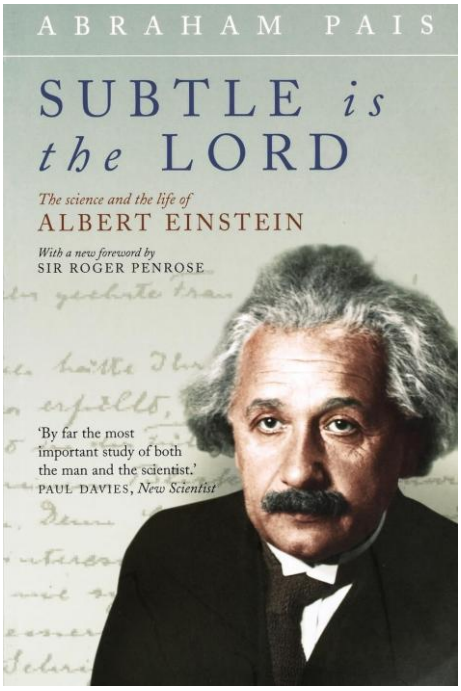
Προτεινόμενη Βιβλιογραφία για την Επιστημονική Βιογραφία του Albert Einstein και την Εξέλιξη των Επιστημονικών Ιδεών στη Θεωρία της Σχετικότητας



Το **"Subtle is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein"** (1982) του διακεκριμένου θεωρητικού φυσικού **Abraham Pais** θεωρείται ομόφωνα από την επιστημονική και ιστορική κοινότητα ως η **κορυφαία επιστημονική βιογραφία του Albert Einstein** που έχει γραφτεί ποτέ. Ο τίτλος προέρχεται από την περίφημη ρήση του ίδιου του Einstein (*«Raffiniert ist Der Herrgott, aber boshaft ist Er nicht»* — «*Περίπλοκος / Ευφυής είναι ο Κύριος, αλλά κακόβουλος δεν είναι*»), χαραγμένη στο τζάκι του Fine Hall στο Πανεπιστήμιο του Princeton.

[***Subtle Is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein***, by Abraham Pais (Author), R. Penrose (Foreword), Oxford University Press 2005]

1. Τα Δυνατά Σημεία (Γιατί θεωρείται αξεπέραστο)

- **Η Ματιά του Ειδικού (Insider's Rigor):** Ο Abraham Pais υπήρξε σημαντικός φυσικός στοιχειωδών σωματιδίων και στενός συνάδελφος του Einstein στο *Institute for Advanced Study* του Princeton από το 1946 μέχρι τον θάνατο του Einstein το 1955. Αυτό του επέτρεψε να συνδυάσει προσωπικές αναμνήσεις από τους καθημερινούς τους περιπάτους με απόλυτη γνώση των μαθηματικών και φυσικών λεπτομερειών των δημοσιεύσεων του Einstein.

- **Ανασυγκρότηση των Πρωτότυπων Υπολογισμών:** Σε αντίθεση με τις εκλαϊκευτικές βιογραφίες που περιορίζονται σε περιγραφές, ο Pais παραθέτει εξισώσεις, τανυστικές σχέσεις και ιστορικά προσχέδια. Αναλύει με χειρουργική ακρίβεια τις 5 κορυφαίες συνεισφορές του Einstein:
    1. Τη Στατιστική Μηχανική και την κίνηση Brownian (απόδειξη ύπαρξης ατόμων).
    2. Την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας.
    3. Τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας (συμπεριλαμβανομένων των λαθών και των επανα-διατυπώσεων του Einstein την περίοδο 1912–1915).
    4. Την Κβαντική Θεωρία (φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, ειδικές θερμότητες στερεών, στατιστική Bose–Einstein, διέγερση εκπομπής).
    5. Την αναζήτηση της Ενοποιημένης Θεωρίας Πεδίου.
- **Πρωτογενής Αρχειακή Έρευνα:** Ο Pais είχε πλήρη πρόσβαση στα ανέκδοτα αρχεία του Einstein, στις επιστολές του με τους Lorentz, Ehrenfest, Besso, Sommerfeld, Hilbert και Bohr, αποκαλύπτοντας το πώς γεννήθηκαν οι ιδέες μέσα από αμφιβολίες, αδιέξοδα και λανθασμένες υποθέσεις.

2. Οι Αδυναμίες και οι Περιορισμοί του Βιβλίου

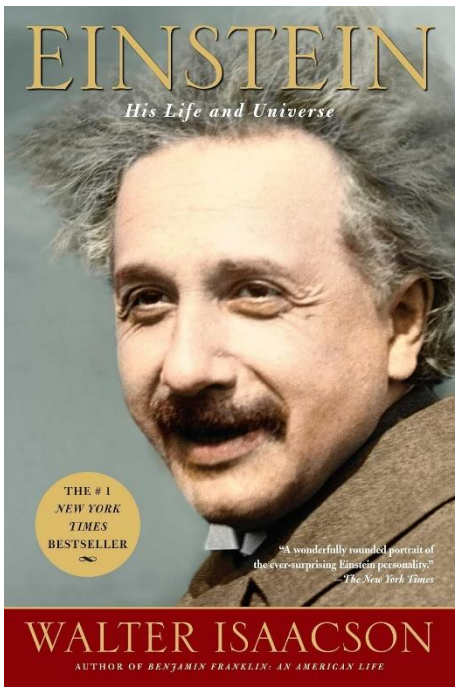
- **Υψηλό Μαθηματικό Επίπεδο (Μη εκλαϊκευτικό):** Το βιβλίο **δεν απευθύνεται στο ευρύ κοινό**. Ο ίδιος ο Pais προειδοποιεί στον πρόλογο ότι το έργο απαιτεί γνώσεις προπτυχιακού επιπέδου Φυσικής (διαφορικές εξισώσεις, ηλεκτρομαγνητισμό, βασική κβαντομηχανική και διαφορική γεωμετρία). Τα βιογραφικά κεφάλαια εναλλάσσονται με πυκνά τεχνικά κεφάλαια.
- **Αποστασιοποιημένη Προσωπική Βιογραφία:** Όπως υποδηλώνει και ο υπότιτλος (*«The Science and the Life...»* — πρώτα η Επιστήμη, μετά η Ζωή), ο Pais αντιμετωπίζει την προσωπική ζωή του Einstein (τους γάμους του με τη Mileva Marić και την Elsa, τις σχέσεις με τα παιδιά του, την πολιτική του δράση) μάλλον επιγραμματικά και διακριτικά. Όσοι αναζητούν ψυχολογικό ή κοινωνικό πορτρέτο θα το βρουν ψυχρό σε σύγκριση με μεταγενέστερες βιογραφίες (όπως αυτή του Walter Isaacson ή του Albrecht Fölsing).
- **Προ-1982 Ιστοριογραφικό Πλαίσιο:** Επειδή εκδόθηκε το 1982, πριν ολοκληρωθεί η έκδοση των πρώτων τόμων του *Collected Papers of Albert Einstein*, ο Pais δεν είχε στη διάθεσή του ορισμένα νεανικά ερωτικά γράμματα Einstein–Mileva που ανακαλύφθηκαν το 1986. Ωστόσο, αυτό επηρεάζει ελάχιστα την επιστημονική αξία του έργου.

3. Συγκριτική Αξιολόγηση

Χαρακτηριστικό	Αξιολόγηση	Σχόλιο
Επιστημονική Ακρίβεια	★★★★★ (Αξεπέραστη)	Αποτελεί σημείο αναφοράς ακόμη και για ιστορικούς της επιστήμης και θεωρητικούς φυσικούς.
Βιογραφικό Βάθος	★★★☆☆ (Επιλεκτικό)	Εστιάζει στον άνθρωπο μέσα από τη δουλειά του· αποφεύγει τις προσωπικές λεπτομέρειες.
Αναγνωσιμότητα	★★★☆☆ (Απαιτητική)	Εξαιρετική γραφή και χιούμορ, αλλά απαιτεί υπόβαθρο Φυσικής για τα τεχνικά μέρη.
Ιστορική Αξία	★★★★★ (Κλασικό)	Τιμήθηκε με το *National Book Award* (1983)· παραμένει το «χρυσό πρότυπο» επιστημονικής βιογραφίας.

Εν κατακλείδι

Το *Subtle is the Lord* είναι ένα **αριστούργημα επιστημονικής βιογραφίας**. Για έναν φυσικό ή έναν αναγνώστη με μαθηματική παιδεία, προσφέρει τη σπάνια εμπειρία να παρακολουθήσει βήμα-βήμα τη σκέψη του Einstein «από μέσα» — όχι ως μυθοποιημένη ιδιοφυΐα, αλλά ως έναν επίμονο ερευνητή που πάλευε με εξισώσεις, πειραματικά δεδομένα και βαθιές φιλοσοφικές αρχές.



Το **"Einstein: His Life and His Universe"** (2007) του δημοσιογράφου, ιστορικού και βιογράφου **Walter Isaacson** (γνωστού επίσης για τις βιογραφίες των Steve Jobs, Leonardo da Vinci και Benjamin Franklin) αποτελεί την πιο δημοφιλή και ολοκληρωμένη **ανθρωποκεντρική βιογραφία** του Einstein για το ευρύ αναγνωστικό κοινό.

[***Einstein: His Life and Universe,*** by Walter Isaacson, Simon & Schuster 2007. Έχει εκδοθεί και στα Ελληνικά από τις Εκδόσεις ΨΥΧΟΓΙΟΣ (2018) με τίτλο ***ALBERT EINSTEIN Η Βιογραφία μιας Ιδιοφυΐας***.]

1. Τα Δυνατά Σημεία (Γιατί ξεχωρίζει ως βιογραφία)

- **Αφηγηματική Δεινότητα και Πληρότητα Προσωπικότητας:** Εκεί όπου ο Abraham Pais εστιάζει στον επιστήμονα, ο Isaacson αναπλάθει ολόκληρο τον άνθρωπο: τον αντισυμβατικό φοιτητή στη Ζυρίχη, τον παθιασμένο αλλά συχνά ψυχρό και απόμακρο σύζυγο και πατέρα, τον φιλειρηνιστή που υπέγραψε την επιστολή στον Roosevelt για το πρόγραμμα Manhattan, τον υποστηρικτή των πολιτικών δικαιωμάτων στις ΗΠΑ και τον δημόσιο διανοούμενο.
- **Πρόσβαση στα Νεότερα Αποχαρακτηρισμένα Αρχεία:** Όταν ο Isaacson έγραψε το βιβλίο (2007), είχε πλέον στη διάθεσή του τα ερωτικά γράμματα Einstein–Mileva Marić, τους φακέλους του FBI (J. Edgar Hoover) για την παρακολούθηση του Einstein, καθώς και το υλικό για την αγνοημένη κόρη τους, Lieserl — στοιχεία που δεν υπήρχαν στη διάθεση του Pais το 1982.
- **Εξαιρετική Εκλαΐκευση των Νοητικών Πειραμάτων:** Χωρίς να χρησιμοποιεί εξισώσεις (εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις όπως η $E = mc^2$), ο Isaacson αποδίδει με εντυπωσιακή καθαρότητα τη **διαίσθηση** πίσω από τις θεωρίες του Einstein. Εξηγεί αριστοτεχνικά τα νοητικά πειράματα (το κυνήγι της ακτίνας φωτός, το τρένο και τους κεραυνούς, τον ανελκυστήρα που πέφτει ελεύθερα) συνδέοντάς τα με την αντισυμβατική του ψυχολογία.

2. Οι Αδυναμίες και οι Περιορισμοί του Βιβλίου

- **Απουσία Μαθηματικού και Τεχνικού Βάθους:** Για έναν φυσικό ή αναγνώστη που αναζητά τη μαθηματική δομή της θεωρίας, το βιβλίο παραμένει στην επιφάνεια. Δεν θα βρει κανείς την εξαγωγή των μετασχηματισμών Lorentz, τη γεωμετρία Riemann, τους τανυστές Ricci ή τη μαθηματική διατύπωση της στατιστικής Bose–Einstein. Ο Isaacson δεν είναι φυσικός (παρότι συμβουλεύτηκε κορυφαίους φυσικούς όπως τον Gerald Holton και τον Kip Thorne για να αποφύγει ανακρίβειες).
- **Επιφανειακή Αντιμετώπιση της Κβαντικής Διαμάχης:** Αν και περιγράφει ζωντανά τις ιστορικές συναντήσεις του Einstein με τον Niels Bohr στα συνέδρια Solvay, η ανάλυση του θεωρήματος EPR (Einstein–Podolsky–Rosen) και της κβαντικής διεμπλοκής είναι αρκετά απλουστευμένη σε σχέση με τη φιλοσοφική και φυσική της βαρύτητα.

- **Έμφαση στη «Μυθολογία» της Επαναστατικότητας:** Ο Isaacson τείνει συχνά να αποδίδει την επιστημονική ιδιοφυΐα του Einstein στην «ανυπακοή» του απέναντι στην εξουσία — ένα αφηγηματικό μοτίβο που επαναλαμβάνει και στις βιογραφίες του για τον Steve Jobs ή τον Da Vinci, απλουστεύοντας κάποιες φορές τη βαθιά γνώση και τον σεβασμό που έτρεφε ο Einstein για την κλασική παράδοση (Maxwell, Lorentz, Boltzmann).

3. Συγκριτική Αξιολόγηση: Isaacson vs Pais

Κριτήριο	Walter Isaacson (2007)	Abraham Pais (1982)
Κύριος Άξονας	Η ζωή, η ψυχολογία, η πολιτική και η δημόσια εικόνα του Einstein.	Η εξέλιξη των φυσικών ιδεών και των εξισώσεων του Einstein.
Απαιτούμενο Υπόβαθρο	Κανένα (προσιτό σε κάθε μορφωμένο αναγνώστη).	Προπτυχιακό επίπεδο Φυσικής & Μαθηματικών.
Αρχειακή Κάλυψη	Περιλαμβάνει τα γράμματα για τη Mileva/Lieserl και τους φακέλους FBI.	Στηρίζεται στα επιστημονικά αρχεία και την προσωπική γνωριμία.
Ανάλυση Θεωριών	Εννοιολογική, μέσω νοητικών πειραμάτων.	Πλήρης μαθηματική και ιστορική ανασυγκρότηση.
Ιδανικό για...	Κατανόηση του ανθρώπου, της εποχής και της πολιτισμικής του επίδρασης.	Βαθιά κατανόηση του πώς δουλεύει η θεωρητική φυσική.

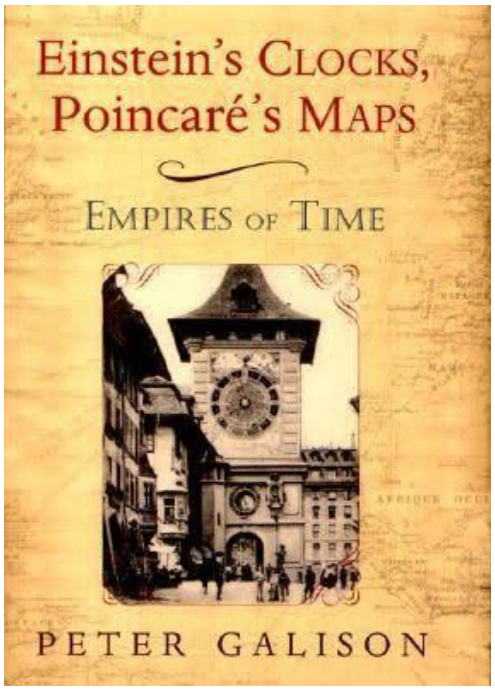
Εν κατακλείδι

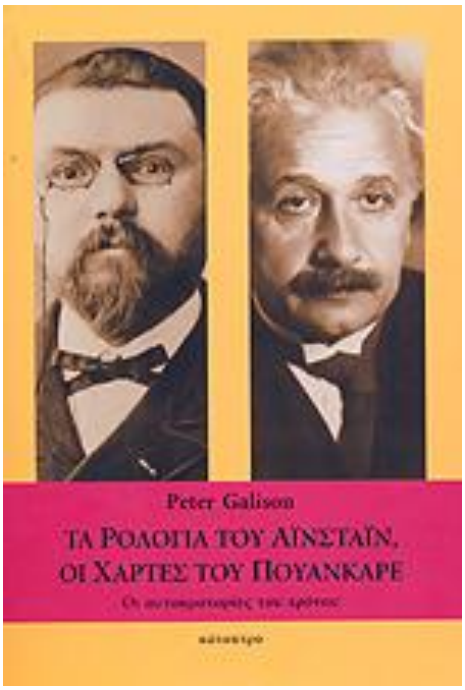
Τα δύο βιβλία λειτουργούν **συμπληρωματικά**: το *Subtle is the Lord* του Pais είναι η αυθεντική ανατομία του **νου του φυσικού**, ενώ το *Einstein: His Life and His Universe* του Isaacson είναι το πληρέστερο πορτρέτο του **ανθρώπου μέσα στην ιστορία του 20ού αιώνα**.

Η επιλογή των παρακάτω επτά έργων συγκροτεί μια εξαιρετική, πολυδιάστατη βιβλιογραφία για προπτυχιακούς φοιτητές Φυσικής: καλύπτει την ιστορία της τεχνολογίας, τη φιλοσοφία της αντίληψης, την αυστηρή μαθηματική θεμελίωση, τον πεδιακό φορμαλισμό, την εκλαΐκευση υψηλού επιπέδου και τη σύνδεση με την κβαντική επανάσταση.

Ακολουθεί η κριτική και παιδαγωγική αξιολόγηση καθενός από τα επτά βιβλία:

1. *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps: Empires of Time* — Peter Galison (2003)





Einstein's Clocks, Poincare's Maps: Empires of Time, by Peter Galison, W.W. Norton & Company 2003

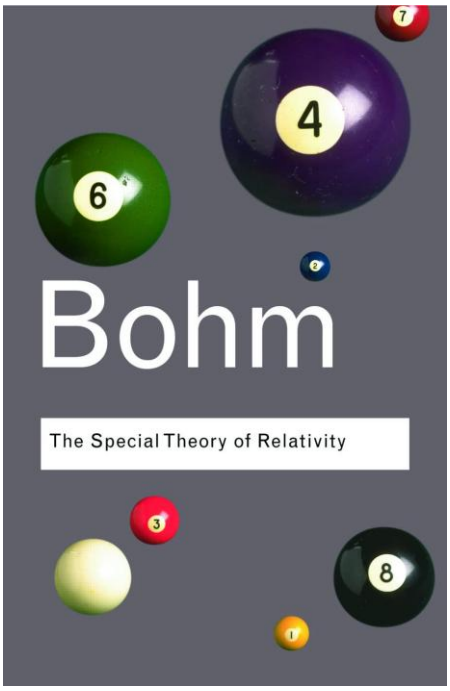
ΤΑ ΡΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΙΝΣΤΑΙΝ, ΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΤΟΥ ΠΟΥΑΝΚΑΡΕ - Οι Αυτοκρατορίες του Χρόνου, ΚΑΤΠΤΡΟ 2007

Ο Peter Galison (φυσικός και ιστορικός της επιστήμης στο Harvard) ανατρέπει την εικόνα της «καθαρής αφηρημένης σκέψης», δείχνοντας πώς η σχετικότητα του ταυτοχρονισμού γεννήθηκε μέσα από τις απτές τεχνολογικές προκλήσεις του τέλους του 19ου αιώνα: τον τηλεγραφικό συγχρονισμό των σιδηροδρόμων (όπου εργαζόταν ο Einstein ως εξεταστής διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας στη Βέρνη) και την ακριβή χαρτογράφηση των γεωγραφικών μηκών (όπου πρωτοστατούσε ο Henri Poincaré στο Γραφείο Γεωγραφικών Μηκών στο Παρίσι).

- **Δυνατά σημεία:** Απομυθοποιεί τον «απομονωμένο στοχαστή», προσφέροντας στους φοιτητές ένα συναρπαστικό ιστορικό και υλικό πλαίσιο για το *γιατί* ο συγχρονισμός ρολογιών με ηλεκτρομαγνητικά σήματα ήταν το κεντρικό τεχνικό πρόβλημα της εποχής.
- **Περιορισμοί:** Δεν είναι εγχειρίδιο Φυσικής· δεν περιέχει μαθηματικές εξαγωγές και εστιάζει κυρίως στην κοινωνιολογία και την ιστορία της τεχνολογίας.
- **Παιδαγωγικός ρόλος:** Ιδανικό ως συμπληρωματικό ιστορικό ανάγνωσμα για να κατανοήσουν οι πρωτοετείς τη λειτουργική (operational) σημασία του ταυτοχρονισμού.

2. *The Special Theory of Relativity* — David Bohm (1965)

Προϊόν των πανεπιστημιακών παραδόσεων του Bohm στο Birkbeck College, το βιβλίο αυτό αποτελεί ίσως την πιο βαθιά **εννοιολογική και επιστημολογική εισαγωγή** στη θεωρία.



- **Δυνατά σημεία:** Αναλύει με μοναδική διαύγεια τη μετάβαση από τον αιθέρα του Lorentz στον χωρόχρονο του Einstein. Το περίφημο Παράρτημα για την αντίληψη (*Perception* κατά Piaget) συνδέει τα σχετικιστικά αναλλοίωτα με τον τρόπο που ο ανθρώπινος νους συγκροτεί την έννοια του αντικειμένου.
- **Περιορισμοί:** Είναι σχετικά φειδωλό σε τυπικές ασκήσεις επίλυσης προβλημάτων (π.χ. κινηματική κρούσεων 4-διανυσμάτων) σε σύγκριση με σύγχρονα αμερικανικά εγχειρίδια.
- **Παιδαγωγικός ρόλος:** Αναντικατάστατο για φοιτητές που δυσκολεύονται να συμφιλιώσουν τη διαίσθησή τους με τη διαστολή του χρόνου και τη συστολή του μήκους.

The Special Theory of Relativity, by David Bohm (Author), John D. Barrow (Introduction), Routledge Classics 2006

3. *Theory of Relativity* — Wolfgang Pauli (1921 / Dover 1981)

Γραμμένο αρχικά ως λήμμα για την *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* όταν ο Pauli ήταν **μόλις 21 ετών**, το έργο αυτό απέσπασε τον ενθουσιώδη έπαινο του ίδιου του Einstein, ο οποίος έγραψε ότι κανείς δεν θα μπορούσε να μαντέψει πως το συνέγραψε ένας τόσο νέος άνθρωπος.

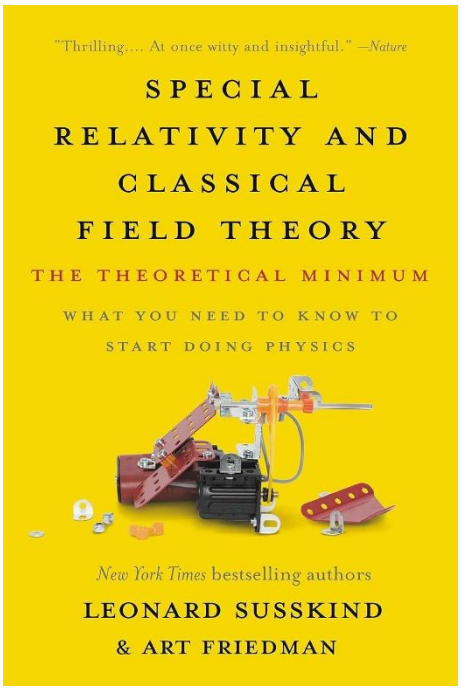


- **Δυνατά σημεία:** Εγκυκλοπαιδική πληρότητα, απαράμιλλη μαθηματική αυστηρότητα και πυκνότητα. Καλύπτει τόσο την Ειδική όσο και τη Γενική Σχετικότητα (συμπεριλαμβανομένου του τανυστικού λογισμού, της σχετικιστικής θερμοδυναμικής, της υδροδυναμικής και των πρώτων ενοποιημένων θεωριών Weyl–Kaluza).
- **Περιορισμοί:** Εξαιρετικά πυκνό και απαιτητικό για πρωτοετείς· λειτουργεί περισσότερο ως έργο αναφοράς παρά ως εισαγωγικό διδακτικό εγχειρίδιο.
- **Παιδαγωγικός ρόλος:** Εξαιρετικό εργαλείο αναφοράς για προχωρημένους φοιτητές που θέλουν να δουν την αυστηρή τανυστική διατύπωση της θεωρίας.

Theory of Relativity, by W. Pauli, Dover Books on Physics 1981

4. *Special Relativity and Classical Field Theory* — Leonard Susskind & Art Friedman (2017)

Μέρος της σειράς *The Theoretical Minimum* του Susskind (Stanford), το βιβλίο αυτό συνδέει απευθείας την Ειδική Σχετικότητα με τη **Λαγκρανζιανή μηχανική και την κλασική θεωρία πεδίων** (ηλεκτρομαγνητισμός).

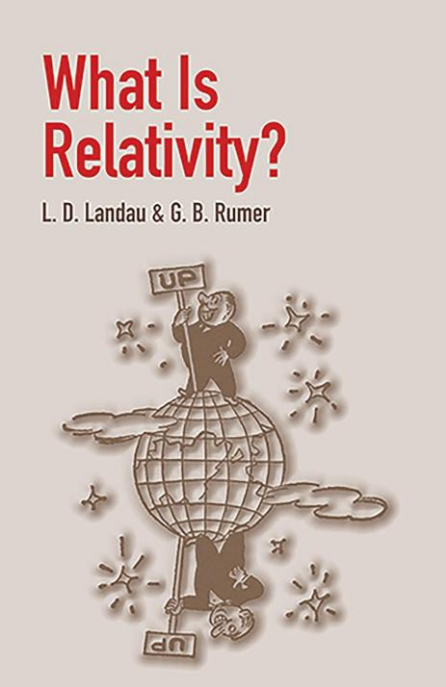


- **Δυνατά σημεία:** Μαθαίνει στον φοιτητή να σκέφτεται με όρους συμμετριών, δράσης (Least Action Principle), τανυστών και 4-διανυσμάτων από την πρώτη στιγμή, προετοιμάζοντάς τον ομαλά για την Κβαντική Θεωρία Πεδίου και τη Γενική Σχετικότητα.
- **Περιορισμοί:** Παρακάμπτει την ιστορική εξέλιξη και τη συμβολομετρία, πηγαίνοντας κατευθείαν στον αναλυτικό/γεωμετρικό φορμαλισμό.
- **Παιδαγωγικός ρόλος:** Ιδανική γέφυρα ανάμεσα στο εισαγωγικό μάθημα Σχετικότητας και τα μαθήματα Αναλυτικής Μηχανικής και Ηλεκτροδυναμικής του 2ου και 3ου έτους.

Special Relativity and Classical Field Theory: The Theoretical Minimum
by Leonard Susskind and Art Friedman, Basic Books 2017

5. *What is Relativity?* — Lev Landau & Yuri Rumer (1959)

Ένα μικρό αριστούργημα εκλαϊκευσης από τον κορυφαίο Σοβιετικό θεωρητικό φυσικό Lev Landau (γραμμένο με χιούμορ ενώ βρισκόταν στη φυλακή το 1938 και δημοσιευμένο αργότερα).

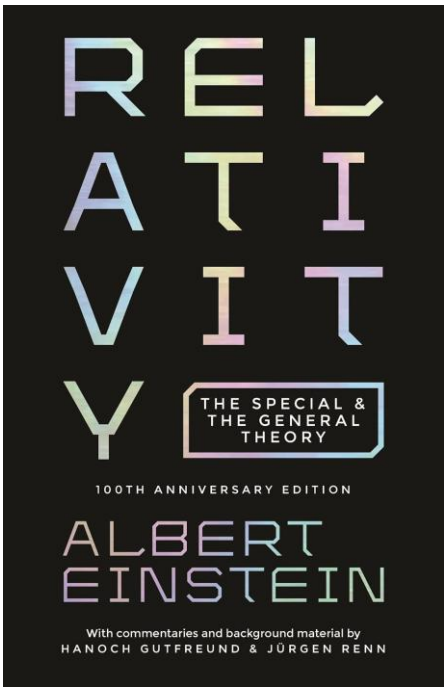


- **Δυνατά σημεία:** Εξηγεί τη σχετικότητα της κίνησης, της ταχύτητας, του μήκους και του χρόνου χρησιμοποιώντας ευφυείς καθημερινές αναλογίες (τρένα, ποτάμια, χάρτες) και ελάχιστη στοιχειώδη άλγεβρα. Αποκαλύπτει πώς σκέφτεται ένας κορυφαίος φυσικός όταν απογυμνώνει ένα φαινόμενο από τα περιττά μαθηματικά.
- **Περιορισμοί:** Είναι καθαρά εκλαϊκευτικό· δεν αρκεί για να λύσει ένας φοιτητής προβλήματα σχετικιστικής δυναμικής ή μετασχηματισμών πεδίων.
- **Παιδαγωγικός ρόλος:** Άριστο εισαγωγικό ανάγνωσμα για τις πρώτες δύο εβδομάδες του εξαμήνου, πριν εισαχθούν οι μετασχηματισμοί Lorentz.

What Is Relativity? by L.D. Landau and G.B. Rumer, Dover Publications 2013

6. *Relativity: The Special and the General Theory* — Albert Einstein (1916)

Το κλασικό βιβλίο του ίδιου του δημιουργού, γραμμένο με στόχο να γίνει κατανοητό σε όποιον διαθέτει «επίπεδο απολυτηρίου γυμνασίου» (Maturität).

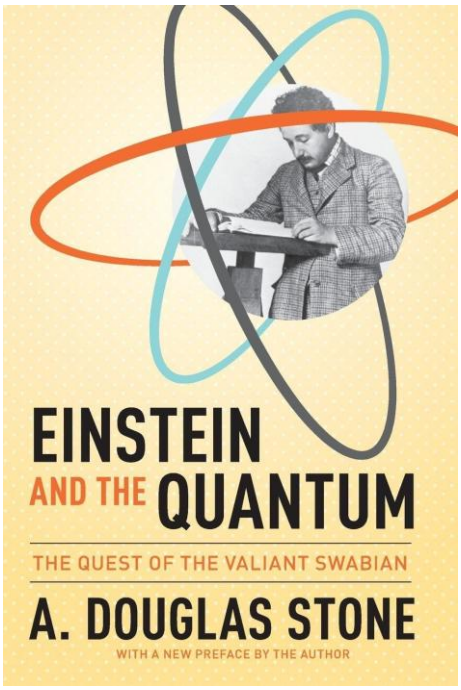


- **Δυνατά σημεία:** Η απαράμιλλη καθαρότητα της σκέψης του Einstein. Ο τρόπος με τον οποίο εισάγει τα συστήματα συντεταγμένων, το παράδειγμα της πέτρας που πέφτει από το τρένο, τη σχετικότητα του ταυτοχρονισμού (το τρένο και οι κεραυνοί) και τη γεωμετρική ερμηνεία της βαρύτητας αποτελεί υπόδειγμα επιστημονικής γραφής.
- **Περιορισμοί:** Η απλότητα της γραφής είναι συχνά απατηλή: επειδή αποφεύγει τα προχωρημένα μαθηματικά, απαιτεί μεγάλη νοητική συγκέντρωση για να ακολουθήσει κανείς τα λογικά βήματα.
- **Παιδαγωγικός ρόλος:** Πρωτογενής πηγή που κάθε φοιτητής Φυσικής οφείλει να διαβάσει έστω μία φορά στις σπουδές του.

Relativity: The Special and the General Theory – 100th Anniversary Edition, by A. Einstein, Princeton University Press 2019

7. *Einstein and the Quantum: The Quest of the Valiant Swabian* — A. Douglas Stone (2013)

Ο φυσικός A. Douglas Stone (Yale) διορθώνει μια μεγάλη ιστορική αδικία: στη συλλογική μνήμη ο Einstein ταυτίζεται σχεδόν αποκλειστικά με τη Σχετικότητα και την κριτική του στην κβαντομηχανική, ενώ στην πραγματικότητα **υπήρξε ο βασικός αρχιτέκτονας της πρώιμης Κβαντικής Θεωρίας** (περισσότερο ακόμη και από τον Planck).



- **Δυνατά σημεία:** Αναδεικνύει τη βαθιά ενότητα στη σκέψη του Einstein το 1905: πώς η ίδια στατιστική μέθοδος και η έννοια της αναλλοιότητας τον οδήγησαν ταυτόχρονα στα κβάντα φωτός (φωτόνια), στις ειδικές θερμότητες των στερεών, στον κυματοσωματιδιακό δυϊσμό (1909) και στη στατιστική Bose–Einstein.
- **Περιορισμοί:** Δεν πραγματεύεται την Ειδική Σχετικότητα καθαυτή, παρά μόνο ως παράλληλη ιστορική και μεθοδολογική εξέλιξη του *Annus Mirabilis* (1905).
- **Παιδαγωγικός ρόλος:** Πολύτιμο για να κατανοήσουν οι φοιτητές ότι η Ειδική Σχετικότητα και η Κβαντική Θεωρία δεν γεννήθηκαν σε στεγανά, αλλά μέσα από το ίδιο ενιαίο ερευνητικό πρόγραμμα του Einstein.

Einstein and the Quantum: The Quest of the Valiant Swabian by A. Douglas Stone, Princeton University Press 2015

Συγκριτικός Οδηγός Προτεινόμενης Χρήσης για τους Φοιτητές

Βιβλίο	Επίπεδο Μαθηματικών	Κύρια Εστίαση	Πότε να προτείνεται στο Εξάμηνο
Landau & Rumer	Στοιχειώδες	Διαίσθηση & βασικές έννοιες	**1η–2η εβδομάδα** (εισαγωγή)
Einstein (1916)	Βασική άλγεβρα	Πρωτογενής λογική δομή	**Αρχή εξαμήνου** (παράλληλα με τις διαλέξεις)
Galison	Ιστορικό / Μη τεχνικό	Τεχνολογία συγχρονισμού & ιστορία	**Ενδιάμεσα του εξαμήνου**
Bohm	Προπτυχιακό (Εισαγωγικό)	Εννοιολογικό & φιλοσοφικό βάθος	**Καθ' όλη τη διάρκεια** του μαθήματος
Susskind & Friedman	Προπτυχιακό (2ου–3ου έτους)	4-διανύσματα, Λαγκρανζιανή & πεδία	**Στις διακοπές** (προετοιμασία για H/M)
Pauli	Προχωρημένο (Τανυστές)	Πλήρης μαθηματική εγκυκλοπαίδεια	**Έργο αναφοράς** για αριστούχους προχωρημένων εξαμήνων
Douglas Stone	Εννοιολογικό / Ιστορικό	Ενότητα 1905 (Σχετικότητα & Κβάντα)	**Ελεύθερο ανάγνωσμα** (μετάβαση σε Κβαντική)

(Επιλογή Βιβλιογραφίας: Ε. Στυλιάρης, Κριτικός σχολιασμός: AI)