

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**

**«Ανάπτυξη ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού υλικού με θέμα  
«φωτισμός» σύμφωνα με το πρότυπο SCORM»**

**ΑΧΙΝΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ**

**ΑΜ:4560**

**15/5/2017**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

### *ΠΕΡΙΛΗΨΗ*7

### *ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΚΑΙ Ο ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ*9

*ΜΙΚΡΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ «ΦΩΣ»*9

*Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ*9

*Η ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ Η ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ*10

*Η ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ*11

*ΕΙΔΗ ΦΑΣΜΑΤΩΝ*12

*ΟΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ*14

*Η ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ*19

*ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ*20

*Η ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ ΚΑΙ Η ΦΩΤΕΙΝΗ ΕΝΤΑΣΗ*20

*ΛΑΠΡΟΤΗΤΑ ΚΑΙ Η ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ*21

*ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ*22

*Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ*25

*Η ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ Ο ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ*25

*Η ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΣΕ ΦΥΣΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ*26

*ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ*27

*Η ΖΩΝΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ*28

*ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΚΑΘΕΤΑ –ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΙ ΦΕΓΓΙΤΕΣ*30

### *ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ*32

*ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ*32

*ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ*32

*ΟΙ ΠΙΟ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ*34

*ΑΧΛΑΔΩΤΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ*34

*ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΚΕΡΙΑ*34

ΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ35  
ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ KRYPTON35  
*ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ ΜΑΝΙΤΑΡΙ35*  
*ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ ΚΕΡΙ36*  
*ΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ36*  
*ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ37*  
*ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΑΛΟΓΟΝΟΥ37*  
*ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ ΜΕ ΚΑΘΡΕΦΤΗ38*  
*ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΤΑΣΕΩΣ ΔΙΚΤΥΟΥ38*  
*ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΕΩΣ38*  
*ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΙΩΔΙΝΗΣ39*  
*ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΨΟΥΛΑ39*  
*ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΣ39*  
*ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ40*  
*Ο ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ40*  
*ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΙ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΩΤΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΔΙΑΜΕΤΡΟ 26mm42*  
*ΟΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΙ ΣΩΛΗΝΩΤΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΔΙΑΜΕΤΡΟ 16mm42*  
*ΟΙ ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ44*  
*Ο ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΧΩΡΩΝ45*  
*Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ45*  
*Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΓΡΑΦΕΙΑ46*  
*Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΚΑΦΕΤΕΡΕΙΕΣ ΚΑΙ ΝΥΚΤΕΡΙΝΑ ΚΕΝΤΡΑ46*  
*Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ47*  
*Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ48*  
*Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ50*  
*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ SCORM52*  
*Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ52*  
*ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ METADATA ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ52*  
*LOM ΚΑΙ ARIADNE METADATA55*  
*IMS ΚΑΙ SCORM METADATA56*  
*ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ SCORM(2004)56*  
*ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ57*

*IEEE ΚΑΙ AICC57*

*ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ WEB BASED E-LEARNING61*

*Η ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ LMS ΚΑΙ CMS62*

*ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ «ΦΩΤΙΣΜΟΣ» ΜΕ ΧΡΗΣΗ ADOBE CAPTIVATE ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ SCORM64*

*ΕΙΣΑΓΩΓΗ64*

*ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΧΡΗΣΤΗ ΜΕ SCORM64*

*ΤΡΟΠΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ADOBE CAPTIVATE68*

*ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ «ΦΩΤΙΣΜΟΣ» ΜΕ ΧΡΗΣΗ ADOBE CAPTIVATE70*

*ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ «ΦΩΤΙΣΜΟΣ» ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ SCORM77*

*ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ80*

## ***ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ***

- Εικόνα 1: Το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο9  
Εικόνα 2 : Γωνία πρόσπτωσης και ανάκλασης10  
Εικόνα 3 : Το φάσμα του φωτός12  
Εικόνα 4: Τρία φάσματα που έχουμε στη φύση13  
Εικόνα 5: Το φάσμα μελανός σώματος14  
Εικόνα 6: Η ανατομία του ματιού15  
Εικόνα 7: Η μορφή κωνίου15  
Εικόνα 8: Η μορφή ενός ραβδίου16  
Εικόνα 9 : Η ωχρά κηλίδα16  
Εικόνα 10 : Η καμπύλη ευαισθησίας του ματιού17  
Εικόνα 11 : Η γωνία πρόσπτωσης25  
Εικόνα 12: Το ηλιακό διάγραμμα26  
Εικόνα 13: Αναπαράσταση συντελεστών φωτισμού27  
Εικόνα 14 : Η ΖΦΦ από τα πλευρικά ανοίγματα28  
Εικόνα 15: Χωρισμός της κύριας ζώνης από την δευτερεύουσα28  
Εικόνα 16 : Η ΖΦΦ σύμφωνα με το πρότυπο EN 1519329  
Εικόνα 17: Το ύψος του πρεκιού29  
Εικόνα 18: Λαμπτήρας πυρακτώσεως32  
Εικόνα 19: Το εσωτερικό λαμπτήρα πυρακτώσεως33  
Εικόνα 20: Αχλαδωτός λαμπτήρας πυρακτώσεως34  
Εικόνα 21: Λαμπτήρας πυρακτώσεως τύπου κερί35  
Εικόνα 22: Σφαιρικός λαμπτήρας πυρακτώσεως35  
Εικόνα 23: Ο λαμπτήρας Krypton με σχέδιο μανιτάρι36  
Εικόνα 24: Ο λαμπτήρας Krypton με σχέδιο κερί36  
Εικόνα 25: Ο λαμπτήρας Krypton με σφαιρικό σχέδιο37  
Εικόνα 26: Λαμπτήρας αλογόνου τύπου κάψουλα39  
Εικόνα 27: Ευθύγραμμος σωληνωτός λαμπτήρας διαμέτρου 16mm43  
Εικόνα 28: Σωληνωτός και κυκλικός λαμπτήρας43  
Εικόνα 29: Ο συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού44  
Εικόνα 31: Λαμπτήρας φθορισμού με φωτοκύτταρο45  
Εικόνα 32: Ο τεχνητός φωτισμός γραφείων46  
Εικόνα 33: Ο φωτισμός καφετέριας47  
Εικόνα 34: Ο φωτισμός νυκτερινού κέντρου47

- Εικονα 35 : Ο φωτισμός ενός καταστήματος48
- Εικονα 36: Ο φωτισμός της ρεσεψιόν ξενοδοχείου48
- Εικονα 37: Φωτισμός αίθουσας συνεδριάσεων ξενοδοχείου49
- Εικονα 38: Ο φωτισμός δωματίου ενός ξενοδοχείου49
- Εικονα 39: Ο φωτισμός καθιστικού κατοικίας50
- Εικονα 40: Ο φωτισμός τζακιού κατοικίας50
- Εικονα 41: Διάγραμμα ροής συστήματος εισόδου χρήστη66
- Εικονα 42: Οι λειτουργίες του συστήματος68
- Εικονα 43: Πρώτο άνοιγμα της εφαρμογής Adobe Captivate69
- Εικονα 44: Η επιλογή διαστάσεων για το πρότζεκτ μας69
- Εικονα 45: Το περιβάλλον εργασίας του Adobe Captivate70

## ***ΠΕΡΙΛΗΨΗ***

Αρχικά αναφερόμαστε σε βασικές έννοιες του φυσικού και τεχνητού φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα γίνεται μια μικρή εισαγωγή στις ιδιότητες του φωτός αλλά και στο φάσμα του. Στη συνέχεια αναφέρουμε συνοπτικά τις θεωρίες της οπτικής αντίληψης αλλά και τις βασικές παραμέτρους του φωτός όπως είναι η φωτεινή ροή, η λαμπρότητα και η φωτεινή ένταση. Κατόπιν γίνεται αναφορά στις πηγές του φωτισμού και τις βασικές αρχές αυτού.

Στη συνέχεια αναφερόμαστε στους λαμπτήρες και τον τεχνητό φωτισμό των χώρων. Πιο αναλυτικά αναφερόμαστε στα χαρακτηριστικά των λαμπτήρων και τις κατηγορίες αυτών. Τέλος στον τεχνητό φωτισμό σε καφετέριες, ξενοδοχεία και τις οικίες.

Έπειτα, αναφέρουμε τον ρόλο της πληροφορικής στην εκπαίδευση καθώς και τα χαρακτηριστικά των μεταδεδομένων. Κατόπιν αναλύσαμε τα αντικείμενα μάθησης και τον τρόπο λειτουργίας του SCORM . Τέλος κάναμε υλοποίηση του θέματος «φωτισμός» με χρήση του λογισμικού Adobe Captivate.

## ***ABSTRACT***

First of all we do a reference into basic concepts of natural and artificial lighting. More particularly we introduce the basic concepts of light and its spectrum. Then we discuss about the theories of perception, the luminous flux, the luminance and the luminance intensity.

After that we explain the characteristics and the categories of lamps. After that we discuss about the artificial lighting in coffee shops, hotels and houses.

Then, we talk about information technology in education, theory of learning and how SCORM standards works. Finally we use Adobe Captivate in order to create an e-course about “lighting” and then export to SCORM standard.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΚΑΙ Ο ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

## ΜΙΚΡΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ «ΦΩΣ»

### Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

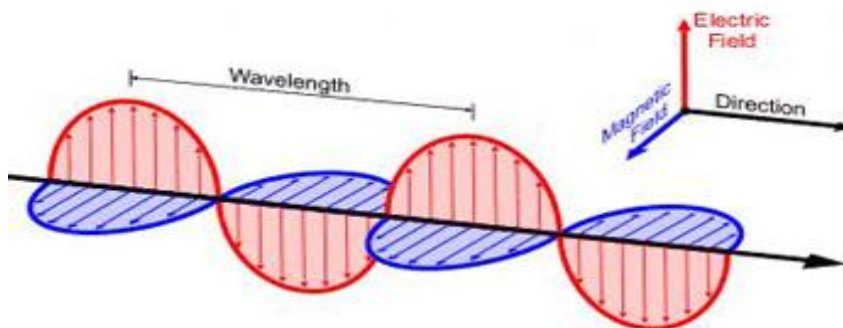
Το φως είναι απαραίτητο για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας. Τα φυτά, ως γνωστόν, με τη φωτοσύνθεση, μετατρέπουν την ενέργεια που παρέχει το φως του ηλίου σε χημική ενέργεια την οποία χρησιμοποιούν στη συνέχεια για την ανάπτυξη τους.

Είναι επίσης αυτό που κάνει ορατά τα αντικείμενα που βρίσκονται στον πλανήτη μας, τη Γη, και στο σύμπαν γενικότερα. Έχει αποδειχθεί πως το φως έχει κυματική φύση και άλλοτε συμπεριφέρεται ως σωματίο (σωματίδιο) και άλλοτε ως κύμα.

Από την άλλη πλευρά ο Maxwell απέδειξε ότι:

- Ένα ηλεκτρικό φορτίο όταν ταλαντώνεται παράγει αυτομάτως και ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα.
- Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα αποτελείται από ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό κύμα.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο πώς κατανέμονται σε μια ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (Εικόνα 1) :



Εικόνα 1: Το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο

Ο Max Planck έχει αποδείξει ότι το φως απορροφάται από αντικείμενα αλλά και εκπέμπεται από διάφορες πηγές. Σύμφωνα με την κβαντική θεωρία του Planck , το φως (και γενικότερα κάθε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) εκπέμπεται και απορροφάται από τα άτομα της ύλης όχι κατά συνεχή τρόπο αλλά ασυνεχώς. (Τσακίρης Α.(2004), Φυτοτεχνία )

Δηλαδή κάθε άτομο εκπέμπει ή απορροφά στοιχειώδη ποσά ενέργειας, που ονομάζονται κβάντα φωτός ή φωτόνια. Από το άτομο, λοιπόν, δεν εκπέμπονται συνεχώς κύματα αλλά φωτόνια,

καθένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένη συχνότητα και έχει συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας (E). Το φωτόνιο έχει ενέργεια :

$$E = h \cdot f$$

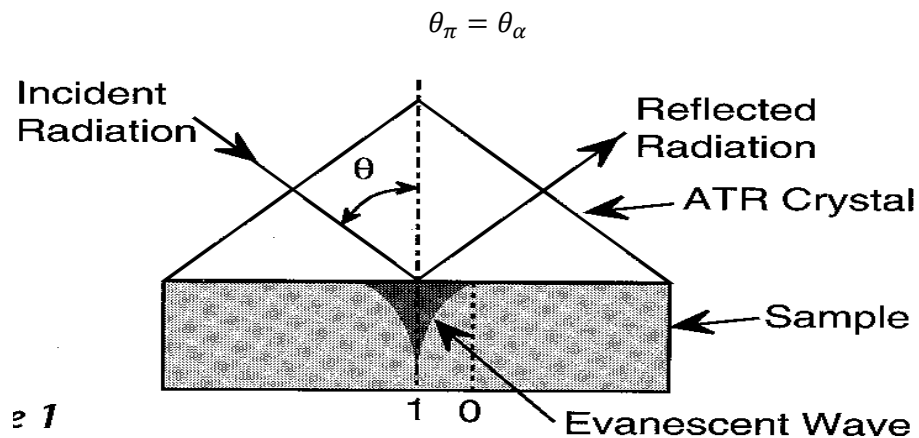
Τέλος το φως μεταφέρει ενέργεια. Η ενέργεια αυτή είναι ηλεκτρικής και μαγνητικής φύσεως η οποία παράγεται από διάφορες πηγές και μεταφέρεται σαν ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Για να βρούμε την ταχύτητα μετάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος πρέπει να βρούμε ένα τύπο που να συνδέει την συχνότητα του κύματος, και το μήκος κύματος αυτού :

$$c = \lambda \cdot f$$

### Η ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ Η ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Όταν μια φωτεινή δέσμη, που διαδίδεται σε ένα μέσο, συναντήσει τη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το αρχικό μέσο διάδοσης από ένα άλλο οπτικό μέσο, τότε ένα μέρος της συνεχίζει να διαδίδεται στο δεύτερο μέσο. Στο σχήμα βλέπουμε πώς ανακλώνται οι ακτίνες όταν προσπίπτουν σε μια λεία επιφάνεια, για παράδειγμα από τον αέρα στην επιφάνεια ενός γυαλιού. (P.S.S.C. Φυσική, Haber-Schaim, Dodge, Walter)

Η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη ακτίνα σχηματίζουν, στο σημείο ανάκλασης, γωνίες  $\theta_{\pi}$  και  $\theta_{\alpha}$  αντίστοιχα με την κάθετο προς την ανακλώσα επιφάνεια. Πειραματικά αποδεικνύεται ότι (Εικόνα 2) :



Εικόνα 2 : Γωνία πρόσπτωσης και ανάκλασης

Οι ακτίνες που εισέρχονται στο γυαλί αλλάζουν διεύθυνση διάδοσης. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται διάθλαση. Όταν οι ακτίνες εισέρχονται από τον αέρα στο γυαλί, τότε οι διαθλωμένες ακτίνες πλησιάζουν την κάθετο στη διαχωριστική επιφάνεια ενώ, όταν εισέρχονται από το γυαλί

στον αέρα, απομακρύνονται από την κάθετο. (Βανίδης, Ευάγγελος (Ιούνιος 2008).«Πόλωση του φωτός στο κενό και την ύλη» )

Για την ανάκλαση και την διάθλαση του φωτός ισχύουν οι παρακάτω νόμοι :

- Η προσπίπτουσα ακτίνα, η ανακλώμενη, η διαθλώμενη και η κάθετη πάνω στην διαχωριστική επιφάνεια στο σημείο πρόσπτωσης βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.
- Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.
- Όταν το φως προσπίπτει από οπτικά αραιότερο μέσο σε οπτικά πυκνότερο, η διαθλώμενη δέσμη πλησιάζει στην κάθετη διεύθυνση, ενώ όταν το φως προσπίπτει από οπτικά πυκνότερο σε ένα οπτικά αραιότερο μέσο, η διαθλώμενη δέσμη απομακρύνεται από την κάθετη.

Το φως διαθλάται διότι η ταχύτητα του έχει διαφορετικές τιμές ανάμεσα στα δύο μέσα, επομένως μπορούμε να ορίσουμε τον δείκτη διάθλασης (κάθε μέσο έχει διαφορετικό δείκτη διάθλασης) :

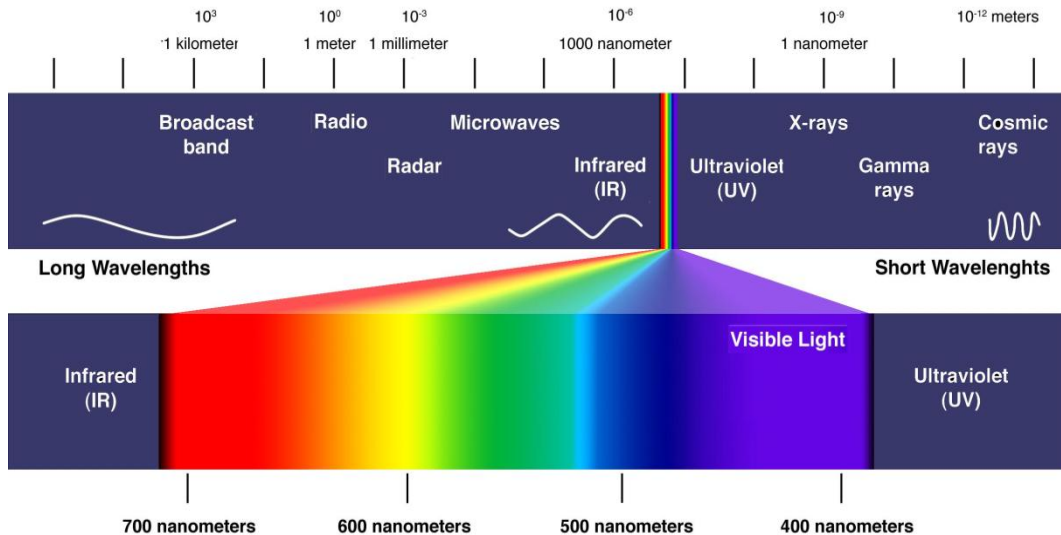
$$n = \frac{\text{ταχύτητα φωτός στο κενό}}{\text{ταχύτητα φωτός στο μέσο}} = \frac{c}{c_0}$$

### ***Η ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ***

Το συνεχές φάσμα που παίρνουμε, όταν αναλύουμε με το φασματοσκόπιο το λευκό φως, τελειώνει στο ένα άκρο με ιώδες φως, ενώ στο άλλο με ερυθρό. Το ορατό φως, δηλαδή τα μήκη κύματος που αντιλαμβάνεται το μάτι μας, έχει όρια και τα χρώματα του έχουν μήκη κύματος που κυμαίνονται μεταξύ 400 nm του ιώδους και 700 nm του ερυθρού.

Αυτό όμως δε σημαίνει ότι το φάσμα του λευκού φωτός, που εκπέμπει η φωτεινή πηγή, περιορίζεται σε αυτά τα όρια. Εκτός από την ακτινοβολία της ορατής περιοχής του φάσματος, υπάρχει και ακτινοβολία αόρατη, η οποία βρίσκεται πέρα από την ιώδη περιοχή.

Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται υπεριώδης ακτινοβολία. Η υπεριώδης ακτινοβολία αποτελείται από ακτινοβολίες που έχουν μήκη κύματος μικρότερα των 400 nm και μεγαλύτερα του 1 nm περίπου (**Εικόνα 3**) :



Εικόνα 3 : Το φάσμα του φωτός

Η υπεριώδης ακτινοβολία έχει κάποιες σημαντικές ιδιότητες που αξίζει να σημειώσουμε :

- Προκαλεί αμαύρωση των φωτογραφικών πλακών
- Προκαλεί το φθορισμό σε διάφορα σώματα
- Μετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
- Όταν απορροφάται από υλικά σώματα προκαλεί την θέρμανση τους
- Υπεριώδης ακτινοβολία με πολύ μικρό μήκος κύματος προκαλεί βλάβες στα κύτταρα του δέρματος

Από την άλλη πλευρά για να ανιχνεύσουμε την υπέρυθη ακτινοβολία μπορούμε πολύ άπλα να αναλύσουμε το λευκό φως ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως πάνω σε πέτασμα, παίρνουμε το φάσμα του. Αν τοποθετήσουμε ένα ευαίσθητο θερμομόμετρο πάνω στο πέτασμα και το μετακινήσουμε από το ιώδες προς το ερυθρό, θα παρατηρήσουμε τη θερμοκρασία του να αυξάνεται.

Μετά την ερυθρή περιοχή του φάσματος, υπάρχει **αόρατη ακτινοβολία** που προκαλεί έντονη αύξηση της θερμοκρασίας των στερεών και υγρών σωμάτων. Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται υπέρυθη ακτινοβολία. Οι υπέρυθρες ακτινοβολίες έχουν μήκη κύματος που κυμαίνονται μεταξύ 700 nm και  $10^6$  nm.

### ΕΙΔΗ ΦΑΣΜΑΤΩΝ

Όταν το φως, το οποίο δεν είναι παρά ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας, που εκπέμπεται από μία φωτεινή (διάπυρη) πηγή περάσει μέσα από ένα πρίσμα ή άλλη ανάλογη συσκευή ανάλυσης, σχηματίζεται το φάσμα της πηγής, η κατανομή δηλαδή της ενέργειάς της σε σχέση με το μήκος κύματος. Τα φάσματα μελετώνται αναλυτικά με τη χρήση φασματοσκοπίου και φωτογραφίζονται με τη χρήση φασματογράφου. (Δημόπουλος Ι. Φίλιππος(1900) ,Φυτοτεχνία και ηλεκτρικές συσκευές)

Διακρίνουμε τρία είδη φασμάτων, ανάλογα με τη φύση της πηγής. Ο πρώτος που τα διέκρινε πειραματικά ήταν ο Gustav Kirchoff το 1859 ο οποίος κατέληξε στις εξής διαπιστώσεις που είναι γνωστές ως οι τρεις εμπειρικοί νόμοι της φασματικής ανάλυσης.

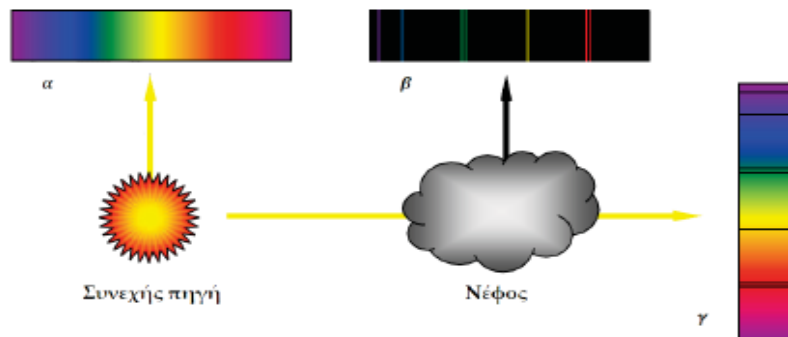
Ένα θερμό στερεό, υγρό ή ισχυρά συμπιεσμένο αέριο εκπέμπει ακτινοβολία σε όλα τα μήκη κύματος και σχηματίζει φάσμα που αποτελείται από μία συνεχή επαλληλία μηκών κύματος που διαδέχονται το ένα το άλλο.

Ένα θερμό αραιό (χαμηλής πυκνότητας) αέριο εκπέμπει ακτινοβολία μόνο σε ορισμένα μήκη κύματος, σχηματίζοντας φάσμα το οποίο ονομάζεται γραμμικό φάσμα εκπομπής που αποτελείται από συγκεκριμένες λαμπρές γραμμές σε σκοτεινό υπόβαθρο. αριθμός και η θέση αυτών των γραμμών (το μήκος κύματός τους) εξαρτώνται από τα στοιχεία που περιέχονται στο αέριο. Έτσι το φάσμα του υδρογόνου στην ορατή του περιοχή αποτελείται από τέσσερις έγχρωμες φωτεινές διακεκριμένες γραμμές

Τα φάσματα αυτά προέρχονται από διακριτά άτομα αερίων ή ατμών σε κατάσταση διέγερσης όπως είναι το H , το He, το Ne και οι ατμοί Na, K, Hg, Cd κλπ. Για να λάβουμε το φάσμα εκπομπής αερίου πρέπει να το αναγκάσουμε σε φωτοβολία και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε τον σωλήνα Geissler

Αυτός είναι διαφανής σωλήνας εντός του οποίου υπάρχει το αέριο υπό χαμηλή πίεση (5-10) Torr και τροφοδοτείται με τάση χιλιάδων Volt. Εάν το φως μίας πηγής συνεχούς ακτινοβολίας περάσει μέσα από ένα ψυχρότερο (χαμηλότερης θερμοκρασίας) αραιό αέριο, το ψυχρότερο αέριο προκαλεί την εμφάνιση σκοτεινών (ή αμυδρών) γραμμών πάνω στο συνεχές φάσμα της πηγής.

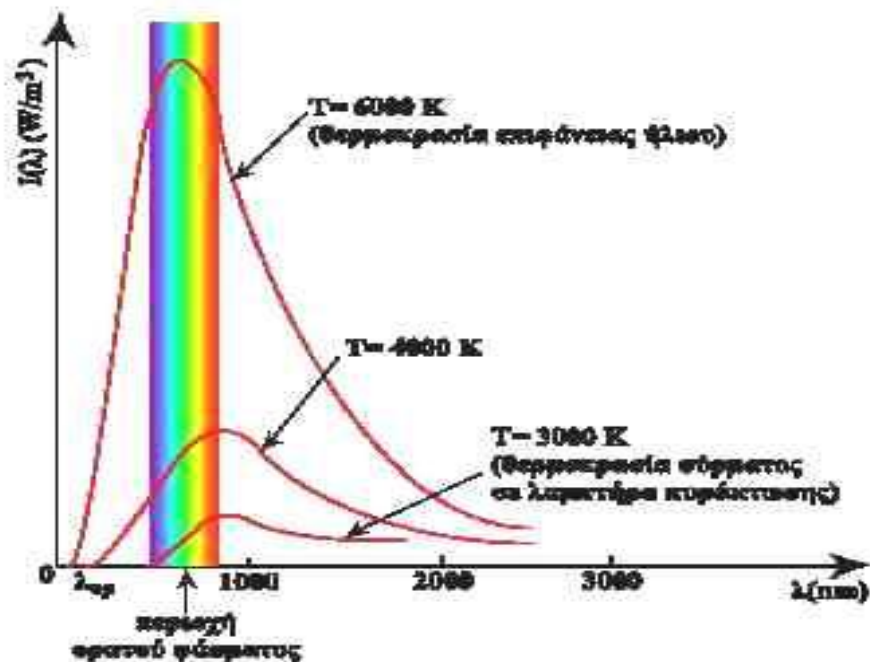
Το φάσμα αυτό ονομάζεται φάσμα απορρόφησης και οι σκοτεινές γραμμές, γραμμές απορρόφησης. Τα τρία φάσματα που εμφανίζονται στη φύση φαίνονται παρακάτω (Εικόνα 4) :



Εικόνα 4: Τρία φάσματα που έχουμε στη φύση

Η θέση και ο αριθμός τους στο φάσμα εξαρτώνται από τα στοιχεία που περιέχει το ψυχρό αέριο. Όταν το λευκό φως περάσει δια μέσου κάποιου διαφανούς σώματος (στερεού, υγρού) υφίσταται απορρόφηση μεγαλύτερων περιοχών και δίνει συνεχές φάσμα απορρόφησης

Έτσι τα έγχρωμα φίλτρα επιτρέπουν τη διόδο μόνο σε ορισμένα χρώματα δηλαδή στο φασματοσκόπιο το φως διερχόμενο δια μέσου αυτών δίνει φάσμα στο οποίο λείπουν όλες οι άλλες ακτινοβολίες πλην εκείνων που πέρασαν (Εικόνα 5 ) :



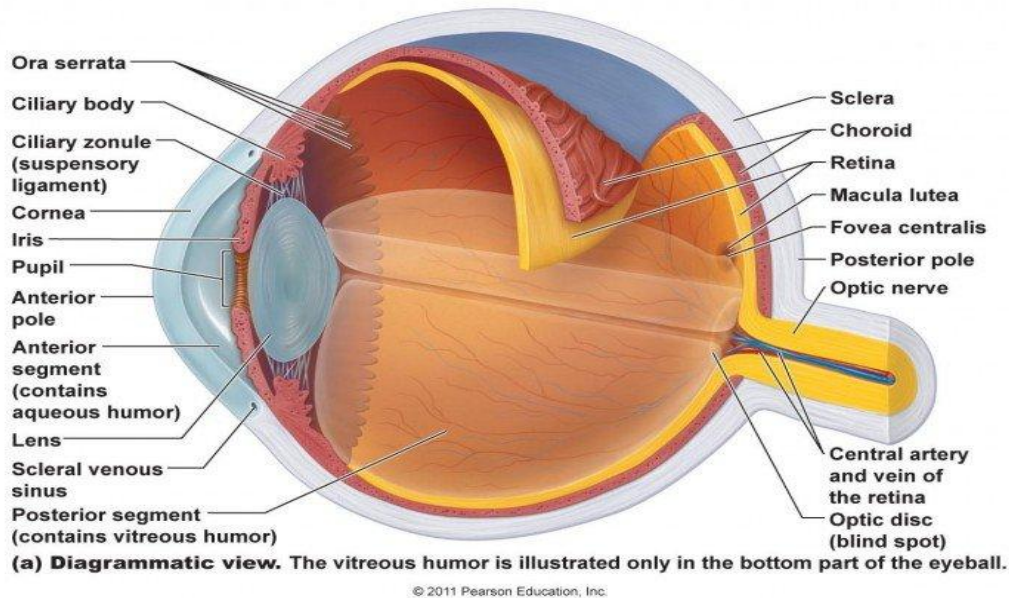
Εικόνα 5: Το φάσμα μελανός σώματος

## **ΟΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ**

Το σύστημα όρασης του ανθρώπου αποτελεί συνδετήριο κρίκο με τον εξωτερικό κόσμο μέσω της μεταφοράς εικόνων στον εγκέφαλο. Η ανάλυση, επεξεργασία άλλα και η επίλεκτη αποθήκευση εικόνων, πληροφοριών καθορίζει την μαθησιακή διαδικασία.

Επομένως ικανοποιείται η ανάγκη για την ερμηνεία του κόσμου η οποία όμως δεν στηρίζεται μόνο στην απλή καταγραφή των οπτικών φαινομένων αλλά και στην προσπάθεια θεμελίωσης των αιτιών δημιουργίας και σχέσεων.

Επιπρόσθετα η λειτουργία του οργανισμού συντονίζεται με την ρυθμική εναλλαγή της ημέρας, νύχτας με το φυσικό φωτισμό να έχει ρυθμιστικό ρόλο σε σχέση με τον κερκαδιανό ρυθμό. Το κύριο όργανο που χρησιμοποιείται σε αυτή την διαδικασία είναι το μάτι που είναι μια σφαίρα με διάμετρο περίπου 2.5 εκατοστών (Εικόνα 6)

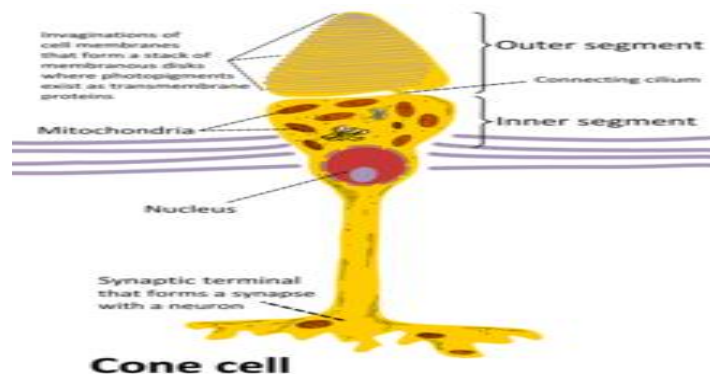


Εικόνα 6: Η ανατομία του ματιού

Το μάτι αποτελείται από τον κύριο φακό που συγκεντρώνει τις ακτίνες του φωτός στον αμφιβληστροειδή, το υαλώδες σώμα και το υδατώδες υγρό. Το υαλώδες σώμα βρίσκεται πίσω από τον φακό και αποτελείται από ένα δίκτυο κολλαγόνων ινών, όπου στα κενά ανάμεσα σε αυτές τις ίνες υπάρχει αρκετή ποσότητα υαλουρονικού οξέως.

Το φως διαδίδεται μέσω του υαλώδους σώματος και υφίσταται απορρόφηση και σκέδαση. Το αποτέλεσμα της σκεδάσεως είναι η μείωση της αντίθεσης.

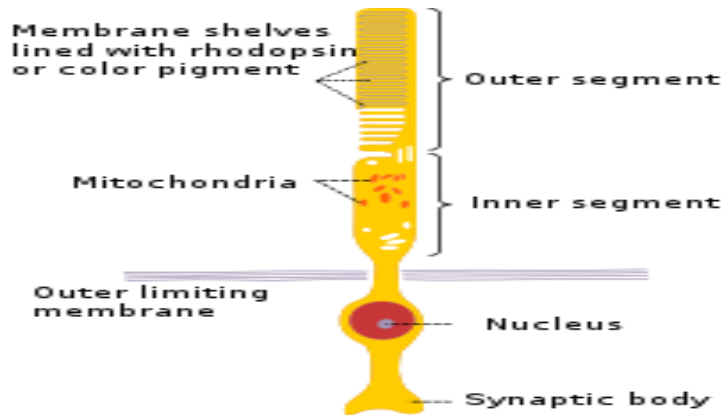
Η ακτινοβολία φτάνει στον αμφιβληστροειδή με μήκη κύματος που κυμαίνονται από 380 μέχρι 950 νανόμετρα (nm). Πιο συγκεκριμένα η συγκέντρωση των οπτικών ινών επιτυγχάνεται με τον κερατοειδή, τον αμφιβληστροειδή χιτώνα και τον φακό (Εικόνα 7):



Εικόνα 7: Η μορφή κωνίου

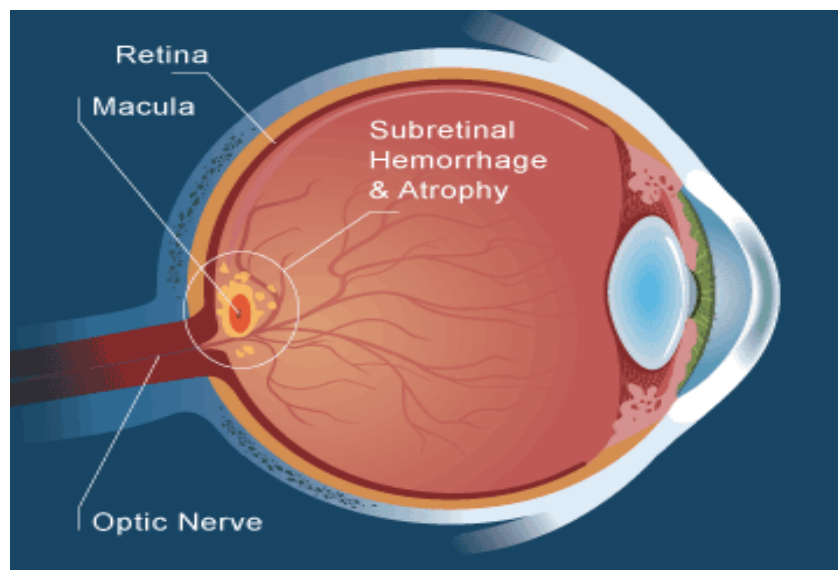
Ο αμφιβληστροειδής αποτελείται από δύο τύπους φωτουποδοχέων τα κωνία και τα ραβδία. Τα κωνία είναι περίπου 6-7 εκατομμύρια ενώ τα ραβδία γύρω στα 110-125 εκατομμύρια. Η

λειτουργία τους βασίζεται στη μετατροπή των φωτονίων που εισέρχονται στο μάτι σε νευρικό ερέθισμα



Εικόνα 8: Η μορφή ενός ραβδίου

Η μεταβίβαση του ερεθίσματος γίνεται με δίπολα και γαγγλιακά κύτταρα από τα οποία ξεκινούν νευρικές ίνες που σχηματίζουν το οπτικό νεύρο. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση των κωνίων βρίσκεται σε μια περιοχή που ονομάζεται ωχρά κηλίδα. Η κεντρική περιοχή της ωχράς κηλίδας ονομάζεται κεντρικό βοθρίο και αποτελείται μόνο από κωνία. Τα κωνία χρησιμοποιούνται για την όραση της ημέρας (Εικόνα 9):



Εικόνα 9 : Η ωχρά κηλίδα

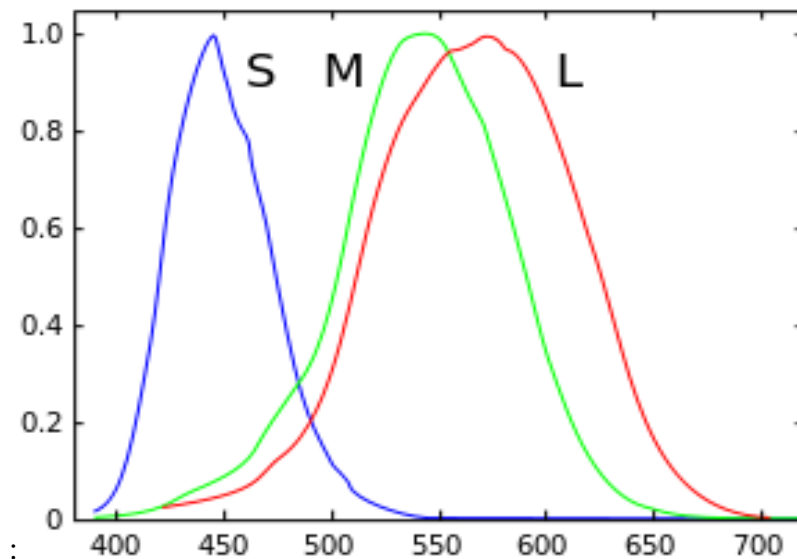
Από την άλλη πλευρά η συγκέντρωση των κωνίων αυξάνεται όσο απομακρυνόμαστε από την ωχρά κηλίδα. Επίσης είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στο φως και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυτού την λειτουργία τους μόνο σε συνθήκες μικρών τιμών λαμπρότητας.



Να σημειώσουμε ότι το ανθρώπινο σύστημα όρασης δεν εμφανίζει την ίδια ευαισθησία σε όλα τα μήκη κύματος. Όταν δύο φωτεινές πηγές εκπέμπουν φως στο ίδιο μήκος κύματος αλλά εμφανίζουν διαφορετική λαμπρότητα τότε αναλογικά, εμφανίζουν και διαφορετική φωτεινότητα.

Αν όμως διαφέρουν και στο μήκος κύματος και στη λαμπρότητα τότε μπορούν να συγκριθούν χρησιμοποιώντας μια ισοδύναμη φωτεινότητα. Κάνοντας μια μελέτη πάνω στην ισοδύναμη φωτεινότητα για διάφορα ζεύγη μήκη κύματος είναι δυνατόν να μπορέσουμε να εκφράσουμε την ευαισθησία του οπτικού μας συστήματος σε κάθε μήκος κύματος σε σχέση με το μήκος κύματος που παρουσιάζει την μέγιστη ευαισθησία. ( *Physics for scientists & engineers* R.A Serway, Λ.Κ. Ρεσβάνης, Αθήνα, Σ. Αθανασόπουλος - Σ. Παπαδάμης, c1990)

Πολύ χρήσιμη θα μας φανεί η σχετική καμπύλη της σχετικής φασματικής ευαισθησίας. Το γράφημα της καμπύλης αυτά για κάθε ένα από τα S, M, L φαίνεται παρακάτω. ( **Εικόνα 10** )



Εικόνα 10 : Η καμπύλη ευαισθησίας του ματιού

Η όραση χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Την φωτοσκοπική και την σκοτοσκοπική όραση. Η πρώτη αφορά την όραση της ημέρας ενώ η δεύτερη αυτή της νύχτας. Η μετατόπιση ανάμεσα στην φωτοσκοπική και στην σκοτοσκοπική όραση πραγματοποιείται μέσω μιας ενδιάμεσης κατάστασης που ονομάζεται **μεσοπική**.

Ενώ τα ραβδία αποτελούνται από μόνο ένα είδος τα κωνία διαχωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με το μήκος κύματος που εμφανίζεται η μέγιστη απορρόφηση :

- **Κατηγορία S:** μικρή απορρόφηση μηκών κύματος(400-540 nm)
- **Κατηγορία M:** Μέτρια απορρόφηση μηκών κύματος(440-670 nm)

- **Κατηγορία L:** Μεγάλη απορρόφηση μηκών κύματος(410-690 nm)

Πέρα από τους κλασσικούς φωτουποδοχείς υπάρχει ένα νέο είδος γαγγλιακών κυττάρων που ονομάζονται ipRGC τα οποία αντιπροσωπεύουν το 1-3% του συνόλου των γαγγλιακών κυττάρων και λειτουργούν λαμβάνοντας σήμα από τα κωνία και τα ραβδία και δρουν αυτόνομα όταν το οπτικό μας σύστημα σταματήσει να λειτουργεί.

Οι φωτουποδοχείς αυτοί, μέσω νευρικών ώσεων επικοινωνούν με τον υπεχιασματικό πυρήνα ο οποίος με τη σειρά του με την επίφυση με συνέπεια την έκκριση της μελατονίνης. Η ορμόνη αυτή εκκρίνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες στη νύχτας. Τώρα θα περιγράψουμε συνοπτικά τις θεωρίες που αφορούν την οπτική μας αντίληψη:

- **Στρουκτουραλιστική προσέγγιση.** Εδώ βασιζόμαστε στη μελέτη των αισθητηριακών εμπειριών μέσω της ενδοσκόπησης θεωρώντας άμεση σχέση αίσθησης αντίληψης υπό την έννοια ότι η αντίληψη τελικά, είναι ένα άθροισμα εξωτερικών ερεθισμάτων.
- **Η θεωρία του Gestalt.** Βασίζεται στο ότι η αντίληψη των οπτικών πληροφοριών πραγματοποιείται μέσω δημιουργίας οργανωμένων μορφών και δομών των οπτικών πληροφοριών και όχι απλώς σαν άθροισμα επιμέρους συστατικών.
- **Η οικολογική προσέγγιση.** Η θεωρία αυτή προτάθηκε από τον Gibson. Σύμφωνα με αυτήν θεωρεί την όραση σα δυναμική διαδικασία αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον με χρήση με τη βοήθεια της οποίας αποδίδεται άμεσα νόημα στον παρατηρούμενο κόσμο, χωρίς παρέμβαση κάποιας διαδικασίας
- **Η υπολογιστική προσέγγιση.** Σύμφωνα με τον Marr, η όραση είναι μια διεργασία τριών σταδίων που ξεκινώντας από την δημιουργία τρισδιάστατης εικόνας στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, καταλήγει στην αντίληψη του τρισδιάστατου κόσμου. Το πρώτο στάδιο είναι ο σχηματισμός του πρωταρχικού σκίτσου, το δεύτερο στάδιο αφορά ο σχηματισμός του σκίτσου 2.5D διαστάσεων και τέλος ο σχηματισμός των τρισδιάστατου μοντέλου.

Καθώς ζούμε σε ένα **συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον**, είναι απορίας άξιο το πώς αυτός ο κόσμος μας φαίνεται σταθερός. Η ύπαρξη αυτής της σταθερότητας είναι εξαιρετικά χρήσιμη για τις καθημερινές μας δραστηριότητες. Όσο αφορά τον φωτισμό ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σταθερότητα που αφορά την αντίληψη της **ανακλαστικότητας** και του **χρώματος**.

#### **Σταθερότητα ανακλαστικότητας**

Η διαφορά φωτεινότητας ανάμεσα στις χρωματικά σκούρες επιφάνειες διατηρείται σχεδόν ίδια ακόμη και αν οι συνθήκες φωτισμού μεταβληθούν. Η αφαίρεση της επίδρασης του φωτισμού για να διατηρηθούν σταθερές οι ιδιότητες της επιφάνειας ονομάζεται ανακλαστικότητα

#### **Σταθερότητα χρώματος**

Η ικανότητα να αντιλαμβανόμαστε σχεδόν ίδια την απόχρωση δύο όμοιων χρωματικά επιφανειών που φωτίζονται όμως από διαφορετική πηγή φωτισμού ονομάζεται χρωματική σταθερότητα.

## **Η ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Για την αντίληψη των χρωμάτων έχουν προταθεί διάφορες θεωρίες. Η θεωρία Young-Helmholtz άρχισε με την πρόταση του Young που είπε ότι η χρωματική αντίληψη οφείλεται σε **τρία είδη** φωτουποδοχέων ενώ αργότερα ο Helmholtz παρατήρησε ότι χρειάζονται μόνο τρία μήκη κύματος για να δημιουργηθούν διάφορα χρώματα.

Παρόλο που η πρόταση για τα τρία είδη φωτουποδοχέων είναι η σωστή, η πρόταση της μετάδοσης από το οπτικό σύστημα στον εγκέφαλο τριών διαφορετικών χρωματικά εικόνων **απεδείχθη ανεπαρκής**.

Από την άλλη πλευρά η θεωρία των ανταγωνιστικών χρωματικών διεργασιών προέκυψε μετά από την παρατήρηση ότι δεν είναι δυνατή η αντίληψη του συνδυασμού των χρωμάτων κόκκινου, μπλε και πράσινου.

Επομένως θα πρέπει λογικά να υπάρχει κάτι θεμελιώδες στους παραπάνω χρωματικούς συνδυασμούς που κάνει τις συγκεκριμένες αποχρώσεις να αντιτίθεται. Έτσι προτάθηκαν 3 κανάλια μετάδοσης της χρωματικής πληροφορίας( κίτρινο-μπλε, πράσινο-κόκκινο, μαύρο-άσπρο.

Επομένως η τραχωματική θεωρία εξηγεί τον διαχωρισμό των χρωμάτων στον αμφιβληστροειδή ενώ η θεωρία των ανταγωνιστικών διεργασιών εξηγεί την επεξεργασία σημάτων από τα κωνία. Όσα είπαμε παραπάνω συνδέονται με τον τρόπο που περιγράφονται τα χρώματα στα διάφορα χρωματικά συστήματα. Μεταξύ των σημαντικότερων χρωματικών συστημάτων είναι το σύστημα Munshell.

Το σύστημα αυτό κατατάσσει τα χρώματα με βάση την απόχρωση(Hue) , την αξία( lightness) και την χρωματική καθαρότητα(chroma).

Στο σύστημα αυτό υπάρχουν 10 κύριες αποχρώσεις κόκκινο (R) το κίτρινο-κόκκινο( YR), το κίτρινο(Y), το πράσινο-κίτρινο( GY), το πράσινο(G), το μπλε-πράσινο( BG), το μπλε( B), το μοβ-μπλεPB), το μοβ(P) και το μοβ-κόκκινο(PR).

Η αξία μπορεί να πάρει τιμή από 0-10 και είναι ουσιαστικά το μέτρο της ανακλαστικότητας. Ένας χρήσιμος τύπος υπολογισμού της σταθερότητας φαίνεται παρακάτω :

$$\text{Ανακλαστικότητα} = \text{Αξία}(\text{Αξία} - 1)$$

Όμως το πιο συνηθισμένο σύστημα χρωματομετρίας είναι αυτό που υιοθετήθηκε από την διεθνή επιτροπή φωτισμού. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί τρεις χρωματικές εντάσεις ως βασικά σημεία αναφοράς που αντιστοιχούν στο κόκκινο ( R) , στο πράσινο( G), και το κυανό( B). Έτσι ένα χρώμα ( C ) περιγράφεται με την βοήθεια των αντίστοιχων χρωματικών ερεθισμάτων ως :

$$c(C) = R(R) + G(G) + B(B)$$

Όπου R,G, B είναι οι ποσότητες από κάθε χρώμα οπότε :

$$c = R + G + B$$

Αν διαιρέσουμε τις παραπάνω ποσότητες τότε :

$$r = \frac{R}{R+G+B}, g = \frac{G}{R+G+B}, b = \frac{B}{R+G+B}$$

Οι ποσότητες  $r, g, b$  λέγονται χρωματικές συντεταγμένες του (C) και ισχύει ότι  $r+g+b=1$ . Θεωρητικά οι συναρτήσεις βάρους έχουν θετικές τιμές οπότε όλα τα χρώματα μπορούν να προέλθουν από τον κατάλληλο συνδυασμό των αρχικών προσθετικά.

Όταν όμως αναμιγνύονται δύο χρώματα, το αποτέλεσμα είναι ένα χρώμα με μικρότερο βαθμό κορεσμού. Αρά είναι αδύνατον να παράγουμε ένα χρώμα με υψηλό βαθμό κορεσμού με απλή ανάμειξη των βασικών χρωμάτων.

Για να αντιμετωπιστεί αυτό αντί των αρχικών χρωμάτων R, G, B χρησιμοποιούνται κάποια ιδεατά χρώματα X, Y, Z τα οποία όταν προστίθεται δίνουν χρώματα σε όλους τους βαθμούς κορεσμού, με συναρτήσεις βάρους θετικές. Επομένως έχουμε :

- Έχουμε την παράμετρο Y που είναι το μέτρο της λαμπρότητας
- Το λευκό χρώμα τοποθετείται περίπου στο κέντρο ενός X,Y διαγράμματος
- Τα X,Y,Z δε συσχετίζονται με χαρακτηριστικά που αντιλαμβάνεται ένας άνθρωπος αλλά συσχετίζονται με τα παρακάτω :

- $x = \frac{X}{(X+Y+Z)}$
- $y = \frac{Y}{(X+Y+Z)}$
- $z = \frac{Z}{(X+Y+Z)}$

## **ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ**

Η ακτινοβολία που προσπίπτει στο μάτι μετράται σε watts. Όταν όμως φτάσει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα τότε εμφανίζεται ένα πολύ ενδιαφέρον φαινόμενο. Μερικά μήκη κύματος είναι πιο δραστικά από άλλα συνεπώς χρειάζονται η εισαγωγή νέων μεγεθών τα οποία θα λαμβάνουν υποψιών τους τον μετασχηματισμό ακτινοβολίας που γίνεται στο μάτι. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τα βασικά φωτομετρικά μεγέθη.

### **Η ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ ΚΑΙ Η ΦΩΤΕΙΝΗ ΕΝΤΑΣΗ**

Είναι το αντίστοιχο της ισχύος ακτινοβολίας που εκπέμπεται από κάποιο σώμα ή λαμβάνεται από κάποια επιφάνεια και η μονάδα μέτρησης της είναι το Lumen. Η γνώση της μας επιτρέπει μια πρώτη εκτίμηση των επιπέδων του φυσικού φωτισμού σε κάποια επιφάνεια αν διαιρεθεί με το εμβαδόν της επιφάνεια αυτής με την μόνη προϋπόθεση ότι το σύνολο της ροής προσπίπτει στην επιφάνεια.

Η μετατροπή της ισχύος της ακτινοβολίας σε φωτεινή ροή πραγματοποιείται με την βοήθεια της φωτεινής δραστηριότητας(K). Για να την βρούμε αυτήν πολύ απλά παίρνουμε τον λόγο της φωτεινής ροής προς την ισχύ της ακτινοβολίας και μονάδα μέτρησης της είναι το lm/watt.

Από την άλλη πλευρά η φωτεινή αποδοτικότητα του άμεσου ηλιακού φωτός εξαρτάται από την περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε υδρατμούς, την θόλωση της και φυσικά το ύψους του ηλίου. Η φωτεινή αποδοτικότητα της διάχυτης ακτινοβολίας σε συνθήκες αίθριου ουρανό κυμαίνεται μεταξύ 115-135 lm/W .

Αν έχουμε μονοχρωματικό φως με μήκος κύματος  $\lambda$  και ισχύος  $\Phi_e$  τότε η φωτεινή ροή υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο :

$$\Phi_v = 683 * \Phi_e V_\lambda (lm)$$

Οπού η  $V_\lambda$  παίρνει τιμές από 0 έως 1 και εκτιμάται από την φωτοσκοπική φασματική καμπύλη ευαισθησίας. Αν όμως δεν έχουμε μονοχρωματική ακτινοβολία τότε η φωτεινή ροή υπολογίζεται από :

$$\Phi_v = 683 \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} \Phi_e(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

Όπου  $\Phi_e(\lambda)$  είναι η φασματική κατανομή ισχύος ενώ η  $V(\lambda)$  είναι η φωτοπική φασματική συνάρτηση ευαισθησίας το ματιού και  $\lambda$  το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

Όσο αφορά την **φωτεινή ένταση** αυτή εξαρτάται από την διεύθυνση και ορίζεται με τον λόγο της φωτεινής ροής προς την στερεά γωνία :

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

Η φωτεινή ένταση είναι ένα βασικό μέγεθος για την δημιουργία φωτομετρικών διαγραμμάτων φωτιστικών. Τέτοιου είδους διαγράμματα μερικές φορές χρησιμοποιούνται και για συστήματα σκίασης ή φυσικού φωτισμού ώστε να παρουσιαστεί πχ η ικανότητα ανακατανομής του φωτισμού.

Από την άλλη πλευρά η ένταση φωτισμού είναι ο λόγος της φωτεινής ροής του προσπίπτει στο σημείο επιφάνειας δια την στοιχειώδη επιφάνεια του περικλείει το υπό εξέταση σημείο. Μονάδα μέτρησης της έντασης φωτισμού είναι το lux που ουσιαστικά είναι το lumen/m<sup>2</sup> .

#### **ΛΑΜΠΡΟΤΗΤΑ ΚΑΙ Η ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ**

Η λαμπρότητα σε κάποιο σημείο μιας επιφάνειας ορίζεται σαν ο λόγος της φωτεινής ροής που περιέχεται σε στοιχειώδη στερεά ορισμένης γωνίας διεύθυνσης προς το γινόμενο της στερεάς γωνίας επί το εμβαδόν της προβαλλόμενης στοιχειώδους επιφάνειας που βρίσκεται στο σημείο

μέτρησης. Η μονάδα μέτρησης της είναι το  $\text{cd/m}^2$ . Αν έχουμε μια φωτεινή πηγή με εμβαδόν  $A$  και ένταση  $I$  τότε :

$$L = \frac{I}{A \cos \theta}$$

Όπου  $\theta$  είναι η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στη διεύθυνση παρατήρησης και την κάθετο στην επιφάνεια. Ένας πολύ εύκολος τρόπος να εκτιμηθεί η λαμπρότητα επιφάνειας είναι :

$$L = \frac{E * \rho}{\pi}$$

Οπού  $L$  είναι η λαμπρότητα της επιφάνειας,  $E$  ο προσπίπτον σε αυτή φωτισμός και  $\rho$  η ανακλαστικότητα. Η συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος είναι η θερμοκρασία μέλανος σώματος το οποίο σε κάποια θερμοκρασία εκπέμπει φως το οποίο μοιάζει χρωματικά με την φωτεινή πηγή που εξετάζεται.

Στην ουσία είναι ένας δείκτης CCT της φασματικής κατανομής της ακτινοβολίας. Σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-1 : 2011, οι πηγές φωτισμού από πλευράς θερμοκρασίας χρώματος κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες :

- **Θερμές.**  $CCT < 3300K$
- **Ουδέτερες.**  $3300CCT < 5300K$
- **Ψυχρές.**  $CCT > 5300K$

Τέλος όσο αφορά τον **δείκτης χρωματικής** απόδοσης, μπορούμε να πούμε ότι χρησιμοποιείται σαν μέτρο της πιστότητας των χρωμάτων σε σχέση με το πώς φαίνονται όταν φωτίζονται από μια πρότυπη πηγή φωτισμού και η μέγιστη τιμή του δείκτη αυτού είναι το 100.

Φυσικά η σύγκρισή φωτεινών πηγών με βάση τον συγκεκριμένο δείκτη θα πρέπει να πραγματοποιείται με την προϋπόθεση ότι έχουν την ίδια CCT.

### **ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Αν μιλήσουμε για το εσωτερικό των κτηρίων μπορούμε να πούμε ότι ο φωτισμός προέρχεται από τρεις πηγές: τον ήλιο, τον ουρανό και από την ανάκλαση από το έδαφος. Το κύριο αίτιο του φωτισμού είναι ο ήλιος αφού ο διάχυτος φωτισμός οφείλεται στην σκέδαση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στα μόρια της ατμόσφαιρας και στα αιωρούμενα σωματίδια.

Η σκέδαση στα μόρια της ατμόσφαιρας είναι περισσότερο έντονη στα μικρά μήκη κύματος και αυτός είναι ο λόγος που επικρατεί το γαλάζιο χρώμα στον ουρανό σε αίθριες πάντα συνθήκες.

### **Τύποι ουρανού**

Η εκτίμηση της επίδρασης του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό των κτηρίων προϋποθέτει σε διάφορα στάδια σχεδιασμού και γνώση του διαθέσιμου φωτισμού όχι μόνο όσο αφορά την ποσότητα αλλά και με την γνώση της κατανομής της λαμπρότητας στον ουράνιο θόλο επιτρέποντας έτσι και την εκτίμηση της άμεσης/ έμμεσης συνεισφοράς των διάφορων τμημάτων του ουρανού στον φωτισμό του εσωτερικού χώρου.

Λόγω της δυσκολίας εξέτασης εναλλακτικών σεναρίων σχεδιασμού στις πραγματικές συνθήκες για την αρχική προσέγγιση χρησιμοποιούνται **τυπικοί ουρανοί**. Αυτό γίνεται διότι η κατανομή της λαμπρότητας στον πραγματικό ουρανό μεταβάλλεται συνεχώς και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα αποτελέσματα των μετρήσεων να μη μένουν ποτέ σταθερά.

Συνήθως εξετάζουμε το κτήριο σε ένα εύρος συνθηκών πχ σε συνθήκες πλήρως νεφοσκεπούς ουρανού και σε συνθήκες αίθριου ουρανού με τον ήλιο στην χαμηλότερη και στην υψηλότερη τροχιά του.

Η σχέση της λαμπρότητας σε κάποιο σημείο του ουρανού (L) με ζενίθια απόσταση Z σε σχέση με την ζενίθια λαμπρότητα Lz δίνεται από την παρακάτω σχέση :

$$L = \frac{(1 + 2\cos Z) * Lz}{3}$$

Επομένως αν γνωρίζουμε την ζενίθια λαμπρότητα Lz μπορούμε να υπολογίσουμε και τον φωτισμό σε οριζόντιο επίπεδο αλλά και σε κάθετο επίπεδο:

$$E_{h_{ov}} = 2.44 * Lz$$

$$E_{v_{ov}} = 0.968 * Lz$$

## Ο Ήλιος μας

Όσο αφορά τον ήλιο μπορούμε να πούμε ότι η Γη περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο σε ελλειπτική τροχιά. Η Γη κάνει μια πλήρη περιστροφή σε 365.25 ημέρες. Η χρονική στιγμή που ο άξονας της Γης είναι όσο το δυνατό στραμμένος πιο μακριά από τον ήλιο λέγεται χειμερινό ηλιοστάσιο ενώ όταν είναι όσο το δυνατό περισσότερο στραμμένος προς τον ήλιο λέγεται θερινό ηλιοστάσιο.

Συνεπώς η γνώση της θέσης της τροχιάς του ηλίου είναι σημαντική για τον χειρισμό του άμεσου φωτισμού. Για λόγους πρακτικούς η θέση του ηλίου εκτιμάται από τη θέση που βρισκόμαστε στη Γη χρησιμοποιώντας δύο γωνίες :

- Το **ύψος** του ηλίου δηλαδή η γωνιακή απόσταση από τον ορίζοντα ( $\theta$  γωνία)
- Το **αζιμούθιο** δηλαδή η γωνιακή απόσταση από το Βορρά ( $\varphi$  γωνία)

Επίσης η ζενίθια γωνία υπολογίζεται από το ύψος του ηλίου ( $Z=90^\circ - \theta$ ). Χρήσιμο είναι να γνωρίζουμε και τον ηλιακό χρόνο :

$$\text{Ηλιακοςχρόνος} = \text{Τοπικοςχρόνος} + \frac{4(30 - \text{γεωγραφικοπλατος}) + \text{EoT}}{60}, \text{hours}$$

Όπου:

$$\text{EoT} = 9.87\sin(2B) - 7.53\cos(B) - 1.5s \in (B), \text{minutes και:}$$

$$B = 360 - \left[ \frac{(D - 81)}{365} \right], \text{μοίρες}$$

Δηλαδή αν χρειαστεί να υπολογιστεί η θέση του ηλίου είναι απαραίτητο να υπολογιστεί το ύψος του από τον ορίζοντα και το αζιμούθιο του σε σχέση με την ώρα και ημέρα στο έτος:

$$\frac{\cos(\delta)\cos(LAT)\cos(HA)\sin(\delta)\sin(LAT)}{\theta = \arcsin}$$

$$\theta = \arctan \left( \frac{\sin(HA)}{\sin(LAT) * \cos(HA) - \cos(LAT) * \tan(\delta)} \right)$$

Όπου  $\delta$  είναι μια απόκλιση σε μοίρες  $\delta = 23.4 \frac{360(284+D)}{364}$  και η ωραία γωνία υπολογίζεται ως :

$$HA = 15(h - 12), \text{μοίρες}$$

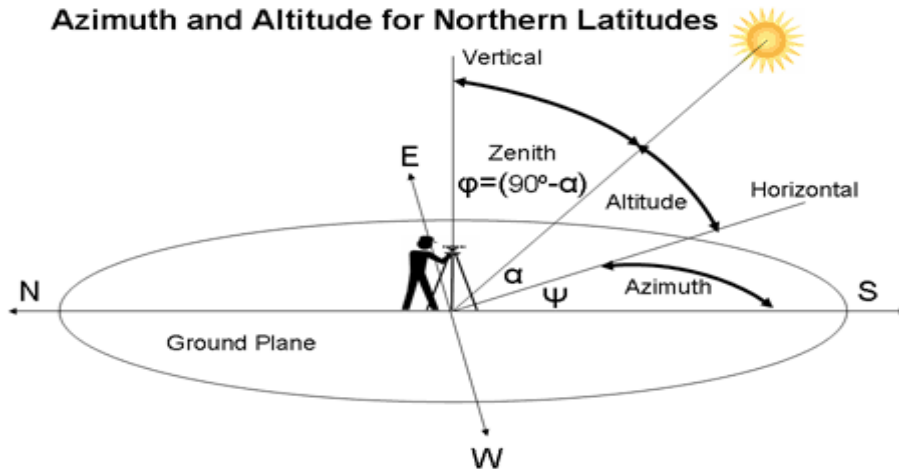
Από την άλλη πλευρά χρήσιμη είναι και η γνώση της γωνίας πρόσπτωσης( $i$ ) των ηλιακών ακτινών σε μια επιφάνεια κλίσης ( $\beta$ ) ως προς την οριζόντια και το αζιμούθιο :

$$\sum_{AZI} - AZI$$

$$\frac{\sin(ELE)\cos(\beta) + \cos(ELE)\sin(\beta)\cos}{i = \arccos}$$

Όπου  $\sum_{AZI}$  και ELE είναι το αζιμούθιο και το ύψος του ηλίου αντίστοιχα (**Εικόνα 11**) :





Εικόνα 11 : Η γωνία πρόσπτωσης

### ***Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ***

Για να εκτιμηθεί η επίδραση ενός αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στην διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό των κτηρίων υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις που όμως όλες έχουν τους εξής στόχους :

- Εκτίμηση των επιπέδων του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό των κτηρίων
- Πιθανή εξοικονόμηση ενέργειας αρχικά από το σύστημα του ηλεκτροφωτισμού

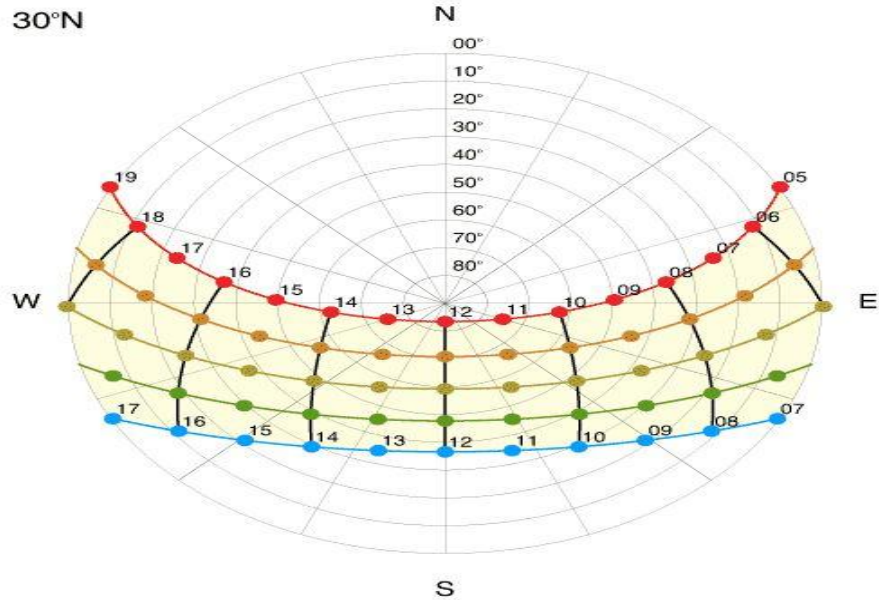
Για να συμβούν τα παραπάνω θα πρέπει να παρουσιάσουμε κάποιους σημαντικούς δείκτες για το φως :

### ***Η ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ Ο ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ***

Ο δείκτης έντασης φωτισμού εξαρτάται από την δραστηριότητα ενώ η μέτρηση αυτού πραγματοποιείται στην επιφάνεια εργασίας ή στα σημεία που κρίνονται απαραίτητα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εκτίμηση των τιμών φωτισμού στο επίπεδο του ματιού όπου με τη βοήθεια αυτού μπορούν να αποφασιστούν οι ώρες στις οποίες υπάρχει άμεση επαφή με τον ήλιο καθώς και η κατανομή στην οροφή περιοχή που συνεισφέρει την αίσθηση φωτεινότητας του χώρου.

Φυσικά η εκτίμηση παρουσίας ηλίου ή και όχι σε κάποιο σημείο μπορεί να γίνει και με ένα ηλιακό διάγραμμα (**Εικόνα 12**)



Εικόνα 12: Το ηλιακό διάγραμμα

Επίσης ένας άλλος σημαντικός δείκτης για το φως είναι ο παράγοντας φυσικού φωτισμού. Η τιμή αυτού ορίζεται από τον λόγο της τιμής φωτισμού στο εσωτερικό κάποιου χώρου προς την αντίστοιχη τιμή του οριζόντιου φωτισμού στο εξωτερικό, υπό την προϋπόθεση ο ουρανός να είναι τελείως νεφοσκεπής και φυσικά χωρίς να υπάρχουν εμπόδια που να μειώνουν την τιμή του εξωτερικού φωτισμού.

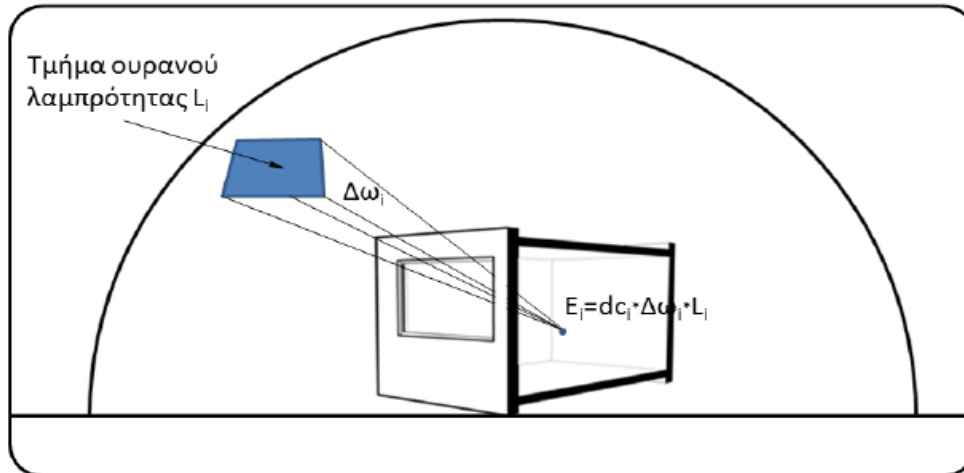
Επειδή όμως ο παράγοντας φυσικού φωτισμού είναι ένα πηλίκο η επίτευξη κάποιων επιθυμητών τιμών στο εσωτερικό ενός χώρου εξαρτάται από την τιμή φωτισμού στον εξωτερικό χώρο η οποία είναι διαφορετική για κάθε περιοχή.

Εάν δηλαδή για παράδειγμα θέλουμε επιθυμητή τιμή στο εσωτερικό στα 500 lux και ο δείκτης φυσικού φωτισμού είναι 1% τότε πρέπει να έχουμε εξωτερικό φωτισμό 10000 lux.

### **Η ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΣΕ ΦΥΣΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ**

Στις μέρες μας υπάρχει η δυνατότητα να υπολογιστούν τα φυσικά επίπεδα του φωτισμού σε μοντέλα κτηρίων τριών διαστάσεων με μια αρκετά καλή προσέγγιση των φωτομετρικών ιδιοτήτων των επιφανειών τους. Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μια ωριαία βάση για το μετεωρολογικό έτος της περιοχής και συνεπώς λαμβάνονται υπόψη διάφοροι τύποι ουρανού .

Επομένως ο ουράνιος θόλος τώρα πλέον χωρίζεται σε ένα αριθμό μικρών περιοχών ενώ το έδαφος θεωρείται μόνο μια περιοχή (**Εικόνα 13**) :



Εικόνα 13: Αναπαράσταση συντελεστών φωτισμού

Ο τύπος που περιγράφει την συνολική τιμή φωτισμού στο σημείο υπολογίζεται ως εξής :

$$E = \sum_{i=1}^N dc_i L_i \Delta\omega_i$$

Όπου  $L_i$  είναι η λαμπρότητα μιας περιοχής του ουράνιου θόλου ενώ η  $\Delta\omega_i$  είναι η στερεά γωνία του ενώ  $dc_i$  ο αντίστοιχος συντελεστής φωτισμού.

### **ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Δεν υπάρχει συγκεκριμένος τρόπος για τον σχεδιασμό του φυσικού σχεδιασμού παράλα αυτά όμως είναι γνωστή η προτίμηση μας ανάμεσα σε διάφορες φωτεινές πηγές στον φυσικό φωτισμό κυρίως λόγω της επίδρασης που έχει σε ψυχολογικό επίπεδο.

Η στρατηγική χρήσης του φυσικού φωτισμού επηρεάζει σε αρκετά μεγάλο βαθμό τις αποφάσεις που σχετίζονται με τον προσανατολισμό του κτηρίου, την κάτοψη και τις προσόψεις του. Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις είναι η εξασφάλιση του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό χώρων που βρίσκονται σε πυκνό αστικό περιβάλλον.

Μια χρήσιμη μέθοδος για την επίδραση των εξωτερικών εμποδίων είναι η εκτίμηση της περιοχής επιφάνειας εργασίας καθώς αυτή δεν έχει οπτική σύνδεση με τα άλλα τμήματα του ουρανού. Αντίθετα, τα ανοίγματα που είναι σε επαφή με το αστικό περιβάλλον δέχονται φωτισμό από τον ουρανό, ήλιο και τις εξωτερικές επιφάνειες λόγω ανάκλασης από το φως.

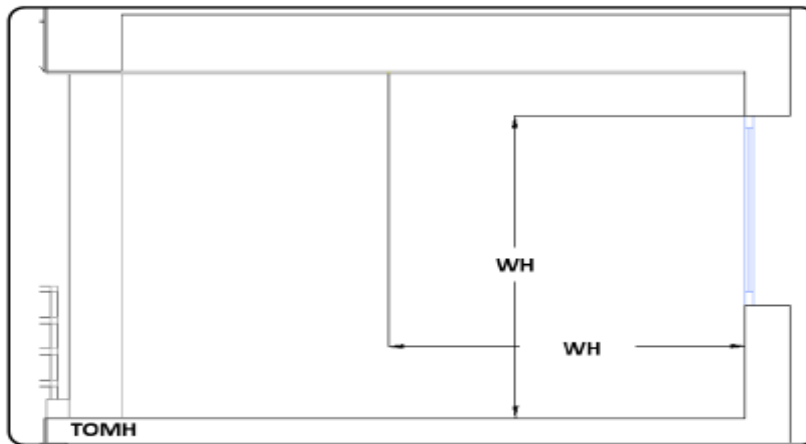
Οπότε σε συνθήκες νεφοσκεπούς ουρανού οι απέναντι επιφάνειες των κτηρίων έχουν μικρότερη λαμπρότητα από την περιοχή του ουρανού που καλύπτουν.

### Η ΖΩΝΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κάτοψη του κτηρίου μαζί με την εσωτερική διαρρύθμιση καθορίζει και την περιοχή που μπορεί να εκμεταλλευτεί το φυσικό φως που ονομάζεται ζώνη φυσικού φωτισμού ή ΖΦΦ .

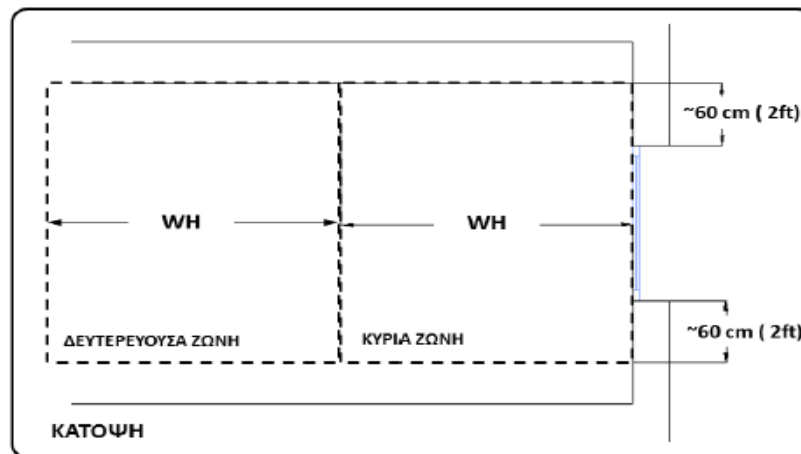
Ο καθορισμός της ζώνης αυτής επιτρέπει τον υπολογισμό της έκτασης στην οποία μπορεί να υιοθετηθεί κάποιο σύστημα ελέγχου της φωτεινής ροής των φωτιστικών. Είναι λογικό ότι θα πρέπει μέσα στη ζώνη, η κατανομή των τιμών φυσικού φωτισμού να εμφανίζει μια σχετική ομοιομορφία έτσι ώστε κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος ρύθμισης να μην υπάρχουν περιοχές όπου ο φωτισμός να είναι μικρότερος από κάποιο συγκεκριμένο και επιθυμητό επίπεδο.

Σύμφωνα με τον κανονισμό της ASHRAE 90.1-2010 η ζώνη εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού από τα πλευρικά ανοίγματα ορίζεται ως εξής (Εικόνα 14) :



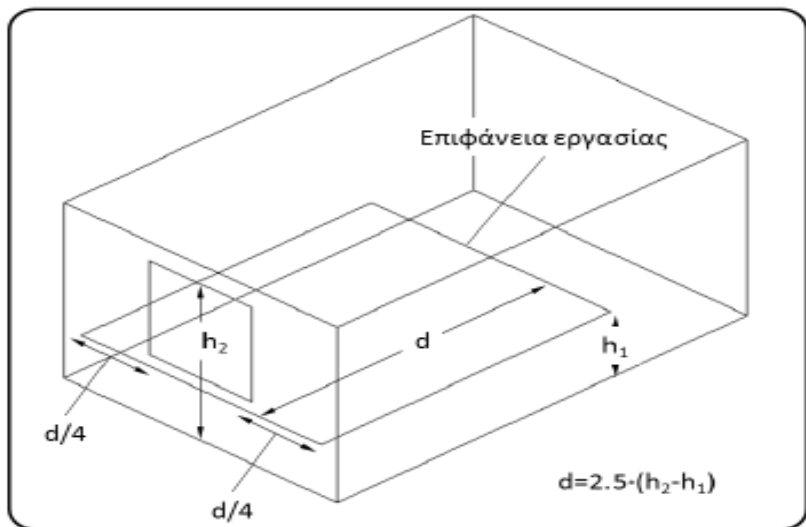
Εικόνα 14 : Η ΖΦΦ από τα πλευρικά ανοίγματα

Εκτός από αυτήν την ζώνη ορίζεται και η δευτερεύουσα ζώνη (Εικόνα 15) :



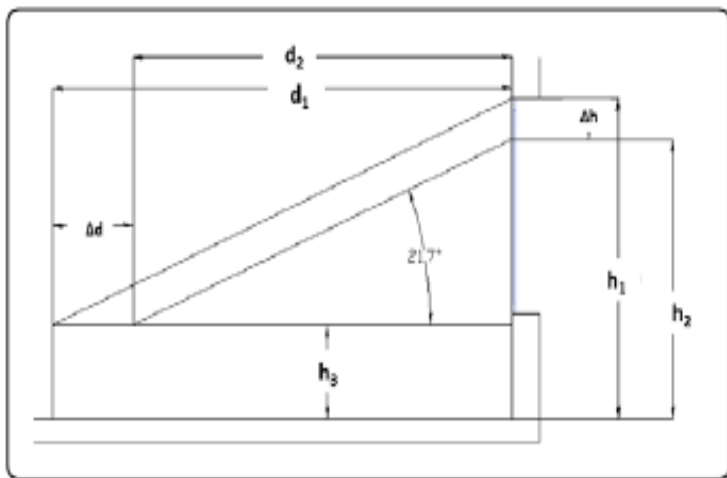
Εικόνα 15: Χωρισμός της κύριας ζώνης από την δευτερεύουσα

Σύμφωνα όμως με το πρότυπο EN 15193 καθορίζεται η ζώνη εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού με τους εξής τρόπους (Εικόνα 16) :



Εικόνα 16 : Η ΖΦΦ σύμφωνα με το πρότυπο EN 15193

Όμως το ύψος του προεκτύπου είναι καθοριστικό για το μέγεθος της ζώνης φυσικού φωτισμού. (Εικόνα 17) :



Εικόνα 17: Το ύψος του προεκτύπου

Επίσης να ληφθεί υπόψη ότι η ΖΦΦ μειώνεται αισθητά με τη χρήση εμποδίων όπως πχ είναι τα διαχωριστικά ανάμεσα στα γραφεία, ή βιβλιοθήκες. Η τοποθέτηση διαχωριστικών ανάμεσα στα γραφεία και μάλιστα παράλληλα με ανοίγματα μπορεί να μειώσει σημαντικά τα επίπεδα φωτισμού στην επιφάνεια εργασίας, περιορίζοντας τη διείσδυση του φυσικού κόσμου στο χώρο.

Επίσης ο προσανατολισμός του κτηρίου επηρεάζει το ενεργειακό ισοζύγιο του φωτισμού επιμήκυνση της κάτοψης αυξάνει την εξοικονόμηση ενέργειας από τον ηλεκτροφωτισμό αλλά από την άλλη πλευρά θα πρέπει να είναι συμβατή με τις ανάγκες για περιορισμό των ηλιακών κερδών κατά τους θερινούς μήνες. (Τσακίρης Α.(2004), Φυτοτεχνία)

Σε αντίθετη πλευρά η χρήση αίθριου αυξάνει την περιμετρική ζώνη. Σε αυτή την περίπτωση το όφελος μειώνεται όσο οι όροφοι του κτηρίου βρίσκονται πλησιέστερα στο έδαφος κατανομή του φυσικού αίθριου καθορίζεται από τους παρακάτω παράγοντες :

- Το σχήμα του αίθριου
- Την σχέση μεταξύ των διαστάσεων του
- Την διαπερατότητα του καλύμματος
- Την ανακλαστικότητα των εσωτερικών προσόψεων

Η επίδραση της ανακλαστικότητας είναι περιορισμένη στις περιπτώσεις που το ύψος του αίθριου είναι μικρότερο από το πλάτος του οπότε η επίδραση του φωτισμού από τον ουρανό είναι μεγαλύτερη.

#### **ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΚΑΘΕΤΑ –ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΙ ΦΕΓΓΙΤΕΣ**

Γνωρίζουμε ότι τα επίπεδα του φυσικού φωτισμού καθώς και η κατανομή τους καθορίζονται πέραν των κλιματικών παραμέτρων και από το μέγεθος, τη θέση και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, τον τύπο του υαλοπίνακα αλλά και την ανακλαστικότητα. :

- Τα βόρεια ανοίγματα δίνουν ελάχιστα ηλιακά κέρδη, άλλα σχετική σταθερότητα στην περιοχή του διάχυτου φωτισμού και μικρές τιμές φυσικού φωτισμού.
- Τα νότια ανοίγματα δίνουν αρκετά ηλιακά κέρδη, αλλά και δυνατό ηλιακό φωτισμό
- Τα δυτικά και τα ανατολικά ανοίγματα δίνουν χαμηλή τη θέση του ηλίου

Η ανισοκατανομή του φυσικού φωτισμού σε χώρους με κάθετα ανοίγματα είναι ένας άλλος παράγοντας. Είναι δύσκολο μόνο με τη χρήση ανοιγμάτων σε κάποιο χώρο να επιτευχθεί ομοιομορφία. Παρόλα αυτά όμως γίνεται να βελτιωθεί η ομοιομορφία με τους παρακάτω τρόπους :

**Μείωση του βάθους του χώρου.** Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η ελάχιστη τιμή της ομοιομορφίας. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο του Lynes για να αποφύγουμε το σχεδιασμό χώρων με πολύ μεγάλος βάθος :

$$\frac{L}{W} + \frac{L}{Hw} \leq \frac{2}{1 - \rho}$$

Όπου L,W, Hw είναι το μήκος, πλάτος, ύψος του πρεκτιού από το δάπεδο του χώρου ενώ ρ είναι η μέση ανακλαστικότητα στο πίσω μισό μέρος του χώρου.

Για να βρούμε την τιμή της ανακλαστικότητας χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο :

$$\rho = \frac{A \left( \epsilon_{\pi\varphi 1} + A_{\epsilon\pi\varphi 2} + \dots \right)}{\left( \rho_{\epsilon\pi\varphi 1} * A_{\epsilon\pi\varphi 1} + \rho_{\epsilon\pi\varphi 2} * A_{\epsilon\pi\varphi 2} + \dots \right)}$$

Ένας άλλος τρόπος είναι η **χρήση της σκίασης**. Καθώς η σκίαση επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανομή του φυσικού φωτισμού μας ενδιαφέρει η υιοθέτηση συστημάτων σκίασης που να παρέχουν επαρκή έλεγχο των ηλιακών κερδών χωρίς να επιβαρύνουν όμως την ομοιομορφία.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ**

### **ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ**

Ο λόγος για τον οποίο πρέπει να κατηγοριοποιήσουμε τους λαμπτήρες φωτισμού είναι για να μπορούμε να πραγματοποιούμε ευκολότερα τις μελέτες φωτισμού επιλέγοντας τους κατάλληλους λαμπτήρες και πετυχαίνοντας τον πιο σωστό διαθέσιμο σε εμάς φωτισμό.

### **ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ**

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως στηρίζουν τη λειτουργία της στο φαινόμενο της θερμάνσεως μεταλλικού νήματος μέχρι λευκοπύρωσης. Με τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος το ποσό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε ωφέλιμη φωτεινή ενέργεια δεν ξεπερνά το 10% - 12% και η φωτιστική απόδοση των λαμπτήρων αυτών είναι περίπου 10-20 lumen / watt.

Το γέμισμα του περιβλήματος του λαμπτήρα με αδρανές αέριο υπό πίεση δρα ανασταλτικά στη διαφυγή ηλεκτρονίων από το νήμα ενώ παράλληλα μειώνεται η θερμοκρασία του νήματος αφού οι απώλειες θερμότητας γίνονται πλέον με αγωγή και με μεταφορά, ενώ στον αερόκενο λαμπτήρα γίνεται μόνο με ακτινοβολία. Ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 18) :



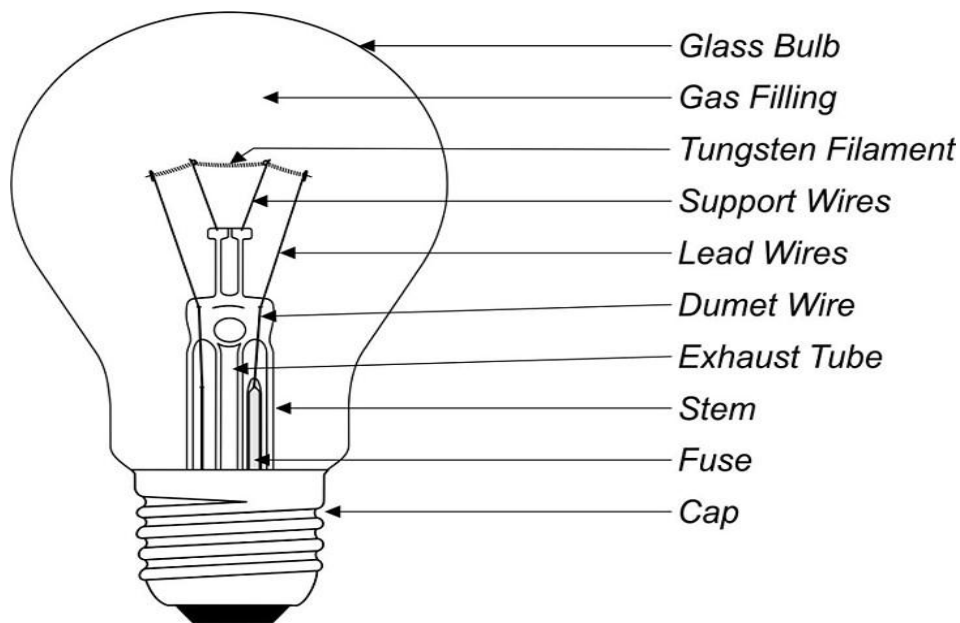
Εικόνα 18: Λαμπτήρας πυρακτώσεως

Για να προληφθεί η εξάχνωση του νήματος και για να μπορέσουν να αναπτυχθούν υψηλές θερμοκρασίες σε αυτό, οι περισσότεροι λαμπτήρες γεμίζονται με ένα μείγμα αζώτου και αργών (συνήθους 90% αργών και 10% άζωτο) το οποίο επιτρέπει μεγαλύτερες επιδόσεις.

Μερικοί λαμπτήρες γεμίζονται με κρυπτόν το οποίο είναι καλύτερο από τα άλλα αέρια γιατί λόγω του μικρού του ατομικού βάρους συντελεί λιγότερο στις απώλειες θερμότητας με αγωγή και μεταφορά.



Για τη στήριξη του νήματος χρησιμοποιούνται δύο στηρίγματα από μολυβδαίνιο για να περιορίζονται οι απώλειες της θερμότητας του νήματος. Παρακάτω βλέπουμε το εσωτερικό ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως (**Εικόνα 19**):



**Εικόνα 19:** Το εσωτερικό λαμπτήρα πυρακτώσεως

Το νήμα κατασκευάζεται από τουγκστένιο, λόγω του υψηλού σημείου τήξεως του που είναι οι 3350 βαθμοί Κελσίου και του μεγάλου έργου εξαγωγής των ηλεκτρονίων του. Στις μέρες μας έχουμε νήματα διαμέτρου της τάξεως των 10 μm. Τα νήματα παράγονται σε τρεις μορφές:

- **Ευθύγραμμη**
- **Ελικοειδής**
- **Διπλή ελικοειδής περιέλιξη**

Από την άλλη πλευρά οι κάλυκες των λαμπτήρων πυρακτώσεως έχουν τρεις μορφές:

- **Βιδωτοί:** Χαρακτηρίζονται με το γράμμα **E**
- **Μπαγιονέτ :** Χαρακτηρίζονται με το γράμμα **B**
- **Κουμπωτοί:** Χαρακτηρίζονται με το γράμμα **S**

Οι αριθμοί που συνοδεύουν τα παραπάνω γράμματα (E.B.S) είναι οι διάμετροι των καλύκων σε χιλιοστά (mm).

Ειδικά για τους κάλυκες τύπου S το μικρό s ή d που ακολουθεί τον αριθμό, συμβολίζει τον αριθμό των κουμπωμάτων που υπάρχουν στον λαμπτήρα. Το s (single) σημαίνει ότι το κούμπωμα δέχεται μόνο ένα πόλο σε κάθε άκρη του λαμπτήρα για την λειτουργία του.

Το d (double) σημαίνει ότι το κούμπωμα δέχεται δύο πόλους και έτσι χρησιμοποιούμε μόνο ένα φως το οποίο τοποθετείται στο μέσο του λαμπτήρα. (Δημόπουλος Ι. Φίλιππος(1900) ,Φυτοτεχνία και ηλεκτρικές συσκευές)

### **ΟΙ ΠΙΟ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ**

Οι κοινοί λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι γενικής χρήσης και διατίθενται σε δύο εκδόσεις:

- Λαμπτήρες περλ ματ οι οποίες μειώνουν την έντονη λάμψη και τις σκιάς.
- Λαμπτήρες διαφανείς που εκπέμπουν λαμπερό έντονο φως.

### **ΑΧΛΑΔΩΤΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ**

Είναι οι λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται για οικιακό φωτισμό. Διατίθενται σε ισχύς 15,25 , 40 , 60 , 75 , 100 , 150 , 200 watt .Κατασκευάζονται με κάλυκα βιδωτό E27 ή μπαγιονέτ B22. Η φωτεινή τους ροή κυμαίνεται από 90 μέχρι 3500 lumen, μπορούμε να τις βρούμε σε ματ ή διαφανή έκδοση (**Εικόνα 20**):



**Εικόνα 20:** Αχλαδωτός λαμπτήρας πυρακτώσεως

### **ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΚΕΡΙΑ**

Οι λαμπτήρες κεριά χρησιμοποιούνται για διακοσμητικό φωτισμό σε διάφορους χώρους όπως σπίτια, ξενοδοχεία, εστιατόρια.. Η ισχύς τους είναι 15 , 25 , 40,60 , 75 , 100 watt. Διατίθενται με βιδωτό κάλυκα E14 και E27. Η φωτεινή τους ροή κυμαίνεται από 90 έως 1400 lumen (**Εικόνα 21**):



Εικόνα 21: Λαμπτήρας πυρακτώσεως τύπου κερί

#### **ΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ**

Οι σφαιρικοί λαμπτήρες είναι μικροί και είναι κατάλληλοι για ένα μεγάλο αριθμό διακοσμητικών φωτιστικών μικρού μεγέθους. Η ισχύς τους είναι 15,25, 40,60 watt. Διατίθενται με βιδωτό κάλυκα E14 και E27 όπως και με μπαγιονέτ B22. Η φωτεινή ροή κυμαίνεται από 90 έως 660 lumen (**Εικόνα 22**):



Εικόνα 22: Σφαιρικός λαμπτήρας πυρακτώσεως

#### **ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ KRYPTON**

Είναι ιδανικοί για μεγάλους εσωτερικούς χώρους. Το φως που παράγουν είναι άσπρο και διαχέεται ομοιόμορφα και δεν τυφλώνει. Τους λαμπτήρες τύπου Krypton μπορούμε να τους βρούμε σε τρία σχέδια.

#### **ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ ΜΑΝΙΤΑΡΙ**

Η ισχύς τους είναι 25,40, 60, 100 watt. Η φωτεινή ροή που εκπέμπει είναι από 240 έως 1500 lumen και κατασκευάζονται με κάλυκα E27(**Εικόνα 23**):



Εικόνα 23: Ο λαμπτήρας Κρυπτον με σχέδιο μανιτάρι

*ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ ΚΕΡΙ*

Με ισχύς 25, 40, 60 watt. Η φωτεινή ροή τους κυμαίνεται από 220 έως 720 lumen και μπορούν να τους βρούμε με κάλυκα βιδωτό E14(Εικόνα 24 )



Εικόνα 24: Ο λαμπτήρας Κρυπτον με σχέδιο κερί

*ΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ*

Με ισχύς 25, 40, 60 watt, η φωτεινή τους ροή κυμαίνεται από 220 έως 720 lumen και διατίθενται με βιδωτό κάλυκα E14 και E27(Εικόνα 25):



Εικόνα 25: Ο λαμπτήρας Krypton με σφαιρικό σχέδιο

Υπάρχουν και άλλα είδη λαμπτήρων πυρακτώσεως όπως είναι οι λαμπτήρες οι χρωματιστοί, καθρέφτη και αντίθετου καθρέφτη, χαμηλής τάσεως, ηλιακού φωτός κ.α.

#### ***ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ***

Οι λαμπτήρες αλογόνου προσφέρουν μια πολύ υψηλή ένταση φωτός σε σχέση με τους απλούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Εκπέμπουν ένα λευκό φως που κάνει τα χρώματα να φαίνονται πιο ζωντανά σε σχέση με τους άλλου τύπου λαμπτήρες.

#### ***ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΑΛΟΓΟΝΟΥ***

Η αρχή λειτουργίας των λαμπτήρων αλογόνου βασίζεται πάνω σε αυτή των λαμπτήρων πυρακτώσεως καθώς αποτελούν μια υποκατηγορία αυτών.

Μέσα στον κώδωνα του λαμπτήρα τοποθετείται μια μικρή ποσότητα τιμών ενός αλογόνου (συνήθως Ιωδίου) η οποία επιδρά με τα προϊόντα της εξαχνώσεως και σχηματίζει χημική ένωση που ονομάζεται αλογονίδιο του βολφραμίου. Έτσι το αλογονίδιο αυτό επικάθεται στο νήμα όπου λόγω της υψηλής θερμοκρασίας διασπάται αποθέτοντας το βολφράμιο πάνω στο νήμα, ενώ το αλογόνο ελευθερώνεται για να ξεκινήσει νέο κύκλο.

Με αυτό τον τρόπο το νήμα τροφοδοτείται συνέχεια με βολφράμιο και η συνολική εξάχνωση του νήματος περιορίζεται. Οι λαμπτήρες που εργάζονται με αυτό τον τρόπο επιτρέπουν την ανάπτυξη στο νήμα μεγαλύτερων θερμοκρασιών άρα παρουσιάζουν βελτιωμένη απόδοση και μεγαλύτερο χρόνο ζωής.

Οι λαμπτήρες αλογόνου χωρίζονται σε τέσσερις διαφορετικούς τύπους :

- **Λαμπτήρες αλογόνου τύπου καθρέπτη**
- **Λαμπτήρες κοινού κάλυκα**

- Λαμπτήρες Ιωδίνης
- Λαμπτήρες αλογόνων κάψουλες

#### **ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ ΜΕ ΚΑΘΡΕΦΤΗ**

Τους λαμπτήρες αλογόνων καθρέπτου μπορούμε να τους χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες:

- Στους τάσεως δικτύου
- Στους χαμηλής τάσεως

#### **ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΤΑΣΕΩΣ ΔΙΚΤΥΟΥ**

Λειτουργούν με τάση δικτύου και δεν χρειάζονται μετασχηματιστή. Εκπέμπουν λευκό φως σε δύο γωνίες δέσμης φωτός για έντονο φωτισμό. Έχουν μέχρι και 35% υψηλότερη φωτεινή ένταση σε σχέση με τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως καθρέπτου.

Παρέχουν 15% εξοικονόμηση ενέργειας ενώ διάρκεια ζωής τους είναι περίπου 2000 ώρες. Έχουν αντικριστό καθρέπτη με διάφανο κάλυμμα. Η θερμοκρασία χρώματος είναι 3000° K περίπου.

Οι λαμπτήρες αλογόνων τάσεως δικτύου έχουν ισχύ 40, 50, 75, 100 Watt Η ένταση ακτινοβολίας τους κυμαίνεται από 600 έως 15000 cd. Το εύρος δέσμης τους κυμαίνεται από 10° έως 50° , στοιχείο που τις κάνει κατάλληλες για εστιακό και γενικό φωτισμό. Κατασκευάζονται με κάλυκα βιδωτό E14 , E27 και με ακίδες GU10 ή GZ10,

#### **ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΕΩΣ**

Οι λαμπτήρες αυτοί λειτουργούν με την βοήθεια μικρών μετασχηματιστών 6 , 12 , 24 Volt. Αναλυτικότερα, οι λαμπτήρες αυτοί μπορούν να διαχωριστούν σε κάποιες υποκατηγορίες:

**Λαμπτήρες με καθρέφτη από αλουμίνιο.** Αυτοί οι λαμπτήρες χρησιμοποιούνται για την ανάδειξη αντικειμένων σε μουσεία, καταστήματα, bar και σπίτια. Η ισχύς τους είναι 15, 20 , 35, 50 Watt Το εύρος δέσμης τους κυμαίνεται από 4° έως 38°. Η ένταση ακτινοβολίας τους ξεκινά από 700 μέχρι 12500 cd . Κατασκευάζονται με κάλυκες . GY4 και GU5,3 με ακίδες και μαγαγιονέτ BA15d και B15d ενώ έχουν χρόνο ζωής τις 2000 ώρες.

**Λαμπτήρες διχρωμικού καθρέφτη.** Ο χρόνος ζωής τους είναι ανάλογα με τον λαμπτήρα 2000, 3000, 4000, 5000 ώρες. Η ισχύς τους είναι 10, 20, 35, 45, 50 watt

Οι κάλυκες με τους οποίους κατασκευάζονται είναι: GU4 και GU5,3 με ακίδες. Το εύρος δέσμης τους κυμαίνεται από 8° έως 60°. Η ένταση ακτινοβολίας τους παίρνει τιμές από 300 cd μέχρι 16000 cd.

**Λαμπτήρες κοινού κάλυκα.** Δίνουν ένα ευχάριστο και λαμπερό φως, μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ροοστάτη και η θερμοκρασία χρώματος είναι 2900° K. Η διάρκεια ζωής τους είναι 2000 ώρες.

Η ισχύς τους είναι. 25, 40, 60, 75, 150, 250 watt. Κατασκευάζονται με κάλυκα βιδωτό E27 και E14. Η φωτεινή ροή που εκπέμπουν ξεκινάει από 250 lumen και φτάνει τα 4000 lumen

#### **ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΙΩΔΙΝΗΣ**

Οι λαμπτήρες ιωδίνης κατασκευάζονται με δύο άκρα. Λειτουργούν στα 230 Volt και έχουν θερμοκρασία χρώματος 2900° K .

Ο μέσος χρόνος ζωής τους είναι ανάλογα με την ισχύ από 2000 μέχρι 3000 ώρες. Η τοποθέτηση των λαμπτήρων μέχρι 500 Watt μπορεί να γίνεται σε οποιαδήποτε θέση, ενώ για λαμπτήρες πάνω από 500 Watt, η τοποθέτηση πρέπει να γίνεται σε οριζόντια θέση με μια μικρή απόκλιση που διαφέρει για κάθε κατασκευάστρια εταιρία.

Η ισχύς τους είναι 60,100,150,200,300,500,750,1000,1500 , 2000 Watt. Κατασκευάζονται με κάλυκα κουμπωτό R7s και FA4 Η φωτεινή τους ροή κυμαίνεται από 840 lumen έως 44000 lumen

#### **ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΨΟΥΛΑ**

Οι λαμπτήρες που θα παρουσιάσουμε παρακάτω είναι οι μικρότεροι λαμπτήρες που υπάρχουν στο εμπόριο. Είναι κατάλληλοι για εστιακό και γενικό φωτισμό σε σπίτια , εστιατόρια , μπαρ , καταστήματα Διατίθενται σε ματ ή διαφανή κώδωνα (**Εικόνα 26**) :



**Εικόνα 26:** Λαμπτήρας αλογόνου τύπου κάψουλα

#### **ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΣ**

Οι λαμπτήρες εκκένωσης είναι μια μεγάλη κατηγορία λαμπτήρων στην οποία εμπεριέχονται και οι λαμπτήρες φθορισμού. Είναι λαμπτήρες υψηλής απόδοσης και χρειάζονται ειδικά όργανα όπως πυκνωτές , πηνία και εναυστήρες για την έναυση και λειτουργία τους.

Υπάρχει συγκεκριμένη θέση λειτουργίας για κάθε ομάδα λαμπτήρων και πρέπει να ακολουθείται για να εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία και η βέλτιστη απόδοση του λαμπτήρα Έτσι ο κατασκευαστής μας προσδιορίζει τη θέση του λαμπτήρα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του και μετράται σε μοίρες από τον οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα.

### **ΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ**

#### **Ο ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ**

Οι λαμπτήρες φθορισμού είναι λαμπτήρες εκκενώσεως ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης με φθορίζοντα τοιχώματα. Η διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από ένα αέριο ονομάζεται ηλεκτρική εκκένωση.

Για να γίνει αυτό απαιτούνται κατάλληλοι φορείς οι οποίοι είναι ιόντα και ηλεκτρόνια. Ο σωλήνας περιέχει μια ποσότητα αερίου που σε φυσιολογική κατάσταση αποτελείται από ουδέτερα άτομα. Λόγω όμως της επίδρασης διαφόρων αιτιών και κυρίως της κοσμικής ακτινοβολίας υπάρχει πάντοτε μέσα στο αέριο αριθμός ιόντων και ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Εφαρμόζοντας τάση στα ηλεκτρόδια αναπτύσσεται ένα ηλεκτρικό πεδίο το οποίο κινεί τα ηλεκτρικά φορτία, τα μεν θετικά προς την κάθοδο και τα δε αρνητικά προς την άνοδο

Αυξάνοντας την τάση, αυξάνεται η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας των ηλεκτρικών φορτίων. Τα ηλεκτρικά φορτία κατά την κίνηση τους συγκρούονται με τα άτομα του αερίου..

Αυξάνοντας ακόμα περισσότερο την τάση της πηγής, τα ηλεκτρικά φορτία θα αποκτήσουν αυξημένη κινητική ενέργεια προκαλώντας πλέον τον ιονισμό των ατόμων με τα οποία συγκρούονται. Αποτέλεσμα του ιονισμού είναι η δημιουργία νέων φορέων φορτίου οι οποίοι κινούνται με την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου και δημιουργούν και άλλους φορείς και ούτω καθ' εξής. Αποτέλεσμα αυτού είναι η έναρξη της εκκενώσεως δια μέσω του αερίου.

Αν σε ένα ηλεκτρόνιο προσδοθεί ενέργεια κατάλληλης συχνότητας, τότε το ηλεκτρόνιο την απορροφά και μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να ανυψωθεί από τη θεμελιώδη στάθμη του σε άλλη υψηλότερης ενέργειας . Το άτομο σε αυτή την κατάσταση λέμε ότι είναι ασταθές ή βρίσκεται σε διέγερση. Το έργο που χρειάζεται για να γίνει αυτή η διαδικασία ονομάζεται έργο ή **ενέργεια διεγέρσεως**.

Το ηλεκτρόνιο παραμένει στη νέα του θέση για μικρό χρονικό διάστημα και μετά επανέρχεται στην αρχική του θέση εκπέμποντας ταυτοχρόνως , με μορφή ακτινοβολίας , την ενέργεια απορρόφησε. Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται **φθορισμός** και το φαινόμενο αυτό συναντάται στη λειτουργία των λαμπτήρων φθορισμού.

Οι λαμπτήρες αυτοί περιέχουν προσμίξεις ευγενών αερίων (κυρίως νέον και αργών) και μια σταγόνα υδραργύρου με πίεση περίπου  $5 \cdot 10^{-3}$  MmHg υπό θερμοκρασία τοιχωμάτων 40°C. Στα



άκρα του σωλήνα βρίσκονται δύο ηλεκτρόδια με μορφή σύνθετων νημάτων τα οποία εξασφαλίζουν ομοιογενή θερμοϊονική εκπομπή ηλεκτρονίων και μεγάλο χρόνο ζωής.

Όταν ο λαμπτήρας τεθεί υπό επαρκή τάση , δημιουργείται εκκένωση αερίου η οποία παράγει ακτινοβολία. Το 95% περίπου της ακτινοβολίας βρίσκεται σε μήκος κύματος 254 nm ) και μόνο ελάχιστη γίνεται ορατή.

Η εσωτερική επιφάνεια του γυάλινου σωλήνα επιχρίεται με φθορίζουσες ουσίες (κυρίως άλατα πυριτίου , βολφραμίου και βορίου) τα οποία μετατρέπουν την αόρατη υπεριώδη ακτινοβολία σε ορατή. Το φάσμα του εκπεμπόμενου φωτός εξαρτάται από το είδος της φθορίζουσας ουσίας.

Με κατάλληλο συνδυασμό των διαφόρων φθορίζουσών ουσιών επιτυγχάνονται ποικιλίες αποχρώσεων στο φως που βγάζουν οι λαμπτήρες φθορισμού. Η απόδοση των λαμπτήρων φθορισμού είναι περίπου τριπλάσια από εκείνη των λαμπτήρων πυρακτώσεως ίσης ηλεκτρικής ισχύος.

Για να λειτουργήσει σωστά ένας λαμπτήρας πρέπει να συνδεθεί στο κύκλωμά του σε σειρά μια αντίσταση που στην περίπτωση του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ένα στραγγαλιστικό πηνίο. Λαμπτήρες διαφορετικής έντασης ρεύματος απαιτούν διαφορετικά στραγγαλιστικά πηνία , ενώ λαμπτήρες που έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά μπορούν να λειτουργήσουν με στραγγαλιστικά πηνία του ίδιου τύπου και μεγέθους.

Επίσης εκτός από το στραγγαλιστικό πηνίο που συνδέεται σε σειρά με τον λαμπτήρα, συνδέεται και σε σειρά με τα ηλεκτρόδια ένας εκκινητής . Αυτός αποτελείται από ένα διμεταλλικό έλασμα και μια σταθερή επαφή και είναι απαραίτητος για την έναυση του λαμπτήρα η οποία δεν μπορεί να γίνει με απλή σύνδεση προς την τάση του δικτύου γιατί τα ηλεκτρόδια είναι ψυχρά και δεν εκπέμπουν ηλεκτρόνια.

Ο εκκινητής είναι έτσι κατασκευασμένος ώστε η απόσταση ανάμεσα στο σταθερό ηλεκτρόδιο και στο διμεταλλικό έλασμα να είναι μικρή. Εφαρμόζοντας την τάση του δικτύου ο λαμπτήρας δεν διαρρέεται από ρεύμα αλλά η τάση στα άκρα του εκκινητή είναι επαρκής για να ξεκινήσει η εκκένωση αίγλης.

Η εκκένωση αίγλης θερμαίνει το διμεταλλικό έλασμα του εκκινητή το οποίο στη συνέχεια παραμορφώνεται και κλείνει το διάκενο που υπάρχει οπότε διακόπτεται η εκκένωση αίγλης. Το κύκλωμα εκκινητή και ηλεκτροδίων διαρρέεται από ισχυρό ρεύμα που θερμαίνει τα ηλεκτρόδια και αρχίζουν να εκπέμπουν ηλεκτρόνια .

Κατόπιν , επειδή έχει διακοπεί η εκκένωση αίγλης , το διμεταλλικό έλασμα του εκκινητή ψύχεται και επανέρχεται στην αρχική του θέση διακόπτοντας το κύκλωμα.

Λόγω της διακοπής του στραγγαλιστικού πηνίου στα άκρα του λαμπτήρα υπέρταση η οποία προκαλεί την έναρξη της εκκενώσεως μέσω των ατμών υδραργύρου που προήλθαν από την εξάτμιση του υδραργύρου μέσα στο σωλήνα λόγω θερμάνσεως των νημάτων.

Οι **απλοί λαμπτήρες** φθορισμού διατίθενται σε ευθύγραμμους και κυκλικούς καθώς και σε διάφορα μεγέθη και διαμέτρους. Για κάθε εφαρμογή υπάρχει ο κατάλληλος λαμπτήρας φθορισμού και η επιλογή του πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπ' όψιν:

- **Χρωματική εντύπωση του φωτός (απόχρωση)**
- **Δείκτη χρωματικής**
- **Οικονομική απόδοση του λαμπτήρα**
- **Καταναλισκόμενη ηλεκτρικής ενέργειας.**

#### ***ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΙ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΩΤΟΙ ΛΑΜΠΗΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΔΙΑΜΕΤΡΟ 26mm***

Οι λαμπτήρες αυτοί είναι κατάλληλοι για κάθε εφαρμογή ανάλογα με τον δείκτη χρωματικής απόδοσης που θα επιλέξουμε να έχουν και το χρώμα του φωτός που χρειάζεται η κάθε εφαρμογή μας. Υπάρχουν τέσσερα χρώματα τα οποία είναι:

- **Λευκό φώς της ημέρας**
- **Ουδέτερο λευκό φώς**
- **Θερμό λευκό φώς**
- **Ψυχρό λευκό φώς**

Τέτοιου είδους λαμπτήρες είναι και οι **έγχρωμοι** που είναι κατάλληλοι για χρήση σε φωτογραφεία και μουσεία. Τα χρώματα με τα οποία κατασκευάζονται είναι κόκκινο, πράσινο, μπλε ανάλογα με τη χρήση τους.

Άλλοι λαμπτήρες είναι οι **αντικρηκτικοί** που αποτελούν χρήσιμη και σίγουρη λύση για τις εγκαταστάσεις φωτισμού σε χώρους όπου παράγονται, διανέμονται ή πωλούνται είδη τροφίμων. Αν ένας λαμπτήρας σπάσει, κάθε μικρό σπασμένο γυαλί παραμένει στη θέση του

Επίσης υπάρχουν και λαμπτήρες που διαθέτουν ένα **ενσωματωμένο ανακλαστήρα 200°** αφήνοντας ένα παράθυρο στις 160°, έτσι ώστε το φως να συγκεντρώνεται και να κατευθύνεται προς το επιθυμητό επίπεδο εργασίας.

Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης είναι  $R_a = 85$ . Είναι κατάλληλοι για χρήση σε φωτιστικά χωρίς ανακλαστήρα και σε εφαρμογές που χρειάζεται κατευθυνόμενος φωτισμός. Η ισχύς τους είναι 18, 36, 58 Watt και το μήκος τους 590, 1200, 1500 mm. Η φωτεινή τους ροή κυμαίνεται από 1350 Im, 5200 Iumen

#### ***ΟΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΙ ΣΩΛΗΝΩΤΟΙ ΛΑΜΠΗΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΔΙΑΜΕΤΡΟ 16mm***

Η μικρή διάμετρος σωλήνα των 16 mm συμβάλλει επίσης στην αύξηση της απόδοσης του φωτιστικού. Επίσης ο συνδυασμός των μικρών τους διαστάσεων με την υψηλή φωτεινή ροή που προσφέρουν, δίνουν μεγάλη ευελιξία στους αρχιτέκτονες για εφαρμογές σε μερικά κομμάτια φωτιστικά με υψηλές απαιτήσεις φωτισμού. Χρησιμοποιούνται για εφαρμογές όπως φωτισμός ασφαλείας, φωτεινές ενδείξεις, φωτισμός βιτρίνας, επίπλων.

Η χρωματική τους απόδοση κυμαίνεται από  $R_a=70$  μέχρι  $R_a=90$  ενώ διατίθενται σε τρεις αποχρώσεις με ψυχρό, ζεστό και ενδιάμεσο χρώμα. Η ισχύς τους είναι 4, 6, 8, 13, 14, 21, 24, 28, 35, 39, 49, 54, 80 Watt Το μήκος τους είναι; 136, 212, 288, 517, 549, 850, 1150, 1450 mm Ο κάλυκας που χρησιμοποιούν αυτοί οι λαμπτήρες είναι με ακίδες τύπου G5. Η φωτεινή τους ροή κυμαίνεται από 120 lm μέχρι 7000 lm (**Εικόνα 28**) :



**Εικόνα 27:** Ευθύγραμμος σωληνωτός λαμπτήρας διαμέτρου 16mm

Παρόμοιου τύπου είναι και οι σωληνωτοί λαμπτήρες διαμέτρου 7mm που έχουν αποχρώσεις στο θερμό, ενδιάμεσο και το ψυχρό. Η χρωματική τους απόδοση είναι  $R_a=80$ . Η ισχύς τους είναι 6, 8, 11, 13 Watt Η φωτεινή τους ροή κυμαίνεται από 310 lm έως 930 lm.

Ο κάλυκας που χρησιμοποιείται σε αυτούς τους λαμπτήρες είναι τύπου w 4,3 χ 8,5. Απο την άλλη πλευρά αν θέλουμε ένα λαμπτήρα με ενισχυμένη ασφάλεια στις περιπτώσεις υγρασίας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν αντεκρηκτικό μονοπολικό σωληνωτό λαμπτήρα

Τέλος υπάρχουν λαμπτήρες κυκλικό σωληνωτοί (**Εικόνα 29**) σε διάφορες διαμέτρους.



**Εικόνα 28:** Σωληνωτός και κυκλικός λαμπτήρας

### **ΟΙ ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ**

Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως οι σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού αλλά καταλαμβάνουν πολύ λιγότερο χώρο. Ένα ηλεκτρικό φορτίο περνά μέσα από τους ατμούς του υδραργύρου ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια κάνοντάς τους ατμούς αυτούς να εκπέμπουν αόρατη υπεριώδη ακτινοβολία. Η επίστρωση φωσφόρου που υπάρχει στο εσωτερικό του λαμπτήρα μετατρέπει την υπεριώδη ακτινοβολία σε ορατό φως. διαφορετικοί τύποι φωσφόρου δίνουν στο φως διαφορετικές αποχρώσεις (**Εικόνα 30**)



**Εικόνα 29: Ο συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού**

Η εκπομπή υψηλής ποιότητας φωτός οφείλεται σε δύο παράγοντες, στο ηλεκτρονικό σύστημα έναυσης που είναι ενσωματωμένο σε όλους τους συμπαγείς λαμπτήρες και στη λειτουργία υψηλής συχνότητας των λαμπτήρων.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από το ηλεκτρονικό σύστημα έναυσης είναι:

- **Εκκίνηση χωρίς διακυμάνσεις**
- **Λειτουργία χωρίς διακυμάνσεις**
- **Υψηλή αντίσταση στις αιφνίδιες μεταβολές τάσης**
- **Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής λαμπτήρα.**

Περιγραφικά, διακρίνονται σε :

- **Με φωτοκύτταρο**
- **Με ρυθμιστή φωτεινής ροής**
- **Συμβατικού χρώματος λευκού**
- **Πεταλωτοί**
- **Καθρέπτου**
- **Κυκλικούς**

- Με ακίδες

Για παράδειγμα παρακάτω φαίνεται ένας λαμπτήρας με φωτοκύτταρο (**Εικόνα 31**) :



Εικόνα 30: Λαμπτήρας φθορισμού με φωτοκύτταρο

## ***Ο ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΧΩΡΩΝ***

### ***Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ***

Οι λάμπες ενός χώρου μπορούν άλλοτε να φωτίσουν διακριτικά μια συγκεκριμένη επιφάνεια και άλλοτε έναν χώρο. Το κάθε χρώμα δηλαδή από μόνο του αλλά και σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα μπορεί να προκαλέσει διάφορα συναισθήματα. Τα ζεστά χρώματα είναι το κόκκινο, το πορτοκαλί και το κίτρινο.

Από την άλλη πλευρά τα κρύα χρώματα είναι πχ το μπλε, το βιολετί. Κλασικά το κόκκινο είναι το χρώμα της υγείας, της δύναμης και του πάθους ενώ το κίτρινο είναι το χρώμα της ευθυμίας της αισιοδοξίας κτλ

Πιο αναλυτικά :

- Το **κόκκινο** χρώμα είναι το ιδανικό χρώμα το οποίο χρησιμοποιούμε για να τραβήξουμε τη προσοχή. Συμβολίζει το πάθος, την επιτυχία και την ευθυμία.
- Το **ροζ** συμβολίζει την απόλυτη αγάπη.
- Το **μωβ** συμβολίζει την πνευματικότητα και είναι το χρώμα των οραματιστών αλλά και των ονειροπόλων.
- Το **πορτοκαλί** συμβολίζει την ενότητα και η χρήση τους είναι σε σημεία που θέλουμε να δείξουμε ότι είμαστε χαρούμενοι.
- Το **πράσινο** συμβολίζει την φύση, την ισορροπία και την συγκέντρωση.
- Το **μαύρο** συμβολίζει το μυστήριο, και τον σεβασμό.

- Το **γκρι** χρώμα μας βοηθά να μεγαλώσουμε μικρούς χώρους και είναι σύνηθες να βρίσκεται σε πολυσύχναστους χώρους. Συνήθως βρίσκεται στο σαλόνι, στο χολ αλλά και σε νοσοκομειακούς χώρους.
- Το **μπλε** προκαλεί τρυφερότητα, διαύγεια, γαλήνη και μια εσωτερική ζεστασιά
- Το **άσπρο** εμπνέει την εμπιστοσύνη και βοηθά την αποδοτικότητα και την αναλυτικότητα.
- Το καφέ προσφέρει ασφάλεια και σταθερότητα

### ***Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΓΡΑΦΕΙΑ***

(Εικόνα 32 ):



Εικόνα 31: Ο τεχνητός φωτισμός γραφείων

### ***Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΚΑΦΕΤΕΡΕΙΕΣ ΚΑΙ ΝΥΚΤΕΡΙΝΑ ΚΕΝΤΡΑ***

Συνήθως ο φωτισμός αποτελείται από φωτιστικά χαμηλής ισχύος που είναι τοποθετημένα στους τοίχους και την οροφή . Όταν μια καφετέρια διαθέτει χώρους που οι θαμώνες παίζουν διάφορα παιχνίδια πχ μπιλιάρδο απαιτείται πιο έντονος φωτισμός. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το φωτισμό μιας καφετέρειας (Εικόνα 33):



Εικόνα 32: Ο φωτισμός καφετέρειας

Όσο αφορά τα κέντρα νυχτερινής διασκέδασης η δημιουργία πολύ συναρπαστικής ατμόσφαιρας είναι απαραίτητη. Ο φωτισμός ελέγχεται από διακόπτες και συνήθως έχουμε πολύχρωμο φωτισμό που μας δίνει μια αίσθηση ευθυμίας (Εικόνα 34) :



Εικόνα 33: Ο φωτισμός νυκτερινού κέντρου

### ***Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ***

Εδώ απαιτείται ένας πολύ γενικός αλλά έντονος φωτισμός με σκοπό να φαίνονται καλύτερα τα προϊόντα. Επίσης έχουμε και τοπικό φωτισμό και συνδυάζονται άριστα με τον γενικό φωτισμό (Εικόνα 35) :



Εικόνα 34 : Ο φωτισμός ενός καταστήματος

### ***Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ***

Χρειαζόμαστε σωστό φωτισμό με εναλλαγές που εξαρτάται από τον χώρο. Άλλο φωτισμό έχει ο χώρος υποδοχής των πελατών και άλλο τα υπνοδωμάτια τους. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε ένα παράδειγμα φωτισμού της ρεσεψιόν ενός ξενοδοχείου (Εικόνα 36) :



Εικόνα 35: Ο φωτισμός της ρεσεψιόν ξενοδοχείου

Ενώ στην παρακάτω εικόνα για παράδειγμα, βλέπουμε τον φωτισμό μιας αίθουσας συνεδριάσεων σε ξενοδοχείο( Εικόνα 37)





Εικόνα 36: Φωτισμός αίθουσας συνεδριάσεων ξενοδοχείου

Άλλο φωτισμό χρειαζόμαστε όταν το ξενοδοχείο ετοιμάζεται να σερβίρει το δείπνο ενώ άλλο φωτισμό θέλουμε στην είσοδο του που μπορεί να έχει πολύφωτα έμεσσου φωτισμου Όσο αφορά τα δωμάτια στα οποία θα φιλοξενηθούν οι πελάτες πρέπει ο φωτισμός να παρέχει άνεση, καλή ατμόσφαιρα και μια αίσθηση ασφάλειας.

Οπότε χρειαζόμαστε φωτισμό ο οποίος θα ναι συνδυασμός εστιακού αλλά και διακοσμητικού (Εικόνα 38 )



Εικόνα 37: Ο φωτισμός δωματίου ενός ξενοδοχείου

### **Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ**

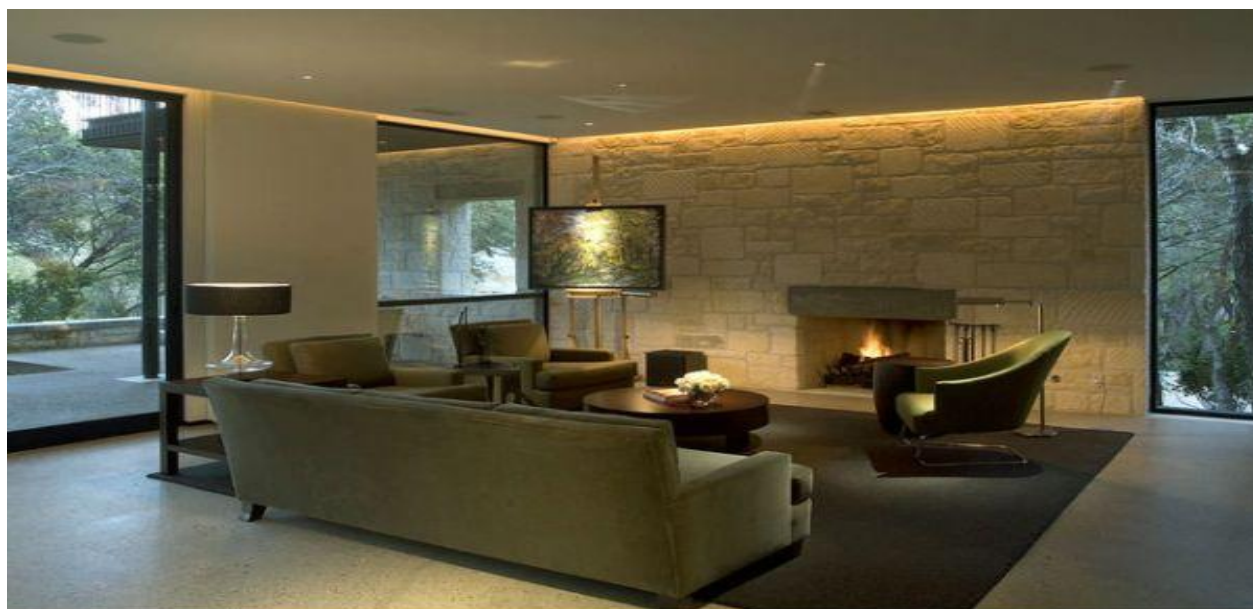
Όσο αφορά τα σπίτια απαιτούμε συνήθως έμμεσο φωτισμό χωρίς πολλές εναλλαγές. Για παράδειγμα στο καθιστικό μια τιμή στα 100 lux είναι αρκετή ενώ στους χώρους που να καθίσουμε για να διαβάσουμε γύρω στα 200 lux είναι αρκετά.

Από την άλλη πλευρά αν θέλουμε να αναδείξουμε ένα τοίχο ή κάποια σημαντικά αντικείμενα στο χώρο μας δίνουμε ακόμη μεγαλύτερες τιμές. Παρακάτω βλέπουμε τον φωτισμό του καθιστικού μιας κατοικίας (**Εικόνα 39**)



Εικόνα 38: Ο φωτισμός καθιστικού κατοικίας

Αν έχουμε τζάκι δε χρειαζόμαστε έντονο φωτισμό διότι θα επισκιάσει την μαγεία του. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τον φωτισμό ενός τζακιού (**Εικόνα 40**): (Δημόπουλος Ι. Φίλιππος(1900) ,Φυτοτεχνία και ηλεκτρικές συσκευές)



Εικόνα 39: Ο φωτισμός τζακιού κατοικίας



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ SCORM**

### **Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Στην εποχή της Πληροφορίας καθημερινά αυξάνεται σημαντικά το ποσοστό των ανθρώπων που αποκτούν πρόσβαση στο διαδίκτυο, καθώς και γνώσεις χειρισμού υπολογιστών. Η εποχή αυτή έχει φέρει αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο αυτός προσεγγίζει την γνώση. Η χρήση των πολυμέσων έκανε δυνατή την ανάπτυξη κατάλληλων συστημάτων που να μπορούν να βελτιώνουν την μάθηση εισάγοντας τα στοιχεία της αλληλεπίδρασης μεταξύ του μαθητή και του δασκάλου.

Οι εξελίξεις στο χώρο αυτό έχουν αλλάξει εξ ολοκλήρου τον χώρο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Τα πάντα στηρίζονται στο διαδίκτυο καθώς είναι ένα χρήσιμο εργαλείο τόσο στο μέσο άνθρωπο αλλά και στα εκπαιδευτικά συστήματα και οργανισμούς.

Πλέον περνάμε από τις τεχνολογίες e-learning στα αντικείμενα μάθησης. Ένα Αντικείμενο Μάθησης (AM) είναι ένα αυτοτελές ψηφιακό αντικείμενο που έχει παραχθεί για ένα συγκεκριμένο διδακτικό αντικειμενικό σκοπό.

Παρόλο που σαν AM μπορεί να θεωρηθεί ακόμα και μία απλή εικόνα ή ένα κείμενο, η τάση είναι να είναι αρκετά πιο πολύπλοκα. Η τήρηση τους σε αρχείο και η δυνατότητα κατανομής βοηθούν στην αποφυγή επαναδημιουργίας ήδη παραχθέντων AM. (Ρετάλης, Συμεών V), “Οι τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης”, Πανεπιστήμιο Πειραιά. Τμήμα διδακτικής της Τεχνολογίας και Ψηφιακών Συστημάτων)

### **ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΔΑΤΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ**

Τα Αντικείμενα Μάθησης για να εκπληρώνουν αποτελεσματικά το σκοπό τους πρέπει να χαρακτηρίζονται από:

- **προσβασιμότητα**
- **διαλειτουργικότητα**
- **προσαρμοστικότητα**
- **επαναχρησιμοποίηση**
- **αντοχή**
- **εξατομίκευση στις απαιτήσεις του εκπαιδευόμενου**
- **βαθμό ανάλυσης**

Τα AM παρέχουν μάθηση στο βαθμό που κανείς απαιτεί, σε πραγματικό χρόνο και ειδικά προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις του. Ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται σε αλληλεπίδραση με το

εκπαιδευτικό υλικό, μέσω του διαδικτύου και είναι εκείνος που καθορίζει την πορεία της μελέτης του.

Ένα αντικείμενο μάθησης μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Αυτό έχει αξιόλογα οικονομικά οφέλη και βοηθά σημαντικά την επιστημονική κοινότητα στην αξιοποίηση της ήδη παραχθείσας γνώσης με αποτέλεσμα την οικονομία χρόνου και τέλος της διεπιστημονικότητας.

Τα ΑΜ μπορούν να στηρίζουν διαδικασίες δια βίου μάθησης και συνεχούς επιμόρφωσης εκπαιδευτικών, όπως και άλλων κλάδων εργαζομένων, επαγγελματικών συλλόγων, κ.ά. Ένα ΑΜ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλαπλά πλαίσια και περιβάλλοντα και για διαφορετικούς κάθε φορά σκοπούς.

Παράλληλα, μπορεί ταυτόχρονα να διανεμηθεί, να επαναχρησιμοποιηθεί και να τοποθετηθεί σε διαφορετικές σειρές μαθημάτων και συστήματα διαχείρισης μαθημάτων. Για την ευκολία της αναζήτησης, ανάκτησης και χρήσης ΑΜ καθίσταται αναγκαία η χρησιμοποίηση **μετα – ετικετών(metadata)**.

Οι μετα – ετικέτες, είναι πρόσθετα στοιχεία που περιγράφουν το περιεχόμενο, την προέλευση, την μορφή, την καταλληλότητα και άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά. Τα μεταδεδομένα επιτρέπουν στους πράκτορες λογισμικού ή σε συστήματα λογισμικού να επιλέξουν ΑΜ από παγκόσμια αποθετήρια σύμφωνα με τα δοσμένα κριτήρια αναζήτησης.

Τα μεταδεδομένα των ΑΜ (Learning Object Metadata, LOM) δημιουργήθηκαν και αναπτύχθηκαν για να επιλύσουν το πρόβλημα της εύρεσης υλικού από τους εκπαιδευτικούς.

Μέσω των βελτιωμένων μεταδεδομένων που συνδέονται με την εκμάθηση των αντικειμένων, είναι εφικτή από τους εκπαιδευτικούς η εύρεση, η συγκέντρωση και η χρήση κομματιών του εκπαιδευτικού περιεχομένου.

Οι βιβλιοθήκες είναι παραδοσιακά οι υπεύθυνοι φορείς οργάνωσης και περιγραφής μεταδεδομένων και σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να συνεργαστούν με τους ειδικούς στον τομέα για τη σωστή περιγραφή των πόρων. (Dougiamas, M. & Taylor, P. (2003). Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System.)

Αρκετά πρότυπα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης αναπτύχθηκαν για την περιγραφή σεναρίων μάθησης, όπως το IMS-LD και το SCORM 2004 (ADL, 2004). Από τα πρώτα πρότυπα που δημιουργήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν είναι το Dublin Core Metadata Initiative, που δημιουργήθηκε το 1995, για να παρέχει απλά πρότυπα που διευκολύνουν την εύρεση, την κατανομή και τη διαχείριση της πληροφορίας.

Το Dublin Core προσφέρει περιγραφή των πόρων, υποστηρίζει μια μεγάλη κοινότητα χρηστών και προωθεί την ευρεία χρήση των λύσεων του. Η πρώτη έκδοση του SCORM (Sharable Courseware Object Reference Model) έγινε το 1999 από το ADL (Department of Defense Advanced Distributed Learning).

Το SCORM προέκυψε από την ανάγκη εξάλειψης των προβλημάτων που είχαν δημιουργηθεί από τα προηγούμενα πρότυπα, όπως πρόβλημα αντίληψης και εφαρμογής τους και έλλειψης συνεργασίας.

Πέτυχε τελικά την ένωση και σύνδεση των προηγούμενων προτύπων. Είναι ένα ενοποιημένο πλαίσιο από προδιαγραφές και πρότυπα για το περιεχόμενο, τις τεχνολογίες και τις υπηρεσίες που διέπουν τις πλατφόρμες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

Μετά από τη συνεργασία του ADL με το IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) και το IMS (Institute of Mathematical Statistics) σταθεροποιήθηκαν οι προδιαγραφές των μεταδεδομένων και έγινε ένα δέσιμο με XML.

Κατόπιν αναπτύχθηκαν οι προδιαγραφές συσκευασίας περιεχομένου, οι οποίες περιγράφουν και πακετάρουν εκπαιδευτικό υλικό, όπως ένα μάθημα ή μια συλλογή από μαθήματα σε δυσλειτουργικά και κατανεμημένα πακέτα. Οι προδιαγραφές αυτές παρέχουν στους εκπαιδευόμενους διαδραστικές εμπειρίες μάθησης μέσα σε ένα περιβάλλον εικονικής μάθησης (Virtual Learning Environment). Παράλληλα, παρέχουν στους εκπαιδευτές τη δυνατότητα να δημιουργήσουν πολλαπλούς μαθησιακούς ρόλους και ακολουθίες

Το LOM (Learning Object Meta-data) που προτάθηκε από τον IEEE (IEEE, 2002), είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο πρότυπο μετα - δεδομένων για AM και περιλαμβάνεται στις βασικές προδιαγραφές των IMS και ADL.

Το πρότυπο αυτό είναι συμβατό με το Dublin Core Metadata Element Set (Dublin Core, 2003). Το βασικό σχήμα μεταδεδομένων είναι οργανωμένο σε εννέα (9) κατηγορίες:

- γενική (general),
- κύκλου ζωής (lifecycle),
- μεταμεταδεδομένων (meta-metadata)
- τεχνική(technical),
- εκπαιδευτική (educational),
- δικαιωμάτων (rights),
- συσχέτισης (relation)
- σχολιασμού (annotation)
- ταξινόμησης (classification)

Οι κατηγορίες γενική και σχολιασμού καλύπτουν περιγραφές, όπως τίτλος, κάλυψη και γενικά σχόλια. Απ την άλλη πλευρά, οι κατηγορίες κύκλου ζωής και δικαιωμάτων καλύπτουν τους συντελεστές, την αλλαγή ελέγχου και θέματα ιδιοκτησίας.

Η τεχνική κατηγορία περιγράφει τεχνικά χαρακτηριστικά, όπως απαιτήσεις λογισμικού για εγκατάσταση. Η εκπαιδευτική περιγράφει τα εκπαιδευτικά χαρακτηριστικά, όπως τον τύπο και την αλληλεπίδραση, το τυπικό εκπαιδευτικό πλαίσιο, την ηλικία των εκπαιδευομένων και άλλα σχετικά στοιχεία.

Η κατηγορία συσχέτισης περιγράφει τις σχέσεις ανάμεσα στα AM. Μπορεί να θεωρηθεί ως μια φόρμα σύνδεσης ανάμεσα στα περιγραφόμενα AM και τα εκπαιδευτικά χαρακτηριστικά.

Τέλος, η κατηγορία της ταξινόμησης υπηρετεί αρκετούς διαφορετικούς σκοπούς. Δηλώνει τους αντικειμενικούς σκοπούς των AM, τις αναγκαίες προϋποθέσεις του εκπαιδευόμενου και τη συνολική ταξινόμηση των περιεχομένων μέσα σε σχήματα ταξονομιών ή οντολογιών.

Το LOM περιλαμβάνει τα ονόματα των στοιχείων, τους ορισμούς τους, τους τύπους δεδομένων και τα μήκη των πεδίων. Επίσης το IEEE LOM έχει υιοθετηθεί σαν γλώσσα μεταδεδομένων για την περιγραφή εκπαιδευτικών πόρων. (SCORM (2004), Advanced Distributed Learning (ADL), *Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 Overview*, 2004.)

### **LOM ΚΑΙ ARIADNE METADATA**

Το IEEE LOM αποτελεί μία κοινή πρόταση των IMS και ARIADNE που δανείζεται κάποια στοιχεία από το DC. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

- **XML DTDs** χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της σύνταξης και της σημασιολογίας του
- **Παρέχει τα κατάλληλα γνωρίσματα για την περιγραφή ενός LO** (
- **Επικεντρώνεται σε ένα ελάχιστο σύνολο γνωρισμάτων για τη διαχείριση, τον τόπο και την αποτίμηση των αντικειμένων της μάθησης**
- **Είναι ένα αρκετά κατανοητό πρότυπο** οπότε όλες σχεδόν οι υπάρχουσες υλοποιήσεις περιγραφών μεταδεδομένων βασίζονται σε αυτό το πρότυπο που καθορίζει εννιά προαιρετικές κατηγορίες

Οι κατηγορίες που καθορίζει το LOM παρουσιάζονται παρακάτω :

- **Γενικά.** Ομαδοποιεί τη γενική πληροφορία που περιγράφεται σε ένα LO
- **Κύκλος της ζωής.** Περιγράφει την ιστορία αλλά και την τωρινή κατάσταση ενός LO καθώς και αυτών που το επηρέασαν κατά την εξέλιξη του
- **Metadata.** Περιγράφει την ειδική πληροφορία που αφορά την ίδια την εγγραφή των δεδομένων
- **Τεχνικά.** Περιγράφει τις τεχνικές απαιτήσεις ενός LO
- **Εκπαιδευτικά.** Περιγράφει εκπαιδευτικά και παιδαγωγικά χαρακτηριστικά ενός LO
- **Δικαιώματα.** Τα δικαιώματα και τις συνθήκες χρήσης ενός LO.
- **Σχέσεις.** Καθορίζει τις σχέσεις μεταξύ των LO
- **Σχόλια.** Παρέχει σχόλια για την εκπαιδευτική χρήση ενός LO
- **Ταξινόμηση.** Περιγράφει το πού ένα LO είναι τοποθετημένο μέσα σε ένα συγκεκριμένο σύστημα.

### **IMS KAI SCORM METADATA**

Η τελευταία έκδοση της περιγραφής μεταδεδομένων του IMS είναι ακριβώς η ίδια με το IEEE LOM Working Draft v6. Προφανώς, το IMS έχει και τα ίδια σπυρωτά επίπεδα με αυτό. Η μόνη διαφορά έγκειται στο ότι λόγω του μεγάλου αριθμού στοιχείων του IEEE LOM, το IMS διακρίνει δύο περιγραφές:

- **IMS Core (20 LOM στοιχεία, τα οποία αποτελούν ένα περιορισμένο σύνολο των θεμελιωδών μεταδεδομένων)**
- **IMS Standard Extension Library ή IMS-SEL (τα υπόλοιπα LOM στοιχεία)**

Γνωρίζουμε ότι το SCORM χρησιμοποιεί τα IEEE LOM μεταδεδομένα ενώ τρία είναι τα σπυρωτά επίπεδα του LOM, που βασίζονται στα τρία στοιχεία μαθησιακού περιεχομένου στα οποία αντιστοιχίζονται τα IEEE LOM στοιχεία:

- **Raw media**
- **Content**
- **Course**

### **ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ SCORM(2004)**

Η ADLNet (Advanced Distributed Learning Network) αποτελεί μία πρωτοβουλία του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ που προσπαθεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά μέσω προτύπων τον τεράστιο όγκο γνωστικών και μαθησιακών πόρων.

Σκοπός της ADL είναι η εξασφάλιση πρόσβασης σε υψηλής ποιότητας εκπαιδευτικά προϊόντα με δυνατότητα προσαρμογής σε εξατομικευμένες ανάγκες εκπαιδευόμενων και διαθεσιμότητα ανεξάρτητα από το σημείο πρόσβασης και τη χρονική στιγμή απαίτησής τους

Ως κομμάτι αυτού του σκοπού αναπτύχθηκε το SCORM (SCORM, 2004), το οποίο αποτελεί σήμερα τη σημαντικότερη πρωτοβουλία που αναπτύσσεται στον τομέα των προτύπων του eLearning.

Η χρήση του SCORM επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση, την εύκολη προσέγγιση και τη διαχρονικότητα του μαθησιακού υλικού στις κατά καιρούς τεχνολογικές αλλαγές και συμβάλλει στη διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών eLearning πλατφόρμων. Στην αποσαφήνιση αυτού του προτύπου συνέβαλαν μια σειρά από οργανισμούς οι οποίοι εμπλέκονται στην έννοια του eLearning και πιο συγκεκριμένα οι: Aviation Industry CBT Committee (AICC), IMS Global Learning Consortium και IEEE Learning Technology Standards Committee.



Το SCORM στην τελευταία έκδοσή του 1.2 (SCORM, 2004) συνεχίζει να αναπτύσσει τη συλλογή των προδιαγραφών και των προτύπων του από πολλαπλές πηγές, ώστε να στηρίζει τελικά τη διαλειτουργικότητα, την προσβασιμότητα και την επαναχρησιμοποίηση του μαθησιακού περιεχομένου.

Πιο συγκεκριμένα το SCORM (SCORM, 2004a) απαρτίζεται από μία συλλογή προδιαγραφών και προτύπων τα οποία έχουν δεθεί όλα μαζί σε μία συλλογή «τεχνικών βιβλίων».

Αυτά τα βιβλία ομαδοποιούνται κάτω από τρία κύρια θέματα:

- **Content Aggregation Model**
- **Run-time Environment**
- **Sequencing and Navigation**

Το CAM προωθεί τη μόνιμη αποθήκευση, την ονομασία, το πακετάρισμα, την ανταλλαγή και τον εντοπισμό του περιεχομένου. Ειδικότερα, οι μαθησιακοί πόροι που αποτελούν μία μαθησιακή εμπειρία πακετάρονται σ' ένα zip file (SCORM package of Package Interchange File (PIF)).

Αυτό το αρχείο περιέχει όχι μόνο τα αρχεία μαθημάτων (course files), αλλά και ένα XML file, το οποίο αναφέρεται ως manifest file και περιγράφει τα περιεχόμενα του μαθήματος αλλά και τη συνέχεια του περιεχομένου.

Το SCORM Content Aggregation Model αντιπροσωπεύει μία μαθησιακή ταξινόμια, η οποία βοηθά τους σχεδιαστές και τους εφαρμοστές της διδασκαλίας να συγκεντρώσουν τους μαθησιακούς πόρους με στόχο τη διακίνηση των επιθυμητών μαθησιακών εμπειριών. Μία δραστηριότητα περιέχει τη δημιουργία, την ανακάλυψη και τη συγκέντρωση (aggregation) των πόρων στην πιο βασική τους μορφή (assets) σε πιο πολύπλοκους μαθησιακούς πόρους και μετέπειτα την οργάνωση αυτών σε μία προκαθορισμένη ακολουθία διακίνησης. (SCORM (2004), Advanced Distributed Learning (ADL))

## ***ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ***

### ***IEEE ΚΑΙ AICC***

Η IEEE LTSC αναπτύσσει τεχνικά πρότυπα, βέλτιστες πρακτικές και οδηγίες για την υλοποίηση συστημάτων μάθησης. Οι περισσότερες ομάδες ανά τον κόσμο που συντάσσουν προδιαγραφές σχετικές με μάθηση, χρησιμοποιούν το πρότυπο IEEE LTSC P1484.

Οι ομάδες αυτές καλύπτουν εκτεταμένες περιοχές ηλεκτρονικής μάθησης στις οποίες συμπεριλαμβάνονται μεταδεδομένα:

- **περιγραφής εκπαιδευτικού υλικού**

- **προφίλ μαθητών**
- **ακολουθίας μαθημάτων**
- **εκπαίδευση διαχειριζόμενη από τον υπολογιστή**
- **ορισμού δεξιοτήτων**
- **συσκευασίας υλικού**
- **εντοπισμού**

Ως Μεταδεδομένα Μαθησιακών Αντικειμένων ορίζονται από την επιτροπή αυτή οι ιδιότητες εκείνες που απαιτούνται για να περιγράψουν πλήρως και κατάλληλα ένα Μαθησιακό Αντικείμενο.

Ως Μαθησιακό Αντικείμενο ορίζεται κάθε οντότητα ψηφιακή ή μη η οποία μπορεί να (επανα)χρησιμοποιηθεί ή παραπεμφθεί για μάθηση με την υποστήριξη τεχνολογιών της πληροφορίας και επικοινωνίας. Η υποστήριξη τέτοιου είδους μάθησης περιλαμβάνει:

- **Συστήματα κατάρτισης βασισμένα στη χρήση υπολογιστών**
- **Αλληλεπιδραστικά μαθησιακά περιβάλλοντα**
- **Νοήμονα διδακτικά συστήματα**
- **Συστήματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης**
- **Συνεργατικά μαθησιακά περιβάλλοντα**

Το πρότυπο LOM εστιάζεται σε ένα μικρό σύνολο ιδιοτήτων που είναι αναγκαίες για τον εντοπισμό, τη διαχείριση και αξιολόγηση Μαθησιακών Αντικειμένων.

Σκοπός της προσπάθειας αυτής είναι, ανάμεσα σε άλλα να προσφέρει:

- **Τη δυνατότητα στους μαθητεύμενους και τους διδάσκοντες να αναζητούν, αξιολογούν, αποκτούν και χρησιμοποιούν μαθησιακά αντικείμενα.**
- **Τη δυνατότητα ανταλλαγής μαθησιακών αντικειμένων ανάμεσα σε κάθε είδους μαθησιακά συστήματα που βασίζονται στη τεχνολογία.**
- **Τη δυνατότητα ανάπτυξης μαθησιακών αντικειμένων σε μονάδες που μπορούν να συνδυαστούν και αποσυντεθούν με έλλογο τρόπο.**
- **Τη δυνατότητα σε εφαρμογές να συνθέτουν αυτόματα και δυναμικά εξατομικευμένα μαθήματα για μαθητές.**
- **Τη δυνατότητα σε οργανισμούς εκπαίδευσης και κατάρτισης να διατυπώνουν πρότυπα περιεχομένου και επίδοσης σε μια πρότυπη μορφή που είναι ανεξάρτητη από το ίδιο το περιεχόμενο.**
- **Τη δυνατότητα σε ερευνητές να συλλέγουν συγκρίσιμα δεδομένα που αφορούν την εφαρμοσιμότητα και την αποτελεσματικότητα μαθησιακών αντικειμένων.**

Τώρα θα αναλύσουμε το πρότυπο AICC. Το πρότυπο αυτό παρέχει ένα μοντέλο δομής περιεχομένου με κύριο στόχο τη διαλειτουργικότητα. Διακρίνει τα παρακάτω τρία δομικά στοιχεία, με κεντρική ιδέα το ότι ένα μάθημα αποτελεί μία συλλογή αυτών:

- **Assignable units** (AUs), τα μικρότερα εκπαιδευτικά στοιχεία τα οποία μπορούν να παρουσιασθούν σε ένα μαθητή, όπως μία HTML σελίδα.
- **Blocks**, τα οποία χρησιμοποιούνται για φώλιασμα. Ένα block μπορεί να περιλαμβάνει AUs και/ή άλλα blocks (φωλιασμένα blocks)
- **Objectives**, τα οποία χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν προαπαιτούμενα μαθημάτων και να αναπαραστήσουν τους στόχους ενός μαθήματος. Μπορεί να είναι απλά ή σύνθετα, ανάλογα με το αν περιέχουν απλά ή πολλαπλά AUs και blocks

### ***IEEE LOM KAI DUBLIN CORE***

Το πρότυπο LOM καθορίζει το συντακτικό και τη σημασιολογία των μεταδεδομένων του εκπαιδευτικού αντικειμένου, ορισμένα ως γνωρίσματα (attributes), που απαιτούνται για να περιγράψουν πλήρως ένα εκπαιδευτικό αντικείμενο.

Ο σκοπός αυτού του προτύπου είναι να διευκολύνει την αναζήτηση, την αξιολόγηση, την πρόσκτηση και τη χρήση των εκπαιδευτικών αντικειμένων από τους μαθητές, τους διδάσκοντες και τις αυτοματοποιημένες διαδικασίες λογισμικού .

Επίσης διευκολύνει το μοίρασμα και την ανταλλαγή εκπαιδευτικών αντικειμένων, επιτρέποντας την ανάπτυξη καταλόγων και καταγραφών, ενώ λαμβάνει υπόψη τη διαφορετικότητα των πολιτισμικών και γλωσσικών περιβαλλόντων μέσα στα οποία τα εκπαιδευτικά αντικείμενα και τα μεταδεδομένα τους επαναχρησιμοποιούνται.

Με τον προσδιορισμό ενός κοινού σχήματος δεδομένων το συγκεκριμένο πρότυπο βεβαιώνει τον υψηλό βαθμό της σημασιολογικής διαλειτουργικότητας των εκπαιδευτικών αντικειμένων.

Το LOM αποτελείται από μια δωδεκάδα στοιχείων μεταδεδομένων που ομαδοποιούνται σε εννέα κατηγορίες. Η «Γενική» (General) κατηγορία αποτελείται από τα στοιχεία που περιγράφουν το εκπαιδευτικό αντικείμενο στο σύνολο του, συμπεριλαμβανομένων τέτοιων όπως τον τίτλο, την περιγραφή, και τις θεματικές λέξεις κλειδιά.

Η κατηγορία «Κύκλος ζωής» ορίζεται για να περιγράψει την ιστορία και την τρέχουσα κατάσταση αυτού του αντικειμένου εκπαίδευσης και εκείνων των οντοτήτων που έχουν επηρεάσει αυτό το αντικείμενο εκπαίδευσης κατά τη διάρκεια της εξέλιξής του

Άλλες κατηγορίες είναι τα «Μετα-Μεταδεδομένα» (Meta-Metadata) για τις πληροφορίες που περιγράφουν την καταλογογράφηση παρά το αντικείμενο εκπαίδευσης, τα Εκπαιδευτικά (Educational) για τα εκπαιδευτικά ή παιδαγωγικά χαρακτηριστικά, τα Δικαιώματα για τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας και τους όρους χρησιμοποίησης του εκπαιδευτικού αντικειμένου.

Η «Σχέση» για τις σχέσεις με άλλα αντικείμενα εκπαίδευσης, ο «Σχολιασμός» για την τεκμηρίωση των σχολίων και η «Ταξινόμηση» (Classification) για την ταξινόμηση του αντικειμένου μέσα στα συστήματα της ταξινόμησης, συμπεριλαμβανομένων των παιδαγωγικών ταξινομήσεων όπως το επίπεδο ανάγνωσης.

Κάθε στοιχείο μεταδεδομένων περιγράφεται από την άποψη επτά ιδιοτήτων:

- **όνομα**
- **εξήγηση**
- **μέγεθος**
- **σειρά**
- **παράδειγμα**
- **διάστημα τιμής**
- **datatype**

Η ιδιότητα μεγέθους διευκρινίζει τον αριθμό τιμών που επιτρέπονται για το στοιχείο· για τα μη επαναλαμβανόμενα στοιχεία, το μέγεθος είναι πάντα «1», ενώ για τα επαναλαμβανόμενα στοιχεία, το μέγεθος διευκρινίζει το μικρότερο αριθμό που ένα συμβατό σύστημα απαιτείται για να υποστηρίξει.

Αν και η προδιαγραφή LOM δεν έχει σχετικούς κανόνες περιεχομένου, τοποθετεί σε υψηλό βαθμό αξίας τη χρήση των ελεγχόμενων λεξιλογίων. Περισσότερα από τα μισά στοιχεία αναφέρονται σε κάποια καθιερωμένα, και δεκαεπτά ευρετήρια καθιερωμένων καθορίζονται από την ίδια την προδιαγραφή.

Το LOM επιτρέπει τη χρήση μη συγκρουόμενων λεξιλογίων, αλλά διευκρινίζει ότι προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η διαλειτουργικότητα, εάν ένα λεξιλόγιο μη- LOM χρησιμοποιείται και η αξία, που λαμβάνεται από εκείνο το λεξιλόγιο καθορίζεται επίσης σε LOM, η αξία πρέπει να σχεδιαστεί όπως αν προερχόταν από το LOM.

Εν αντιθέσει με το LOM, υπάρχει και το Dublin Core που είναι μια διεθνής προσπάθεια προτυποποίησης ενός συνόλου βασικών περιγραφών για διαδικτυακούς πόρους (internet resources). Το Dublin Core ασχολείται με τις βασικές λειτουργίες:

- **Διαχείριση συλλογών πόρων**
- **Ανακάλυψη πόρων**
- **Διαλειτουργικότητα των πόρων**

Το Dublin Core περιγραφικά υποστηρίζει τις παρακάτω metadata ιδιότητες όπου η κάθε μία επιτελεί άλλη λειτουργία στο εκπαιδευτικό υλικό μας

- **DC.TITLE**

- **DC.CREATOR**
- **DC.SUBJECT**
- **DC.DESCRPTION**
- **DC.PUBLISHER**
- **DC.CONTRIBUTOR**
- **DC.DATE**
- **DC.TYPE**
- **DC.FORMAT**
- **DC.IDENTIFIER**
- **DC.SOURCE**
- **DC.LANGUAGE**
- **DC.RELATION**
- **DC.COVERAGE**
- **DC.RIGHTS**

Οι ιδιότητες αυτές μαζί με τις τιμές τους μπαίνουν στο σημείο meta tags των html αρχείων.

### ***ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ WEB BASED E-LEARNING***

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση (courseware ή course-authoring tools) είναι κάτι περισσότερο από πολλά hypermedia έγγραφα συνδεδεμένα μεταξύ τους.

Τα εκπαιδευτικά συστήματα στο Web χρειάζονται να παρέχουν ένα παιδαγωγικό περιβάλλον στο οποίο ο φοιτητής θα αισθάνεται ότι βρίσκεται σε μια εικονική τάξη ακολουθώντας την εκπαιδευτική μεθοδολογία και επιθυμεί να έχει βοήθεια από τον εκπαιδευτή.

Οι HTML editors από μόνοι τους δεν μπορούν να προσφέρουν ένα ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό και παιδαγωγικό πλαίσιο και επομένως εμφανίζονται πολλά course-authoring tools. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται και πολλές που αναπτύσσονται και παρατηρείται ασάφεια ως προς την χρήση των όρων που φέρουν.

Κυρίως συναντιόνται τα συστήματα διαχείρισης μαθησιακού υλικού, τα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου, τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης, τα ολοκληρωμένα μαθησιακά περιβάλλοντα, κ.λπ. Συνήθως ονομασίες είναι **Content Management Systems (CMS)**, **Virtual Learning Environments (VLE)** και **Learning Management Systems (LMS)**. (Burgess, J. & Russell, J. (2003), The effectiveness of distance learning initiatives in organizations)

Μερικά από τα πιο γνωστά χρησιμοποιούμενα πακέτα λογισμικού είναι τα ακόλουθα:

- **LearningSpace**
- **CATWEB**
- **Blackboard**
- **e-Class**

- **WebCT**
- **TopClass**
- **Saba**
- **Click2learn**
- **Embanet**
- **Intralearn**
- **Ecollege**
- **Eduprise**
- **Librarian**
- **Fle3,**
- **Lersus**
- **eFront**

### ***H ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ LMS ΚΑΙ CMS***

Σε αυτή την υποενότητα θα αναλύσουμε τις διαφορές μεταξύ του LMS(Learning Management System) και του CMS(Content Management System). Και τα δυο επιτελούν λειτουργίες εγγραφής σπουδαστών, επικοινωνίας με αυτούς, αποτίμησης της απόδοσης και ενεργοποίησης μαθησιακού υλικού αλλά το κάθε ένα έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του.

Όσο αφορά το LMS μπορούμε να πούμε ότι :

- Σύστημα που **διανέμει και διαχειρίζεται** όλες τις μαθησιακές ανάγκες.
- Η διαχείριση αναφέρεται περισσότερο **s** που συντελεί στη μάθηση και όχι σε αυτήν καθεαυτή τη μάθηση.
- **Καθιστά διαθέσιμα** τα μαθήματα, κάνει εγγραφές σπουδαστών και προχωρά στην επιβεβαίωση αυτών των εγγραφών, ελέγχει την καταλληλότητα των σπουδαστών, δημιουργεί υπενθυμίσεις για το πρόγραμμα μαθημάτων αλλά και καταγράφει την ολοκλήρωση των μαθημάτων, δημιουργεί τεστ ανακοινώνει την ολοκλήρωση του μαθήματος στο διδάσκοντα και ακολούθως ενημερώνει και το σπουδαστή.
- **Παράγει αναφορές** για τον αριθμό των σπουδαστών που έχουν εγγραφεί σε ένα συγκεκριμένο μάθημα, ή συγκεντρώνει τη βαθμολογία απόδοσης των σπουδαστών σε συγκεκριμένα μαθήματα

Όμως η τεχνολογία αυτή έχει και τα μειονεκτήματα της :

- **Ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας.** Σύντομα ένα τέτοιο σύστημα καθίσταται πλεονάζον ή περιττό εξαιτίας της επερχόμενης τεχνολογίας που περιλαμβάνεται στις νεότερες εκδόσεις του.
- **Προβλήματα προσαρμογής.** Οι διαφορετικές ανάγκες των διαφόρων οργανισμών που θα υιοθετήσουν ένα τέτοιο σύστημα δημιουργεί προβλήματα προσαρμογής στις ανάγκες αυτές. Το σύστημα επιδέχεται περιορισμένες αλλαγές.

Σε αντιδιαστολή με το LMS, το CMS Επιτρέπει στο διδάσκοντα να δημιουργήσει ένα δικτυακό μάθημα, όπου μπορούν να ανεβαστούν κείμενα σε συνήθη format όπως word, power point κλπ. χωρίς να χρειάζεται να μετατρέπονται σε web format όπως το HTML.

Απαιτεί σχετικά περιορισμένες δεξιότητες και αυτό το καθιστά δημοφιλή επιλογή και καλύπτει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- Online ανάρτηση υλικού μαθημάτων
- Αξιολόγηση σπουδαστή
- Η αξιολόγηση αυτή μπορεί να υλοποιηθεί με online κουίζ, τεστ κλπ
- Φόρουμ συζητήσεων
- Οι συζητήσεις μπορούν να διεξάγονται με την επίβλεψη μιας ομάδας, προκειμένου να ανταλλάσσονται σημειώσεις και να συζητούνται συγκεκριμένα θέματα στο ενδιάμεσο των μαθημάτων.

Ενώ όσο αφορά για τα μειονεκτήματα μπορούμε να πούμε ότι :

- **Μειωμένη ευελιξία.** Τα ονόματα των συγκεκριμένων τμημάτων που αποτελούν ένα CMS σπάνια μπορούν να αλλάξουν ή να μεταβληθούν.
- **Ανεπαρκής** παροχή διαδραστικού e-learning.
- **Αδυναμία** στον έλεγχο και την καταγραφή.

Τα πιο γνωστά συστήματα μάθησης είναι τα παρακάτω :

- **Blackboard**
- **Joomla!**
- **Moodle**
- **E-Class**
- **Drupal**

Το κάθε ένα από αυτά έχει τις δικές του λειτουργίες, τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα του. Από την άλλη πλευρά εκτός από συστήματα διαχείρισης μάθησης έχουμε και **συστήματα διαχείρισης περιεχομένου**. Τα πιο γνωστά είναι τα παρακάτω :

- **OpenCMS**
- **ElixisCMS**
- **Mambo Portal**
- **PHP Nuke**
- **Xoops**

Για να κλείσουμε τις ενότητες αυτές χρήσιμο είναι να αναφερθεί ότι ηλεκτρονική εξ αποστάσεως εκπαίδευση(E- learning):

- δεν είναι πάντα πιο φθηνή από τη συμβατική εκπαίδευση,
- δεν απαιτεί λιγότερη δουλειά από τη συμβατική εκπαίδευση, πολλές φορές ίσως απαιτεί και περισσότερη
- δεν είναι πρακτική ή αποτελεσματική σε όλες τις καταστάσεις,

## ***ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ «ΦΩΤΙΣΜΟΣ» ΜΕ ΧΡΗΣΗ ADOBE CAPTIVATE ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ SCORM***

### ***ΕΙΣΑΓΩΓΗ***

Για να ανέβει στο διαδίκτυο σε κάποια πλατφόρμα πχ Moodle ένα μάθημα σύμφωνα με το πρότυπο SCORM μπορούμε χειροκίνητα χρησιμοποιώντας απλά μια βάση και λίγη γνώση από HTML, CSS, AJAX και JAVASCRIPT.

Έτσι μπορούμε να δημιουργήσουμε εκπαιδευτικό υλικό σύμφωνα με το πρότυπο καθώς και να δώσουμε πρόσβαση στον κάθε χρήστη χρησιμοποιώντας ανάλογα με τις ανάγκες μας να δημιουργήσουμε χρησιμοποιώντας όψεις αλλά και διεπαφές ένα πολύ ευχάριστο περιβάλλον στο χρήστη που όχι μόνο του δίνει είσοδο αλλά μας επιτρέπει να κρατάμε τη βαθμολογία του, τα μαθήματα τα οποία θέλει να παρακολουθήσει.

Το θέμα της εργασίας μας είναι να υλοποιήσουμε ένα μάθημα με θέμα τον «φωτισμό» οπότε εμείς θα δική μας ευκολία θα χρησιμοποιήσουμε το λογισμικό το **Adobe Captivate** που μπορεί πολύ εύκολα να μας παράγει το υλικό που χρειαζόμαστε σε πολύ ευχάριστη μορφή και σχεδόν με ένα και μόνο κλικ, να γίνει export με τέτοιο τρόπο που να πληροί τις προϋποθέσεις του προτύπου SCORM.

Το τελικό αρχείο που θα πάρουμε δε θα περιέχει μόνο το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήσαμε στα πιο πάνω κεφάλαια αλλά και όλα τα αρχεία που θα χρειαστεί μια οποιαδήποτε πλατφόρμα για να αναγνωρίσει το υλικό μας ότι έχει δημιουργηθεί με το πρότυπο SCORM.

Τα αρχεία που θα περιέχει το τελικό μας αρχείο θα είναι πολλά και στις παρακάτω ενότητες θα εξηγηθούν όλα πλήρως. Ας ξεκινήσουμε τότε με ένα χειροκίνητο (και δύσκολο λόγω αναγκαιότητας γνώσης προγραμματισμού) ενός παραδείγματος εισόδου χρήστη και γενικότερης ροής συστήματος με χρήση SCORM.

### ***ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΧΡΗΣΤΗ ΜΕ SCORM***

Για την εφαρμογή μας θα χρησιμοποιήσουμε μια βάση δεδομένων πχ Oracle. Το σύστημα μας θα απευθύνεται σε ένα μεγάλο πλήθος χρηστών που μπορεί είτε να ανήκουν σε μεγάλες τοπολογίες δικτύων είτε σε μικρές. Γιατί όμως δημιουργούμε τέτοια συστήματα;

Οι λόγοι δημιουργίας τέτοιων και ανάλογων συστημάτων φαίνεται παρακάτω :



- Η δυνατότητα συλλογής δεδομένων από πολλούς χρήστες, η εκπαίδευση πολλών χρηστών
- Η ταχύτητα, με την οποία μπορεί να επεξεργαστεί τα δεδομένα για μεγάλο αριθμό χρηστών που παρέχει ο υπολογιστής,
- Η δυνατότητα εφαρμογής των εξελικτικών αλγορίθμων και υπολογιστικών μεθόδων για τη δημιουργία εξατομικευμένης μάθησης και προσαρμογή του συστήματος στις ανάγκες του χρήστη

Το σύστημα μας πρέπει να υλοποιεί κάποιους απαραίτητους στόχους :

- Δημιουργία εφαρμογής διαχείρισης χρηστών και περιεχομένου στην βάση δεδομένων για τη δημιουργία προφίλ χρηστών και συλλογή απαραίτητων πληροφοριών για το περιεχόμενο.
- Σχεδιασμός διεπαφής χωρισμένη σε 2 μέρη (front-end) και (back-end)
- Εύρεση μεθόδων εξατομικευμένης εκπαίδευσης των χρηστών και προσαρμογή της μεθόδου εκπαίδευσης από το σύστημα στα νέα δεδομένα που θα εισάγονται από το χρήστη

Εκτός από τους στόχους της εφαρμογής μας πρέπει να ακολουθήσουμε κάποια σχεδόν αλγοριθμικά βήματα προκειμένου να δημιουργηθεί γρήγορα και αποδοτικά. Τα βήματα αυτά φαίνονται παρακάτω :

- **Επιλογή αρχιτεκτονικής του συστήματος**
- **Σχεδιασμός διαγράμματος ροής λειτουργίας του συστήματος και καθορισμός του κύκλου διεργασιών στο σύστημα**
- **Σχεδιασμός Βάσης δεδομένων**
- **Σχεδιασμός Υιεπαφής**
- **Προσαρμογή μοντέλου και εκπαίδευση συστήματος**
- **Έλεγχος αποτελεσμάτων**

Όσο αφορά την αρχιτεκτονική του συστήματος μπορούμε να πούμε ότι ένα σύστημα με καλή αρχιτεκτονική πρέπει να διαθέτει τρία βασικά στοιχεία :

- Έναν καλύτερο έλεγχο του κώδικα που συνεπάγεται με ευελιξία του συστήματος
- Μια ευκολία προσαρμογής νέων λειτουργιών αλλά και αναβάθμισης παλαιών που αυτό συνεπάγεται με επεκτασιμότητα του συστήματος
- Μια ευκολία προσαρμογής όσο αφορά την συνεργασία όλων των προγραμμάτων που βρίσκονται στην εφαρμογή μας που αυτό συνεπάγεται με διαλειτουργικότητα του συστήματος

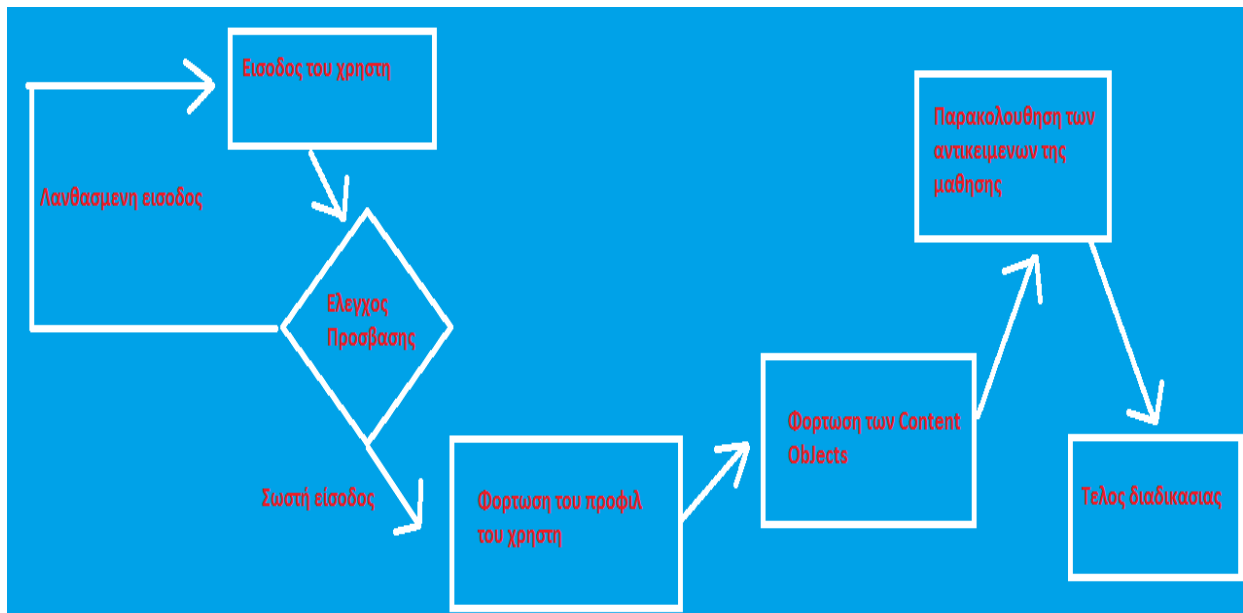
Σε πιο γενικές γραμμές η αρχιτεκτονική του συστήματος μας βασίζεται σε τρία βασικά επίπεδα :

- Το Επίπεδο δεδομένων
- Το Επίπεδο λειτουργιών
- Το Επίπεδο παρουσίασης

Όσο αφορά όμως το επίπεδο των λειτουργιών είναι ουσιαστικά η υλοποίηση όλων των απαραίτητων συναρτήσεων που χρειάζονται για να λειτουργήσει το σύστημα μας. (SCORM (2004), Advanced Distributed Learning (ADL))

Τέλος όσο αφορά το επίπεδο παρουσίασης είναι τα στοιχεία του προγράμματος μας που βλέπει ο τελικός χρήστης.

**Για την εφαρμογή εισόδου-χρήστη δημιουργήσαμε το παρακάτω διάγραμμα ροής το οποίο είναι απαραίτητο για να έχουμε μια γενική εικόνα του περί τίνος πρόγραμμα/σύστημα θα δημιουργήσουμε .Το διάγραμμα ροής φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 41) :**



Εικόνα 40: Διάγραμμα ροής συστήματος εισόδου χρήστη

Πιο απλά ο χρήστης μόλις κάνει «σωστή είσοδο» στο σύστημα, δηλαδή βάλει τον σωστό κωδικό και το σωστό όνομα χρήστη τότε μπορεί να παρακολουθήσει ένα αντικείμενο μάθησης που αποτελείται από διάφορα content objects που είναι βασισμένα στο SCORM και πιο αναλυτικά στην κατηγορία «technical element»

Τώρα θα αναλύσουμε λίγο στο τι περιέχει η τεχνική κατηγορία του SCORM. Η Τεχνική κατηγορία περιγράφει όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις του αντικειμένου

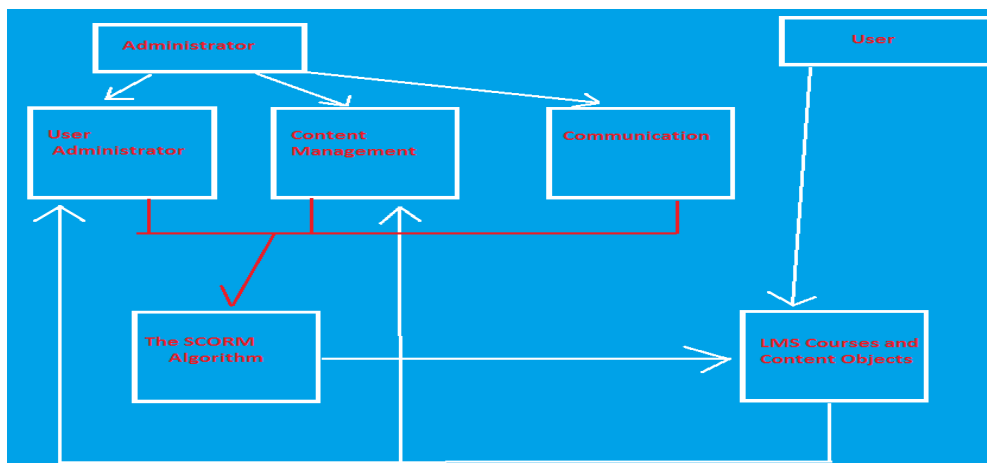
περιεχομένου του SCORM. Η συγκεκριμένη κατηγορία είναι ένα γονικό στοιχείο (container) όπου δεν εξαρτάται από άλλες τιμές και περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία «γόνους»:

- **<format>**
- **<size>**
- **<location>**
- **<requirement>**
- **<installationRemarks>**
- **<otherPlatformRequirements>**
- **<duration>**

Τώρα θα κάνουμε μια σύντομη ανάλυση των παραπάνω χαρακτηριστικών χωρίς να μείνουμε στις πολύπλοκες λεπτομέρειες:

- Το στοιχείο **<format>** αντιπροσωπεύει τον τεχνικό τύπο δεδομένων όλων των συστατικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή του πρότυπου συστατικού του SCORM
- Το στοιχείο **<size>** αντιπροσωπεύει το μέγεθος του ψηφιακού πρότυπου συστατικού του SCORM σε bytes. Το μέγεθος αντιπροσωπεύεται ως δεκαδική αξία. Μόνο τα ψηφία «0» έως «9» πρέπει να χρησιμοποιηθούν.
- Το στοιχείο **<location>** είναι ένα string που διευκρινίζει τη θέση του πρότυπου συστατικού του SCORM που περιγράφεται από τα μεταδεδομένα
- Το στοιχείο **<requirement>** εκφράζει τις τεχνικές ικανότητες απαραίτητες για τη χρησιμοποίηση του πρότυπου συστατικού του SCORM. Το στοιχείο **<requirement>** είναι επαναλαμβανόμενο.
- Το στοιχείο **<installationRemarks>** χρησιμοποιείται για να αντιπροσωπεύσει οποιεσδήποτε συγκεκριμένες οδηγίες για το πώς να εγκατασταθεί το πρότυπο συστατικό του SCORM.
- Το στοιχείο **<otherPlatformRequirements>** χρησιμοποιείται για να αντιπροσωπεύσει τις πληροφορίες για άλλες απαιτήσεις λογισμικού και υλικού του πρότυπου συστατικού του SCORM. Αυτό το στοιχείο πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει τις απαιτήσεις που δεν μπορούν να αντιπροσωπευθούν ή να εκφραστούν με τα άλλα τεχνικά στοιχεία.
- Το στοιχείο **<duration>** αντιπροσωπεύει το χρόνο ενός συνεχόμενου πρότυπου συστατικού του SCORM που παίρνει όταν παίζεται με την προοριζόμενη ταχύτητα. Αυτό το στοιχείο είναι χρήσιμο για ήχους, ταινίες, προσομοιώσεις κ.α.

Όμως το σύστημα πρέπει να επιτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες βασισμένες στα παραπάνω που μόλις αναφέραμε. Οι λειτουργίες αυτές φαίνονται στο παρακάτω σχήμα (**Εικόνα 42**) :



Εικόνα 41: Οι λειτουργίες του συστήματος

Για να υλοποιηθεί το σύστημα αυτό χρειαζόμαστε βάση δεδομένων άρα και πίνακες, όψεις και πακέτα συναρτήσεων. Τότε στους πίνακες θα δώσουμε κατάλληλα ονόματα και τα metadata θα οριστούν σύμφωνα με το πρότυπο SCORM.

Όμως επειδή η εργασία μας αφορά να υλοποιηθεί ένα ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό με θέμα τον «φωτισμό» δε θα χρειαζόμαστε κάποια βάση ή γνώσεις HTML αλλά ένα εργαλείο freeware ή non-freeware το οποίο θα μας φτιάξει το υλικό μας όσο πιο γρήγορα γίνεται και το μόνο που έχει να κάνει ο εκπαιδευτικός είναι να το ανεβάσει σε κάποια πλατφόρμα.

Η επιλογή μας είναι το **Adobe Captivate**, ένα πολύ σύγχρονο και ευέλικτο λογισμικό παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού, με ευχάριστο περιβάλλον και απευθείας δημιουργία των απαραίτητων αρχείων SCORM. Το Adobe Captivate μπορεί να κάνει και export ή πιο συγκεκριμένα publish και σε άλλα πρότυπα πάρα πολύ εύκολα.

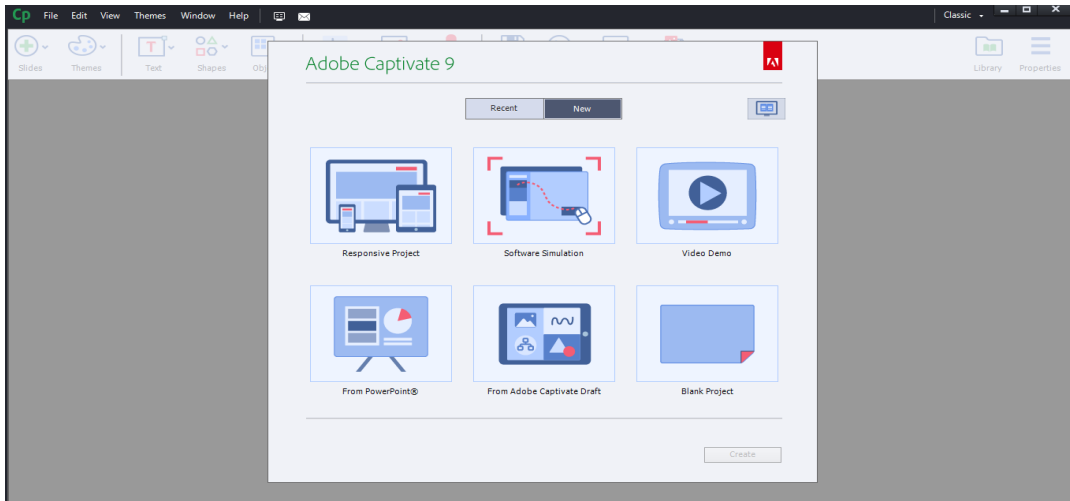
Στις παρακάτω ενότητες θα ασχοληθούμε με το πώς θα κατεβάσουμε το Adobe Captivate( έστω σε trial έκδοση καθώς είναι λογισμικό μη freeware) , θα κάνουμε ξενάγηση στο πώς λειτουργεί και τέλος θα δημιουργήσουμε ένα μάθημα και τέλος θα το κάνουμε εξαγωγή σύμφωνα με το πρότυπο SCORM.

#### **ΤΡΟΠΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ADOBE CAPTIVATE**

Το Adobe captivate μπορούμε να το κατεβάσουμε σε trial έκδοση 30 ημερών από την παρακάτω ιστοσελίδα :

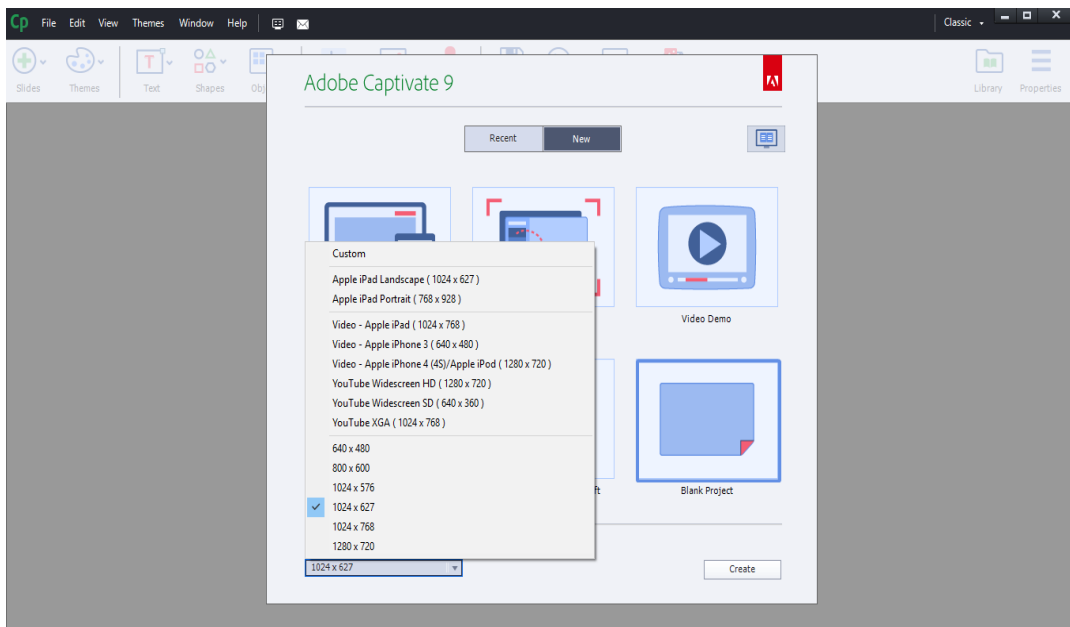
<http://www.adobe.com/products/captivate.html>

Και να το εγκαταστήσουμε πατώντας σε όλα ok. Ανάλογα με την υπολογιστική ισχύ που διαθέτει ο κάθε ένας το πολύ σε 45 λεπτά θα έχει κάνει την εγκατάσταση και θα είναι έτοιμο προς χρήση. Μόλις το εγκαταστήσουμε και ανοίξουμε το πρόγραμμα βλέπουμε το παρακάτω περιβάλλον (**Εικόνα 43**) :



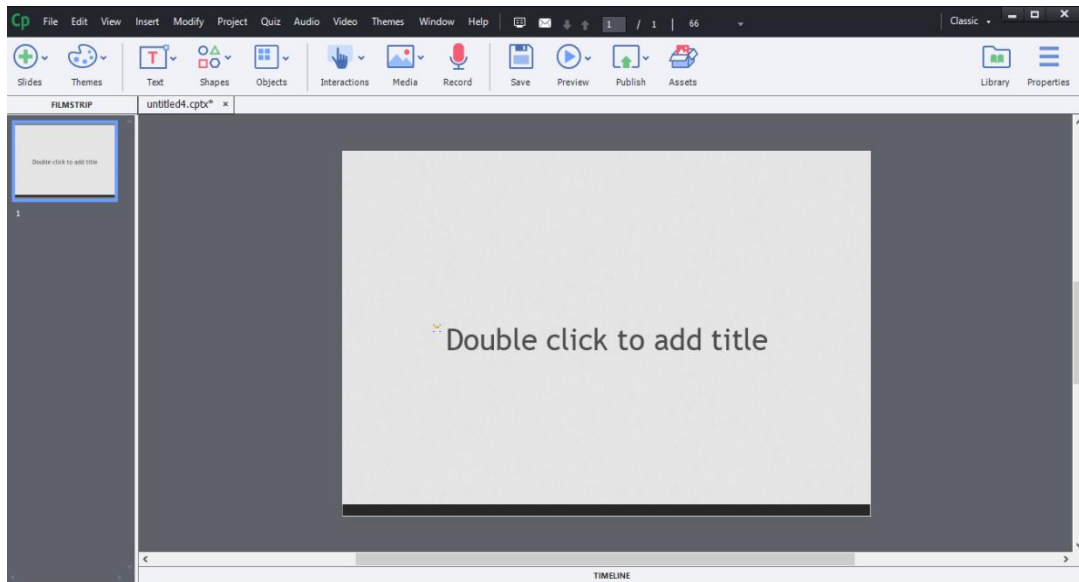
Εικόνα 42: Πρώτο άνοιγμα της εφαρμογής Adobe Captivate

Η παραπάνω μας βοηθά είτε να ανοίξουμε ένα ήδη υπάρχον αρχείο captivate από τον υπολογιστή μας κάνοντας το browse από τον δίσκο μας είτε να δημιουργήσουμε κάποιο ειδικού σκοπού προτζεκτ είτε να δημιουργήσουμε ένα κενό αρχείο( Blank Project). Μόλις πατήσουμε Blank Project θα μας ζητήσει να επιλέξουμε τις διαστάσεις του καμβά που θα δημιουργήσουμε το πρότζεκτ μας ή να βάλουμε εμείς custom διαστάσεις (Εικόνα 44) :



Εικόνα 43: Η επιλογή διαστάσεων για το προτζεκτ μας

Εμείς θα επιλέξουμε το Blank Project με διαστάσεις 995x627. Τότε θα εμφανιστεί το κύριο μενού και το περιβάλλον του captivate(Εικόνα 44) :



Εικόνα 44: Το περιβάλλον εργασίας του Adobe Captivate

Όπως βλέπουμε παραπάνω έχει διάφορες επιλογές το πώς να βάλουμε σχήματα, το πώς να γράψουμε και επίσης με το σχήμα, χρώμα, είδος γραμματοσειράς.

Επίσης περιέχει ένα timeline με το οποίο μπορούμε να βάλουμε διάφορα κουμπιά με σκοπό ο μαθητής να μπορεί να επέμβει δραστικά στο υλικό ( πχ quiz ερωτήσεων), το πώς να βάλουμε δικά μας themes ή να χρησιμοποιήσουμε τα ήδη υπάρχοντα με σκοπό να γίνει το πρότζεκτ μας πιο επαγγελματικό.

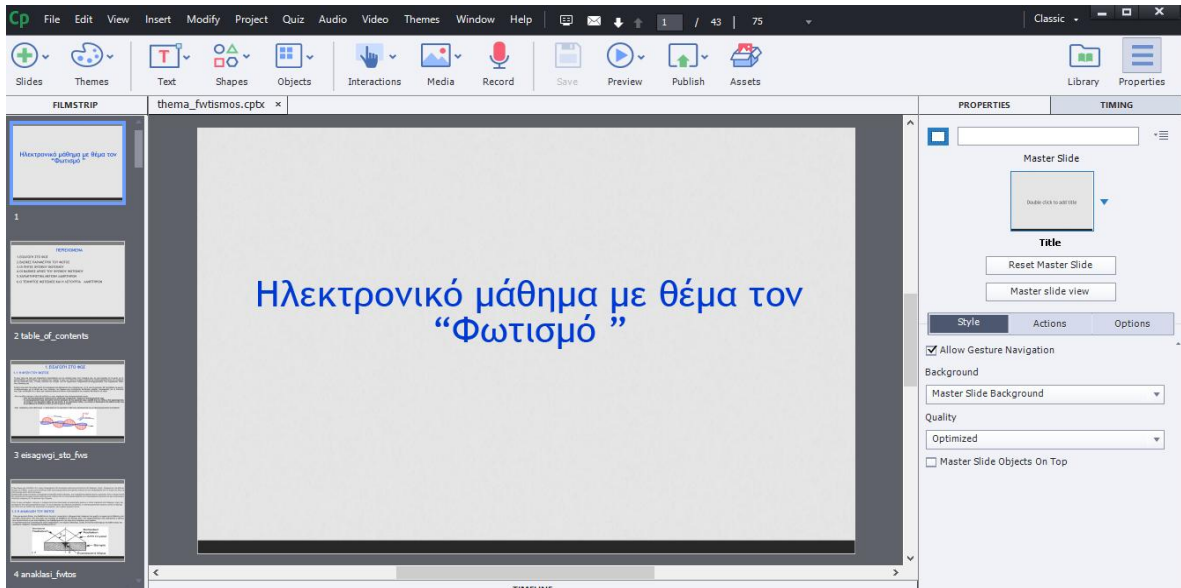
Η διαδικασία χρήσης του Adobe Captivate μοιάζει πολύ με την λειτουργία του Microsoft Power point καθώς έχει διαφάνειες και σχεδόν όλα τα εργαλεία του εργαλείο τους Microsoft με τη διαφορά ότι έχουν διαφορετικό όνομα και ενδεχομένως και λιγάκι διαφορετική χρήση.

Όπως βλέπουμε πάνω μπορούμε να εισάγουμε εικόνες, βίντεο και να κάνουμε και απευθείας publish και στο YouTube!

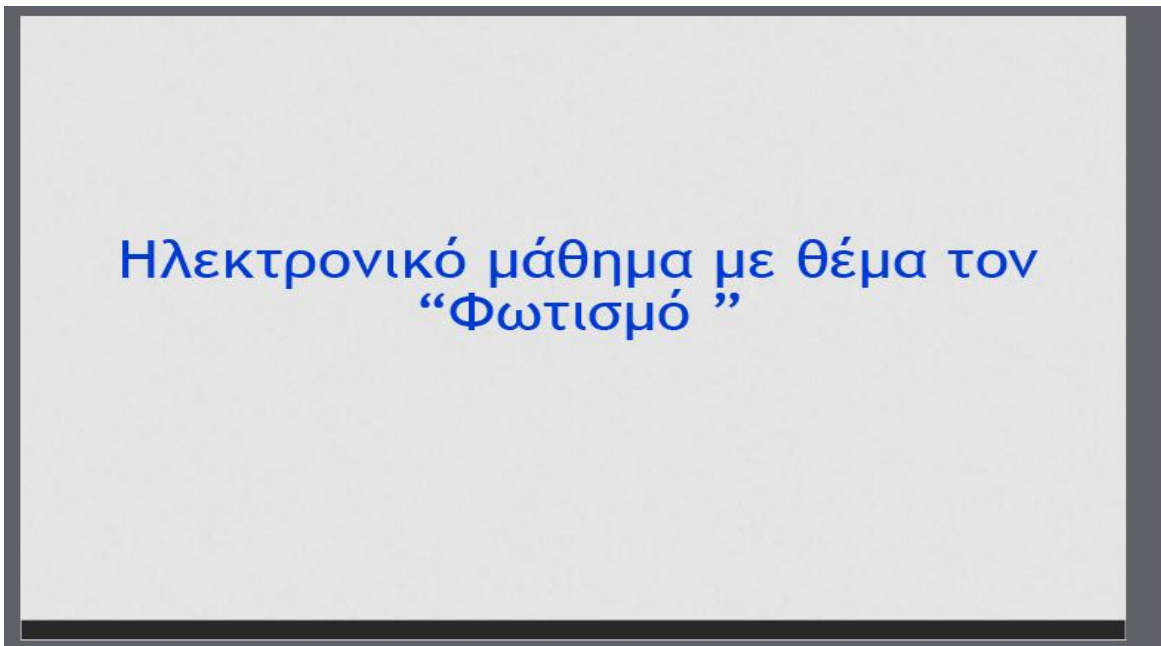
Έχει επίσης λειτουργία Record που καταγράφει οποιοδήποτε ήχο από το μικρόφωνο του υπολογιστή μας καθώς και την επιλογή Assets με την οποία μπορούμε να βάλουμε τα δικά μας asset. Τέλος έχει και λειτουργία preview αλλά και τρόπους publish σε διαφορετικά πρότυπα και διάφορες παρόμοιες ρυθμίσεις.

### **ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ «ΦΩΤΙΣΜΟΣ» ΜΕ ΧΡΗΣΗ ADOBE CAPTIVATE**

Με τη χρήση του Adobe captivate δημιουργήσαμε μια παρουσίαση της εργασίας μας με χρήση των ήδη υπάρχοντων εργαλείων του προγράμματος μας. Πατώντας την επιλογή Slides ή Insert και έπειτα New slide from μπορούμε να βάλουμε διαφάνειες ανάλογα με τις ανάγκες μας. Παρακάτω θα δούμε τις 10 πρώτες διαφάνειες που δημιουργήσαμε αφού πρώτα δούμε το περιβάλλον εργασίας μας, μαζί με το θέμα του φωτισμού (Εικόνες 45-55):



Εικόνα 45: Το περιβάλλον εργασίας μας



Εικόνα 46: Διαφάνεια 1-φωτισμος

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΦΩΣ
2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ
3. ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ
4. ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ
5. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ
6. Ο ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ Η ΛΕΤΟΥΡΓΙΑ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

Εικόνα 47: Διαφάνεια 2-φωτισμός



# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΦΩΣ

## 1.1 Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

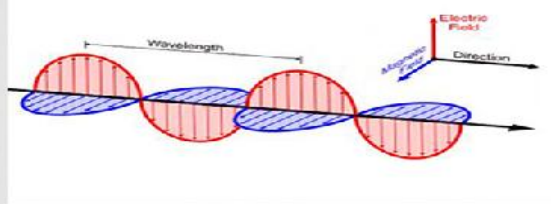
Το φως ήταν και είναι μια απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας. Ας μην ξεχνάμε ότι τα φυτά, με τη φωτοσύνθεση, μετατρέπουν την ενέργεια που παρέχει το φως του Ήλιου σε χημική ενέργεια την οποία χρησιμοποιούν στη συνέχεια για την ανάπτυξη τους. Ο Ήλιος αποτελεί την «πηγή» των πιο σημαντικών ενεργειακών μετασχηματισμών, που συμβαίνουν πάνω στον πλανήτη μας.

Επίσης είναι αυτό που κάνει ορατά τα αντικείμενα που βρίσκονται στον πλανήτη μας, τη Γη, και στο σύμπαν. Με τη βοήθεια του φωτός «επικοινωνούμε» με τα άστρα και τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος αντλώντας χιλιάδες πληροφορίες για τη σύστασή τους. Έχει αποδειχθεί ότι το φως έχει κυματική φύση και άλλωτε συμπεριφέρεται ως σωματίο και άλλωτε ως κύμα.

Απο την άλλη πλευρά ο Maxwell απέδειξε το πώς παράγεται ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα :

- Όταν ένα ηλεκτρικό φορτίο ταλαντώνεται (ή γενικότερα επιταχύνεται), παράγει ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα.
- Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα αποτελείται από ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό κύμα. Δηλαδή είναι ένα πεδίο με δύο χαρακτηριστικά, την ένταση  $E$  του ηλεκτρικού πεδίου και την ένταση  $B$  του μαγνητικού πεδίου, των οποίων τα διανύσματα είναι κάθετα μεταξύ τους και μεταβάλλονται απόθεση σε θέση και από στιγμή σε στιγμή.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο πώς κατανομούνται σε μια ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία



Εικόνα 48: Διαφάνεια 3-φωτισμος

Ο Max Planck έχει αποδείξει ότι το φως απορροφάται από αντικείμενα αλλά και εκπέμπεται από διάφορες πηγές. Σύμφωνα με την κβαντική θεωρία του Planck, το φως (και γενικότερα κάθε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) εκπέμπεται και απορροφάται από τα άτομα της ύλης όχι κατά συνεχή τρόπο αλλά ασυνεχώς.

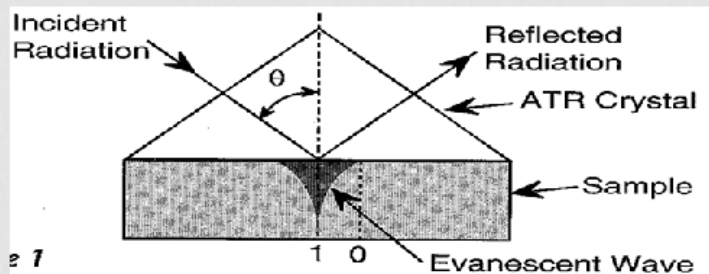
Δηλαδή κάθε άτομο εκπέμπει ή απορροφά στοιχειώδη ποσά ενέργειας, που ονομάζονται κβάντα φωτός ή φωτόνια. Από το άτομο λοιπόν δεν εκπέμπονται συνεχώς κύματα αλλά φωτόνια, καθένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένη συχνότητα και έχει συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας ( $E$ ). Το φωτόνιο έχει ενέργεια :

Τέλος το φως μεταφέρει ενέργεια. Η ενέργεια αυτή είναι ηλεκτρικής και μαγνητικής φύσεως η οποία παράγεται από διάφορες πηγές και μεταφέρεται σαν ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Για να βρούμε την ταχύτητα μετάδοσης το ηλεκτρομαγνητικού κύματος πρέπει να βρούμε ένα τύπο που να συνδέει την συχνότητα του κύματος, και το μήκος κύματος αυτού :

## 1.2 Η ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Όταν μια φωτεινή δέσμη, που διαδίδεται σε ένα μέσο, συναντήσει τη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το αρχικό μέσο διάδοσης από ένα άλλο οπτικό μέσο, τότε ένα μέρος της συνεχίζει να διαδίδεται στο δεύτερο μέσο. Στο σχήμα βλέπουμε πώς ανακλώνται οι ακτίνες όταν προσπίπτουν σε μια λεία επιφάνεια, για παράδειγμα από τον αέρα στην επιφάνεια ενός γυαλιού.

Η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη ακτίνα σχηματίζουν, στο σημείο ανάκλασης, γωνίες θη και θα αντίστοιχα με την κάθετο προς την ανακλώσα επιφάνεια. Πειραματικά αποδεικνύεται ότι



Εικόνα 49: Διαφάνεια 4-φωτισμος

Οι ακτίνες που εισέρχονται στο γυαλί αλλάζουν διεύθυνση διάδοσης. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται διάθλαση. Όταν οι ακτίνες εισέρχονται από τον αέρα στο γυαλί, τότε οι διαθλώμενες ακτίνες πλησιάζουν την κάθετο στη διαχωριστική επιφάνεια ενώ, όταν εισέρχονται από το γυαλί στον αέρα, απομακρύνονται από την κάθετο

Για την ανάκλαση και την διάθλαση του φωτός ισχύουν οι παρακάτω νόμοι :

- Η προσπίπτουσα ακτίνα, η ανακλώμενη, η διαθλώμενη και η κάθετη πάνω στην διαχωριστική επιφάνεια στο σημείο πρόσπτωσης βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.
- Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.
- Όταν το φως προσπίπτει από οπτικά αραιότερο μέσο σε οπτικά πυκνότερο, η διαθλώμενη δέσμη πλησιάζει στην κάθετη διεύθυνση, ενώ όταν το φως προσπίπτει από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο, η διαθλώμενη δέσμη απομακρύνεται από την κάθετη.

### 1.3 ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΣΜΑΤΩΝ

Όταν το φως, το οποίο δεν είναι παρά ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας, που εκπέμπεται από μία φωτεινή (διάπυρη) πηγή περάσει μέσα από ένα πρίσμα ή άλλη ανάλογη συσκευή ανάλυσης, σχηματίζεται το φάσμα της πηγής, η κατανομή δηλαδή της ενέργειάς της σε σχέση με το μήκος κύματος. Τα φάσματα μελετώνται αναλυτικά με τη χρήση φασματοσκοπίου και φωτογραφίζονται με τη χρήση φασματογράφου.

Διακρίνουμε τρία είδη φασμάτων, ανάλογα με τη φύση της πηγής. Ο πρώτος που τα διέκρινε πειραματικά ήταν ο Gustav Kirchoff το 1859 ο οποίος κατέληξε στις εξής διαπιστώσεις που είναι γνωστές ως οι τρεις εμπειρικοί νόμοι της φασματικής ανάλυσης.

Ένα θερμό στερεό, υγρό ή ισχυρά συμπιεσμένο αέριο εκπέμπει ακτινοβολία σε όλα τα μήκη κύματος και σχηματίζει φάσμα που αποτελείται από μία συνεχή επαλληλία μηκών κύματος (χρωμάτων) που διαδέχονται ομαλά το ένα το άλλο.

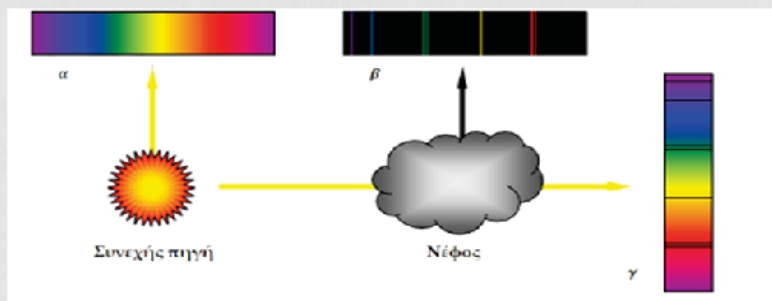
Λόγω της μορφής του αυτό το φάσμα ονομάζεται συνεχές. Αυτή τη μορφή έχουν τα φάσματα που λαμβάνονται από το διάπυρο σίδηρο (Fe), το διάπυρο νήμα ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως, το διάπυρο Ni, το βολταϊκό τόξο, ο διάπυρος Pt,Pb,Cu, Au και γενικότερα μέταλλα σε κατάσταση τήξης. Το φάσμα αυτό είναι θερμικής φύσης και δεν είναι χαρακτηριστικό του σώματος που ακτινοβολεί.

Εικονα 50: Διαφάνεια 5- φωτισμος

Ένα θερμό αραιό (χαμηλής πυκνότητας) αέριο εκπέμπει ακτινοβολία μόνο σε ορισμένα μήκη κύματος, σχηματίζοντας φάσμα το οποίο ονομάζεται γραμμικό φάσμα εκπομπής που αποτελείται από συγκεκριμένες λαμπρές γραμμές σε σκοτεινό υπόβαθρο. αριθμός και η θέση αυτών των γραμμών (το μήκος κύματός τους) εξαρτώνται από τα στοιχεία που περιέχονται στο αέριο. Έτσι το φάσμα του υδρογόνου στην ορατή του περιοχή αποτελείται από τέσσερις έγχρωμες φωτεινές διακεκριμένες γραμμές

Τα φάσματα αυτά προέρχονται από διακριτά άτομα αερίων ή ατμών σε κατάσταση διέγερσης όπως είναι το H , το He, το Ne και οι ατμοί Na, K, Hg, Cd κλπ. Για να λάβουμε το φάσμα εκπομπής αερίου πρέπει να το αναγκάσουμε σε φωτοβολία και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε τον σωλήνα Geissler. Αυτός είναι διαφανής σωλήνας εντός του οποίου υπάρχει το αέριο υπό χαμηλή πίεση (5-10) Torr και τροφοδοτείται με τάση χιλιάδων Volt.

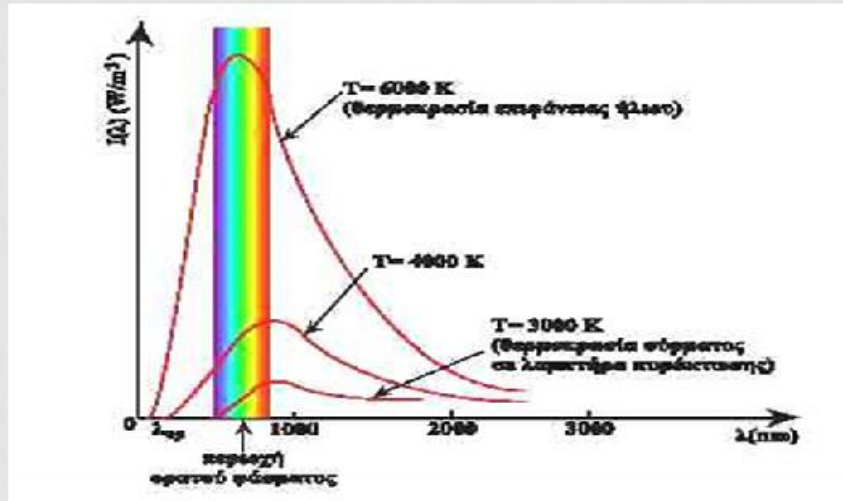
Εάν το φως μίας πηγής συνεχούς ακτινοβολίας περάσει μέσα από ένα ψυχρότερο (χαμηλότερης θερμοκρασίας) αραιό αέριο, το ψυχρότερο αέριο προκαλεί την εμφάνιση σκοτεινών (ή αμυδρών) γραμμών πάνω στο συνεχές φάσμα της πηγής. Το φάσμα αυτό ονομάζεται φάσμα απορρόφησης και οι σκοτεινές γραμμές, γραμμές απορρόφησης. Τα τρία φάσματα που εμφανίζονται στη φύση φαίνονται παρακάτω



Εικονα 51: Διαφάνεια 6-φωτισμος

Η θέση και ο αριθμός τους στο φάσμα εξαρτώνται από τα στοιχεία που περιέχει το ψυχρό αέριο. Όταν το λευκό φως περάσει δια μέσου κάποιου διαφανούς σώματος (στερεού, υγρού) υφίσταται απορρόφηση μεγαλύτερων περιοχών και δίνει συνεχές φάσμα απορρόφησης

Έτσι τα έγχρωμα φίλτρα επιτρέπουν τη διόδο μόνο σε ορισμένα χρώματα δηλαδή στο φασματοσκόπιο το φως διερχόμενο δια μέσου αυτών δίνει φάσμα στο οποίο λείπουν όλες οι άλλες ακτινοβολίες πλην εκείνων που πέρασαν

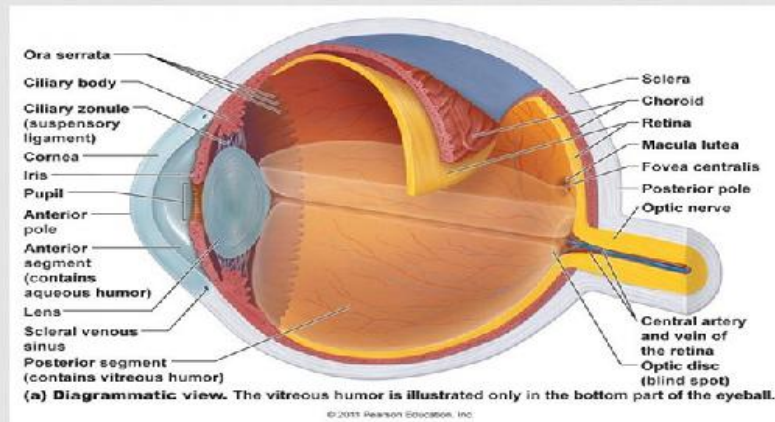


Εικόνα 52: Διαφάνεια 7-φωτισμος

## 1.4 ΘΕΩΡΙΕΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ

Το σύστημα όρασης του ανθρώπου αποτελεί συνδετήριο κρίκο με τον εξωτερικό κόσμο μέσω της μεταφοράς εικόνων στον εγκέφαλο. Η ανάλυση, επεξεργασία αλλά και η επίλεκτη αποθήκευση εικόνων, πληροφοριών καθορίζει την μαθησιακή διαδικασία. Επομένως ικανοποιείται η ανάγκη για την ερμηνεία του κόσμου η οποία όμως δεν στηρίζεται μόνο στην απλή καταγραφή των οπτικών φαινομένων αλλά και στην προσπάθεια θεμελίωσης των αιών δημιουργίας και σχέσεων.

Επιπρόσθετα η λειτουργία του οργανισμού συντονίζεται με την ρυθμική αναλλαγή της ημέρας, νύχτας με το φυσικό φωτισμό να έχει ρυθμιστικό ρόλο σε σχέση με τον κίρκαδιανό ρυθμό. Το κύριο όργανο που χρησιμοποιείται σε αυτή την διαδικασία είναι το μάτι που είναι μια σφαίρα με διάμετρο περίπου 2.5 εκατοστών

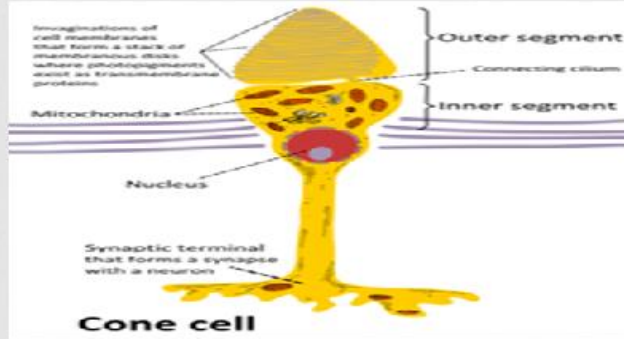


Εικόνα 53: Διαφάνεια 8-φωτισμος

Το μάτι αποτελείται από τον κύριο φακό που συγκεντρώνει τις ακτίνες του φωτός στον αμφιβληστροειδή, το υαλώδες σώμα και το υδατώδες υγρό. Το υαλώδες σώμα βρίσκεται πίσω από τον φακό και αποτελείται από ένα δίκτυο κολλαγόνων ινών, όπου στα κενά ανάμεσα σε αυτές τις ίνες υπάρχει αρκετή ποσότητα υαλουρονικού οξέως.

Το φως διαδίδεται μέσω του υαλώδους σώματος και υφίσταται απορρόφηση και σκέδαση. Το αποτέλεσμα της σκεδάσεως είναι η μείωση της αντίθεσης.

Η ακτινοβολία φτάνει στον αμφιβληστροειδή με μήκη κύματος που κυμαίνονται από 380 μέχρι 950 νανόμετρα(nm). Πιο συγκεκριμένα η συκέντρωση των οπτικών ινών επιτυγχάνεται με τον κερατοειδή, τον αμφιβληστροειδή χιτώνα και τον φακό



Ο αμφιβληστροειδής αποτελείται από δύο τύπους φωτοϋποδοχέων τα κωνία και τα ραβδία. Τα κωνία είναι περίπου 6-7 εκατομμύρια ενώ τα ραβδία γύρω στα 110-125 εκατομμύρια. Η λειτουργία τους βασίζεται στη μετατροπή των φωτονίων που εισέρχονται στο μάτι σε νευρικό ερέθισμα

Εικόνα 54: Διαφάνεια 9-φωτισμος

Membrane shelves lined with rhodopsin or color pigment

Outer segment

Mitochondria

Inner segment

Outer limiting membrane

Nucleus

Synaptic body

Η μεταβίβαση του ερεθίσματος γίνεται με διπολα και γαγγλιακά κύτταρα από τα οποία ξεκινούν νευρικές ίνες που σχηματίζουν το οπτικό νεύρο. Η μεγαλύτερη συκέντρωση των κωνίων βρίσκεται σε μια περιοχή που ονομάζεται ωχρά κηλίδα. Η κεντρική περιοχή της ωχράς κηλίδας ονομάζεται κεντρικό βοθρίο και αποτελείται μόνο από κωνία. Τα κωνία χρησιμοποιούνται για την όραση της ημέρας

Retina

Macula

Subretinal Hemorrhage & Atrophy

Optic Nerve

Εικόνα 55: Διαφάνεια 10-φωτισμος

Στην παρουσίαση μας θεωρητικά θα μπορούσαμε να βάλουμε και σχήματα, κουμπιά μέσω των οποίων ο εκπαιδευόμενος θα μπορεί να κάνει κάποιες συγκεκριμένες ενέργειες στο υλικό μας.

### **ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ «ΦΩΤΙΣΜΟΣ» ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ SCORM**

Για να κάνουμε εξαγωγή σύμφωνα με το πρότυπο SCORM πολύ απλά πατάμε File και έπειτα την επιλογή Project Info. Μόλις το κάνουμε αυτό μας ανοίγει η παρακάτω καρτέλα επιλογών (Εικόνα 56) :

Preferences

**Category**

- General Settings
- Defaults
- Recording
  - Settings
  - Video Demo
  - Keys - (Global)
  - Modes
  - Defaults
- Project
  - Information**
  - Size and Quality
  - Publish Settings
  - Start and End
- Quiz
  - Reporting
  - Settings
  - Pass or Fail
  - Default Labels

**Project: Information**

Author: Undergraduate Student

Company: company

E-mail: company@yahoo.gr

Website:

Copyright: 16/4/17

Project Name: E-Course about "Lighting"

Description: Thesis project: E-course about "Lighting", 2017

Time: 14.0mins 42.8secs (26484 frames)

Resolution: 995 x 667

Slides: 43

Hidden Slides: 0

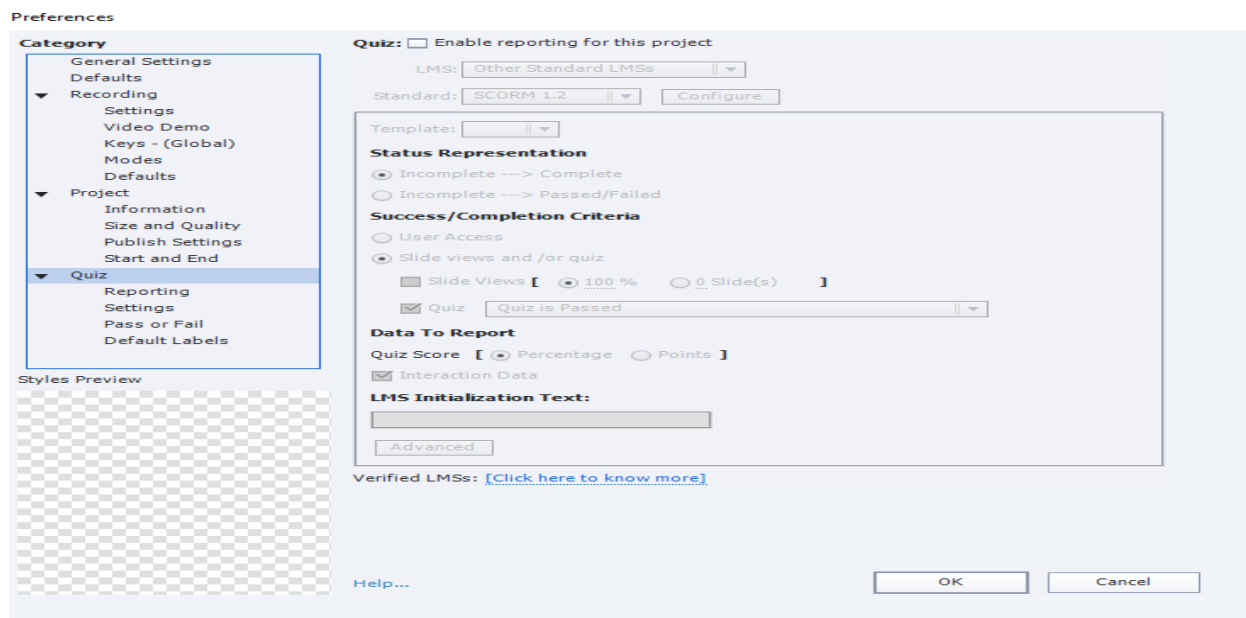
Styles Preview

Help...

OK Cancel

Εικόνα 56: Η επιλογή Project Info

Στην επιλογή Information βάζουμε το όνομα του εκπαιδευτή, στην επιλογή Company την εταιρεία ή τον οργανισμό για τον οποίο εργάζεται. Παρομοίως για το Email, Website. Στην επιλογή Copyright βάζουμε ημερομηνία δημιουργίας του εγγράφου μας ώστε να είμαστε έγκυροι. Αν επιλέξουμε την επιλογή Quiz θα μας εμφανίσει την παρακάτω καρτέλα (Εικόνα 57) :



Εικόνα 57: Η επιλογή Quiz του Adobe Captivate

Πάνω πάνω επιλέγουμε την “Enable reporting for this project”. Ευθύς αμέσως θα μπορούμε να επιλέξουμε την πλατφόρμα SCORM και πατάμε οκ. Για να κάνουμε publish το αρχείο πατάμε File - > Publish και επιλέγουμε το path στο οποίο θέλουμε να αποθηκευτεί το δημοσιευμένο μας project.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Στην εργασία αυτή ασχοληθήκαμε με τον φωτισμό χώρου, καθώς με τα είδη λαμπτήρων και τέλος υλοποιήσαμε ένα εκπαιδευτικό μάθημα με χρήση του προτύπου SCORM. Επειδή η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας μας έφερε ένα βήμα πιο κοντά στους υπολογιστές και στις υπηρεσίες e-learning είναι χρήσιμο να μεταβούμε ένα βήμα παραπέρα και να δημιουργούμε μαθήματα σύμφωνα με τα νέα πρότυπα τα οποία δεν θα περιορίζονται μέσα σε μια τάξη μόνο αλλά θα μπορούν να ναι προσβάσιμα προς όλους, από οποιοδήποτε μέρος του πλανήτη, αρκεί να έχει μια καλή σύνδεση στο ίντερνετ και έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Παρόλα αυτά όμως, προτού υλοποιήσουμε το εκπαιδευτικό μας μάθημα κάναμε μια γενική περιγραφή του θέματος του φωτισμού και κατ επέκταση των λαμπτήρων που αποτελούν ουσιαστικά τα εργαλεία δημιουργίας ενός επιτυχημένου φωτισμού.

Πιο συγκεκριμένα, στις παλαιότερες εποχές αλλά και στις μέρες μας ο φωτισμός ενός χώρου είναι πολύ σημαντικός. Δίνοντας τον κατάλληλο φωτισμό σε χώρους όπως καφετέριες ,γραφεία, ξενοδοχεία αλλά και σπίτια κάνουμε τους ανθρώπους του χώρου στον οποίο υπάρχει ο κατάλληλος φωτισμός να νιώσουν ευχάριστα αλλά κυρίως να νιώσουν πιο παραγωγικοί. Όσο αφορά τα γραφεία ο σωστός φωτισμός είναι απαραίτητος για να διατηρηθεί αμείωτο το ενδιαφέρον των εργαζομένων για εργασία δίνοντας τους ώθηση να παράγουν περισσότερο.

Όσο αφορά τα ξενοδοχεία και τις καφετέριες επιλέγοντας τους κατάλληλους λαμπτήρες αλλά και χρώματα στους τοίχους δίνουμε στους πελάτες την αίσθηση της αρμονίας, χαράς κάνοντας τους να αισθανθούν άνετα και οικεία. Όσο αφορά τα σπίτια, είναι και εκεί ο φωτισμός απαραίτητος.

Δε θέλουμε παραδείγματος χάρη τον ίδιο φωτισμό στο γραφείο με αυτόν στο σαλόνι. Στο γραφείο επιθυμούμε δυνατό φωτισμό χωρίς όμως να κουράζει το άτομο που βρίσκεται στο χώρο, ενώ στο σαλόνι θέλουμε να δώσουμε μια νότα ηρεμίας και χαλάρωσης μιας και ο περισσότερος κόσμος βρίσκεται στο σαλόνι όταν θέλει να χαλαρώσει.

Δηλαδή, γνωρίζοντας τα είδη των λαμπτήρων, τα χρώματα που ταιριάζουν στους τοίχους αναλόγως την περίπτωση μας κερδίζουμε παρά πολλά οφέλη.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Burgess, J. & Russell, J. (2003), The effectiveness of distance learning initiatives in organizations, *Journal of Vocational Behavior*,
- Garcia-Barriocanal et al. (2007), “Evaluating pedagogical classification frameworks for learning objects: A case study”, *Computers in Human Behavior*, Vol. 23, pp. 2641-2655
- Anido, L., et al. (1999). “CATWEB: a Tool for Developing Courses for the Web and from the Web”, στο *Building University Electronic Educational Environments: IFIP TC3 WG3.2/3.6 International Working Conference on Building University Electronic Educational*.
- Shank, John D. (2003), “The emergence of learning objects: the reference librarian’s role”, *Research strategies Vol. 19*, pp. 193-203.
- Μάρκελλος, Κ., κ.ά. (2001). «Εκπαίδευση από Απόσταση εναντίον Παραδοσιακής Εκπαίδευσης. Υπάρχει νικήτης;». *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης*. Πάτρα.
- Μαυρομμάτης, Γεώργιος (2005), "Νια Βίου Αναζήτηση", Ανακοίνωση στο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο *Νέες Τεχνολογίες στη δια Βίου Μάθηση*, ΤΕΙ Λαμίας, 16-17 Απριλίου
- Mayer, R. and Moreno, R, (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1.
- Advanced Distributed Learning (ADL) (2005). About ADL.
- Corkill, D. (1991). The characteristics and potential of blackboard systems.
- ARIADNE.
- DCMI. Memorandum of Understanding between the Dublin Core Metadata Initiative and the IEEE Learning Technology Standards Committee
- P.S.S.C. Φυσική, Haber-Schaim, Dodge, Walter, Ίδρυμα Ευγενίδου
- Αλεξιάκης Ν., Αμπατζής Σ., Γκουγκούσης Γ., Κουντούρης Β., Μοσχοβίτης Ν., Οβαδίας Σ., Πετρόχειλος Κ., Φυσική Β΄ Λυκείου εργαστηριακός οδηγός γενικής παιδείας, Ινστιτούτο Τεχνολογίας υπολογιστών και εκδόσεων «Διόφαντος».
- Project Star Spectrometer, William Luzader, Learning Technologies, Inc
- Τσαγκρασούλης Α. (2016), Τεχνητός φωτισμός, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Παν. Θεσσαλίας
- Αλεξιάκης Ν., Αμπατζής Σ., Γκουγκούσης Γ., Κουντούρης Β., Μοσχοβίτης Ν., Οβαδίας Σ., Πετρόχειλος Κ., Φυσική Β΄ Λυκείου γενικής παιδείας, Ινστιτούτο Τεχνολογίας υπολογιστών και εκδόσεων «Διόφαντος».
- Τσακίρης Α. (2004), Φυτοτεχνία
- Δημόπουλος Ι. Φίλιππος (1900), Φυτοτεχνία και ηλεκτρικές συσκευές
- Dougiamas, M. & Taylor, P. (2003). Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System. In D. Lassner & C. McNaught (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003* (pp. 171-178). Chesapeake, VA: AACE
- Hirzallah, N. (2007). An authoring tool for as-in-class e-lectures in e-learning systems. *American Journal of Applied Sciences*, 4(9), 686-692. Μελέτη που ασχολείται με τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διακρίνουν κάθε σύστημα e-learning.
- SCORM (2004), Advanced Distributed Learning (ADL), *Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 Overview*, 2004.
- Reilly, C. Williams, J. (2006). The price of free software: Labor, ethics, and context in distance education. *Computers and Composition*, 23(1), 68-90.



- Κόκκινος, Βιονύσης (2005), “Πολιτικές Παροχής Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης από τις Ακαδημαϊκές Βιβλιοθήκες στον Ευρωπαϊκό Χώρο”, Νιπλωματική Εργασία, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Ρετάλης, Συμεών V. (σχ.), “Οι τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης”, Πανεπιστήμιο Πειραιά. Τμήμα διδακτικής της Τεχνολογίας και Ψηφιακών Συστημάτων
- Hirzallah, N. (2007). An authoring tool for as-in-class e-lectures in e-learning systems. *American Journal of Applied Sciences*, 4(9), 686-692. Μελέτη που ασχολείται με τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διακρίνουν κάθε σύστημα e-learning
- Βανίδης, Ευάγγελος (Ιούνιος 2008). «Πόλωση του φωτός στο κενό και την ύλη»
- *Physics for scientists & engineers* R.A Serway, Λ.Κ. Ρεσβάνης, Αθήνα, Σ. Αθανασόπουλος - Σ. Παπαδάμης, c1990