δομὴ (ἢ τουλάχιστον τὴν τοπολογία) τοῦ χωροχρόνου μέ βάση τὴν ἔννοια τῆς αἰτιότητος ἢ κάποια ἔννοια πού σχετίζεται στενά μέ τὴν ἔννοια τῆς αἰτιότητος. Κατὰ τὴν τελευταία πενηκονταετία, τέτοιες προσπάθειες ὑπαγορεύτηκαν ἀπὸ τὴν εἰδικὴ θεωρία τῆς σχετικότητος. Ἐὰν θεωρήσουμε ἓνα σημεῖο A στό χωροχρόνο. Ὅλα τὰ φωτεινὰ σήματα πού φτάνουν στό A , ἢ ξεκινοῦν ἀπὸ αὐτό, κείνται κατὰ μῆκος γεννητριῶν πού παράγουν τὸ τετραδιάστατο ἀνάλογο ἑνὸς διπλοῦ κώνου, ὁ ὁποῖος μπορεῖ νὰ ὀνομαστεῖ “κῶνος φωτός” τοῦ A . Ἡ εἰδικὴ θεωρία τῆς σχετικότητος ἔχει ὡς συνέπεια ὅτι κάθε συμβάν τὸ ὁποῖο συνδέεται αἰτιακά μέ τὸ A πρέ-

*Τίτλος τοῦ πρωτοτύπου: “Causal Theories of Time”. Πρωτοδημοσιεύτηκε στό *The Monist*, τόμος 53, ἀρ. 3 (1969). Copyright © *The Monist*, 1969. Ἡ μετάφραση δημοσιεύεται μέ τὴν ἄδεια τοῦ ἐκδότη τοῦ *The Monist* Eugene Freeman καί μέ τὴν ἄδεια τοῦ συγγραφέα [ΣτΕ].

πει να βρίσκεται μέσα στον διπλό κώνο φωτός. Κανένα συμβάν που βρίσκεται έξω από τον κώνο φωτός δεν συνδέεται αιτιακά με το A . Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι είναι δυνατόν να υπάρχει μια βαθιά σχέση ανάμεσα στην αιτιότητα και στη δομή του χωροχρόνου και ακόμα ότι θα ήταν ίσως δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε την αιτιότητα για να εξηγήσουμε μερικά ή όλα τα χαρακτηριστικά της δομής του χωροχρόνου.

Στην προηγούμενη παράγραφο χρησιμοποιώ τις λέξεις 'αιτιότητα' και 'συνδέεται αιτιακά' αρκετά ελαστικά. Η πρόταση ότι κατά την ειδική σχετικότητα οι αιτιακές επιδράσεις κείνται μόνο μέσα σε κώνους φωτός είναι σχεδόν κοινότοπη, με την έννοια ότι θεωρείται δεδομένο πώς οποιαδήποτε αιτιακή επίδραση εξηγείται μέσα στα πλαίσια της φυσικής με μια θεωρία που συμφωνεί με την κινηματική της ειδικής σχετικότητας. Την πρόταση σώζει από την κοινοτοπία ή σιωπηρή παραδοχή πώς η φυσική που συμφωνεί με τη σχετικότητα είναι η μοναδική φυσική που υπάρχει (ή που θα έπρεπε να υπάρχει). Υπέρ της παραδοχής αυτής συνηγορούν άφθονες εμπειρικές ενδείξεις.

*Αν γνωρίζουμε πώς ένα συμβάν C αποτελεί την αιτία ενός συμβάντος E , τότε γνωρίζουμε πώς υπάρχει ένας τουλάχιστον κώνος φωτός, τέτοιος ώστε το C να βρίσκεται στο προγενέστερο ήμισυ του κώνου και το E στο μεταγενέστερο. Φαίνεται λοιπόν ότι είναι εύκολο να δώσουμε τον όρισμό μιας σχέσης του προγενέστερου και του μεταγενέστερου χρησιμοποιώντας τη σχέση αιτίας και αποτελέσματος. Αυτό αποτέλεσε και τη βάση της κατασκευής του Reichenbach, στο βιβλίο του *The Philosophy of Space and Time*.¹ Η κατασκευή του Reichenbach συναντάει όρισμένες δυσκολίες, τις οποίες επισήμαναν ο Henryk Mehlberg στο άρθρο του "Essai sur la Théorie Causale du Temps"² και ο Adolf Grünbaum.³ Όταν δεν προϋπάρχει η έννοια του προγενέστερου και του μεταγενέστερου, πώς είναι δυνατόν να διακρίνουμε την αιτία από το αποτέλεσμα, ιδιαίτερα αν σκεφτούμε τη χρονική συμμετρία των νόμων της φύσης; (Αν μπορούμε να αγνοήσουμε την πρόσφατη ανακάλυψη μιας μάλλον ασαφούς παραβίασης της χρονικής συμμετρίας στη φυσική, δηλαδή της διάσπασης 2π του μεσονίου K_2^0 .) Ο Reichenbach προσπάθησε να αντικρούσει αυτή την αντίρρηση με τη λεγόμενη μέθοδο των ενδείξεων [mark method], ή οποία ουσιαστικά αποτελεί προσφυγή σε μη αντιστρέψιμες αιτιακές διεργασίες. Η προσφυγή αυτή δεν μπορεί να γίνει δεκτή, επειδή είναι σκόπιμο να διαχωρίζεται ή συζήτηση για την τοπολογία του χωροχρόνου από το ζήτημα της κατεύθυνσης [directionality] των φυσικών διεργασιών, μια και (όπως έχει υποστηρίξει ο ίδιος ο Reichenbach) είναι φανερό πώς αυτή η κατεύθυνση εξαρτάται από στατιστικές θεωρήσεις. Δεν θα επαναλάβω εδώ τις λεπτομερειακές αντιρρήσεις που προβλήθηκαν για τη μέθοδο των ενδείξεων του Reichenbach: τις αντιρρήσεις αυτές διατύ-

πωσε ἄρτια ὁ Mehlberg καὶ ἀνακεφαλαίωσε μὲ διαυγὴ τρόπο ὁ Grünbaum.

Ἡ κατὰ τὸν Grünbaum (ὅπως καὶ ἡ κατὰ τὸν Mehlberg) παραλλαγή τῆς αἰτιακῆς θεωρίας τοῦ χρόνου χρησιμοποιεῖ μιά συμμετρικὴ ἔννοια αἰτιακῆς συνδετότητας [causal connectedness] (τῆς “k-συνδετότητας”) στή θέση μιᾶς μὴ συμμετρικῆς ἔννοιας τῆς αἰτίας καὶ τοῦ ἀποτελέσματος. Γι’ αὐτὸ καὶ ἡ κατασκευή τοῦ ἀποφεύγει τὸ κυκλικὸ σχῆμα, τὸ ὁποῖο ἴσως νὰ προέκυπτε ἀπὸ τὸ γεγονὸς ὅτι οἱ ἔννοιες τῆς αἰτίας καὶ τοῦ ἀποτελέσματος προϋποθέτουν τίς ἔννοιες τοῦ προγενέστερου καὶ τοῦ μεταγενέστερου.

Πῶς ἀντιμετωπίζουμε σημεῖα τοῦ χωροχρόνου πού δέν κατέχονται ἀπὸ αἰτίες ἢ ἀποτελέσματα; Ἐνας τρόπος, ἴσως ἀκατάλληλος, εἶναι νὰ μὴ χρησιμοποιήσουμε γιὰ τὴν κατασκευή μας τὴν ἔννοια τῆς αἰτιακῆς συνδετότητας ἀλλὰ τὴν ἔννοια τῆς αἰτιακῆς συνδεσιμότητας [causal connectibility]. Καὶ τοῦτο ἐπειδὴ ἡ φύση τῆς ἔννοιας τῆς συνδεσιμότητας εἶναι τροπικὴ [modal]: ἡ ἔννοια αὐτὴ ἐξαρτᾶται φανερά ἀπὸ τὴν ἔννοια τῆς φυσικῆς δυνατότητας, ἡ ὁποία μὲ τὴ σειρά της παραπέμπει στοὺς νόμους τῆς φύσης. Ἐὰν οἱ ἴδιοι οἱ νόμοι τῆς φύσης προϋποθέτουν ἀκριβῶς τὴ δομὴ τοῦ χωροχρόνου πού προσπαθοῦμε νὰ διευκρινίσουμε μέσω τῆς ἔννοιας τῆς αἰτιακῆς συνδεσιμότητας, τότε εἶναι πρόδηλο πῶς βρισκόμαστε σὲ φαῦλο κύκλο. Γι’ αὐτὸ ὁ Grünbaum, πολὺ σωστά, δέν βασίζει τὴν κατασκευή του στὴν ἔννοια τῆς συνδεσιμότητας, ἀλλὰ στὴν ἔννοια τῆς συνδετότητας. Τὸ ἐρώτημα πού ἀφορᾶ σημεῖα τοῦ χωροχρόνου, τὰ ὁποῖα δέν κατέχονται ἀπὸ αἰτίες ἢ ἀποτελέσματα, μπορεῖ ἴσως νὰ ἀπαντηθεῖ ἀπὸ ντετερμινιστικὴ σκοπιὰ μὲ τὸ νὰ ποῦμε ὅτι δέν εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ἐξετάσουμε τέτοια σημεῖα: μὲ βάση μιὰ συσχετικὴ θεωρία τοῦ χωροχρόνου, χρειάζεται νὰ ἀναλύσουμε μόνο τίς χωροχρονικὲς δηλώσεις πού ἀφοροῦν πραγματικὰ συμβάντα. Εἶναι ὥστόσο δύσκολο νὰ δοῦμε πῶς πρέπει νὰ ἀντιμετωπίζουμε χωροχρονικὰ σημεῖα τὰ ὁποῖα κατέχονται ἀπὸ συμβάντα πού δέν εἶναι οὔτε ἀποτελέσματα οὔτε αἰτίες ἄλλων συμβάντων. Ἐκόμα καὶ μὲ βάση μιὰ συσχετικὴ θεωρία τοῦ χωροχρόνου, πρέπει νὰ ὑπάρχει κάποιος τρόπος γιὰ νὰ ἐντοπίζεται ἓνα τέτοιο συμβάν (ἂν ὑποθέσουμε πῶς ὑπάρχουν τέτοια συμβάντα). Ἐναλλακτικά, θὰ μπορούσαμε νὰ θεωρήσουμε, καθὼς κάνει ὁ Mehlberg,⁴ ὅτι παντοῦ ὑπάρχουν συμβάντα, ὅπως λ.χ. τὸ συμβάν τοῦ πεδίου βαρύτητας (ἢ τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου) πού παίρνει μιὰν ὀρισμένη τιμὴ.

Ἐὰς παραδεχτοῦμε λοιπὸν ὅτι ἡ αἰτιακὴ συνδετότητα, ὄχι ὅμως ἡ αἰτιακὴ συνδεσιμότητα, πετυχαίνει τὸ σκοπὸ μας. Ἐξακολουθεῖ ὥστόσο νὰ ἰσχύει ἡ κύρια ἀντίρρησή μου ἐναντῖα στὴν αἰτιακὴ θεωρία τοῦ χρόνου, γιατί ἔκόμα καὶ ἡ ἔννοια τῆς αἰτιακῆς συνδετότητας φαίνεται νὰ εἶναι συγκαλυμμένα τροπικὴ, ἢ τουλάχιστον ἐντατικὴ [intensional]. Δέν εἶναι τάχα πολὺ παράξενο, ἐκ πρώτης ὄψεως, τὸ νὰ θέλει κανεὶς νὰ ἀναγάγει μιὰ γεωμετρικὴ ἔννοια (καὶ, κατὰ συνέπεια, μιὰ ἔννοια πού τὰ ἀξιώματά της μποροῦν ἐνδε-

χόμενα νά διατυπωθοῦν σέ έκτατική γλώσσα) σέ μιά ἔννοια φιλοσοφικά ἀμφίβολη (καί ἴσως κατά βάθος ἐντατική ἢ τροπική) ὅπως εἶναι ἡ αἰτιότητα; Ὁ χωροχρόνος σίγουρα μπορεῖ νά εἶναι γιά τή νόηση τόσο διαφανής ὅσο καί ἡ γεωμετρία. Ἡ γεωμετρία δέν ἀποτελεῖ τάχα ἀξιοσέβαστο κλάδο τῶν μαθηματικῶν, ὁ ὁποῖος δέν ἔχει ἀνάγκη ἀπό ἀμφισβητήσιμες μεταφυσικές ἔννοιες ὅπως εἶναι ἡ ἔννοια τῆς αἰτιότητας: "Ένας ὑποστηρικτής τῆς αἰτιακῆς θεωρίας τοῦ χρόνου ἴσως ἀπαντήσῃ ἐδῶ πῶς ἡ ἀντίρρηση μου παραβλέπει τή διαφορά ἀνάμεσα στή θεωρητική καί τήν ἐφαρμοσμένη γεωμετρία, καί πῶς ἡ αἰτιακή θεωρία τοῦ χρόνου ἔχει ὡς σκοπό νά παράσχει κανόνες ἀντιστοιχίας οἱ ὁποῖοι νά συνάπτουν τή θεωρητική γεωμετρία (ἢ τουλάχιστον τό μή μετρικό της μέρος) μέ τήν πραγματικότητα, μετατρέποντάς την ἔτσι σέ φυσική γεωμετρία.

Ὁ ὑποστηρικτής τῆς αἰτιακῆς θεωρίας τοῦ χρόνου θά μποροῦσε νά προβάλλει καί μιάν ἄλλη σκέψη. Θά μποροῦσε νά ἀναρωτηθεῖ γιατί δείχνω τέτοια ὑπερευαίσθησία ἀπέναντι στή χρήση τῆς αἰτιακῆς συνδετότητας ὡς ἀρχικοῦ ὄρου [primitive] σέ μιά φυσική γεωμετρία. Θά ἦταν δυνατόν νά εἰπωθεῖ πῶς ἡ ἔννοια τῆς αἰτιακῆς συνδετότητας δέν εἶναι περισσότερο ἀμφισβητήσιμα τροπική ἀπ' ὅσο εἶναι ὁ τελεστής 'εἶναι νόμος τῆς φύσης ὅτι . . .', καί πῶς ὑπάρχει ἀνάγκη νά διατηρηθεῖ ὁ τελεστής αὐτός στήν εἰδική θεωρία τῆς σχετικότητας, τή βασική ἀρχή τῆς ὁποίας ἀποτελεῖ ἡ ἀπόφανση ὅτι οἱ νόμοι τῆς φύσης διατηροῦν τήν ἴδια μορφή κατά τούς μετασχηματισμούς ἀπό ἓνα σύνολο ἀξόνων ἀδρανείας σέ ἓνα ἄλλο. Παρ' ὅλα αὐτά, προτιμῶ νά υἱοθετήσω τήν ἄποψη πῶς ἡ ἀρχή τῆς ἀμεταβλητότητας τῶν νόμων τῆς φύσης κατά τήν ἐφαρμογή τῶν μετασχηματισμῶν τοῦ Lorentz ἀποτελεῖ μᾶλλον εὐρετικό κανόνα γιά τήν κατασκευή τῆς θεωρίας παρά ἀξίωμα τῆς ἴδιας τῆς θεωρίας. Ἐναλλακτικά, ἡ ἀρχή αὐτή μπορεῖ νά ἐρμηνευτεῖ ὡς μεταθεωρητική δήλωση (ὡς δήλωση γιά τή θεωρία, καί ὄχι τῆς θεωρίας). Ἔτσι, μπορεῖ κανεῖς εὐκόλα νά δεῖ πῶς οἱ ἐξισώσεις τοῦ Maxwell εἶναι ἀμετάβλητες ὡς πρός τούς μετασχηματισμούς τοῦ Lorentz, καί πῶς ἡ ἀμεταβλητότητα ἦταν ἐκεῖνο πού ὀδήγησε τόν Einstein στήν ἀναζήτηση τῶν ρελατιβιστικῶν νόμων τῆς μηχανικῆς, οἱ ὁποῖοι ἀντικαθιστοῦν τούς νόμους τοῦ Νεύτωνα. Οἱ ἴδιες οἱ ἐξισώσεις τοῦ Maxwell καί οἱ ἴδιοι οἱ ρελατιβιστικοί νόμοι τῆς μηχανικῆς δέν περιέχουν τήν ἔκφραση 'εἶναι νόμος τῆς φύσης ὅτι . . .' οὔτε κάποια ἄλλη ἰσοδύναμη ἔκφραση. Θά ἦταν μάλιστα περίεργο ἂν μιά φυσική θεωρία δέν μποροῦσε νά διατυπωθεῖ χωρίς τή βοήθεια τῆς φανερά μεταγλωσσικῆς ἔννοιας 'νόμος τῆς φύσης'.

Ὅμοια, θά ἔλπιζε κανεῖς πῶς ὁποιαδήποτε φυσική θεωρία εἶναι δυνατόν νά διατυπωθεῖ τυπολογικά χωρίς τή χρήση ἰσχυρῶν ὑποθετικῶν ὄρων [conditionals] ἢ τῆς ἔννοιας τῆς φυσικῆς ἀναγκαιότητας. Κατά τήν ἄποψη πού ὑποστηρίζω, οἱ δηλώσεις γιά τή φυσική ἀναγκαιότητα ἀποτελοῦν μεταμφιε-

σμένες μεταγλωσσικές δηλώσεις για τό ότι όρισμένοι ύποθετικοί όροι ώς συναρτήσεις άληθείας συνάγονται από θεμελιακούς νόμους τής φύσης. Μπορούμε τότε νά πούμε κοινότοπα πώς κάθε θεμελιακός νόμος τής φύσης έκφράζει μιά φυσική άναγκαιότητα, έπειδή ό νόμος συνάγεται αυτόνόητα από τόν έαυτό του. Άκόμα και γενικεύσεις “άπλως έμπειρικές” μπορεί μερικές φορές νά θεωρηθοϋν ότι έκφράζουν μιά φυσική άναγκαιότητα, μέ τήν έννοια ότι έλπίζουμε ή πιστεύουμε πώς μιά μέρα θά μπορέσει νά άποδειχτεί ότι άπορρέουν από κάποια κατάλληλη θεωρία. Έτσι, ή φυσική άναγκαιότητα είναι μεταθεωρητική έννοια, όχι θεωρητική έννοια τής φυσικής.

Σέ άντιδιαστολή πρός αυτή τήν άποψη για τή φυσική άναγκαιότητα ύποστηρίζεται κατά καιρούς ότι οί ισχυροί ύποθετικοί όροι είναι ούσιώδεις για τήν έπιστήμη και δέν άποτελοϋν μεταμφιεσμένες μεταγλωσσικές δηλώσεις. Έτσι ό πρώτος νόμος τής κίνησης του Νεύτωνα (ότι δηλαδή ένα σώμα κινείται μέ άμετάβλητη ταχύτητα σέ εϋθεία γραμμή, άν δέν επιδράσει σ' αυτό κάποια δύναμη) δέν είναι ίσως τίποτα περισσότερο από κοινότοπα άληθής, άν έρμηνευτεί ως άσθενής ύποθετικός όρος, γιατί πιθανόν δέν ύπάρχουν στό σύμπαν σώματα στά όποια νά μήν επιδρά καμιά άπολύτως δύναμη. Η άπάντηση σ' αυτό είναι πώς ό πρώτος νόμος τής κίνησης του Νεύτωνα άποτελεί περιττή πολυτέλεια, γιατί είναι ειδική περίπτωση του δεύτερου νόμου, ό όποιος άληθεύει όχι κοινότοπα. Και άκόμα πώς, έστω και άν ένας νόμος είναι κοινότοπα άληθής, τότε είναι τουλάχιστον άληθής, και έτσι δέν μπορεί νά βλάψει τή θεωρία. (Δέν είναι δυνατόν νά συναχθεί ψεύδος από μιά άλήθεια.) Είναι άληθές πώς ό πρώτος νόμος του Νεύτωνα φαίνεται νά προκύπτει κατά μή κοινότοπο τρόπο σέ μερικές περιπτώσεις τής ειδικής σχετικότητας. Στή νευτώνεια μηχανική μπορούμε νά όρίσουμε ένα σύστημα άδρανείας ως ένα σύστημα σύμφωνα μέ τό όποιο έξισορροποϋνται άμοιβαία οί συνιστώσες τών όρμών τών άλληλοελκόμενων σωμάτων· στήν ειδική σχετικότητα όμως αυτό είναι άδύνατον, έπειδή ό ταυτοχρονισμός συμβάντων πού απέχουν μεταξύ τους στό χώρο είναι αυθαίρετος. Γι' αυτό, ίσως κρινόταν άναγκαίο νά όρίζεται ένα σύστημα άδρανείας μέ άναφορά στόν πρώτο νόμο του Νεύτωνα, έκφρασμένο ως ισχυρό ύποθετικό όρο. Ωστόσο, αυτό μπορεί καταρχήν νά άποφευχθεί, άν όρίσουμε ένα σύστημα άδρανείας μέ άναφορά σέ φαινόμενα σύγκρουσης. Στήν πράξη βέβαια, ή μέθοδος αυτή είναι έξαιρετικά δύσχρηστη: θά ήταν συμφορά για τήν άνθρωπότητα άν οί συγκρούσεις άνάμεσα στά οϋράνια σώματα πού περιγράφονται στήν οϋράνια μηχανική συνέβαιναν μέ συχνότητα τέτοια πού νά έξυπηρετεί τόν παραπάνω σκοπό. Και έτσι, στήν πράξη, είμαστε ύποχρεωμένοι νά καθορίζουμε ένα σύστημα άδρανείας χρησιμοποιώντας ως πρώτη προσέγγιση ένα νευτώνειο σύστημα. Ωστόσο, ή μέθοδος αυτή δέν άπαιτεί ούτε προσφυγή στή φυσική άναγκαιότητα ούτε χρήση ισχυρών ύποθετικών όρων.

Κατά συνέπεια, ή θέση μου είναι πώς μιά φυσική θεωρία όφείλει νά βασίζεται σέ καθαρά έκτατική γλώσσα, και πώς τά κατηγορήματα ‘... είναι αναγκαίο’ και ‘... είναι αναγκαίο για...’ δέν πρέπει νά εμφανίζονται σ’ αυτήν. (Γιά μιά λεπτομερειακή ύποστήριξη αυτής τής φιλοσοφικής τοποθέτησης παραπέμπω στό έργο του Quine, και ιδιαίτερα στό *Word and Object*.⁵) “Αν τώρα κοιτάξουμε τήν έκθεση τής αιτιακής θεωρίας του χρόνου από τον Grünbaum, βλέπουμε ότι χρησιμοποιεί πράγματι τήν έννοια τής αναγκαιότητας. Και τοῦτο παρά τό γεγονός ότι ή θεωρία του βασίζεται στην έννοια τής αιτιακής συνδετότητας και όχι στην φανερά τροπική έννοια τής συνδεσιμότητας, τήν όποία σωστά απορρίπτει. Αναγνωρίζει ακόμα ότι, για λόγους όμοιους μέ εκείνους πού μās είναι οικείοι από τήν εργασία του Nelson Goodman σχετικά μέ τούς ύποθετικούς όρους πού εκφράζουν τό αντίθετο του πραγματικού [subjunctive conditionals], ή αιτιακή σχέση δέν μπορεί νά όριστεί μέ βάση συνθήκες αναγκαίες και επαρκείς για τήν πραγματοποίηση των συμβάντων.⁶ (‘Εγώ προσωπικά θά ήμουνα πρόθυμος νά διευκρινίσω τήν αιτιακή σχέση μεταγλωσσικά, όπως ύποδηλώνω πιο πάνω στό άρθρο αυτό, αλλά εκείνο πού χρειάζεται προφανώς ό Grünbaum είναι μιά ένδοθεωρητική έννοια τής αιτιακής συνδετότητας, και όχι μιά μεταθεωρητική.) Γι’ αυτό ό Grünbaum εισάγει τήν έννοια τής αιτιακής συνδετότητας ως *αρχικό όρο*. Μέχρις εδώ καλά (ίσως). Χρειάζεται όμως ό Grünbaum τίς έννοιες ‘αναγκαία’ και ‘ικανή’ για τόν όρισμό πού δίνει στην ‘ν-τετράδα’. Η τελευταία αυτή έννοια εισάγεται για νά χρησιμοποιηθεί στον όρισμό των έννοιων τής ένδιαμεσότητας και του διαχωριστικού περιβλήματος. Έτσι ό Grünbaum αποκαλεί τήν τετράδα συμβάντων $ELE'M$ ν-τετράδα, τότε και μόνο τότε αν, “σέ μιά δεδομένη πραγματοποίηση των συμβάντων E και E' , ή k -σύνδεσή τους προϋποθέτει τήν πραγματοποίηση του L ή του M , όπου τά L και M είναι ταυτογενή μέ τά E και E' ,...”.⁷

‘Ο Mehlberg⁸ όρίζει τήν έννοια τής από μέρους ενός συμβάντος “επίδρασης σέ” ένα άλλο συμβάν κατά τρόπο φανερότερα έκτατικό. Σύμφωνα μέ τόν όρισμό του, ένα συμβάν A επιδρά άμεσα σέ ένα συμβάν B , αν σέ κάθε συμβάν A' πού έχει ένδογενή όμοιότητα μέ τό A αντιστοιχεί ένα συμβάν B' πού έχει τίς ίδιες ένδογενείς ιδιότητες μέ τό B , και τό συμβάν B' συμπίπτει μερικά μέ τό A' . Έδώ ή έντατικότητα βρίσκεται μέσα στην έννοια του ότι ένα πράγμα έχει ένδογενή όμοιότητα μέ ένα άλλο, καθώς και στην έννοια τής ένδογενοῦς ιδιότητας: τοῦτο μπορεί νά διαπιστωθεί αν συμβουλευτοῦμε τούς όρισμούς πού δίνει ό Mehlberg στις έννοιες αυτές. Επίσης δέν είμαι σίγουρος αν ό όρισμός πού δίνει ό Mehlberg στην ‘άμεση επενέργεια’ αποφεύγει τίς αντιρρήσεις τύπου Goodman. ‘Οφείλω ώστόσο νά όμολογήσω ότι δέν έχω ακόμα όλότελα κατανοήσει τήν περίπλοκη θεωρία του Mehlberg για τίς αποσυνθέσεις των συμβάντων. Παρ’ όλα αυτά, μου φαίνεται ότι ή

έννοια του του συμβάντος είναι σιωπηρά έντατική. Άλλά ως περάσω τώρα στη συζήτηση ενός άλλου τύπου αντίρρησης προς όρισμένες αιτιακές θεωρίες του χρόνου.

Άκολουθώντας τον Reichenbach, ο οποίος πήρε την έννοια από τον K. Lewin,⁹ ο Grünbaum χαρακτηρίζει τις αιτιακές αλυσίδες συμβάντων ως “ταυτογενείς” [genidentical]. Επιπλέον επιχειρεί να “έκμεταλλευτεί την ιδιότητα της αιτιακής συνέχειας, την οποία έχουν οί ταυτογενείς αιτιακές αλυσίδες”¹⁰ και αποφαίνεται ότι, για κάθε δύο ταυτογενώς συνδεδεμένα συμβάντα, υπάρχουν όρισμένα σύνολα συμβάντων τά οποία είναι ταυτογενή μέ τά πρώτα, και ότι αυτά τά σύνολα έχουν τον πληθάρημο του συνεχούς. Δέν είναι έδω άπαραίτητο να ύπεισέλθουμε σέ όλες τις λεπτομέρειες της άπόφανσης του Grünbaum, ή οποία είναι λίγο περίπλοκη εξαιτίας της άξιέπαινης επιθυμίας του να μήν προκαταλάβει την άπάντηση στό έρώτημα άν ο χρόνος είναι τοπολογικά άνοιχτός (σάν εϋκλείδεια εϋθεία γραμμή) ή κλειστός (σάν μεγάλος κύκλος στην έπιφάνεια μιās σφαίρας). Ωστόσο, ένα από τά εξεταζόμενα σύνολα συμβάντων είναι τό σύνολο τών συμβάντων τά οποία, στην περίπτωση πού ο χρόνος είναι τοπολογικά άνοιχτός, μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκονται *ανάμεσα* στά αρχικά δεδομένα δύο συμβάντα.

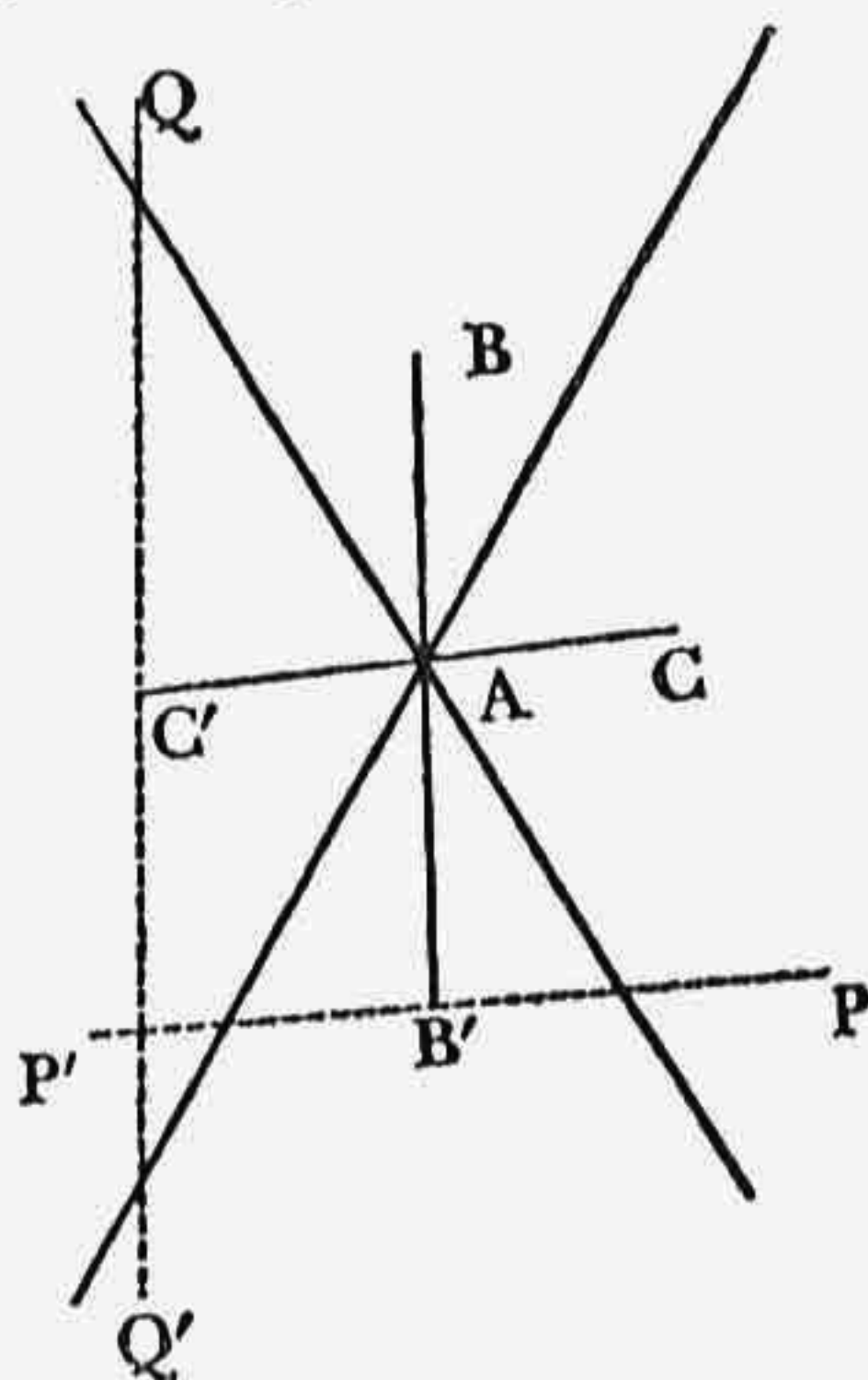
Νομίζω πάντως ότι άποτελεί μειονέκτημα για μία θεωρία του χρόνου να πρέπει να εξαρτάται από την παραδοχή συνεχών συνόλων συμβάντων. Βέβαια, σύμφωνα μέ την κλασική φυσική, ύπάρχει ένα συνεχές σύνολο ταυτογενών συμβάντων ανάμεσα σέ οποιαδήποτε δύο ταυτογενή συμβάντα: αυτό όμως δύσκολα μπορεί να κατανοηθεί μέσα στό έννοιολογικό πλαίσιο της κβαντομηχανικής (έκτός ίσως άν μία τιμή της ψ -συνάρτησης λογαριάζεται σαν συμβάν).¹¹ Λέγοντας αυτό δέν θέλω να πέσω στό λάθος, πού τόσο καλά επικρίνει ο Grünbaum,¹² να ύποθέσω δηλαδή ότι ή κβαντομηχανική επιδέχεται έναν άσυνεχή χωροχρόνο. Η κβαντομηχανική χρησιμοποιεί συνεχή μαθηματικά και μία συνεχή γεωμετρία, όπως κάθε κλασική θεωρία. Μάλιστα δέν είναι καθόλου ξεκάθαρο τί εμφάνιση θά είχε μία φυσική γεωμετρία βασισμένη σέ έναν άσυνεχή χωροχρόνο, ιδιαίτερα όταν σκεφτεί κανείς την πασίγνωστη άνισομετρία όρισμένων γεωμετρικών λόγων, καθώς και τό παράδοξο του σταδίου του Ζήνωνα. Δεχόμενος σ’ αυτό τό σημείο όλότελα την άποψη του Grünbaum, επιθυμώ μόνο να μάθω πού θά όδηγοϋσε ή άξιωματική προϋπόθεση ενός συνεχούς συνόλου ταυτογενών συμβάντων στό έννοιολογικό πλαίσιο της κβαντομηχανικής. Μία προφανής δυσκολία προέρχεται από την άποτυχία της έφαρμογής της αιτιακής συνδετότητας στην κβαντομηχανική. Η δυσκολία έμφανίζεται μέ την άπουσία καθορισμένων βλητικών τροχιών, πράγμα πού άποτελεί ένδειξη μιās άβεβαιότητας ως προς τό τί ακριβώς ύποτίθεται ότι είναι τό σύνολο τών συμβάντων τά οποία θά άποτελοϋσαν μία ταυτογενή αιτιακή σειρά. Ίσως ο Grünbaum

προτείνει τήν αιτιακή θεωρία τοῦ χρόνου σάν κατασκευή, πού λειτουργεῖ μέσα στό ἐννοιολογικό πλαίσιο τῆς κλασικῆς φυσικῆς (ὅπως αὐτό τροποποιήθηκε ἀπό τήν εἰδική σχετικότητα). Ἔχουμε ὅμως τό δικαίωμα νά ἀμφιβάλουμε ὡς πρός τή χρησιμότητα μιᾶς κατασκευῆς πού λειτουργεῖ μόνο γιά τήν κλασική φυσική.

Φαίνεται πώς καί ἡ γενική θεωρία τῆς σχετικότητας δημιουργεῖ πολλά προβλήματα στήν αιτιακή θεωρία τοῦ χρόνου. Αὐτό ὀφείλεται στό ὅτι ἡ αιτιακή θεωρία τοῦ χρόνου ἀποτελεῖ μιᾶ μορφή τῆς σχεσιακῆς θεωρίας τοῦ χρόνου: ὀρίζει σχέσεις ἐνδιαμεσότητας (ἢ σχέσεις διαχωριστικοῦ περιβλήματος) μόνο γιά τετράδες πραγματικῶν συμβάντων. Ὡστόσο τό ἐρώτημα τοῦ ἂν ἡ ὄχι μιᾶ σχεσιακή θεωρία τοῦ χρόνου μπορεῖ νά λειτουργήσῃ σύμφωνα μέ τή γενική σχετικότητα καταλήγει στό ἐρώτημα τοῦ ἂν οἱ ρελατιβιστικές κοσμολογίες μποροῦν νά ἱκανοποιήσουν τήν ἀρχή τοῦ Mach, ἐρώτημα πού μᾶλλον παραμένει ἀνοιχτό. (Ὁ ἴδιος μάλιστα ὁ Grünbaum ἔχει διατυπώσει ἐπιχειρήματα πρός αὐτήν τήν κατεύθυνση.¹³) Ἴσως ἡ παραπάνω ἀντίρρηση νά μήν ἰσχύει γιά τήν παραλλαγή τῆς αιτιακῆς θεωρίας τοῦ χρόνου τοῦ Mehlberg, μιᾶ καί κατ' αὐτόν ὑπάρχουν συμβάντα παντοῦ. Εἶναι ὅμως δύσκολο νά δεῖ κανεῖς πῶς ὁ Mehlberg θά μπορούσε νά δεχτεῖ τήν πλήρη γεωμετρικοποίηση τοῦ πεδίου βαρύτητας καί τή θεωρητική δυνατότητα (σύμφωνα μέ ὀρισμένες κοσμολογίες) ἐνός σύμπαντος ἀπαλλαγμένου ἀπό τήν ὕλη καί ὡστόσο ἐφοδιασμένου μέ μιᾶ ὀρισμένη χωροχρονική δομή. Μάλιστα ὁ Mehlberg παραδέχτηκε αὐτοῦ τοῦ εἴδους τήν παρατήρηση σέ μιᾶ μεταγενέστερη ἐργασία του, στήν ὁποία ἀπορρίπτει τήν αιτιακή θεωρία τοῦ χρόνου.¹⁴

Ὅπως σημειώσαμε νωρίτερα, πηγὴ ἔμπνευσης τῶν πιό πρόσφατων προσπαθειῶν γιά μιᾶ αιτιακή θεωρία τοῦ χρόνου στάθηκε ἡ εἰδική σχετικότητα, ἡ ὁποία ἀπορρίπτει τή δράση ἀπό ἀπόσταση καί συνεπάγεται ὅτι ὅλες οἱ αιτιακές ἐπιρροές (ὅλες οἱ κοσμικές γραμμές, ὅλα τὰ σήματα) βρίσκονται μέσα σέ φωτεινοὺς κῶνους. Ὡστόσο, ἡ συνεπαγωγή αὐτὴ εἶναι ἐξωθεωρητικὴ μᾶλλον παρά ἐνδοθεωρητικὴ. Καί ἂν ἀκόμα δέν ἀποτελεῖ εὐρετικὸ κανόνα, πρόκειται γιά θεώρημα στή μεταγλώσσα τῆς φυσικῆς. Διαφωτιστικὴ εἶναι ἡ ἐξέταση δύο χωροχρονικῶν ἀντικειμένων, τῶν $B'AB$ καί $C'AC$, ὅπως παρουσιάζονται στό Σχῆμα, τὰ ὁποῖα εἶναι τέτοια, ὥστε τό $B'AB$ νά βρίσκεται τελείως μέσα στό φωτεινὸ κῶνο πού ἔχει κορυφή τό A καί τό $C'AC$ νά βρίσκεται (ἐκτός ἀπὸ τό σημεῖο A) τελείως ἔξω ἀπὸ τόν κῶνο αὐτόν. Εἶναι φανερό πῶς πρέπει νά δεχτοῦμε ὅτι τό $B'AB$ καθορίζει μιᾶ κοσμικὴ γραμμὴ, ἐνῶ δέν πρέπει νά θεωρήσουμε ὅτι τό $C'AC$ ἐκτείνεται κατὰ μήκος μιᾶς κοσμικῆς γραμμῆς ἀλλὰ πρέπει νά τό ἐρμηνεύσουμε σάν μιᾶ σύντομη καί ὡστόσο εὐρύτατη διαταραχὴ. Ἡ δομὴ τῆς κλασικῆς φυσικῆς εἶναι τέτοια, ὥστε μιᾶ ἀρκετὰ λεπτομερειακὴ γνώση μιᾶς ἀρκετὰ μεγάλης “χρονικῆς

φέτας" που να τέμνει το B' θα μας έδινε τη δυνατότητα να συναγάγουμε το συμβάν B , ενώ καμιά ποσότητα γνώσης μας όσοδήποτε μεγάλης "φέτας χώρου" (ή όποια να τέμνει το C') δεν παρέχει τη δυνατότητα να συναχθεί το συμβάν C . Έκεί οδηγεί η αιτιακή ύψη του κόσμου, όπως αυτή καθορίζεται από τις κοσμικές γραμμές. Και τέτοιες είναι οι αντιλήψεις, από τις οποίες προκύπτει η αιτιακή θεωρία του χρόνου. Οι αντιλήψεις αυτές μπορούν να διατηρηθούν, στην παρούσα μεταθεωρητική μορφή τους, από μία φυσική ή όποια προϋποθέτει αξιωματικά το χωροχρόνο ανεξάρτητα από την έννοια της αιτιακής σύνδεσης.



Οι αντιλήψεις από τις οποίες προκύπτει η αιτιακή θεωρία του χρόνου μπορούν λοιπόν να διατηρηθούν σε μία επιστήμη που απλώς προϋποθέτει αξιωματικά μία δομή του χωροχρόνου και, κατόπιν, μαζί με την αντίστοιχη φυσική της και τη μεταθεωρία της συνάγει αιτιακές σχέσεις ανάμεσα σε συμβάντα του κόσμου. Προϋποθέτοντας αξιωματικά ότι τα συμβάντα σχετίζονται σύμφωνα με την τάδε γεωμετρία, μπορούμε ακόμα και να κρατήσουμε ανοιχτές τις επιλογές μας ως προς το αν η έρμηνεία της γεωμετρίας αυτής θα είναι σχεσιακή ή απόλυτη. Στην περίπτωση μιας απόλυτης θεωρίας του χωροχρόνου, οι χωροχρονικές σχέσεις θα σχετίζουν, άμεσα, όχι συμβάντα αλλά σημεία του χωροχρόνου, τα όποια θα έχουν την υπόσταση θεωρητικών οντοτήτων της φυσικής. Στην περίπτωση μιας σχεσιακής θεωρίας, οι χωροχρονικές σχέσεις θα σχετίζουν, άμεσα, συμβάντα του κόσμου. Οι αρχικοί όροι μιας τέτοιας γεωμετρίας θα μπορούσαν ίσως να είναι κωνικής τάξης, όπως στη θεωρία του A.A. Robb,¹⁵ και δεν θα περιείχαν την έννοια της αιτιακής συνδετότητας.

Μέ τόν τρόπο αυτό, αντί νά “κατασκευάσουμε” τή (μή μετρική) δομή τοῦ χωροχρόνου μέ τή βοήθεια μιᾶς σχέσης αἰτιακῆς συνδετότητας, συνάγουμε σχέσεις αἰτιακῆς συνδετότητας καί μή συνδετότητας ἀπό τή θεωρία (περιλαμβανόμενης καί τῆς ἀντίστοιχης φυσικῆς, καθώς καί τῆς μεταθεωρίας τῆς). Μποροῦμε ἐπίσης νά συνάγουμε χωροχρονικές σχέσεις ἀπό σχέσεις αἰτιακῆς συνδετότητας ἢ μή συνδετότητας. Αυτό, στό φῶς τῶν προηγούμενων παρατηρήσεων, θά μπορούσε νά θεωρηθεῖ ὅτι ἀποτελεῖ τήν πλάνη τοῦ ἰσχυρισμοῦ ἐκ τοῦ συμπεράσματος. Ἀλλά δέν εἶναι ἔτσι. Συνάγουμε ὅτι ἂν τά *E* καί *E'* συνδέονται αἰτιακά, τότε τό ἓνα βρίσκεται μέσα στόν φωτεινό κῶνο τοῦ ἄλλου, μεταθέτοντας τήν πρόταση (ἢ ὁποῖα μπορεῖ νά συναχθεῖ ἀπό τή θεωρία μαζί μέ τή μεταθεωρία τῆς) ὅτι ἂν τό ἓνα ἀπό τά *E* καί *E'* δέν βρίσκεται μέσα στόν κῶνο φωτός τοῦ ἄλλου, τότε τά *E* καί *E'* δέν συνδέονται αἰτιακά. Ἔτσι, ἂν καί οἱ χωροχρονικές σχέσεις προηγούνται λογικά ἀπό τίς αἰτιακές, μποροῦμε παρ' ὅλα αὐτά νά συνάγουμε ὀρισμένες χωροχρονικές σχέσεις ἀπό ὀρισμένες αἰτιακές σχέσεις. Αὐτός καί πάλι εἶναι ὁ σπόρος τῆς ἀλήθειας σέ μιά αἰτιακή θεωρία τοῦ χρόνου.

Συμπερασματικά λοιπόν, οἱ κύριοι ἐνδοιασμοί μου γιά τήν αἰτιακή θεωρία τοῦ χρόνου εἶναι οἱ ἀκόλουθοι: (1) Τό νά διευκρινίσει κανεῖς τήν ἔννοια τοῦ χωροχρόνου μέ βάση τήν ἔννοια τῆς αἰτιακῆς σύνδεσης μοιάζει νά ἀποτελεῖ διευκρίνιση τοῦ σχετικά σαφοῦς μέ βάση τό σχετικά ἀσαφές. (2) Καί ἂν ἀκόμα ἡ αἰτιακή σχέση θεωρηθεῖ ἡ ἴδια ἀρχικός ὅρος, οἱ αἰτιακές θεωρίες τοῦ χρόνου μοιάζουν νά χρειάζονται πάντα, σέ κάποιο σημεῖο τους, τροπικές ἢ ἐντατικές ἔννοιες. (3) Εἶναι δύσκολο νά δεῖ κανεῖς πῶς ἡ αἰτιακή θεωρία τοῦ χρόνου μπορεῖ νά ἐφαρμοστεῖ σέ θεωρίες, οἱ ὁποῖες ἐπιτρέπουν τήν ὑπαρξη συμβάντων πού δέν ἀποτελοῦν οὔτε αἰτίες οὔτε ἀποτελέσματα ἄλλων συμβάντων. Κατά τήν ἀποψή μου, τουλάχιστον, μπορῶ νά θεωρήσω μέ λογική συνέπεια ἓνα σύμπαν καθαρά τυχαίων συμβάντων διασπαρμένων στό χωροχρόνο. Ἡ ἀντίρρηση ὅτι αὐτοῦ τοῦ εἴδους τά συμβάντα θά μπορούσαν πράγματι νά ἐντοπιστοῦν μόνο ἂν ἀποτελοῦσαν αἰτίες ἢ ἀποτελέσματα ἄλλων συμβάντων πρέπει, νομίζω, νά ἀπορριφθεῖ, ὡς ὑπερβολικά ἐπαληθευτικιστική. Στό “Reply to Hilary Putnam”, σελ. 88,¹⁶ ὁ Grünbaum παρατηρεῖ ὅτι “τά συμβάντα πού εἶναι χωρισμένα μέσα στό χῶρο μποροῦν νά ὑφίστανται φυσικές σχέσεις τοῦ ἑνός ἢ τοῦ ἄλλου εἴδους ἐξαιτίας, καί μόνο, τῆς παρουσίας ἢ τῆς ἀπουσίας τῆς πραγματικῆς ἢ τουλάχιστον τῆς φυσικά ἐφικτῆς συνδεσιμότητάς τους”. Μοῦ φαίνεται πῶς, ἂν ἐδῶ τό ‘φυσικές σχέσεις’ σημαίνει ‘αἰτιακές σχέσεις’, ὁ ἰσχυρισμός τοῦ Grünbaum εἶναι ἀμφισβητήσιμος, ἢ τουλάχιστον ἐξαρτᾶται ἀπό ὀρισμένες φιλοσοφικές παραδοχές. Δέν εἶναι δυνατόν νά χρησιμοποιηθεῖ σάν λογική βάση γιά νά ἀνασκευαστεῖ ἡ θέση κάποιου πού δέν δέχεται μιά αἰτιακή θεωρία, γιατί ἓνα τέτοιο πρόσωπο μπορεῖ νά πεῖ πῶς ὀρισμένες φυσικές σχέσεις (δηλαδή οἱ

χωροχρονικές) θά ήταν δυνατόν νά υπάρχουν ακόμα και όταν δέν υπάρχει αίτιακή συνδεσιμότητα. Τέλος, δέν νομίζω πώς έχω τελεσίδικα *αναιρέσει* όποιεσδήποτε αίτιακές θεωρίες του χρόνου. Ίσχυρίζομαι μόνο ότι έχω εκφράσει όρισμένους ένδοιασμούς για τίς αίτιακές θεωρίες του χρόνου, καθώς και όρισμένες άμφιβολίες ως προς τά κίνητρα τέτοιων θεωριών. Για παράδειγμα, δέν έξάντλησα μέ κανέναν τρόπο τήν πολύ ένδιαφέρουσα και λεπτομερειακή έπεξεργασία του θέματος από τόν Mehlberg. Είναι πολύ πιθανόν οί ένδοιασμοί πού έχω για τίς αίτιακές θεωρίες του χρόνου νά όφείλονται περισσότερο σέ έλλείψεις τής δικής μου σκέψης παρά σέ έλλείψεις τών θεωριών. Έστω και έτσι, μιά και ύποψιάζομαι ότι μπορεί και άλλοι νά καταλήξουν σέ παρόμοιους ένδοιασμούς, έλπίζω νά έχει κάποια άξια τό γεγονός ότι ανακίνησα τό θέμα, μέ όση ανεπάρκεια και άν τό έκανα.¹⁷

Μετάφραση: Ίορδάνης Αρζόγλου

Σημειώσεις

1. Hans Reichenbach, *The Philosophy of Space and Time*, Dover, New York 1958. Δημοσιεύτηκε άρχικά στα γερμανικά τό 1928 μέ τόν τίτλο *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre*.

2. *Studia Philosophica* I (1935), σ. 119-258, και II (1937), σ. 111-231.

3. Βλ. Adolf Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time*, Knopf, New York 1963, Κεφάλαιο VII.

4. "Ο.π., II, σ. 163-164.

5. W. V. Quine, *Word and Object*, John Wiley, New York 1960.

6. Βλ. τίς παρατηρήσεις του Grünbaum στή σελ. 609 τής έργασίας του "Carnap on the Foundations of Geometry", στό P.A. Schilpp (έκδ.), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, Open Court, La Salle, Illinois 1963, σ. 545-684, καθώς και τήν αναφορά του στό βιβλίο του Nelson Goodman, *Fact, Fiction and Forecast*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1955.

7. *Philosophical Problems of Space and Time*, σ. 194.

8. "Ο.π., II, σ. 153.

9. Βλ. Reichenbach, ό.π., σ. 142, ύποσημείωση.

10. Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time*, σ. 194.

11. Μιά δυσκολία έδω είναι ότι ή ψ -συνάρτηση αναφέρεται σέ σημεία πολυδιάστατου χώρου Hilbert, οί συντεταγμένες τών όποιών δίδονται από μιγαδικούς άριθμούς, και όχι στόν κανονικό μας χωροχρόνο.

12. Βλ. Adolf Grünbaum, *Modern Science and Zeno's Paradoxes*, Wesleyan University Press, Middletown 1967, σ. 109-114.

13. Adolf Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time*, Κεφάλαιο XIV.

14. Βλ. Henryk Mehlberg, "Relativity and the Atom", στο Paul Feyerabend και Grover Maxwell (έκδ.), *Mind, Matter and Method, Essays in Philosophy and Science in Honor of Herbert Feigl*, University of Minnesota Press, Minneapolis 1966. Βλ. ιδιαίτερα σ. 484-86.

15. A. A. Robb, *A Theory of Time and Space*, Cambridge University Press, Cambridge 1914.

16. Στο R. S. Cohen και M. W. Wartofsky (έκδ.), *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Τόμος V, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland 1968.

17. Βλ. επίσης την έργασία του Hugh M. Lacey, "The Causal Theory of Time, A Critique of Grünbaum's Version", *Philosophy of Science* 35 (1968), σ. 332-54. 'Η έργασία αυτή εμφανίστηκε άφοδ τό παρόν άρθρο είχε ύποβληθει για δημοσίευση.