

1^ο μέρος

ΑΦΗΓΗΤΗΣ

Φως: Μια λέξη που προσδιορίζει κάτι πολύ σημαντικό για όλους μας

Τι είναι όμως το φώς;

Θα απαντήσουμε στην ερώτηση από τη σκοπιά της επιστήμης

Οι πρώτες αντιλήψεις για τη φύση του φωτός είχαν συνδεθεί με τη λειτουργία της όρασης και συνέκλιναν στο ότι το φώς είναι «τροχιές πολύ μικρών αόρατων σωματιδίων» .

Οι αντιλήψεις αυτές διατηρήθηκαν μέχρι το 17^ο αιώνα μετά Χριστό

Το σημείο αυτό είναι που αρχίζει η δική μας παρουσίαση: **ΟΘΟΝΗ 17^{ος} -18^{ος} αιώνας**

ΚΡΙΤΕΣ (ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ)

ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΣΚΗΝΗΣ

1)Αναρωτιέμαι μήπως αυτές τις αντιλήψεις που έχουμε για το φώς πρέπει να τις ξαναδούμε;

2)Γιατί το λες αυτό έχεις κάτι στο μυαλό σου;

1) Να σκέπτομαι ότι τώρα έχουμε μέσα που τότε δεν είχαν όπως τους φακούς, και τα τηλεσκόπια

2) Για να δούμε θα βρεθεί κάποιος να ξαναδεί αυτό το θέμα της φύσης του φωτός .

ΝΕΥΤΩΝ (είσοδος- κρατάει βιβλίο optics)

Ισαάκ Νεύτων. Γεννημένος το 1643 στην Αγγλία.

Όλοι με γνωρίζουν, οι τρεις νόμοι της κίνησης, ο νόμος της παγκόσμιας έλξης, είναι δικά μου έργα

ΚΡΙΤΕΣ

Τα γνωρίζουμε αυτά, αλλά το θέμα μας εδώ είναι η φύση του φωτός

ΝΕΥΤΩΝ

Το φώς. Μα ήταν το θέμα της πρώτης μου επιστημονικής εργασίας το 1672. Την εξέδωσα το 1704 σε πιο πλήρη μορφή με τον τίτλο Optics. *Είναι δυνατόν μια ιδιοφυΐα σαν εμένα να μην ασχοληθεί με τη φύση του φωτός;*

ΚΡΙΤΕΣ

Και ποια είναι λοιπόν θεωρία σας για τη φύση του φωτός

ΝΕΥΤΩΝ

Σας διαβάζω από το Optics: **ανοίγει το βιβλίο που κρατάει** « ΕΑΝ ΗΜΟΥΝ ΥΠΟΧΡΕΩΜΕΝΟΣ ΝΑ ΑΠΟΔΕΧΤΩ ΜΙΑ ΘΕΩΡΙΑ, Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΘΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΑ, ΕΙΝΑΙ ΑΥΤΗ ΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΟΡΑΤΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΦΩΤΕΙΝΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ. ΕΙΝΑΙ Η ΠΛΕΟΝ ΑΛΗΘΟΦΑΝΗΣ»

Μπαίνει το ΦΩΣ στη σκηνή. ...

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Καλά τα λέει ο Νεύτων
- 2) Και έχει ασχοληθεί και με τόσα άλλα επιστημονικά θέματα.

ΧΟΥΧΕΝΣ (είσοδος- κρατάει βιβλίο «*Traité de la lumiere*»)

Για μισό λεπτό

ΚΡΙΤΕΣ

Ποιος είστε εσείς;

ΧΟΥΧΕΝΣ

Κρίστιαν Χόιχενς, γεννημένος στην Ολλανδία το 1629. Αστρονόμος, μαθηματικός και κατασκευαστής ρολογιών ακριβείας. Υποβάλλω τα σέβη μου.

ΚΡΙΤΕΣ

Μάλιστα, το θέμα όμως που μας απασχολεί είναι η φύση του φωτός, έχετε κάτι για αυτό;

ΧΟΥΧΕΝΣ

Βέβαια έχω. Μια ολοκληρωμένη θεωρία. Την παρουσίασα στο βιβλίο μου «*Traité de la lumiere*» που εξέδωσα το 1678.

ΚΡΙΤΕΣ

Ποια είναι λοιπόν η θεωρία σας για τη φύση του φωτός

ΧΟΥΧΕΝΣ

Το φως είναι κύμα. Η φύση του μπορεί να περιγραφεί με τον καλύτερο τρόπο με τους νόμους της κυματικής

Μπαίνει το ΦΩΣ στη σκηνή .

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Είμαι λίγο μπερδεμένος
- 2) Εγώ να δεις

ΑΦΗΓΗΤΗΣ

Το 1689 ο Χόιχενς ταξίδεψε στο Λονδίνο και συναντήθηκε με τον Νεύτωνα
Ας αναπαραστήσουμε το διάλογο τους με τη φαντασία μας

Χ

Αγαπητέ Ισαάκ θεωρώ τιμή μου να συναντώ μια μεγαλοφυΐα των επιστημών όπως εσύ. Όμως θα ήθελα να σου επισημάνω ότι στο θέμα της φύσης του φωτός έχεις κάνει λάθος. Το φως είναι κύμα.

N

Μα τι λες τώρα αγαπητέ Κρίστιαν;. Αν μελετήσεις τη θεωρία μου θα δεις ότι εξηγεί με σαφήνεια τα φαινόμενα του φωτός όπως η ανάκλαση **ΟΘΟΝΗ**, η διάθλαση **ΟΘΟΝΗ** και η ανάλυση σε χρώματα όταν περνά μέσα από πρίσμα **ΟΘΟΝΗ X**

Αυτά τα εξηγεί και η δική μου θεωρία **ΟΘΟΝΗ** με τη θεώρηση ότι το φως είναι κύμα

N

Κύματα είναι τα κύματα της θάλασσας που διαδίδονται στο νερό. Αν το φως είναι κύμα σε ποιο μέσο διαδίδεται;

X

Εδώ κάνω μια υπόθεση για ένα ιδανικό μέσο τον αιθέρα που είναι ελαστικός αβαρής, αόρατος και βρίσκεται παντού. Στον αιθέρα διαδίδεται το φως.

N

Όχι μια αλλά πολλές υποθέσεις κάνεις για αυτό τον αιθέρα. Αυτά λέγονται από την εποχή του Αριστοτέλη και δεν έχουν οδηγήσει πουθενά.

X

Μα και εσύ κάνεις υποθέσεις στη θεωρία σου όταν λες ότι το φως είναι σωματίδιο. Υπάρχουν πολλά χρώματα, θα υποθέσεις ότι υπάρχουν και πολλά διαφορετικά σωματίδια λοιπόν.

N

Ακριβώς

X

Δε μου ακούγεται πολύ καλά αυτό

N

Αφού με προκαλείς θα σου πω και το άλλο. Γνωρίζεις τα κυματικά φαινόμενα της περίθλασης και της συμβολής;

X

Τα γνωρίζω

N

Τα έχεις παρατηρήσει στο φως

X

Όχι αλλά μπορεί να μου λείπουν τα τεχνολογικά μέσα

N

Η μπορεί η θεωρία σου να είναι λάθος

X

Και η δική σου μπορεί να είναι λάθος

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Καλά τα είπαν αν και των δύο οι θεωρίες φαίνονται να αλλά έχουν και αδυναμίες
- 2) Δε μπορεί όμως και έχουν δίκιο και οι δύο
- 1) Πρέπει θα πάρουμε θέση. Εγώ κλίνω προς τον Νεύτωνα. Εσύ;
- 2) Και εγώ. Μια αυθεντία αυτού του επιπέδου δεν κάνει λάθη
- 1) Σας ανακοινώνω με ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ότι το φως αποτελείται από σωματίδια (σφυράκι)

ΕΞΟΔΟΣ

ΑΦΗΓΗΤΗΣ

Η σύγκρουση των δύο θεωριών έληξε με επικράτηση της σωματιδιακής θεωρίας του Νεύτωνα. Όχι γιατί δεν είχε και αυτή αδυναμίες όπως άλλωστε και η θεωρία του Χόυχενς αλλά γιατί ο Νεύτων θεωρείτο μεγαλύτερη αυθεντία . Κρατήστε πάντως αυτό το «με βεβαιότητα» που είπαν.

2^ο μέρος

ΑΦΗΓΗΤΗΣ

Αγγλία 19^{ος} αιώνας. Βρισκόμαστε στο 1803

ΟΘΟΝΗ 19^{ος} αιώνας

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Τελικά αυτή η θεωρία του Νεύτωνα για τη φύση του φωτός έχει στερεές βάσεις
- 2) Συμφωνώ. Του χρόνου κλίνει ένας αιώνας από την δημοσίευση του έργου του Optics που την περιγράφει και δεν έχει υπάρξει καμία αμφισβήτηση.
 - 1) Είμαι βέβαιος ότι θα αντέξει για πολλούς αιώνες ακόμη

ΓΙΑΝΚ (είσοδος)

Δεν το νομίζω, χαίρεται κύριοι

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Ποιος είστε κύριε εσείς;
- 2) Ποιος σας έδωσε το δικαίωμα να μας αναστατώνετε;

ΓΙΑΝΚ

Να συστηθώ. Τόμας Γιάνκ. Γεννημένος το 1773 στην Αγγλία.

ΚΡΙΤΕΣ

Είστε Φυσικός κύριε Γιανκ;

ΓΙΑΓΚ

Έχω σπουδάσει Ιατρική αλλά έχω ασχοληθεί και με πολλές άλλες επιστήμες.

ΚΡΙΤΕΣ

Τι έχετε να μας πείτε λοιπόν για τη φύση του φωτός;

ΓΙΑΝΚ

Η θεωρία για τη φύση του φωτός, και αναφέρομαι στη θεωρία του Νεύτωνα, δεν είναι σωστή. Το φως έχει ιδιότητες κύματος. Η κυματική θεωρία είναι η σωστή.

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Καταλαβαίνεται τι λέτε;
- 2) Αυτά που ισχυρίζεστε, αν είναι τεκμηριωμένα, που πολύ αμφιβάλλω προκαλούν μεγάλη ανατροπή.

ΓΙΑΝΚ

Βεβαίως. Είναι όλα απόλυτα τεκμηριωμένα. Όπως σας είπα εκτός τις ιατρικής ασχολούμαι με πολλά άλλα. Πραγματοποίησα λοιπόν ένα πείραμα με σχισμές και διαπίστωσα ότι το φως παθαίνει περίθλαση που είναι καθαρά κυματικό φαινόμενο. Δείτε και μόνοι σας (ΟΘΟΝΗ)

ΚΡΙΤΕΣ (μεταξύ τους)

- 1) Τι λέει αυτός εδώ; Εγώ λέω να μην του δώσουμε σημασία
- 2) Έχω ακούσει για αυτόν. Έχει ασχοληθεί με τη λειτουργία της όρασης, μιλάει ένα σωρό ξένες γλώσσες, , έχει ασχοληθεί με την ελαστικότητα των υλικών με τα μαθηματικά έχει γνώσεις .
- 1) Εντάξει έχει. Αλλά είναι ΓΙΑΤΡΟΣ τι ξέρει από Φυσική. Αμφισβητεί τον Νεύτωνα. Δεν τον δέχομαι
- 2) (Προς τον Γιαγκ) Αυτά που μας λέτε είναι πολύ ανατρεπτικά;

ΓΙΑΝΚ

Μα τα παρουσίασα και στη Βασιλική Ακαδημία του Λονδίνου

ΚΡΙΤΗΣ

Όμως δεν μπορούμε με ένα πείραμα που κάνατε, που μπορεί να είναι και λάθος, να τα ανατρέψουμε όλα. Εδώ μιλάμε για θεωρία διατυπωμένη από τον μεγάλο Νεύτωνα, και σεις δεν είστε καν φυσικός Λυπάμαι

ΓΙΑΝΚ

Μα....

ΚΡΙΤΕΣ

Λυπάμαι

ΜΑΞΟΥΕΛ (εισοδος)

Ο κύριος Γιαγκ έχει δίκιο

ΚΡΙΤΕΣ (μεταξύ τους)

- 1) Ποιος είναι αυτός;
- 2) Δεν τον ξέρω μάλλον γιατρός θα είναι κι αυτός

ΜΑΞΟΥΕΛ

Τζέιμς Κλάρκ Μάξουελ από το Εδιμβούργο. Φυσικός και μαθηματικός. Έργο μου είναι η σύνθεση της θεωρίας του ηλεκτρομαγνητισμού. Η θεωρία αυτή είναι η πιο πλήρης φυσική θεωρία μέχρι τώρα. Δείτε τις τέσσερις εξισώσεις που την περιγράφουν

ΚΡΙΤΕΣ

Έχουμε ακούσει για σας. Σας ρωτώ λοιπόν : Συμφωνείτε με την θέση του κυρίου Γιάνκ ότι το φως είναι κύμα;

ΜΑΞΟΥΕΛ

Φυσικά

ΚΡΙΤΕΣ

Είναι δηλαδή το φώς κύμα; Όπως τα κύματα της θάλασσας;

ΜΑΞΓΟΥΕΛ

Είναι κύμα αλλά διαφέρει από τα κύματα της θάλασσας. Είναι **ηλεκτρομαγνητικό** κύμα

ΚΡΙΤΕΣ

Ποια είναι η διαφορά;

ΜΑΞΟΥΕΛ

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εκπέμπονται όταν ηλεκτρικά φορτία κινούνται με επιτάχυνση. Δημιουργείται τότε ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο που είναι μεταξύ τους κάθετα. Η διάδοση των δύο πεδίων είναι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα. **(ΟΘΟΝΗ)**

ΚΡΙΤΕΣ

Και γιατί πιστεύετε το φώς είναι Η/Μ κύμα;

ΜΑΞΓΟΥΕΛ

Γιατί η ταχύτητά του είναι ίδια ακριβώς με την ταχύτητα των Η/Μ κυμάτων. Δεν μπορεί αυτό να είναι τυχαίο

ΚΡΙΤΕΣ

Ναι αλλά τα κύματα χρειάζονται μέσο διάδοσης, ποιό είναι το μέσο διάδοσης για τα Η/Μ κύματα;

ΜΑΞΓΟΥΕΛ

Ο αιθέρας φυσικά

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Νομίζω ότι η μεγάλη ανατροπή είναι γεγονός . Το φώς είναι κύμα
- 2) Συμφωνώ. Για να είμαι ειλικρινής όταν το είπε ο Γιανκ δεν τον πίστεψα, είπα τι ξέρει από φυσική ένας γιατρός, όμως μετά από την τοποθέτηση και του Μάξγουελ έχω πειστεί
- 1) Το ανακοινώνουμε λοιπόν;
- 2) Ναι
- 1) Σας ανακοινώνω με ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ότι το φώς έχει κυματική φύση(σφυράκι)

ΕΞΟΔΟΣ

ΑΦΗΓΗΤΗΣ

Νάτη πάλι η βεβαιότητα. Ο Γιανκ και δίκιο είχε και πειραματική επιβεβαίωση. Αν όμως δεν τον στήριζε ο Μαξγουελ Οι αλλαγές για να πείσουν θέλουν μεγάλη προσπάθεια.

3^ο μέρος

ΑΦΗΓΗΤΗΣ

Από την έκδοση του Optics του Νεύτωνα μέχρι το πείραμα του Γιάνκ μεσολάβησαν σχεδόν 100 χρόνια

Ας κάνουμε ένα ανάλογο βήμα στο χρόνο και ας βρεθούμε στο 1900, στη Γερμανία

ΟΘΟΝΗ 20^{ος} αιώνας

ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΡΙΤΩΝ ΕΙΣΟΔΟΣ ΠΛΑΝΚ

ΠΛΑΝΚ

Εδώ είναι η επιστημονική επιτροπή για τη φύση του φωτός;

ΚΡΙΤΕΣ

Μάλιστα εδώ είναι

ΠΛΑΝΚ

Επιτέλους σας βρήκα. Έχω σπουδαία νέα

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Νέα; Τι νέα; Για τη φύση του φωτός έχετε νέα;
- 2) Κατ αρχήν πείτε μας ποίος είστε

ΠΛΑΝΚ

Μάξ Πλάνκ, Φυσικός. Κάνω για την ακτινοβολία του μέλανος σώματος.

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Και έχει η ερευνά σας σχέση με τη φύση του φωτός;
- 2) Έχετε κάτι νέο να μας ανακοινώσετε; Για τη φύση του φωτός εννοώ

ΠΛΑΝΚ

Μάλιστα. Όπως σας είπα μελετώ την ακτινοβολία του μέλανος σώματος και μπορώ να την ερμηνεύσω με την παραδοχή ότι το φώς έχει σωματιδιακή φύση. Είναι σωματίδιο.

ΚΡΙΤΕΣ (συχνόνως)

Σωματίδιο;

- 1) Πάει θα τρελαθώ (πετάει χαρτιά)
- 2) (απευθύνεται στον άλλο κριτή) Ήρεμησε (απευθύνεται στον Πλάνκ) Δηλαδή μας λέτε ότι πρέπει να γυρίσουμε στην θεωρία του Νεύτωνα: Ότι το φώς έχει σωματιδιακή φύση;

ΠΛΑΝΚ

Όχι ακριβώς. Μελέτησα όλα τα φαινόμενα του φωτός , δεν ερμηνεύονται όλα επαρκώς αν δεχθούμε μόνο τη σωματιδιακή φύση του.

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Τι θα πει δεν ερμηνεύονται επαρκώς;
- 2) Ποια είναι λοιπόν η φύση του φωτός κύριε Πλάνκ; Είναι σωματιδιακή ή κυματική; Πρέπει να απαντήσετε ξεκάθαρα

ΠΛΑΝΚ

Απαντώ. Είναι και τα δύο. Είναι σωματίδιο αλλά είναι και κύμα. Έχει δηλαδή διπλή φύση. Άλλοτε εμφανίζεται σαν σωματίδιο και άλλοτε σαν κύμα. Είναι κβάντο ενέργειας, για αυτό και η θεωρία μου ονομάζεται κβαντική θεωρία. (ΟΘΟΝΗ) και αναπαράσταση.

ΚΡΙΤΕΣ

Δεν καταλαβαίνω τίποτα

ΠΛΑΝΚ

Είναι σαν ένα νόμισμα. Έχει δύο διαφορετικές όψεις . Κάθε φορά βλέπουμε τη μια άλλα είναι το ίδιο πάντα νόμισμα.

ΚΡΙΤΕΣ

- 1)Άλλο τα νομίσματα. Άλλο η Φυσική.
- 2) Καταλαβαίνετε ότι αυτά που μας λέτε είναι πέρα από την κοινή λογική

ΠΛΑΝΚ

Η αλήθεια είναι ότι η θεωρία αυτή είναι μια δύσκολη θεωρία, γιατί προσκρούει στην κοινή λογική και εμπειρία. Μόνο με την γλώσσα των Μαθηματικών μπορεί κανείς να την προσεγγίσει και όχι με την κοινή λογική.

ΚΡΙΤΕΣ

Κύριε Πλάνκ όπως καταλαβαίνετε αυτά που μας λέτε δεν είναι εύκολο να τα δεχθούμε. Υπάρχουν άλλοι επιστήμονες που να τα δέχονται;

ΠΛΑΝΚ

Βεβαίως και υπάρχουν.

ΚΡΙΤΕΣ

Ας έλθουν λοιπόν να τους ακούσουμε

ΑΙΝΣΤΑΙΝ (ΕΙΣΟΔΟΣ)

Αλμπερτ Αϊνστάιν. Θεμελιωτής της θεωρίας της σχετικότητας. Όταν δημοσίευσα τα τέσσερα άρθρα μου στο περιοδικό *Χρονικά της Φυσικής* το 1905 άλλαξαν τα πάντα στην πορεία της Φυσική. Σε αυτά ά διατύπωσα την ειδική θεωρία της σχετικότητας, ασχολήθηκα με τη μελέτη της κίνησης Μπράουν και έδωσα την ερμηνεία του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Αυτή η τελευταία – ερμηνεία του φωτοηλεκτρικού φαινομένου – είναι που ταιριάζει απόλυτα με την κβαντική θεωρία του Μαξ Πλάνκ.

ΚΡΙΤΕΣ

1) Δηλαδή συμφωνείτε με την κβαντική θεωρία ;

ΑΙΝΣΤΑΙΝ

Απολύτως. Μην σας διαφεύγει ότι το 1921 βραβεύτηκα με το βραβείο Νόμπελ για την ερμηνεία του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

ΚΡΙΤΕΣ

- 1) Έχω μείνει άφωνος
- 1) Ας έλθει και ο δεύτερος υποστηρικτής σας

ΝΙΛΣ ΜΠΟΡ (ΕΙΣΟΔΟΣ)

Νιλς Μπορ από τη Δανία.

ΚΡΙΤΕΣ

Σας ακούμε

ΜΠΟΡ

Μελετώ τις ατομικές ακτινοβολίες. Το μοντέλο πυρήνας και ηλεκτρόνια γύρω του από μόνο του δεν μπορεί να εξηγήσει το εκπεμπόμενο φάσμα

ΚΡΙΤΕΣ

Δηλαδή;

ΜΠΟΡ

Αν ακολουθήσουμε την ηλεκτρομαγνητική θεωρία που γνωρίζουμε από τον Μαξγουλ το φάσμα θα έπρεπε να είναι συνεχές. Όμως τα πειραματικά δεδομένα μας εμφανίζουν γραμμικό φάσμα. Διατύπωσα λοιπόν δύο συνθήκες που θεμελιώνονται στην κβαντική θεωρία και έδωσα το απαραίτητο υπόβαθρο για την ερμηνεία των πειραματικών δεδομένων για το φάσμα του υδρογόνου. (ΟΘΟΝΗ)

ΚΡΙΤΕΣ

Και σεις δηλαδή στηρίζετε την κβαντική θεωρία του Πλάνκ

ΜΠΟΡ

Απολύτως.

ΚΡΙΤΕΣ

Δεν είναι όμως λίγο ακαταλαβίστικα όλα αυτά;

ΜΠΟΡ

Ένα μόνο θα σας πω είναι : Αν η κβαντική θεωρία δεν σε έχει συγκλονίσει βαθιά, δεν την έχεις καταλάβει.

ΚΡΙΤΕΣ

(Μεταξύ τους)

- 1) Τι έχεις να πεις ύστερα από όλα αυτά;
- 2) Νομίζω πως φτάσαμε στο τέλος. Η κβαντική θεωρία έχει καλύψει όλες τις περιπτώσεις, όλα τα φαινόμενα
- 1) Συμφωνώ μαζί σου όλα έχουν ερμηνευθεί πλήρως
- 2) Ανακοίνωσε το λοιπόν
- 3) Σας ανακοινώνω με ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ότι το φώς έχει φύση που ερμηνεύεται πλήρως από την κβαντική θεωρία(σφυράκι)

ΑΦΗΓΗΤΗΣ

Φτάσαμε λοιπόν στο συμβιβασμό και σωματίο και κύμα.

Και πάντα με βεβαιότητα

(προς το κοινό)

Εσείς τι λέτε;

Τα ερμηνεύσαμε όλα; (παύση) Έκλεισε ο κύκλος της αναζήτησης; (παύση) Ή η φύση μας έχει εκπλήξεις για το μέλλον;

Συγγραφείς σεναρίου:

Χριστόφορος Στογιάννος (hstog@yahoo.gr)