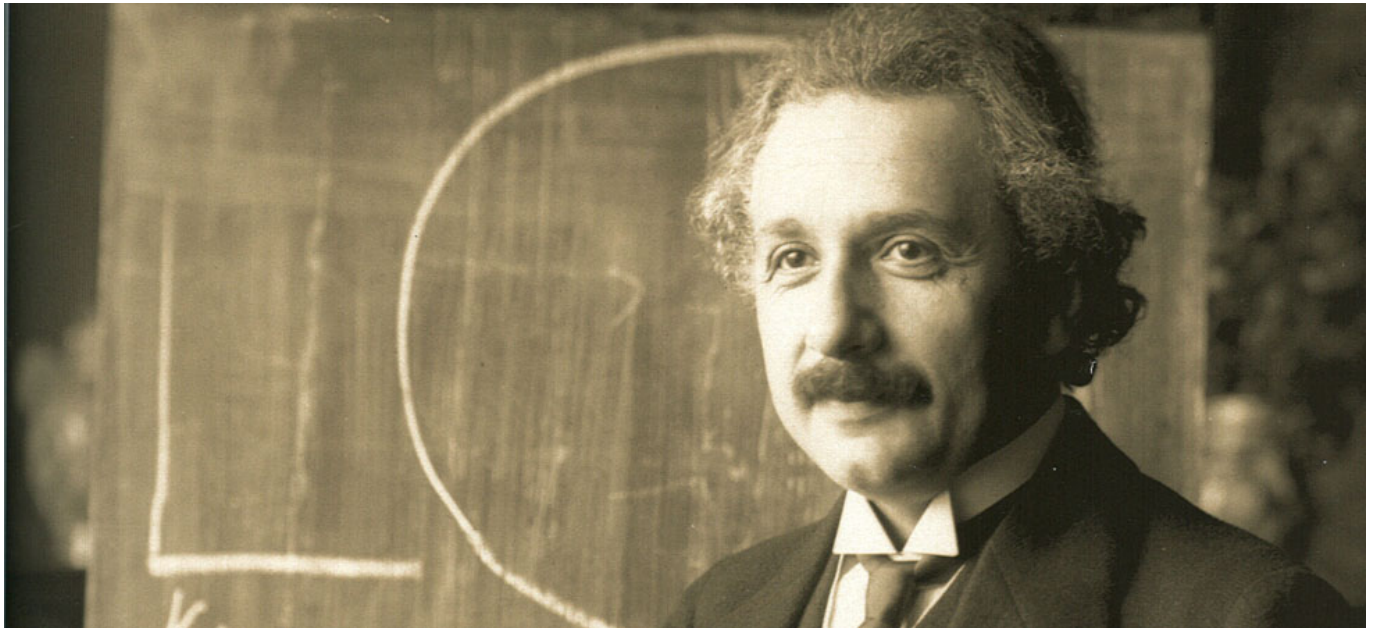


## Αϊνστάιν και σχετικότητα ενώπιον της ιστορίας...

/ [Πεμπτούσια](#)

Image not found or type unknown



**Αν και θεμελιακά, τα άρθρα του Einstein (1905) δεν ήταν από μόνα τους αρκετά για το ξεκίνημα αυτών των δύο μεγάλων επιστημονικών επαναστάσεων του 20ου αιώνα, ούτε, επίσης, καθόρισαν εξ ολοκλήρου το περιεχόμενο των νέων αυτών περιοχών της φυσικής.**

*\*26/9/1905: Ο Albert Einstein δημοσιεύει την ειδική θεωρία της σχετικότητας*

Η επανάσταση στην αντίληψη του χώρου και του χρόνου, που έφεραν τα δύο άρθρα του 1905 για τη σχετικότητα, αφορούσαν μόνο ό,τι σήμερα ονομάζουμε ειδική θεωρία. Η πλήρης διατύπωση της γενικής θεωρίας, όπου η βαρύτητα ερμηνεύεται μέσω της γεωμετρίας ενός καμπυλωμένου χωροχρόνου, κατορθώθηκε μόνο μετά από δέκα χρόνια.

Αλλά ακόμη και η ειδική σχετικότητα, με τις εντυπωσιακά βαθιές αντιλήψεις που ο Einstein παρουσίασε το 1905, δεν ήταν μια θεωρία αποκλειστικά δική του, αφού στηριζόταν και σε προηγούμενες ιδέες - κυρίως του Lorentz και του Poincare. Επιπλέον, από την προσέγγιση του Einstein απουσίαζε ακόμη μια έννοια -αυτή του χωροχρόνου- την οποία εισήγαγε ο Hermann Minkowski τρία χρόνια αργότερα. Η έννοια αυτή του 4-διάστατου χωροχρόνου υιοθετήθηκε γρήγορα από τον Einstein

και χρησίμευσε σαν ακρογωνιαίος λίθος στη θεμελίωση της πιο μεγάλης δημιουργίας του Einstein: της γενικής θεωρίας της σχετικότητας.

Ως προς την κβαντική μηχανική, το έναυσμα της επανάστασης είχε δοθεί από τα εξαιρετικά άρθρα του Planck στα 1900, όπου έδωσε την περίφημη σχέση  $E=hn$ , η οποία παρουσίαζε την ενέργεια να παράγεται σε χωριστά μικρά «πακέτα», σε ποσά ανάλογα με την συχνότητα της ακτινοβολίας. Όμως οι ιδέες του Planck ήταν δύσκολο να ενταχθούν στο πλαίσιο της τότε φυσικής, και φαίνεται ότι μόνο ο Einstein είχε αντιληφθεί τη θεμελιώδη σημασία των κάπως πειραματικών προτάσεων του Planck. Χρειάστηκαν πολλά χρόνια μέχρι να βρει η κβαντική μηχανική την κατάλληλη διατύπωση της - και τη φορά αυτή οι ενοποιητικές ιδέες δεν ήρθαν από τον Einstein αλλά από κάποιους άλλους φυσικούς, και κυρίως από τους Bohr, Heisenberg, Schrodinger, Dirac και Feynman.

Υπάρχουν κάποια αξιομνημόνευτα σημεία -σχεδόν παράδοξα!- στη σχέση του Einstein με την κβαντική φυσική. Το πιο παλιό, και ίσως το πιο εντυπωσιακό από τα φαινομενικώς αυτά παράδοξα, είναι το γεγονός ότι το επαναστατικό του άρθρο για τα κβαντικά φαινόμενα (άρθρο 5) και αυτό της σχετικότητας (άρθρο 3), φαίνεται να ξεκινούν από αντιφατικές απόψεις για την εξήγηση του φωτός από την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell.

Στο άρθρο 5, ο Einstein απορρίπτει ρητά την άποψη ότι οι εξισώσεις του Maxwell αρκούν για να εξηγήσουν τη φύση του φωτός -ως κύματα του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου- και προτείνει αντίθετα ένα μοντέλο όπου το φως συμπεριφέρεται σωματιδιακά. Εντούτοις, στο άρθρο 3, αναπτύσσει την ειδική θεωρία σχετικότητας με αφετηρία ότι οι εξισώσεις Maxwell είναι θεμελιακά ορθές!- και η θεωρία της σχετικότητας που κατασκευάζει είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να αφήνει άθικτες τις εξισώσεις. Ακόμη και στην αρχή του άρθρου 5, όπου ο Einstein εισάγει μια «σωματιδιακή» άποψη για το φως, σε αντίθεση με τη θεωρία του Maxwell, σχολιάζει για την τελευταία ότι «ίσως δεν θα αντικατασταθεί ποτέ από μία άλλη θεωρία».

Η φαινομενική αυτή αντίφαση γίνεται ακόμη πιο εντυπωσιακή, όταν κανείς σκεφθεί ότι η εξαιρετική δύναμη του Einstein ως φυσικού, ήταν ακριβώς η ικανότητα του να διαισθάνεται τη δομή και λειτουργία της Φύσης. Για έναν άλλον συνηθισμένο φυσικό θα έλεγε κανείς ότι «δοκίμαζε» το ένα μοντέλο μετά το άλλο, (κοινή πρακτική σήμερα!). Όμως κάτι τέτοιο δεν συνέβαινε στον Einstein! Αυτός φαινόταν να έχει ξεκάθαρη και σε βάθος αντίληψη για το πώς λειτουργεί η Φύση, σε πολύ διαφορετικό βαθμό από άλλους φυσικούς.

Πράγματι, μια ιδιαίτερη ικανότητά του ήταν η σύλληψη της φυσικής

πραγματικότητας. Βρίσκω αδιανόητο ότι μέσα στον ίδιο χρόνο θα δημοσίευε δύο άρθρα βασισμένα σε, κατά τη γνώμη του, αντιφατικές απόψεις για τη Φύση. Ασφαλώς, είχε διαισθανθεί -σωστά όπως αποδείχθηκε- ότι στο «βάθος» δεν υπήρχε πραγματική αντίφαση μεταξύ της ακρίβειας -ουσιαστικά, «αλήθειας»- της κυματικής θεωρίας του Maxwell και της εναλλακτικής «κβαντικής» άποψης, την οποία και πρότεινε στο άρθρο 5.

Στο νου μας έρχονται οι προσπάθειες του Νεύτωνα με το ίδιο ουσιαστικά πρόβλημα -300 χρόνια νωρίτερα- όταν πρότεινε ένα περίεργο μίγμα κυματικών και σωματιδιακών απόψεων, ώστε να εξηγήσει τις συγκρουόμενες απόψεις για τη συμπεριφορά του φωτός. Στην περίπτωση του Νεύτωνα, κατανοούμε την πεισματική προσκόλλησή του στη σωματιδιακή εικόνα, αν λάβουμε υπόψη την (εύλογη) άποψη ότι ήθελε να διατηρήσει μια αρχή σχετικότητας. Όμως, το επιχείρημά του αυτό ευσταθούσε μόνον αν αυτή η αρχή σχετικότητας ήταν η γαλλιλαιϊκή (και νευτώνεια). Το επιχείρημα αυτό δεν ίσχυε στη περίπτωση του Einstein, αφού αυτός προωθούσε μια διαφορετική αρχή σχετικότητας, στην οποία η κυματική θεωρία του Maxwell έπρεπε να μείνει άθικτη.

Πρέπει, λοιπόν, κάπου βαθύτερα να βρίσκονται οι αιτίες της ακλόνητης επιμονής του Einstein ότι, μολονότι η κυματική θεωρία του φωτός του Maxwell ήταν, κατά κάποιον τρόπο, «αληθής» -και εδραιωμένη το 1905- έπρεπε εντούτοις να τροποποιηθεί σε κάτι διαφορετικό που, από μια άποψη, έφερνε στη μνήμη την υβριδική «κυματική-σωματιδιακή» εικόνα που φανταζόταν ο Νεύτων πριν τρεις αιώνες.

Μια καθοδηγητική δύναμη για τον Einstein φαίνεται πως ήταν η επίγνωση της σύγκρουσης μεταξύ της διακριτής φύσης των σωματιδίων, συστατικών των σωμάτων με βάρος, και της συνεχούς φύσης των πεδίων του Maxwell.

Στα άρθρα του 1905 φαίνεται καθαρά πόσο τον απασχολούσε αυτό το πρόβλημα. Τα άρθρα 1 και 2 αφορούν άμεσα τη φύση των μορίων και άλλων μικρών σωματιδίων που συνιστούν ένα υγρό, φέρνοντας στο προσκήνιο την «ατομική» φύση της ύλης. Τα άρθρα αυτά φανερώνουν επίσης πόσο ήταν κάτοχος των φυσικών-στατιστικών τεχνικών. Το εξαιρετικό αυτό εφόδιό του χρησιμοποιεί και στο άρθρο 5, αναλύοντας και τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία με τον ίδιο τρόπο, εξηγώντας έτσι φαινόμενα που δεν εξηγούνται μόνο από την θεωρία του Maxwell για το φως. Κατέστησε φανερό ότι, η εικόνα της κλασικής προσέγγισης των συνεχών πεδίων και διακριτών σωματιδίων που συνυπάρχουν, αλληλεπιδρώντας μεταξύ τους, δεν είχε πραγματικό φυσικό νόημα. Με τον τρόπο αυτό, έκανε ένα πρώτο σπουδαίο βήμα προς τη σημερινή κβαντική θεωρία: τα σωματίδια έχουν

πράγματι και κυματικό χαρακτήρα, ενώ τα πεδία και σωματιδιακό. Η κβαντική εικόνα οδηγεί στην άποψη ότι σωματίδια και κύματα δεν είναι παρά το ίδιο πράγμα!

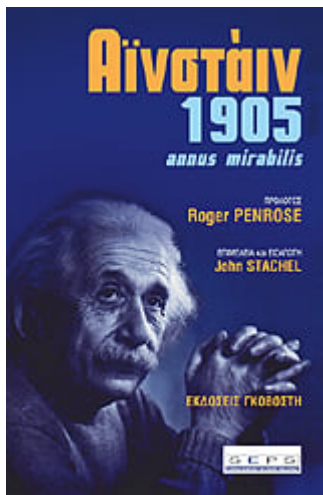
Ένα άλλο, φαινομενικά παράδοξο έρχεται συχνά στο νου: Αφού ο Einstein ξεκίνησε με τόση υπεροχή ως προς τους συγχρόνους του φυσικούς στην κατανόηση των κβαντικών φαινομένων, γιατί άραγε έμεινε πίσω στις μετέπειτα εξελίξεις της κβαντικής θεωρίας; Πράγματι, ο Einstein ούτε καν δεχόταν την κβαντική θεωρία, όπως αυτή τελικά διαμορφώθηκε στη δεκαετία του 1920. Πολλοί νομίζουν ότι ο Einstein εμποδίστηκε από την «ξεπερασμένη» ρεαλιστική άποψή του, ενώ ο Bohr, ιδιαίτερα, προχώρησε απλά επειδή ξεπέρασε την σε κβαντικό επίπεδο «φυσική πραγματικότητα» των μορίων, ατόμων και στοιχειωδών σωματιδίων. Πάντως, είναι γεγονός ότι τα θεμελιακά επιτεύγματα του Einstein το 1905, εξαρτώνταν απόλυτα από την αταλάντευτη επιμονή του στην τω όντι πραγματικότητα στο μοριακό και υποατομικό επίπεδο. Αυτό είναι ιδιαίτερα φανερό στα πέντε άρθρα αυτού του βιβλίου.

Είναι αλήθεια δυνατό, να έχει νόημα αυτό που ίσως μερικοί οπαδοί του Bohr ισχυρίζονται, ότι δηλαδή ο Einstein βρισκόταν σε μεγάλη πλάνη; Δεν το πιστεύω! Προσωπικά ασπάζομαι την πίστη του Einstein στην «πραγματικότητα» του υπομικροσκοπικού επιπέδου, καθώς και την πεποίθησή του ότι η σημερινή κβαντική μηχανική είναι θεμελιακά ατελής. Πιστεύω, επίσης, ότι θα αποκαλυφθούν κρίσιμες όψεις της φύσης αυτής της πραγματικότητας, οι οποίες θα προέλθουν τελικά από την βαθύτερη ανάλυση μιας φαινομενικής σύγκρουσης μεταξύ των αρχών της κβαντικής θεωρίας και αυτών της γενικής σχετικότητας.

Νομίζω ότι, όταν αυτές οι όψεις αποκαλυφθούν και χρησιμοποιηθούν κατάλληλα, τότε μόνον θα εξαλειφθεί η θεμελιακή σύγκρουση μεταξύ των νόμων του μικρόκοσμου της κβαντικής θεωρίας και αυτών του μακρόκοσμου της γενικής σχετικότητας. Πώς άραγε θα γίνει αυτό; Αυτό θα μας το πει μόνον ο χρόνος και - πιστεύω- μια νέα επανάσταση, ίσως σε ένα νέο *annus mirabilis!*

---

**Παρατήρηση:** το παρόν άρθρο αποτελεί απόσπασμα από τον πρόλογο του ROGER PENROSE στο βιβλίο των ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΓΚΟΒΟΣΤΗ:



***1905 Annus Mirabilis***

***Συγγραφέας: Einstein, Albert***

***Μετάφραση: Νίκος Ταμπάκης***

***Επιμέλεια: John Stachel***

***ISBN: 960-270-820-4***

***Έτος έκδοσης: 2000 / Πρώτη έκδοση: 2000***

***Δέσιμο: Μαλακό εξώφυλλο***

***Διαστάσεις: 23x15 - Σελίδες: 184***