

"Ερευνώ και Ανακαλύπτω" το Φως και τα Χρώματα στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Ουρανία Γκικοπούλου, Γεώργιος Θεοφ. Καλκάνης
Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών
gikoroulou@gmail.com, kalkanis@primedu.uoa.gr, <http://micro-kosmos.uoa.gr>

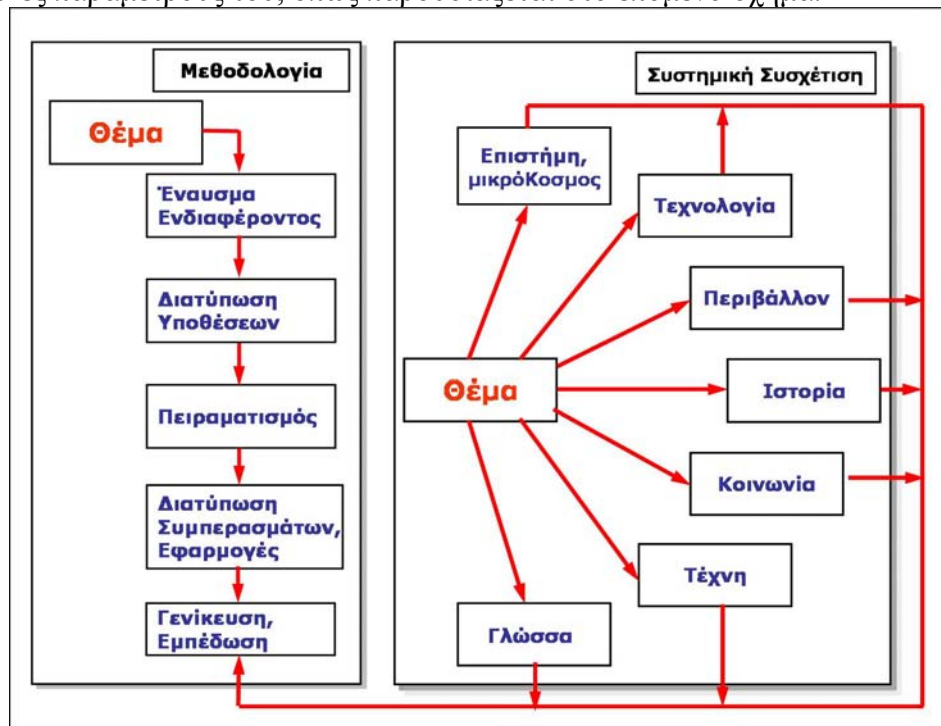
Περίληψη. Με μια δειγματική παρουσίαση μιας πρότυπης εκπαιδευτικής διαδικασίας, η οποία περιλαμβάνει προτάσεις / οδηγίες για τη βέλτιστη ακολουθία των μεθοδολογικών βημάτων και τον χρονικό καταμερισμό της, τη συστημική συσχέτιση των διαθεματικών πληροφοριών, τον αποδεικτικό –επιβεβαιωτικό και απορριπτικό– πειραματισμό και ερμηνευτική αναφορά στον μικρόκοσμο, επιχειρείται η ανάδειξη και η υποστήριξη τόσο της –ευκταίας– εκπαιδευτικής / γνωσιακής όσο και της –επιδιωκόμενης– παιδευτικής / παιδαγωγικής συμβολής των νέων βιβλίων "Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω" (του 2006 για την Ε' και Στ' τάξη του Δημοτικού Σχολείου) στην εκ-παίδευση στις-με τις Φυσικές Επιστήμες κατά την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Πρωταρχική επιδίωξη είναι να προταθεί / επιτευχθεί ο βέλτιστος δυνατός τρόπος αξιοποίησης των επιμέρους βιβλίων ("Τετραδίου Εργασιών" και "Βιβλίου Μαθητή") με την ανακάλυψη της γνώσης και την αποφυγή της απομνημόνευσης. Η παρουσιαζόμενη πρότυπη εκπαιδευτική διαδικασία αφορά στο "Φως και Χρώματα".

Εισαγωγή

Το προτεινόμενο και εφαρμοζόμενο μεθοδολογικό ΕκΠαιδευτικό Πρότυπο αποτελεί μια παιδαγωγική προσέγγιση της ιστορικά καταξιωμένης επιστημονικής ερευνητικής μεθόδου, της μεθόδου με την οποία ο επιστήμονας, ο ερευνητής, ο άνθρωπος ερεύνησε και ερευνά το φυσικό κόσμο. Μια αδρή σχηματοποίηση των βημάτων των βημάτων του παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



Προτείνεται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία κάθε θεματικής ενότητας / θέματος η συνδυαστική εφαρμογή των μεθοδολογικών βημάτων με την συστηματική συσχέτισή του με τις διαθεματικές παραμέτρους του, όπως παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



Προγραμματισμός

Ο προγραμματισμός των προς μελέτη θεματικών ενότητων / θεμάτων γίνεται από τον/την εκπαιδευτικό με βάση το εξής σκεπτικό: Οι πρωταρχικοί στόχοι της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (σε αυτή τη βαθμίδα) είναι η μεθοδολογική συγκρότηση των μαθητών, η δημιουργία ερευνητικής διάθεσης και δυνατότητας δραστηριοποίησης, η απαίτηση και αναζήτηση αποδεικτικών διαδικασιών, η ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας, αλλά και η ολοκλήρωση μιας πολύπλευρης και βαθιάς μόρφωσής τους. Δευτερεύων στόχος (σε αυτή τη βαθμίδα) είναι η ανάπτυξη του γνωσιακού υποβάθρου τους στις φυσικές επιστήμες, η οποία θα ολοκληρωθεί στις επόμενες βαθμίδες της εκπαίδευσης. Γι' αυτό, δεν είναι απαραίτητη η μελέτη όλων των θεματικών ενότητων, οι οποίες προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα, αλλά η συστηματική εφαρμογή και αφομοίωση από τους μαθητές της ερευνητικής και ανακαλυπτικής μεθοδολογίας.

Μια από τις προσφορότερες, με βάση αυτό το σκεπτικό, θεματικές ενότητες είναι η θεματική ενότητα "το Φως και τα Χρώματα", η οποία προβλέπεται, με βάση το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, στην Στ' τάξη του Δημοτικού Σχολείου, και επιλέγεται γι' αυτήν τη δειγματική εφαρμογή μας.

Προετοιμασία

Ο χρόνος της εκπαιδευτικής διαδικασίας προτείνεται να κατανέμεται (%) στα βήματα του μεθοδολογικού εκπαιδευτικού προτύπου ως εξής: Έναυσμα ενδιαφέροντος (~ 15% του χρόνου), Διατύπωση Υποθέσεων (~ 10% του χρόνου), Πειραματισμός (~ 45% του χρόνου), Καταγραφή Συμπερασμάτων (~ 20% του χρόνου), Γενίκευση, Εμπέδωση (~ 10% του χρόνου).

Πριν τη διδασκαλία της ενότητας προτείνεται να μελετηθούν από το "Βιβλίο Δασκάλου" τα εισαγωγικά στοιχεία που απαιτούνται (Διάρκεια, Φύλλα Εργασίας, Λεξιλόγιο, Γενικός Στόχος Κεφαλαίου, Ειδικότεροι Στόχοι, το Κεφάλαιο Συνοπτικά, Συνήθειες Εναλλακτικές

Αντιλήψεις – Συνήθειες Γνωστικές Δυσκολίες, Όργανα και Υλικά, Ανάπτυξη του Κεφαλαίου) καθώς και οι αντίστοιχες σελίδες από το Βιβλίο Μαθητή, προκειμένου να γίνει η επιλογή των κατάλληλων πληροφοριών για τη διαθεματική συσχέτιση και ανάλυση του θέματος. Συγκεκριμένα: από το Βιβλίο Δασκάλου μελέτη θεωρίας (σελ. 201 – 206), επισημάνση διδακτικών στόχων και μελέτη επισημάνσεων φύλλου εργασίας (σελ. 210 - 212), από το Τετράδιο Εργασιών (σελ. 143-147) και από το Βιβλίο Μαθητή (σελ. 102 - 111)

Οι μαθητές οργανώνονται σε ομάδες και καταγράφονται τα απαραίτητα πειραματικά υλικά. Συνιστάται να γίνει καταγραφή των υλικών που απαιτούνται, για όλη την ενότητα και να ζητήσουμε από τις ομάδες των μαθητών να τα συγκεντρώσουν πριν ξεκινήσουμε. Τα υλικά που χρειάζονται στη συγκεκριμένη ενότητα είναι τα παρακάτω. Για κάθε ομάδα: μαύρο χαρτόνι, ταινία, νερό, ξυλομπογιές, κόλλα, ψαλίδι, κυλινδρικό γυάλινο ποτήρι, λευκό χαρτί, χαρτόνι, χοντρή κλωστή. Για τα πειράματα επίδειξης: μικρή λεκάνη, μικρός καθρέπτης, φακός, νερό, 3 μικροί φακοί, μπλε, κόκκινη και πράσινη διαφάνεια.

Η Εκπαιδευτική Διαδικασία


Θέμα: ΦΩΣ – Φως και Χρώματα

Το έναυσμα του ενδιαφέροντος των μαθητών γίνεται με αναφορά / παρατήρηση / σχολιασμό των εικόνων, οι οποίες προτάσσονται του αντίστοιχου θέματος στο "Τετράδιο Εργασιών".

| | | |
|--|---|--|
| <p>Στ' τάξη Εργ. σελ. 143</p>  | <p>Παρατηρώ Ενδιαφέρομαι</p> |  |
|  |  |  |

2. Υποθέσεις

Ο/η εκπαιδευτικός, μετά –ή και συγχρόνως με– το έναυσμα του ενδιαφέροντος των μαθητών του, προκαλεί συζήτηση στην τάξη και προβληματίζει τους μαθητές για το μελετώμενο θέμα. Στη συνέχεια, τους προτρέπει να διατυπώσουν υποθέσεις (ή προαντιλήψεις τους, αν υπάρχουν) για τις αιτίες ή/και την εξέλιξη του μελετώμενου θέματος / φαινομένου, τις οποίες καταγράφει στον πίνακα.

| | | |
|---|--|---|
| <p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 143</p> | <p>Συζητώ Προβληματίζομαι Υποθέτω</p> |  |
| <p>Οι φωτεινές πηγές έχουν διάφορα χρώματα. Στα πυροτεχνήματα η ποικιλία των χρωμάτων είναι αυτή που εντυπωσιάζει. Χρησιμοποιώντας λάμπες με νέον μπορούμε να κατασκευάσουμε πολύχρωμες φωτεινές επιγραφές. Ούτε το φως του ήλιου είναι πάντα λευκό. Έχεις σίγουρα κάποια στιγμή παρατηρήσει το ουράνιο τόξο; Πότε εμφανίζεται;</p> | | |

3. Πειραματισμός

Ο/η εκπαιδευτικός, μετά τη διατύπωση των υποθέσεων (/ προαντιλήψεων) των μαθητών του για το –υπό μελέτη– θέμα / φαινόμενο, ενεργοποιεί τους μαθητές να εκτελέσουν αποδεικτικά (επιβεβαιωτικά ή απορριπτικά) πειράματα, ώστε στη συνέχεια να διατυπώσουν και να αξιολογήσουν τις παρατηρήσεις τους. Τα πειράματα εκτελούνται από τους μαθητές, σε ομάδες. Τα πειράματα απαιτούν απλά και εύκολα ευρέσιμα (στο σπίτι ή ακόμη και σε μικρά καταστήματα, όπου υπάρχουν δημοτικά σχολεία) υλικά ή μέσα. Οι όποιες παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια του πειραματισμού αναγράφονται από τους μαθητές σε πρόχειρο τετράδιο.

| | | |
|---|------------------------------|---|
| <p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 143 - 146</p> | <p>Πειραματίζομαι</p> |  |
|---|------------------------------|---|

Πείραμα 1



Πείραμα



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11



Όργανα - Υλικά
μαύρο χαρτόνι
ψαλίδι
ταινία
κυλινδρικό γυάλινο ποτήρι
νερό
λευκό χαρτί



Ανοιξε στη μέση του μαύρου χαρτονιού μία σχισμή με πλάτος περίπου ένα εκατοστό και ύψος περίπου είκοσι εκατοστά. Κόλλησε με ταινία το χαρτόνι στο ποτήρι, όπως βλέπεις στην εικόνα. Μία ηλιόλουστη μέρα γέμισε το ποτήρι με νερό και τοποθέτησέ το στον ήλιο, έτσι ώστε το φως να περνά πρώτα από τη σχισμή και μετά από το ποτήρι. Στη σκιά του μαύρου χαρτονιού τοποθέτησε οριζόντια το λευκό χαρτί. Συμπλήρωσε την εικόνα ζωγραφίζοντας αυτό που βλέπεις.

 Παρατήρηση

Αυτό το πείραμα απαιτεί ηλιοφάνεια και θα πρέπει το χαρτόνι να έχει μεγαλύτερο ύψος από το ποτήρι. Καλό θα είναι να αποφεύγονται οι μεσημεριανές ώρες που ο ήλιος βρίσκεται ψηλά.

Πειράματα 2 και 3



Πείραμα



3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14



Πείραμα



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11



Όργανα - Υλικά
μικρή λεκάνη
μικρές καθρέπτες
νερό
φακός



Όργανα - Υλικά
λευκό χαρτί
ταινία
ψαλίδι
φακοί
μυλε διαφάνεια
πράσινη διαφάνεια
κόκκινη διαφάνεια

Γέμισε μία μικρή λεκάνη με νερό. Τοποθέτησε στη λεκάνη έναν καθρέπτη, όπως βλέπεις στην εικόνα. Σε ένα μέρος, όσο γίνεται λιγότερο φωτεινό, στρέψε το φακό προς τον καθρέπτη. Κοιτάξε στο ταβάνι κς στον τοίχο απέναντι από τον καθρέπτη. Τι παρατηρείς; Δοκίμασε με το φακό σε διάφορες θέσεις.


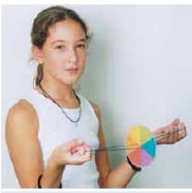

 Παρατήρηση

Σε ένα μέρος όσο γίνεται λιγότερο φωτεινό στερρώσε με ταινία το λευκό χαρτί στον τοίχο. Στερρώσε με ταινία μπροστά από ένα φακό μία μυλε διαφάνεια, μπροστά από έναν άλλο φακό μία πράσινη διαφάνεια και μπροστά από έναν άλλο μία κόκκινη διαφάνεια. Στρέψε το φακό με την κόκκινη διαφάνεια στο λευκό χαρτί. Τι χρώμα βλέπεις στο χαρτί; Δοκίμασε με την πράσινη και την μυλε διαφάνεια. Τι παρατηρείς, όταν το φως και των τριών φακών πέφτει συγχρόνως στο χαρτί;

 Παρατήρηση


Τα πειράματα 2 και 3 μπορούν να γίνουν Πειράματα Επίδειξης

Πείραμα 4


| | |
|--|--|
| <div style="text-align: center;">  <p>Πείραμα 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1</p> </div> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  <p>Όργανα - Υλικά ψαλίδι χαρτόνι κόλλα χοντρή κλωστή</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>Κόψε με το ψαλίδι τους δίσκους που βλέπεις στο επόμενο φύλλο. Κόλλησέ τους στις δύο όψεις ενός δίσκου από χαρτόνι. Άνοιξε μία τρύπα σε κάθε κοκκίδα. Πέρασε από τις τρύπες μία χοντρή κλωστή με μήκος περίπου 80 εκατοστά και δέσε τις άκρες της.</p> </div> </div> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;"> <p>Πέρασε τα δάχτυλά σου στην κλωστή και τέντωσέ την, όπως βλέπεις στην εικόνα. Ζήτησε από ένα συμμαθητή ή μία συμμαθήτριά σου να γυρίσει το δίσκο πολλές φορές και να τον αφήσει, όταν η κλωστή τυλιχτεί αρκετά. Τέντωσε την κλωστή και παρατήρησε το δίσκο που περιστρέφεται. Ο δίσκος που έφτιαξες είναι ζωγραφισμένος με 6 χρώματα. Ονομάζεται δίσκος του Νεύτων από το όνομα του Άγγλου φυσικού που μελέτησε το φως και τα χρώματα με παρόμοιο τρόπο. Τι χρώμα έχει ο δίσκος του Νεύτων, όταν περιστρέφεται;</p> </div> </div> <p>Παρατήρηση</p> <hr/> <hr/> | <p><i>Η κατασκευή του Δίσκου προτείνεται να γίνει από τους μαθητές στο σπίτι. Το χρώμα που θα δούμε από την σύνθεση με το δίσκο συνήθως δεν είναι απόλυτα λευκό χρώμα αλλά μια απόχρωση προς το μπεζ. Αυτό οφείλεται στο ότι η αντίληψη των χρωμάτων είναι ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία.</i></p> |
|--|--|


4. Συμπεράσματα, Εφαρμογές

Ο/η εκπαιδευτικός, μετά την εκτέλεση των πειραμάτων από τους μαθητές και την καταγραφή (σε πρόχειρο τετράδιο) των παρατηρήσεών τους, βοηθά τους μαθητές να αξιολογήσουν τις παρατηρήσεις τους και να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους (στις κατάλληλες θέσεις στο "Τετράδιο Εργασιών"). Έτσι, μία από τις υποθέσεις, οι οποίες έχουν διατυπωθεί, αναγορεύεται σε "θεωρία".

| | | |
|--|---|---|
| <p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 144 - 146 Π.Β.Β. Εργ. σελ. 211 - 212</p> <p>Συμπέρασμα</p> <p>_____ Όταν το λευκό φως περνάει μέσα από ένα διάφανο υλικό με _____ _____ ειδικό σχήμα, αναλύεται σε φως διάφορων χρωμάτων. _____</p> <p>Συμπέρασμα</p> <p>_____ Η σύνθεση φωτός με τα βασικά χρώματα δίνει λευκό φως. _____ _____ _____</p> | <p>Συμπεραίνω Καταγράφω Εφαρμόζω</p> |  |
|--|---|---|

Οι εφαρμογές –προτείνεται να– γίνονται με βάση τις "εργασίες για το σπίτι", από το "Τετράδιο Εργασιών". Ο/η εκπαιδευτικός υποδεικνύει την εφαρμογή των συμπερασμάτων στις "εργασίες για το σπίτι", οι οποίες εκτελούνται και συμπληρώνονται στο σχολείο.


| | | |
|---|--|---|
| <p>Στ' τάξη Τετρ. Εργ. σελ. 146 Βιβλ. Εκπ. σελ. 212</p> | <p>Συμπεραίνω Καταγράφω Εφαρμόζω</p> |  |
|---|--|---|



ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ

1. Για να εμφανιστεί ουράνιο τόξο, υπάρχουν δύο προϋποθέσεις. Μπορείς να τις αναφέρεις;

2. Τι χρώμα έχουν τα σωσίβια στα πλοία; Μπορείς να εξηγήσεις το λόγο;



5. Γενίκευση, Εμπέδωση

Η γενίκευση και η ερμηνεία του υπό μελέτη θέματος –προτείνεται να– γίνεται με βάση τις αναφορές στο πρότυπο του μικροκόσμου καθώς και τις –πολλές και ποικίλες– διαθεματικές αναφορές και προτάσεις διαθεματικών δραστηριοτήτων (ιδίως των τεχνολογικών), οι οποίες περιέχονται στο "Βιβλίο του Μαθητή". Ο/η εκπαιδευτικός υποδεικνύει (και οι μαθητές διαβάζουν εκ περιτροπής στην τάξη) τις αναφορές στο πρότυπο του μικροκόσμου από το "Βιβλίο του Μαθητή", τους βοηθά δε να ερμηνεύσουν και να γενικεύσουν τα συμπεράσματά τους. Ο/η εκπαιδευτικός επιλέγει (και οι μαθητές διαβάζουν εκ περιτροπής στην τάξη) μερικές διαθεματικές πληροφορίες (ή εκτελούν διαθεματικές δραστηριότητες) από το "Βιβλίο Μαθητή" επίσης.

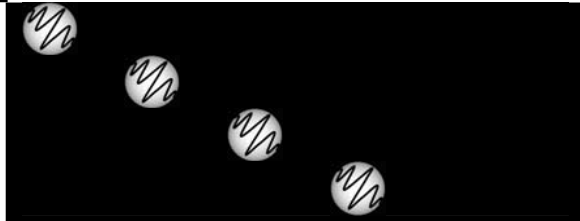
| | | |
|---|---|---|
| <p>Στ' τάξη Βιβλ. Μαθ. σελ. 106</p> | <p>Γενικεύω, μικροΕρμηνεύω, Συσχετίζω, Εμπεδώνω</p> |  |
|  | <p>Όταν το λευκό φως του Ήλιου πέσει επάνω σε ένα γυαλί με ακανόνιστο σχήμα, σε μια σαπουνόφουσκα, ακόμη και σε ένα διάφανο πλαστικό στυλό, παρατηρούμε ότι εμφανίζονται διάφορα χρώματα. Το λευκό φως είναι, λοιπόν, σύνθεση πολλών ακτινοβολιών με διαφορετικά χρώματα. Την ανάλυση του λευκού φωτός παρατήρησε πρ. το φαινό κύμα ή τα φωτόνια, όταν αλληλεπιδρούν με τις τα σωματίδια ενός υλικού σώματος, δεν αλλάζουν μόνο ως κατεύθυνση αλλά και χαρακτηριστικά. Ένα από τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η συχνότητα του φωτός, την οποία εμείς αντιλαμβανόμαστε ως χρώμα. Γιατί όμως έχουν τα διάφορα αντικείμενα γύρω μας διαφορετικό χρώμα; Ας πάρουμε τα πράγματα με τη σειρά... Γνωρίζεις ότι το λευκό φως είναι η σύνθεση όλων των χρωμάτων. Όταν το λευκό φως πέσει, για παράδειγμα, σε ένα κόκκινο αντικείμενο, απορροφώνται όλα τα φωτόνια εκτός από αυτά με μια συγκεκριμένη συχνότητα, τη συχνότητα που αντιστοιχεί στο κόκκινο χρώμα. Τα φωτόνια αυτά ανακλώνται από την επιφάνεια του αντικείμενου και φτάνουν μέχρι τα μάτια μας. Βλέπουμε το αντικείμενο κόκκινο! Και τότε ένα σώμα έχει μαύρο χρώμα; Όταν απορροφά όλα τα φωτόνια και δεν ανακλά κανένα! Τώρα μένει μόνο να σκεφτείς πότε ένα αντικείμενο έχει λευκό χρώμα....</p> | |
| <p>για τον εκπαιδευτικό</p>  | | |

Με τον όρο κυματοσωματιδιακός διϊσμός του φωτός αποδίδεται η θεώρηση / αντιμετώπιση από την επιστήμη (και) της ορατής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας –εναλλακτικά– είτε ως κύματος είτε ως σωματιδίων / φωτονίων, με ισοδύναμες τις δυο εναλλακτικές εκφάνσεις της. Η ερμηνεία μερικών οπτικών φαινομένων αποδεικνύεται αποτελεσματικότερη όταν κατά την εκπαιδευτική διαδικασία γίνεται αναφορά και στο σωματιδιακό και στο κυματικό πρότυπο του φωτός. Αντίθετα, για την ερμηνεία άλλων οπτικών φαινομένων (όπως της διάθλασης, της συμβολής της περίθλασης ή της ανάλυσης του φωτός) δεν είναι επαρκής ούτε υποβοηθητική η αναφορά στο σωματιδιακό πρότυπο, ενώ είναι απαραίτητη η αναφορά στο κυματικό πρότυπο. Η εκπαιδευτική απεικόνιση του φωτός, άλλοτε ως κύμα και άλλοτε ως σωματίδια / φωτόνια, πολλές φορές δημιουργεί σύγχυση, ιδιαίτερα στις πρώιμες εκπαιδευτικές βαθμίδες. Η πρότασή (μας), η απεικόνιση και με τις δύο μορφές του συγχρόνως, ίσως είναι υποβοηθητική της πρώιμης αποδοχής της κυματοσωματιδιακής φύσης του και διευκολύνει την εξοικείωση με αυτή.

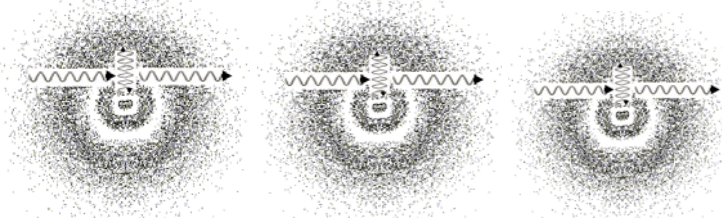


Το φως το απεικονίζουμε συχνά με τη σχεδίαση φωτεινών ακτίνων.

Στο μικρόκοσμο, όμως, το φως το συμβολίζουμε άλλοτε ως σωματίδια, τα φωτόνια, τα οποία δεν έχουν μάζα αλλά μόνον ενέργεια, και άλλοτε ως κύμα, το φωτεινό κύμα το οποίο μεταφέρει ενέργεια. Μπορούμε να το συμβολίζουμε, συγχρόνως, και ως φωτόνια και ως κύμα.



Φως εκπέμπεται από σώμα όταν τα ηλεκτρόνια των ατόμων του έχουν διεγερθεί από όποια άλλη –εκτός της φωτεινής– μορφή ενέργειας (πρωτογενής εκπομπή φωτός), ενώ επανεκπέμπεται όταν τα ηλεκτρόνια των ατόμων του έχουν διεγερθεί από φωτεινή ενέργεια (δευτερογενής εκπομπή φωτός). Ως φωτεινή ενέργεια, υπενθυμίζουμε, χαρακτηρίζεται συνήθως η ενέργεια των ορατών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων / φωτός..



Η αίσθηση της όρασης μας επιτρέπει να ανιχνεύουμε με γυμνό οφθαλμό μόνο ένα πολύ μικρό τμήμα του φάσματος. Την περιοχή αυτή ονομάζουμε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ή ορατό φως. Το μήκος κύματος του ορατού φωτός διακυμαίνεται από 400 έως 700 nm περίπου (δηλαδή 400 ως $700 \cdot 10^{-9}$ m), με αντίστοιχες συχνότητες από 750 έως 430 THz περίπου (δηλαδή 7,5 ως $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz). Κάθε υποπεριοχή του ορατού φάσματος προκαλεί στον άνθρωπο την αίσθηση κάποιου συγκεκριμένου χρώματος. Το χρώμα των σωμάτων δεν είναι πρωταρχική και εγγενής ιδιότητά τους αλλά παρεπόμενη (αφού υπάρχει μόνον όταν φωτίζονται) και περιπτώσιακή (αφού το χρώμα τους εξαρτάται από το φωτισμό τους). Συνήθως το φως το οποίο βλέπουμε στην καθημερινή μας ζωή δεν είναι μονοχρωματικό αλλά σύνθετο, φως δηλαδή το οποίο συνίσταται από ηλεκτρομαγνητικά κύματα / φωτόνια πολλών και διαφορετικών «ορατών» συχνοτήτων / χρωμάτων, ανιχνεύονται δε από τον οφθαλμό ταυτοχρόνως. Η

Βιβλιογραφία

1. "Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Βιβλίο Δασκάλου, Ε΄ Τάξη", ΟΕΔΒ, 2006
2. "Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Βιβλίο Δασκάλου, Στ΄ Τάξη", ΟΕΔΒ, 2006
3. Γ.Θ.Καλκάνης, "Εκπαιδευτική ΦΥΣΙΚΗ, Ι. οι Θεωρίες", Αθήνα, 2005
4. Γ.Θ.Καλκάνης, "Εκπαιδευτική ΦΥΣΙΚΗ, ΙΙ. τα Φαινόμενα", Αθήνα, 2005
5. Γ.Θ.Καλκάνης, "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ", Αθήνα, 2007