

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ : «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΛΕΪΖΕΡ»

ΦΩΣ ΑΠΟ ΤΑ ΜΕΓΑΛΙΘΙΚΑ ΕΡΓΑ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ
ΑΥΤΑ ΤΟΥ 21^{ΟΥ} ΑΙΩΝΑ

ΖΑΧΑΡΕΝΙΑ ΜΑΡΚΑΚΗ

Επιβλέπων : ΑΝΑΠΛ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΜΟΥΣΤΑΙΖΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΧΑΝΙΑ , 2013



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΩΝ ΛΕΙΖΕΡ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΦΩΣ: Από τα Μεγαλιθικά Έργα του 4000 π.Χ. σε αυτά του 21^{ου} αιώνα



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΟΥΣΤΑΙΖΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΖΑΧΑΡΕΝΙΑ ΜΑΡΚΑΚΗ

A.M. 2010040276

ΧΑΝΙΑ 2013

Ευχαριστίες

Οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Μουσταιζή για την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω και σε όλους τους καθηγητές του Γενικού τμήματος του Πολυτεχνείου Κρήτης, για τις πολύτιμες γνώσεις που απέκτησα κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα του Τομέα της Εφαρμοσμένης και Τεχνολογικής Φυσικής και Τεχνολογίας των Laser.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Πατέλη και την κυρία Έλια Ψυλλάκη που με εμπιστεύτηκαν, με στήριξαν και πίστεψαν ότι άξιζε να ολοκληρωθεί μία τέτοια προσπάθεια.

Τέλος, δεν μπορώ να μην αναφερθώ στο στενό οικογενειακό μου περιβάλλον, ευχαριστώντας τους γονείς μου για την ανυπολόγιστη ηθική υποστήριξη, την ενθάρρυνση και τη συμπαράσταση από την αρχή της εκπόνησης της καθώς και την αδερφή μου και τους φίλους μου για την κατανόηση και τη στήριξη τους όλο αυτό το χρονικό διάστημα. Τους ευχαριστώ λοιπόν μέσα από την καρδιά μου.



Ίσως το φως νάναι μια νέα τυραννία. Ποιος ξέρει τι καινούργια πράγματα θα δείξει.

Κωνσταντίνος Καβάφης, 1868-1933 Ποιητής

Αυτοί που φέρνουν τον ήλιο στη ζωή των άλλων, φωτίζουν εξίσου τη δική τους ύπαρξη.

James Barrie (1860-1937) Άγγλος συγγραφέας

Υπάρχουν δυο τρόποι για να λάμπεις: είτε να αντανακλάς το φως είτε να το δημιουργείς.

Paul Clandel (1868-1955) Γάλλος ποιητής

Φως, περισσότερο φως. (Mehr Licht! Τα τελευταία του λόγια)

Βόλφγκανγκ Γκαίτε (1749-1832) Γερμανός ποιητής & φιλόσοφος



ΠΡΟΛΟΓΟΣ



Ο Ήλιος και το φως αποτέλεσε πηγή έμπνευσης και έρευνας για πολλούς πολιτισμούς μιας και αποτελεί το κύριο αίτιο δημιουργίας ζωής στον πλανήτη. Τον πίστεψαν και τον λάτρεψαν όλοι οι λαοί σαν παντεπόπτη θεό ενώ το φως μελετήθηκε εξονυχιστικά από σπουδαίους μελετητές ανά τους αιώνες. Στο πρώτο κεφάλαιο λοιπόν, αναλύεται η ιστορική εξέλιξη του φωτός τόσο από άποψη φιλοσοφίας και θρησκείας όσο και κατασκευής μεγαλιθικών μνημείων που χρησιμοποίησαν τη λειτουργία του φωτός και το ανέδειξαν ως κύριο χαρακτηριστικό τους.

Στη συνέχεια, η εξέλιξη για τη γνώση του φωτός και η αλληλεπίδραση του με την ύλη (φιλοσοφικός υλισμός) οδήγησε στη δημιουργία μεγαλιθικών κατασκευών του 21^{ου} αιώνα λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας. Έτσι, στο δεύτερο κεφάλαιο μελετήθηκαν υπερσύγχρονες μεγαλιθικές κατασκευές που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής μιας και αναδημιουργούν φως μέσω διαδικασιών πυρηνικής σύντηξης. Έτσι, τη θέση της πέτρας πήραν υπερσύγχρονα δομικά υλικά όπως διάφορα είδη κρυστάλλων (πιεζοηλεκτρικοί, φωτονικοί, τεχνητοί κρύσταλλοι), οπτικές ίνες και διάφοροι τύποι Laser που διακατέχουν κυρίαρχη θέση τόσο στη δομή όσο και στη λειτουργία τους.



Και στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο γεγονός ότι ο άνθρωπος χρησιμοποιώντας το φως και την ενέργεια του Ήλιου μέσω της πυρηνικής σύντηξης δημιούργησε Laser, πυρηνικούς αντιδραστήρες και τεράστια υπερσύγχρονα οικοδομήματα προκειμένου να αναδημιουργήσει ένα καινούριο Ήλιο. Κύριο πεδίο μελέτης αποτέλεσαν τα αστροφυσικά φαινόμενα και η παραγωγή μίας καθαρής και ανανεώσιμης ενέργειας που θα διευκόλυνε τη ζωή και την καθημερινότητα του.

Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο μελετώνται διεξοδικά τα οπτικά και φωτοβολταικά συστήματα που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντας τη σε ηλεκτρική προκειμένου να καλύψουν ενεργειακές ανάγκες κτιριακών, αστικών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Επίσης, έγινε αναφορά στη διαδικασία της πυρηνικής σύντηξης μέσω της οποίας ο άνθρωπος θα μπορέσει στο μέλλον να μεταβεί μέσω ενός διαστημοχήματος από τη Γη σε ένα αστέρα δηλαδή σε ένα άλλο «Ήλιο» ο οποίος κατά προτίμηση να διαθέτει το δικό του πλανητικό σύστημα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δημιουργία του Σύμπαντος και ιδιαίτερα η προέλευση της ζωής στη Γη απασχόλησε ευθύς αμέσως τον άνθρωπο μόλις συνειδητοποίησε την ύπαρξη του ανάλογα με την κατά καιρούς πνευματική του στάθμη ή την κατά κλάδους απασχόληση του προκειμένου να ερμηνεύσει το μυστήριο της δημιουργίας της ζωής και της σχέσης του με το φως. Η διαφορά των τρόπων προσέγγισης και απόψεων είχε ως συνέπεια την εμφάνιση διαφορετικών θρησκειών, μύθων και παραδόσεων.

Κατά την Μεγαλιθική εποχή ανεγέρθηκαν χιλιάδες μνημεία (μενίρ, ντολμέν, κρόμλεχ, περίβολοι, γραμμές) σε διαφορετικά σημεία της υδρογείου (Κορέα, Θιβέτ, Ινδία, Κανάσσο, Αφρική, Ευρώπη). Όλες οι κατασκευές της εποχής υποδηλώνουν ότι οι λαοί κατείχαν ιδιαίτερες γνώσεις και είχαν τη πηγαία ανάγκη όχι μόνο να αντιληφθούν εις βάθος τον κόσμο αλλά και να εξελίσσουν τη γνώση προκειμένου να αναπτύξουν τεχνικές που θα χρησιμοποιούσαν στην καθημερινότητα τους, όπως στους τομείς της γεωργίας, της κτηνοτροφίας καθώς επίσης και στο σχεδιασμό των κτιρίων, όπου ο Ήλιος διαδραμάτιζε κυρίαρχο ρόλο στον προσανατολισμό και τη διαμόρφωση τους. Επιπροσθέτως, τα Μεγαλιθικά Μνημεία ή οι αιγυπτιακές πυραμίδες υποδηλώνουν ότι χιλιετίες πριν, οι αρχαίοι λαοί διέθεταν γνώσεις σε θέματα όπως η σφαιρικότητα της Γης, η κίνηση και οι επιπτώσεις της, οι θέσεις των αστερών και αστερισμών. Ενδείξεις γνώσης της σφαιρικότητας της Γης βρίσκονται σε σουμερικές παραδόσεις καθώς και στο αιγυπτιακό Βιβλίο του Κρυφού Οίκου. Επιπλέον, οι συμπτώσεις των μεγαλιθικών κατασκευών με τις σημειούμενες θέσεις του Ήλιου στα ηλιοστάσια και στις ισημερίες είναι φανερές. Άλλες ήταν προσανατολισμένες σύμφωνα με τις ανατολές των ισημεριών, άλλες με την ανατολή του ηλιοστασίου ενώ ανάμεσα σε δύο ηλιοστάσια, η φαινόμενη τροχιά έχει για μέση θέση την παρατήρηση των ισημεριών ή τις ανατολές διαφόρων ημερομηνιών. Οι ημερομηνίες αυτές ανταποκρίνονται φανερά στη σπορά, στην ανάπτυξη των φυτών, στην άνθηση και τη συγκομιδή και χρησίμευαν σαν αγροτικό ημερολόγιο. Δεν φαίνεται παράδοξο λοιπόν αυτό, εφόσον η γεωργία αποτέλεσε παράγοντα ύψιστης σπουδαιότητας εκείνη την εποχή. Επίσης, άλλα ημερολόγια είχαν αργότερα θρησκευτικό χαρακτήρα σε συγκεκριμένες ημερομηνίες, αφού στη συνέχεια ο Ήλιος θεοποιήθηκε με την εξέλιξη του πολιτισμού.

Έτσι, ο Ήλιος και το ημερολόγιο αποτέλεσε την πιο άμεση μέθοδο μέτρησης των ρυθμών της ανθρώπινης δραστηριότητας και της σύγκρισης αυτών των ρυθμών με τις κινήσεις της Γης γύρω από τον Ήλιο ή κυρίως της φαινομενικής κίνησης του Ηλίου. Η διαδικασία αυτή απαιτούσε εκτός από τεράστιο αριθμό γνώσεων και διαρκή παρατήρηση και επεξεργασία των

δεδομένων τους και έχει άμεση σύνδεση με το κοσμικό ρολόι. Οι νεολιθικοί πρόγονοι παρατήρησαν από πολύ νωρίς αυτές τις κινήσεις δημιουργώντας έτσι την έννοια του ημερολογίου. Η κύρια λειτουργία του ήταν να επιτρέψει στον άνθρωπο να αποκαταστήσει ένα στενό δεσμό ανάμεσα στους ίδιους τους ρυθμούς της Γης και τους αρχαίους λαούς. Υπάρχουν άλλωστε πολλά συστήματα ημερολογίου, κυρίως ηλιακά και σεληνιακά. Έτσι αν ορισμένες γραμμές του μνημείου (π.χ προσανατολισμός των γραμμών του μικρού Μενέκ, Καρνάκ-Αίγυπτος) δεν ανταποκρίνονται σε ηλιακό προσανατολισμό τότε είχαν σχέση με τη Σελήνη.

Διάφοροι ερευνητές στην πορεία απέδειξαν ότι οι περισσότεροι αιγυπτιακοί ναοί έχουν κατασκευαστεί παρέχοντας πληροφορίες για τον καθορισμό του έτους και την εναλλαγή των εποχών. Το γεγονός ότι οι Αιγύπτιοι ανέπτυξαν σε μεγάλο βαθμό την Αστρονομία και τα Μαθηματικά, φαίνεται από το ότι οι περισσότεροι ναοί τους είναι σχεδόν απόλυτα προσανατολισμένοι με κάποιο σημείο του ορίζοντα, ώστε σε κάποια είσοδό τους ή στο άδυτο του ναού να φωτίζονται από τον ανατέλλοντα ήλιο με κάποια ισημερία ή ηλιοστάσιο. Ακριβείς προσανατολισμοί παρατηρούνται στη Μεγάλη Πυραμίδα του Χέοπα στη Γκίζα και σε άλλες πυραμίδες της Αιγύπτου. Άλλοτε πάλι, το ρόλο του Ήλιου έπαιζε άλλος αστέρας όπως ο Σείριος ή ο Ωρίωνας. Επίσης, οι Αιγύπτιοι χρησιμοποίησαν σαν σημείο αναφοράς και προσανατολισμού διάφορους αστέρες (Βέγκα, το γ του Δράκου, τον α του Λέοντα, τον Αντάρη, τον α του Κενταύρου, το Σείριο κ.α). Επιπλέον, αναφέρεται ότι η μεταπτωτική κίνηση της Γης και η κίνηση της κλόνισης συνεπάγονταν με το γεγονός ότι οι αστέρες αυτοί μετά από κάποια χρόνια δεν θα αποτελούσαν σημείο προσανατολισμού. Οι Αιγύπτιοι είχαν επίσης μελετήσει τις φάσεις και την κίνηση της Σελήνης, ενώ το ημερολόγιο τους περιλάμβανε 365 ημέρες. Επίσης, μετρήσεις στη Μεγάλη Πυραμίδα υποδηλώνουν ότι κατείχαν μια πιο ακριβή μέτρηση του έτους, ανάγοντας το σε 365.24 ημέρες.

Το φως «γέννησε» την έννοια του χρόνου που είναι ανεξάρτητος των φυσικών συστημάτων αλλά συνδέεται με τις άλλες 3 διαστάσεις ως ισότιμο μέλος και αποτελεί την τέταρτη διάσταση. Ο χρόνος έτσι εμφανίζεται να προχωράει προς μια μονάχα κατεύθυνση και η ασυμμετρία του αυτή επηρεάζει μια σειρά από φυσικά φαινόμενα. Ο έλεγχος των ανοιγμάτων του Χρόνου και το έντονο ενδιαφέρον για τη μελέτη του φωτός δεν έρχεται σε καμία αντίθεση με τις διάφορες θεραπείες και άλλες μεθόδους ισορροπίας του οργανισμού αλλά μεγιστοποιεί τα αποτελέσματα τους. Επίσης, η πανάρχαια μέθοδος του βελονισμού προσπαθεί ενεργώντας σε κάποια ενεργειακά κανάλια (μεσημβρινούς) του ανθρώπινου σώματος να πετύχει αυτή την ισορροπία. Οι αρχαίοι Έλληνες πίστευαν ότι η εξισορρόπηση της ανθρώπινης υγείας χάρη στα ανοίγματα του χρόνου δίνει θεαματικά αποτελέσματα σε όλα τα προβλήματα ανισορροπίας χωρίς εξαίρεση. Αυτή η θεωρία διαθέτει στενούς δεσμούς με παραδόσεις διότι αναθεωρείται η πιο

θεμελιώδης αρχή της Φύσης. Ερμηνεύονται επίσης ο συμβολισμός των κύκλων στους αγρούς (crop circles, Αγγλία), το σύμβολο του Τάο, οι βασιικές αρχές του Yi-King, η ελληνική μυθολογία, τα γραπτά της αρχαίας κλασσικής ελληνικής γραμματείας, ο μύθος της γένεσης στη Βίβλο, οι μύθοι των Σουμερίων και Αιγυπτίων, η Αστρολογία κ.α. Επιπλέον, ανακαλύπτεται η αρχέγονη σημασία του Άλφα και του Ωμέγα, ο λόγος 243/256 στη δημιουργία της ψυχής, η σχέση αστεριών και ψυχών, τα πλατωνικά στερεά, τη δωδεκαεδρική και πενταγωνική δομή του σύμπαντος κτλ. Επίσης, ο ελληνικός πολιτισμός χαρακτηρίζεται ως «πολιτισμός του φωτός». Η ελληνική λογοτεχνία κυριαρχείται από την διαλεκτική του φωτός, δηλαδή εικόνες στις οποίες εναλλάσσεται το φως με το σκοτάδι και η τυφλότητα με την όραση και τη μαντική δεινότητα. Το φως είναι τόσο επιθυμητό (ύψιστο αγαθό) που κυριολεκτικά ισχύει ότι το φως είναι ισοδύναμο της ζωής (όράω=ζω). Επίσης, το φως αποτελεί προϋπόθεση για εσωτερική όραση δηλαδή για τη μεταφυσική και απόλυτη αλήθεια.

Συμπερασματικά λοιπόν, η παρατήρηση της περιοδικής κίνησης και των φαινομένων των εποχών έδωσε την πληροφορία για τη πρόσληψη, οριοθέτηση, τη μετρητική και την όλη διαχείριση του χρόνου από τον άνθρωπο, μέσω αστρονομικών παρατηρήσεων. Ο χρόνος αυτός ή το κοσμικό ρολόι συνδέθηκαν με την κίνηση του Ηλίου στον ορίζοντα και εν συνεχεία με το βιολογικό ρυθμό. Με το τρόπο αυτό οι αστρονομικές παρατηρήσεις συσχετίστηκαν με φυσικά φαινόμενα (σπορά και συγκομιδή) με το βιολογικό ρολόι και τελικά δέθηκαν με την ανθρώπινη ύπαρξη. Η αστρονομία στις μέρες μας μετέφερε πολλά στοιχεία της στην αστρολογία που είναι μη αποδεκτή από την επιστήμη, αλλά δεν παύει να βασίζεται σε πολλά από τα στοιχεία της. Όπως και στην περίπτωση των άστρων, καθοριστικό παράγοντα έπαιξε η μυθολογία ενώ οι παρατηρήσεις χιλιάδων χρόνων δώσανε την αίσθηση της μετάπτωσης (ροπή- ελεύθερη μετάπτωση, ροπή-προκληθείσα μετάπτωση).

Στη συνέχεια, η επιστήμη ανακαλύπτει τις γνώσεις των αρχαίων Ελλήνων για την υφή του χρόνου και τη σωστή κατανόηση του Σύμπαντος και της ζωής, λύνοντας συγχρόνως τα πολλαπλά παράδοξά της με αποφασιστικές ωφέλειες για την ανθρώπινη ισορροπία. Η φύση του χρόνου απασχόλησε τον άνθρωπο και κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα όπου έγιναν τεράστιες πρόοδοι στις επιστήμες και βασιικές αναθεωρήσεις στο τρόπο που αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος την πραγματικότητα. Οι πιο γνωστές είναι η Θεωρία της Σχετικότητας του Α.Einstein, που εξηγεί τον μακρόκοσμο και η Κβαντομηχανική, που εξηγεί τον μικρόκοσμο των στοιχειωδών σωματιδίων που συμπεριφέρονται και σαν κύματα. Από την αρχή των θεωριών αυτών οι επιστήμονες προσπάθησαν να ενοποιήσουν τις θεωρίες τους, αναζητώντας πιο βασιικές και απλές αρχές που να εξηγούν με μια μοναδική θεωρία όλο το φάσμα των γεγονότων από την κίνηση

των γαλαξιών μέχρι τα στοιχειώδη σωματίδια στα άδυτα της ύλης. Πολλές προσπάθειες έγιναν τα τελευταία 80 χρόνια λοιπόν, που εντείνονται την τελευταία εικοσαετία. Παράδειγμα αυτής της προσπάθειας είναι η δήλωση ότι ο χρόνος είναι συνεχής και γραμμικός και ότι η ταχύτητα του φωτός είναι μοναδική και αζεπέραστη στο σύμπαν. Ο χρόνος επίσης κυλά μόνο σε στιγμές τόσο μικρές που είναι ανεπαίσθητες στην ανθρώπινη βιολογία δίνοντας του την εντύπωση μιας συνεχούς ροής του χρόνου. Έτσι, το κοσμικό ρολόι παραμένει σταθερό και αναπτύσσονται περί αυτού οι θεωρίες, εξελίσσοντας τον πολιτισμό. Αποδεικνύονται λοιπόν ότι το φως διαθέτει τη μέγιστη ταχύτητα στο Σύμπαν και έτσι ενισχύεται η φιλοσοφική θεώρηση του με μία επιστημονικώς αποδεδειγμένη. Στη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, ο Einstein προβλέπει διάφορα φαινόμενα που έχουν επαληθευτεί, όπως η καμπύλωση του φωτός και η μεταβολή της συχνότητας του με το βαρυτικό πεδίο στο οποίο βρίσκεται η μετάπτωση του περιηλίου του πλανήτη Ερμή, η χρονική καθυστέρηση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που διέρχονται μέσα από το πεδίο βαρύτητας.

Έτσι, το έντονο ενδιαφέρον του ανθρώπου για την κατανόηση του κόσμου που τον περιβάλλει και ιδιαίτερα του φωτός τον οδήγησε στην κατασκευή υπερσύγχρονων μεγαλιθικών εγκαταστάσεων που στόχο είχαν την αναπαραγωγή του πολύτιμου αυτού αγαθού που καλείται Φως. Ο πρώτος που λέγεται ότι προσπάθησε να μετρήσει την ταχύτητα του φωτός ήταν ο Γαλιλαίος το 1638. Στη συνέχεια, το 1666 έγινε για πρώτη φορά η μέτρηση της ταχύτητας του φωτός, αν και με κάποια ανακρίβεια, από το Δανό αστρονόμο Ole Roemer. Για την ιστορία ο Roemer μέτρησε την ταχύτητα της τάξης των 310.000km/s. Στα 1725 ο James Bradley χρησιμοποίησε μια μέθοδο, που λεγόταν Αστρική Διαταραχή. Επίσης, η μέθοδος του Γάλλου Fizeau αφορούσε το χρόνο που χρειαζόταν ένα σήμα φωτός να φτάσει ένα μακρινό καθρέφτη και να επιστρέψει. Ο Fizeau χρησιμοποίησε έναν περιστρεφόμενο τροχό, ο οποίος σε περιοδικά χρονικά διαστήματα άφηνε το φως να διέλθει μέσα από το τηλεσκόπιο του.

Με την εξέλιξη της γνώσης και της τεχνολογίας λοιπόν, το φως αποτέλεσε την αφετηρία σε διάφορες επιστημονικές εφαρμογές εκμεταλλευόμενες τις ιδιότητες του. Μέσα από τη διερεύνηση των μεγαλιθικών μνημείων και του Ήλιου και του Φωτός εξελίχθηκε με ταχύτατα βήματα η επιστήμη και από τα Μεγαλιθικά Μνημεία της Αρχαιότητας καταλήξαμε στα Μεγαλιθικά του 21^{ου} αιώνα. Το δομικό υλικό από το οποίο αποτελούνταν τα μεγαλιθικά μνημεία της αρχαιότητας και ήταν η πέτρα, αντικαταστάθηκε από πιεζοηλεκτρικούς κρυστάλλους, οπτικές ίνες και Lasers σε βαριές και ογκώδεις κατασκευές και εγκαταστάσεις που θα τους προσέφερε εκ νέου το σωματίδιο του θεού, το φωτόνιο, δηλαδή ένα καινούριο Ήλιο και ένα καινούριο Φως, τόσο της γνώσης και της εξέλιξης της επιστήμης, όσο και της φυσικής παρουσίας του σε πολυάριθμες εφαρμογές. Έτσι, τα Μεγαλιθικά Μνημεία της Αρχαιότητας,

εκμεταλλεύονταν τις ευεργετικές ιδιότητες του Φωτός και του Ήλιου, ενώ τον 21^ο αιώνα μέσω της διαδικασίας της πυρηνικής σύντηξης, επιδιώκεται η δημιουργία ενός νέου φωτός που θα προσφέρει εκτός από νέες απαντήσεις και μία νέα ζωή στον άνθρωπο και στην καθημερινή του δραστηριότητα και εξέλιξη.

Έτσι μέσω του φωτός και μεγάλης έντασης δέσμης Laser παράγεται e-e για τη μετάβαση του ανθρώπου σε άλλα διαστήματα, χωρίς να απαιτείται η παραγωγή καυσίμου να μεταφερθεί τοπικά. Έτσι εκμεταλλευόμενοι τους φωτονικούς πυράλους και τη μέγιστη ταχύτητα του φωτός μέχρι και 70-80% ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να εξερευνήσει το Σύμπαν και να μεταφερθεί σε άλλους πλανήτες. Έτσι, η εξερεύνηση του Διαστήματος δεν είναι πλέον αδύνατη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		ΣΕΛ.
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1		
ΒΙΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΕΓΑΛΙΘΙΚΑ ΕΡΓΑ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑΣ		
1.1	Ιστορική εξέλιξη των περί φωτός αντιλήψεων	3-13
1.2	Το φως στη μυθολογία και θρησκεία	13-2
1.2.1	Ασία	17-21
1.2.2	Αφρική	21-26
1.2.3	Αμερική	26-28
1.2.4	Ωκεανία	28
1.2.5	Ευρώπη	28-37
1.3	Επιστημονικές αντιλήψεις περί φωτός	37
1.3.1	Χριστιανισμός	37-39
1.3.2	Μεγαλιθικά Μνημεία	39-46
1.3.3	Βαγδάτη	46
1.3.4	Μεσαίωνας	46-56
1.4	Maser	56-57
1.5	Laser	57
1.5.1	Ιστορική Αναδρομή	57-58
1.5.2	Αρχή Λειτουργίας	58-62
1.5.3	Εφαρμογές των Laser	62-64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2		
ΤΟ ΦΩΣ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΙΘΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΤΟΥ 21^{ΟΥ} ΑΙΩΝΑ		
2.1	Ιστορική Αναδρομή Κρυστάλλων	
2.1.1	Πιεζοηλεκτρικοί Κρύσταλλοι	66
2.1.2	Φωτονικοί Κρύσταλλοι	66-

2.1.3	Τεχνητοί Κρύσταλλοι	69
2.2	Free Electron Laser	71
2.3	Οπτικές Ίνες	71-73
2.3.1	LED	74
2.3.2	Εφαρμογές Φωτισμού με οπτικές ίνες	74-76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3		
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΕΝΟΣ ΝΕΟΥ ΗΛΙΟΥ ΣΤΑ ΜΕΓΑΛΙΘΙΚΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΟΥ 21^{ΟΥ} ΑΙΩΝΑ		
3.1	Πυρηνική Σύντηξη στη Γη	77-78
3.2	Πυρηνική Σύντηξη και Πυρηνικοί Αντιδραστήρες	78-80
3.3	Ενέργεια και Αδρανειακή Σύντηξη	80-
3.4	Συσκευές για την επίτευξη σύντηξης	
3.4.1	HiPER	80-81
3.4.2	Petal Laser	81-82
3.4.3	Tokamak	82-83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΙΧΜΗΣ ΤΟΥ 21^{ΟΥ} ΑΙΩΝΑ ΜΕ ΓΝΩΜΟΝΑ ΤΑ ΜΕΓΑΛΙΘΙΚΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑΣ		
4.1	Ηλιακή Ενέργεια	84-85
4.2	Οπτικά Συστήματα	85-87
4.3	Καθαρή Πηγή Ενέργειας – Απάντηση στα Πυρηνικά	87-88
4.4	Εφαρμογές Ηλιακής Ενέργειας	88-90
4.4.1	Φωτοβολταϊκά Συστήματα	88-89
4.4.1.1	Μετατροπή της Ηλιακής Ενέργειας σε Ηλεκτρική Ενέργεια	89
4.4.1.2	Ενσωμάτωση Φ/β σε Κτίρια	89-90
4.5	Διαστηρικά Ταξίδια	90-92

4.5.1 Διαστημικές Βολίδες - Πύραυλοι	92-93
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η σχέση των κοσμολογιών ή της σκέψης των αρχαίων πολιτισμών με το φως ίσως να μην είναι άμεση, αλλά σίγουρα η σύγχρονη σκέψη βασίστηκε σε αυτή. Έτσι είναι ενδιαφέρον να ψηλαφιστούν οι σκέψεις του αρχαίου κόσμου, προκειμένου να κατανοηθούν καλύτερα οι σύγχρονες ιδέες. Οι πρώτες κοσμολογίες βασίστηκαν σε μύθους, κατασκευασμένους στο μυαλό των ανθρώπων, βάσει των οποίων το Σύμπαν δημιουργήθηκε από διάφορες φατρίες, από κάποια καταστρεπτικά καιρικά φαινόμενα ή απ' τους εκάστοτε θεούς και την έκβαση των μαχών μεταξύ τους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα λαών ήταν οι Βαβυλώνιοι, οι Αιγύπτιοι οι Κινέζοι κι οι Ινδοί. Οι λαοί αυτοί, πέρα από την κοσμολογία, που ο καθένας από αυτούς υποστήριζε είχαν διαπρέψει στα μαθηματικά και την αστρονομία, περισσότερο για λόγους πρακτικούς, π.χ. με τη βοήθεια των μαθηματικών οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν εξελιγμένα συστήματα άρδευσης ή προέβλεπαν το πότε θα πλημμυρίσει ο ποταμός Νείλος.

Βέβαια, κοσμολογικές «θεωρίες» υπήρχαν πολλές, αλλά φυσικά δεν μπορούν να προβλέψουν σχεδόν κανένα φαινόμενο, καθώς οι περισσότερες δεν αναζητούσαν εξηγήσεις αλλά καταλόγιζαν στους θεούς τα γεγονότα που δεν μπορούσαν να δικαιολογήσουν. Το πιο ενδιαφέρον σημείο σε αυτές τις ιστορίες είναι ο τρόπος σκέψης και λειτουργίας του ανθρώπινου μυαλού για την ερμηνεία αυτών των ανεξήγητων φαινομένων. Η πρώτη περισσότερο ολοκληρωμένη προσπάθεια να εξηγηθεί το Σύμπαν γίνεται από τους αρχαίους Έλληνες και αφορά μια χρονική περίοδο μεγαλύτερη από 2000 χρόνια από τις μέρες μας. Έτσι, οι αρχαίοι Έλληνες ήταν οι πρώτοι που μίλησαν, όχι ακριβώς για το φως, αλλά για κάτι παραπλήσιο, την ατομική θεωρία ή ακριβέστερα την «αρχαία ατομική θεωρία» αλλά και για άλλες έννοιες της σύγχρονης φυσικής, επιτρεπομένων φυσικά των παραλληλισμών. Συνεπώς, υπήρξε ο πρώτος λαός, που θεώρησε τα κοσμικά φαινόμενα εξηγήσιμα με τη νόηση.

Επιπροσθέτως, η σημαντικότερη γιορτή του έτους αποτελούσε η γιορτή του θεού Ήλιου, ο οποίος χάριζε το φως στη Γη και ευνοούσε τη γονιμότητα και τη ζωή. Έτσι στο θερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου) κάθε πολιτισμός είχε το δικό του τρόπο να τον υμνεί αλλά και μαζί με αυτόν δόξαζε τη Γη, τη Φύση, τη Ζωή και τον Έρωτα, αποδίδοντας ακόμη και τιμές σε μυθικούς ήρωες που συνδέονταν με την ιερή αυτή ημέρα, συνοδευόμενες με τελετουργίες μαγείας. Για τους Έλληνες η ιερή αυτή ημέρα αποτελούσε την έναρξη της φύσης και της γονιμότητας με βάση το μύθο της

Περσεφόνης. Οι εορταστικές εκδηλώσεις παρουσιάζουν μεγάλες ομοιότητες με τις αντίστοιχες τους σε άλλους πολιτισμούς ανά τον κόσμο. Επίσης, όλα τα μεγαλιθικά, ταφικά, εκκλησιαστικά μνημεία της αρχαιότητας αλλά και τα πιο σύγχρονα είναι προσανατολισμένα με τη πορεία του Ήλιου και την ανατολή του καθώς και άμεσα συνδεδεμένα με διάφορους αστερισμούς. Αυτό υποδηλώνει τη σημαντικότητα, τη λατρεία, το μυστήριο αλλά και την άρρηκτη γνώση που υπήρχε από την εποχή εκείνη σε θέματα μαθηματικών και αστρολογίας σε διάφορους λαούς ανά τον κόσμο.

Στη συνέχεια με θαυμαστούς τρόπους, το φως θα οδηγήσει την επιστήμη στις πιο σπουδαίες κατακτήσεις της: τη θεωρία της σχετικότητας, την κβαντική συμπεριφορά του μικρόκοσμου, τις σύγχρονες απόψεις για την γένεση, την εξέλιξη του Σύμπαντος, τη σημασία του φωτός στην ίδια τη ζωή αλλά και τη Τέχνη, ενώ αναφέρεται και στις φιλοσοφικές ή θρησκευτικές αντιλήψεις που συνοδεύουν το φως ακόμα και στους πιο σύγχρονους χρόνους.



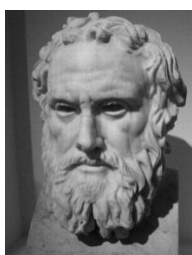
Ο Immanuel Kant ανέφερε το 1755 ότι στην αρχή δεν υπήρχε κανένας ήλιος, κανένα φως, καμία γη, κανένα ηλιακό σύστημα.^[1] Δεν υπήρξε τίποτα παρά μόνο το κενό, το κενό του διαστήματος. Πριν όμως από περίπου 4.5 δισεκατομμύρια έτη, ένα στροβιλισμένο νεφέλωμα δηλαδή ένα τεράστιο σύννεφο αερίων και σκόνης διαμορφώθηκε, συμβλήθηκε και ενοποιήθηκε σε μία κεντρική λειωμένη μάζα που είναι ο σημερινός Ήλιος^[3]. Στην αρχή ο ήλιος ήταν μία λειωμένη πυράκτωση που η πίεση του πυρήνα αυξήθηκε και η θερμοκρασία του ανήλθε σε εκατομμύρια βαθμούς. Έτσι ένα αστέρι γεννήθηκε και άρχισε να λάμπει μέσω της διαδικασίας της θερμοπυρηνικής τήξης του υδρογόνου^[2].



Εικόνα 1.1: Creation of Light by Gustave Dore (1832-1883)

1.1 Ιστορική εξέλιξη του φωτός

❖ Ησιόδου Θεογονία (περίπου 700 ή 800π.Χ.)



Σύμφωνα με την κοσμογονία του Ησίοδου, στην αρχή γεννήθηκε το Χάος και η Γαία που εξουσίαζε τις κορυφές του Ολύμπου. Στη συνέχεια, τα σκοτεινά Τάρταρα στα βάθη της γης και έπειτα ο Έρως που είναι ο ωραιότερος ανάμεσα στους αθάνατους θεούς που λύνει τα μέλη όλων των θεών και των ανθρώπων.

Από το Χάος δημιουργήθηκαν το Έρεβος και η μαύρη νύχτα ενώ από τη νύχτα γεννήθηκε ο Αιθέρας και η Ημέρα που γέννησαν το γεμάτο με αστέρια τόπο για τους

μακάριους θεούς. Επίσης, γέννησε τα ψηλά όρη, τους χαριτωμένους τόπους των Νυμφών και των θεαινών που κατοικούν στα δασώδη βουνά.^[4]

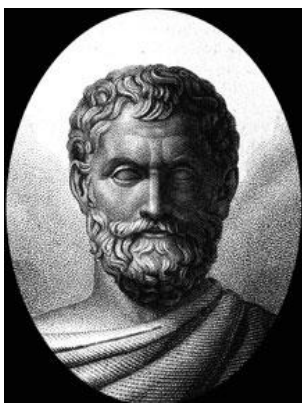


Εικόνα 1.2: Αναπαράσταση της θεογονίας του Ησιόδου

Σχολή Μιλήτου

Οι Προσωκρατικοί αναπτύσσουν τις πρώτες θεωρίες για τη δημιουργία του κόσμου και τη φύση των αισθήσεων με συχνές αναφορές στο φως και την όραση. Όλα αυτά συνέβησαν στην πόλη της Μιλήτου. Η ίδρυση της Σχολής της Μιλήτου χρονολογείται περί το 600π.Χ. Την εποχή αυτή παρατηρείται μία στροφή στην επιστήμη των μαθηματικών που αποδίδεται σε έναν εκ των επτά σοφών της αρχαίας Ελλάδας, το Θαλή το Μιλήσιο. Ο Θαλής υπήρξε ο ιδρυτής και διευθυντής της Σχολής αυτής και τον ακολούθησαν ο Αναξίμανδρος κι ο Αναξίμενης.

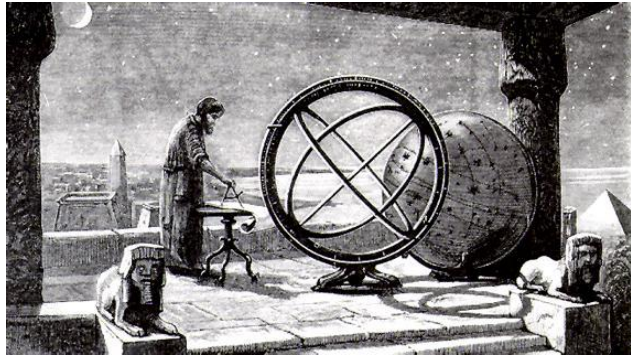
❖ Θαλής (630/635 - 543π.Χ.)



Καταγόταν από παλιά εμπορική οικογένεια και λέγεται ότι είχε προβλέψει την ηλιακή έκλειψη του 585π.Χ και ότι ζούσε και έπειτα από την εισβολή των Περσών στα μέσα του 6^{ου} αιώνα. Είχε πάει στην Αίγυπτο και έθεσε αρχή του Σύμπαντος το στοιχείο του νερού. Απέδωσε ζωή σε κάθε μέρος της φύσης από τα ορυκτά ως τα άστρα (υλοζωισμός). Η Αστρονομία του χρωστάει πολλούς υπολογισμούς όπως η φαινόμενη διάμετρος του ήλιου και της Σελήνης, η λόξωση της εκλειπτικής και το ανακλώμενο φως των πλανητών.^[5]

❖ Αναξίμανδρος (610-547 π.Χ.)

Από τα συγγράμματα του «Περί φύσεως» δεν έχει σωθεί τίποτα και προσδιόρισε την περίμετρο της ξηράς και θάλασσας και κατασκεύασε μία γήινη σφαίρα. Πρόβλεψε σεισμούς και εκλείψεις. Επίσης, τοποθέτησε τη Γη σαν μετέωρη μέσα στο Σύμπαν να

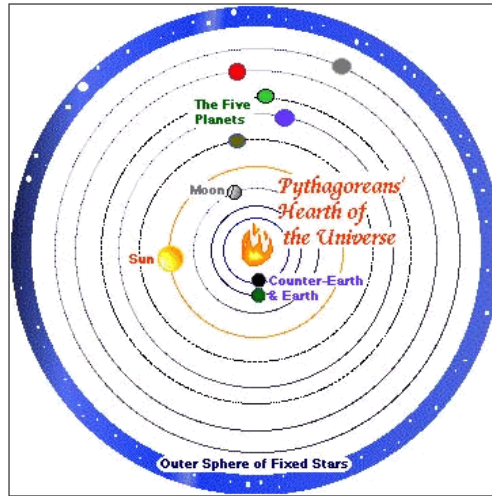


συγκρατείται από τις ελκτικές δυνάμεις των άλλων ουράνιων σωμάτων. Κοσμολογικά όρισε σαν πρώτη αρχή το άπειρο. Από αυτό διαφοροποιούνται τα 4 στοιχεία – γη, νερό, αέρας, φωτιά. Όλα διευθύνονται από την ανάγκη και τη δικαιοσύνη.^[6]

❖ Πυθαγόρας ο Σάμιος (580-500π.Χ.)



Ο Πυθαγόρας ο Σάμιος, αναφέρθηκε στο φαινόμενο της όρασης και δήλωσε ότι οφείλεται σε φωτεινές ακτίνες που ανακλώνται στα διάφορα αντικείμενα και στη συνέχεια εκπέμπονται από τα μάτια.^[7] Οι Πυθαγόρειοι εκείνη την εποχή, πίστευαν ότι το Σύμπαν είχε τη δυνατότητα να κατανοηθεί με τη βοήθεια των αριθμών.^[8] Έτσι, με τη βοήθεια των αριθμών θα μπορούσε να κατανοηθεί η μουσική, η αστρονομία και τα μαθηματικά. Συνεπώς, βάση αυτής της ιδέας αντιπροσωπευόταν ένα σημείο από τον αριθμό 1, μία ευθεία από το 2, μία επιφάνεια από το 3 και ένα στερεό από το 4. Το άθροισμα τους το 10 ήταν ιερό και παντοδύναμο. Επιπλέον, ο Πυθαγόρας ο Σάμιος θεώρησε ότι η Γη και όλα τα ουράνια σώματα ήταν σφαιρικά και περιστρέφονταν μαζί με τη Γη γύρω από μία αόρατη φωτιά η οποία όμως δεν ήταν ο Ήλιος. Ο Ήλιος περιστρεφόταν και αυτός γύρω από αυτή την αόρατη φωτιά. Συνολικά δηλαδή υπήρχαν 10 ουράνια σώματα που περιστρέφονταν συμπεριλαμβανομένης και μιας «αντι-γης» όπου η παρουσία της εξηγούσε κάποιες εκλείψεις και συμπλήρωνε τον ιερό αριθμό 10. Η θεωρία αυτή διατηρήθηκε 2000 χρόνια και αποτέλεσε το πρώτο σύστημα στο οποίο ουράνια σώματα περιστρέφονταν σε κύκλους γύρω από ένα άλλο ουράνιο σώμα.^[9]



Εικόνα 1.3: Πλανητικό Σύστημα κατά τον Πυθαγόρα

❖ Αναξίμενης (528-525 π.Χ.)

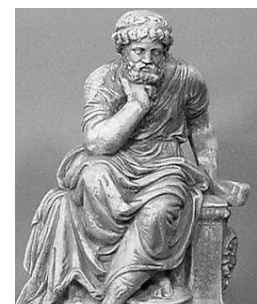


Αναζήτησε την αρχή του κόσμου στον αέρα, τον οποίο όρισε ως μοναδική και άπειρη αρχή. Ο αέρας είναι ποσοτικά άπειρος και αυτό τον καθιστά ανεξάντλητη πηγή του γίνεσθαι. Με την θεωρία της πύκνωσης και της αραιώσης ερμήνευσε όλα όσα δεν είναι αέρας, προκειμένου να γίνουν αντιληπτά ως καταστάσεις που προέκυψαν από τις μεταβολές του αέρα. (Από τον αέρα μέσω της αραιώσης δημιουργείται το πυρ, ενώ μέσω της συμπύκνωσης δημιουργείται η γη και το ύδωρ).

Υιοθετώντας τον υλοζωισμό του Θαλή, θεώρησε ως προϋπόθεση των μεταβολών του αέρα τη συνεχή κινητικότητα του. Καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή του αέρα ως βασικού στοιχείου για την κοσμογονία του, είναι η ταύτιση της ψυχής με τον αέρα, όπως αναφέρεται σε διασωθέν απόσπασμα. "Όπως η ψυχή μας, όντας αέρας, μας συγκρατεί, έτσι και το πνεύμα και ο αέρας περιέχουν ολόκληρο τον κόσμο". Πρόκειται ουσιαστικά για την πρώτη προσωκρατική ψυχολογική θέση.^[10]

❖ Εμπεδοκλής (495-435 π.Χ.)

Ο Εμπεδοκλής έζησε από το 495-435 π.Χ. βελτιώνοντας την παλιότερη θεωρία και προσθέτοντας ότι το φως είναι μία σωματιδιακή κίνηση πολύ μεγάλης ταχύτητας που απορρέει από το φωτίζον σώμα. Υποστήριζε ότι η Γη περιβάλλεται από Πυρ που είναι ο πραγματικός Ήλιος τον οποίο όμως οι άνθρωποι δεν μπορούν να



δουν. Ο Ήλιος που φαίνεται θεωρούσε ότι είναι απλά ένας κρύσταλλος που αντανακλά προς τον άνθρωπο το φως και τη θερμοκρασία που δέχεται από τον πραγματικό Ήλιο. Όσον αφορά τα άστρα υποστήριζε ότι ισχύει το ίδιο και κάποια από αυτά αντανακλούν το φως ενώ άλλα το εκπέμπουν. Για αυτό το λόγο υπήρξαν αρκετοί που τον κατηγόρησαν ως τρελό εξαιτίας της πεποίθησης που είχε ότι το φως ταξιδεύει με πολύ μεγάλη ταχύτητα.^[11]

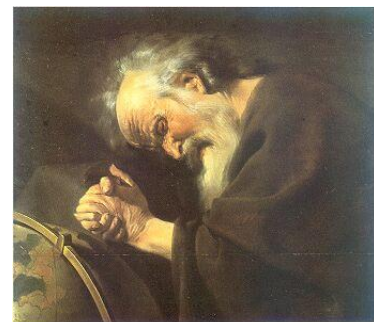
❖ Λεύκιππος (485 π.Χ.- 400π.Χ) και Δημόκριτος (460-370 π.Χ.)

Ο Λεύκιππος αναφέρεται ως δάσκαλος του Δημόκριτου και θεμελιωτής της ατομικής θεωρίας. Ο Λεύκιππος και ο Δημόκριτος επισήμαναν ότι υπό την επίδραση του φωτός στην επιφάνεια των αντικειμένων παράγονται λεπτότατα υμένα ύλης που καλούνται «είδωλα» και διαθέτουν τεράστια ταχύτητα προς όλες τις κατευθύνσεις.^[11] Ο Δημόκριτος πίστευε ότι η ύλη αποτελείται από αδιάσπαστα, αόρατα στοιχεία, τα άτομα. Επίσης, ήταν ο πρώτος που αντιλήφθηκε ότι ο Γαλαξίας είναι το φως από μακρινά αστέρια. Επίσης, ήταν ανάμεσα στους πρώτους που ανέφεραν ότι το Σύμπαν έχει και άλλους "κόσμους" ενώ επίσης ξεκαθάριζε ότι το κενό δεν ταυτίζεται με το τίποτα και αποτελεί κάτι το υπαρκτό. Έτσι, το φως κατά το Δημόκριτο είναι κάτι το σωματοειδές, αποτελούμενο από ιδιαιτέρως μικρά λεπτά άτομα που κινούνται γοργά χάρη στο μικρό τους μέγεθος και το στρογγυλό τους σχήμα. Τα λεπτότερα και τελειότερα σφαιρικά άτομα και πιο ευκίνητα και πτητικά από όλα, συναποτελούν τις ψυχές ζώων και ανθρώπων (απόλυτος υλισμός).^[12]



❖ Ηράκλειτος (540-475π.Χ.)

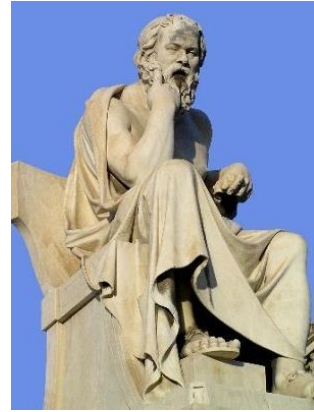
Λογίζεται ότι είναι από τους πλέον βαθυστόχαστους φιλοσόφους της αρχαιότητας και ένας από τους δύο συνθεμελιωτές της ατομικής θεωρίας και των φυσικών επιστημών. Η κοσμολογία του βασιζόταν στη δύναμη που είχε το πυρ που το θεωρούσε την κινητήριο δύναμη του κόσμου. Αυτό το πυρ δεν ήταν απόλυτα ξεκαθαρισμένο για το τι ήταν. Ο ήλιος π.χ. ήταν μια δυνάμενη έκφραση του πυρός, αλλά δεν ήταν αυτός το πυρ. Το θέμα είναι ότι μελετώντας κάποιος τη φιλοσοφία του Ηράκλειτου κι αντικαθιστώντας τη λέξη φωτιά με



το σημερινό όρο ενέργεια, βρίσκει μια σχεδόν τέλεια περιγραφή πολλών φυσικών φαινομένων. ^[13]

❖ Πλάτων (428- 347 π.Χ)

Ο Πλάτων ασχολήθηκε και αυτός με την οπτική και θεώρησε ότι ένα απαλό φως που οφείλεται στην εσώτερη φλόγα του ματιού συνενώνεται με το φως της ημέρας και σχηματίζει μια ομοιογενή ουσία. Αυτή η ουσία αποτελεί τη γέφυρα που επιτρέπει στις εικόνες του εξωτερικού κόσμου να φτάσουν στη ψυχή. ^{[14][15][16]} Έτσι, ο Πλάτωνας χρησιμοποίησε τα 4 στοιχεία που αποτελούσαν τη γη, το νερό, τον αέρα και τη φωτιά τα ανήγαγε σε τρίγωνα που ήταν δισδιάστατα και άυλα, τη φωτιά σε τετράεδρο, τον αέρα σε οκτάεδρο, το νερό σε εικοσάεδρο, τη Γη σε κύβο (εξάεδρο),



τον κόσμο σε δωδεκάεδρο και όλα αυτά τα στοιχεία μεταλλάσσονταν από το ένα στο άλλο. Έτσι, μαθηματικοποιείται η φύση, δεν υπάρχει τίποτα άλλο εκτός από σχήματα και η Γη είναι σφαιρική και περιβάλλεται από το σφαιρικό κάλυμμα των ουρανών. Επίσης, καθορίζονται οι τροχιές άλλων πλανητών, ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη μια φορά το χρόνο σε ελλειπτική τροχιά, η Σελήνη περιστρέφεται γύρω από τη Γη μια φορά το χρόνο και το ίδιο ισχύει και για τους πλανήτες αλλά σε διαφορετικούς ρυθμούς. Επιπλέον, ο Πλάτωνας υποστήριξε ότι η συνολική κίνηση των πλανητικών σωμάτων ήταν ελικοειδής και ότι οι ανωμαλίες των πλανητικών κινήσεων εξηγούνται με τη σύνθεση ομοιόμορφων κυκλικών κινήσεων. Συμπλήρωσε επίσης ότι ο κόσμος αποτελεί ένα έμβιο ον, όπου στο κέντρο του είναι η ψυχή του και είναι σφαιρικός και περιστρεφόμενος κυκλικά. ^[17]

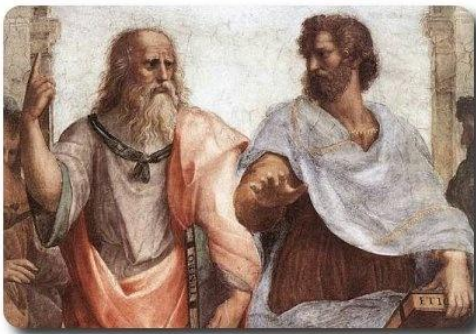
Ο μύθος του σπηλαίου: Ο μύθος, που περιγράφεται στην Πολιτεία του Πλάτωνα, διηγείται πως σε ένα σπήλαιο, κάτω από τη γη, βρίσκονται μερικοί άνθρωποι αλυσοδεμένοι με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να δουν μόνο τον απέναντί τους τοίχο, ενώ πίσω τους είναι αναμμένη μια φωτιά. Έτσι οτιδήποτε εκδηλώνεται πίσω από την πλάτη τους αναπαριστάνεται ως σκιά στον απέναντι τους τοίχο. Επειδή οι άνθρωποι αυτοί σε ολόκληρη τη ζωή τους τα μόνα πράγματα που έχουν δει είναι οι σκιές των πραγμάτων, έχουν την εντύπωση ότι οι σκιές που βλέπουν πάνω στον τοίχο είναι τα ίδια τα πράγματα. Εάν όμως κάποιος από τους αλυσοδεμένους κατορθώσει να ελευθερωθεί, να βγει από τη σπηλιά και να ανέβει πάνω στη γη και, κάτω από το φως του ήλιου πλέον,

δει τα πράγματα, θα καταλάβει την πλάνη στην οποία ζούσε όσο ήταν μέσα στη σπηλιά. Θα αντιληφθεί τότε ότι οι σύντροφοι του, που εξακολουθούν να βρίσκονται αλυσοδεμένοι στο σπήλαιο, ακόμη ζουν βυθισμένοι μέσα στις ψευδαισθήσεις.

Σύμφωνα με τον αλληγορικό μύθο οι άνθρωποι ζούμε σαν φυλακισμένοι μέσα στις παραισθήσεις και τις αυταπάτες και δεν μπορούμε να γνωρίσουμε την αλήθεια γιατί τους εμποδίζουν τα δεσμά των αισθήσεων και τα δεσμά των εξουσιαστών, που τις χειραγωγούν, ώστε να αντιλαμβάνονται μόνο την πραγματικότητα όπως την καθορίζουν εκείνοι. Κάποια στιγμή μερικοί δεσμώτες απαλλάσσονται επιτέλους από την επιρροή των δογμάτων, χάρη στην παιδεία και τον ορθό λόγο και επιτέλους με καθαρή σκέψη μπορούν να γνωρίσουν την αλήθεια βασιζόμενοι σε αποδείξεις.

Κατά τον Πλάτωνα, ο απελεύθερος δεσμώτης είναι ο φιλόσοφος, ο οποίος βλέπει τα ίδια τα όντα, τις ιδέες, και όχι τα είδωλά τους. Οι αλυσοδεμένοι σύντροφοι του είναι οι κοινοί άνθρωποι που έχοντας εθισθεί στις απατηλές παραστάσεις των αισθητών πραγμάτων, ζουν χωρίς να το ξέρουν, μέσα στο ψέμα. Πάντοτε βέβαια, για τον Πλάτωνα, υπάρχει η δυνατότητα απεμπλοκής των αλυσοδεμένων ανθρώπων από τις πλάνες τους. Για να το πετύχουν αυτό, χρειάζεται να αποδεσμευτούν από τις αλυσίδες τους. Αυτές συμβολίζουν τις αισθήσεις τους, που τους υποχρεώνουν να παρατηρούν μόνο τα απατηλά είδωλα των ιδεών, των αληθινών όντων. Αντί για τις αισθήσεις τους όμως θα πρέπει να εμπιστευτούν το νου τους.^[18]

❖ Αριστοτέλης (384-323 π.Χ)



Ο Αριστοτέλης ανέφερε ότι:^[19] «Το δε φως οίον χρώμα έστι του διαφανούς όταν ή εντελέχεια διαφανές υπό πυρός ή τοιούτου οίον το άνω σώμα και γάρ τούτω τι υπάρχει εν και ταύτον δοκεί τε το φως εναντίον είναι τω σκότει έστι δε το σκότος στέρησης της τοιαύτης έξεως εκ διαφανούς ώστε δήλον ότι και η τούτου παρουσία το φως έστιν». (Το φως είναι τρόπον τινά το χρώμα του διαφανούς όταν το διαφανές γίνεται εντελεχεία διαφανές είτε υπό του πυρός είτε υπό άλλης αιτίας τοιαύτης, οίον είναι το άνω σώμα-ήλιος, διότι και τούτο το σώμα έχει τι το αυτό με το πυρ. Επίσης το φως φαίνεται ότι είναι το εναντίον προς το σκότος. Το δε σκότος είναι στέρησις της

τοιαύτης καταστάσεως του διαφανούς, ώστε φανερώνει ότι και το φως είναι η παρουσία της καταστάσεως ταύτης).^[20]

«Περί Χρωμάτων»: Ο Αριστοτέλης διέκρινε επτά χρώματα και επτά χυμούς. Ανάμεσα στα δύο θεμελιώδη χρώματα, του λευκού και του μέλανος δημιουργούνται μετά από την μίξη τους τα υπόλοιπα πέντε, το ξανθόν, το φοινικούν, το αλουργόν, το πράσινον και το κυανούν. Ενώ έπειτα από μίξη δύο θεμελιωδών χυμών του γλυκέος και του πικρού δημιουργούνται τα πέντε ενδιάμεσα, το αλμυρό, το δριμύ, το αυστηρό, το στρυφνό, το οξύ και το λιπαρό που συμπεριλαμβάνεται στο γλυκό. Επιπροσθέτως, ο Αριστοτέλης όσον αφορά τις αισθήσεις και τα ψυχοφυσικά φαινόμενα εξετάζει και περιγράφει εκτενώς τις πραγματείες ως «Μικρά Φυσικά».

«Περί αισθήσεως και αισθητών»: Αυτό που πρέπει να προσέξουμε είναι πως το διαφανές είναι φύση και δύναμη, κοινό σε όλα τα σώματα, ανίκανο για ξεχωριστή (ανεξάρτητη) ύπαρξη, αλλά ενυπάρχον σε όλα. Ακόμη είναι η αιτία του χρώματος στα σώματα. Το πώς νοείται το διαφανές θα γίνει κατανοητό αν συσχετισθεί με το χρώμα. Δηλαδή, για τον Αριστοτέλη χρώμα είναι το όριο του διαφανούς σ' ένα προσδιορισμένο σώμα. Διαφανές είναι αυτό που είναι ορατό, όχι καθαυτό, αλλά λόγω του χρώματος κάποιου άλλου πράγματος (αέρας, νερό, ή και συμπαγή σώματα). Το διαφανές είναι, όπως είπαμε, φύση και δύναμη, κοινό σε όλα τα σώματα και αιτία του χρώματος στα σώματα. Ο Αριστοτέλης αναγνωρίζει ότι όλα τα σώματα είναι διαφανή, εφόσον όλα περιέχουν σε κάποιο βαθμό το διαφανές. Και για τα στερεά και για τα απροσδιόριστα σώματα, το χρώμα είναι το όριο του διαφανούς κι όχι το όριο του σώματος. Τα σώματα έχουν χρώμα τόσο εξωτερικά όσο κι' εσωτερικά καθώς υπάρχει διαφανές και στο εσωτερικό τους. Έτσι, μιλά για το διαφανές και το χρώμα αποδίδοντάς τους φυσικαλιστικούς χαρακτηρισμούς.^[23]

❖ Ευκλείδης (300 π.Χ.)

Ο Ευκλείδης υποστήριξε ότι η δέσμη οπτικών ακτινών ξεκινά από το διακριτό φως, διαδίδεται ευθύγραμμα και ανακλάται διαγώνια συναντώντας μια επιφάνεια.^{[15][16]} Η Γεωμετρία του Ευκλείδη αποτέλεσε το θεμέλιο για την ανάπτυξη της «δυτικής» επιστήμης και τεχνικής που στηρίζονται όλες οι προϋποθέσεις της κλασικής Φυσικής από



την περίοδο της Αναγέννησης και μετά ενώ τον 19^ο αιώνα παύει να ισχύει. ^[24]

❖ Λουκρήτιος (Ρωμαίος 50 π.Χ)

Ο Λουκρήτιος δήλωσε ότι το φως είναι η αναγκαία συνθήκη προκειμένου ένα άτομο να αντιληφθεί τα είδωλα. ^[25]

❖ Το σύμπαν του Αρίσταρχου (310-230π.Χ.)

Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος πρότεινε ένα λιτό αλλά τολμηρό για την εποχή του Σύμπαν που στο σταθερό κέντρο του βρίσκεται ο Ήλιος και όχι η Γη. Το συγκλονιστικό στοιχείο ήταν ότι παρά την τόλμη του δεν αφήνει ίχνη στην εποχή του ενώ επίσης στην εποχή του, ο αρχηγός των Στωικών, ο Κλεάνθης, τον κατηγόρησε ως άθεο. ^[26]

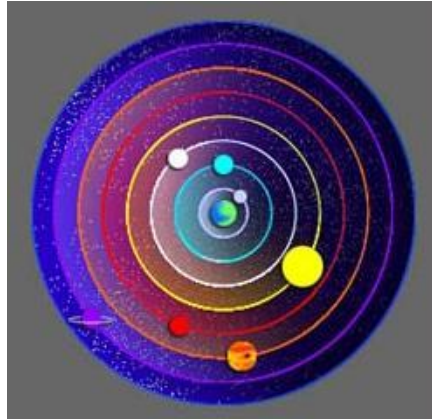


Εικόνα 1.4: Το σύμπαν του Αρίσταρχου

❖ Το σύμπαν του Πτολεμαίου (2^{ος} μ.Χ.)

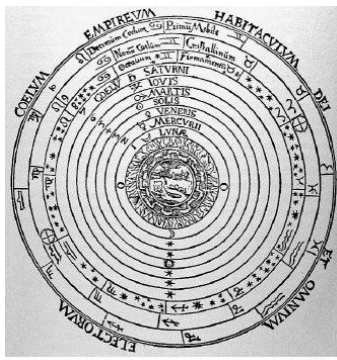


Ο Πτολεμαίος πρότεινε ένα νέο αστρονομικό σύστημα βασιζόμενο σε πολύπλοκες μαθηματικές τεχνικές προκειμένου να εξηγήσει τις φαινομενικές κινήσεις των ουράνιων σωμάτων ικανοποιώντας δύο κυρίαρχες αντιλήψεις της εποχής και ακολουθώντας την παράδοση του «σώζειν τα φαινόμενα». Η θεώρηση του ήταν ότι η Γη είναι στο κέντρο του κόσμου και οι ουράνιες κινήσεις θα πρέπει να περιγράφονται με κύκλους. Σύμφωνα με τις θεωρίες του, τα γεωμετρικά συστήματα δεν συνιστούν φυσική πραγματικότητα. Ο Πτολεμαίος υπήρξε ο κατεξοχήν εκφραστής της παράδοσης του «σώζειν τα φαινόμενα» ενώ θεώρησε επίσης ότι τα ουράνια σώματα είναι θεϊκό κατασκεύασμα αλλά βρίσκονται εκτός της φυσικής πραγματικότητας. ^[27]



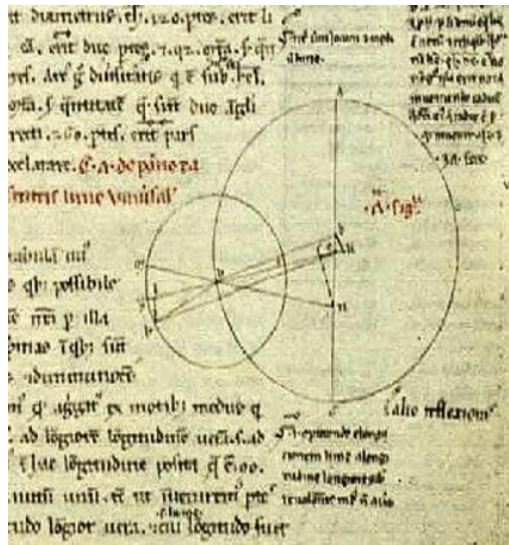
Εικόνα 1.5: Πλανητικό σύστημα κατά Προλεμαίο

❖ Η μεγάλη σύνταξις ή Αλμαγέστη



Η Αλμαγέστη αποτελεί το σημαντικότερο αστρονομικό σύγγραμμα της αρχαιότητας που η αυθεντία του διατηρήθηκε μέχρι το 16^ο αιώνα. Αποτελεί την κύρια πηγή γνώσης των αστρονόμων μέχρι και σήμερα για ιστορικά δεδομένα και το βασικό αστρονομικό οδηγό για περίπου μιάμιση χιλιετία. Ο αρχικός τίτλος του έργου αυτού ήταν «Μαθηματική Σύνταξις» γραμμένο από τον Κλαύδιο

Πτολεμαίο που υπήρξε ένας από τους σημαντικότερους αστρονόμους της ρωμαϊκής εποχής περί το 140μ.Χ. Η μετονομασία του σε «Αλμαγέστη» οφείλεται στους αστρονόμους της Δύσης και προήλθε από μεταγενέστερους αντιγραφείς που στη συνέχεια πρόσθεσαν τον όρο «Μεγίστη» λόγω του μεγάλου όγκου του (13 βιβλία), της μεγίστης σπουδαιότητάς του όπως επίσης και για να το διακρίνουν από το μικρότερο βιβλίο του Πτολεμαίου, τη «Τετράβιβλο». Οι Άραβες μετέφρασαν τη «Μαθηματική Σύνταξη» περί τον 9^ο αιώνα και τον αρχικό τίτλο τον απέδωσαν με τον όρο «κιτάπ» (βιβλος) ενώ το «Μεγίστη» παρέμεινε αμετάφραστο προσθέτοντας όμως το αραβικό άρθρο «Αλ». Ο τίτλος λοιπόν έλαβε τη μορφή «Κιτάπ Αλ Μετζίστι». Όταν όμως οι Ευρωπαίοι μετέφρασαν το έργο εκ του αραβικού εξέλαβαν το «Αλ Μεγίστη» ως όνομα του συγγραφέα και μεταγλώττισαν το τίτλο σε «Βιβλος του Μεγίστου». Έπειτα ακολούθησε σύντμηση ως «Αλμαγέστη» και κατά τον 15^ο αιώνα ο Ιωάννης Βησσαρίων έφερε στη Δύση τη «Μαθηματική Σύνταξη» ανακαλύπτοντας τότε πως ο συγγραφέας του έργου ήταν ο αλεξανδρινός Κλαύδιος Πτολεμαίος.^[28]



Εικόνα 1.6: Αρχαία Κείμενα της Αλμαγέστης

1.2 Το φως στη μυθολογία και στη θρησκεία

Μυθολογία – Θρησκεία – Μαγεία

Κατά την πρωταρχική εμφάνιση της κοινωνίας, κατά τη φάση διαμόρφωσης και κυριαρχίας του πρωτόγονου κοινοτικού συστήματος, ο άνθρωπος βρίσκεται ακόμη «στην αγκαλιά της Φύσης», δεν έχει ξεχωρίσει ακόμη από αυτήν, σχετίζεται με τη γη ως προς το «ανόργανο σώμα του». Διαθέτει κάποια βιολογικά χαρακτηριστικά, ωστόσο, που του δίνουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί κάποια υλικά της Φύσης για την ικανοποίηση των αναγκών του, ως μη παραχθέντα, αλλά σε έτοιμη μορφή ευρισκόμενα εργαλεία. Με αυτόν τον τρόπο αρχίζει «μια διαδικασία αμοιβαίου καθορισμού ανάμεσα στο χέρι, και γενικότερα στα σωματικά όργανα, και στο νοητικό όργανο. Η εργασία, δηλ. οι πρακτικές σχέσεις με τη Φύση, καθώς και το σύνολο της κοινωνικής πρακτικής, ανέπτυξαν το μυαλό, και η ανάπτυξη του μυαλού έκανε πιο αποτελεσματική την πρακτική δραστηριότητα». Έτσι, αρχικά διακρίνεται μια ενιαία πρακτικοθεωρητική δραστηριότητα, ενώ το διανοητικό σύμπαν του ανθρώπου μπορεί να χαρακτηριστεί ως «εμπειρικό-μυθολογικό». Η εμπειρική-αισθητηριακή, μέσα από την άμεση πρακτική επαφή, γνώση του κόσμου συνυπάρχει με τη μυθολογία, με την ύπαρξη θεών οι οποίοι βρίσκονται παντού στη Φύση, είναι φυσικά και όχι αφηρημένα, πνευματικά, υπερφυσικά, όντα. Δεν υπάρχει η αντίθεση χειρωνακτικής-πνευματικής εργασίας, ύλης-πνεύματος, επομένως ούτε η αντίθεση θεωρίας-πράξης, καθώς οι κατηγορίες αυτές στην ουσία είναι

ανύπαρκτες, υπάρχουν μόνο σ' αυτή την πρωτόγονη ενότητα τους, ως συνυφασμένες πλευρές της ενιαίας πρωτόγονης πρακτικής-θεωρητικής μετασχηματιστικής δραστηριότητας, υπάρχουν μόνο οι προϋποθέσεις που αργότερα στις κατάλληλες κοινωνικές συνθήκες θα οδηγήσουν στον εννοιακό διαχωρισμό αλλά και στην αντίθεση τους.

Η επιστημονική-φιλοσοφική θεώρηση της θρησκείας προϋποθέτει την εξέτασή της ως πολυεπίπεδο και περίπλοκο φαινόμενο που συνιστά ιστορικά προσδιορισμένη ουσιώδη έκφανση του γίνεσθαι της κοινωνικής ολότητας. Η εξέταση αυτή οφείλει να αναδείξει τη θέση και το ρόλο της θρησκείας ως μορφής κοινωνικής συνείδησης στο ιεραρχημένο και διατεταγμένο πλέγμα της δομής της ωριμάζουσας κοινωνίας, τις σχέσεις της με τις άλλες μορφές της κοινωνικής συνείδησης, αλλά και (σε γενικές κατευθυντήριες γραμμές) την πορεία της στη διαδικασία εμφάνισης, διαμόρφωσης και ανάπτυξης της κοινωνίας.

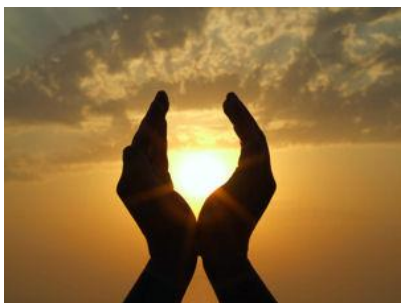
Η μαγεία λειτουργεί ως πραγματοποίηση του μύθου, ως ενεργοποίηση της ταύτισης ιδεατού-πραγματικού. Η τελετουργίες της συνιστούν δραματοποίηση του μύθου και μέθεξη του ανθρώπου στο μυστήριό του, κατά τρόπο ώστε να αισθάνεται φορέας όλων των ζωτικών δυνατοτήτων της κοινότητας. Η «τεχνική» της μαγείας είναι το αναγκαίο παραπληρωματικό στοιχείο-παράπλευρο συνοδευτικό «προϊόν» της τεχνικής ανεπάρκειας της παραγωγικής παρέμβασης στη φύση. Η επιδίωξη του επιθυμητού εκφράζεται μέσω της επίκλησης της φαντασιακής, ανορθόλογης και ανθρωπομορφικής, καθολικής «αιτιοκρατίας». Ασθητηριακό-εμπράγματο και λεκτική του έκφραση εκλαμβάνονται εδώ ως ομοιογενές συνεχές, στη βάση του οποίου εκτυλίσσεται η μαγεία: ο λόγος εκλαμβάνεται ως άμεσα δρώσα δύναμη, ενώ η όποια δράση είναι αφ' εαυτής εκφραστική. Η πρωτόγονη συνείδηση παρουσιάζει μια δυναμική που συναρτάται από τις πρακτικές-γνωστικές, ψυχολογικές και κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες της ζωής της κοινότητας. Στον πυρήνα της βρίσκεται το αδιαφοροποίητο της πρωτόγονης κοινότητας, το αδιαφοροποίητο ατόμου-συλλογικής εργασίας-υλικών και πνευματικών προϊόντων αυτής της εργασίας. Είναι προθηρσκευτική δεδομένου ότι τα παραπάνω καθιστούν ανέφικτη τη διάκριση πιστού-δόγματος, αλλά και πίστης-γνώσης. Η δυναμική των μυθολογικών παραστάσεων παρακολουθεί τις δυνατότητες του αναπτυσσόμενου ψυχισμού μέσα στην εμφάνιση και κλιμάκωση του κατακερματισμού της εργασίας. Ο χαρακτηριστικός για τη θρησκεία δυϊσμός σώματος-ψυχής, ύλης- πνεύματος απουσιάζει

παντελώς από την πρωταρχική μυθολογική συνείδηση. Η ίδια η ιδέα περί ψυχής, συνδεδεμένη με τα έθιμα του θανάτου, περνά από τρεις τουλάχιστον διαβαθμίσεις παραστάσεων: Ζωτική ψυχή (ψυχή του ζωντανού), Νεκροψυχή (ψυχή του νεκρού) και Αθάνατη Πνευματική Ψυχή. Η τελευταία ανακύπτει μέσω της υποστασιοποίησης του θανάτου μετά από την υποστασιοποίηση της ζωής και «αναβαθμίζεται» σε επίπεδο δαίμονος ή θεού με τη μεταφορά των τελετών της Βασιλικής Στέψης στις νεκρικές τελετές και την νεκρολατρεία - προγονολατρεία. Ως βιωματική αίσθηση συνδέεται με την εμφάνιση της πατριαρχικής δομής ως αποτέλεσμα της μετάβασης στην παράγουσα οικονομία (γεωργία, κτηνοτροφία, υπερπροϊόν κλπ) και συνεπώς στην αλλοτρίωση ως επακόλουθο του υποδουλωτικού καταμερισμού της εργασίας. Η αντιδιαστολή των λειτουργιών της σκοποθεσίας, της διοίκησης, της εποπτείας κλπ. στις άμεσα εκτελεστικές λειτουργίες της εργασίας, η αντίθεση πνευματικής και φυσικής-χειρωνακτικής εργασίας βρίσκεται στη βάση της μεταφυσικής - μυστικιστικής αντιδιαστολής ύλης και πνεύματος.

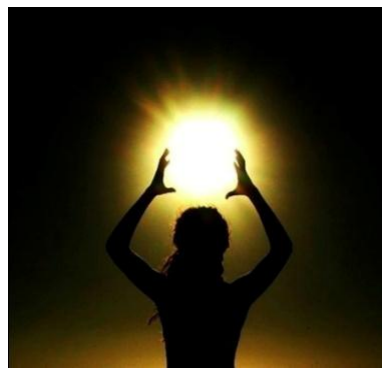
Από τη φетиχοποίηση (ταύτιση έμψυχου-άψυχου) και τον ανιμισμό (διάκριση της περί του πράγματος ιδέας από το ίδιο πράγμα) οι παραστάσεις εκλαμβάνουν μορφές έλλογων βουλευτικών θεών και ηρώων ιεραρχικά διατεταγμένων (κατ' εικόνα και ομοίωση της κοινωνικο-οικονομικής ιεραρχίας). Η ιεράρχηση του πάνθεου (που απαρτίζεται από αισθητηριοποιήσεις, ενσαρκώσεις και προσωποποιήσεις γενικευμένων κοινωνικών και φυσικών δυνάμεων) αποτελεί ενδιάμεσο κρίκο για την μετάβαση στις μονοθεϊστικές θρησκείες. Με τη μορφή των τελευταίων το θρησκευτικό συνειδέναι αποκτά την απαραίτητη για την ικανοποίηση της θρησκευτικής ανάγκης καθολικότητα. Ο τοπικός (κοινοτικός, φυλετικός, «εθνικός») χαρακτήρας των προγενέστερων δοξασιών ξεπερνιέται, γεγονός που προσδίδει ιδιαίτερη ισχύ στις μεγάλες (παγκόσμιες) θρησκείες. Το πεδίο αναφορικότητας των τελευταίων διευρύνεται οριακά ως ανταπόκριση στο βίωμα της καθολικότητας που χαρακτηρίζει την θρησκευτική ανάγκη.

Κατ' αυτό τον τρόπο «το σύνολο των φυσικών και κοινωνικών κατηγορημάτων πληθώρας θεών μετατίθεται σε ένα παντοδύναμο θεό, ο οποίος είναι με τη σειρά του μόνο αντανάκλαση του αφηρημένου ανθρώπου.

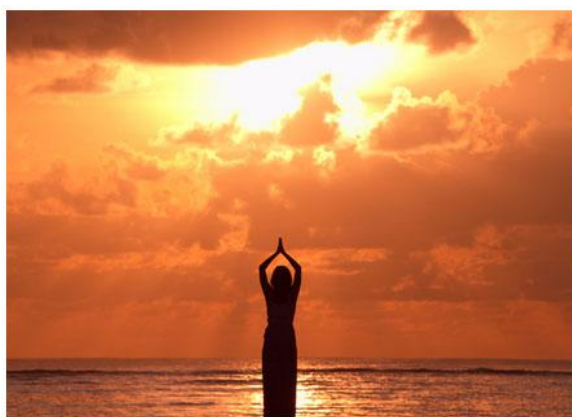
Η θρησκεία αφομοιώνει και αναβαθμίζει λειτουργικά και μορφολογικά στη δική της βάση ουσιώδη γνωρίσματα της μαγικής μυθολογικής συνείδησης (μυστήρια, ιερουργίες, τελετουργίες κλπ) αναγορεύοντας τις ανεπίδεκτες μετασχηματισμού προγενέστερες επιβιώσεις σε αντίπαλο δέος («εθνικό», μαύρη μαγεία κλπ).^[29]



Οι διάφοροι λαοί ανά τους αιώνες θεοποίησαν το υλικό φως και ιδιαίτερα τον Ήλιο. Το φως λατρεύτηκε ως υπέρτατη δύναμη και ως



κυρίαρχη θεϊκή φυσιογνωμία όπως οι προσωποποιήσεις του φωτός στους διαφόρους πολιτισμούς της ιστορίας ανά τις ηπείρους, οι αποδιδόμενες σε αυτό ιδιότητες, οι μύθοι που το περιβάλλουν και οι επιδράσεις του ιστορικά. Σημαντικό μέρος καταλαμβάνουν επίσης οι διηγήσεις σε μυθολογίες σημαντικών πολιτισμών όπως του αιγυπτιακού, του ελληνικού, του ευρωπαϊκού και ασιατικού πολιτισμού και των θρησκειών τους. Επιπλέον, από το Α' κεφάλαιο της Γένεσις και σε όλη την έκταση της Βίβλου καθώς και της Παλαιάς και Καινής Διαθήκης, το φως αναφέρεται και εξηγείται εκτενέστατα ενώ κατά τη δισχιλιετή πορεία της Εκκλησίας στα γραπτά κείμενα των Πατέρων, η εικαστική και μουσική τέχνη αποδίδει μείζονα σημασία στην περιγραφή και ερμηνεία του φωτός.



Σαφέστατη απόδειξη της διαφορετικότητας στην κατανόηση της θειότητας τοπικά και χρονικά είναι ο μεγάλος αριθμός θεοτήτων ανά τις εποχές και τις ηπείρους. Οι θεότητες παρουσιάζουν ποικίλες όψεις και ιδιότητές που διαφοροποιούνται στην πορεία των αιώνων με ίχνη ανθρώπινης δραστηριότητας. Η τοποθέτηση κάθε μεμονωμένης θεότητας στον παρακάτω πίνακα δεν είναι διεξοδική αλλά φανερώνει το συσχετισμό κάθε θεότητας ανά τον κόσμο είτε αντρικής είτε γυναικείας με τον Ήλιο και τη Σελήνη:

Θεότητα	Αντρας		Γυναίκα	
Ήλιος	Ra	(Αίγυπτος)	Amaterasu	(Japan)
	Utu	(Σουμέριοι)	KaSngi	(Χάσι, Ινδία)
	Απόλλων&Ήλιος	(Ελλάδα)	Akewa	(Toba, Αργεντινή)
	Vivasvat, Surya, Vishnu	(Hindu)	Arinnitti	(Χιττίτες Ανατολία)
	Πατήρ Ήλιος	(Pueblo)	Sutalidihi, Six Killer	(Cherokee)
	Huitzilopochtli	(Αζτέκοι)		
	Inti (Ινκα)			
	Θεός Ήλιος Τζάγκουαρ	(Maya)		
	Wakan Tanka	(B. Αμερική)		
Σελήνη	Tsukuyomi	(Ιαπωνία)	Σελήνη	(Ελλάδα)
	UBnai	(Χάσι, Ινδία)	IxChel	(Μάγια)
	Nannar	(Σουμέριοι)	Heng-o	(Κίνα)
	Men (Ανατολία)		Kilya	(Ινκα, Περού)
			Isis	(Ελληνιστική Αίγυπτος)

Εικόνα 1.7: Πίνακας αντρικών και γυναικείων θεοτήτων συσχετιζόμενων με το φως

Οι άνθρωποι λάτρεψαν τον Ήλιο αναπαριστώντας διάφορους θεούς με χαρακτηριστικά του καθ' όλη την ιστορική πορεία διαμορφώνοντας πολλές πεποιθήσεις και θρύλους περί της λατρείας του. Κατά το πλείστον, οι θεοί του Ήλιου ήταν αρένες και είχαν κάποια συγγένεια εξ' αίματος ή εξ' αγχιστείας με τη θεότητα της Σελήνης που ως επί το πλείστον παρουσιάζεται ως θήλυ. Παράλληλα, με την ηλιακή ιδιότητα οι θεοί του Ηλίου αναφέρονται και ως θεοί της αλήθειας, της εντιμότητας, της αρετής, της ευφυΐας και της γονιμότητας.

1.2.1 Ασία

❖ Χιττίτες - Αρινίττη



Η Αρινίττη υπήρξε ως πρωτεύουσα θεότητα του Ήλιου και προστάτης της αυτοκρατορίας των Χετταίων. Ο βασιλικός σύζυγος Τάρου ήταν δεύτερος σε σπουδαιότητα και μάλλον ο μύθος προήλθε από περίοδο μητριαρχίας. Προκάτοχος της Αρινίττης στην Ανατολία παρατηρείται να ήταν θεά συμβολική της Γης και της γονιμότητας.^[30]

❖ Χαναανίτες - Μολώχ



Μολώχ σημαίνει βασιλιάς. Ο μοχθηρός αυτός θεός Ήλιος των Χανααναίων συνδεόταν ενίοτε με το Σουμέριο Βάαλ.

^[31] Τα πρωτότοκα των Ισραηλιτών θυσιάζονταν σε αυτόν κατά τους αιώνες της αποστασίας στην κοιλάδα της Ιννώμ για την αναζωπύρωση του Ήλιου, ένα έθιμο που προήλθε από γειτονικούς λαούς, δημοφιλές ακόμη και στην Καρθαγένη. ^[32] Η αναπαράσταση ήταν ένα υπερμέγεθες ορειχάλκινο άγαλμα ταύρου με κοιλότητα όπου έκαιγε μεγάλη φωτιά. Τα παιδιά τοποθετούνταν στα χέρια τα

οποία ανύψωνε ένας μηχανισμός ως το στόμα του αγάλματος και από εκεί έπεφταν στην κοιλότητα με τη φωτιά. Οι συμμετέχοντες στην τελετή χόρευαν υπό τους ήχους πνευστών και κρουστών για την καταλλαγή των κραυγών των θυμάτων. ^[33]

❖ Ασσύριοι – Σαμάς (Samash)

Στους λαούς των Ασσυρίων και των Βαβυλωνίων ο θεός του Ήλιου Samash θεωρείται ως παντεπόπτης και δικαιοκρίτης. Ο Χαμμουραμπί ομολογεί στον κώδικα του ότι νομοθέτησε με έμπνευση από το θεό Σαμάς και έτσι η ευταξία του ουρανού μετεφέρθηκε στη Γη. Οι ναοί του που καλούνταν «οίκοι λάμψεως» αποτελούσαν νύξεις της λαμπρότητάς του με σπουδαιότερους τις Σιπάρα και Λάρσα αλλά και στις μεγάλες πόλεις Βαβυλών, Ούρ, Νιππούρ και Νινευί. ^[34]

❖ Μεσοποταμία - Άχουρα Μάζδα (Ahura Mazda)

Αποτέλεσε υπέρτατο θεό στο Ζωροαστρισμό και δημιουργό του Σύμπαντος, διαχειριστή της παγκόσμιας ευταξίας, της αλήθειας και του φωτός εναντίον των δυνάμεων του σκότους που καθοδηγούνταν από τον Αριμάν (Angra Mainyu). Βάσει του μύθου κατανίκησε τον Αριμάν κατά τη συντέλεια του χώρου και του χρόνου. ^[35]

❖ Μίθρα



Ο Μίθρα αποτέλεσε αρχαία περσική θεότητα του φωτός, της συμφωνίας και της φιλίας που ρύθμιζε την κοσμική ευταξία. Γεννήθηκε από τον Άχουρα Μάζδα σε ένα σπήλαιο και τον

συνέτρεξε στη διαμάχη του έναντι του κακού που αναπαρίσταται από τον Αριμάν. Πάλεψε με τον Ήλιο, κατάφερε να συλλάβει το θεϊκό ταύρο και να το θυσιάσει προτού να αναληφθεί. Από το αίμα του ταύρου προήλθαν όλα τα ωφέλιμα στον άνθρωπο ζώα και φυτά.^[36]

Κατά την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας η मिथραϊκή λατρεία μεταφέρεται από τους ρωμαίους λεγεωνναρίους, τους σκλάβους, ξένους πληθυσμούς αλλά και από τους έμπορους κυρίως Σύριους που ανθούν λόγω της Ρωμαϊκής ειρήνης. Στην αρχή σιγά-σιγά μεταφέρεται μέσω μυστικών θρησκευτικών αδελφοτήτων και κάποια στιγμή χωρίς να έχει βρεθεί ιστορικά το γιατί, εξαπλώνεται αστραπιαία, αποκτά μεγάλη φήμη. Στα χρόνια του Κόμμοδου (180-192μ.Χ) νομιμοποιείται πλήρως και θεωρείται ο θρίαμβος των ανατολικών λατρειών πάνω στη δυτική σκέψη, η λατρεία πάνω στο νόμο. Βλέπουμε τους αυτοκράτορες να επηρεάζονται από την मिथραϊκή λατρεία και παίρνουν επίσημα βάση αυτοκρατορικού πρωτοκόλλου τους τίτλους PIUS (ευσεβής) FELIX (ευτυχής ή καλότυχος) ή φωτισμένος από τη Θεία Χάρη και INVICTUS (ανίκητος). Αυτό δείχνει ότι οι επιρροές του मिथραϊσμού στη Δύση ήταν μεγάλες αλλά με κάποιο περίεργο ανορθόδοξο τρόπο όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε ιστορικά. Ο αυτοκράτορας Αυρηλιανός (212-275μ.Χ) σκέφτηκε να εδραιώσει μια θρησκεία αρκετά πλατιά ώστε να αγκαλιάσει όλες τις λατρείες και πίστεις που υπήρχαν στην επικράτεια του ενώ ο ίδιος θα υπηρετούσε σαν συνήγορος και στυλοβάτης της αυτοκρατορικής εξουσίας. Οι ελπίδες του όμως συντρίφτηκαν εξαιτίας της απειθαρχίας των χριστιανών. Η συμμαχία μεταξύ του θρόνου και του βωμού που ονειρευόταν εκείνοι οι καίσαρες θα πραγματοποιηθεί αργότερα και για ένα ιστορικό παράδοξο η ίδια η χριστιανική εκκλησία κλήθηκε να στηρίξει το οικοδόμημα εκείνο του οποίου τα θεμέλια υπονόμεινε. Το έργο για το οποίο αγωνιζόταν οι ιερείς του Μίθρα, του Μπααλ και του Σέραπη επιτεύχθηκε χωρίς αυτούς και τέλος σε αντίθεση με αυτούς.

❖ Ινδοί - Σούρυα

Ο Ινδουισμός αποτέλεσε πανάρχαια θρησκεία βασισμένη σε παλαιές γραφές και τη σύμμιξη διαφόρων πολιτισμών και πεποιθήσεων που διήρκησαν 3000 έτη.^[37] Ο Surya αναπαριστά τον Ήλιο απεικονιζόμενο ως ερυθρός άνδρας με τρία μάτια, τέσσερα χέρια που οδηγεί άμαξα με επτά φοράδες. Με τα δύο του



χέρια κρατά κρίνα νερού, με το τρίτο ενθαρρύνει τους πιστούς και με το τέταρτο τους ευλογεί. Φέρεται ως καλοκάγαθη θεότητα με θεραπευτικές δυνατότητες και ακόμη και σήμερα, επάνω από τα καταστήματα το θέτουν ως σύμβολο του Ηλίου και της καλής τύχης. Εντούτοις, το φωτοστέφανο του ως δηλωτικό ισχύος εμφανίζεται ακόμη και σε θεότητες που συμβόλιζαν την καταστροφή όπως στην περίπτωση της θεάς Κάλι.^[38]

❖ **Ινδοί -Χάσι Γκάρο (Khasi & Garo)**

Οι Khasi & Garo αποτελούσαν αγροτικούς πληθυσμούς στα οροπέδια της Μεγαλάβα στην Β.Α. Ινδία που ασχολούνταν με την καλλιέργεια ρυζιού. Στα παραμύθια των Χάσι, η γαία Κά Μπλέι είναι η μητέρα των ουράνιων σωμάτων, του πυρός και του ύδατος. Ο Ήλιος ήταν κόρη της και το φεγγάρι γιός της. Λόγω κάποιας κακής συμπεριφοράς του φεγγαριού έναντι του Ηλίου, το φεγγάρι τιμωρήθηκε και το πρόσωπο του έμεινε για πάντα σταχτωμένο. Παρόμοια ιστορία παρατηρείται και στον ιαπωνικό θρύλο της θεάς Αματεράσου και του απείθαρχου αδελφού της.

❖ **Θιβέτ – Βούδας (Buddha)**

Ο Σιντάρτα Γκαουτάμα έζησε το 560-480π.Χ. και γεννήθηκε στα Ιμαλάια, στην περιοχή του σημερινού Νεπάλ ενώ σύμφωνα με το θρύλο ήταν γιός πρίγκιπα. Ζούσε με πλούτη και ευμάρεια μέχρι το 29^ο έτος της ζωής του. Στη συνέχεια εντυπωσιάστηκε από συναντήσεις που είχε με ένα ασθενή, ένα πεθαμένο και ένα μοναχό και αποφάσισε να εγκαταλείψει τις εγκόσμιες ασχολίες και να ξεπεράσει τη ματαιότητα του κόσμου με ασκητική ζωή. Οι μαθητές που τον περιστοιχίζαν και του έδωσαν τον τιμητικό τίτλο «Buddha» που στα σανσκριτικά σημαίνει «ο φωτισμένος».^[39] Ο πυρήνας της βουδιστικής διδασκαλίας περιγράφεται με τις εντολές: «Μάθε να κάνεις καλό, σταμάτησε να βλάπτεις, κράτα υπό έλεγχο το πνεύμα σου».^[40]



❖ **Κινέζοι, γιν-γιανγκ**

Σε αντίθεση με πολλούς άλλους πολιτισμούς, οι Κινέζοι δεν προσωποποιούν ούτε λατρεύουν τον Ήλιο ή τη Σελήνη.^[41] Ο



πιθανότερος λόγος είναι η βαθιά επιρροή του Ταοϊσμού και του Τσίνκ (βιβλίο των αλλαγών) επειδή η Σελήνη αντιπροσωπεύει το υίν (陰) και ο Ήλιος το υάνγκ (陽), που για αυτούς αποτελούν τα δύο αντίθετα στοιχεία και τη βάση κάθε πράγματος στο Σύμπαν. Τα yin και yang δεν είναι δύο πόλοι όπως το καλό και το κακό αλλά^[42]:

- Το yin συνδέεται με τη σκοτεινή Σελήνη και αντιπροσωπεύει τη θηλυκή φύση.
- Το yang συνδέεται με τον λαμπρό Ήλιο και αντιπροσωπεύει την ανδρική φύση.

Σύμφωνα με την κοσμολογία τους, στην αρχή υπήρχαν εννέα Ήλιοι στον ουρανό και λόγω της μεγάλης θερμοκρασίας δεν μπορούσε τίποτα να αναπτυχθεί. Ένας ήρωας με το όνομα Χού Γί(后羿) κατέρριψε τους οκτώ με βέλη και ο κόσμος έγινε έκτοτε ευνοϊκός.^[43] Σε κάποιον άλλο μύθο οι ηλιακές εκλείψεις προκλήθηκαν από έναν ουράνιο σκύλο που δάγκωσε ένα κομμάτι του Ήλιου. Επίσης, παλαιό έθιμο αποτελεί το γεγονός να ηχούν μεταλλικά σκεύη κατά την έκλειψη του προκειμένου να διώξουν το σκύλο αυτό.^[44]

❖ Ιάπωνες - Αματεράσου



ένα κάτοπτρο.^[45]

Αματεράσου(天照) είναι η θεά του Ήλιου στο Σιντοϊσμό και μυθική προκάτοχος της βασιλικής ιαπωνικής οικογένειας. Το πλήρες όνομα της ήταν Amaterasu-o-mi-kami(天照大神) που σήμαινε δοξασμένη θεά που λάμπει στους ουρανούς.^[32] Γεννήθηκε από τον οφθαλμό του πρότερου θεού Ιζανάγκι και εφηύρε την καλλιέργεια ρυζιού και σίτου καθώς και την ύφανση στον αργαλειό. Στο ιερό της στο Ίσε που ξαναχτίζεται εκ βάθρων κάθε είκοσι έτη, η θεά απεικονίζεται ως

1.2.2 Αφρική

❖ Αιγύπτιοι - Ρα

Σύμφωνα με την αιγυπτιακή μυθολογία, ο θεός Ρα ήταν ο δημιουργός θεών και ανθρώπων καθώς και ολόκληρου του κόσμου. Έμβλημα του ήταν ο Ήλιος ως σύμβολο της ζωής, του φωτός και της γονιμότητας. Έδρα της λατρείας του υπήρξε η πόλη Αννού (Ηλιούπολη), δηλαδή το σημερινό βορινό προάστιο του Καΐρου



και αναπαριστάται συνήθως ως άνδρας με κεφαλή γερακιού. Στο δεξί του τεταμένο κατά το μήκος του σώματος χέρι κρατά το σταυρόσχημο σύμβολο της ζωής (άνχ) ενώ στο αριστερό κρατά το σκήπτρο της εξουσίας (ουξέρ). Στο κεφάλι του φέρει τον ηλιακό δίσκο με τον ουραίο όφι. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι τον λάτρευαν με τη μορφή οβελίσκου και με τη μορφή ήλιου-βάρκα ανατρέχει όλες τις περιοχές της Αιγύπτου κατά τη διάρκεια των 12 ωρών της ημέρας. Κατά τη μυθολογία, ταξίδευε στον ουρανό με το πλοίο του Ήλιου την ημέρα και τη νύχτα περνούσε με άλλο πλοίο στον κάτω κόσμο. Εκεί για να αναγεννηθεί την άλλη μέρα έπρεπε να νικήσει τη θεότητα του κακού «Απάπ» δηλαδή το σκότος των εκλείψεων. Ο Ρα ατένιζε από ψηλά τα πάντα κάθε φορά που πρόβαλε στο ουράνιο στερέωμα και διέθετε την παντοκρατορία και τον έλεγχο όλου του κόσμου αφού άλλωστε «Ουδέν κρυπτόν υπό τον ήλιον». Ο Ρα στην Αίγυπτο θεωρείται ο πρώτος βασιλιάς και ο δημιουργός των πάντων ενώ ο Φαραώ ήταν ο υιός του και η ενσάρκωση του και όταν πέθαινε γινόταν ένα με αυτόν.^[46]

❖ Αιγύπτιοι - Φοίνιξ



Ο Φοίνιξ αποτέλεσε μυθικό αρσενικό πτηνό με όμορφα χρυσά και ερυθρά φτερά που ζούσε για 500-1000 έτη. Πριν το τέλος της ζωής του, κατασκεύαζε τη φωλιά του στο ομώνυμο δένδρο και αναφλεγόταν μέχρι στάχτης. Ο νέος Φοίνιξ γεννιόταν από εκεί και φύλαγε τις στάχτες του σε ένα ωοειδές μυροδοχείο στην Ηλιούπολη ενώ συνδεόταν με τον Ήλιο και συμβόλιζε την ανάσταση, την αθανασία και τη μετά θάνατον ζωή.^[47]

❖ Πυραμίδες



Οι αιγυπτιακές πυραμίδες των αρχαίων και μέσων βασιλείων ήταν υπερκατασκευές βασιλικών τάφων και σχεδιάστηκαν συμπαγείς και ογκώδεις για να προστατεύουν το σώμα του βασιλιά. Το πυραμοειδές σχήμα πιθανότατα χρησιμοποιήθηκε για λόγους συμβολισμού και είχε στόχο την ανάληψη του βασιλιά στον παράδεισο. Το σχήμα της συχνά παρομοιάζεται με ένα δρόμο-ράμπα που οδηγεί στον ουρανό και συνδέονται επίσης με τον αρχέγονο τύμβο που αναδύθηκε από τα νερά του

χάους στην εποχή της δημιουργίας. Επιπλέον, το πυραμοειδές σχήμα μπορεί να αποτελεί ηλιακό σύμβολο που αναπαριστά σε συμπαγή και τρισδιάστατη μορφή τις πλάγιες ακτίνες του ηλιακού φωτός, οι οποίες φαίνεται να διαπερνούν τα σύννεφα. Όποια και να ήταν η συμβολική σημασία του σχήματος των πυραμίδων, είναι εμφανές ότι οι Αιγύπτιοι προσπαθούσαν να δημιουργήσουν τη ψηλότερη κατασκευή που υπήρχε μέχρι εκείνη την εποχή. Ένας πυραμοειδής σωρός από συμπαγή λιθοδομή ήταν και ο πιο επιτυχημένος τρόπος για να πετύχουν το σκοπό τους. Επιπροσθέτως, η πυραμίδα ήταν μόνο ένα τμήμα του συνόλου του τύμβου ενώ καθεμία από αυτές ήταν τοποθετημένη σε έναν περιφραγμένο χώρο με ένα ναό στην ανατολική πλευρά. Επίσης υπήρχε ακόμα ένας ναός κοντά στο ποτάμι που συνδεόταν με τον άλλο με ένα μακρύ μονοπάτι διακοσμημένο με διάφορα ανάγλυφα.

Η μεγαλύτερη πυραμίδα ήταν αυτή του Χέοπα αποτελείται από 2.300.000 ογκόλιθους βάρους από 3-18 τόνους. Η κοπή των ογκολίθων μπορούσε να συμβεί μονάχα με σιδερένια εργαλεία ενώ οι Αιγύπτιοι και μετά το 2.800π.Χ. διέθεταν μονάχα χάλκινα, πράγμα που σημαίνει ότι δεν μπορούσαν να τους κόψουν. Επίσης, ακόμα αίνιγμα παραμένει ο αριθμός του εργατικού δυναμικού. Ο Χέοπας βασίλεψε για 22 χρόνια και 11 μήνες ακριβώς και κατασκεύαζε την πυραμίδα προκειμένου να «βασιλέψει εκεί μετά τον θάνατό του, στον κόσμο των νεκρών». Αν θεωρηθεί ότι οι εργάτες δούλευαν 7 ημέρες την εβδομάδα και έκοβαν 100 ογκόλιθους την ημέρα, τότε για την κοπή των 2.300.000 τεμαχίων θα χρειαζόνταν το λιγότερο 62 χρόνια αδιάκοπης εργασίας. Δηλαδή ο Χέοπας για να προλάβει τον τάφο του, θα έπρεπε οι εργάτες να κόβουν τριπλάσιους ογκόλιθους και να διέθετε τριπλάσιο εργατικό δυναμικό. Μια άλλη θεωρία υποστηρίζει ότι οι ογκόλιθοι κατασκευάστηκαν επί τόπου, μέσα σε τεράστια καλούπια. Κάτι τέτοιο όμως απαιτεί γνώσεις άριστης γεωμετρίας και χημείας, κάτι που στην εποχή της κατασκευής των πυραμίδων κατείχαν μόνο οι Έλληνες.^[48]

Όσον αφορά τους λόγους κατασκευής, η θεωρία που επικρατούσε ήταν πως χρησίμευαν ως τάφοι των Φαραώ αλλά αντικρούστηκε από ευρήματα στο χώρο των ανασκαφών στη Γκίζα αφού δεν βρέθηκαν ούτε μούμιες ούτε επιγραφές. Η πυραμίδα του Χέοπα διερευνήθηκε εξονυχιστικά γιατί δεν χρησίμευε ως τάφος και διέθετε αριθμητικά χαρακτηριστικά όπως:

- Οι διαστάσεις της αποτελούσαν υποπολλαπλάσια του πρώτου μεσημβρινού.

- Λειτουργήσε ως γεωδαιτικό σημείο αφού είναι ανάλογο της απόστασης των δύο πόλων της Γης.
- Αποτελεί αστρονομική αναφορά της ακριβούς διαρκείας ενός αστρικού έτους, δηλαδή των αποστάσεων μεταξύ Γης-Ήλιου και Γης- Σελήνης.
- Αποτελεί μνημείο που είναι αφιερωμένο στον αριθμό $\pi=3.14$ και στον αριθμό $\varphi=1.618$, τη γνωστή χρυσή τομή με εξαιρετική ακρίβεια. Ο αριθμός π ήταν άγνωστος στα χρόνια του Χέοπα.
- Το ύψος της είναι 147.649m και το μήκος κάθε πλευράς της 231.927m.
- Ο λόγος της περιμέτρου ($4*231.927=927.708$) προς το ύψος της πυραμίδας δίνει 6.283 δηλαδή 2π που είναι ο λόγος της ακτίνας των πόλων της Γης προς την περιφέρειά της.
- Το ύψος της 147.649m αν πολλαπλασιαστεί επί ένα δις δίνει με εξαιρετική προσέγγιση την απόσταση Γης-Ήλιου.
- Αν πολλαπλασιαστεί το ύψος της πυραμίδας με το δέκα και υψωθεί στην ένατη δύναμη το γινόμενο τότε υπολογίζεται η απόσταση Γης-Ήλιου.

Όσον αφορά το σχήμα της, σύμφωνα με έρευνες έχει διαπιστωθεί ότι το σχήμα περιλαμβάνει βιοκοσμική ενέργεια που ευθύνεται στην πιο γρήγορη ανάπτυξη ενός φυτού που βρίσκεται στο εσωτερικό της σε αντίθεση με ένα άλλο που βρίσκεται εκτός. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι συντελεί στην αφυδάτωση των κρεάτων ενώ στις πυραμίδες υπάρχουν υποτιθέμενοι νεκροθάλαμοι και αεραγωγοί που με τέτοια κατεύθυνση ώστε να προσανατολίζονται με συγκεκριμένους αστερισμούς.

❖ Πυραμίδες της Γκίζας

Πολύ μεγάλη σημασία στην κατασκευή ενός ναού είχε και η επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας. Η τοποθεσία της Γκίζας προφανώς επιλέχθηκε λόγω της στρατηγικής θέσης που κατέχει η κοιλάδα του Νήλου αφού βρισκόταν στη δυτική όχθη όπου η δύση συνδέεται με τη δύση του Ήλιου και το θάνατο. Ο ασβεστόλιθος που χρησιμοποιήθηκε στο εξωτερικό περίβλημα παρείχε συμπαγές αποτέλεσμα για το μαζικό βάρος των κατασκευών και επίσης αποτέλεσε υλικό για την κατασκευή των συμπαγών πυρήνων.^[49]

Οι εργασίες ξεκίνησαν με έργα υποδομής (εκσκαφές, διαμόρφωση εδάφους, κ.τ.λ.) ενώ επίσης οι Αιγύπτιοι φαίνεται ότι χρησιμοποίησαν απλά εργαλεία, όπως τετράγωνα αλφάδια για την εξομάλυνση του εδάφους και νήματα στάθμης. Με αυτά τα μέσα ήταν

ικανοί να επιτύχουν σε πολύ μεγάλο βαθμό ακρίβειας όπως π.χ. ότι το επίπεδο του πεζοδρομίου γύρω από την πυραμίδα του Χέοπα διαφέρει μόνο κατά 2cm. Παρ' ότι η περιοχή γύρω από τη βάση της πυραμίδας διαμορφώθηκε ώστε να δοθεί η αίσθηση ενός άλλου επιπέδου, η φυσική πέτρα μέσα στη περίμετρο έμεινε άθικτη προκειμένου να δημιουργήσει ένα συμπαγή πυρήνα στο κατώτερο επίπεδο του τύμβου. Όταν το υπόβαθρο ήταν έτοιμο, μπορούσε να ξεκινήσει η κατασκευή ενός ακριβούς τετραγώνου το οποίο θα αποτελούσε τη βάση της πυραμίδας. Η κάθε πυραμίδα ήταν προσεκτικά ευθυγραμμισμένη έτσι ώστε οι πλευρές της να "βλέπουν" προς τους τέσσερις κύριους προσανατολισμούς. Αρχικά, η ανατολική και η δυτική πλευρά ήταν ευθυγραμμισμένες στο βορρά με τη βοήθεια αστερισμών. Οι Αιγύπτιοι κατασκευαστές κατάφεραν με μεγάλη ακρίβεια, οι πλευρές της μεγάλης πυραμίδας να αποκλίνουν από το βορρά κατά μέσο όρο τρία λεπτά της μίας μοίρας. Όταν η μία πλευρά ευθυγραμμιζόταν, οι υπόλοιπες κατασκευάζονταν με βάση αυτή γεωμετρικά και τις σημάδευαν στο έδαφος.

Πρόσφατα, υπήρξαν αρκετές προσπάθειες να αποδοθεί σημασία στη διαγώνια τοποθέτηση των τριών πυραμίδων της Γκίζας. Είναι αξιοπερίεργο το γεγονός ότι δεν υπήρχε κάποιο πρωταρχικό σχέδιο που να βασίζεται αυτή η τοποθέτηση. Οι πυραμίδες χτίστηκαν σε διαφορετικές εποχές και σαν ξεχωριστά έργα.



Επίσης, οι χώροι που περικλείουν τις πυραμίδες δεν συνδέονται μεταξύ τους. Η διαγώνια τοποθέτηση είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας κατασκευής: οι πυραμίδες είναι πιστά ευθυγραμμισμένες στο βορρά και η κάθε μία είναι χτισμένη πλαγίως στην άκρη του οικοπέδου και τραβηγμένη πίσω από τα προγενέστερα μνημεία ώστε να υπάρχει καθαρή θέα των αστερισμών του βορρά.^[50]

❖ Η Σφήκα



Η Σφήκα κατασκευάστηκε την ίδια εποχή με τις πυραμίδες και μαρτυρεί κάποιο πολύ σημαντικό γεγονός που ήταν η αλλαγή της νέας εποχής. Όσον αφορά το σχήμα της, η πιο πιθανή εξήγηση είναι πως την εποχή της κατασκευής, το ηλιακό σύστημα άφηνε

τον αστερισμό της Παρθένου (κεφάλι γυναίκας) και εισερχόταν στον αστερισμό του Λέοντα (σώμα λιονταριού) και για αυτό το λόγο το μνημείο ίσως να κατασκευάστηκε συμβολικά. Επίσης, αν παρατηρηθεί προσεχτικά το μνημείο της Σφήκας γίνεται φανερό ότι το πάνω μέρος της που αποτελεί το κεφάλι της είναι σε καλύτερη κατάσταση από ότι το υπόλοιπο σώμα.^[51]

Ο Ρομπέρ Μποβάλ (Βέλγος ερευνητής) αναπαράστησε σε Η/Υ τη διάταξη των αστερών μέσα στο χρόνο και ανακάλυψε μια εκπληκτική σύμπτωση. Το έτος 10.500π.Χ., η διάταξη των τριών πυραμίδων της Γκίζας αντιστοιχούσε στη θέση που διέθεταν τα τρία άστρα του Ωρίωνα, του αστερισμού που οι Αιγύπτιοι ταύτιζαν με τον Όσιρι που αποτελούσε το θεό της ανάστασης. Άλλες δύο ενδείξεις αφορούν τη Σφήκα και αφορούν το γεγονός ότι ο προσανατολισμός της ίσως καθορίστηκε έτσι ώστε να δείχνει την ανατολή του Ήλιου στο ζώδιο του Λέοντα δηλαδή το ζώο που αναπαριστά η Σφήκα. Αν αληθεύει αυτή η υπόθεση τότε μόνο το 10.500 π.Χ. θα μπορούσε να συμβεί αυτό. Επιπλέον, η Σφήκα παρουσιάζει ίχνη διάβρωσης που οφείλονται σε νερό που στην επίσημη αιγυπτιακή ιστορία, αιτία θεωρείται ότι ήταν η άνοδος της στάθμης του νερού. Σύμφωνα με τον Μποβάλ το γεγονός αυτό οφείλεται σε χειμαρρώδεις βροχές που με την κλιματολογική αναπαράσταση τους στο χρόνο θα μπορούσαν να συμβούν μόνο το 10.500 π.Χ.^[52]

1.2.3 Αμερική

❖ B. Αμερική - Zuni - Bela Coola

Ένα χαρακτηριστικό ποίημα από τους φιλήσυχους αυτούς λαούς που ήταν δεμένοι με τη φύση αρμονικά ήταν το εξής: «Ανατολή του ηλίου, η μακρά σου ζωή, η μεγάλη σου ηλικία, τα νερά σου, οι σπόροι σου, τα πλούτη σου, η ισχύς σου, το κραταιό σου πνεύμα, όλα τούτα δώρισε σε μένα».

❖ B. Αμερική - Σάκουρα

Οι Ινδιάνοι Pawnee εκτελούσαν το γνωστό χορό τους για τον Ήλιο (Shakura). Οι νεαροί πολεμιστές αναρτούσαν όλη τη μάζα τους από στύλους με άγκιστρα στο θώρακα τους και ακολουθούσαν χορεύοντας την πορεία του ηλίου στον ουρανό, αποδεικνύοντας τη γενναιότητά τους.

❖ Κ. Αμερική Αζτέκοι - Τονατιούχ

Στη μυθολογία των Αζτέκων, ο Tonatiuh ήταν θεός του Ηλίου και του πολέμου στην τρέχουσα 5^η εποχή. Μαχητές που σκοτώνονταν υπηρετώντας τον θα απολάμβαναν αιώνια ζωή.

❖ Ν.Αμερική Ίνκας -Inti

Στη μυθολογία των Ίνκας, ο Inti ήταν θεός του Ηλίου, προστάτης της αυτοκρατορίας και πατέρας του πρώτου Ίνκα αυτοκράτορα Manco Capac I.

❖ Το Άγαλμα της Ελευθερίας

Το Άγαλμα της Ελευθερίας του οποίου η επίσημη ονομασία είναι «Η Ελευθερία φωτίζοντας τον κόσμο» (Liberty enlightening the Word), είναι κολοσσιαίο άγαλμα πάνω στην ομώνυμη νησίδα και μέσα στο άνω τμήμα του Κόλπου της Νέας Υόρκης. Το άγαλμα αυτό στήθηκε σε ανάμνηση της φιλίας των λαών των Η.Π.Α και της Γαλλίας.



Στις 4 Ιουλίου του 1884, η Γαλλία υπέβαλε στις Η.Π.Α ένα απίστευτο δώρο γενεθλίων, το Άγαλμα της Ελευθερίας ύψους 93 μέτρων (302 πόδια) μαζί με το βάθρο και κατά την εκδοχή της εγκυκλοπαίδειας Μπριτάννικα παρουσιάζει μία γυναίκα να κηρύττει την ελευθερία. Η γυναίκα αυτή κρατάει στο δεξί της χέρι και μία ενεπίγραφη πλάκα στο αριστερό όπου αναγράφεται η ημερομηνία 1776. Ένας ανελκυστήρας ανεβάζει έως το ύψος του εξώστη και μία ελικοειδής σκάλα οδηγεί σε μία εξέδρα παρατηρήσεως πάνω στο στέμμα που φοράει η Ελευθερία. Ο πυρσός βρίσκεται στα 93 μέτρα ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Στη βάση του αγάλματος βρίσκεται το Αμερικάνικο Μουσείο Μεταναστεύσεως.^[53]

Έτσι, ένα βράδυ κοντά στο Παρίσι το 1865, μια ομάδα Γάλλων συζητούσαν σε δείπνο με τη δημοκρατική κυβέρνηση των ΗΠΑ και αποφάσισαν να δημιουργήσουν ένα μνημείο προς τιμήν της αμερικανικής ελευθερίας. Στο δείπνο αυτό ήταν και ο γλύπτης Frédéric-Auguste Bartholdi (bar-Tolè-Dee) που φαντάστηκε το άγαλμα μιας γυναίκας που κρατά μία δάδα που καίει με το φως της ελευθερίας.^[54] Όσον αφορά την ιδέα του Bartholdi στην πραγματικότητα πήρε 21 χρόνια. Γάλλοι υποστηρικτές συγκέντρωσαν χρήματα για την κατασκευή του αγάλματος και το 1886 το άγαλμα αφιερώθηκε.^[55]

Κατά μία άλλη άποψη αυτός που σχεδίασε το άγαλμα της ελευθερίας είχε δει τη μορφή του Φωσφόρου Απόλλωνος-Ηλίου που απεικονίζεται ακριβώς με αυτή τη μορφή και βρίσκεται σήμερα στο Μουσείο της Κορίνθου. Παρουσιάζεται σε μία τρίπτυχη πλάκα μαζί με άλλες δύο παραστάσεις. Η μία στην αριστερή πλευρά απεικονίζει έναν άγγελο όμοιο με αυτόν της χριστιανικής πίστεως και κατά του αρχαιολόγους είναι η μορφή της θεάς Εκάτης. Στο δεξί τμήμα απεικονίζεται ρόδακας και στη μέση ο φωτοφόρος Απόλλωνας.^[56]



1.2.4 Ωκεανία

❖ Αβορίγινες Αυστραλίας – Γνόβη (Gnowee)

Η Γνόβη (Gnowee) ήταν ηλιακή θεότητα που έζησε στη Γη πριν τον Ήλιο όταν οι άνθρωποι έπρεπε να φωτίζουν το δρόμο τους και να ζουν με πυρσούς ή άλλες φωτεινές πηγές. Όταν το νήπιο γιός της Γνόβης χάθηκε ενώ η μητέρα του συνέλεγε γκυ, αυτή ξεκίνησε να τον αναζητά φέρουσα έναν τεράστιο πυρσό. Ακόμη συνεχίζει να τον ψάχνει κι αυτό το φαινόμενο θεωρείται ως η καθημερινή πορεία του Ηλίου.



1.2.5 Ευρώπη

❖ Έλληνες - Φως

«Ελλάς»: Γνώστες της ελληνικής υποστηρίζουν πως σημαίνει «φως λάμπων», από τη ρίζα σέλ = φωτίζει. Οι πρόγονοι μας είχαν αντιληφθεί το τι σημαίνει να ζεις στο φως. Να ζεις στο νοητό φως της γνώσεως κυρίως, παρά στο «υλικό» φως των ουράνιων σωμάτων. Πολλοί λαοί είχαν έντονη επαφή με το φως του Ήλιου και όλοι με το φως των άστρων. Κανένας όμως δεν ονόμασε την πατρίδα του «Χώρα του φωτός». Το Φως λοιπόν της γνώσεως, του νοώντος, της αρμονίας, της επιστήμης, του κάλλους, του μέτρου.

❖ Έλληνες - Υπερίων

Ο Τιτάν Υπερίων ήταν γιός του Ουρανού και της Γαίας, πατέρας του Ηλίου, της Ηούς και της Σελήνης από τη Θεία. Υπήρξε επίσης θεός του Ηλίου, πριν την άνοδο του Φοίβου Απόλλωνος.

❖ Έλληνες - Απόλλων

Ο Απόλλων ήταν γιός του Διός και της Λητούς, γεννημένος μαζί με τη δίδυμη αδελφή του Άρτεμη στη Δήλο. Θεωρήθηκε θεός του Ήλιου και η Άρτεμις ή Εκάτη της Σελήνης. Απεικονίζεται ως ευειδής και καλλίκορμος νέος που συνήθως κρατά λύρα ή τόξο. Επίσης καλείται Φοίβος και ήταν ο θεός του φωτός, της σκοπευτικής, της θεραπευτικής, της ιατρικής, των καλών τεχνών, της διανοήσεως, του εξαγνισμού από μεγάλα εγκλήματα. Θεωρήθηκε επίσης ως ο ηγέτης των Μουσών (μουσαγέτης). Λατρεύτηκε εντονότατα στην



αρχαιότητα σε όλα τα μέρη του ελληνικού και ρωμαϊκού κόσμου, ιδιαίτερος δε στο μαντείο των Δελφών, όπου δίνονταν προφητικά σημεία στους πιστούς που ζητούσαν τη γνώμη του Πυθίου Απόλλωνα (πνεύμα Πύθωνος). Κατά την αφή του Ολυμπιακού φωτός λαμβάνει χώρα μία επίκληση στον Απόλλωνα, θεωρούμενη κυρίως ως μέρος ενός φολκlorικού τελετουργικού κι όχι βεβαίως ως θρησκευτική έκφραση: «Ιερά σιωπή! Να ηχήσει όλος ο αιθέρας, η γη, η θάλασσα και οι πνοές των ανέμων. Όρη και Τέμπη σιγήστε. Ήχοι και φωνές πουλιών παύσατε. Γιατί μέλλει να μας συντροφεύει ο Φοίβος, ο φωσφόρος βασιλεύς. Απόλλωνα θεέ του ήλιου και της ιδέας του φωτός στείλε τις ακτίνες σου και άναψε την ιερή δάδα για την φιλόξενη πόλη της Αθήνας. Και συ, ω Δία, χάρισε ειρήνη σε όλους τους λαούς της γης και στεφάνωσε τους νικητές του ιερού αγώνα: Τήνελλα Καλλίνικε· Τήνελλα».^[57]

❖ Έλληνες - Φαέθων

Μετά από τη δυσπιστία των φίλων του στον ισχυρισμό του Φαέθοντος ότι ο Ήλιος ήταν πατέρας του, κατευθύνθηκε ανατολικά ως το ανάκτορο του πατέρα του, ο οποίος τον διαβεβαίωσε για την αλήθεια του ισχυρισμού και ως απόδειξη, ορκίσθηκε στα ύδατα της Στυγός, την πραγματοποίηση οποιασδήποτε χάριτος. Ο Φαέθων ζήτησε να οδηγήσει



το ηλιακό άρμα για μία ημέρα, ενέργεια ακατόρθωτη για όλους πλην του Ηλίου, ο οποίος ματαιώς τον παρακάλεσε να αλλάξει την απαίτηση του. Κατά την απογείωση τον παρακάλεσε να διατηρεί σταθερό ύψος και πορεία. Οι ίπποι αντελήφθησαν την αλλαγή του ηνιόχου και το άρμα ανεβοκατέβαινε με δυσάρεστες συνέπειες για τη Γη. Ο Δίας, για να προφυλάξει τη Γη και τους ανθρώπους, κατακεραύνωσε το Φαέθοντα, τη θρηνωδούσα μητέρα του Κλυμένη και τις αδελφές του τις μεταμόρφωσε σε δένδρα. Ο

Ήλιος δεν επέτρεψε ποτέ πια σε κανέναν άλλο να οδηγήσει το άρμα του.^[58]

❖ Έλληνες – Ζεύς



Ζεύς ή Δίας ήταν ο νεώτερος γιός τιτάνων, του Κρόνου και της Ρέας. Κατανίκησε τον πατέρα του και κατέστη ο ισχυρότερος των ολυμπίων θεών. Θεωρήθηκε ως ο θεός του ουρανού και της Γης, κάτοχος του κεραυνού, πατέρας των θεών και των ανθρώπων. Με τη σύζυγό του Ήρα και με πλήθος άλλων θηλέων απέκτησε πολλά τέκνα. Απεικονίζεται

ως γεροδεμένος ώριμος γενειοφόρος. Ωστόσο, τιμωρεί με φρικτό τρόπο το Τιτάνα Προμηθέα, ο οποίος δωρίζει το φως του πυρός (της γνώσεως) στους έως τότε απολίτιστους ανθρώπους.^[59]

❖ Προμηθέας

Ο Προμηθέας ήταν μυθική μορφή της αρχαιότητας.^[60] Γιος του Τιτάνα Ιαπετού και της Ωκεανίδας Ασίας ή Θέμιδας ή Αίθρας ή Κλυμένης. Αδέλφια του ήταν οι Ιαπετίδες Επιμηθέας, Άτλας και Μενότιος. Το όνομά του σημαίνει «συνετός», «προνοητικός». Παράγεται από την πρόθεση «προ» και το ρήμα «μανθάνω».

Κατά τη διάρκεια της Τιτανομαχίας ο Προμηθέας τάχθηκε υπέρ του Δία και γι' αυτό δεν τιμωρήθηκε όπως οι άλλοι Τιτάνες. Η συμβολή του στην ανάπτυξη του ανθρώπινου γένους ήταν πολύ σημαντική. Κατά τον Λουκιανό, ο Προμηθέας, με την αρωγή της θεάς Αθηνάς, δημιουργεί τον πρώτο άνθρωπο (Χρυσό Γένος) από πηλό και φωτιά (κατά άλλους με το νερό του ήρωα Πανοπέα της



Φωκίδας) και με μορφή όμοια με αυτή των θεών.^[61] Αυτό έλαβε χώρα μετά την Τιτανομαχία. Κατά τους Ορφικούς αυτός ο πηλός ήταν το χώμα που ποτίστηκε από το αίμα των Τιτάνων. Αναφερόμενος στην δημιουργία του ανθρώπου, ο Πλάτωνας μας μεταφέρει την εικόνα ενός όντος σφαιρικού, που διακρίνονταν σε τρία γένη (αρσενικό, θηλυκό και μεικτό) και είχε διπλή σειρά από μέλη και όργανα. Αργότερα ο Δίας, επειδή εξοργίστηκε από την αλαζονεία τους και φοβήθηκε τη δύναμή τους, τα χώρισε στα δύο. Τα ζώα δημιουργήθηκαν την ίδια περίοδο (μετά την Τιτανομαχία), αλλά από μίξη υλικών της Γης και της φωτιάς. Η δημιουργία των όντων και του ανθρώπου έγινε μέσα στη γη. Όταν κλήθηκαν όλα τα όντα της Γης να βγουν στο φως, ανατέθηκε στον Προμηθέα και στον Επιμηθέα να δώσουν στο κάθε ον τα χαρακτηριστικά που έπρεπε να έχει. Ο Επιμηθέας έπεισε τον αδελφό του να του επιτρέψει να αναλάβει μόνος αυτή τη δουλειά. Έτσι ο Επιμηθέας ονομάτισε και απέδωσε στο κάθε ον τα χαρακτηριστικά που ήθελε ο ίδιος, με τρόπο ώστε να μην μπορούν να αλληλοκαταστραφούν (αὐτοῖς ἀλληλοφθοριῶν διαφυγὰς ἐπήκεσε, Πλάτων, Πρωταγόρας 321α). Όταν έφτασε στο τέλος η ώρα του Ανθρώπου, δεν είχε να του δώσει παρά λίγες τρίχες και νύχια ευπαθή και ανίσχυρα. Από αυτό το λάθος ο Προμηθέας ανέλαβε την προστασία του Ανθρώπου.

Βλέποντας την κατάντια του ανθρώπινου γένους και την αδυναμία του απέναντι στη φύση, ο Προμηθέας αποφασίζει να του χαρίσει τη φωτιά. Έτσι, επισκεπτόμενος το εργαστήρι του Ήφαιστου, τοποθετεί τη φωτιά σε ένα κούφιο βλαστό νάρθηκα και τη δίνει κρυφά στους ανθρώπους. Ως τόπος παράδοσης της φωτιάς αναφέρεται η πόλη Σικυώνα της Πελοποννήσου.

Ο Προμηθέας έμαθε τους ανθρώπους να χειρίζονται τη φωτιά, να δημιουργούν εργαλεία και τους έμαθε τις Επιστήμες (που έκλεψε από την Αθηνά) και τα Γράμματα. Υπήρξε πρόδρομος του Διαφωτισμού και αρχέτυπο αγώνα για χειραφέτηση μέσω της γνώσης και εκπροσωπεί την ανυπακοή σε σκοταδιστικές αρχές.

❖ Πυραμίδες της Ελλάδας

Η πυραμίδα αποτελεί αναμφιβόλως ένα σύμβολο συνδεδεμένο με την αρχαία Αίγυπτο, αλλά ταυτόχρονα αποτελεί ένα πανανθρώπινο είδος κατασκευής που απαντάται σε όλα τα μήκη και τα πλάτη του αρχαίου κόσμου. Έτσι, λείες ή κλιμακωτές, οι πυραμίδες ανά τον κόσμο είναι πολλές και βρίσκονται σε όλους σχεδόν τους αρχαίους πολιτισμούς. Έτσι, υπάρχουν πυραμίδες και σε άλλα μέρη της Γης όπως στην

Μεσοποταμία, στις Ινδίες, στην Κίνα, στην προκολομβιανή Ν. Αμερική καθώς και αλλού.

Οι ελληνικές πυραμίδες υπάρχουν σε διάφορα μέρη της Ελλάδος και σύμφωνα με μελέτες η χρονολόγησή τους ξεπερνά αυτές των Αιγυπτίων κατά χίλια χρόνια. Είναι βέβαιο πως έγιναν από αυτόχθονες Έλληνες και στον ελληνικό χώρο έχουν επίσημα καταγραφεί πάνω από είκοσι που βρίσκονται ανάμεσα στη Φθιώτιδα, στον Παρνασσό και στην Εύβοια. Η πιο γνωστή πυραμίδα είναι φυσικά «η πυραμίδα του Ταϋγέτου» που βρίσκεται σε μεγάλο υψόμετρο στο ομώνυμο βουνό. Γνωστή είναι και η περίπτωση του Θαλή του Μιλήσιου, όταν τον κάλεσαν οι Αιγύπτιοι να μετρήσει ο ύψος των πυραμίδων διότι οι ίδιοι δεν γνώριζαν και επιπλέον, το όνομα «Αίγυπτος» είναι ελληνικό και προέρχεται από τις λέξεις Αιγαίο και Ύπτιο δηλαδή πεδινό Αιγαίο ή Αιγής+Υπίως = Αίγυπτος δηλαδή πεδινή Αιγίδα. ^[62]

Οι περισσότερες πυραμίδες της Ελλάδας είναι κρυμμένες κάτω από χώμα ή χιόνι. Όσον αφορά τις τρεις πυραμίδες του Ταϋγέτου στο νομό Λακωνίας, οι τρεις κορυφές του όρους έχουν πυραμιδοειδές σχήμα. Η ίδια δε η λέξη Λακωνία προέρχεται από τον παλαιότερο σύνθετο τύπο Λασκωνία με πρώτο συνθετικό τη λέξη «λας» που σημαίνει γη και δεύτερο συνθετικό την λέξη «κώνος» που είναι το κωνικό σχήμα των πυραμίδων του Ταϋγέτου. Η Λακωνία λοιπόν, η γη στην οποία βρίσκονται οι πυραμίδες του Ταϋγέτου ονομάζεται «Γη του Κώνου» ή «Γη της Πυραμίδας». Άλλη ελληνική πυραμίδα βρίσκεται στο Ελληνικό Αργολίδας. Η πυραμίδα αυτή είναι ακάλυπτη και αποτελεί κτίσμα της 3^{ης} π.Χ. χιλιετίας. Μία ακόμα πυραμίδα που προσελκύει το ενδιαφέρον χάρις το πλούσιο μυθολογικό υπόβαθρο της περιοχής της είναι αυτή που βρίσκεται σε μία κορυφή του Ολύμπου. Άλλη μία πυραμίδα βρίσκεται στην Κρήτη και συγκεκριμένα στον Ν.Χανίων και έχει τέλειο κωνικό σχήμα. Άλλες πυραμίδες είναι η πυραμίδα του Λυγουρίου που βρίσκεται κοντά στην Επίδαυρο, η πυραμίδα στα Βιγλάφια που βρίσκεται κοντά στην Νεάπολη Λακωνίας, η πυραμίδα του Αμφείου που βρίσκεται κοντά στην Θήβα και η πυραμίδα στην Σικυώνα. Πυραμίδα ακόμα, έστω και ενεργειακής φύσεως θεωρείται από πολλούς και η πυραμίδα που σχηματίζεται αν προεκταθούν νοητά οι κίονες του Παρθενώνα.

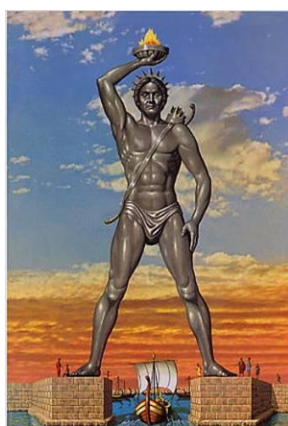


Εικόνα 1.8: Παρθενώνας - Μνημείο της Ακρόπολης

Ετυμολογικά η λέξη «πυραμίσ» είναι σύνθετη και το πρώτο της συνθετικό «πυρ» κυριολεκτικά σημαίνει φωτιά ή ενέργεια και το δεύτερο συνθετικό «αμίσ» που είναι ο τόπος που φυλάσσεται ή συσσωρεύεται κάτι. Η «πυραμίσ» λοιπόν είναι ένας «ενεργειακός συσσωρευτής» που συσσωρεύει ενέργεια από τους κεραυνούς.

Μία ουσιαστική ένδειξη της θεωρίας αυτής ήρθε το 1986, όταν συνέβη η έκρηξη του πυρηνικού αντιδραστήρα του εργοστασίου Τσερνομπίλ. Μετά την έκρηξη, ένα τεράστιο σύννεφο ραδιενέργειας απλώθηκε σε ένα πολύ μεγάλο μέρος του κόσμου προκαλώντας μεγάλα προβλήματα στις περιοχές που έπληττε. Το σύννεφο της ραδιενέργειας όμως, αφού εξαπλώθηκε προς τον νότο και έφτασε πολύ κοντά στα βόρεια ελληνικά σύνορα, για κάποιον ανεξήγητο λόγο διαχωρίστηκε στα δύο και το μισό πήγε προς τη δύση, φτάνοντας ως τη Γαλλία ενώ το άλλο μισό προς την ανατολή φτάνοντας ως το σημερινό Ιράν.^[63]

❖ Κολοσσός της Ρόδου



Ο Κολοσσός της Ρόδου θεωρείται ως ένα από τα Επτά θαύματα του αρχαίου κόσμου. Ήταν ένα τεράστιο σε διαστάσεις άγαλμα που απεικόνιζε το θεό Ήλιο. Ανεγέρθηκε από το Χάρη το Λίνδιο που υπήρξε μαθητής του Λύσιππου τον 3^ο αιώνα π.Χ. Είχε το ίδιο περίπου μέγεθος με το Άγαλμα της Ελευθερίας αν και στηριζόταν σε χαμηλότερη βάση. Η όψη του αγάλματος λέγεται ότι φαινόταν από την είσοδο του λιμένα της Ρόδου και αποτελούσε μια ευφυή «διαφήμιση» της πόλης που το ανέγειρε, από την απόδειξη του πλούτου και της τεχνολογίας της.^[64]

Σύμφωνα με το θρύλο τον 4^ο αιώνα π.Χ. ο θεός Ήλιος έσωσε το λαό της Ρόδου από μία επίμονη πολιορκία του Μακεδόνα στρατηγού Δημητρίου του Πολιορκητή. Ως

έκφραση ευγνωμοσύνης προς τον προστάτη τους οι Ρόδιοι ανήγειραν τον Κολοσσό που ήταν ένα γιγαντιαίο μπρούντζινο άγαλμα που υψωνόταν περίπου 33m πάνω από το μαρμάρινο βάθρο του, δηλαδή ήταν δύομισι φορές υψηλότερο από το άγαλμα του Δία στην Ολυμπία που ήταν έργο του Φειδία.

Ο Κολοσσός αποτέλεσε ενσάρκωση του παντεπόπτη και ζωοδότη Ήλιου που με την μπρούντζινη επιδερμίδα του ανακλούσε το φως του Ήλιου και έτσι θα εντυπωσίαζε τους επισκέπτες ως πειστική εικόνα του θεού. Όπως παρατηρεί ο Φύλων ο Βυζάντιος, ο γλύπτης Χάρης είχε πετύχει το απίστευτο κάνοντας το θεό του «πραγματικό θεό». Ο Χάρης είχε δημιουργήσει έναν «δεύτερο Ήλιο που αντίκριζε τον πρώτο». Όσον αφορά τη τοποθεσία του, μία φράση του επιγράμματος που ήταν χαραγμένη στη βάση του Κολοσσού, ανέφερε ότι τον τοποθέτησαν «όχι μόνο πάνω από το πέλαγος αλλά και στη ξηρά» και γι' αυτό στεκόταν στην είσοδο του λιμανιού με ανοιχτά τα σκέλη πατώντας με το ένα πόδι στο ένα άκρο του λιμανιού και με το άλλο στο απέναντι ενώ ψηλά με σηκωμένο χέρι κρατούσε φως σαν φάρος για τα καράβια που περνούσαν να μουν στο λιμάνι. Νεώτεροι μελετητές όμως θεωρούν αδύνατο να βρισκόταν κοντά στη θάλασσα και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το μόνο σημείο που θα μπορούσε να στηθεί είναι ο περίβολος ενός ναού και το πιο πιθανό θα ήταν να είναι τοποθετημένο στο Ιερό του Θεού Ήλιου όπου σήμερα βρίσκεται το παλάτι του μεγάλου Μαγίστρου των Ιπποτών. Εκεί κοντά άλλωστε βρέθηκε ένα ωραίο κεφάλι του Ηλίου, μαρμάρινο, με σπασμένες ακτίνες που σήμερα βρίσκεται στο Μουσείο της Ρόδου. Επίσης, με τον τρόπο που τον περιγράφει ο Στράβωνας φαίνεται καθαρά ότι τον είδε στη στεριά: «Βρίσκεται δε τώρα σπασμένος από τα γόνατα κι έπεσε από σεισμό». Αν ήταν στη θάλασσα θα χανόταν εντελώς ή θα φαινόταν μόνο ένα μέρος, πράγμα που θα ανέφερε ο συγγραφέας. Ο Κολοσσός της Ρόδου πάντως αποτέλεσε αναμφισβήτητα ύμνο στη Τέχνη και στην Ελευθερία.^[65]

❖ Ο Τάφος του Αγαμέμνονα

Ο «Θησαυρός του Ατρέα» είναι μια θολωτή κατασκευή ενός πολιτισμού που ήκμασε από το 1600-1200π.Χ. Η θολωτή αυτή κατασκευή που χρησιμοποιήθηκε σαν τάφος έχει διάμετρο 14.6m και ύψος 13.4m. Κατασκευάστηκε από προσεκτικά κομμένες πέτρες που δεν συνδέονται μεταξύ τους με κανένα συνδετικό υλικό. Οι 33 σειρές πέτρες κρατιούνται στη θέση τους από τη βαρύτητα και την πίεση που ασκεί ο λόφος χώματος που βρίσκεται από πάνω τους. Η κατασκευαστική δυσκολία που παρουσιάζει μία τέτοια κατασκευή την κάνει ιδιαίτερα σπάνια. Στην είσοδό της πάνω από την πόρτα του θολωτού τάφου υπάρχει κατάλληλα επεξεργασμένος ογκόλιθος 122 τόνων. Πάνω από αυτόν υπάρχει

κενό ανακουφιστικό τρίγωνο που προφυλάσσει έξυπνα την είσοδο από το υπερβολικό φορτίο κατανέμοντας το βάρος της οροφής στα πλάγια. Οι γνώσεις που απαιτεί η κατασκευή ενός μνημείου τέτοιου μεγέθους και μάλιστα συνδυασμένες με τα υλικά και το τρόπο σύνδεσης τους προκαλούν τουλάχιστον σεβασμό για τους αρχιτέκτονες που σχεδίασαν και υλοποίησαν μία τέτοια κατασκευή. Κυκλοφορεί συχνά η λανθασμένη αντίληψη ότι το τόξο, η αψίδα, η καμάρα και ο θόλος αποτελούν ρωμαϊκή εφεύρεση, αλλά δεν είναι σωστό αυτό γιατί οι Έλληνες χρησιμοποιούσαν κυκλικές κατασκευές χωρίς κανένα πρόβλημα από την Μυκηναϊκή περίοδο και αποκλειστικά για κατασκευές εντός της γης, αφιερωμένες είτε σε χθόνιους θεούς ή σε τάφους, νεκρομαντεία κλπ. (τάφοι της Βεργίνας και της Πύλου). Στην επιφάνεια σε οτιδήποτε ήταν σχετικό με τη ζωή χρησιμοποιούνταν ευθύγραμμες κατασκευές ενώ επίσης μικτού τύπου κατασκευές χρησιμοποιούνταν για τους θεούς που είχαν σχέση τόσο με τη ζωή όσο και με το θάνατο.

Οι Ρωμαίοι έβγαλαν στην επιφάνεια τις κυκλικές κατασκευές και τις χρησιμοποίησαν κυρίως όταν κατέργησαν τις χθόνιες λατρείες. Οι διαστάσεις του «Θησαυρού του Ατρέα» ξεπεράστηκαν από αντίστοιχη κυκλική κατασκευή στο γνωστό Πάνθεον της Ρώμης κατασκευασμένο από τον Απολλόδωρο το Δαμασκηνό, 1350 χρόνια αργότερα. Η κορυφή του θόλου όμως στο Πάνθεον διαθέτει άνοιγμα εξαερισμού και φωτισμού αποφεύγοντας με αυτό το τρόπο το δυσκολότερο κατασκευαστικό κομμάτι του θόλου από οπλισμένο σκυρόδεμα.^[66]

❖ Μηχανισμός των Αντικυθήρων



Η εύρεση του Μηχανισμού ανάμεσα στα άλλα αντικείμενα του φορτίου του πλοίου που ναυάγησε στα Αντικύθηρα προσδίδει στο ναυάγιο μοναδικότητα και απaráμιλλη σπουδαιότητα.

Σώζονται 7 μεγάλα θραύσματα (Α-Γ) και 75 μικρότερα σπαράγματα. Η ακριβής θέση τους και η αρχική δομή του Μηχανισμού αποτελεί αντικείμενο συνεχούς έρευνας. Περιελάμβανε τουλάχιστον 30 οδοντωτούς τροχούς καθώς επίσης κλίμακες, άξονες και δείκτες. Οι ελληνικές, αστρονομικού περιεχομένου επιγραφές στην επιφάνεια του Μηχανισμού αναφέρονται σε αστρονομικούς και ημερολογιακούς υπολογισμούς, ενώ οι επιγραφές στις μεταλλικές πλάκες, που τον προστάτευαν, αφορούν

στις οδηγίες χρήσεις του οργάνου. Ο Μηχανισμός προστατευόταν από ξύλινο πλαίσιο, που έφερε από μια ορειχάλκινη πλάκα στην πρόσθια και στην οπίσθια όψη.

Είναι ο αρχαιότερος, πολυσύνθετος αστρονομικός φορητός υπολογιστής, με τον οποίον προσδιορίζονταν οι θέσεις του Ήλιου, της Σελήνης και, πιθανότατα, των πέντε γνωστών κατά την αρχαιότητα πλανητών του Ερμή, της Αφροδίτης, του Άρη, του Δία και του Κρόνου. Επίσης, χρησιμοποιούνταν για την πρόβλεψη των εκλείψεων του Ήλιου και της Σελήνης, για την τήρηση ενός πολυετούς ημερολογίου με μεγάλη ακρίβεια, καθώς και για τον προσδιορισμό του χρόνου τέλεσης των Πανελλήνιων Αγώνων που πραγματοποιούνταν στην Ολυμπία, στους Δελφούς, στη Νεμέα, στην Ισθμία και στη Δωδώνη.

Η κατασκευή του ανάγεται στο β' μισό του 2ου αι. π.Χ.. Η τεχνολογία του, η οποία παραπέμπει στους διαδόχους του Αρχιμήδη και τη Σχολή του Ποσειδωνίου στη Ρόδο, είναι αποτέλεσμα της ανάπτυξης της φιλοσοφίας και των θετικών επιστημών, που είχε συντελεστεί στον ελλαδικό χώρο μέχρι εκείνη την εποχή, και στηρίχθηκε σε γνώσεις της Ελληνιστικής Εποχής (αστρονομικές σταθερές, μηχανικό σχεδιασμό και χρήση των επικυκλικών οδοντωτών τροχών). Ο Μηχανισμός αποτελεί μαρτυρία για την αστρονομική, μαθηματική και μηχανική ιδιοφυΐα των αρχαίων Ελλήνων στα μέσα του 2ου αι. π.Χ.^[67]

❖ Κέλτες -Lugh

Ο Λούγκ γιός του Κίαν ήταν ο θεός που αναπαριστά τον Ήλιο σε όλο τον κελτικό κόσμο.^[68] Ο Λούγκ ως θεός του φωτός ήταν ωραίος, πάντα νέος, πλήρης ζωής και ενέργειας. Κατανίκησε το μονόφθαλμο Βάλωρ, θεό του κακού και αυτό ήταν μία πράξη που σήμανε την απαρχή μίας εποχής με την κυριαρχία νέων θεοτήτων.^[69]

❖ Βίκινγκς - Balder, Baldur, Palta

Ο Βάλδωρ ήταν γιός του Οδίν και της Φρίγας που ήταν βασιλικό ζεύγος θεοτήτων. Θεωρήθηκε θεός του φωτός, της χαράς και της διαρκούς και κυκλικής παλιγγενεσίας. Ήταν αντίστοιχος των θνησκόντων κι ανασταινόμενων θεοτήτων όπως του Άδωνι, Βάαλ, Όσιρι κλπ. της Ανατολικής Μεσογείου.^[70] Όταν ο Balder ονειρεύτηκε τον επερχόμενο θάνατο του, η μητέρα του εξασφάλισε από τις δυνάμεις της φύσεως ότι τίποτε δεν θα τον έβλαπτε, λησμόνησε ως τόσον το βίσκο (γκι). Κι ενώ οι θεοί διασκέδαζαν με την

αφθαρσία του Balder πετώντας του βέλη, ο μοχθηρός γίγαντας Loki έβαλε γκι στο βέλος του Hod, τυφλού δίδυμου αδελφού του Balder και έτσι πέθανε. Αυτό ήταν ο πρώτος σε μία σειρά θανάτων που οδήγησαν στην καταστροφή των θεών στο Ragnarok.^[71]

1.3 Επιστημονικό φως

❖ Θρησκεία της επιστήμης

Στο σύγχρονο κόσμο κυριάρχησε η θρησκεία του επιστημονικού φωτός ενέπνευσε τυφλή πίστη στη δύναμη της επιστήμης και στη διανοητική της αυθεντία. Η αντίσταση που προβάλλει η θρησκεία της επιστήμης συνδέεται και με ένα βαθύτερο λόγο: με τον κρυφό φόβο που εμπνέει η ίδια η ορθή επιστημονική σκέψη που δεν προοδεύει παρά μόνο ανατρέποντας τις βεβαιότητες της.

❖ Το επιστημονικό φως της Ρωμανίας

Από τον 5^ο-15^ο αιώνα ουδέποτε έπαυσε η ανάδειξη και δράση επιφανών επιστημόνων με σημαντικότερα έργα και επιτεύγματα σε κάθε τομέα: αριθμητική, αρχιτεκτονική, αστρονομία, βοτανολογία, γεωγραφία, γεωλογία, γεωμετρία, γεωπονική, ζωολογία, ιατρική, μαθηματικά, μετεωρολογία, μηχανική, φυσική. Έτσι παρέλασαν εξέχουσες φυσιогνωμίες, παρουσιάσθηκαν μνημειώδη και υποδειγματικά έργα, με επιρροή και επιδράσεις σε παράλληλους και μεταγενέστερους πολιτισμούς. Η άρνηση σε αυτή τη λαμπρή ιστορικώς αποδεικνυόμενη πραγματικότητα θα πρέπει επιτέλους να παύσει.

1.3.1 Χριστιανισμός

Στο σύνολο της Αγίας Γραφής, η λέξη φως δίχως άλλα παράγωγα αναφέρεται 309 φορές. Το φως υπήρξε ιδιαίτερα σημαντικό στο Χριστιανισμό.

❖ Παλαιά Διαθήκη

Η δημιουργία και η πτώση

Στους πρώτους βιβλικούς στίχους, του βιβλίου Γένεσις υφίσταται η δημιουργία του υλικού φωτός, με μία μόνο προστακτική φράση από το Θεό. Το φως θεωρείται ως η πρωταρχική υλική δημιουργία. Ωστόσο, σε άλλα κείμενα συναντάται πριν από αυτό η

εωσφορική πτώση όπου ο εγωισμός και η φιλαρχία του αρχαγγέλου Εωσφόρου οδηγούν σε μάχη, ήττα και απομάκρυνση.^[72]

Καινή Διαθήκη

❖ Η Γέννηση του Χριστού

Ο Άγιος Ιωάννης ο Χρυσόστομος αναφέρει ότι το αστέρι που οδηγούσε τους μάγους στη Βηθλεέμ ήταν ένας άγγελος που ακτινοβολούσε σαν άστρο και οδηγούσε τους μάγους της ανατολής στην προσκύνηση του Χριστού. Ο νοητός Ήλιος της δικαιοσύνης, σύμβολο του γεννηθέντος θεανθρώπου, λάμπει το φως της ουράνιας βασιλείας. Αυτό αντιλαμβάνονται και οι ποιμένες στους οποίους αναγγέλλεται το χαρμόσυνο γεγονός πάλι σε μία φωτοχυσία.

❖ Η προσκύνηση των Μάγων

Οι τρεις «Μάγοι» από την Περσία, στο δρόμο για την Αλήθεια οδηγήθηκαν από ένα αστέρι. Το χέρι του Θεού μαζί με το αστέρι ενισχύουν το γεγονός ότι οι άνθρωποι είναι οδηγούμενοι από τον ίδιο τον Θεό και σε λίγο θα ελευθερωθούν από το σκοτάδι και θα λατρέψουν τον Ποιητή των Όλων.

❖ Η Βάπτιση του Χριστού

Ο Κοσμάς ο Μελωδός αναφέρει ότι: «Επιφανής εν τω κοσμώ, ο τόν κόσμον ποιήσας, ίνα φωτίσης τούς εν σκότη καθημένους, Φιλάνθρωπε δόξα σοι.»

❖ Η επί του όρους ομιλία

Ο Κύριος αποκαλεί τους μαθητές του φως, προσκαλεί δε αυτούς να μην αποκρύπτουν το φως αλλά να λάμπει αυτό ως καλό παράδειγμα στους ανθρώπους.

❖ Η Μεταμόρφωση του Σωτήρος

Η Μεταμόρφωση του Θεανθρώπου Ιησού στο όρος Θαβώρ. Οι ακτίνες αναπαριστούν το Άκτιστο Φως που πηγάζει από το Θεό. Αυτό το φως είναι η γέφυρα μεταξύ ανθρώπων και Θεού. Η ουσία του Θεού είναι απρόσιτη στους ανθρώπους. Και οι μαθητές του Ιησού δεν μπορούσαν να αντέξουν αυτό το Φως γιατί δεν είχαν ακόμα βαπτιστεί στο Άγιο Πνεύμα. Κατά τη Δευτέρα Παρουσία του Χριστού, όλοι θα

αντιληφθούν αυτό το Φως. Όσοι ανήκουν στην Εκκλησία, την Νύμφη του Αρνίου και όσοι δεν άκουσαν ποτέ για το Χριστό αλλά Τον αναζητούσαν, θα ζήσουν για πάντα σε αυτό το φως μέσα σε ανέκφραστη πνευματική μακαριότητα. Όσοι αγαπούν αντί για το Θεό ήταν αμαρτία και θα προσπαθήσουν να αποφύγουν την Παρουσία Του, επειδή θα καταστρέφει την αμαρτία προκαλώντας πόνο στους αμαρτωλούς. Έτσι, οι αμετανόητοι θα προσπαθήσουν να φύγουν μακριά από το Θεό όπως ο Σατανάς και οι δαίμονες. Αυτή η φυγή είναι η Κόλαση. (Χειρόγραφο του Ιωάννη Κατακουζηνού, 1370-1375).

❖ Η Ανάσταση του Κυρίου

Η έλευση του Χριστού έφερε στον κόσμο τη βασιλεία του Θεού που δεν αναμένεται μόνο ως μέλλουσα αλλά γίνεται αισθητή και ως παρούσα. Η Εκκλησία είναι το Σώμα του Χριστού που υπερβάλλει το χώρο και το χρόνο, συνάπτοντας τους ανθρώπους σε μία υπερχρονική και υπερβατική κοινωνία όπου τα πάντα είναι παρόντα εν Αγίω Πνεύματι. Ήδη ο Αστέρας της Βηθλεέμ, η Επιφάνεια της Βαπτίσεως, η Μεταμόρφωση και η Ανάσταση του Χριστού αποτελούν φανερώσεις της βασιλείας του Θεού μέσα στον κόσμο «διά εσόπτρου εν αινίγματι». Επίσης, φανερώσεις αποτελούν η κάθοδος του Αγίου Πνεύματος, η ημέρα της Πεντηκοστής και οι προσωπικές φανερώσεις στους αγίους της Εκκλησίας.^[73]

1.3.3 Μεγαλιθικά Μνημεία

❖ Stonehenge

Το Stonehenge αποτελεί νεολιθικό μεγαλιθικό μνημείο που η διαμόρφωση του συνεχίστηκε ως την Εποχή του Χαλκού κοντά στο Amesbury της Αγγλίας στην κομητεία του Wiltshire περίπου 13χλμ ΒΔ του Salisbury. Πρόκειται για ένα κύκλο μεγαλίσθων που κατασκευάστηκε ανάμεσα στο 2.500π.Χ.-2.000π.Χ. Το αρχαιότερο κυκλικό ανάχωμα και η περιφερειακή τάφος τα οποία ανήκουν σε πρωιμότερη φάση του μνημείου χρονολογήθηκαν γύρω στο 3.100π.Χ.^[74]



Το όνομα Stonehenge προέρχεται από τις αρχαίες αγγλικές λέξεις «Stanhen gist» που σημαίνουν «κρεμαστοί λίθοι» και έδωσαν το όνομά τους σε μια ολόκληρη κατηγορία μνημείων γνωστών ως henge δηλαδή κυκλικού ή οβάλ σχήματος περιοχές με διακριτά χαρακτηριστικά τους το κυκλικό ανάχωμα

και την τάφρο που το περιβάλλει. Μορφολογικά έχουν μακρινή συγγένεια με τους λίθινους κύκλους των βρετανικών νήσων όπως ο κύκλος του Μπρόντγκαρ (Ring of Brodgar) ενώ τα περίφημα τρίλιθα του το καθιστούν μοναδικό. Το Stonehenge και ο περιβάλλων χώρος του προστέθηκαν στον κατάλογο της Unesco για την Παγκόσμια Πολιτισμική Κληρονομιά το 1986.^{[75][76]} Μέχρι σήμερα οι μελετητές και οι αρχαιολόγοι δεν γνωρίζουν ποιοι κατασκεύασαν το μεγαλιθικό αυτό μνημείο. Οι μαρτυρίες που υπάρχουν είναι αμφισβητούμενες και είναι οι εξής:

- i. Ο Τζέφρεϊ του Μονμάουθ το 1135 μ.Χ., στο έργο του *Historia Regum Britanniae* ανέφερε ότι ο βασιλιά των Βρετανών Αυρήλιου Αμβρόσιου διέταξε να αναγερθεί εις ανάμνηση της άγριας σφαγής 500 ευγενών το 490μ.Χ από το Χέωγκιστ το Σάξονα. Για τη κατασκευή του μνημείου ο Αμβρόσιος ζήτησε τη βοήθεια του μάγου Μέρλιν που τον συμβούλεψε να πάρουν τους ογκόλιθους από ένα άλλο μεγαλιθικό μνημείο από τη νήσο της Ιρλανδίας, στη θέση Κίλαρ.^[78] Επειδή οι ογκόλιθοι ήταν τεράστιοι, ο Μέρλιν ανέλαβε τη μεταφορά τους όπου με μαγικό τρόπο "έκανε τις πέτρες να χορεύουν πάνω από τη θάλασσα". Σύμφωνα με τους μελετητές, ο παραπάνω μύθος έχει ελάχιστα πραγματικά στοιχεία και δημιουργήθηκε κυρίως για να προβάλει το βρετανικό παρελθόν έναντι του σαξονικού. Αυτό υποστηρίζεται από το γεγονός ότι ο μύθος γράφτηκε τη περίοδο της νορμανδικής κυριαρχίας στη Βρετανία.
- ii. Ο Γουόλτερ Τσάρλτον εκφράζει τη πεποίθηση ότι το μνημείο ανεγέρθη από τους Δανούς και αποτελούσε το κοινοβούλιο τους. Η άποψη αυτή καταγράφηκε το 1663 στο βιβλίο του Τσάρλτον, *Χορεία γιγάντων* ή στο *Chorea gigantum or Stone-Heng restored to the Danes*.^[79]
- iii. Ο Τζον Όμπρεϊ στο έργο του *Monumenta Britannica* υποστηρίζει ότι το Stonehenge ήταν ναός χτισμένος από τους Δρυΐδες και ανήκε στη δικαιοδοσία τους.^[80]
- iv. Ο Εκαταίος ο Αβδηρίτης και ο Διόδωρος ο Σικελιώτης αναφέρουν στα έργα τους ένα λαό με το όνομα Υπερβόρειοι που κατοικούσαν σε ένα νησί πέρα από τη γη των Κελτών της Γαλατίας και είχαν κατασκευάσει έναν μεγάλο κυκλικό ναό όπου λατρεύανε το θεό Απόλλωνα. Το Stonehenge χρησιμοποιούταν ως παρατηρητήριο για τη θέση του Ήλιου. Αυτό το γεγονός μπορεί να συγχέεται με τους αρχαίους Έλληνες εξερευνητές και τη λατρεία του Ήλιου που για τους Έλληνες ταυτιζόταν με το θεό Απόλλωνα.^[81]

- ν. Ο Γουίλιαμ Στάκλεϊ, το 1740 δημοσιεύει το βιβλίο του “Stonehenge, A temple restored to the British Druids” παραθέτει στοιχεία της περιοχής που προέκυψαν μέσω δεκαετούς έρευνας μαζί με αξονομετρικό σχέδιο του μνημείου και με ακριβείς του μετρήσεις.

Μέχρι σήμερα μελετητές από όλο τον κόσμο υποστηρίζουν πως το μνημείο είτε χτίστηκε από Μυκηναίους είτε από Ρωμαίους είτε από Βρετανούς. Οι επιστήμονες επίσης διαπίστωσαν ότι αυτοί οι μονόλιθοι λαξεύτηκαν και μεταφέρθηκαν από λατομεία της Ουαλίας και της Ν.Δ. Αγγλίας σύμφωνα με πετρογραφική ανάλυση των ογκόλιθων.^[64] Επίσης, οι αρχαιολόγοι υπολόγισαν ότι το μνημείο παρέμεινε σε χρήση για 1.500 χρόνια περίπου ως λατρευτικός χώρος και ως αστρονομικό παρατηρητήριο ενώ με τη χρήση ραδιενεργών μετρήσεων οι αρχαιολόγοι υπολογίζουν ότι ανεγέρθη μεταξύ του 3000π.Χ.-2000π.Χ (με χρήση αστρονομικών διαγραμμάτων).^[82]

❖ Καρδιά του Νεολιθικού Όρκνεϊ (Heart of Neolithic Orkney)

Η Καρδιά του Νεολιθικού Όρκνεϊ αναφέρεται σε μία ομάδα νεολιθικών μνημείων που βρίσκονται στα Σκωτσέζικα νησιά Όρκνεϊ. Το όνομα υιοθετήθηκε από την Unesco όταν το 1999 τα ανακήρυξε Μνημεία Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Η Καρδιά του Νεολιθικού Όρκνεϊ αποτελείται από τέσσερα μνημεία.^[83]

- Το Ταφικό Μνημείο Maeshowe (Maeshowe).
- Λίθοι του Στέννες (Standing Stones of Stenness).
- Ο Κύκλος του Μπρόντγκαρ (Ring of Brodgar).
- Νεολιθικός Οικισμός Skara Brae (Skara Brae).

α. Ταφικό Μνημείο Maeshowe (Maes Howe)



Το Maes Howe αποτελεί ένα νεολιθικό τύμβο που βρίσκεται στο νησί Mainland του συμπλέγματος των νησιών Όρκνεϊ της Σκωτίας. Ο τύμβος του Maeshowe αποτελείται από χαρακτηριστικούς νεκρικούς θαλάμους και το ταφικό πέρασμα που επιτρέπει την πρόσβαση σε αυτόν ενώ είναι καλυμμένα από 30 τόνους ψαμμίτη. Τα

μνημεία γύρω από το Maeshowe, συμπεριλαμβανομένου και του Skara Brae αποτελούν την Καρδιά του Νεολιθικού Όρκνεϊ και ανακηρύχθηκαν από την Unesco ως Μνημεία Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς το 1999.^[84]

Ο τύμβος λεηλατήθηκε το 12^ο αιώνα από τους Βίκινγκ, οι οποίοι άφησαν στο πέρασμα τους μηνύματα σε ρουνική γραφή στους τοίχους του. Υπάρχουν πάνω από τριάντα μεμονωμένες επιγραφές γεγονός που τις καθιστά τη μεγαλύτερη συλλογή στον κόσμο. Η στέγη του τύμβου καταστράφηκε το 1861 από τους υπερενθουσιώδεις αρχαιολόγους. Ευτυχώς έκαναν σχετικά λίγη δομική ζημία και το μνημείο εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει το σχέδιο και την κατασκευής που δεν εμφανίζεται πουθενά αλλού στα βρετανικά νησιά.

β. Λίθοι του Στέννες

Οι Λίθοι του Στέννες δημιουργούν ένα εντυπωσιακό ένα νεολιθικό μνημείο που βρίσκεται επίσης στο νησί Mainland του συμπλέγματος νησιών Όρκνεϊ της Σκωτίας. Βρίσκεται σε ένα ακρωτήριο στη νότια όχθη του ρέματος που καταλήγει στο νοτιότερο άκρο του θαλάσσιου κόλπου του Στέννες και τη λίμνη του Χάρρεϊ. Το όνομα προέρχεται από μία αρχαία νορβηγική λέξη και σημαίνει πέτρινο ακρωτήριο. Το ρέμα που σήμερα έχει γεφυρωθεί διασχιζόταν παλαιότερα από ένα στενό πέτρινο πέρασμα με τον κύκλο του Μπρόντγκαρ να βρίσκεται περίπου 1.2km ΒΔ κατά μήκος του ρέματος και κοντά στον ισθμό που δημιουργείται ανάμεσα στον κόλπο και τη λίμνη. Το ταφικό μνημείο του Maeshowe είναι περίπου 1.2km ανατολικά από τους λίθους του Στέννες ενώ άλλα νεολιθικά μνημεία που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μαρτυρούν τη σημασία της περιοχής. Οι πέτρες αποτελούν λεπτές πλάκες πάχους περίπου 30cm. Τέσσερις από αυτές, ύψους μέχρι 5m ήταν τα αρχικά στοιχεία ενός ελλειπτικά διαμορφωμένου κύκλου 12 λίθων, διαμέτρου περίπου 32m πάνω σε μία υπερυψωμένη βάση διαμέτρου 44m που περιβάλλονταν από μια τάφρο. Η τάφρος είναι κομμένη στο βράχο σε βάθος μέχρι 2m και έχει πλάτος 7m, κυκλωμένο από μία χωμάτινη όχθη με μία μοναδική είσοδο στη βόρεια πλευρά. Η είσοδος κοιτάζει προς το νεολιθικό οικισμό αγροικιών που ανακαλύφθηκε στον κόλπο Χάρρεϊ. Η Πέτρα-Φύλακας ύψους 5.6m βρίσκεται εκτός του κύκλου ΒΔ δίπλα στη σύγχρονη γέφυρα που οδηγεί στον κύκλο του Μπρόντγκαρ. Άλλες μικρότερες πέτρες περιβάλουν μία τετράγωνη πέτρα τοποθετημένη στο κέντρο μίας



κυκλικής πλατφόρμας όπου βρέθηκαν αποτεφρωμένα οστά, ξυλάνθρακας και πήλινα αγγεία ενώ στο χαντάκι ανακαλύφθηκαν οστά ζώων. Τα πήλινα αγγεία συνδέουν το μνημείο με τον οικισμό Skara Brae και το ταφικό μνημείο Maeshowe και το μνημείο χρονολογείται από το 3000 π.Χ. τουλάχιστον.^[85]



Μέχρι και το 18^ο αιώνα το μνημείο συσχετιζόταν με τελετουργίες νορβηγικών θεών. Όμως ένας αγρότης, το 1814 αφαίρεσε τις πέτρες, ξεκινώντας με την καταστροφή της κοντινής Λίθου Οντίν προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο εθνική κατακραυγή. Έτσι, ο αγρότης σταμάτησε αφού όμως

κατάστρεψε μία πέτρα και ρίχνοντας μία άλλη που εν συνεχεία επανατοποθετήθηκε το 1906 κατά τη διάρκεια μίας ανακριβούς ανακατασκευής του κύκλου. Παρ' όλα αυτά, ακόμα και οι λιγοστοί λίθοι που επέζησαν αρκούν να δημιουργήσουν μία ατμόσφαιρα που προϊδεάζει το μακρινό παρελθόν.

γ. Κύκλος του Μπρόντγκαρ (Ring of Brodgar)

Το Ring of Brodgar είναι ένα νεολιθικό μνημείο και κύκλος μεγαλίθων που βρίσκεται και αυτό στο νησί Mainland. Ο κύκλος βρίσκεται σε ένα μικρό ισθμό ανάμεσα στο Λοχ Στέννες και στο Λόχ Χάρραϊ. Το κέντρο του κύκλου δεν έχει ανασκαφεί ποτέ από τους αρχαιολόγους ούτε έχει επιστημονικά χρονολογηθεί ενώ επιπλέον πιστεύεται ότι ο πέτρινος κύκλος του κατασκευάστηκε γύρω στο 2500π.Χ., γεγονός που το καθιστά συναφές με το μνημείο του Stonehenge και πολλά αρχαία μνημεία στα βρετανικά νησιά και την ηπειρωτική Ευρώπη. Ο κύκλος έχει διάμετρο 104m και είναι από τους μεγαλύτερους που έχουν βρεθεί στην Μ.Βρετανία. Αποτελείται από 60 πέτρες, από τις οποίες οι 27 βρίσκονται ακόμα όρθιες. Οι πέτρες είναι τοποθετημένες σε κυκλική τάφρο βάθους 3m και πλάτους 9m. Παρ' όλο που η ακριβής χρήση του Ring of Brodgar δεν είναι γνωστή η εγγύτητά του με τους Λίθους του Στέννες και το Maes Howe καθώς και το γεγονός ότι η περιοχή γύρω από το μνημείο είναι γεμάτη από όρθιες πέτρες και κυκλικούς χωμάτινους τύμβους πάνω από προϊστορικούς τάφους, καθιστούν την περιοχή σημαντικό θρησκευτικό και πνευματικό τόπο.^[86]

δ. Skara Brae (νεολιθικός οικισμός)



Ο αρχαιολογικός χώρος του Skara Brae αποτελεί ένα μεγάλο πετρόχτιστος νεολιθικό οικισμό που βρίσκεται στον κόλπο του Skaill που βρίσκεται στη δυτική ακτή της νήσου Μείνλαντ και είναι μέρος του συμπλέγματος των νησιών Όρκνεϊ της Σκωτίας.

Αποτελείται από δέκα κτίρια που κατοικούνταν από το 3100-2500π.Χ. περίπου. Το επίπεδο συντήρησης είναι τέτοιο που έχει κερδίσει μία θέση ανάμεσα στα μνημεία παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς της Unesco ενώ πρόκειται για το πλέον ολοκληρωμένο νεολιθικό χωριό της Ευρώπης. Μέχρι το 1850, το Skara Brae βρισκόταν καλυμμένο από εδαφικά ιζήματα. Μεταξύ του 1928-1930 ο οικισμός ανασκάφθηκε πλήρως από τον Βερ Γκόρντον Τσάιλντ. Οι κάτοικοι του Skara Brae ήταν κατασκευαστές και χρήστες των αυλακωμένων αγγείων. Τα κτίρια αυτά χρησιμοποίησαν τη γη για προστασία αλλά καθώς ήταν βυθισμένα στο έδαφος, κατασκευάστηκαν σε στρώματα προϋπαρχόντων οικιακών απορριμμάτων. Αν και τα απορρίμματα παρείχαν στα κτίρια μικρό βαθμό σταθερότητας, λειτουργούσαν σαν στρώματα μόνωσης ενάντια στο σκληρό χειμερινό κλίμα των Όρκνεϊ. Τα κτίρια αυτά κατά μέσο όρο έχουν εμβαδό 40m^2 και είναι αποτελούμενα από ένα μεγάλο τετραγωνικό δωμάτιο που περιέχει μία μεγάλη εστία που την χρησιμοποιούσαν για θέρμανση και οικιακές εργασίας. Επίσης, λόγω της έλλειψης δέντρων και ξυλείας, οι κάτοικοι του Skara Brae χρησιμοποίησαν ξύλα που εκβράζονταν στη ακτή και μπαλένες από φάλαινες με τύρφη και άχυρο για την κατασκευή της στέγης στις κατοικίες τους. Οι κατοικίες περιέχουν πετρόχιστα έπιπλα όπως ντουλάπια, καθίσματα και κιβώτια αποθήκευσης. Το σχέδιο του οικισμού περιλάμβανε ένα περίπλοκο σύστημα αποχέτευσης που περιέλαβε μια πρωτόγονη μορφή τουαλέτας σε κάθε κατοικία. Επτά από τα κτίρια αυτά διέθεταν παρόμοια έπιπλα με τα κρεβάτια και τα ντουλάπια στις ίδιες θέσεις σε κάθε κατοικία. Η θέση των ντουλαπιών (τοποθετημένα στον τοίχο απέναντι από την πόρτα) ήταν το πρώτο πράγμα που παρατηρούσε κάποιος που εισερχόταν στην κατοικία. Η όγδοη κατοικία δεν διέθετε κιβώτια ή ντουλάπια αποθήκευσης, αλλά είχε χωριστεί με παρόμοιο τρόπο σε μικρούς θαλαμίσκους. Κατά τη διάρκεια της ανασκαφής του βρέθηκαν θραύσματα πέτρας, οστών και το ελαφοκέρατος. Έτσι είναι πιθανό το κτίσμα αυτό να χρησιμοποιήθηκε ως εργαστήριο κατασκευής απλών εργαλείων όπως κοκάλινες βελόνες ή τσεκουριών πυρόλιθου.^[87]

Τέλος, στον οικισμό του Skara Brae ανακαλύφθηκε το παλαιότερο γνωστό δείγμα ανθρώπινου ψύλλου *Pulex irritans* στην Ευρώπη. Η χρονολόγηση του έγινε με τη μέθοδο του ραδιενεργού άνθρακα 14 και παρατηρήθηκε ότι ο οικισμός κατοικήθηκε από το 3100π.Χ. περίπου και για περίπου εξακόσια χρόνια. Το 2500π.Χ., μετά την αλλαγή του κλίματος μιας και έγινε ακόμα πιο κρύο και υγρό, ο οικισμός εγκαταλείφθηκε από τους κατοίκους του.

Λίθος Λουντ

Η λίθος Λουντ είναι μία μεγάλης στην κοινότητα Bower του Caithness στην περιοχή των Highland της Σκωτίας περίπου 6km νότια του Castletown. Η λίθος θεωρείται πως ήταν η ταφική πλάκα του Ljot, δούκα του Νορβηγικού Όρκνεϊ του 10^{ου} αιώνα. Με ύψος όμως τριών μέτρων, μοιάζει ψηλότερο από καθετί άλλο και για αυτό το λόγο πιθανότατα να χρησιμοποιήθηκε από τους Νορβηγούς του 10^{ου} αιώνα. Είναι μία από τις πιο εντυπωσιακές όρθιες λίθους του Caithness ενώ ο όγκος και το μέγεθος του είναι συγκρίσιμα με αυτά των λίθων Ring of Brodgar στο Όρκνεϊ.

Επίσης, περίπου 30m από τη λίθο Λουντ βρίσκεται πεσμένη μία δεύτερη πέτρα η οποία όταν ήταν όρθια θεωρούταν πως βρισκόταν πίσω της, κοιτάζοντας προς την κατεύθυνση της δύσης του Ήλιου του θερινού ηλιοστασίου του Βορείου ημισφαιρίου. Στο βιβλίο «The Standing Stones of Caithness» (2003), ο Leslie J. Myatt υπολογίζει την ευθυγράμμιση από την πεσμένη πέτρα μέχρι την λίθο Λουντ στις 322°. Αυτή η ευθυγράμμιση φαίνεται να προτείνει μία δύση του θερινού ηλιοστασίου που είναι βορειότερα από ότι θα έπρεπε σε αυτό το γεωγραφικό πλάτος. Όμως, με υψόμετρο 75m οι πέτρες βρίσκονται ψηλότερα σε σχέση με τον ορίζοντα του Ατλαντικού που βρίσκεται σε αυτή την κατεύθυνση. Η ευθυγράμμιση των δύο λίθων διαφέρει από αυτή του ταφικού μνημείου του Maeshowe που κατασκευάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε το φως του Ήλιου να διεισδύει στον τύμβο κατά την διάρκεια της δύσης του Ήλιου του χειμερινού ηλιοστασίου. Τέλος, ο όρος Ljot είναι πολύ κοντά σε αυτό του Lot ή Loth δηλαδή του μυστικιστικού βασιλιά του Όρκνεϊ και του Lothian στον Αρθουριανό θρύλο ενώ στο «Κέλτικοι Μύθοι και Θρύλοι» ο Τσάρλς Σκούιρ αναγνωρίζει τον Lot ως ενσάρκωση ενός βρετανικού θεού γνωστού στον μεσαιωνικό Ουαλικό μύθο ως Lludd Llaw Eirant. Οι σύγχρονοι μελετητές είναι πιο επιφυλακτικό με τη σύνδεση αυτή.^[88]

1.3.3 Βαγδάτη

Αμπού Αλή αλ-Χασάν Ιμπν αλ-Χαϊτάμ ή αλλιώς Alhazen - 10ο αιώνα μ.Χ.

- Ο Alhazen μετέφρασε τον Ευκλείδη και τον Πτολεμαίο αλλά επίσης συνέγραψε και ο ίδιος περίπου 120 έργα.
- Ο Alhazen χρησιμοποίησε πειραματικές προσεγγίσεις και εφαρμογές της άλγεβρας και της γεωμετρίας αντί αξιωμάτων.
- Μελέτησε λεπτομερέστατα την ανάκλαση και τη διάθλαση και διατύπωσε την υπόθεση ότι το φως διαδίδεται πιο δύσκολα στα πυκνότερα οπτικά υλικά. Επίσης δήλωσε ότι στο γεγονός αυτό οφείλεται και η διάθλασή του.
- Διατύπωσε την άποψη ότι οι φωτεινές ακτίνες κινούνται σε ευθεία γραμμή.
- Ανέφερε στην οπτική του ότι: «Δεν υπάρχει όραση εκτός και αν κάτι εκκινεί από το ορατό αντικείμενο και φτάνει στο μάτι, ανεξάρτητα από το αν κάτι εξέρχεται από αυτό».

1.3.4 Μεσαίωνας

❖ Robert Grosseteste (1175–1253)

Έγραψε μια πληθώρα επιστημονικών έργων αλλά και μεταφράσεις του Αριστοτέλη. Ξεχωριστή θέση έχει το «De luce». Περί φωτός, δηλαδή: Το φως ξεκίνησε από ένα σημείο και άρχισε να πολλαπλασιάζεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Το φως αποτελεί την πρωταρχική σωματιδιακή μορφή από όπου προήλθε ο υλικός κόσμος. ^[89]

❖ Roger Bacon (1214-1294)

Ο Roger Bacon εκφόβισε μια φορά τους σπουδαστές του με τη δημιουργία ενός ουράνιου τόξου με τη διάβαση του φωτός μέσα από χάντρες γυαλιού. Αυτή η επίδειξη χαρακτήρισε μια από τις πιο πρόωρες προσπάθειες να αναπαραχθεί ένα φυσικό φαινόμενο στο εργαστήριο. Ο Bacon επίσης θεωρούσε ότι η Γη ήταν σφαιρική και ότι κάποιος θα μπορούσε να ταξιδέψει γύρω από αυτήν. Η εργασία του έγινε τόσο δημοφιλής που ενθάρρυνε άλλους επιστήμονες να πειραματιστούν και έτσι να επέλθει πιο γρήγορα η αναγέννηση.



Επίσης:

- Ο Bacon θεωρούσε ότι οι φακοί έχουν τη δυνατότητα να διαθέτουν τις εφαρμογές στη διόρθωση της όρασης. Επίσης ήταν από τους πρώτους που προσπάθησε να εφαρμόσει τη γεωμετρία στη μελέτη της οπτικής.
- Ο Bacon διατύπωσε αλλά δεν κατάφερε να αποδείξει ότι τα χρώματα ενός ουράνιου τόξου οφείλονται στην αντανάκλαση και τη διάθλαση του φωτός του Ήλιου μέσω των μεμονωμένων σταγόνων βροχής.

❖ Ουλουγκμπίκ Μωχομέντ Ταραγκάι (1394-1448)

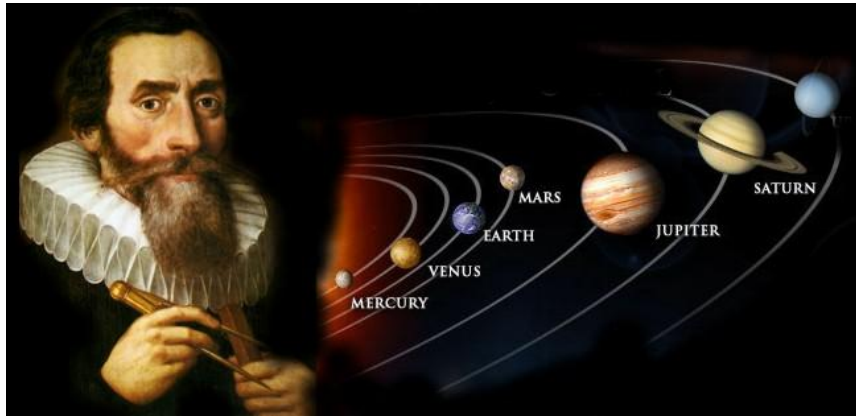
Κατασκεύασε το πρώτο αστεροσκοπείο περίπου το 1430. Ήταν μαρμάρινο εκτοκύκλιο διαμέτρου 40.2m στο επίπεδο του μεσημβρινού και εφεύρε νέους αστρονομικούς πίνακες 1.018 αστερών (έκδοση 1665 Οξφόρδη).

❖ Nicolaus Copernicus (1473-1543)

Ο Κοπέρνικος, λίγο πριν το θάνατο του εξέδωσε το βιβλίο του «De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI» (6 βιβλία για τις περιστροφές των Ουράνιων Σφαιρών) που αποτέλεσε τη βάση για την εξέλιξη της σύγχρονης Αστρονομίας.^[90] Ο Κοπέρνικος υποστήριξε την ηλιοκεντρική θεωρία, την άποψη δηλαδή ότι η Γη και τα άλλα σώματα του ηλιακού συστήματος περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο, σε αντίθεση με την τότε επίσημη γεωκεντρική θεωρία. Στο χειρόγραφο του, ο Κοπέρνικος αναφέρει καθαρά ότι είχε διαβάσει τις απόψεις του Αρίσταρχου του Σάμιου που έθετε τη Γη να περιφέρεται περί τον Ήλιο αλλά και των Πυθαγορείων φιλοσόφων Φιλόλαου και Ικέτα. Επιπλέον, στον πρόλογο του βιβλίου του προστέθηκε χωρίς τη συγκατάθεσή του από τον Οζιάντερ (ιερέα που ανέλαβε την ευθύνη της έκδοσης) ότι: «οι υποθέσεις του Κοπέρνικου δεν είναι απαραίτητο να αληθεύουν ή ακόμη ενδεχομένως είναι πιθανές». Το πρόβλημα με το βιβλίο του ήταν ότι ήταν επαναστατικό, το ηλιοκεντρικό σύμπαν έμοιαζε αδύνατο και εκτός της απλότητάς του, υστερούσε σε ακρίβεια σε σύγκριση με το Πτολεμαϊκό.^[91]



❖ Johannes Kepler (1571-1630)



Εικόνα 1.9: Πλανητικό Μοντέλο κατά Johannes Kepler

- Χρησιμοποίησε τις μετρήσεις του δασκάλου του ο Tych Brahe που εμμένει πιστός στο ηλιοκεντρικό μοντέλο και το βελτίωσε δίνοντας του τρεις νόμους του.^{[92][93]}
- Υποστήριξε ένα αστρολογικό σύστημα βασισμένο στις «αρμονικές» του, δηλαδή τις γωνίες που σχηματίζουν μεταξύ τους τα ουράνια σώματα και σε αυτό που ονομάσθηκε «η μουσική των σφαιρών». Πληροφορίες για τις θεωρίες του αυτές υπάρχουν στο έργο του Harmonice Mundi.^[94]
- Ερμήνευσε θεωρητικά το σχηματισμό των εικόνων από τους φακούς και το τρόπο που λειτουργεί το τηλεσκόπιο στο βιβλίο του Dioptrice («Διοπτρική»)^[95].

Πρέπει επιπλέον να σημειωθεί ότι κυνηγήθηκε από την Ρωμαιοκαθολική Εκκλησία, εγκατέλειψε την Πράγα, περιπλανήθηκε από πόλη σε πόλη, έχασε τη γυναίκα του και τα παιδιά του και υποχρεώθηκε να υπερασπιστεί τη μητέρα του που κατηγορήθηκε ως μάγισσα.^[96]

❖ Galileo Galilei (1564-1642)



Ο Γαλιλαίος υποστήριξε με σημαντικά επιχειρήματα το Κοπερνίκειο σύστημα αφού με τη βοήθεια του τηλεσκοπίου ανακαλύπτει τα 4 μεγαλύτερα φεγγάρια του Δία να κινούνται γύρω από αυτόν.

Το τηλεσκόπιο είχε κατοχυρωθεί με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από τον Οκτώβριο του 1608 από το Φλαμανδρό κατασκευαστή φακών Χανς Λίπερσεϊ και ο Γαλιλαίος στη συνέχεια το μετέτρεψε σε ένα

εντυπωσιακό όργανο. Η καθολική όμως εκκλησία, απρόθυμη να εγκαταλείψει το γεωκεντρικό μοντέλο, τον δίκασε και τον ανάγκασε να ανακαλέσει. Όταν μετά την αναγγελία της ποινής, σηκώθηκε όρθιος μωρμούρισε τη φράση «Errursimuo» (Κι όμως κινείται!).^{[97] [98]}

Πείραμα μέτρησης της ταχύτητας του φωτός

Ο Γαλιλαίος τοποθέτησε δυο ανθρώπους σε δυο απέναντι ισοϋψείς λόφους (κάστρα) που απείχαν περίπου 1.5km. Κάθε άνθρωπος κρατούσε ένα φανάρι, κρυμμένο από τον άλλο. Το πείραμα άρχιζε όταν ο ένας σήκωνε το χέρι του και αποκάλυπτε στον άλλο το φως του φαναριού. Μόλις ο δεύτερος έβλεπε το φως του φαναριού του πρώτου, έπρεπε να σηκώσει το δικό του φανάρι ώστε να φτάσει το φως του προς τον πρώτο άνθρωπο. Ο άνθρωπος αυτός έπρεπε να μετρήσει το χρόνο που έκανε το σήμα για να ταξιδέψει από εκείνον στον απέναντι του και κατόπιν να επιστρέψει πάλι σε αυτόν.

Έτσι, η ταχύτητα του φωτός είχε τη δυνατότητα να υπολογιστεί εύκολα από το χρόνο που μετρήθηκε και από την απόσταση μεταξύ των δύο ανθρώπων. Με τις σημερινές γνώσεις επί του θέματος, το πείραμα αυτό δεν θα μπορούσε να οδηγήσει σε αξιόπιστα αποτελέσματα γιατί:

- α) Ο χρόνος αντίδρασης των ανθρώπων είναι πολύ μεγάλος και αλλοιώνει τις μετρήσεις.
- β) Δεν υπήρχαν τότε αξιόπιστα συστήματα μέτρησης του χρόνου (χρονόμετρα).
- γ) Η απόσταση μεταξύ των δύο ανθρώπων ήταν πολύ μικρή ώστε να γίνει αντιληπτή και να καταμετρηθεί η τεράστια ταχύτητα του φωτός.

Οπωσδήποτε όμως ο σχεδιασμός του πειράματος ήταν «σωστός» επί της αρχής.

❖ **Snell Willebrod Von Roijen (1591-1626)**



Είναι γνωστός για τον ομώνυμο νόμο που συνδέει το ημίτονο της γωνίας πρόσπτωσης με το ημίτονο της γωνίας διάθλασης όταν μια ακτίνα φωτός διέρχεται από έμμεσο σε ένα άλλο.^[79] Αν και δε δημοσίευσε ποτέ την ανακάλυψή του (Νόμος Snell), μιλούσε για αυτήν. Η ανακάλυψή του (1621) του νόμου της διάθλασης ήταν σημαντική για τη μελέτη της φύσης του φωτός.^[99]

❖ Descartes Rene (1596-1650)

Ο Καρτέσιος δημοσίευσε ένα βιβλίο Οπτικής (1637) με τίτλο «Διοπτρική» στο οποίο θεωρούσε το φως αποτελούσε πίεση που μεταδιδόταν ακαριαία κατά τη διέλευση του από διαφανή μέσα. Τα παραδείγματα που φέρνει ο Καρτέσιος στο βιβλίο ανήκουν στη μηχανοκρατική αντίληψη που είχε αυτός για τη φύση. Η ανάκλαση λειτουργούσε όπως ένα τόπι, όμως για τη διάθλαση δεν είχε ανάλογο μηχανικό παράδειγμα και αρκέστηκε να παραθέσει μία μαθηματική σχέση με ημίτονα, η οποία ήταν μεν σωστή αλλά με εσφαλμένο σκεπτικό. Αντίπαλοι του Καρτέσιου διέδιδαν ότι ο διάσημος φυσιοδίφης είχε κλέψει τα αποτελέσματα από άλλον ερευνητή, χωρίς να αντιληφθεί τον τρόπο που αυτός τα αιτιολογούσε.^[100]



Το κύριο ερώτημα των ερευνητών εκείνη την εποχή ήταν αν το φως έχει σωματιδιακή ή κυματική φύση. Μετά από πολλά επιχειρήματα και απόψεις αρκετών δεκαετιών έγινε αποδεκτό ότι ισχύουν και οι δύο απόψεις (Μεταίχμιο 19-20^{ου} αιώνα).

❖ Grimaldi Francesco (1618 - 1663)

Ο Ιταλός Φυσικός Francesco Grimaldi ανακάλυψε το φαινόμενο της περίθλασης του φωτός. Πριν από αυτό υπήρχε το εξής δίλλημα. Υπήρχε η τάση να προκριθεί η κυματική φύση του κύματος αφού πράγματι το φως διαχεόταν και πίσω από ένα εμπόδιο, ύστερα από κάμψη της πορείας του στο εμπόδιο. Το ίδιο συνέβαινε και με τον ήχο για αυτό το λόγο θεωρήθηκε και ο ήχος κυματικό φαινόμενο. Από την άλλη πλευρά όμως, η δημιουργία σκιάς των εμποδίων με σαφές περίγραμμα έδινε την εντύπωση ότι το φως μπορεί να έχει σωματιδιακή φύση. Την προσωρινά τελική απάντηση σ' αυτό το δίλημμα έδωσε ο Ιταλός Φυσικός Francesco Grimaldi (Γκριμάλντι, 1618-1663), ο οποίος τοποθέτησε δύο πετάσματα με μία λεπτή σχισμή το καθένα. Μια ακτίνα φωτός που πέρναγε κι από τις δύο σχισμές δημιουργούσε σε λευκή επιφάνεια μία φωτεινή λουρίδα, λίγο ευρύτερη από το πάχος των σχισμών.^[101] Αυτό το πειραματικό αποτέλεσμα δημοσιεύτηκε το έτος 1665, δύο χρόνια μετά το θάνατο του ερευνητή.



Το πείραμα του Francesco Grimaldi οδήγησε στο συμπέρασμα ότι το φως είναι κύμα και το φαινόμενο κάμψης του ονομάστηκε περίθλαση. Συγκρίνοντας δε την περίθλαση του ήχου και του νερού στα διάφορα εμπόδια, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα

ότι το φως πρέπει να έχει πολύ μικρό μήκος κύματος, αφού το φαινόμενο της περίθλασης παρουσιάζοταν και σε πολύ μικρά εμπόδια.^[102] Αντίθετα, τα ηχητικά κύματα πρέπει να έχουν μεγάλο μήκος κύματος και τα κύματα νερού ακόμα μεγαλύτερο γιατί παρουσιάζουν περίθλαση αντίστοιχα σε πολύ μεγαλύτερα εμπόδια από αυτά του φωτός. Όσο σαφείς κι αν ήταν οι ενδείξεις που προέκυπταν από τα πειράματα του Francesco Grimaldi, οι επιστήμονες διατηρούσαν αμφιβολίες και παραμέλησαν το έργο του πρωτοπόρου ερευνητή.^[103] Μετά από περίπου ενάμιση αιώνα επανήλθαν τα πειράματα του Francesco Grimaldi στην επιφάνεια.^[104]

❖ Μέτρηση της ταχύτητας του φωτός

Η πρώτη μέτρηση της ταχύτητας του φωτός έγινε στο Παρίσι από τον Όλαφ Ρέμερ (Olaf ή Ole Römer, Όρχους 1644 – Κοπεγχάγη 1710), το 1675, που μελετούσε εκλείψεις της Ιούς (δορυφόρος του πλανήτη Δία). Ο Όλαφ Ρέμερ παρατήρησε ότι όταν η Γη κατά την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο ήταν στο κοντινότερο σημείο της ως προς τον Δία, οι εκλείψεις της Ιούς συνέβαιναν νωρίτερα από ότι αναμενόταν ενώ όταν βρισκόταν στο πιο απομακρυσμένο σημείο συνέβαιναν με καθυστέρηση. Μια τέτοια απόκλιση είχε τη δυνατότητα να εξηγηθεί μόνο αν το φως είχε πεπερασμένη ταχύτητα. Πράγματι, ο Ρέμερ τη μέτρησε και υπολόγισε ότι ήταν 210.000 km/s.

❖ Pierre de Fermat 1601-1665 - Αρχή του Ελαχίστου Χρόνου

Σύμφωνα με την αρχή του ελαχίστου χρόνου που είναι γνωστή και σαν αρχή του Pierre de Fermat (Fermat's principle),^[105] το φως κατά τη διαδρομή του μέσα σε ένα μέσο από ένα σημείο A σε ένα σημείο B ακολουθεί τον οπτικό δρόμο που του επιτρέπει να μεταβεί από το A στο B στο μικρότερο δυνατό χρόνο.^[106] Η αρχή αυτή διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον μαθηματικό Pierre de Fermat, το 1662. Σε ένα ισότροπο μέσο (n =σταθερό) ο οπτικός αυτός δρόμος είναι η ευθεία που ενώνει τα σημεία A και B. Όταν όμως το κύμα περάσει από ένα μέσο σε άλλο με διαφορετικό δείκτη διάθλασης, ο χρονικά συντομότερος δρόμος δεν είναι ευθεία επειδή η ταχύτητα του κύματος είναι διαφορετική στα δυο μέσα.^[107] Ο χρονικά συντομότερος δρόμος τότε είναι μια τεθλασμένη γραμμή, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται το φαινόμενο της διάθλασης.^[108]



❖ Isaac Newton 1643-1727

Ο Νεύτωνας μελέτησε την ανάλυση του φωτός σε επιμέρους χρώματα, αν το φως δηλαδή περνούσε μέσα από ένα γυάλινο πρίσμα. Σε μια οθόνη που κατέληγε το φως, ο Νεύτωνας διαπίστωσε ότι το κόκκινο φως είχε υποστεί τη μικρότερη κάμψη ενώ το ιώδες τη μεγαλύτερη.^[109] Ανάμεσα σε αυτά τα δύο παρουσιάζονταν όλα τα γνωστά χρώματα της φύσης με συνεχείς μεταβολές από το ένα στο άλλο. Το σύνολο αυτών των χρωμάτων ονομάστηκε φάσμα του φωτός και είναι γνωστό από το φαινόμενο του ουράνιου τόξου. Όταν ο ερευνητής χρησιμοποιούσε δύο πρίσματα σε κατάλληλη διάταξη τότε γινόταν σύνθεση των χρωμάτων σε λευκό φως όπως το αρχικό. Τα αποτελέσματα αυτά δημοσιεύτηκαν στο βιβλίο του «Οπτική», το 1704 δηλαδή σχεδόν 40 χρόνια μετά την πραγματοποίηση των πειραμάτων. Ο Νεύτωνας με αυτόν τον τρόπο ανέτρεψε την επικρατούσα αντίληψη ότι το λευκό φως ήταν καθαρό και ότι το χρώμα προέκυπτε από επιρροές της ύλης.^[110] Έτσι, το λευκό φως είχε αναγνωριστεί πλέον ως μίγμα των επιμέρους χρωμάτων. Μερικά χρόνια αργότερα, το 1668, ο Νεύτωνας επινόησε ένα νέο τηλεσκόπιο με κάτοπτρα που δεν προκαλεί τις χρωματικές εκτροπές των φακών και δεν είχε απαραίτητα μεγάλο μήκος.



Η ανάλυση του λευκού φωτός έφερε σε κόντρα το Νεύτωνα με τον R. Hooke που διήρκησε αρκετά χρόνια. Ο Νεύτων υποστήριζε τη σωματιδιακή φύση του φωτός. Επίσης απογοητευμένος από τα Galilean τηλεσκόπια διάθλασης που άλλαζαν το χρώμα των αστρονομικών αντικειμένων (χρωματική παρέκκλιση) εφηύρε και στη συνέχεια κατασκεύασε ένα ανακλαστικό τηλεσκόπιο απεικόνισης βάσει δικού του σχεδίου και βασισμένος στις προτάσεις James Gregory.^[111] Στο επιτάφιο επίγραμμά του ο Alexander Pope, ο μεγάλος ποιητής της εποχής ανέφερε: «Η Φύση και της Φύσης οι νόμοι, στη νύχτα ήταν κρυμμένοι. Είπε ο Θεός γενηθήτω Νεύτων και εγένετο φως».

❖ Huygens, Christian (1629 - 1695)



Ο Huygens έστειλε γράμμα στην Ακαδημία Επιστημών στο Παρίσι παρουσιάζοντας τη θεωρία του περί κυματικής φύσης του φωτός που δημοσιεύτηκε στο Traite de Lumiere το 1690. Εκεί δήλωσε ότι το φως προκύπτει από τη ταλάντωση των μορίων σε ένα φωτεινό μέσο.

Μάλιστα, οι ταλαντώσεις αυτές διαδίδονται όπως τα κύματα της θάλασσας μέσα από κάποιον «αιθέρα».^{[111] [112]}

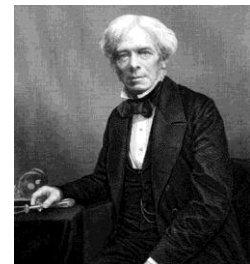
❖ Franklin Benjamin (1706-1790)

Ο B.Franklin απέδειξε ότι οι κεραυνοί δεν προκύπτουν από την οργή του Δία αλλά λόγω ηλεκτρικής εκκένωσης. Έτσι, οι αστραπές τώρα ήταν ένα ηλεκτρικό φαινόμενο.^{[113][114]}



❖ Young Tomas (1773-1829)

Ο Young, υποστήριξε τη θεωρία περί κυματικής φύσης του φωτός του Christian Huygens με το διάσημο πείραμα της διπλής σχισμής.



❖ Michael Faraday (1791-1867)

Με τα πειράματά του σύνδεσε τον ηλεκτρισμό και το μαγνητισμό και εισήγαγε την έννοια του πεδίου.^[115]

❖ James Clerk Maxwell (1831 - 1879)

Το 1872 δημοσιεύτηκε η εργασία που έκανε τον James Clerk Maxwell διάσημο, το «A Treatise on Electricity and Magnetism» (Πραγματεία πάνω στον Ηλεκτρισμό και το Μαγνητισμό) όπου παρουσιάζονται οι ονομαζόμενες για την εποχή εξισώσεις του Maxwell. Ο R.Feynman είπε ότι «μετά από 10000 χρόνια από τώρα, το πιο σημαντικό γεγονός του 19^{ου} αιώνα θα θεωρείται η ανακάλυψη από το Maxwell των νόμων της ηλεκτροδυναμικής. Ο Αμερικανικός εμφύλιος θα ωχριά ως ασήμαντο, επαρχιώτικο γεγονός.»



❖ Heinrich Rudolf Hertz 1857-1894

Ο Hertz το 1888 επιβεβαίωσε την ηλεκτρομαγνητική κυματική φύση του φωτός και μάλιστα τότε τα ΗΜ κύματα καλούνταν και ερτζιανά. Τα κύματα αυτά συνιστούν διάδοση ηλεκτρικού (E) και μαγνητικού (B)



πεδίου καθέτων μεταξύ τους και ως προς την διεύθυνση που διαδίδονται και παράγονται από επιταχυνόμενα ηλεκτρικά φορτία, παλλόμενα ηλεκτρικά δίπολα κ.α. ^[116]

❖ Το πείραμα των Michelson–Morley

Ο Michelson ήθελε να αποδείξει την ύπαρξη του αιθέρα. Όμως το 1887 μετά από 7 χρόνια επαναλήψεων του πειράματος, οι Michelson–Morley δημοσίευσαν τα οριστικά τους αποτελέσματα. Δεν ανιχνεύτηκε αιθέρας. Ο αιθέρας είχε το πιο γελοίο σύνολο ιδιοτήτων (αραιή και σταθερή ουσία του σύμπαντος) αλλά αποτελούσε το μοναδικό αντιληπτό τρόπο για την εξήγηση της διάδοσης του φωτός. Τώρα όμως όλοι έπρεπε να παραδεχτούν ότι το φως διαδίδεται με κάποιο τρόπο στο κενό.

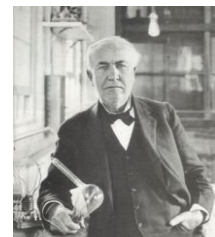
❖ Wilhelm Conrad Röntgen



Το έργο και η ανακάλυψη του Wilhelm Conrad Röntgen δίνουν νόημα στη φράση του Γκαίτε ότι «τα ίχνη της γήινης πορείας μας δεν θα εξαλειφθούν στον αιώνα». Στις 8 Νοεμβρίου του 1895 ανακάλυψε τις ακτίνες X που αποτελούν μορφή αόρατης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος μεταξύ 10 με 0.01nm. ^[117]

❖ Thomas Alva Edison

Ο περισσότερος παραγωγικός εφευρέτης της σύγχρονης εποχής. Αν και αυτοδίδακτος δραστηριοποιήθηκε σε πολλούς τομείς της τεχνικής. ^[118]



❖ Max Karl Ernst Ludwig Planck

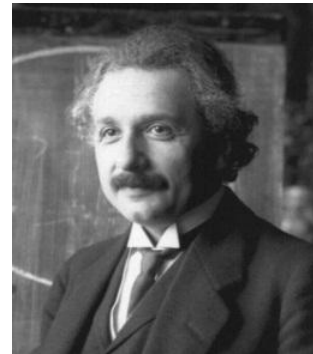
Το 1894 ο Max Karl Ernst Ludwig Planck έστρεψε την προσοχή του στο πρόβλημα της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος αφού είχε αναλάβει την ανακάλυψη αυτή για λογαριασμό εταιρειών ηλεκτρισμού όσον αφορά το τρόπο παραγωγής του περισσότερου δυνατού φωτός με λαμπτήρες που θα κατανάλωναν την ελάχιστη ενέργεια. Στο σημείο αυτό εισάγει την έννοια των κβάντα (πακέτα ενέργειας), τα οποία στη συνέχεια θα μετονομαστούν σε φωτόνια. Έτσι, η θεωρία περί φωτός αναδιαμορφώνεται.



Το φως αποτελείται από τα φωτόνια λέει ο Planck, σωματίδια δηλαδή με μηδενική όμως μάζα ηρεμίας, και κάθε φωτόνιο ισοδυναμεί με ένα πακέτο ενέργειας. Η σωματιδιακή δηλαδή θεωρία επανέρχεται στο προσκήνιο και οι παλαιές αντιπαραθέσεις μεταξύ των υποστηρικτών της κυματικής και των υποστηρικτών της σωματιδιακής φύσης αναζωπυρώθηκαν.^[119]

❖ Albert Einstein

Το 1905 ένας άλλος Γερμανός φυσικός, ο Albert Einstein^[94] για να ερμηνεύσει το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο εισάγει την έννοια του φωτοηλεκτρονίου και διατυπώνει την άποψη ότι το φως αποτελείται από σωματίδια, που όμως έχουν ιδιότητες κύματος, αποδεχόμενος στην πραγματικότητα την ορθότητα και των δύο θεωριών και συμβιβάζοντας τις αντιμαχόμενες μερίδες. Για αυτή του την εργασία τιμήθηκε με το βραβείο νόμπελ.^[95]



Επίσης, στην αξιωματική θεμελίωση της Σχετικότητας όσον αφορά τη ταχύτητα του φωτός αναφέρει: «Η ταχύτητα του φωτός δεν εξαρτάται από την ταχύτητα της φωτεινής πηγής».^{[120] [121]}

❖ Φωτοηλεκτρικό Φαινόμενο

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο είναι η εκτίναξη ηλεκτρονίων από την επιφάνεια μιας μεταλλικής πλάκας όταν αυτή φωτιστεί με κατάλληλο φως. Το φως αποτελείται από σωματίδια που ονομάζονται φωτόνια. Κάθε φωτόνιο σύμφωνα με τον Planck έχει ενέργεια που δίνεται από την σχέση: $E=h \cdot f$ όπου f είναι η συχνότητα του φωτός και h η σταθερά του Planck.

Ένα άτομο του μετάλλου μπορεί να απορροφήσει ένα ολόκληρο φωτόνιο και όχι μέρος αυτού. Εάν η ενέργεια του φωτονίου είναι αρκετή το ηλεκτρόνιο θα αποσπασθεί από το άτομο του μετάλλου. Εάν όμως το φωτόνιο δεν έχει την ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια, τότε το φωτόνιο δεν απορροφάται και το ηλεκτρόνιο θα παραμείνει στην τροχιά του ασχέτως με το πόσο ισχυρή είναι η φωτεινή ακτινοβολία (φως). Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο εμφανίζεται μόνο για ακτινοβολίες που έχουν συχνότητες επάνω από μια συγκεκριμένη τιμή. Για ένα δεδομένο μέταλλο υπάρχει μια κατώτερη τιμή συχνότητας κάτω από την οποία κανένα ηλεκτρόνιο δεν εξάγεται.^[122]

❖ Η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας

Η Γ.Θ.Σ στηρίζεται στο γεγονός ότι η βαρύτητα δεν είναι μια δύναμη σαν τις άλλες και οφείλεται στην καμπύλωση που προκαλείται στον χωροχρόνο εν παρουσία μάζας ή ενέργειας. Από τις συνέπειες της ειδικής θεωρίας της Σχετικότητας είναι η ισοδυναμία μάζας-ενέργειας. Μια ακτίνα φωτός εφόσον διαθέτει ενέργεια έχει και την αντίστοιχη μάζα. Συνεπώς θα δέχεται τη βαρυτική έλξη από την παρουσία ύλης. Η θεωρία επιβεβαιώθηκε από τον Arthur Eddington από την έκλειψη Ηλίου (1919) και σήμερα με την εξέλιξη της κβαντομηχανικής και τη συμβολή των Bohr, του Louis de Broglie, Heisenberg, του Erwin Schrödinger και του Richard Feynman, δεχόμαστε ότι το φως άλλοτε συμπεριφέρεται σαν κύμα και άλλοτε σαν πλήθος σωματιδίων (διττή φύση).

Τέλος, στην κβαντική θεωρία του φωτός ορίζεται με την ενέργεια του σωματίου ως συνάρτηση της συχνότητας $E = h \cdot f$. Αλλά μια αμιγής σωματιδιακή θεωρία δεν θα μας έδινε τη δυνατότητα να ορίσουμε τη συχνότητα. Για το λόγο αυτό στην περίπτωση του φωτός αναγκαζόμαστε να εισάγουμε ταυτόχρονα την ιδέα του σωματιδίου και του κύματος.

1.4 MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

Διάταξη που χρησιμοποιείται ως ενισχυτής ή πομπός ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών μοριακών ή ατομικών συστημάτων. Η λέξη MASER σημαίνει ενίσχυση μικροκυμάτων με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας. Στην αρχή η συσκευή λειτουργούσε στην περιοχή μικροκυμάτων του φάσματος συχνοτήτων, ενώ αργότερα η λειτουργία της επεκτάθηκε και στην περιοχή των οπτικών συχνοτήτων (LASER).

Η πρώτη συσκευή MASER κατασκευάστηκε και λειτούργησε από τον Αμερικανό Τσαρλς Τάουνς το 1954. Η λειτουργία της βασίζεται στην ιδιότητα που έχουν τα άτομα του αζώτου, που βρίσκονται στο μόριο της αμμωνίας, να ταλαντεύονται. Σ' αυτές τις ταλαντώσεις τα άτομα του αζώτου μετακινούνται ανάμεσα σε δύο συμμετρικές θέσεις, σχετικά με το επίπεδο που ορίζεται από τα τρία άτομα του υδρογόνου. Σε μία δεδομένη στιγμή υπάρχουν μόρια αμμωνίας με κατώτερη και ανώτερη ενεργειακή στάθμη, με ίδιο πληθυσμό, που μπορούν να διαχωριστούν μεταξύ τους, όταν διοχετευτούν στο ηλεκτροστατικό σύστημα εστίασης της συσκευής, που αποτελείται από δύο πόλους με αντίθετα φορτία. Στη συνέχεια, διοχετεύονται μέσα σε μία κοιλότητα συνήχησης, απ' όπου με μία εξαναγκασμένη εκπομπή, παράγεται μία ταλάντωση που μπορεί να ληφθεί από κάποιο δέκτη. Οι συσκευές MASER είναι συσκευές ακριβείας και χρησιμοποιούνται

με επιτυχία για την ενίσχυση ασθενών σημάτων στις τηλεπικοινωνίες με δορυφόρους και σ' άλλους τομείς της ραδιοαστρονομίας.^{[123] [124]}

1.5 **LASER** (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*)

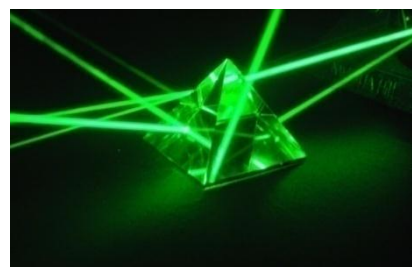


Η ονομασία LASER είναι ακρωνύμιο των λέξεων: Ενίσχυση Φωτός με Εξαναγκασμένη Εκπομπή Ακτινοβολίας (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) που περιγράφει πολύ περιληπτικά τον τρόπο λειτουργίας ενός Laser. Το Laser αποτελεί συσκευή που ελέγχει το

τρόπο με τον οποίο ενεργοποιημένα άτομα απελευθερώνουν φωτόνια. Η περιοχή μηκών κύματος του κυμαίνεται από την υπέρυθρη έως και την υπεριώδη περιοχή. Το φως Laser μπορεί να γίνει εξαιρετικά έντονο, ιδιαίτερα κατευθυντικό και πολύ καθαρό στο χρώμα (συχνότητα).^[125] Οι συσκευές Laser κατευθύνονται στο φάσμα συχνότητας των ακτινών X και είναι παρόμοιες συσκευές και στην περίπτωση των μικροκυμάτων. Όταν έντονες κόκκινες και πράσινες ακτίνες Laser αερίου φωτός π.χ. Laser αργού και neodymium διασχίζουν ένα χώρο, οι πορείες τους κάμπτονται αισθητά δεδομένου ότι χτυπούν τους καθρέφτες.^[126] Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τις μοναδικές ιδιότητες του φωτός Laser για να εκτελέσουν τα πειράματα που στο παρελθόν ήταν αδύνατα. Το φως Laser δεν είναι πάντα ορατό. Έτσι είτε ορατό είτε όχι, η υψηλή ένταση ακόμη και του περιπλανώμενου φωτός μπορεί να είναι επικίνδυνη στο λεπτό ιστό των ματιών.

1.5.1 *Ιστορική Αναδρομή*

Η υποκινημένη εκπομπή ή αλλιώς διαδικασία για τη δράση του Laser προτάθηκε αρχικά από τον Albert Einstein το 1917. Οι αρχές λειτουργίας τους περιγράφηκαν από τους αμερικανούς φυσικούς Arthur Leonard Schawlow και Charles Hard Townes στους



οποίους απονεμήθηκε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1958 που αμφισβητήθηκε αργότερα από τον αμερικανό φυσικό και μηχανικό Gordon Gould. Το 1960, ο αμερικανός φυσικός Theodore Maiman παρατήρησε την πρώτη κίνηση στο σταθερό ρουμπίνι. Ένα έτος αργότερα ένα Laser αερίου ηλίου-νέου κατασκευάστηκε από το γεννημένο στο Ιράν

αμερικανό φυσικό Ali Javan. Το 1964 απονεμήθηκε βραβείο Νόμπελ φυσικής στην κβαντική ηλεκτρονική –Laser, στους φυσικούς Ν.Γ.Μπασόορ και Α.Μ. Προχόροφ της Ε.Σ.Σ.Δ και στον Τ.Τάουνς των Η.Π.Α. Κατόπιν το 1966, ένα υγρό Laser κατασκευάστηκε από τον επίσης αμερικανό φυσικό Peter Sorokin. Το δικαστήριο των αμερικανικών διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας το 1977, ενέκρινε μία από τις αξιώσεις του Gould που αφορούσε τις αρχές λειτουργίας του Laser.^{[127][128]}

1.5.2 Αρχή Λειτουργίας

Τα Laser εκμεταλλεύονται τα άτομα προκειμένου να αποθηκεύσουν και να εκπέμψουν το φως. Τα ηλεκτρόνια στα άτομα ενός μέσου Laser αντλούνται από μια πηγή ενέργειας. Έπειτα "υποκινούνται" από τα εξωτερικά φωτόνια για να εκπέμψουν την αποθηκευμένη ενέργεια υπό μορφή φωτονίων, μία διαδικασία γνωστή ως υποκινημένη εκπομπή.^[100] Τα εκπεμπόμενα φωτόνια έχουν μια συχνότητα χαρακτηριστική των ατόμων σε συμφωνία με τα παρακινητικά φωτόνια και προσκρούουν στη συνέχεια σε άλλα κινούμενα άτομα για να απελευθερώσουν περισσότερα φωτόνια.

Η ελαφριά ενίσχυση επιτυγχάνεται ως κίνηση φωτονίων πέρα δώθε μεταξύ δύο παράλληλων καθρεφτών που προκαλούν τις περαιτέρω υποκινημένες εκπομπές. Το έντονο κατευθυντικό και μονοχρωματικό φως Laser φεύγει τελικά μέσω ενός από τους καθρέφτες που ασημώνεται «μόνο» μερικώς. Πιο συγκεκριμένα, το Laser αποτελείται κυρίως από τρία στοιχεία:^[129]

- Ένα ενεργό μέσο ή ένα μέσο ενίσχυσης.
- Μια πηγή άντλησης.
- Μια οπτική κοιλότητα ή κοιλότητα συντονισμού ή ένα οπτικό αντηχείο.

❖ Ενεργό μέσο

Η ύλη και το φως ως γνωστόν αλληλεπιδρούν. Όταν ένα άτομο ύλης εκτίθεται σε μια ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η κατανομή του ηλεκτρικού του φορτίου επηρεάζεται περιοδικά από την ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας. Συνεπώς, λαμβάνει χώρα μεταφορά ενέργειας ανάμεσα στα φωτόνια και το άτομο. Έτσι διακρίνονται τρεις περιπτώσεις αλληλεπιδράσεως:^[130]

- Απορρόφηση.
- Αυθόρμητη εκπομπή ακτινοβολίας.

- Εξαναγκασμένη εκπομπή.

Το μέσο που επιτρέπεται να υφίσταται η εκπομπή Laser ονομάζεται ενεργό μέσο και μπορεί να βρίσκεται είτε σε στερεά, είτε σε υγρή είτε σε αέρια φάση.

❖ Πηγή άντλησης

Σύμφωνα με τη θεωρία των ενεργειακών καταστάσεων, η αντιστροφή πληθυσμών που είναι απαραίτητη για τη λήψη δράσης Laser, απαιτεί τη διέγερση ατόμων σε ένα ανώτερο επίπεδο ενέργειας. Αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω μιας εξωτερικής πηγής ενέργειας.^[131]

Αυτό και ονομάζεται άντληση. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι άντλησης όπως:

- Οπτική.
- Ηλεκτρονική.
- Θερμική.
- Χημική.
- Με βαρέα στοιχεία.
- Με ιονίζουσες ακτινοβολίες.

❖ Οπτική κοιλότητα

Η ενίσχυση του φωτός εξαρτάται εκτός από την ισχύ της πηγής εξωτερικής άντλησης και από την αύξηση των διαστάσεων του ενεργού μέσου. Αυτό έχει προφανώς περιορισμένες διαστάσεις οπότε και πρέπει να ακολουθηθεί μια διαδικασία που θα επιτρέπει την εκμετάλλευση πολλαπλών περασμάτων της εξαναγκασμένης ακτινοβολίας μέσα από το εκάστοτε μέσο ενίσχυσης.^[132] Η παραπάνω διαδικασία επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας κοιλότητας συντονισμού που αποτελείται από δυο κάτοπτρα, εκ των οποίων το ένα ημιπερατό, επιτρέπει σε κάποιο ποσοστό της ακτινοβολίας να εξέλθει στέλνοντας εξ ανακλάσεως το υπόλοιπο ποσοστό μέσα στο ενεργό μέσο, τα διεγερμένα άτομα του οποίου και παράγουν εκ νέου εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας. Αυτή η κοιλότητα ονομάζεται και οπτικό αντηχείο εφόσον οι περιοχές συχνότητας που μας απασχολούν ανήκουν στο υπέρυθρο, το ορατό ή το υπεριώδες.

Χαρακτηριστικά δέσμης

- 1) Συμφωνία φάσης: Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της δέσμης Laser. Μια ακτινοβολία ονομάζεται συμφωνική χωρικά ή χρονικά όταν υπάρχει δυνατότητα να υπολογιστεί η φάση του κύματος και το πλάτος του για κάθε χρονική στιγμή και σε κάθε σημείο ξεκινώντας από κάποιες γνωστές τιμές. Η συμφωνία φάσης διακρίνεται σε χρονική και χωρική.
- 2) Κατευθυντικότητα: Οι συμβατικές πηγές φωτός εκπέμπουν ακτινοβολία σε όλες τις διευθύνσεις. Συνεπώς, η ένταση της ακτινοβολίας σε κάποιο σημείο του χώρου μειώνεται με το τετράγωνο της απόστασης αυτού του σημείου από την πηγή. Έτσι, λόγω των ιδιοτήτων του αντηχείου, η εκπομπή φωτός πραγματοποιείται μόνο παράλληλα και πολύ κοντά στον οπτικό άξονα της κοιλότητας.
- 3) Ενεργειακή κατανομή στο χώρο: Η κατανομή της ενέργειας σε μια διατομή μιας δέσμης Laser καθορίζει την ενεργειακή της κατανομής ενώ επίσης η μορφολογία της ενεργειακής κατανομής καθορίζεται από τη διαμόρφωση του αντηχείου. Διάφορες μορφολογίες είναι εφικτές κάτω από την ονομασία του Εγκάρσιου Ηλεκτρομαγνητικού Ρυθμού. Επιπλέον, οι δείκτες x, y είναι θετικοί ακέραιοι και εκφράζουν τις κατανομές έντασης κατά μήκος των δυο αξόνων x, y καθέτων στον άξονα z (άξονας δέσμης).
- 4) Πυκνότητα ισχύος: Η ένταση της δέσμης μπορεί να είναι πολύ υψηλή καθώς η αποδιδόμενη ενέργεια είναι εστιασμένη σε μια πολύ μικρή επιφάνεια. Η λειτουργία του Laser είναι συνεχής ή παλμική. Για την παλμική λειτουργία, η ενέργεια αποδίδεται σε έναν παλμό ή σε μια σειρά επαναλαμβανόμενων παλμών. Δεδομένου ότι η διάρκεια ενός παλμού μπορεί να είναι της τάξης των 10^9 sec , η ισχύς είναι πάρα πολύ μεγάλη (MW) ακόμα και αν η συνολική αποδιδόμενη ενέργεια είναι πολύ χαμηλή (10^{-3} J).
- 5) Διάφοροι τύποι Laser: Τα Laser ταξινομούνται σε στερεάς κατάστασης, αερίων, ημιαγωγών και υγρών.
 - ✓ *Laser στερεάς κατάστασης:* Τα πιο κοινά στερεά μέσα του Laser είναι ράβδοι των ροδοκόκκινων κρυστάλλων και των εμπλουτισμένων με neodymium γυαλιών και κρυστάλλων. Οι άκρες της ράβδου διαμορφώνονται σε δύο παράλληλες επιφάνειες που καλύπτονται με μια μη μεταλλική ταινία απεικόνισης. Τα στερεάς κατάστασης Laser προσφέρουν την παραγωγή υψηλότερης δύναμης. Χρησιμοποιούνται συνήθως με έναν παλλόμενο τρόπο για να παράγουν μια

έκρηξη φωτός κατά τη διάρκεια ενός σύντομου χρόνου. Εκρήξεις τόσο σύντομες όπως 10-15sec έχουν επιτευχθεί, χρήσιμες στη μελέτη φυσικών φαινομένων πολύ συνοπτικής διάρκειας. Η άντληση επιτυγχάνεται με το φως από τους σωλήνες λάμπης ξένου, τους λαμπτήρες τόξων ή τους λαμπτήρες μετάλλου ατμού. Το φάσμα συχνότητας έχει επεκταθεί από το υπέρυθρο (IR) στην υπεριώδη ακτίνα (UV) με τον πολλαπλασιασμό της αρχικής συχνότητας Laser με το κρύσταλλο όπως διυδρογόνο καλίου, φωσφορικό άλας και τα μήκη κύματος των ακτινών X έχουν επιτευχθεί στοχεύοντας με ακτίνες Laser έναν yttrium στόχο. ^[133]

✓ *Laser αερίου:* Τα Laser αργού μπορούν να παράγουν μια σειρά γαλαζοπράσινων μηκών κύματος φωτός. Χρησιμοποιούνται στη ψυχαγωγία και έχουν πολλές ιατρικές χρήσεις όπως στη χειρουργική επέμβαση ματιών και τη σκλήρυνση-πήξη των σφραγισμάτων των δοντιών. Οι χειριστές επίσης χρησιμοποιούν αυτό τον τύπο Laser για να παράγουν τις ολογραφικές εικόνες. Το μέσο ενός Laser αερίου μπορεί να είναι ένα καθαρό αέριο, ένα μίγμα αερίων ή ακόμα και ατμός μετάλλων και περιλαμβάνεται συνήθως σε έναν κυλινδρικό σωλήνα γυαλιού ή χαλαζία. Δύο καθρέφτες βρίσκονται έξω από τις άκρες του σωλήνα για να διαμορφώσουν την κοιλότητα Laser. ^[134] Τα Laser αερίου αντλούνται από το υπεριώδες φως, τις δέσμες ηλεκτρονίων, το ηλεκτρικό ρεύμα ή τις χημικές αντιδράσεις. Το Laser ηλίου-νέου είναι γνωστό για τη σταθερότητα υψηλής συχνότητας, την αγνότητα χρώματος και την ελαστική ακτίνα που διαδίδεται. Τα Laser διοξειδίου του άνθρακα είναι πολύ αποδοτικά και συνεπώς είναι τα ισχυρότερα Laser συνεχών κυμάτων.

✓ *Laser Ημιαγωγών:* Η πιο συμπαγής ακτινοβολία Laser είναι αυτή των Laser ημιαγωγών που αποτελείται συνήθως από μία σύνδεση μεταξύ των στρωμάτων των ημιαγωγών με τις διαφορετικές ηλεκτρικές ιδιότητες τους. Τα Laser ημιαγωγών αντλούνται από άμεση εφαρμογή του ηλεκτρικού ρεύματος πέρα από τη σύνδεση και δύνανται να χρησιμοποιούνται ως Laser συνεχών κυμάτων με καλύτερη από 50% αποδοτικότητα. Το αρσενίδιο γαλλίου είναι ο πιο κοινός ημιαγωγός χρησιμοποιούμενος για αυτά και χρησιμοποιούνται κυρίως σε CD players και σε εκτυπωτές Laser. Στη δεκαετία του '90 οι επιστήμονες ανέπτυξαν τα μπλε και τα ιώδη Laser επειδή καταφέρνουν να εκπέμπουν φως με μικρά μήκη κύματος και μπορούν να επιτρέψουν σε ένα CD να χωρέσει περισσότερες

πληροφορίες. Επίσης δίνουν τη δυνατότητα στους εκτυπωτές Laser να τυπώνουν πιο καθαρά ή εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως οικιακός φωτισμός προκειμένου να εξοικονομηθεί ενέργεια.^[135]

- ✓ *Υγρά Laser:* Τα πιο κοινά υγρά Laser είναι ανόργανες χρωστικές ουσίες που περιλαμβάνονται στα περιβλήματα γυαλιού και αντλούνται από τους έντονους λαμπτήρες λάμπης με ένα τρόπο σφυγμού ή από ένα Laser αερίου με τον τρόπο συνεχών κυμάτων.
- ✓ *Laser ελεύθερης ακτινοβολίας:* Τα Laser που χρησιμοποιούν ηλεκτρόνια ασύνδετα στα άτομα αντλούν την ικανότητα από μία σειρά μαγνητών που αναπτύχθηκαν αρχικά το 1977 να αποτελέσουν σημαντικά ερευνητικά όργανα. Είναι παρόμοια με τα Laser χρωστικών ουσιών και κάποια από αυτά έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν ολόκληρο φάσμα από υπέρυθρες ακτίνες στις ακτίνες X. Τα Laser αυτού του τύπου θα πρέπει επίσης να είναι ικανά να παράγουν πολύ υψηλής ισχύος ακτινοβολία αφού αυτή την περίοδο είναι πολύ ακριβή να παραχθεί.

1.5.3 Εφαρμογές των Laser

Τα Laser αποτελούν πολύτιμα εργαλεία στη βιομηχανία, την επιστημονική έρευνα, την επικοινωνία, την ιατρική, το στρατιωτικό τομέα και τις τέχνες.

- ✓ *Βιομηχανία:* Τα υψηλής ισχύος Laser συγκολλήσεων χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία προκειμένου να ενώσουν τα μεγάλα κομμάτια των σκληρών μετάλλων, παράγοντας θερμοκρασίες πάνω από 5500°C (περίπου 10.000°F). Σημαντικό τους πλεονέκτημα είναι ότι οι ισχυρές ακτίνες μπορούν να εστιαστούν επιτόπου σε ένα μικρό σημείο με μεγάλη πυκνότητα ισχύος. Συνεπώς οι ακτίνες μπορούν εύκολα να θερμάνουν, να λιώσουν ή να ατμοποιήσουν το υλικό κατά τρόπο ακριβή. Η χρήση τους αναφέρεται σε διάφορα θέματα π.χ. σαν τρυπάνια για διαμάντια, στη διαμόρφωση εργαλειομηχανών και μικροηλεκτρονικής δομής τσιπ ημιαγωγών, για τη κοπή σχεδίων μόδας, για τη σύνθεση νέων υλικών καθώς επίσης και για την πρόκληση ελεγχόμενης πυρηνικής τήξης. Ο ισχυρός συντονισμός του Laser κάνει επίσης πιθανή τη μεγάλη φωτογραφία έκθεσης διαφορά trillionths ενός δευτερολέπτου μέσα σε ορισμένο χρόνο. Οι ιδιαίτερες κατευθυντικές ακτίνες Laser χρησιμοποιήθηκαν και για την ευθυγράμμιση στην

κατασκευή του γρήγορου συστήματος διέλευσης της περιοχής στον κόλπο του San Francisco.

Άλλη εφαρμογή τους αφορά τη χρήση τους στον έλεγχο των μετακινήσεων του γήινου φλοιού και στις γεωδαιτικές έρευνες, αποτελώντας τους αποτελεσματικότερους ανιχνευτές ορισμένων τύπων ατμοσφαιρικών ρύπων. Επιπλέον, τα Laser έχουν χρησιμοποιηθεί για τον ακριβή προσδιορισμό της απόστασης της Γης από διάφορους πλανήτες και για δοκιμές της θεωρίας της Σχετικότητας. Οι πολύ γρήγοροι ενεργοποιημένοι διακόπτες Laser αναπτύσσονται για τη χρήση τους επίσης σε επιταχυντές μορίων και έχουν βρεθεί τεχνικές για τη χρησιμοποίηση των ακτινών Laser για να επιβραδύνουν τα άτομα στη μελέτη των φασμάτων όπου αποδείχθηκαν και εξαιρετικά ακριβείς.

- ✓ *Επιστημονική έρευνα:* Επειδή το φως των Laser είναι ιδιαίτερα κατευθυντικό και μονοχρωματικό, τα εξαιρετικά μικρά ποσά ελαφριάς διασποράς ή μικρών μετατοπίσεων συχνότητας μπορούν εύκολα να ανιχνευθούν. Με τη βοήθεια των Laser καθορίζεται η ταχύτητα του φωτός με πρωτοφανή ακρίβεια και οι χημικές αντιδράσεις μπορούν να προκληθούν επιλεκτικά, ενώ επίσης η ύπαρξη των ουσιών ιχνών στα δείγματα μπορούν να ανιχνευθούν. Επιπλέον, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τα Laser για να παγιδεύσουν και να μελετήσουν τα ενιαία άτομα καθώς και μικρότερα τους (παγίδα μορίων).
- ✓ *Επικοινωνία:* Το φως των Laser έχει την ικανότητα να ταξιδέψει και να διανύσει μεγάλες αποστάσεις στο εξωτερικό διάστημα με λίγη μείωση της δύναμης των σημάτων. Λόγω της υψηλής συχνότητάς του, το φως Laser μπορεί να φέρει π.χ. 1.000 φορές τα τηλεοπτικά κανάλια που φέρονται σήμερα από τα μικροκύματα. Τα Laser είναι επομένως ιδανικά για τις διαστημικές επικοινωνίες. Οι οπτικές ίνες χαμηλών απωλειών έχουν αναπτυχθεί για να διαβιβάσουν το φως Laser για την επικοινωνία Earth bound στα συγκροτήματα τηλεφώνων και ηλεκτρονικών υπολογιστών. Οι τεχνικές Laser έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης για την καταγραφή πληροφοριών υψηλής πυκνότητας.
- ✓ *Ιατρική:* Οι έντονες και στενές ακτίνες του φωτός Laser μπορούν να κόψουν ιστούς χωρίς καταστροφή των περιβαλλόντων υγείων σε μικρό χρονικό διάστημα ενός δευτερολέπτου. Επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί για να ενώσουν τον αμφιβληστροειδή, να ατμοποιήσουν τα τραύματα και σε δοκιμές εργαστηρίων σε μικρά βιολογικά δείγματα.

- ✓ *Στρατιωτικές εφαρμογές:* Το Ινστιτούτο Στόχων Nova των Η.Π.Α. έχει διαμορφώσει μία αίθουσα με στόχο να δημιουργήσει το ισχυρότερο Laser στον κόσμο. Μέσα στην αίθουσα στόχων, δέκα ακτίνες Laser κατευθύνονται ταυτόχρονα προς ένα μικρό δείγμα καυσίμων παράγοντας αντιδράσεις τήξης. Το Laser χρησιμοποιείται για την έρευνα όπλων και έχει τη δυνατότητα να βοηθήσει τους επιστήμονες στο μέλλον να ερευνήσουν τη χρήση της τήξης ως αποτέλεσμα μιας πιθανής ενέργειας. Έχουν επίσης κατασκευαστεί συστήματα καθοδήγησης Laser για τα βλήματα, τα αεροσκάφη και τους δορυφόρους. Η χρήση των ακτινών Laser έχει επιπλέον προταθεί ενάντια στα εχθρικά βαλλιστικά βλήματα όπως στο αμυντικό σύστημα που προωθήθηκε από τον Πρόεδρο των Η.Π.Α. Ronald Reagan το 1983.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Στο παρελθόν, η εξέλιξη των δομικών υλικών δημιούργησε το σημερινό τρόπο δόμησης των Μεγαλιθικών Μνημείων του 21^{ου} αιώνα. Η πέτρα ήταν το κυρίαρχο υλικό στα Μεγαλιθικά Μνημεία της αρχαιότητας, λόγω αφθονίας της στη φύση αλλά και των μηχανικών της ιδιοτήτων. Η τεχνική της κατεργασίας αλλά και η τοποθέτηση της εξελίχθηκε με το πέρασμα των χρόνων ενώ τα δείγματα μεγαλεπήβολων αλλά και απλών κατασκευών δεσπόζουν ανά τους αιώνες μέχρι σήμερα. Η πέτρα συνεχίζει να είναι ένα χρησιμοποιούμενο στη δόμηση υλικό καθώς η εξέλιξη της τεχνολογίας στην εξόρυξη, στη μεταφορά, στην κοπή, στην επεξεργασία καθώς και στο φινίρισμα της, έδωσε τη δυνατότητα δημιουργίας νέων προϊόντων ενώ παράλληλα έκανε τη χρήση της πιο προσιτή μειώνοντας το κόστος κατασκευής.

Έτσι, η σύγχρονη αρχιτεκτονική ταίριαξε την πέτρα με άλλα σύγχρονα υλικά αναδεικνύοντας τη φυσική ομορφιά του υλικού αυτού. Στα Μεγαλιθικά Μνημεία του 21^{ου} αιώνα εν αντιθέσει με αυτά της αρχαιότητας χρησιμοποιήθηκαν αντί της πέτρας, υπερσύγχρονα δομικά υλικά όπως διάφορα είδη κρυστάλλων (πιεζοηλεκτρικοί, φωτονικοί και τεχνητοί κρύσταλλοι), οπτικές ίνες και διάφοροι τύποι Laser που καταλαμβάνουν κυρίαρχη θέση τόσο στη δομή όσο και στη λειτουργία τους. Όλα αυτά θα αναλυθούν διεξοδικά στη συνέχεια.

2.1 Ιστορική Αναδρομή Κρυστάλλων

Από την αρχή της εξέλιξης της ανθρωπότητας σε αυτόν τον πλανήτη, ο άνθρωπος αντιλήφθηκε ότι η απόκοσμη δύναμή των κρυστάλλων μεταδίδεται εξαιτίας μιας εσωτερικής, κρυμμένης ενέργειας που μεταφέρουν. Αυτή η ενέργεια σχετίζεται με την ικανότητά τους να αντανακλούν το ίδιο το φως, την αγνότητα, τη δύναμη και τη μαγεία τους. Μέσα από χιλιάδες διαφορετικά χρώματα, διαφορετικές όψεις και σχήματα δινόταν η ευκαιρία στον άνθρωπο να βρεθεί σε κόσμους φανταστικούς, ονειρικούς, γεμάτους από ομορφιά και αρμονία.

Οι κρύσταλλοι είναι από τις απλούστερες και πιο σταθερές δομές του πλανήτη και αυτός ίσως να είναι και ο λόγος της δύναμής τους. Φτιαγμένοι από επαναλαμβανόμενα πρότυπα ατόμων ή μορίων συνδέονται και σχηματίζουν μια σταθερή μορφή. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες υλικές φόρμες είναι μια σύνθεση διάφορων μοριακών τύπων που ενώνονται για να σχηματίσουν μια «οντότητα». Πολλοί από αυτούς ιδιαίτερα ο Χαλαζίας, παρουσιάζουν μια παράξενη ιδιότητα που αναφέρεται από τους επιστήμονες

ως «πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο». Γενικά, στη σημερινή εποχή όπου η πρόοδος της τεχνολογίας είναι ταχύτατη, οι κρύσταλλοι χρησιμοποιούνται για τη μεταβίβαση και ενίσχυση των ενεργειών με πολλούς διαφορετικούς τρόπους.^[136] Για παράδειγμα, τα ρουμπίνια τόσο τα φυσικά όσο και τα τεχνητά χρησιμοποιούνται στα Laser ενώ τα Διαμάντια στην κατασκευή εργαλείων. Έτσι, κάθε χρόνο εξορύσσονται τεράστιες ποσότητες κρυστάλλων και στη συνέχεια επεξεργάζονται ώστε να γίνουν κατάλληλοι για την ανάλογη χρήση.

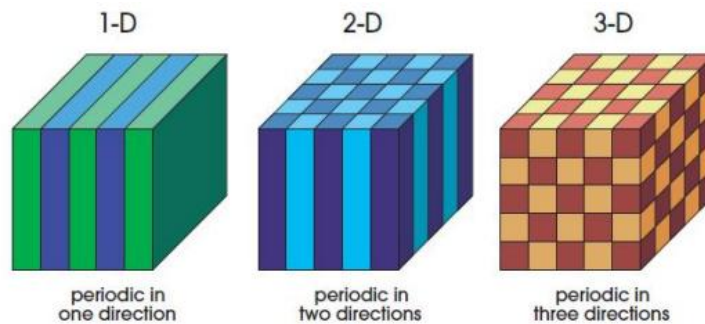
2.1.1 Πιεζοηλεκτρικοί Κρύσταλλοι

Οι κρύσταλλοι λειτουργούν στη θεμελιώδη συχνότητα αλλά και στις αρμονικές της που δεν είναι ακέραια πολλαπλάσια αυτής και βρίσκονται πολύ κοντά της. Η θερμοκρασία επιδρά και αλλοιώνει την πυκνότητα, τις διαστάσεις και το μέτρο ελαστικότητας του κρυστάλλου. Ακόμη, εμπεριέχεται σε κάψουλα με κενό αέρος ή αδρανές αέριο για την αποφυγή οξείδωσης και απωλειών από τη δημιουργία υπερήχων μέσα στον αέρα. Ορισμένες κοπές είναι δυνατόν να προβλεφθούν με διάκενο αέρα ενώ η ρύθμιση του επιτρέπει τη μικρή μεταβολή της συχνότητας.^[137]

2.1.2 Φωτονικοί Κρύσταλλοι

Το είδος αυτό των κρυστάλλων αποτελούν τεχνητές δομές που διαθέτουν ενεργειακά απαγορευμένα χάσματα για το φως, αντίστοιχα με τα ενεργειακά χάσματα των ημιαγωγών για τις ηλεκτρονικές καταστάσεις. Οι φωτονικοί κρύσταλλοι (Photonic Crystals, PC's) είναι νανοδομές στις οποίες δύο μέσα με διαφορετικές διηλεκτρικές σταθερές ή δείκτες διάθλασης διατάσσονται στον χώρο έτσι ώστε να κατασκευάζουν μια περιοδική δομή. Έτσι σχηματίζονται διατάξεις όπου περιοχές με υψηλό δείκτη διάθλασης εναλλάσσονται περιοδικά με περιοχές χαμηλού δείκτη διάθλασης. Επομένως, ένας φωτονικός κρύσταλλος είναι μια περιοδική δομή χαμηλών απωλειών με περιοδικότητα της τάξεως του μήκους κύματος του φωτός.

Τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν τις ιδιότητες των φωτονικών κρυστάλλων είναι το είδος της περιοδικότητας, η διηλεκτρική σταθερά του υλικού ή των υλικών που αποτελούν τον κρύσταλλο καθώς και η εν γένει γεωμετρία του. Υπάρχουν κρύσταλλοι που παρουσιάζουν περιοδικότητα στη μία, στις δύο ή και στις τρεις διαστάσεις του χώρου.^{[142][143]}



Εικόνα 2.1: Μονοδιάστατοι, δισδιάστατοι και τρισδιάστατοι φωτονικοί κρύσταλλοι. Τα διαφορετικά χρώματα αναπαριστούν υλικά με διαφορετική διηλεκτρική σταθερά.

Εφαρμογές φωτονικών υλικών που δύνανται να πραγματοποιηθούν σήμερα είναι:

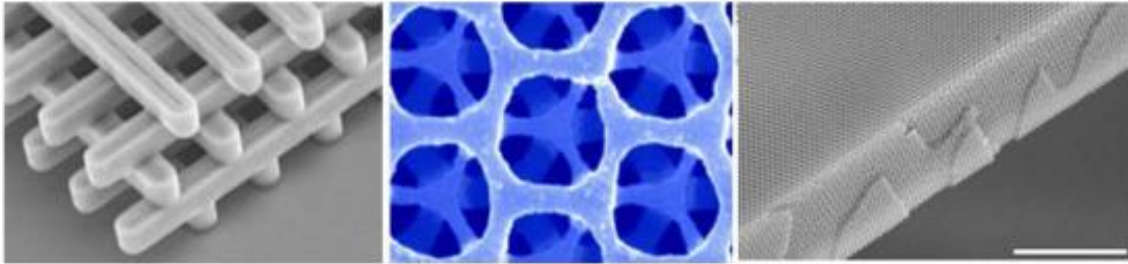
- Δημιουργία κατάλληλων κεραιών ή προστατευτικών φίλτρων για τα κινητά τηλέφωνα ώστε η ακτινοβολία να κατευθύνεται σε απόσταση από τον εγκέφαλο.
- Δημιουργία αποδοτικότερων Laser και άλλων πηγών εκπομπής ή λήψης ακτινοβολίας.
- Κατασκευή αισθητήρων για την ανίχνευση επικίνδυνων αερίων.
- Αστρονομία με την κατασκευή οπτικών φίλτρων για την αναγνώριση ουράνιων σωμάτων.

Όσον αφορά τους τρόπους κατασκευής υπάρχουν πολλοί τρισδιάστατων φωτονικών κρυστάλλων που διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

α) Λιθογραφικές και ολογραφικές μέθοδοι: Στο σχεδιασμό του φωτονικού κρυστάλλου χρησιμοποιείται η λιθογραφική ή ολογραφική μέθοδος προκειμένου να αφαιρεθεί το απαιτούμενο υλικό ώστε να σχηματιστεί ο φωτονικός κρύσταλλος. Ο σχεδιασμός γίνεται συνήθως από ένα σύστημα δέσμης ηλεκτρονίων (e-beam) πάνω σε φιλμ ευαίσθητο σε ηλεκτρόνια που έχει εναποτεθεί πάνω στο επιλεγμένο υλικό. Το κομμάτι του φιλμ που εκτίθεται σε ηλεκτρονική ακτινοβολία απομακρύνεται και το υπόλοιπο χρησιμοποιείται ως μάσκα προκειμένου να προστατεύσει το υλικό που θα αποτελέσει εν τέλει το φωτονικό κρύσταλλο. Το ακάλυπτο κομμάτι του υλικού φεύγει (etching) είτε με ξηρές διαδικασίες (dry-etch) είτε με υγρές διαδικασίες (wet-etch). Συνήθως επειδή αυτή η μέθοδος επεξεργάζεται ένα επίπεδο της δομής την κάθε φορά θα πρέπει να επαναληφθεί τόσες φορές όσα είναι τα επιθυμητά επίπεδα που επιθυμούνται να δημιουργηθούν.

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο επίπονη από όλες αλλά επίσης είναι και αυτή που δίνει το μέγιστο έλεγχο τόσο στις δομές που σχεδιάζονται (π.χ. ατέλειες, κυκλώματα) όσο

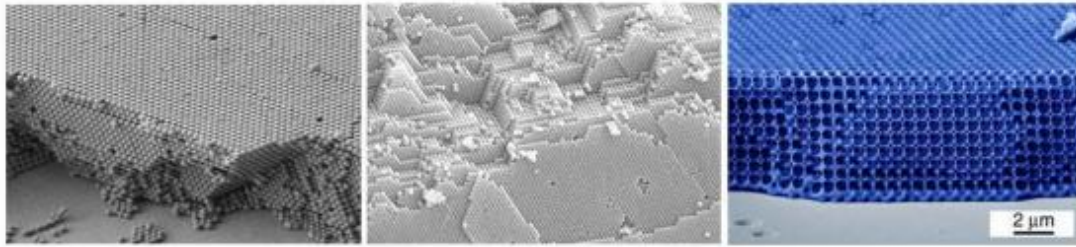
και στα υλικά που χρησιμοποιούνται (δυνατότητα για μεγάλες διαφορές στους δείκτες διάθλασης). Στην ολογραφική μέθοδο ο σχεδιασμός γίνεται εξ' ολοκλήρου στον H/Y χρησιμοποιώντας πολλαπλές δέσμες Laser και γράφεται η τρισδιάστατη δομή πάνω σε φωτοευαίσθητο υλικό. Το μειονέκτημά της όμως είναι ο περιορισμός που παρουσιάζει σε υλικά με μικρή διαφορά στους δείκτες διάθλασης.^[146]



Εικόνα 2.2: Τρία είδη φωτονικών κρυστάλλων.

β) Μέθοδοι αυτοργάνωσης: Κολλοειδή διαλύματα οργανώνονται αυθόρμητα σε μία σταθερή δομή. Αποτελεί μία ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική μέσω της διαδικασίας της ιζηματοποίησης υπό βαρύτητα. Σε αυτή τη διαδικασία, τα σωματίδια αιωρούμενα σε διάλυμα παραμένουν στο κάτω μέρος του δοχείου καθώς εξατμίζεται ο διαλύτης. Η αρνητική πλευρά αυτής της τεχνικής είναι η μεγάλη χρονική διάρκεια που απαιτείται. Μειονέκτημα τους είναι ότι τα υλικά είναι μικρού δείκτη διάθλασης και έτσι είναι δύσκολο να δημιουργηθούν κρύσταλλοι με τρισδιάστατο φωτονικό χάσμα ζώνης. Αυτό ξεπερνιέται με τη μέθοδο της ένθεσης υλικών με υψηλό δείκτη διάθλασης μέσα από τα κενά που αφήνουν οι κολλοειδείς σφαίρες. Κατόπιν με μια χημική μέθοδο (etch) μπορούν να διωχθούν οι σφαίρες και να αφήσουν μόνο το ένθετο υλικό. Η δομή που δημιουργείται είναι η συμπληρωματική από την αρχική αλλά έχει την ίδια συμμετρία και απαιτούμενη μεγάλη διαφορά σε δείκτες διάθλασης. Τέλος, έχειδειχτεί ότι τέτοιες δομές (inverted opal) έχουν πράγματι πλήρες φωτονικό χάσμα ζώνης.^[147]

Το δεύτερο σημαντικό τους μειονέκτημα είναι ότι δεν δίνεται η δυνατότητα για αρκετό έλεγχο στη δομή που δημιουργείται ενώ επίσης έχει ελάχιστο έλεγχο για τη δημιουργία ατελειών και μικροδομών. Το θετικό της όμως είναι ότι μεγάλες ποσότητες έχουν τη δυνατότητα να φτιαχτούν σχετικά εύκολα. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τρεις φωτονικοί κρύσταλλοι που είναι φτιαγμένοι με την παραπάνω μέθοδο.



Εικόνα 2.3: Τρεις φωτονικοί κρύσταλλοι που είναι φτιαγμένοι με την μέθοδο αυτοργάνωσης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν και διάφορες άλλες τεχνικές για πιο γρήγορη και αποτελεσματική δημιουργία κρυστάλλων από την αυτοργάνωση. Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση είναι η αυτοργάνωση συμπολυμερούς με διαφορετικούς τύπους συστάδων (π.χ. υδρόφιλη και υδρόφοβη).^[148] Οι δύο αυτές συστάδες αυτοργανώνονται σε διάφορες περιοδικές μορφολογίες ανάλογα με το κλάσμα όγκου της κάθε συστάδας. Στην εικόνα φαίνονται οι διάφορες μορφολογίες που μπορούν να επιτευχθούν. Ιδιαίτερα καλά καθορισμένες δομές δίνουν τα συμπολυμερή τύπου πολυστυρένιο-b-πολυισοπρένιο.^[149]

2.1.1 Τεχνητοί Κρύσταλλοι

- Nd: YAG

Το Nd:YAG αποτελεί τύπο κρυστάλλου που χρησιμοποιείται σε στερεά κατάσταση Laser και είναι ένας από τους πιο κοινούς τύπους Laser που χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση και κοπή με Laser καθώς και τη διάτρηση σε ένα ευρύ φάσμα υλικών. Το ενεργό μέσο τους είναι ο κρύσταλλος $Y_3Al_5O_{12}$ (Yttrium Aluminum Garnet) στον οποίο μερικά από τα ιόντα Y^{+3} έχουν αντικατασταθεί από Nd^{3+} . Η εκπομπή των Laser αυτών είναι στο κοντινό υπέρυθρο (NIR) στα $1.06\mu m$. Μερικά χρήσιμα χαρακτηριστικά του κρυστάλλου είναι τα εξής: οι στενές φασματικά γραμμές απορρόφησης ($\sim 6cm^{-1}$), ο χρόνος ζωής (λόγω αυθόρμητης εκπομπής) του επιπέδου E_3 είναι $255 \times 10^{-6} sec$ ενώ του επιπέδου E_2 είναι $30 nsec$ όπου η ενεργός διατομή της εξαναγκασμένης εκπομπής είναι $\sigma_{EE} \approx 2.7-8.8 \times 10^{-19}$ εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία και την περιεκτικότητα του κρυστάλλου σε Nd^{3+}). Συγκρίνοντας λοιπόν με την αντίστοιχη ενεργό διατομή του ruby Laser που είναι $\sigma_{EE} \approx 2.5 \times 10^{-20}$ παρατηρείται ότι για μια δοσμένη αναστροφή πληθυσμών ΔN ο συντελεστής απολαβής $\gamma_0(v)$ του συστήματος θα είναι περίπου 25 φορές μεγαλύτερος από ότι στο ruby Laser. Γι' αυτό το λόγο, τα Laser Nd:YAG δύνανται να λειτουργούν εύκολα κατά συνεχή τρόπο (CW operation). Έτσι, τα Laser Nd:YAG σε

παλμική λειτουργία έχουν τη δυνατότητα να δώσουν ενέργεια μέχρι μερικά Joule ανά παλμό. Λαμβανομένης δε υπόψη επιπλέον της χρονικής διάρκειας του παλμού (~10nsec), η αντίστοιχη ισχύς είναι της τάξης των 10^8W .

Την τελευταία δεκαετία με την τεράστια πρόοδο που έχει επιτευχθεί στην ανάπτυξη των διοδικών Laser, οι λυχνίες εκκένωσης τείνουν να αντικατασταθούν από τα διοδικά Laser ως πηγές άντλησης των Laser στερεάς γενικότερα και των Nd:YAG ειδικότερα. Τα πλεονεκτήματα είναι προφανή. Αντί για τις συστοιχίες των πυκνωτών και τα μεγάλα σε μέγεθος τροφοδοτικά που χρησιμοποιούνταν για την ηλεκτρική τροφοδοσία των λυχνιών, τώρα αρκούν οι μικρές μπαταρίες για να τροφοδοτήσουν τα διοδικά Laser που εκπέμπουν γύρω από τα 800nm και αυτά με τη σειρά τους να αντλήσουν τον κρύσταλλο του Nd:YAG. Αυτό που εύκολα γίνεται αντιληπτό είναι η δραματική μείωση των διαστάσεων των Laser. Επίσης, τα Nd:YAG Laser χρησιμοποιούνται ευρύτατα τόσο στη βασική έρευνα όσο και σε πληθώρα εφαρμογών. Κάποιες από αυτές τις εφαρμογές είναι στους τομείς της ιατρικής (οφθαλμολογία, κοσμητική ιατρική, χειρουργική, οδοντιατρική), των μετρήσεων (τηλεμετρία), στρατιωτικών εφαρμογών (καταδείκτες στόχων), θερμοπυρηνικής σύντηξης, κατεργασίας υλικών (διάτρηση, συγκόλληση, κοπή, εγχάραξη, τόννευση, λείανση). Στη βιομηχανία τα Laser Nd:YAG έχουν αντικαταστήσει τις παραδοσιακές μεθόδους καθώς δίνουν γρήγορα και οικονομικά αποτελέσματα με πολύ καλό έλεγχο στην επεξεργασία των προϊόντων. Το Laser Nd:YAG καθώς είναι ένα παλμικό Laser οπτικής άντλησης μπορεί να δώσει ισχύ της τάξης δεκάδων ή εκατοντάδων MWatts και είναι κατάλληλα σε περιπτώσεις όπου απαιτείται μεγάλη ακρίβεια και ελάχιστο θερμικό αποτέλεσμα (συγκολλήσεις μικροκυκλωμάτων, κατασκευή ηλεκτρικών επαφών, κατεργασία στοιχείων μικροκυκλωμάτων).

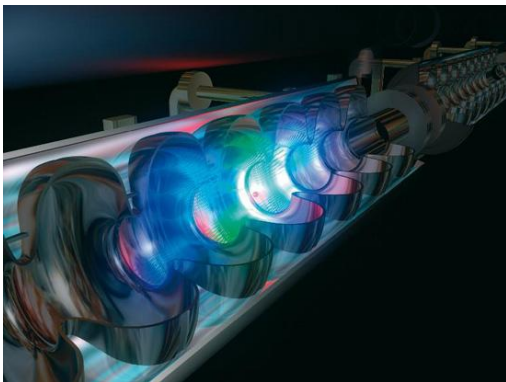
Επίσης με τη χρήση ειδικών οπτικών κρυστάλλων στη διεύθυνση εξόδου της ακτινοβολίας από το Laser είναι δυνατό να παραχθεί ακτινοβολία με μήκος κύματος το μισό ή το ένα τρίτο ή το ένα τέταρτο της θεμελιώδους ακτινοβολίας του Laser ($1064/2=532$, $1064/3=355$ και $1064/4=266\text{nm}$). Επιπρόσθετα, οι διαδικασίες αυτές ονομάζονται γένεση της δεύτερης, τρίτης, και τέταρτης αρμονικής της θεμελιώδους ακτινοβολίας του Laser αντίστοιχα και χαρακτηρίζονται ως μη γραμμικές διαδικασίες.

[150]

- Ti:Sapphire

Το Ti:Sapphire αποτελεί το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο κρύσταλλο που παράγει εξαιρετικά βραχείς παλμούς υψηλής απόδοσης και ισχύος Laser. Το Laser Ti:Sapphire αποτελείται από τρισθενή ιόντα τιτανίου (Ti^{3+}) αντικαθιστούν μερικά άτομα Al μέσα στο πλέγμα του κρυστάλλου Al_2O_3 , σε περιεκτικότητα 0.1% κατά βάρος, δημιουργώντας το ενεργό υλικό $32Ti:AlO$. Η δράση Laser στο ενεργό αυτό υλικό δείχθηκε για πρώτη φορά το 1982. Τα Laser της κατηγορίας αυτής λειτουργούν παλμικά ή και κατά συνεχή τρόπο. Τα Ti:Sapphire Laser είναι μεταβλητού μήκους κύματος και παρουσιάζουν τη μέγιστη δυνατότητα μεταβολής μήκους κύματος από όλα τα μέχρι σήμερα γνωστά Laser, 660-1180nm. ^[151]

2.2 Free Electron Laser



Τα Laser αυτού του τύπου χρησιμοποιούν ελεύθερα ηλεκτρόνια ασύνδετα στα άτομα αντλώντας την ικανότητα αυτή από μία σειρά μαγνητών που αναπτύχθηκαν αρχικά το 1977 και αποτελούν τώρα σημαντικά ερευνητικά όργανα. Έχουν παρόμοιες ιδιότητες με τα Laser χρωστικών ουσιών και θεωρητικά ένας μικρός αριθμός τους θα μπορούσε να καλύψει ολόκληρο το φάσμα από τις υπέρυθρες έως τις ακτίνες X. Επίσης, θα πρέπει να γίνουν ικανά να παράγουν πολύ υψηλής ισχύος ακτινοβολία που αυτή την περίοδο είναι ιδιαίτερα ακριβή και δύσκολη να παραχθεί. ^[152]

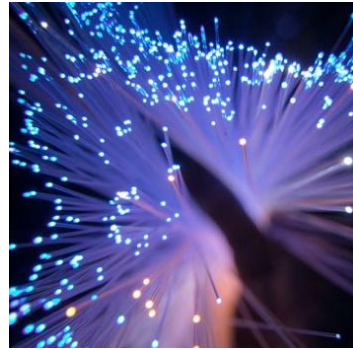
2.3 Οπτικές Ίνες

Η ιδέα της επικοινωνίας χρησιμοποιώντας το φως υπήρχε πολύ πριν την εφεύρεση των οπτικών ινών. Χρειάστηκαν αρκετά χρόνια ώστε να ωριμάσουν οι ιδέες που αφορούσαν τα απλά οπτικά μέσα σε οπτικές ίνες. Η ανάγκη για τη μεταφορά φωτός χρησιμοποιώντας καλώδια για επικοινωνία οδήγησε στην εφεύρεση των οπτικών ινών (optical fiber).

Οι οπτικές ίνες αποτελούν έναν υβριδικό τομέα. Ξεκινώντας σαν ένα εκμεταλλεύσιμο οπτικό προϊόν, οι οπτικές ίνες χρησιμοποιήθηκαν σαν οπτικά μέρη και στη συνέχεια ως ένα νέο μέσο επικοινωνίας ενώ ο τομέας αυτός "δανείστηκε" ιδέες και ορολογία από τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες. Πομποί και δεκτές μετατρέπουν σήματα από ηλεκτρικά σε οπτικά και αντιστρόφως και προκειμένου να κατανοηθούν σωστά έπρεπε πρώτα να

κατανοηθούν οι τομείς των οπτικών, των τηλεπικοινωνιών αλλά και των ηλεκτρονικών. Οι οπτικές ίνες είναι λοιπόν πολύ λεπτές κυλινδρικές ίνες γυαλιού με διάμετρο 8μm και εντάσσονται στην κατηγορία των ψηφιακών τεχνολογιών. Είναι διαφανείς και εύκαμπτες και κατασκευάζονται συνήθως από εξαιρετικά καθαρό γυαλί από πλαστικό αλλά και από quartz.^[153]

Επίσης έχουν τη δυνατότητα να ανακλούν το φως προς τον άξονα τους και να το κρατούν στο εσωτερικό τους. Έτσι, οι δέσμες φωτός μεταδίδονται εύκολα και γρήγορα. Με τη χρήση μιας δέσμης Laser, ένα σήμα μπορεί να μεταδοθεί δια μέσου οπτικών ινών απόσταση μεγαλύτερη από 50χλμ. χωρίς ενδιάμεση ενίσχυση. Οπότε υπάρχουν οπτικές ίνες που



σε

κατασκευάζονται από πλαστικό. Επίσης, καταβάλλονται σημαντικές προσπάθειες για να βελτιωθούν οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους ενδέχεται στο μέλλον να αποτελέσουν ένα αξιόπιστο μέσο μετάδοσης ισάξιο της γυάλινης ίνας. Αν οι ίνες αποτελούνταν μόνο από ένα υλικό τότε το φως που «ταξιδεύει» στο εσωτερικό τους θα περνούσε από την μια ίνα στην άλλη όταν θα ερχόταν σε επαφή. Γι' αυτό κάθε ίνα επικαλύπτεται με ένα λεπτό στρώμα υλικού μικρότερου δείκτη διάθλασης ή με πολλά λεπτά στρώματα έτσι ώστε κάθε επόμενο στρώμα να έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης από τον προηγούμενο. Τέλος, στο σύστημα της γυάλινης ίνας τοποθετείται ένα περίβλημα που την προστατεύει και την κάνει πιο ανθεκτική σε μηχανικές καταπονήσεις.^[124]

Κάθε οπτική ίνα αποτελείται λοιπόν από τρία κύρια μέρη:

- ο Την κεντρική γυάλινη κυλινδρική ίνα (πυρήνας) και είναι το τμήμα στο οποίο διαδίδεται το φως. Ο πυρήνας περιβάλλεται από την επίστρωση (cladding).
- ο Τον πλαστικό μανδύα γνωστό ως περίβλημα, που είναι ένας ομόκεντρος με τον πυρήνα κύλινδρος και έχει ως στόχο την προστασία της ίνας κατά την εγκατάσταση.
- ο Το εξωτερικό πλαστικό περίβλημα που αποτελείται από αδιαφανές πλαστικό.

Οι οπτικές ίνες εμφανίζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως:

- *Χαμηλό κόστος.* Ένα καλώδιο οπτικών ινών είναι πολύ πιο οικονομικό, σε σχέση με ένα χάλκινο καλώδιο ίδιας απόστασης και δυνατοτήτων. Αυτό ωφελεί αφενός τις εταιρείες παροχής υπηρεσιών και αφετέρου τους καταναλωτές.
- Επιτυγχάνονται *υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων* (της τάξης των Gbps).
- *Μικρή εξασθένιση σήματος* εξαιτίας του γυαλιού που χρησιμοποιείται ως μέσο μετάδοσης. Ακόμη και αν υπάρξει κάποια μικρή εξασθένιση σήματος τότε διορθώνεται πολύ εύκολα μέσω κατάλληλων ενισχυτών.
- Παραμένουν *ανεπηρέαστες από τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία* με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται και σε βιομηχανικό περιβάλλον.
- Η *υποκλοπή ή η παρεμβολή πληροφορίας* είναι εξαιρετικά δύσκολη με αποτέλεσμα οι οπτικές ίνες να αποτελούν ένα πολύ ασφαλές μέσο μετάδοσης.
- Το *βάρος και ο όγκος* τους είναι *αρκετά μικρότερος* από το βάρος και τον όγκο των χάλκινων αγωγών.
- *Δεν επηρεάζονται από υγρό περιβάλλον* επομένως δεν υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας βραχυκυκλωμάτων.
- *Δεν μεταφέρουν ηλεκτρικό σήμα* με αποτέλεσμα να συνιστάται η χρήση τους σε περιοχές υψηλού κίνδυνου εκρήξεων από σπινθήρες.

Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα των οπτικών ινών είναι η δυσκολία υλοποίησης συνδέσεων, όπου απαιτείται υψηλή προσαρμογή και ευθυγράμμιση της φωτεινής πηγής, για να μην υπάρχουν σημαντικές απώλειες. Παρ' όλα αυτά όμως, η έρευνα στην περιοχή των οπτικών ινών καθώς και η πρόοδος της τεχνολογίας κατάφερε να αντιμετωπίσει με επιτυχία τα παραπάνω προβλήματα. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα παρατηρείται σταδιακή αντικατάσταση των συμβατικών μεθόδων και συμβατικών οργάνων μέτρησης με συστήματα αισθητήρων οπτικών ινών. ^[155]

2.3.1 LED

Η εκπομπή του οπτικού σήματος σε οπτική ίνα γίνεται από πηγή LED (light Emmiting Diode) και τα μήκη κύματος του φωτός, που η οπτική ίνα είναι σχεδιασμένη να μεταφέρει, ποικίλουν από 800nm μέχρι 1500nm. οι οπτικές ίνες είναι διηλεκτρικοί οδηγοί αποτελούμενοι από τρεις ομοαξονικούς κυλίνδρους, την κεντρική ίνα (core) η οποία έχει συντελεστή διάθλασης n_k , την επίστρωση (cladding) η οποία έχει ένα χαμηλότερο συντελεστή διάθλασης n_k από αυτό της κεντρικής ίνας και το κάλυμμα (buffer). Οι οπτικές ίνες διαφοροποιούνται, κατ' αρχήν, από τον τρόπο μετάδοσης του

σήματος σε αυτές. Η πρώτη βασική διάκριση είναι μεταξύ των πολύτροπων και μονότροπων οπτικών ινών.

2.3.2 Εφαρμογές Φωτισμού με οπτικές ίνες

Οι οπτικές ίνες μεταφέρουν φως και οι ανάπτυξη τους είναι ραγδαία τα τελευταία χρόνια σε θέματα φωτισμού εξωτερικών και εσωτερικών χώρων καθώς είναι εύκολη η εγκατάσταση και συντήρηση τους καθώς επίσης είναι ασφαλείς και κατάλληλες για μια τεράστια ποικιλία φωτιστικών εφαρμογών. Έτσι, ένα τυπικό σύστημα φωτισμού με οπτικές ίνες συνήθως αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Μια ειδική συσκευή με τη φωτεινή πηγή (λαμπτήρα).
- Μια δεσμίδα οπτικών ινών (συμβατή με τη συσκευή και τον εξοπλισμό της).
- Τερματικά φωτιστικά σώματα (σταθερά, κινητά, διακοσμητικά).

Οι εφαρμογές φωτισμού με οπτικές ίνες είναι πρακτικά αναρίθμητες. Καταρχάς οποιοσδήποτε χώρος παρουσιάζει δυσκολίες να φωτιστεί με συμβατικό φωτισμό μπορεί να φωτιστεί με οπτικές ίνες. Στενά δωμάτια, μικροί χώροι, ανεπαρκώς αεριζόμενοι χώροι, μικρές προθήκες, έργα τέχνης, πίνακες, αρχαιολογικά ευρήματα, εμπορικά εκθέματα και πάσης φύσεως αντικείμενα και υλικά ευαίσθητα στη θερμοκρασία ή την υπεριώδη ή υπέρυθη ακτινοβολία, χώροι υγροί, εύφλεκτοι ή με προβλήματα ηλεκτρικής μόνωσης κ.τ.λ βρίσκουν άνετα πλέον στο φωτισμό τη λύση που τους πρέπει στη τεχνολογία των οπτικών ινών.

Οι γυάλινες οπτικές ίνες εξασφαλίζουν τα καλύτερα φωτιστικά αποτελέσματα χωρίς να βλάπτουν στο παραμικρό τις φωτιζόμενες επιφάνειες ή αντικείμενα. Επιτρέπουν τη δημιουργία υψηλής στάθμης φωτισμού ακόμη και από ελάχιστη απόσταση και σε περιορισμένους χώρους εκεί που τα συμβατικά συστήματα φωτισμού θα δημιουργούσαν μεγάλα προβλήματα φθοράς και ασφάλειας. Ενδεικτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με άριστα αποτελέσματα για φωτισμό ζωγραφικών πινάκων, κοσμημάτων, έργων τέχνης, ιστορικών εκθεμάτων, μικρών προθηκών, ιδιωτικών συλλογών, εκθέσεων αντικών, display τροφίμων, διακοσμητικών κατασκευών οροφών κλπ. Χρησιμοποιούνται κάτω από οποιοσδήποτε ατμοσφαιρικές συνθήκες ακόμη και υποβρυχίως. Στο τερματικό τους δεν υπάρχει ούτε θερμοκρασία, ούτε ηλεκτρισμός, ούτε υπεριώδης, ούτε υπέρυθη ακτινοβολία συνεπώς δεν τίθεται θέμα ασφάλειας και μπορούν να έλθουν σε επαφή με νερό, γκάζι, εύφλεκτα υλικά κλπ. Τέλος η χρωματική απόδοση είναι άριστη και το

κόστος εγκατάστασης, συντήρησης και λειτουργίας χαμηλότερο αφού χρησιμοποιείται ένας λαμπτήρας για πολλά φωτιστικά σημεία ελαχιστοποιημένου μάλιστα μεγέθους.

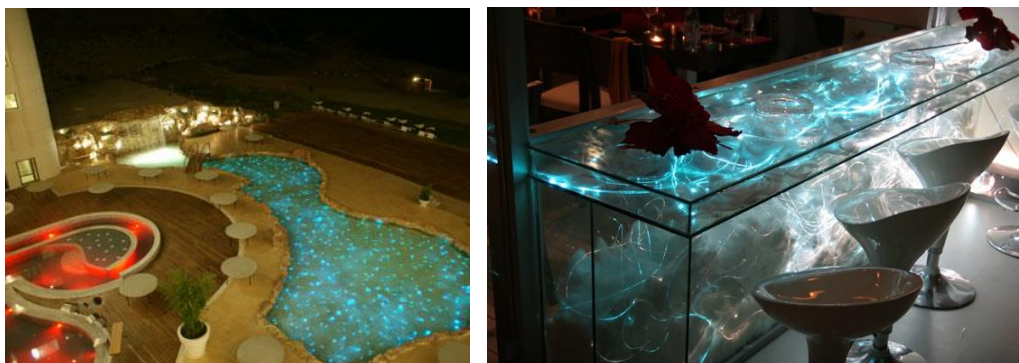
Η δε εμφάνιση του όλου φωτιστικού σχήματος είναι μινιμαλιστικά απaráμιλλη. Μουσεία, γκαλερί, εκθέσεις, προθήκες και βιτρίνες, επιγραφές, εκθετήρια λιανικής, τρόφιμα, φάρμακα, καλλυντικά, κοσμήματα, φωτογραφίες, ιδιωτικές συλλογές, εκκλησιαστικοί, αρχαιολογικοί και διατηρητέοι χώροι, ξενοδοχεία, εστιατόρια, clubs, πλοία, κότερα κλπ. μπορούν να βασίζονται και για λειτουργικό φωτισμό και για διακόσμηση και για εντυπωσιακά εφέ στις υάλινες οπτικές ίνες.

Όσον αφορά τις συνθετικές οπτικές ίνες έχουν επίσης ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών. Οι ίνες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως διακοσμητικά είτε για πλάγιο είτε για σημειακό φωτισμό και επειδή είναι λίγο πιο εύκαμπτες από τις υάλινες επιτρέπουν πιο μικρή ακτίνα κάμψης δίνοντας έτσι



μεγαλύτερη ευελιξία στην εγκαταστάτη. Διακόσμηση και τονισμός με εκπληκτικά αποτελέσματα για προσόψεις κτιρίων, διόδους, σκάλες, ψευδοροφές, πισίνες, λιμνούλες, κήπους, βιτρίνες κλπ. Και ταυτόχρονα όχι απλώς ελαχιστοποίηση αλλά εκμηδενισμός των προβλημάτων και δυσκολιών που συνεπάγονται τα συμβατικά διακοσμητικά συστήματα φωτισμού με λαμπτήρες φθορισμού ή πυρακτώσεως ή ιωδίου αλλά και το

νεόν. Όπως με τις υάλινες, έτσι και σε αυτές οι καιρικές συνθήκες και η εμβάπτιση στο νερό δεν αποτελούν πρόβλημα ενώ δεν υπάρχει θερμοκρασία και ηλεκτρισμός καθ' όλο το μήκος της διαδρομής του φωτός. Και στην πλήρη ασφάλεια θα πρέπει να προστεθούν η ευκαμψία και ευκολία μεταφοράς και εγκατάστασης και φυσικά τα χαμηλά κόσθη εγκατάστασης, συντήρησης και λειτουργίας. Κτίρια, μνημεία, γέφυρες, χώροι αναψυχής, σκάλες, φυτά, κήποι, πισίνες, καταστήματα, ξενοδοχεία, nightclubs, επιγραφές, θέατρα, διαφήμιση κλπ. μπορούν εύκολα και γρήγορα να αποκτήσουν το πλεονέκτημα του εντυπωσιασμού χάρη στις συνθετικές οπτικές ίνες. Τέλος αν ο φωτισμός γενικά θεωρείται η 4^η διάσταση του χώρου, οι οπτικές ίνες είναι αναμφισβήτητα μια νέα διάσταση στο φωτισμό.^{[124] [125]}



Εικόνα 2.4: Χρήση οπτικών ινών για διακόσμηση και φωτισμό ενυδρείων και πισίνων.



Εικόνα 2.5: Χρήση οπτικών ινών για φωτισμό βιβλιοθηκών και εκθεμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ο άνθρωπος χρησιμοποιώντας το φως και την ενέργεια του Ήλιου μέσω της αδρανειακής σύντηξης δημιούργησε Laser, πυρηνικούς αντιδράστρες, διαστημικές βολίδες και τεράστια υπερσύγχρονα οικοδομήματα προκειμένου να μεταβεί σε άλλα διαστήματα και σε ένα καινούριο Ήλιο. Όλες αυτές του οι ενέργειες υποδηλώνουν ότι η μαγεία που προσέδιδε ο Ήλιος και κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα είναι υψίστης σημασίας. Κύριο πεδίο μελέτης αποτέλεσαν τα αστροφυσικά φαινόμενα και η παραγωγή μίας καθαρής και ανανεώσιμης ενέργειας που θα διευκόλυνε τη ζωή και την καθημερινότητα του.

3.1 Πυρηνική σύντηξη στη Γη

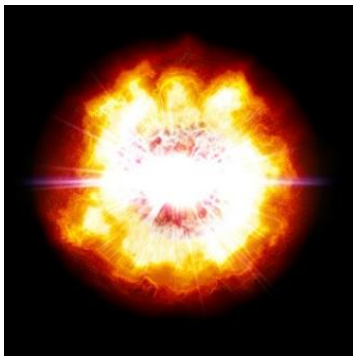
Εδώ και 4.5 δισεκατομμύρια χρόνια ο Ήλιος παρέχει την ευεργετική ακτινοβολία του στη Γη. Ο Ήλιος όπως και όλα τα αστέρια χρησιμοποιεί πυρηνικά καύσιμα προσφεύγοντας σε πυρηνικές αντιδράσεις κατά τη διάρκεια των οποίων η μάζα του μετατρέπεται σε ενέργεια όπως προβλέπει και η Θεωρία της Ειδικής Σχετικότητας του Α. Einstein: $E = m \cdot c^2$. Η διεργασία αυτή ονομάζεται θερμοπυρηνική σύντηξη.

Στον Ήλιο Η επικρατούν πολύ μεγάλα ποσά πίεσης και θερμοκρασίας που δημιουργούν εφικτές αντιδράσεις σύντηξης. Η πίεση ανέρχεται στις 300.000.000Atm και η θερμοκρασία στα $14 \cdot 10^6$ °C. Σε τέτοιες συνθήκες δύο πρωτόνια-άτομα Η χωρίς ηλεκτρόνια συντήκονται και δημιουργούν το δευτέριο (ισότοπο του Η). Στη συνέχεια, το δευτέριο συντήκεται με ένα άλλο πρωτόνιο και δημιουργούν He^3 , τον πυρήνα ισότοπου του He και τέλος δύο άτομα He^3 συντήκονται και σχηματίζουν ένα άτομο He^4 . Προκειμένου να επιτευχθεί η ελεγχόμενη σύντηξη πάνω στη Γη, πρέπει πρώτα να δημιουργηθούν συνθήκες ανάλογες του Ήλιου. Έτσι, οι ερευνητές πρότειναν διάφορους αντιδραστές σύντηξης και το κυρίαρχο πρόβλημα που αντιμετώπισαν ήταν η δημιουργία τεράστιων θερμοκρασιών για να επιτύχουν τη σύντηξη. Η αδρανειακή σύντηξη στη Γη αποτελεί ζητούμενο τα τελευταία 50 χρόνια στο χώρο της ενέργειας. Αν επιτευχθεί τότε το όφελος θα είναι διπλό, γιατί αφενός θα υπάρξει μια αστείρευτη πηγή ενέργειας που θα παράγεται από το νερό που αποτελεί το πιο άφθονο στοιχείο της φύσης και αφετέρου θα απαλλαγεί από τα ορυκτά καύσιμα και τους ρύπους που εκπέμπονται από τη χρήση τους. Αντίθετα, μη ελεγχόμενες αδρανειακές συντήξεις έχουν

πραγματοποιηθεί με βόμβες H όμως μόνο αν η σύντηξη είναι ελεγχόμενη μπορεί να καταστεί εκμεταλλεύσιμη πηγή ενέργειας.^[156]

3.2 Πυρηνική σύντηξη και Πυρηνικοί Αντιδραστήρες

Η αντίδραση που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα στα πυρηνικά εργοστάσια για την εκμετάλλευση της πυρηνικής ενέργειας είναι η σχάση του πυρήνα, κατά την οποία ο πυρήνας ενός ατόμου ύστερα από το βομβαρδισμό του με νετρόνια διασπάται σε δύο άλλα στοιχεία εκλύοντας παράλληλα ενέργεια. Η αντίθετη αντίδραση δηλαδή η ένωση δύο στοιχείων σε ένα κάτω από ορισμένες συνθήκες είναι η πυρηνική σύντηξη. Επιπρόσθετα, η πιο «εύκολη» αντίδραση σύντηξης είναι η σύντηξη ισοτόπων του H (δευτερίου και τριτίου) που παράγει ένα σωματίδιο α και ένα νετρόνιο.^[153]



Η σύντηξη ενός Kg «καυσίμου» δευτερίου-τριτίου (D-T) απελευθερώνει χιλιάδες φορές περισσότερη ενέργεια από ότι η καύση ενός Kg άνθρακα. Για να επιτευχθεί όμως πρέπει το καύσιμο να θερμανθεί σε θερμοκρασία περίπου 100.000.000°C, πράγμα που απαιτεί τεράστια κατανάλωση ενέργειας. Σε τέτοιες θερμοκρασίες, το καύσιμο βρίσκεται σε κατάσταση πλάσματος. Το καυτό αυτό πλάσμα θα πρέπει να περιοριστεί για να αποφευχθεί η καταστροφή του δοχείου της σύντηξης. Η μέθοδος περιορισμού που επικράτησε είναι ο μαγνητικός περιορισμός και ο πιο διαδεδομένος αντιδραστήρας σε αυτή την περίπτωση είναι ο Tokamak. Επίσης, ο μεγαλύτερος αντιδραστήρας αυτής της κατηγορίας είναι ο JET το 1997 κατάφερε να φτάσει τη συνολική ισχύ εξόδου να ισούται με τη συνολική ισχύ εισόδου. Τον επόμενο μεγαλύτερο πειραματικό αντιδραστήρα αποτελεί ο ITER και είναι προϊόν συνεργασίας της Ε.Ε., Η.Π.Α., Ρωσίας, Κίνας, Ιαπωνίας, Καναδά και Ν. Κορέας.^[153]

3.3 Ενέργεια από Αδρανειακή Σύντηξη

Οι 192 μεγάλης ισχύος δέσμες Laser του NIF αναπαράγουν ακραίες συνθήκες που απαιτούνται για την επίτευξη όχι μόνο ανάφλεξης της σύντηξης αλλά και κέρδη ενέργειας που είναι σημαντικά ορόσημα στην επιστημονική επιδίωξη της ενεργειακής σύντηξης ως πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο καθορισμός της ελάχιστης ενέργειας εισόδου που απαιτείται για να ξεκινήσει η διαδικασία της σύντηξης είναι κρίσιμη για τον προσδιορισμό της βιωσιμότητας της αδρανειακής ενέργειας σύντηξης. Επιπλέον, το NIF

μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την αξιολόγηση των μελλοντικών αποφάσεων σχετικά με τις εγκαταστάσεις αδρανειακής σύντηξης για παραγωγή ενέργειας σε διάφορα αναπτυξιακά προγράμματα.^[154]



Εικόνα 3.1: Εσωτερικό του NIF

Η πυρηνική σύντηξη είναι η μόνη πηγή ενέργειας που μπορεί να ανταποκριθεί προς αυτή την κατεύθυνση χρησιμοποιώντας την ενέργεια της Γης χωρίς τις αρνητικές επιπτώσεις των ορυκτών καυσίμων στο περιβάλλον.



Εικόνα 3.2: Η ηλιακή ενέργεια ως καθαρή, ανανεώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας

Το NIF είναι σχεδιασμένο για σύντηξη που παράγεται λόγω της καύσης και της ενέργειας που αποκτάται χρησιμοποιώντας μια τεχνική αδρανειακής σύντηξης γνωστή ως Laser NIF που επικεντρώθηκε σε ένα μικρό κύλινδρο χρυσού που λέγεται hohlraum και δημιουργεί μαλακές ακτίνες X. Στις προκύπτουσες συνθήκες απελευθερώνεται 10-100 φορές περισσότερη ενέργεια από το ποσό που κατατέθηκε από τις ακτίνες Laser. Έτσι, σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας με σύντηξη, η χρησιμοποιείται η θερμότητα της αντίδρασης σύντηξης για την οδήγηση γεννήτριας ατμοστροβίλων για την παραγωγή

ηλεκτρισμού. Σκοπός των πειραμάτων σύντηξης NIF είναι να γίνει ένα μεγάλο βήμα στην ύπαρξη βιώσιμης πηγής ενέργειας με στόχο τη χρήση της ως καύσιμο.

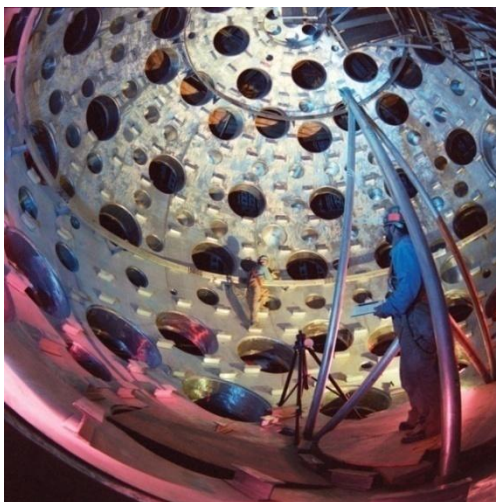
3.4 Συσκευές για την επίτευξη μαγνητικής σύντηξης

3.4.1 HiPER

Ένα πολυεθνικό πρόγραμμα που καθοδηγείται από βρετανούς ερευνητές στοχεύει στη χρήση ενός υψηλής ισχύος Laser για την αναπαραγωγή φυσικών αντιδράσεων που γίνονται στην καρδιά του Ήλιου. Οι επιστήμονες θεωρούν ότι η προσέγγιση με Laser στην παραγωγή της σύντηξης παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες. Το πρόγραμμα αυτό στοχεύει να ξεπεράσει το παρόμοιο αμερικανικό πρόγραμμα NIF.

Ο διευθυντής της Κεντρικής Εγκατάστασης Laser του Rutheford Appleton Mike Dunne, ειδικός της Οξφόρδης όπου στεγάζεται το ισχυρότερο Laser στον κόσμο, τόνισε ότι αυτό που επιθυμείται να επιτευχθεί είναι ένας εμπορικά βιώσιμος πυρηνικός κινητήρας όπως κατ' αναλογία με αυτόν της εσωτερικής καύσης όπου στη θέση των πιστονίων θα υπάρχει ένα σφαιρίδιο που θα αναφλέγεται με τη χρήση ισχυρών Laser. Συνεπώς, στην περίπτωση της πυρηνικής σύντηξης εισάγεται το καύσιμο σε μορφή σφαιριδίου (pellet), συμπιέζεται από δέσμες Laser, φθάνει σε κατάσταση πλάσματος και τελικά προσφέρει την πολυπόθητη πολλαπλάσια ενέργεια. Επιπλέον, το καύσιμο όταν φθάσει στο ύψιστο σημείο συμπίεσης εισάγεται πάλι ενέργεια με δέσμη πρωτονίων προκαλώντας ανάφλεξη, προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία της πυρηνικής καύσης».

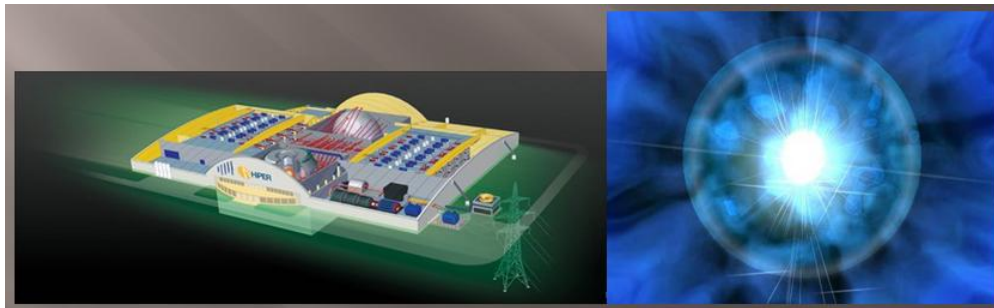
[154]



Εικόνα 3.3: Εσωτερικό μέρος του HiPER

Η ιδέα βασίζεται στο να καταφέρουν δύο ισότοπα υδρογόνου να συντηχθούν, ένα δευτέριο και ένα τρίτιο προκειμένου να προκύψει ο σχηματισμός ενός πυρήνα Ηλίου. Μέσω της αντίδρασης αυτής αποδεσμεύονται μεγάλα ποσά ενέργειας, επειδή μια μικρή ποσότητα μάζας μετατρέπεται σε ενέργεια χάρις τη διάσημη εξίσωση $E=mc^2$ του Α.Εinstein. Προκειμένου όμως να φθάσει στη λεγόμενη «κατάσταση πλάσματος» το δευτέριο και το τρίτιο, απαιτείται θερμοκρασία εκατομμυρίων °C.

Έτσι, το HiPER προτάθηκε από το RAL και αποτελεί ένα υψηλής ισχύος Laser που είναι αφιερωμένο στην επίδειξη εφικτής παραγωγής καθαρής ενέργειας από σύντηξη. Σχεδιάστηκε ώστε να επιτρέπει ένα ευρύ επιστημονικό φάσμα, συμπεριλαμβανομένων ακραίων μελετών. Στην περίπτωση του, δεν παράγονται αέρια θερμοκηπίου ή μακρόβιων ραδιενεργών αποβλήτων. Επίδειξη της επιστημονικής απόδειξης της αρχής αναμένεται μεταξύ 2010-2012 ως μέρος του συνεχούς έτους σε διεθνές πρόγραμμα. Μία άλλη προσπάθεια στην έρευνα που αποτελεί το Laser PETAL, βρίσκεται στην περιοχή Aquitaine της Γαλλίας και προαναγγέλλει τις σημερινές του τάσεις για την ανάπτυξη του HiPER για την αντιμετώπιση της φυσικής και τεχνολογικών θεμάτων.



Εικόνα 3.4 : Μορφή της εγκατάστασης του HiPER

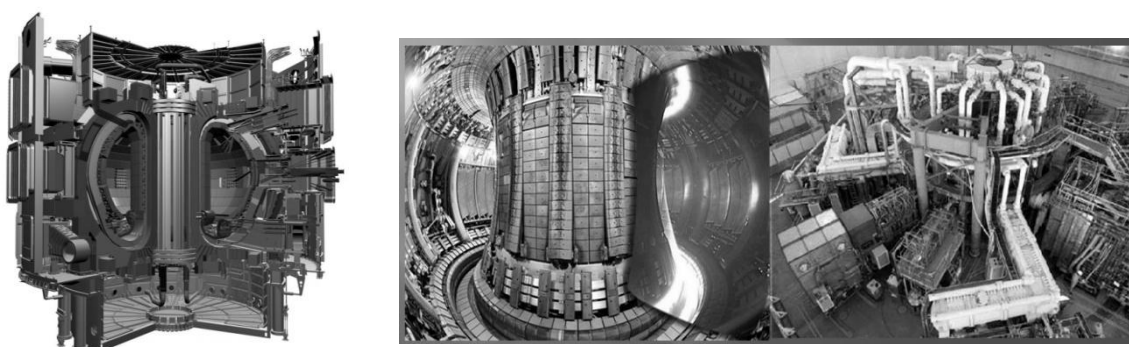
3.4.2 Petal Laser (Petawatt Aquitaine Laser Amplifier Section)



Ο μηχανισμός του Petal σχεδιάστηκε για να προσφέρει 3.6kJ της ενέργειας στα 500fs του μήκους κύματος των 1.053m και είναι ένα επιπλέον μικρό Laser παλμικής δέσμης για τη γραμμή ένταξης του Laser (LIL). Ο ενισχυτής του Petal έχει την ίδια αρχιτεκτονική με το LIL/LMJ ενισχυτή χρησιμοποιώντας μία μόνο δέσμη 400mm. Το Petal είναι σύστημα που χρησιμοποιεί 16 ενισχυτές με κρυστάλλους σε μορφή παράλληλων επιπέδων με Laser τοποθετημένα σε δύο σειρές.

3.4.3 Tokamak

Μια πρώτη συσκευή σχεδιάστηκε το 1968 στην πρώην Σ.Ε. και ονομάστηκε Tokamak. Ο εξωτερικός στρογγυλός της θάλαμος ήταν καλυμμένος με χοντρό σύρμα και οι απολήξεις του συνδέονταν με μια γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος. Η ροή του ρεύματος όπου γινόταν η περιέλιξη δημιουργούσε ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο που εμπόδιζε το υπέρθερμο πλάσμα να πλησιάσει τα χαλύβδινα τοιχώματα της. Η συσκευή αυτή προκάλεσε έναν ακόμα ανταγωνισμό ανάμεσα σε Δύση και Ανατολή και σύντομα κατασκευάστηκαν το TFTR (Δοκιμαστικός Αντιδραστήρας Σύντηξης) στις ΗΠΑ και αργότερα ο JET στην Αγγλία. Αυτά ήταν αντίστοιχα παραλλαγές του Τόκαμακ και ήταν γιγάντιες και πιο εξελιγμένες.^[155]



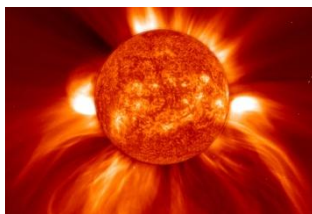
Εικόνα 3.5: Η εγκατάσταση του Tokamak

Η ελεγχόμενη σύντηξη λοιπόν, είναι η καλή πλευρά των πυρηνικών αντιδράσεων σε αντίθεση με την πυρηνική σχάση που χρησιμοποιείται και σήμερα. Ένας αντιδραστήρας σύντηξης δεν μπορεί να υποστεί τήξη και η ποσότητα του καύσιμου υλικού είναι τόσο μικρή ώστε σύντομα εξαντλείται και είναι δύσκολο να συντηρηθεί ώστε οποιαδήποτε βλάβη ή ατύχημα συνέβαινε στον αντιδραστήρα θα τη σταματούσε ακαριαία. Τέλος, στην περίπτωση διαφυγής του τριτίου αυτό έχει τη δυνατότητα να ανεβαίνει αμέσως στα ψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας και οι ποσότητες είναι αμελητέες μεγέθους μικρογραμμαρίων. Συμπερασματικά λοιπόν, βασικό τους πρόβλημα είναι η μεγάλη ροή νετρονίων που παράγονται ως προϊόν κάθε αντίδρασης σύντηξης και αυτά με το πέρασμα του χρόνου καθιστούν τα εσωτερικά τοιχώματα του αντιδραστήρα ραδιενεργά. Η μεγαλύτερη πρόκληση όμως για τους επιστήμονες είναι ο τρόπος που θα καταφέρνουν να ελέγξουν αποτελεσματικά τις τεράστιες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο εσωτερικό των αντιδραστήρων.^[156]

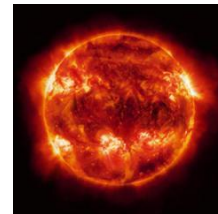
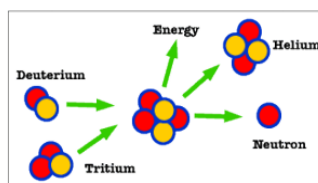
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Ηλιακή ενέργεια

Ο Ήλιος είναι ο αστέρας του ηλιακού μας συστήματος και το λαμπρότερο ουράνιο σώμα. Η συμβολή του στην εξέλιξη και διατήρηση της ζωής στην Γη είναι καταλυτική. Με τη θεμελιώδη διαδικασία της φωτοσύνθεσης προσφέρεται η απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξη των ζωντανών οργανισμών και διατηρείται η επιφανειακή θερμοκρασία της Γης σε ανεκτά για τη ζωή επίπεδα. Χωρίς τον Ήλιο δεν μπορεί να υπάρξει ζωή. Η Ηλιακή Ενέργεια παράγεται μέσω της διαδικασίας της πυρηνικής σύντηξης (fusion).^[157]



Εικόνα 4.1: Διαδικασία



πυρηνικής σύντηξης και

παραγωγή ηλιακής ενέργειας

Κατά τη διαδικασία αυτή πραγματοποιείται συνένωση (σύντηξη) πυρήνων υδρογόνου συγκεκριμένα των ισοτόπων δευτέριο και τρίτιο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ατόμων ηλίου (He) και την απελευθέρωση ενέργειας. Κάθε δευτερόλεπτο 500 εκατομμύρια μετρικοί τόνοι υδρογόνου από τη μάζα του Ήλιου μετατρέπονται σε εκατομμύρια τόνους ηλίου. Μέσω της διαδικασίας της σύντηξης περίπου 5 εκατομμύρια μετρικοί τόνοι ηλίου μετατρέπονται σε ενέργεια ανά δευτερόλεπτο (η σύντηξη του υδρογόνου σε ήλιο απελευθερώνει περίπου το 0.7% της μάζας σε ενέργεια). Αυτό σε ετήσια βάση αντιστοιχεί στη μετατροπή $157.680 \cdot 10^9$ μετρικών τόνων ηλίου ενώ αξίζει να σημειωθεί ώστε να γίνει αντιληπτή η ενεργειακή τάξη μεγέθους ότι κάθε cm^2 της επιφάνειας του Ήλιου εκπέμπει διαρκώς ενέργεια ίση με 62000KWh. Έτσι ο Ήλιος μπορεί να παρουσιαστεί ως ένας γιγάντιος θερμοπυρηνικός αντιδραστήρας που τροφοδοτεί ολόκληρη τη Γη (περίπου 511 τρισεκατομμύρια cm^2) με 2.800 KWh ενέργειας κάθε χρόνο που αντιστοιχεί σε ενέργεια που θα παρήγαγαν περισσότεροι από 150.000.000 μεγάλοι σταθμοί παραγωγής.^[158]

Ως ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Αυτές είναι το φως, ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή

θερμική ενέργεια και οι διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ενέργεια μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας μεταδίδεται με την μορφή αυτοτελών ποσοτήτων ή «πακέτων ενέργειας» που καλούνται φωτόνια. Κάθε φωτόνιο αντιστοιχεί σε μία ποσότητα ενέργειας που είναι ανάλογη προς τη συχνότητα του εκπεμπόμενου φωτός. Παρέχει ακόμη ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

4.2 Οπτικά Συστήματα

Οπτικό σύστημα ονομάζεται το σύστημα που χρησιμοποιεί το φως για να καταγράψει μια εικόνα. Στη σημερινή κοινωνία τα συστήματα αυτά εκτός από γνώριμα είναι και αναγκαία για τη ζωή του ανθρώπου. Σημαντική είναι η έννοια του ειδώλου για την κατανόηση της λειτουργίας των οπτικών συστημάτων. Ο ανθρώπινος οφθαλμός αποτελεί το ιδανικότερο και πιο πολύπλοκο από όλα τα οπτικά συστήματα, τα οποία δεν αποτελούν παρά απομιμήσεις του. Από την αρχαία Ελλάδα, οι διανοητές προσπάθησαν να κατανοήσουν τη λειτουργία του ματιού. Αυτό συνέβη γιατί χάρη στην όραση ο άνθρωπος επικοινωνεί και αντιλαμβάνεται τον κόσμο. Το μάτι καταγράφει χρώματα και εικόνες, εστιάζει στιγμιαία σε αντικείμενα ανεξαρτήτου απόστασης, αυτοκαθαρίζεται, αναπροσαρμόζεται γρήγορα στις διάφορες συνθήκες φωτισμού, αλλάζει κατεύθυνση με μεγάλη ταχύτητα, δυνητικά λειτουργεί σε όλη τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου, προσλαμβάνει φως και μεταδίδει την οπτική πληροφορία στον εγκέφαλο.

Από ανατομικής άποψης, ο οφθαλμός είναι σχεδόν σφαιρικού σχήματος με διάμετρο περίπου 2.5 εκ. Το μπροστινό μέρος του έχει κάπως μεγαλύτερη καμπυλότητα, διαφορετική για τον κάθε άνθρωπο και καλύπτεται από τη σκληρή μεμβράνη του κερατοειδούς χιτώνα που επιτρέπει τη διέλευση του φωτός. Η περιοχή κάτω από τον κερατοειδή χιτώνα καλύπτεται από το υδατοειδές υγρό. Κάτω αυτό βρίσκεται ο κρυσταλλώδης φακός, ένας ινώδης ζελατινώδης φακός που έχει τη δυνατότητα να γίνεται λεπτότερος ή παχύτερος, προσαρμοζόμενος έτσι ώστε ο άνθρωπος να βλέπει και κοντά και μακριά. Η περιοχή πίσω από το φακό είναι γεμάτη από μια ημίρρευστη ζελατίνη, το υαλώδες υγρό. Ο δείκτης διάθλασης του φακού και των υαλοειδών και υδατοειδών υγρών είναι περίπου ίσος με αυτόν του νερού. Η διάθλαση του φωτός γίνεται στην εξωτερική επιφάνεια του κερατοειδούς χιτώνα που παράγει το είδωλο του παρατηρούμενου αντικειμένου που αποτυπώνεται στον φωτοευαίσθητο αμφιβληστροειδή που με τη σειρά του βρίσκεται στο πίσω μέρος της σφαίρας του ματιού. Μέσα στον

αμφιβληστροειδή είναι η ωχρά κηλίδα, μια ελλειψοειδής περιοχή που ευθύνεται για την όραση χρωμάτων και λεπτομερειών. ^[121]

Πάνω στον αμφιβληστροειδή αποτυπώνεται το είδωλο, εστιασμένο από τους φακούς και περνάει στο οπτικό νεύρο που με τη σειρά του μετατρέπει την εικόνα σε ηλεκτρικούς παλμούς που τους στέλνει στον εγκέφαλο. Ο εγκέφαλος μετατρέπει τους παλμούς σε εικόνα. Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι το μάτι μπορεί να δει όλα τα μήκη κύματος του ορατού φάσματος ταυτόχρονα.

Η φωτογραφική μηχανή προήλθε από την προσπάθεια του ανθρώπου να αντιγράψει τη λειτουργία του ματιού. Η πρώτη φωτογραφική μηχανή μπορεί να θεωρηθεί το σκοτεινό δωμάτιο ή camera obscura. Βασίζεται σε ένα πολύ εντυπωσιακό φαινόμενο το οποίο παρατήρησε συστηματικά και κατέγραψε πρώτος ο Αριστοτέλης τον 4^ο π.Χ. αιώνα. Στη συνέχεια αναφορά για το ίδιο φαινόμενο γίνεται από τον Άραβα επιστήμονα Αλχάζεν. Επίσης κατά την Αναγέννηση χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον από ζωγράφους της εποχής προκειμένου να αποτυπώσουν σχέδια. Κατά το φαινόμενο αυτό, αν ανοίξουμε σε ένα σκοτεινό δωμάτιο μια τρύπα που «βλέπει» σε έναν φωτισμένο χώρο, στον απέναντι τοίχο του σκοτεινού δωματίου θα δημιουργηθεί το είδωλο του φωτισμένου χώρου. Τον 16ο αιώνα, το δωμάτιο μετατράπηκε σε κουτί (G. Della Porta). Στην οπή προστέθηκε κοίλος φακός (G. Gardano) και διάφραγμα (D. Barbaro) για την καλύτερη εστίαση και αργότερα ένα σύστημα πολλαπλών φακών (D. Schwenter): πρόγονος του σημερινού ζουμ. Χαρακτηριστικό στοιχείο των οπτικών μέσων είναι η αποτύπωση και αποθήκευση των εικόνων. Στον άνθρωπο το οπτικό σύστημα είναι ο οφθαλμός σε συνδυασμό με τον εγκέφαλο όπου το οπτικό μήνυμα αποτυπώνεται στη μνήμη. Επιπλέον η φωτογραφία αποτελεί την αποτύπωση του φωτός αλλά μόνο τη στιγμιαία αναπαράστασή του. Τον 18^ο αιώνα με τον Schultze και τα πειράματά του σε φωτοευαίσθητα υλικά περνά σε ένα τελείως διαφορετικό επίπεδο αντίληψης για τον κόσμο (εποχή της εικόνας). Ωστόσο ο Schultze αρχικά απέτυχε να στερεώσει την εικόνα στο χαρτί, κάτι που εντέλει κατόρθωσε αργότερα το 1826, ο Γάλλος Niepce. Στη συνέχεια η συνεργασία του Niepce με τον ζωγράφο και εφευρέτη Daguerre οδήγησε στη γνωστή έως και σήμερα, ανακάλυψη της δαγκεροτυπίας. Ο Άγγλος Talbot επίσης, που θεωρείται από πολλούς και ο «πατέρας» της φωτογραφίας, επινόησε μια παρόμοια αλλά πιο εξελιγμένη τεχνική αποτύπωσης της εικόνας, την καλοτυπία. Όπως διαπιστώθηκε, μέσα από αυτή την περιεκτική ανασκόπηση της εξέλιξης των θεωριών γύρω από το φως και τη σύντομη αναφορά στα οπτικά μέσα, το φως, η φύση και η λειτουργία του αποτέλεσαν αντικείμενο για τις περισσότερες φιλοσοφικές και επιστημονικές

αναζητήσεις ανά τις εποχές. Οι αρχαίοι λαοί το είχαν θεοποιήσει γιατί ήταν πηγή της βιολογικής ζωής, της ίδιας τους της ύπαρξης δηλαδή, αλλά και της επικοινωνίας με τη φύση. Σήμερα η σημασία του φωτός βρίσκεται πολύ πιο πέρα από τη βιολογική του αναγκαιότητα: αποτελεί παράλληλα πηγή τεχνολογικής ζωής, γνώσης και κατανόησης τόσο σε θεωρητικό φιλοσοφικό επίπεδο όσο και σε πρακτικό. Οι πρακτικές εφαρμογές του φωτός σήμερα είναι πολλές, τόσο στην τεχνολογία και στις επιστήμες (ηλεκτρονικές συσκευές, Laser, διαγνωστική ιατρική) όσο και στην τέχνη (φωτογραφία, κινηματογράφος). Γι' αυτό το φως και η μελέτη του αποτελούν την ουσία του σημερινού πολιτισμού, σε φιλοσοφικό, καλλιτεχνικό, τεχνολογικό και επιστημονικό επίπεδο. Αυτό εν μέρη συμβαίνει επειδή το φως είναι άρρηκτα συνδεδεμένο και με την έννοια της εικόνας, της σύλληψης και της αναπαράστασης της. Η εικόνα είναι εκείνη που επιτρέπει στον άνθρωπο να συλλάβει την πραγματικότητα ή μάλλον να την αναπαραστήσει προκειμένου να την εντυπώσει και να την καταχωρήσει στο γνωσιολογικό του κώδικα. Όπως πολύ εύστοχα παρατηρεί ο Roland Barthes, η εικόνα αποτελεί το «τέλειο ανάλογο» της πραγματικότητας, άρα είναι το πιο κοντινό αντίγραφο της αλήθειας (Barthes, το 1988). Κατ' αναλογία είναι φανερό ότι η έννοια της εικόνας είναι στενά συνδεδεμένη από σημασιολογικής άποψης με την έκφραση, τη γλώσσα, και την επικοινωνία εν γένει. Η σημειωτική σχέση μεταξύ εννοιών και αντικειμένων ξεκινά από τους αρχαίους και συγκεκριμένα από τον Πλάτωνα και αποτελεί βάση της γλωσσολογίας αλλά και της ερμηνευτικής.^[159] Έτσι λοιπόν, όλοι οι τομείς της γνώσης και του πολιτισμού επηρεάστηκαν και βασίζονται τόσο στην έννοια της αναπαράστασης ως αντίγραφο της πραγματικότητας όσο και στη λειτουργία του φωτός ως καταλυτικού παράγοντα ύπαρξης, αντίληψης και δράσης.

4.3 Καθαρή Πηγή Ενέργειας - Απάντηση στα Πυρηνικά

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση ενέργειας, μπορούν να καλύψουν το κενό στην ηλεκτροπαραγωγή που θα δημιουργηθεί από την απόσυρση των γερασμένων ευρωπαϊκών αντιδραστήρων, σύμφωνα με μελέτη της Greenpeace. Σήμερα λειτουργούν 48 παλαιοί αντιδραστήρες στην Ευρωπαϊκή Ένωση που είναι κατασκευασμένοι πριν το 1980. Η μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς παλαιών σταθμών βρίσκεται στη Γαλλία (8,4GW) στη Γερμανία (8 GW), τη Μεγάλη Βρετανία (3,8GW) και τη Σουηδία (3,7GW). Μέχρι σήμερα η Γερμανία είναι η μόνη χώρα που έθεσε έστω και προσωρινά, εκτός λειτουργίας τους παλαιούς αντιδραστήρες. Σε αντίθεση με όσα η πυρηνική μυθοπλασία έχει αφήσει να εννοηθούν, οι ΑΠΕ είναι τελικά

φθηνότερες από τα πυρηνικά. Στο τέλος της δεκαετίας, τα πυρηνικά δεν θα μπορούν να ανταγωνιστούν ούτε καν τα μικρής κλίμακας οικιακά φ/β σε ότι αφορά το κόστος ενέργειας. Σε ότι αφορά στα αιολικά και ορισμένες εφαρμογές της βιομάζας, αυτά είναι ήδη φθηνότερα από τα πυρηνικά ακόμη και σήμερα.

4.4 Εφαρμογές Ηλιακής Ενέργειας

4.4.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας διαιρείται σε τρεις βασικές κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τέλος τα φ/β συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, με σκοπό τη θέρμανση νερού, τη θέρμανση χώρων και πολλές άλλες χρήσεις (οικιακές, βιομηχανικές κλπ). Τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου με την κατασκευή φ/β γεννητριών.^[160]

Η χρήση των φ/β ηλιακών συστημάτων παρέχει άμεση και αποδοτική μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια (ηλιακός ηλεκτρισμός) προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες οικιακές, γεωργικές ή βιομηχανικές χρήσεις. Τα φ/β συστήματα συνδυάζουν μηδενική ρύπανση, αθόρυβη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής. Έχουν πολύ μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, παρέχοντας άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Παρέχουν υψηλή αξιοπιστία (πάνω από 20 έτη) και μεγάλα ποσοστά ασφαλείας ενώ εξαιρετικής σημασίας είναι το γεγονός ότι μπορούν να εγκατασταθούν στις υπάρχουσες κτιριακές δομές, ευθυγραμμίζοντας την ημερήσια παραγωγή με τη δεδομένη ζήτηση. Βέβαια, ορισμένα από τα αρνητικά στοιχεία των συστημάτων αυτών είναι το αρκετά υψηλό κόστος εγκατάστασης και η έλλειψη οικονομικά αποδοτικής αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας σε συνδυασμό με το ότι ο Ήλιος δεν παρέχει συνεχώς την ίδια ακτινοβολία.

Η χρήση των φ/β συστημάτων εξαπλώνεται ραγδαία καθιστώντας τα εξαιρετικά ανταγωνιστικά έναντι των συμβατικών πηγών ενέργειας. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η αξιοποίηση των φ/β συστημάτων συνοδεύεται από σημαντικό περιβαλλοντικό

πλεονέκτημα και οι εφαρμογές τους είναι άξιες περαιτέρω έρευνας και βελτιστοποίησης καθώς αποτελούν μια βιώσιμη λύση στο ενεργειακό πρόβλημα της εποχής μας.

4.4.1.1 Μετατροπή της Ηλιακής σε Ηλεκτρική Ενέργεια



Η απευθείας μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των φ/β ηλιακών κελιών (solar cells), των οποίων η αρχή λειτουργίας είναι το φ/β φαινόμενο. Περιληπτικά λοιπόν, πρόκειται για τη διαδικασία απορρόφησης της ενέργειας του ηλιακού φωτός από τα ηλεκτρόνια των ατόμων του φ/β στοιχείου ή κελιού και την απόδραση των ηλεκτρονίων αυτών από τις αρχικές τους θέσεις με αποτέλεσμα τη δημιουργία ρεύματος. Τα ηλιακά φ/β στοιχεία είναι συσκευές παραγωγής ηλεκτρισμού κατασκευασμένες από ημιαγώγιμα

υλικά. Η λειτουργία των συσκευών καθώς και το φ/β φαινόμενο στηρίζεται στις βασικές ιδιότητες των ημιαγωγών σε ατομικό επίπεδο.

4.4.1.2 Ενσωμάτωση Φ/β σε Κτίρια

Τα φ/β συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε κτίρια αποτελούν δομικό υλικό για το κέλυφος του κτιρίου ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως παραγωγοί καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας από τον Ήλιο, με σημαντικό πλεονέκτημα την εξοικονόμηση κόστους τόσο των υλικών όσο και της ενέργειας. Επίσης, αποτελούν ιδανικά οικοδομικά στοιχεία σε πολλαπλές εφαρμογές καθώς επιτρέπουν μεγάλη ευελιξία στο σχεδιασμό. Μπορούν να αντικαταστήσουν διαφορετικά στοιχεία, από γυάλινες προσόψεις μέχρι οροφές ή να υποκαταστήσουν παραδοσιακά οικοδομικά υλικά σε εφαρμογές όπως η σκίαση και η στεγανοποίηση. Με ποικιλία σε σχήματα και χρώματα και την ικανότητα να συνδυάζονται αρμονικά ή να ξεχωρίζουν, επιτρέπουν στους αρχιτέκτονες να κρύψουν ή να προβάλλουν τη χρήση τους σύμφωνα με τις οικοδομικές απαιτήσεις. Τα φ/β έχουν τη δυνατότητα ενσωμάτωσης σε οποιοδήποτε οικοδομικό έργο, από κτίρια υψηλής τεχνολογικής αισθητικής έως οικοδομήματα πολιτιστικής κληρονομιάς.

Έτσι, η σύγχρονη φ/β τεχνολογία παρουσιάζει πολλαπλές δυνατότητες αρχιτεκτονικής ενσωμάτωσης και ικανοποιεί απαιτητικές λειτουργίες ή αισθητικές παραμέτρους. Οι πιο συνηθισμένες εφαρμογές αφορούν την ενσωμάτωση φ/β σε:

- Στέγες και ταράτσες.
- Σκίαστρα και Στέγαστρα.
- Προσόψεις.

4.5 Διαστρικά Ταξίδια

«Ταξίδια στα άστρα» από τη σκοπιά της τεχνολογικής πραγματικότητας είναι η μετάβαση ενός διαστημοχήματος από τη Γη σε ένα αστέρα δηλαδή σε ένα άλλο «Ηλιο», ο οποίος κατά προτίμηση να διαθέτει το δικό του πλανητικό σύστημα. Ανώτατος στόχος είναι να ανακαλυφθεί εκεί κάποιος πλανήτης που να έχει ανάλογες προς τη Γη συνθήκες ζωής. Ο Γαλαξίας μας περιλαμβάνει κατ' εκτίμηση 100 δισεκατομμύρια αστέρες παρόμοιους με τον Ήλιο στον τεράστιο χώρο που καλύπτει η διάμετρος των 100000 ετών φωτός. Σε απόσταση 20 ετών φωτός γύρω από το ηλιακό μας σύστημα ευρίσκονται 59 αστερισμοί που περιλαμβάνουν 81 ορατούς αστέρες. Ο εγγύτατος όλων είναι ο «α Κενταύρου» σε απόσταση 4.3 έτη φωτός δηλαδή 4.3 φορές την απόσταση που διανύει το φως με τη ταχύτητα $\sim 3000000\text{km/s}$ σε ένα έτος. Ένα διαστημόχημα με ταχύτητα πτήσης πλησίον αυτής του φωτός θα χρειαζόταν 4.3 έτη να μεταβεί στον Άλφα Κενταύρου. Μία αποστολή προϋποθέτει την επιτάχυνση του διαστημοχήματος σε υπόφωτες ταχύτητες δηλαδή ταχύτητες μικρότερες οπωσδήποτε συγκρίσιμες με αυτή του φωτός. Με τις σημερινές ταχύτητες και επιταχύνσεις δεν μπορεί να γίνει καμία σκέψη για διαστρικά ταξίδια. Η θεωρία του Einstein επιτρέπει να αναφερόμαστε μόνο στις υπόφωτες ταχύτητες.^[161]

Ακόμη και οι πυρηνικοί αντιδραστήρες που αποτελούσαν τη μόνη φιλειρηνική χρήση της αδρανειακής τήξης ήταν πολύ επικίνδυνοι για να χαρακτηριστούν «ευεργετικοί». Το μεγαλύτερο πλήγμα όμως ενάντια στα οράματα των επιστημόνων ήταν η αδυναμία της νέας τεχνολογίας να χρησιμοποιηθεί για το ρομαντικότερο όραμα της Επιστήμης του 21^{ου} αιώνα: την Κατάκτηση του Διαστήματος. Η «διάσπαση του ατόμου» όπως ονόμαζαν τότε τη νέα τεχνολογία, το μόνο που παρήγαγε ήταν μια ανεξέλεγκτη έκρηξη. Δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τίποτε άλλο και πολύ λιγότερο για να προωθήσει ένα διαστημόπλοιο αφού η βιαιότητα της πυρηνικής έκρηξης θα κατέστρεφε κάθε σκάφος, όσο ισχυρό και αν ήταν αυτό. Δεν υπήρχε κανένα γνωστό υλικό να

συγκρατήσει μέσα του μια μικρή πυρηνική έκρηξη. Άρα, η πυρηνική έκρηξη δεν θα μπορούσε ποτέ να χρησιμοποιηθεί σε μια μηχανή «εσωτερικής καύσης» με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιείται η χημική έκρηξη της βενζίνης, ούτε να προωθήσει έναν πύραυλο. Οι επιστήμονες υποχρεώθηκαν να παραμείνουν στις συμβατικές τεχνολογίες χημικής καύσης για να στείλουν τους πυραύλους τους στο διάστημα. Όμως οι χημικοί πύραυλοι είναι πολύ ακριβοί, τα χημικά καύσιμα πολύ βαριά (το ωφέλιμο βάρος που μπορεί να μεταφέρει ένας πύραυλος είναι πολύ μικρό, γιατί το μεγαλύτερο μέρος του φορτίου του πρέπει να είναι τα καύσιμα του) και οι επιταχύνσεις που δίνουν στα σκάφη υπήρξαν πολύ μικρές για να καλυφθούν οι διαπλανητικές αποστάσεις.

Έτσι, σήμερα σχεδόν 4 δεκαετίες μετά την πρώτη προσελήνωση, η ανθρωπότητα δεν έχει προχωρήσει ούτε βήμα παραπέρα σε μια ουσιαστική Κατάκτηση του Διαστήματος. Όμως, τη δεκαετία του 1950, μια ομάδα σημαντικών επιστημόνων των Η.Π.Α. εργάστηκαν πάνω στην ανάπτυξη ενός τεράστιου διαστημοπλοίου που καλείται Ωρίωνα, που θα χρησιμοποιούσε την τεχνολογία των πυρηνικών βομβών για να κάνει το ταξίδι στο διάστημα πραγματικότητα. Το σκάφος αυτό θα μπορούσε να μεταφέρει, με πρωτάκουστη άνεση, χιλιάδες ανθρώπους στα πέρατα του ηλιακού συστήματος με ταχύτητες πολλές εκατοντάδες φορές μεγαλύτερες από αυτές των χημικών πυραύλων. Οι σχεδιαστές του υποστήριζαν ότι θα μπορούσε να πετύχει ταχύτητες που θα έφταναν περίπου στο 10% της ταχύτητας του φωτός και με ταξίδι μερικών δεκαετιών να μεταφέρει ανθρώπους στα κοντινότερα άστρα. Επικεφαλής της σχεδίασης και της ανάπτυξης του Ωρίωνα ήταν ο φυσικός Theodore Taylor που ανέλαβε το πρόγραμμα το 1958, με την υποστήριξη της Αεροπορίας των Η.Π.Α. Η αρχική ιδέα όμως ανήκε στους φυσικούς Stanislaw Ulam και Cornelius Everett που κατέθεσαν την άκρως απόρρητη πρόταση για την κατασκευή ενός τέτοιου διαστημοπλοίου το 1955. Η ανάπτυξη του Ωρίωνα έγινε στην έρημο του Σαν Ντιέγκο, κάτω από την κάλυψη μιας εταιρείας που ονομαζόταν General Atomics και ανήκε στον επιστήμονα Frederick de Hoffman, ο οποίος μέσω αυτής της εταιρείας αναλάμβανε την ανάπτυξη και κατασκευή πυρηνικών αντιδραστήρων. Η ανάπτυξη του διαστημοπλοίου Ωρίωνα ήταν άκρως απόρρητη για πολλές δεκαετίες. Μόλις μερικά χρόνια πριν από σήμερα έγινε γνωστή η ύπαρξή του.

Πολλές λεπτομέρειές του παραμένουν ακόμη και σήμερα απόρρητες, αλλά τα κυριότερα σημεία της σχεδίασής του έχουν αποκαλυφθεί. Τις περισσότερες αποκαλύψεις τις έχει κάνει ο George Dyson, γιος ενός από τους κυριότερους επιστήμονες που πήραν μέρος στη σχεδίασή του Ωρίωνα, του διάσημου Άγγλου επιστήμονα Freeman Dyson. Ο

Τζορτζ Ντάισον κυκλοφόρησε το 2002 το πολύ ενδιαφέρον βιβλίο, Project Orion, The Atomic Spaceship 1957-1965, στο οποίο καταγράφει όλο το παρασκήνιο πίσω από την ανάπτυξη του παράξενου διαστημοπλοίου της Πυρηνικής Εποχής.

4.5.1 Διαστημικές Βολίδες – Πύραυλοι

Διαστημική βολίδα ή πύραυλος ονομάζεται το βλήμα που προωθείται εκτοξεύοντας αέρια που προέρχονται από την καύση στερεών ή υγρών καυσίμων και η λειτουργία του στηρίζεται στη θεωρία του Νεύτωνα περί δράσης-αντίδρασης βάσει της αρχής διατήρησης της ορμής. Η ταχύτητα του πυραύλου καθορίζεται από το μέγεθος και την ταχύτητα με την οποία εξέρχονται τα αέρια. Η καύση γίνεται με τη βοήθεια του οξυγόνου που εναποθηκεύεται σε υγρή μορφή στο εσωτερικό του πυραύλου και άλλων ουσιών που δρουν σαν οξειδωτές. Το όνομα του προέρχεται από το πυρ (φωτιά) και το αυλός (φλογέρα) λόγω του σχήματος και του τρόπου πρόωσης που συνοδεύεται από φλόγα. Οι πύραυλοι χρησιμοποιούνται τόσο για στρατιωτικούς όσο και για επιστημονικούς σκοπούς. Επιπλέον, η στρατιωτική τους χρήση περιλαμβάνει τόσο τακτικούς πυραύλους που δύνανται να χρησιμοποιηθούν σε πλοία, αεροπλάνα ή μονάδες εδάφους όσο και διηπειρωτικούς βαλλιστικούς πυραύλους, που είναι στρατηγικά όπλα και αναπτύχθηκαν ως φορείς πυρηνικών όπλων. Τέλος, οι πύραυλοι χρησιμοποιούνται κατ' εξοχήν στα προγράμματα εξερεύνησης του διαστήματος και είναι σε θέση να μεταφέρουν στο διάστημα μεγάλου βάρους αντικείμενα (διαστημοσυσσκευές, δορυφόροι) με βάρος 5-6 τόνους.

Τέσσερις Τρόποι Προώθησης ενός αστρόπλοιου

1. Πυρηνική Ώθηση: Πρωτοεμφανίστηκε στο πρόγραμμα Ωρίων τη δεκαετία του '50. Το σκάφος αφήνει πίσω του θερμοπυρηνικές βόμβες που εκρήγνυνται πάνω σε έναν «προωθητικό δίσκο» που δίνει ώθηση στο όχημα.
Υπέρ: Σύντομα εφικτή τεχνολογία.
Κατά: Μεγάλος κίνδυνος ακτινοβολίας και άλλοι κίνδυνοι σχετικά αργοί.
Διάρκεια ταξιδιού μέχρι το πλησιέστερο άστρο: Αιώνες.
2. Πυρηνική Σύντηξη: Ισότοπα υδρογόνου και ηλίου θα εισάγονται στο θάλαμο ενός αντιδραστήρα 250 φορές/δευτ. και θα θερμαίνονται με βομβαρδισμό ηλεκτρονίων

μέχρι τη σύντηξη των πυρήνων δευτερίου και την επακόλουθη έκρηξη. Πανίσχυροι μαγνήτες θα διοχετεύουν την παραγόμενη ενέργεια στο πίσω μέρος.

Υπέρ: Λιγότερο επικίνδυνο από τις βόμβες και τους αντιδραστήρες σχάσης.

Κατά: Το δευτέριο είναι σπάνιο και οι αντιδραστήρες σύντηξης δεν έχουν ακόμα εξελιχθεί πλήρως.

Διάρκεια ταξιδιού μέχρι το πλησιέστερο άστρο: Δεκαετίες.

3. Αντιύλη: Όταν τα πρωτόνια συγκρούονται με τα δίδυμα σωματίδια αντιύλης τους, εκμηδενίζονται μετατρέπόμενα σε εκρήξεις φορτισμένων σωματιδίων που κινούνται σχεδόν με την ταχύτητα του φωτός –ιδανική προώθηση για ένα διαστρικό πύραυλο μόνο αν κατασκευαστούν μαγνήτες που θα στρέφουν τα σωματίδια προς τη σωστή κατεύθυνση.

Υπέρ: Τρομερά αποτελεσματική, υψηλή ταχύτητα.

Κατά: Για την αποβολή της περισσευούμενης θερμότητας απαιτούνται ακτινοβολίες μήκους 700 χλμ.

Διάρκεια ταξιδιού μέχρι το πλησιέστερο άστρο: Δεκαετίες.

4. Ηλιακό Ιστόιο Δέσμης: Ένα γιγάντιο κομμάτι ανακλαστικού υφάσματος που ωθείται από τα ηλιακά φωτόνια – σωματίδια φωτός – θα μπορούσε να μεταφέρει ένα σκάφος μέχρι τα όρια ενός ηλιακού συστήματος. Για μεγαλύτερες αποστάσεις θα χρειαζόταν η ακτίνα από μία συσκευή Laser που βρίσκεται σε τροχιά, εστιασμένη με τη βοήθεια ενός τεράστιου φακού.

Υπέρ: Η βασική τεχνολογία υπάρχει και δεν χρειάζονται καύσιμα.

Κατά: Απαιτείται ένα ιστόιο έκτασης 260.000 τετρ.χλμ. και το Laser θα κατανάλωνε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από όση χρειάζεται σήμερα ολόκληρη η Γη.

Διάρκεια ταξιδιού μέχρι το πλησιέστερο άστρο: Αιώνες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι αμφιβολίες που αφορούν τη φύση του φωτός είναι και μέρος αναπόσπαστο της γοητείας του. Κανείς δεν ξέρει αν θα δοθούν ποτέ απαντήσεις και η κάθε απάντηση θα γεννά βαθύτερα ερωτήματα στον επακριβή καθορισμό της φύσης του.^[169] Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή έχει ενδιαφέρον γιατί στο παρελθόν δεν έχουν εμφανιστεί παρόμοιες εργασίες στο



πνεύμα αυτό που κινήθηκε η παρούσα εργασία ενώ παράλληλα για τα επιμέρους μέρη της υπάρχει πληθώρα πληροφοριών και υλικού αλλά όχι με αυτό τον τρόπο σύνδεσης και περιεχομένου. Επίσης, βασίστηκε σε προσωπική επιλογή παραδειγμάτων και αναφορών χωρίς αυτό να μειώνει άλλες περιπτώσεις που το φως διαδραμάτισε σπουδαίο ρόλο. Το φως και ο Ήλιος μελετήθηκαν εξονυχιστικά λόγω των αμέτρητων μυστηρίων που το τυλίγουν με στόχο το 21^ο αιώνα να καταφέρει ο άνθρωπος να το αναδημιουργήσει.^[162]

- Η ιστορία της Φυσικής βασίζεται αναμφισβήτητα στο φως αφού αποτελεί κύριο παράγοντα της ερμηνείας του φυσικού κόσμου και την κατανόηση του Σύμπαντος. Ο κόσμος αποτελείται από φως και ύλη και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους και αποτελεί τη βάση της σύγχρονης φυσικής ενώ επίσης ισχύει ότι το φως μπορεί να μετατραπεί σε ύλη.
- Το φως πληρεί όλο το Σύμπαν και υπάρχει ακόμα και στα πιο μακρινά μέρη του διαστήματος. Το φως είναι αίτιο της δημιουργίας ζωής στον πλανήτη και για αυτό ακόμα και σήμερα αποτελεί πόλο έλξης, διερεύνησης και μελέτης. Η αποκρυπτογράφηση του εξακολουθεί ακόμα και σήμερα.
- Το πρώτο αισθητήριο όργανο που κατέγραψε το φως που αλληλεπιδρούσε με την ύλη ήταν το ανθρώπινο αισθητήριο όργανο, το μάτι. Μέσω του αισθητήριου αυτού οργάνου αλλά κυρίως του φωτός που αλληλεπιδρά με αυτό αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος τα αντικείμενα γύρω του, τα χρώματα και τις κινήσεις τους. Μέσω του φωτός ο άνθρωπος ανασχηματίζει τον κόσμο γύρω του και διερευνά τις κινήσεις και τις μορφές του μέσω της διαδικασίας της όρασης που αποτελεί μία από τις βασικές αισθήσεις του. Άλλα πρωτόγονα μέσα που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος προκειμένου να διευκολύνει την καθημερινότητα του μέσω της καθημερινής του αλληλεπίδρασης και του περιβάλλοντα χώρου ήταν το κοσμικό ρολόι του Ήλιου. Αυτός τον διευκόλυνε ώστε να διαμορφώσει το ημερολόγιο.

- Το φως αποτέλεσε την κύρια πηγή των πληροφοριών για το σχηματισμό και την εξέλιξη των άστρων και για τη δημιουργία του Σύμπαντος.
- Το φως θεοποιήθηκε και μελετήθηκε καθ' όλο το φάσμα του ενώ φιλόσοφοι, ρήτορες, συγγραφείς και επιστήμονες ανά τους χρόνους του δώσανε διαφορετικές διαστάσεις. Το φως συνδέθηκε με την αλήθεια και τη σοφία ενώ πολλά φιλοσοφικά ρεύματα και ιδέες ή ηγέτες πήραν το όνομα αυτού. Ο Ήλιος αποτελούσε την πηγή της ζωής και συμβόλιζε τη δημιουργική δύναμη της φύσεως ενώ επίσης καθοδηγούσε τον άνθρωπο για τις ώρες και τις εποχές. Επίσης υπήρξε σύμβολο που συμπύκνωνε τα αγαθά στοιχεία του κόσμου και υπογράμμισε μία ωραία εικόνα της κοσμογονίας.
- Το φως δεν έχει ηλικία και για το φως ο χρόνος δεν περνά. Η απίστευτη αυτή ιδιότητα ανυψώνει το φως πέρα και πάνω από οτιδήποτε άλλο στον κόσμο, οτιδήποτε άλλο στο Σύμπαν υπάρχει και εκτυλίσσεται μέσα στο χρόνο. Το φως διαθέτει μία εξαιρετική μοναδικότητα και ανθίσταται ακόμα και στον επακριβή καθορισμό του. Το φως αν ιδωθεί παράλληλα και ταυτόχρονα σε όλες τις διαστάσεις του είτε αυτή είναι επιστημονική είτε θρησκευτική, με εκείνη της φιλοσοφίας και της τέχνης θα αποκτήσει μία διαύγεια μοναδική. Η ενιαία αυτή θεωρία αναζητάτε ακόμα και σήμερα.
- Τα μεγαλιθικά μνημεία είχαν κατασκευαστεί από πέτρα που αποτέλεσε το δομικό λίθο τεραστίων διαστάσεων και βάρους πολλών τόνων. Ο λίθος ως δομικό υλικό κυριαρχούσε στα μεγαλιθικά μνημεία ενώ ο τρόπος κατασκευής τους και ο σχεδιασμός τους που είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την κίνηση του Ηλίου, τα ηλιοστάσια και το θρησκευτικό χαρακτήρα του, τα αναδεικνύουν από τα μεγαλύτερα μυστήρια του κόσμου. Στη συνέχεια, με την πάροδο των χρόνων τα μεγαλιθικά αυτά μνημεία αντικαταστήθηκαν από άλλες υπερσύγχρονες εγκαταστάσεις όπως τους επιταχυντές που αποτελούσαν πηγές ηλεκτρονίων δηλαδή ενός παραγόμενου φωτός, ενός νέου Ήλιου. Το φως μεταφερόταν πλέον σε συστήματα που εκμεταλλεύονταν τις ιδιότητες του όπως είναι οι οπτικές ίνες, οι κρύσταλλοι ενώ επίσης έγινε πηγή έμπνευσης για τη μεταφορά σε άλλα διαστήματα μέσω διαστημικών ταξιδιών με πυραύλους και άλλα διαστημικά μέσα.
- Ο τεχνολογικός πολιτισμός με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που αποτελούν μία αθέατη όψη του φωτός που κατακλύζει όλη την καθημερινή ανθρώπινη ζωή.

- Με την ανακάλυψη του τηλεσκοπίου, το φως υπήρξε απλός καθοδηγητής και τα άστρα, οι γαλαξίες και τα νεφελώματα δηλώνουν αποκλειστικά την ύπαρξη τους λόγω του φωτός. Επίσης, το φως είναι ο μοναδικός μάρτυρας στον κύκλο της ζωής των άστρων. Εκείνο σηματοδοτεί πρώτα και κύρια τη γέννηση τους και είναι σε θέση να δώσει πληροφορίες για την εσωτερική ζωή, το μέλλον και το θάνατο τους. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στον άνθρωπο να κατανοήσει το παρόν και να προβλέψει το μέλλον. Η γνώση αυτή αποκτήθηκε από τα μεγαλιθικά έργα που υπήρξαν τεράστια αστεροσκοπεία.
- Η ειδική θεωρία της σχετικότητας και η αξιωματική υπόθεση του Einstein ότι το φως διατηρεί σταθερή την ταχύτητα του, ανεξάρτητα από την κίνηση της πηγής ή του παρατηρητή, οδήγησε στην αναθεώρηση της έννοιας του χρόνου και από εκεί σε συγκλονιστικές συνέπειες που έφτασαν μέχρι τη μετατροπή της μάζας σε ενέργεια. Το λαμπρό οικοδόμημα της κλασικής φυσικής δεν ανατράπηκε αλλά ενισχύθηκαν τα θεμέλια του με νέες μεθόδους. Το φως, η πυρηνική σύντηξη και η επίτευξη της ταχύτητας του φωτός σε διαστημικούς πυραύλους έκανε τον άνθρωπο ικανό να ξεκινήσει διαστρικά ταξίδια σε άλλα διαστήματα και γαλαξίες.
- Το φως συνέβαλε σε δύο επαναστατικές εφαρμογές που αποτελούν η πυρηνική ενέργεια και οι μεγάλης ισχύος ακτίνες Laser με πολυάριθμες εφαρμογές και την εξέλιξη τους σε διαφορετικούς τύπους με ποικίλα υλικά ως πηγές ενέργειας.
- Το φως αποτέλεσε κεντρικό σημείο στην κατασκευή των Μεγαλιθικών Μνημείων από τότε μέχρι και σήμερα.
- Το φως λειτούργησε σαν καθολικός παράγοντας της κατασκευής των Μεγαλιθικών αυτών μνημείων από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα.
- Το φως έδωσε το χρόνο του Σύμπαντος (ακτινοβολία θορύβου) και του χρόνου ζωής για κάθε τι που αναπτύχθηκε εντός και εκτός του πλανήτη μας.

Το φως αποτελεί κεντρικό σημείο αναφοράς στη Τέχνη και μέσω αυτής δόθηκε η δυνατότητα στην εικαστική τέχνη να αναπαραστήσει μορφές ενώ η παρουσία των χρωμάτων σε αυτά τα ανέδειξαν σε αριστουργήματα. Το φως, τα σχέδια, το ημίφως και οι φωτοσκιάσεις προκαλούν το θαυμασμό και συντελούν στη μοναδικότητα της ζωγραφικής του εκάστοτε ζωγράφου. Επίσης η φωτογραφία και ο κινηματογράφος βασίστηκαν πλήρως σε αυτό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Είδη Laser που χρησιμοποιούνται για κατεργασίες επιφανειών:

❖ Laser υψηλής ισχύος

Laser	CO ₂	Nd ³⁺ :YAG	EXCIMER	Ti:Sapphire
Χαρακτηριστικό				
Μήκος Κύματος (μm)	10.6 (μακρινό υπέρυθρο)	1.06 (κοντινό υπέρυθρο)	0.193- 0.351 (κοντινό υπεριώδες)	800nm
Ενεργό μέσο	Αέριο: CO ₂	Στερεό: Nd ³⁺ -YAG	Αέριο: διμερή	Στερεάς Κατάστασης
Τρόπος Λειτουργίας	Συνεχής	Παλμικός	Παλμικός	Παλμικός
Μέση Ισχύς	100-25000	10-5000	30-1000	Ultra short (PW)

Το μήκος κύματος εκπομπής των Laser είναι 10.6μm στην περιοχή της μακρινής υπέρυθρης ακτινοβολίας. Το Laser CO₂ αποδίδει δέσμη ισχύος μερικών Watt-25kW ή και μεγαλύτερη. Αποτελεί το πιο διαδεδομένο στη βιομηχανία και αποδίδει περισσότερη ενέργεια από άλλα είδη, γεγονός που του προσδίδει ένα ακόμα πλεονέκτημα οικονομικής φύσεως. Το ενεργό μέσο του Laser CO₂ είναι ένα μίγμα CO₂ (6% κατ' όγκο), N₂ (12% κατ' όγκο) και He (82% κατ' όγκο). Όπως συμβαίνει στα περισσότερα Laser αερίων, η άντληση πραγματοποιείται με ηλεκτρική εκκένωση, η οποία διεγείρει τα μόρια του N₂ που θα μεταφέρουν την ενέργεια τους στα άτομα του CO₂. Το Laser αυτού του είδους μπορεί να λειτουργήσει και παλμικά διακόπτοντας τη δέσμη και διανέμοντας τη διαθέσιμη ενέργεια με μια συχνότητα της τάξης του 1kHz.

❖ Laser Nd:YAG

Το μήκος κύματος εκπομπής των αυτού του τύπου Laser είναι 1.06μm, εκπέμποντας στο κοντινό υπέρυθρο. Το Νεοδήμιο (Nd) είναι ένα τρισθενές λανθανίδιο (σπάνια γαία) όπου το ιόν Nd³⁺ χρησιμοποιείται ως πρόσμιξη σε κρυστάλλους από τους οποίους ο

γνωστότερος είναι ένας Γρανάτης Υτρίου Αλουμινίου ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) από τα αρχικά του οποίου βγαίνει το YAG (Yttrium Aluminium Garnet). Η ατομική συγκέντρωση του Nd είναι γενικά μεταξύ 0.6-1.2%. Η ενεργειακή απόδοση αυτού του Laser που φτάνει το 3% είναι η υψηλότερη όλων των στερεών Laser και μπορεί να λειτουργήσει τόσο συνεχώς όσο και παλμικά. Στη συνεχή λειτουργία, τα Laser Nd:YAG αποδίδουν ισχύ μεταξύ 1-20W και 10-1200W όταν υπάρχουν και εγκάρσιοι ρυθμοί ταλάντωσης. Στην παλμική δε λειτουργία αποδίδουν:

- ✓ Στο Q-switched ρυθμό, παλμούς πολύ υψηλής ισχύος (~GW) των οποίων η χρονική διάρκεια είναι 15-700ns.
- ✓ Σε fixed-Q ρυθμό, παλμούς μερικών Joule σε συχνότητα 1-200Hz. Η διάρκεια των παλμών είναι μεταξύ 0.1-20ms και συνεπώς η μέση ισχύς είναι της τάξης των 400W.

❖ *Excimer Laser*

Άμεσα μετά την ανάπτυξη του πρώτου αερίου Laser από τους Javan, Bennett και Herriott (1961) μία καινούρια κατηγορία Laser εμφανίστηκε στο προσκήνιο ως μία από τις πιο πολλά υποσχόμενες πηγές συνεκτικής ακτινοβολίας με υψηλή ισχύ. Τα Laser αυτά κάνουν χρήση των ηλεκτρονιακών μεταβάσεων ανάμεσα σε οριακές καταστάσεις και προκάλεσαν μεγάλο ενδιαφέρον ως πιθανή πηγή για τη σύντηξη μέσω Laser και το διαχωρισμό ισοτόπου. Οι εξελίξεις ήταν τόσο ραγδαίες με αποτέλεσμα να υπάρχει σήμερα ένας πλούτος πειραματικών δεδομένων. Η ανάλυση αυτών εξασφάλισε μια βαθύτερη κατανόηση της φυσικής του πλάσματος που εφαρμόζεται στα συστήματα αυτά. Η θεμελιώδης διάκριση των συστημάτων αυτών που τα διαχωρίζει από όλες τις άλλες κατηγορίες των Laser είναι το γεγονός ότι η ακτινοβολούσα μετάβαση που προκαλεί την επίτευξη του φαινομένου του Laser περιλαμβάνει μία ηλεκτρονικά διεγερμένη οριακή κατάσταση, αναφερόμενη ως excimer (excited dimer). Το γεγονός αυτό βρίσκεται σε αντίθεση με άλλα συμβατικά οριακά συστήματα όπως είναι το CO, CO₂ και το HF που περιλαμβάνουν δονητικές μεταβάσεις στη θεμελιώδη ηλεκτρονική στάθμη. Για αυτό το λόγο, τα excimer συστήματα αντιστοιχούν στο οριακό ανάλογο των Laser ατόμων που σε κάθε περίπτωση εκμεταλλεύονται μία κάποιου τύπου ηλεκτρονικής μετάβασης.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ δυο ατόμων (π.χ. άτομα Xe) που στη θεμελιώδη κατάσταση έχουν τις στοιβάδες τους πλήρεις είναι γενικά απωθητική, με εξαίρεση την

ασθενή έλξη Van Der Waals. Επιπλέον, η αλληλεπίδραση μιας διεγερμένης κατάστασης με τη θεμελιώδη μπορεί να είναι ελκτική και να οδηγήσει στο σχηματισμό ενός ευσταθούς χημικού δεσμού. Στην περίπτωση που τα δυο αυτά αλληλεπιδρώντα άτομα σχηματίσουν μεταξύ τους χημικό δεσμό τότε δημιουργείται ένα διατομικό όριο που αντιστοιχεί στη διεγερμένη δεσμική κατάσταση του συστήματος και ονομάζεται διμερές. Στα αγγλικά το διμερές ονομάζεται excimer ως συντομογραφία του excited dimer δηλαδή διεγερμένα διμερή.

Με την ορολογία excited complex στη φωτοχημεία, ορίζεται ένα χημικό μείγμα σε μία ηλεκτρονικά διεγερμένη κατάσταση που είναι σθεναρά δεσμευμένο αλλά άμεσα εξασθενεί στη βασική στάθμη. Έτσι, excimer είναι ένα exciplex που αποτελείται από ταυτόσημα άτομα ενώ πλέον υπάρχει μεγάλη ποικιλία exciplex Laser σε μήκη κύματος που εκτείνονται από το κοντινό υπέρυθρο έως το μακρινό υπεριώδες. Στις μέρες μας, τα excimer αποτελούν το μόνο ενεργό μέσο που είναι κατάλληλο στην παραγωγή υπεριώδους ακτινοβολίας σε συνδυασμό με μεγάλη μέση ισχύ. Για την παραγωγή άλλων μήκων κύματος του φασματικού εύρους υπάρχουν επίσης πολλά κατάλληλα ενεργά μέσα όπως οι ημιαγωγοί, οι χρωστικές ουσίες ή τα υλικά στερεάς κατάστασης.

Το όριο ενός excimer συνήθως περιέχει κάποιο από τα ευγενή αέρια. Τα ευγενή αέρια κανονικά δεν δημιουργούν χημικές ενώσεις ενώ βρίσκονται στη θεμελιώδη τους στάθμη, καθώς η εξωτερική ηλεκτρονική στοιβάδα των ευγενών αερίων είναι πλήρης. Εξάίρεση αποτελεί το XeF_2 . Ωστόσο, διεγερμένα άτομα ευγενούς αερίου R^* έχουν χημικές ιδιότητες πολύ κοντινές σε αυτές των αλκαλικών μετάλλων. Πιο συγκεκριμένα, έχουν ένα ασθενώς δεσμευμένο ηλεκτρόνιο (σθένους), στη συμπεριφορά του οποίου έχει αμελητέα επίδραση η αλληλεπίδρασή του με τα “εσωτερικά” ηλεκτρόνια. Το φαινόμενο του Laser στα excimer και exciplex είναι το αποτέλεσμα μιας φωτο-F-αποσυνδεδετικής μετάβασης από μία δεσμευμένη διεγερμένη κατάσταση σε μία απωθητική θεμελιώδη στάθμη. Όσον αφορά το excimer Laser XeCl εκτός από το excimer και το exciplex υπάρχουν επίσης και τα αλογονούχα ευγενή exciplex Lasers που αποτελεί μία κατηγορία που είναι πολλά υποσχόμενη καθώς είναι ένα από τα σημαντικότερα συστήματα υψηλής ισχύος έως σήμερα.

❖ Ti-Sapphire Laser

Στο Laser αυτού του τύπου, τρισθενή ιόντα τιτανίου (Ti^{3+}) αντικαθιστούν μερικά άτομα Al μέσα στο πλέγμα του κρυστάλλου Al_2O_3 , σε περιεκτικότητα 0.1% κατά βάρος,

δημιουργώντας το ενεργό υλικό $\text{Ti:Al}_2\text{O}_3$. Η δράση laser στο ενεργό αυτό υλικό δείχθηκε για πρώτη φορά το 1982. Τα Laser της κατηγορίας αυτής λειτουργούν παλμικά ή και κατά συνεχή τρόπο. Τα Ti:Sapphire Laser είναι μεταβλητού μήκους κύματος και παρουσιάζουν τη μέγιστη δυνατότητα μεταβολής μήκους κύματος από όλα τα μέχρι σήμερα γνωστά Laser, 660-1180nm.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Kant Immanuel; Kitcher Patricia; Pluhar W. (1996) Critique of Pure Reason. Indianapolis: Hackett.
- [2] Crane Brinton. "Enlightenment". Encyclopedia of Philosophy. Macmillan, 1967.
- [3] <http://plato.stanford.edu/entries/kant/>
- [4] <http://viotikoskosmos.wikidot.com/theogonia>
- [5] Πυθαγόρου Βίος, [Πορφύριος](#) - εκδόσεις Πύρινος Κόσμος, 1978.
- [6] Περί του Πυθαγορείου βίου, [Ιάμβλιχος](#) - εκδόσεις Νέα Θέσις, 1997.
- [7] Παπαθανασίου Μάρω: «Η πυθαγορική διανόηση και τα μαθηματικά». Ελληνική Φιλοσοφική Επιθεώρηση 3 (1986).
- [8] <http://www.iep.utm.edu/anaximen/>
- [9] <http://www.iep.utm.edu/empedocl/>
- [10] Windelband W.-Heimsoeth H., Εγχειρίδιο Ιστορίας της Φιλοσοφίας, Τομ.Α', Μ.Ι.Ε.Τ. (Αθήνα 2001 δ').
- [11] Καλογεράκος Ι.-Θανασάς Π. "Οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι", Ελληνική Φιλοσοφία & Επιστήμη από την Αρχαιότητα έως τον 20^ο αιώνα, Ε.Α.Π. (Πάτρα 2000).
- [12] S. KIRK/ J. E. RAVEN/ MALCOLM SCHOFIELD, Οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι, Μετάφραση Δημοσθένη Κούρτοβικ, εκδ. ΜΙΕΤ, Αθήνα 1988, 2006.
- [13] <http://plato.stanford.edu/entries/heraclitus/>
- [14] [Ιωάννης Θεοδωρακόπουλος](#), Εισαγωγή στον Πλάτωνα (Πανεπιστημιακές παραδόσεις) 5η έκδοση, 1970.
- [15] Κωνσταντίνος Δεσποτόπουλος, Πολιτική φιλοσοφία του Πλάτωνα, Αθήνα 1980.
- [16] <http://www.historyguide.org/intellect/allegory.html>
- [17] http://www.scriptorpress.com/burningmanbooks/52_2007_plato.pdf
- [18] <http://www.buzzle.com/articles/platos-allegory-of-the-cave-meaning-and-interpretation.html>
- [19] <http://history-of-macedonia.com/wordpress/2009/08/06/aristotle-stageira-life-works/>
- [20] http://penelope.uchicago.edu/Thayer/H/Roman/Texts/Aristotle/de_Coloribus*.html
- [21] <http://www.buzzle.com/articles/platos-allegory-of-the-cave-meaning-and-interpretation.html>

- [22] http://9gym-peiraia.att.sch.gr/SITE%202010-2011/PDF_FILES/Peri_xromaton.pdf
- [23] <http://www.obkb.com/dcljr/euclid.html>
- [24] <http://www.crystalinks.com/euclid.html>
- [25] <http://adsabs.harvard.edu//full/seri/JRASC/0075//0000029.000.html>
- [26] The mapping of the world (kaart van de Nieuwe Wereld met portret van [Dirck Rembrantsz van Nierop](#)), Rodney W. Shirley 1984, Rijksmuseum Research Library Amsterdam
- [27] <http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Gazetteer/Periods/Roman/Texts/Ptolemy/home.html>
- [28] http://www.univie.ac.at/hwastro/books/1515_ptole_ColMed.pdf
- [29] <http://www.ilhs.tuc.gr/gr/Thriskiamorfi.htm>
- [30] http://www.brooklynmuseum.org/eascfa/dinner_party/heritage_floor/arinitti.php
- [31] <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/388467/Moloch>
- [32] http://www.artofwise.gr/html/categories_content/filosofia/evreirio_theon_mesopotamies.html
- [33] Dhalla, Maneckji Nusservanji (1938), History of Zoroastrianism, New York.
- [34] Boyce Mary, "Mithra the King and Varuna the Master", 2001.
- [35] <http://www.nea-acropoli-heraklio.gr/1/420.html>
- [36] Malandra William, An Introduction to Ancient Iranian Religion, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1983.
- [37] Jansen, Eva Rudy. The Book of Hindu Imagery: Gods, Manifestations and Their Meaning.
- [38] Wilhelm, Ernst. Graha Sutras, Kala Occult Publishers.
- [39] http://www.ancientindia.co.uk/buddha/home_set.html
- [40] Wilhelm, R. & C. Baynes, The I Ching or Book of Changes, (πρόλογος Καρλ Γιούνγκ), Bollingen Series XIX. Princeton NJ: Princeton University Press, [1967](#).
- [41] Kerson & Rosemary Huang, I Τσινγκ, εκδ. Αιώρα.
- [42] Ρ. Βίλχελμ, I Τζινγκ. Το Βιβλίο των Αλλαγών, εκδ. Πύρινος Κόσμος.
- [43] Stephen Karcher, Οι Βασικές αρχές του I Τσινγκ.
- [44] <http://www.pantheon.org/articles/a/amaterasu.html>
- [45] <http://cla.calpoly.edu/~bmori/syll/351eawomen/Amaterasu.html>
- [46] <http://www.ancientegyptonline.co.uk/ra.html>

- [47] R. Van den Broek, The Myth of the Phoenix - According to Classical and Early Christian Traditions, E.J.Brill, Leiden, 1972.
- [48] Silvia Fabrizio-Costa (ed.), Phénix : mythe(s) et signe(s) (colloque de l'université de Caen), Peter Lang, Bern, 2001.
- [49] Patricia Blackwell Gary and Richard Talcott, "Stargazing in Ancient Egypt," [Astronomy](#), June 2006.
- [50] Fagan, Garrett. "Archaeological Fantasies." Routledge Falmer, 2006.
- [51] Ions V., (1986), Egyptian Mythology, Newnes Books: London.
- [52] James T.H. (1979), An Introduction to Ancient Egypt, British Museum Publications: London.
- [53] http://books.google.gr/books?id=xG9_cN9Ndy8C&pg=PA30&dq=bella+coola+zuni&hl=el&sa=X&ei=Q995T5q4FsrY4QsJr8jhBw&ved=0CGEQ6AEwCA#v=onepage&q=bella%20coola%20zuni&f=false
- [54] <http://whc.unesco.org/en/list/307>
- [55] http://www.cr.nps.gov/history/online_books/hh/11/index.htm
- [56] <http://www.nyc-architecture.com/LM/LM002-STATUEOFLIBERTY.htm>
- [57] <http://www.maicar.com/GML/Apollo.html>
- [58] <http://www.theoi.com/Titan/Phaethon.html>
- [59] http://www.epirus-ellas.gr/2012/03/blog-post_1469.html
- [60] <http://www.theogonia.gr/iroes/hpi/promitheas.htm>
- [61] <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CE%B8%CE%AD%CE%B1%CF%82>
- [62] <http://www.mistiria.com/ancientgreece/piramides.html>
- [63] http://odysseus.culture.gr/h/2/gh251.jsp?obj_id=819
- [64] Herbert Maryon, "The Colossus of Rhodes" The Journal of Hellenic Studies (1956). A sculptor's speculations on the Colossus of Rhodes.
- [65] D. E. L. Haynes, "Philo of Byzantium and the Colossus of Rhodes" The Journal of Hellenic Studies 77.2 (1957). A response to Maryon.
- [66] Ο τάφος του Αγαμέμνονα- Οι Μυκήνες και η αναζήτηση του ήρωα, [G](#), e [Cathy](#).
- [67] <http://www.namuseum.gr/object-month/2012/apr/apr12-gr.html>
- [68] Chadwick, Nora K. Celtic Britain. Ancient People and Places Series, ed. Dr. Glyn Daniel. New York : Frederick A. Praeger, 1963.
- [69] Evans-Wentz, W. Y. The Fairy-faith in Celtic Countries. New Hyde Park, New York : University Books, 1966

- [70] [Anatoly Liberman](#), "Some Controversial Aspects of the Myth of Baldr," *Alvíssmál* 11 (2004).
- [71] [John Lindow](#), Murder and Vengeance Among the Gods: Baldr in Scandinavian Mythology. [Suomalainen Tiedeakatemia](#) (1997).
- [72] ηλ. Εγκυκλοπαίδεια «Britannica» 2004 Deluxe.
- [73] Κωνσταντίνου Μιλτιάδης «Παλαιά Διαθήκη: Μυθολογία των Εβραίων ή Βίβλος της Εκκλησίας», εκδ. «Αποστολική Διακονία»
- [74] <http://ngm.nationalgeographic.com/2008/06/stonehenge/alexander-text>
- [75] <http://science.nationalgeographic.com/science/archaeology/stonehenge/>
- [76] <http://kids.nationalgeographic.com/kids/stories/history/stonehengevillage/>
- [77] "Stonehenge World Heritage Site Management Plan" UNESCO: 18. July 2008.
- [78] Morgan, James; Tim Darvill and Geoff Wainwright (21 September 2008). "Dig pinpoints Stonehenge origins". BBC. Retrieved 22 September 2008.
- [79] <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7625145.stm>
- [80] "Ancient ceremonial landscape of great archaeological and wildlife interest". Stonehenge Landscape. National Trust. Retrieved 17 December 2007.
- [81] Pitts, Mike (8 August 2008). "Stonehenge: one of our largest excavations draws to a close". British Archaeology (York, England: Council for British Archaeology).
- [82] Schmid, Randolph E. (29 May 2008). "Study: Stonehenge was a burial site for centuries". Associated Press. Retrieved 29 May 2008.
- [83] "Stonehenge; henge". Oxford English Dictionary (2 ed.). Oxford, England: Oxford University Press. 1989.
- [84] <http://whc.unesco.org/en/list/514>
- [85] <http://www.orkneyjar.com/history/maeshowe/index.html>
- [86] <http://www.orkneyjar.com/history/standingstones/index.html>
- [87] <http://www.orkneyjar.com/history/brodgar/>
- [88] http://www.historic-scotland.gov.uk/index/places/propertyresults/propertyabout.htm?PropID=PL_244&PropName=Skara%20Brae%20Prehistoric%20Village
- [89] <http://plato.stanford.edu/entries/grosseteste/>
- [90] <http://ehr.oxfordjournals.org/content/CXXI/492/657.full.pdf+html>

- [91] Andronik, Catherine M. Copernicus: Founder of Modern Astronomy. Berkeley Heights, NJ: Enslow, 2002
- [92] Hallyn, Fernand. The Poetic Structure of the World: Copernicus and Kepler. New York: Zone Books, 1990
- [93] Barker and Goldstein. "Theological Foundations of Kepler's Astronomy".
- [94] Kepler. New Astronomy, title page, tr. Donohue.
- [95] Epitome of Copernican Astronomy in Great Books of the Western World.
- [96] Stephenson. Kepler's Physical Astronomy; Dear, Revolutionizing the Sciences.
- [97] http://inventors.about.com/od/gstartinventors/a/Galileo_Galilei.htm
- [98] Wolf, K. B. (1995), "Geometry and dynamics in refracting systems", European Journal of Physics 16.
- [99] <http://turnbull.dcs.st-and.ac.uk/history/Mathematicians/Snell.html>
- [100] J.L. Heilbron, Electricity in the 17th and 18th Centuries: A Study of Early Modern Physics (Berkeley: University of California Press, 1979).
- [101] Francesco Maria Grimaldi, Physico mathesis de lumine, coloribus, et iride, aliisque annexis libri duo (Bologna ("Bonomia"), Italy: Vittorio Bonati, 1665).
- [102] Florian Cajori (1899). A history of physics in its elementary branches: including the evolution of physical laboratories. The Macmillan Company. pp. 88–. Retrieved 14 August 2011.
- [103] Guglielmo Libri, Histoire des sciences mathematiques en Italie (1840)
- [104] Thomas E. Woods (2005). How the Catholic Church built Western civilization. Regnery Publishing. Retrieved 14 August 2011.
- [105] Křížek, M. Luca, Florian Somer, Lawrence (2001). 17 lectures on Fermat numbers: from number theory to geometry. CMS books in mathematics. Springer.
- [106] Klaus Barner (2001): How old did Fermat become? Internationale Zeitschrift für Geschichte und Ethik der Naturwissenschaften, Technik und Medizin.
- [107] Ball, Walter William Rouse (1888). A short account of the history of mathematics. General Books LLC.
- [108] Mordechai Feingold, Barrow, Isaac (1630–1677), Oxford Dictionary of National Biography, Oxford University Press, September 2004; online edn, May 2007; accessed 24 February 2009; explained further in Mordechai Feingold "Newton, Leibniz, and Barrow Too: An Attempt at a Reinterpretation".
- [109] Dictionary of Scientific Biography, Newton, Isaac.

- [110] Westfall, Richard S. (1983) [1980]. *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [111] Christiaan Huygens, *Traité de la lumiere* (Leiden, Netherlands: Pieter van der Aa, 1690), Chapter 1.
- [112] http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1918/planck-bio.html.
- [113] Anderson, Douglas. *The Radical Enlightenments of Benjamin Franklin* (1997)
- [114] Chaplin, Joyce. *The First Scientific American: Benjamin Franklin and the Pursuit of Genius*. (2007)
- [115] http://www.1911encyclopedia.org/Michael_Faraday
- [116] http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Hertz_Heinrich.html
- [117] http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1901/rontgen-bio.html
- [118] <http://www.thomasedison.com/biography.html>
- [119] http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1918/planck-bio.html
- [120] Einstein, Albert (1905b), A new determination of molecular dimensions. This PhD thesis was completed 30 April and submitted 20 July.
- [121] Einstein, Albert (11 July 1923), "[Fundamental Ideas and Problems of the Theory of Relativity](#)", Nobel Lectures, Physics 1901–1921, Amsterdam: Elsevier Publishing Company, retrieved 25 March 2007.
- [122] http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1921/einstein-bio.html.
- [123] http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1964/townes-lecture.pdf
- [124] <http://www.nature.com/news/microwave-laser-fulfills-60-years-of-promise-1.11199>
- [125] R.N Hall et al, *Phys.Rev.*9,366, 1962.
- [126] T.M. Quist et al, *Appl.Phys.Lett.*9,336,1962.
- [127] J.J.Degnan.*Appl.Phys.*11.1,1976.
- [128] "Laser program annual report", Lawrence Livermore Laboratory 1978.
- [129] D.T. Hodges and T.S. Hartwick, *Appl.Phys.Lett.*23,252,1973.
- [130] C.K.N. Patelet et al.*Bul.Am.Phys.Soc.*9, 500. 1964.
- [131] R.W.F. Gross and J.F.Bott."Handbook of chemical Lasers" .J. Wiley and Socs,1966.

- [132] D.C.O' Shea, W.R. Caller and W.T. Rhodes,"Introduction of Lasers and their applications" Addison-Wesley Publishing Company 1977.
- [133] http://www.bell-labs.com/history/laser/laser_def.html
- [134] <http://inventors.about.com/od/lstartinventions/a/laser.htm>
- [135] <http://www.thetech.org/exhibits/online/lasers/Basics/moreE.html>
- [136] http://cmsl.materials.uoi.gr/lidorikis/files/photonic_materials_2011.pdf
- [137] Dyson, George, Project Orion, The Atomic Spaceship 1957-1965, Penguin Science, 2002
- [138] <http://large.stanford.edu/courses/2007/ap272/timp1/>
- [139] <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2007/sm/b712706e/unauth>
- [140] <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=874210>
- [141] <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1642/1/thesis-koutsoubas.pdf>
- [142] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19382838>
- [143] http://www.ll.mit.edu/publications/journal/pdf/vol03_no3/3.3.7.titaniumsapphirelaser.pdf
- [144] <http://john.mer.utexas.edu/a235fb325d345ac9f0e/ftp/papers/renieri.pdf>
- [145] Mirabito, Michael M.A; and Morgenstern, Barbara L., The New Communications Technologies: Applications, Policy, and Impact, 5th. Edition. Focal Press, 2004.
- [146] <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6720449.stm>
- [147] <https://lasers.llnl.gov/>
- [148] <http://books.google.gr/books?id=4oMu7RbGpqUC&pg=PA114&chl=el#v=onepage&q&f=false>
- [149] <http://www.iter.org/sci/beyonditer>
- [150] <http://fds.oup.com/www.oup.co.uk/pdf/0-19-856264-0.pdfhttps://lasers.llnl.gov/about/nif/>
- [151] http://fusedweb.pppl.gov/CPEP/Chart_Pages/5.Plasmas/SunLayers.htmlhttp://www.hiper-laser.org/docs/tdr/HiPERTDR2.pdf
- [152] <http://www.umass.edu/newsoffice/newsreleases/articles/131066.php>
- [153] Γ.Παπαφίλιππου Τμήμα Επιταχυντών - CERN
- [154] <http://www.hiper-laser.org/>
- [155] <http://en.wikipedia.org/wiki/Tokamak>
- [156] <http://rodan.physics.ucla.edu/pyrofusion/>

- [157] http://h2matters.weebly.com/uploads/8/3/3/8/8338743/mpounta_thesis_final.pdf
- [158] <http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/document/file.php/KEF.10.pdf>
- [159] http://h2matters.weebly.com/uploads/8/3/3/8/8338743/mpounta_thesis_final.pdf
- [160] <http://aliengrip.pblogs.gr/tags/diastrika-taksidia-gr.html>
- [161] <http://el.wikipedia.org/wiki/NASA>
- [162] Γραμματικάκης Γιώργος, Η Αυτοβιογραφία του Φωτός, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 2005.