

Γιώργος Ν. Βλαχάκης

Ιστορικός των Επιστημών, ΚΝΕ/ΕΙΕ

Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ. Η ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΛΛΗΝΕΣ ΛΟΓΙΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΠΑΝΑΣΤΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ

Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα θέματα που συζητήθηκαν στους Ευρωπαϊκούς επιστημονικούς κύκλους από τα τέλη του 17ου αιώνα, και κράτησε αμείωτο το ενδιαφέρον των επιστημόνων σε όλη τη διάρκεια του 18ου υπήρξε η έρευνα γύρω από τη φύση και τις ιδιότητες του φωτός. Όπως είναι γνωστό, δύο βασικοί άξονες αναπτύχθηκαν για τη μελέτη του θέματος αυτού, ο πρώτος με κορυφαίο εκφραστή τον Newton και ο δεύτερος τον Huygens που πλαισιωμένοι από τους οπαδούς τους, υποστήριξαν τη σωματιδιακή σύσταση του φωτός ο πρώτος και την κυματική φύση του ο δεύτερος. Οι προεκτάσεις αυτής της συζήτησης καταγράφηκαν και στα κείμενα των Ελλήνων λογίων της περιόδου 1750-1821, που πρόσφατα προτάθηκαν χαρακτηρίζεται ως περίοδος «Νεοελληνικής Αναγέννησης»¹ προκειμένου να αναδειχθεί όχι μόνο η συνιστώσα εκείνη που χαρακτηρίζει την εισροή της ευρωπαϊκής σκέψης, φιλοσοφικής και επιστημονικής, που αναπτύχθηκε κατά το Διαφωτισμό αλλά να τονιστεί και η αναβίωση του αρχαίου ελληνικού πνεύματος σε όλες τις μορφές του με κυρίαρχο εκπρόσωπο αναντίρρηση τον Αριστοτέλη και τους σχολιαστές του.

Στηριζόμενοι λοιπόν στις καταγραφές που προαναφέρθηκαν θα εξετάσουμε τη θεώρηση του φωτός και των νόμων της οπτικής από του Έλληνες λόγιους κατά τη διάρκεια της Νεοελληνικής Αναγέννησης.

1. Γιώργος Ν. Βλαχάκης, Η Ευρωπαϊκή συνιστώσα της φυσικής σκέψης κατά την προεπαναστατική περίοδο, Διεθνές Συνέδριο για τον Νεοελληνικό Διαφωτισμό, Βόλος 1993.

1. Η φύση του φωτός

Στο πρώτο και κορυφαίο ίσως από άποψη δομής και περιεχομένου έντυπο βιβλίο Φυσικής της προεπαναστατικής περιόδου, τα *Στοιχεία Φυσικής* του Νικηφόρου Θεοτόκη, που η έκδοσή τους σηματοδοτεί κατά κάποιον τρόπο την είσοδο της νευτωνικής σκέψης στο χώρο της καθ' ημάς Ανατολής, ο Αριστοτέλης είναι παρών καθώς ο πρώτος ορισμός που παρατίθεται είναι:

*Το δε Φως ότι Πυρός εστί Χρώμα, δήλον εκ του μηδεμίαν άλλην ή τοιαύτην έχον ευρίσκεισθαι Χρόαν, και δια το μόνον τούτο δι' εαυτού ορατόν γίνεσθαι, τα άλλα δια τούτου*².

Βέβαια ο Θεοτόκης διαπιστώνει την ανεπάρκεια του παραπάνω ορισμού και προσπαθεί να τον συμπληρώσει ορίζοντας:

Φως εστί χρώμα Ρευστόν, λεπτότατον, μηδέν του Πυρός διαφέρον, ή κατά την Πυκνότητα.³

Και ο Ευγένιος Βούλγαρις στα *Αρέσκοντα τοις φιλοσόφοις*, έργο τυπωμένο πολύ αργότερα, το 1805, αλλά βασισμένο εν πολλοίς στις ίδιες πηγές με τα *Στοιχεία Φυσικής* και γραμμένο σύμφωνα με το πνεύμα της φιλοσοφικής θεώρησης της φύσης γράφει:

*Τι γαρ άλλο το φως ή πυρ επ' ευθείας προιέμενον και τοις οφθαλμοίς εισιόν; Το δε πυρ κινείται ως ανωτέρω δέδεικται*⁴.

Επανερχόμενοι στο κείμενο του Θεοτόκη εντοπίζουμε και τις δύο απόψεις που είχαν διατυπωθεί για τη Φύση του Φωτός:

Δύο ουσών των περί το Φως Αιρέσεων, της μεν Αρχηγέτας γεγενέναι φασί τον Δημόκριτον και Επίκουρον, της δε, τον Καρτέσιον. και οι μεν Οπαδοί της πρώτης, εν ής και ο Νεύτων, Υλην λεπτοτάτην ενόμισαν το φως...⁵.

Στο σημείο αυτό, παρενθετικά, θεωρούμε ότι αξίζει να τονιστεί η πρόταξη των ονομάτων των δύο υλιστών αρχαίων φιλοσόφων ως εισηγητών της σωματιδιακής θεωρίας για το φως και η τοποθέτηση του Νεύτωνα στους οπαδούς τους, γεγονός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μιά ακόμα ένδειξη της επιθυμίας των Ελλήνων

2. Νικηφόρος Θεοτόκης, *Στοιχεία Φυσικής*, Λειψία 1766-1767, τομ. Β', σελ. 1. 3. ο.π. σημ. 2, σελ. 2.

4. Ευγένιος Βούλγαρις, *Τα Αρέσκοντα τοις φιλοσόφοις*, Βιέννη 1805, σελ. 365.

5. ο.π. σημ. 2, σελ. 2.

λογίων να αναδειξουν την αρχαία φιλοσοφική σκέψη και να τονίσουν ότι και οι αρχές της επαναστατικής θεωρούμενης νευτωνικής φυσικής θεμελιώθηκαν από αρχαίους φιλοσόφους. Ο Θεοτόκης ως εισηγητής της δεύτερης άποψης θεωρεί τον Καρτέσιο που υποστήριξε ότι το Φως αποτελείται από:

*Υλην εγκατεσπαρμένην και συμπερφυρμένην τω Αέρι, και των Φωσφόρων κινούντων μόνον την επιψαύουσαν αυτήν Φωτιστικήν Ύλην, και της τοιάσδε κινήσεως τοις λοιπαίς του Φωτός Μεριδίσις τοις μεταξύ αυτών τε και των Οφθαλμών ημών μεταδιδομένης, την του Φωτός Ορασιν γίνεσθαι*⁶.

Ο Θεοτόκης σπεύδει να αποδείξει ως άτοπη τη συγκεκριμένη θεωρία υποστηρίζοντας ότι στην περίπτωση που όντως έτσι είχαν τα πράγματα δεν θα υπήρχε διαδοχή ημέρας και νύκτας.

Ο δε Βούλγαρις αφού με δεικτικό τρόπο σημειώσει σχετικά με την πρόταση του Καρτέσιου:

*Ην τα περικοσμήματα αφέλης του πλάσματος, αυτόχρομα έξιεις την δόξαν Αριστοτέλειον*⁷

καταλήγει επίσης στην επιλογή της άποψης του Νεύτωνα.

Για λόγους δεοντολογικούς στο σημείο αυτό και πριν αναφερθούμε στα υπέρ ή κατά επιχειρήματα για την μία ή την άλλη άποψη και των υπόλοιπων Ελλήνων λογίων που απασχολήθηκαν με το θέμα θα πρέπει να παρατεθούν οι δύο θέσεις στην πρωτότυπη μορφή τους όπως αυτές διατυπώθηκαν από τον Newton και τον Huygens αντίστοιχα. Γράφει λοιπόν ο Newton στο βιβλίο του *Opticks* (Πρώτη έκδοση 1704, δεύτερη 1714), το οποίο σύμφωνα με τους Ιστορικούς των επιστημών που ασχολήθηκαν με το έργο του, υπήρξε δημοφιλέστερο για μεγάλο χρονικό διάστημα και από το κλασσικό σήμερα *Principia*:

*Query 29: Δεν είναι οι ακτίνες του φωτός πολύ μικρά σωματίδια που εκπέμπονται από εκλάμπουσες ουσίες; Γιατί τέτοια σωματίδια θα περνούν δια μέσου ομοιογενών μέσων σε σωστές ευθείες*⁸.

Ενώ ο Huygens στο *Treatise on Light*, γραμμένο στο Παρίσι το 1678 και τυπωμένο το 1690 υποστηρίζει :

6.ο.π. σημ. 2, σελ.2.

7. ο.π. σημ. 4, σελ.365.

8.Isaac Newton , *Opticks*, 1714, pag. 529.

Τώρα δεν υπάρχει καμιά αμφιβολία ότι το φως φθάνει από το φωτεινό σώμα στα μάτια μας μέσω κάποιας κίνησης που δημιουργείται μεταξύ τους,...., και συνακόλουθα διαδίδεται όπως ο ήχος με σφαιρικές επιφάνειες και κύματα⁹.

Αυτή η ύλη που ο Huygens ονομάζει «αιθερική» για να την διαχωρίσει από τον αέρα και χρησιμεύει ως το ελαστικό μέσο για τη διάδοση των φωτεινών κυμάτων γίνεται για πρώτη φορά αποδεκτή στον Ελληνικό χώρο από τον Ρήγα στο «Φυσικής Απάνθισμα» και περιγράφεται ως εξής:

Αιθήρ είναι η καθαρωτάτη και λεπτοτάτη ύλη, την οποίαν ημπορούμεν να ονομάσωμεν και ουράνιον αέρα. Αυτή είναι τόσον λεπτή, οπού διαπερνά και τα γυαλιά, αυτή γεμίζει όλον τον ουρανόν, από τον ήλιον έως εις τον Κρόνον, και σχεδόν έως εις τον Γαλαξίαν. Είναι ανακατωμένη παντού με τον αέρα μας και πιστεύομεν πως είναι ενωμένη με την ηλεκτρικήν ύλην. Ημπορούσε να ειπή τινάς εις το νερόν και ο αιθήρ ενωμένα μαζί, κάμνουν τον αέρα εις τον οποίον ζούμεν. Εις τον αιθέρα δε, ποτέ δεν ημπορούμεν να ζήσωμεν, επειδή είναι πολλά λεπτός διά ημάς¹⁰.

Η αποδοχή του αιθέρα και η σχετικά λεπτομερής περιγραφή των ιδιοτήτων του από τον Ρήγα δεν θα πρέπει να μας ξενίζει καθώς ο Ρήγας στηρίζεται σε γαλλικά κείμενα επιστημονικού περιεχομένου όπου προφανώς οι θεωρίες του Descartes είχαν σοβαρή επίδραση.

Σε αντίθεση με τον Ρήγα και οι τρεις λόγιοι που τύπωσαν βιβλία Φυσικής το 1812 οι Δάρβαρις, Κούμας και Βαρδαλάχος υποστηρίζουν τη θεωρία που προτάθηκε από τον Νεύτωνα.

Είναι χαρακτηριστικός ο τρόπος με τον οποίο ο Δάρβαρις παρουσιάζει την πρόταση του Euler, όπου διαφαίνεται εκ των προτέρων η αρνητική προδιάθεση του Έλληνα λόγιου απέναντι σε αυτή τη θεωρία:

Ο δε Εύλερος δογματίζει, ότι μήτε ο ήλιος, μήτε τάλλα φεγγοβόλα σώματα εκπέμποσι τι εκ της ουσίας των, αλλά ταράττουσι μόνον δια της περί τον ίδιον των άξονα περιστροφής μίαν λεπτοτάτην ύλην, διασκορπισμένην εις όλην την κτίσιν, την οποίαν ονομάζει

9.Huygens, *Treatise on Light*, Paris 1690, pag. 523.

10.Ρήγας Βελεστινλής, *Φυσικής Απάνθισμα*, Βιέννη 1799, σελ. 47.

*Αιθέρα και ούτω προξενούσι εις ημάς την όρασιν. Αύτη η γνώμη καλείται σύστημα της Αναπάσεως*¹¹.

Η τοποθέτηση του Δάρβαρι απέναντι στις δύο θεωρίες προκύπτει όχι ως αποτέλεσμα της υποκειμενικής του κρίσεως αλλά ως αναγκαιότητα συμφωνίας με τη φυσική πραγματικότητα:

*Παν ο κρίνων μετά σκέψεως αμφοτέρας βλέπει ότι η γνώμη του Νεύτωνος συμφωνεί πολύ περισσότερο με τα φαινόμενα της φύσεως*¹².

Χρησιμοποιώντας παρόμοια επιχειρήματα με τον Θεοτόκη και ο Δάρβαρις εκμεταλλεύεται την υπόθεση ότι εάν ίσχυε η κυματική θεωρία θα επικρατούσε αιώνια ημέρα ενώ παράλληλα διερωτάται:

*Έπειτα με τινα λόγον εμπορούμεν να αποδείξωμεν, ότι αιθήρ είναι εξαπλωμένος εις όλην την φύσιν; Ποιός ποτέ είδε τον αιθέρα; ή με ποίαν άλλην αίσθησιν τον εγνώρισεν*¹³.

Στην προηγούμενη αναφορά του Δάρβαρι διακρίνει κανείς για μιá ακόμα φορά την εμπειριοκρατική τάση των Ελλήνων λογίων του δεύτερου μισού της ενδιαφέρουσας περιόδου που εξετάζεται, τάση που έχει εντοπιστεί και σε άλλες συναφείς ερευνητικές εργασίες.

Ο Δάρβαρις επιμένει πάντως να είναι αντικειμενικός:

*Πολλοί ηναντιώθησαν και εις την γνώμην του Νεύτωνος και εξήτησαν με πολλές ενστάσεις και απορίας αν οχι να την αναιρέσωσι, καν να την αδυνατώσιν, όμως καμμία από αυτάς δεν είναι τοιαύτη, ώστε να μην μπορεί να λυθή, αν και η λύσις των δεν είναι τόσον εύκολος*¹⁴.

Συνοπτικότερα ο Βαρδαλάχος απλώς αναφέρει¹⁵ ότι η θεωρία του Καρτεσιού για το φως προσομοιάζει με εκείνη που ισχύει για τον ήχο ενώ:

*Οι δε του Νεύτωνος οπαδοί δοξάζουν, ότι η του φωτός ύλη εβγαίνει από το φωτοβόλον σώμα*¹⁶.

11. Δημήτριος Δάρβαρις, *Επιτομή Φυσικής*, Βιέννη 1812, σελ. 158.

12. ο.π. σημ. 11, σελ. 159.

13. ο.π. σημ. 11, σελ. 160.

14. ο.π. σημ. 11, σελ. 160.

15. Κωνσταντίνος Βαρδαλάχος, *Φυσική Πειραματική*, Βιέννη 1812, σελ. 677.

16. ο.π. σημ. 15, σελ. 678.

Για να συμπεράνει τελικά ότι:

*Η γνώμη του Νεύτωνος είναι πιθανωτέρα παρά την του Καρτεσιού*¹⁷.

Η συντριπτική υπεροχή της σωματιδιακής θεωρίας για το φως στον ελληνικό χώρο αμφισβητείται προς το τέλος της προεπαναστατικής περιόδου από τον Βενιαμίν Λέσβιο, έναν από τους κορυφαίους δασκάλους των φυσικών επιστημών, ο οποίος προκειμένου να στηρίξει τη δική του θεωρία για το πανταχόρμητο, μια θεωρία καθαρά «αιθερικού τύπου» γράφει στη χειρόγραφο Αστρονομία του:

*Εκείνο το οποίον γεννά το φως, γεννά και την καύσιν. αν οι ακτίνες του ηλίου ενεποιοούν την καύσιν χωρίς την συνδρομήν του εκ της γης πανταχόρμητου, έπρεπε να είναι η καύσις η αυτή και επί της γης και εις την ατμόσφαιραν...*¹⁸.

Ενώ παράλληλα με μία δόση κάπως υπερφίαλης σιγουριάς σχολιάζει:

*Δεν είναι χρεία μεγάλης προσοχής δια να ειδή τινα την εις τους λόγους των νευτωνιανών αναφνουμένην αντίφασιν. ούτοι δια να δώσουν λόγον, τον διατί ο ήλιος με όλον οπού χάνει συνεχώς μόρια δεν σμικραίνει, «διότι» λέγουν «αι ακτίνες του ηλίου πίπτοντας επί των πλανητών, σωματών σκοτεινών δεν χάνονται, επιστρέφουν εις τον δίσκον του ηλίου» χωρίς όμως να προσθέσουν ποιά είναι αυτή δύναμις χάριν της οποίας επιστρεφόμεναι διέρχονται 34 μιλλιούνια λεύγας ή και περισσότερον ως εκ των ανωτέρω πλανητών*¹⁹.

Ακριβώς αυτό το επιχείρημα είχε χρησιμοποιήσει ο Βαρδαλάχος ενώ μια πιο ρεαλιστική άποψη σύμφωνα βέβαια με τις γνώσεις της εποχής όπου κανείς δεν φανταζόταν τις αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης, εκφράζεται από τον Θεοτόκη που υποστήριξε ότι τα εκπεμπόμενα σωματίδια του φωσφόρου έχουν απειροστή μάζα, δίνοντας μια εικόνα που προσομοιάζει με αυτή των παραδεκτών σήμερα φωτονίων.

17.ο.π. σημ. 15, σελ.678.

18.Βενιαμίν Λέσβιος, Αστρονομία, σελ. (177) 52. Από τη σύγχρονη έκδοση η *Αστρονομία του Βενιαμίν Λέσβιου*, Κων/νος Μαυρομάτης, Θεσσαλονίκη 1991.

19.ο.π. σημ. 18, σελ.(178) 54.

2. Τρόποι διάδοσης - Ταχύτητα του φωτός

Θεωρώντας λυμένο ως ένα βαθμό το ζήτημα της φύσης του φωτός υπέρ της θεωρίας του Νεύτωνα και των υποστηρικτών του, ένα δεύτερο θέμα που εξετάζεται είναι ο τρόπος διάδοσης των φωτεινών ακτίνων καθώς και η ταχύτητα του φωτός.

Ως προς την ταχύτητα του φωτός είναι γνωστό ότι ήδη από το 1675 ο Δανός αστρονόμος Olaus Roemer (1644-1710) διαπίστωσε ότι το φως διαδίδεται με συγκεκριμένη αν και πολύ μεγάλη ταχύτητα. Το συμπέρασμα αυτό βασίστηκε στην παρατήρηση ότι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών εκλείψεων των δορυφόρων του Δία μειώνεται όταν ο Δίας πλησιάζει στη Γη.

Ομόφωνα οι Έλληνες λόγιοι, όπως άλλωστε και οι Ευρωπαίοι επιστήμονες, δέχονται την ευθύγραμμη διάδοση των φωτεινών ακτίνων, καθώς κάθε διαφορετική άποψη έρχεται σε εμφανή αντίθεση με την καθημερινή εμπειρία.

Επιπλέον είναι γνωστό ότι οι ακτίνες απομακρύνονται από την πηγή που θεωρείται το κέντρο των σχηματιζόμενων σφαιρικών μετώπων. Χαρακτηριστική είναι η σχετική διατύπωση του Βούλγαρι στα *Αρέσκοντα τοις φιλοσόφοις*:

Φωτός σπινθήρ ελάχιστος από παντός σημείου Σφαιράς, ως εστι-προς το κέντρον, ορατός γίγνεται και κατ'ευνωρίαν άρα η όρασις υπό του φωτός κινείται, ακτινηδόν πανταχόθεν προιεμένου... Εισί δε αι του φωτός ακτίνες πάνν λεπταί, ταις γεωμετρικαίς σχεδόν γραμμαίς εφάμιλλοι τη λεπτότητι²⁰.

Ακόμα είναι γνωστός ο νόμος εξασθένησης της έντασης της φωτεινής ενέργειας που ο Βούλγαρις αποδεικνύει στηριζόμενος στην αναφορά πειραμάτων ενώ ο Δάρβαρις γράφει συνοψίζοντας:

Οτι δε το φως χάνει πολύ από την δραστηκήν του ενέργειαν με τούτον τον διασκορπισμόν, είναι προφανές. Οι Φυσιολόγοι ελογάρισαν τούτον τον διασκορπισμόν των ακτίνων και εύρον, ότι αυξάνει, ως τα τετράγωνα των διαστημάτων²¹.

Και ο Βαρδαλάχος, όχι τόσο επιστημονικά αλλά περισσότερο πρακτικά διατυπώνει το σχετικό νόμο ως εξής:

Το φως λοιπόν όσον προχωρεί ολιγοστεύει ως τα τετράγωνα των

20.ο.π. σημ.4, σελ.363.

21.ο.π. σημ.11, σελ.164.

διαστημάτων. *όθεν όσον απομακρύνομαι από το φως της λαμπάδος, τόσοσν ολιγότερον βλέπω να διαβάζω*²².

Εφόσον το φως αποτελείται από κινούμενα σωματίδια ένα κρίσιμο ερώτημα που είναι απαραίτητο να απαντηθεί είναι ο υπολογισμός της ταχύτητάς του. Ο Θεοτόκης σαφέστατα τονίζει:

*Το Φως ταχύτατον εστί, χρησιμοποιώντας τον υπερθετικό βαθμό και δίνοντας την αίσθηση ότι με τον τρόπο αυτό δεν επιτρέπει μεγαλύτερες ταχύτητες στη φύση*²³.

Εξ ίσου εντυπωσιασμένος ο Δάρβαρις μετά 50 περίπου χρόνια εκφράζεται ως εξής:

*Η ταχύτης, με την οποίαν κινείται το φως από εναν τόπον εις ένα άλλον, είναι παράδοξος και υπερβαίνει πάσαν έννοϊαν. Ημείς δεν γνωρίζομεν εις όλην την κτίσιν μεγαλειότεραν ταχύτητα. διότι και εκείνη με την οποίαν κινούνται τα ουράνια σώματα εις τας τροχιάς των ή κυλίνονται περί τους ιδίους των άξονας, δεν φθάνει ποτέ την ταχύτητα του φωτός*²⁴.

Οπού σαφέστατα πλέον διατυπώνεται η θέση ότι η ταχύτητα του φωτός αποτελεί το άνω όριο των ταχυτήτων στη φύση, άποψη που αποτέλεσε έναν από τους θεμέλιους λίθους της διατύπωσης της θεωρίας της σχετικότητας από τον Einstein εκατό χρόνια αργότερα και που υποδηλώνει για μιá ακόμα φορά τη συνέχεια της επιστημονικής εξέλιξης στηρίζοντας την άποψη ότι οι λεγόμενες επιστημονικές επαναστάσεις δεν είναι παρά η ανάδειξη ήδη εκφρασμένων υποθέσεων τη στιγμή που ικανοποιούνται συγκεκριμένες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές προϋποθέσεις από τις οποίες άμεσα εξαρτάται η χρηματοδότηση και άρα η ανάπτυξη των θετικών επιστημών.

Ο υπολογισμός της ταχύτητας του φωτός, που με σύγχρονη ορολογία θα χαρακτηριζόταν ως παγκόσμια σταθερά, στηρίζεται στη μέτρηση του χρόνου που χρειάζεται το φως για να διανύσει την απόσταση Ηλίου-Γης.

Ο Θεοτόκης αναφέρει ότι σύμφωνα με τις αστρονομικές θεωρίες του Bradley το ηλιακό φως χρειάζεται 8 πρώτα λεπτά για να

22.ο.π. σημ.15, σελ.681.

23.ο.π. σημ.2, σελ.8.

24.ο.π. σημ.11, σελ.162.

διανύσει μια απόσταση 470788768000 ποδιών²⁵, και ο Βούλγαρις²⁶ διαπιστώνει ότι ο λόγος της ταχύτητας του φωτός ως προς αυτή του ήχου είναι 100000 προς 1, τιμή που με σχετική ακρίβεια προσεγγίζει τις σύγχρονες εκτιμήσεις για το λόγο αυτό. Ο δε Δάρβαρις δίνει και αυτός τιμή 8 λεπτά για το χρόνο όπου διανύεται η απόσταση Γης-Ηλίου και σημειώνει ακόμα ένα στοιχείο τεχνολογικής σημασίας, από αυτά που δεν συναντάμε συχνά στα επιστημονικά κείμενα της προεπαναστατικής περιόδου:

Εις την παράδοξον ταχύτητα του φωτός επιστηρίζεται η εύρεσις του Τηλεγράφου, τον οποίον μεταχειρίζονται εις το κοινοποιώσι ταχέως αναγκαίας τινάς ειδήσεις²⁷.

Ο Κούμας που χαρακτηρίζει την ταχύτητα του φωτός μέγιστη αλλά όχι «άχρονη» δίνει τιμή χρόνου για να φτάση το φως από τον ήλιο στη Γή 7.5 λεπτά και τέλος ο Βαρδαλάχος μας πληροφορεί:

Ο Κασσίνης και ο Ροέμερος απέδειξαν, ότι το εκ του ηλίου εξερχόμενον φως κινείται διαδοχικώς, και διανύει 8 λεπτά περίπου, έως να φθάση εις την επιφάνειαν της γήινης σφαίρας. Κατά δε τον Αλέυον διανύει 8 λεπτά πρώτα, και 13 δεύτερα²⁸.

Και από τα παραπάνω στοιχεία τελικά μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι οι Έλληνες λόγιοι προσπαθούν να δίνουν ακριβείς πληροφορίες όχι μόνο για γενικές έννοιες αλλά και για συγκεκριμένες τιμές μεγεθών που προέρχονται από πειραματικές μετρήσεις.

3. Ανάκλαση

Το πρώτο από τα φαινόμενα που απασχολούν τους Έλληνες λόγιους είναι η ανάκλαση και οι εφαρμογές της. Ο Θεοτόκης υποστηρίζει ότι σύμφωνα με τον Newton :

... τα Σώματα περιέχεσθαι ως υπό τινος Ατμοσφαίρας Δύναμιν ωθούσαν εχούσης, προς ην προσπεσούσαι αι Ακτίνες, ανακλώνται, μηδέν γουν επιφανύσασαι όλως των υλικών μεριδιών των εν τη επιφανεία των Σωμάτων²⁹.

25.ο.π. σημ.2, σελ.9.

26.ο.π. σημ.4, σελ.364.

27.ο.π. σημ.11, σελ.163.

28.ο.π. σημ.15, σελ.678.

29.ο.π. σημ.2, σελ.59.

Ο Θεοτόκης παραθέτει λεπτομερείς αποδείξεις για τους νόμους της ανάκλασης και σημειώνει:

επει δε η Σύγκρουσις Αίτιον της Ανακλάσεως πάντων των λοιπών Σωμάτων, ο και απλούν, αισθητόν και εύληπτον, η αυτή και της του Φωτός Ανακλάσεως Αίτιον δοκεί³⁰.

Ο Θεοτόκης αποδεικνύει ότι η γωνία της ανάκλασης είναι ίση με τη γωνία της πρόσπτωσης, νόμος κλασσικός που αναφέρεται από όλους τους Έλληνες λόγιους. Και ο Δάρβαρις και ο Βαρδάλάχος δέχονται ως αίτιο της ανακλάσεως την «ελκυστική» δύναμη όπως είχε προτείνει ο Newton.

Γενικότερο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως η επισήμανση από τον Δάρβαρι:

Η ακτίς του φωτός μεταβάλλει την ευθυωρίαν της και καμπυλούται ολίγον, όταν διαβαίνη πλησίον τινος σώματος. Αυτή η μεταβολή της ευθυωρίας της, ήτις ονομάζεται κλίσις από τους Φυσικούς, είναι αποτέλεσμα της ελκτικής δυνάμεως³¹.

Και χαρακτηριστικά αναφέρει ότι λόγω αυτού του φαινομένου Ολλανδοί ταξιδιώτες στη Νέα Γη της Βόρειας Ρωσσίας είδαν τον ήλιο 16 ημέρες νωρίτερα από όσο είχαν υπολογίσει.

Φυσικά εκτός από το βασικό νόμο της ανάκλασης στα βιβλία Φυσικής της προεπαναστατικής περιόδου αναφέρονται και οι ιδιότητες των κατόπτρων, που χωρίζονται ανάλογα με το σχήμα τους σε επίπεδα, κυρτά και κοίλα. Έτσι αποδεικνύονται προτάσεις όπως ότι μεταξύ δύο παράλληλων κατόπτρων σχηματίζεται απειρία ειδώλων.

Ιδιαίτερη εντύπωση έχει κάνει όπως φαίνεται στους λόγιους η χρήση καυστικών κατόπτρων και ιδιαίτερα η κατασκευή του λεγομένου Τσιρνούσιανου κατόπτρου που κατά τον Θεοτόκη είχε πλάτος ίσο με 3 Ούλνες και η εστία του απείχε από την περιφέρεια 20 Ούλνες. Εκτεταμένη αναφορά σε αυτό γίνεται από τον Δάρβαρι:

Η δουλεία ήτον λίαν κοπιαστική και εκατασκευάσθησαν μόνον τέσσαρες πολλά μεγάλοι φακοειδείς ύαλοι. η διάμετρος αυτών ήτον 2 έως 3 ποδών, η απόστασις της εστίας 6 έως 12 ποδών και μία εζύγιαζε 160 λίτρας. Δύω των μεγίστων τούτων υάλων σώζονται έτι

30.ο.π. σημ.2, σελ.60.

31.ο.π. σημ.11, σελ.169.

εις το Παρίσιον, μία δε μικροτέρα έχουσα 2 ποδών διάμετρον εις το Γορλίκιον³².

Βέβαια λόγω του μεγάλου μεγέθους τους παρουσιάζουν τεχνικές δυσχέρειες που βελτιώθηκαν από τον Brisson και τον Lavoisier το 1774 που κατασκεύασαν ένα κάτοπτρο με διάμετρο 4 πόδια και μέγιστο πάχος ίσο με 8 δακτύλους.

Αναφέρονται ακόμα παραδείγματα τήξης μετάλλων λόγω της συγκέντρωσης των ηλιακών ακτίνων με καυστικά κάτοπτρα και ο Βαρδαλάχος υποστηρίζει ότι οι ακτίνες της Σελήνης δεν προκαλούν το ίδιο αποτέλεσμα γιατί προέρχονται από ανάκλαση του ηλιακού φωτός και είναι 3000000 φορές αραιότερο από του ηλίου. Επομένως κανένα καυστικό κάτοπτρο όσο ισχυρό κι αν είναι δεν μπορεί να τις πυκνώσει στον απαιτούμενο βαθμό.

4. Διάθλαση

Ιδιαίτερα εκτεταμένα αναπτύσσεται στα βιβλία Φυσικής του 18ου αιώνα και το φαινόμενο της διάθλασης, ανάπτυξη που στηρίζεται κατά κύριο λόγο στα θεωρήματα που ο Newton αποδεικνύει στα *Opticks*.

Ο Θεοτόκης για παράδειγμα αφιερώνει στο θέμα πενήντα περίπου σελίδες που συνιστούν μία ενότητα υπό τον τίτλο Διοπτρικά. Ορίζει δε χαρακτηριστικά τη βασική αρχή της διάθλασης (θλάση για τους λόγιους της εποχής) ως εξής:

Η Ακτίς δια του αυτού μεν Σώματος διερχομένη, ουδεμίαν θλάσιν πάσχει, είτε ορθή, είτε πλαγία ούσα, δια διαφόρων δε, ορθή μὲν, άθλαστος διαμένει, πλαγία δε θλάται. και εξ αραιότερον εις πυκνότερον μεταβαίνουσα, τω της θλάσεως Αξονι πλησιάζει μετά την θλάσιν, εκ πυκνότερον δε εις αραιότερον, αποχωρεί απ' αυτού³³.

Η πρόταση αυτή αποδεικνύεται με τα κλασσικά πειράματα επίδειξης της βύθισης ενός κομματίου ξύλου ή ενός νομίσματος σε νερό. Φυσικά διατυπώνεται και η πρόταση ότι όταν η μετάβαση γίνεται από το αραιότερο μέσο στο πυκνότερο η γωνία διάθλασης (θλαστή γωνία) γίνεται μικρότερη της γωνίας κλίσεως. Τις δύο αυτές παρατηρήσεις διατυπώνουν ακόμα ο Βούλγαρις καθώς και οι

32.ο.π. σημ.11, σελ.173.

33.ο.π. σημ.2, σελ.92.

Κούμας, Βαρδαλάχος και Δάρβαρις χωρίς όμως οι τρεις τελευταίοι να διατυπώνουν τον κλασικό πλέον νόμο της διάθλασης που ο Θεοτόκης ξεκάθαρα είχε διατυπώσει ως εξής:

*Εύρηται τοίνυν τω ειρημένων Τρόπω, ημίτονον της Γωνίας της Κλίσεως, προς το της θλαστής τον αυτόν λόγον εαί έχον, και οποιασούν η Γωνία της προσπτώσεως*³⁴.

Για τη διατύπωση του νόμου αυτού ο Θεοτόκης παραπέμπει στα *Διοπτρικά* του Huygens, σελ.5 .

Ακόμα από τα *Opticks* του Newton λαμβάνει τις συγκεκριμένες τιμές που αναφέρει, όπως ότι ο σχετικός λόγος των ημιτόνων κατά τη μετάβαση του φωτός από τον αέρα στο γυαλί είναι 3:2 και από τον αέρα στο νερό 4:3.

Τις ίδιες τιμές αναφέρει και ο Βούλγαρις σημειώνοντας και αυτός πως βασίζεται σε όσα διδάσκει ο Newton.

Ως προς τα αίτια της διάθλασης ο Θεοτόκης είναι κατηγορηματικός:

*Το της Θλάσεως Αίτιον η ελκτική Δύναμις, και ουδέν άλλο, και οι ένιοι άλλα τινα υπειλήφασι, περί ων περιπτόν λέγειν*³⁵.

Την πεποίθησή του αυτή τεκμηριώνει με την περιγραφή νοητικών πειραμάτων. Παρόμοια είναι και η διατύπωση του Δάρβαρι:

*Η αιτία της θλάσεως του φωτός φαίνεται να ήναι τούτο, ότι τα πυκνότερα σώματα έλκουνσι το φως προς εαυτά ή το οποίον είναι πιθανώτερον, ότι προσπίπτον το φως εις πυκνότερα σώματα δια την μεγαλειτέραν των αντίστασιν χάνει από την δύναμιν του, και δια τούτο εκκλίνει από την ευθυωρίαν*³⁶.

Στο προηγούμενο εδάφιο χαρακτηριστική είναι η αναφορά στην έννοια της «αντίστασης» κατά τη διάδοση ενός σωματιδίου σε ένα μέσο, έννοια που θα ποσοτικοποιηθεί βέβαια αργότερα κυρίως κατά τη μελέτη του δυναμικού ηλεκτρισμού.

Τέλος και ο Βαρδαλάχος συμπεραίνει:

*Περί της θλάσεως του φωτός αι γνώμαι είναι διάφοροι. πιθανωτέρα όμως είναι η του Νεύτωνος, ότι αίτιον ταύτης είναι η ελκυστική δύναμις*³⁷.

34.ο.π. σημ.2, σελ.94.

35.ο.π. σημ.2, σελ.94.

36.ο.π. σημ.2, σελ.168.

37.ο.π. σημ.15, σελ.687.

Μία ακόμα παρατήρηση του Θεοτόκη, που βρίσκεται ένα βήμα πριν το συνδιασμό της με το λόγο των ημιτόνων, είναι ότι το φως καθώς μεταβαίνει από ένα αραιό σώμα σε ένα πυκνότερο αυξάνει την ταχύτητα του.

Πάνω σε αυτό το ζήτημα ο Βούλγαρις ειρωνεύεται τον Καρτέσιο:

Επί τούτοις δε τάχα αναίτιο μάλλον εικότως θαυμάσειε του Καρτεσίου, ότι επί των θραύσεων νυν μεν τάχιον, νυν δε βράδιον φέρεσθαι το φως εισηγούμενος, ουκ ενεθυμήθη ήν περί του φωτός είχε δόξαν ούτος εξομνών, ότι εν αναιρεί εις απέραντα διαχέισθαι εδίδαξε³⁸.

Οι αρχές της διάθλασης εφαρμόζονται στη χρήση των φακών, των οποίων μελετώνται τα χαρακτηριστικά καθώς και στην ανάλυση του φωτός κατά τη διέλευσή του μέσα από πρίσματα. Τα χρώματα που παράγονται από αυτή την ανάλυση είναι τα: Ερυθρόν, Χρυσοειδές, Ωχρόν, Πράσινον, Κυανούν, Πορφυρούν και Ιώδες. Η πίστη των Ελλήνων λογίων στις απόψεις του Νεύτωνα φαίνεται και από τον τρόπο που ο Βαρδαλάχος περιγράφει την ανάλυση του λευκού φωτός:

Το φως είναι μία ύλη σύνθετος από επτά ακτίνας, αι οποίαι επειδή είναι διαφόρον φύσεως, θλώνται και διαφόρως. Αύται αι διάφοροι ακτίνες αναντακλώμεναι υπό των χρωμάτων, μας παριστάνουν και διάφορα χρώματα. Αυτή είναι η γνώμη του Νεύτωνος³⁹.

Ο Βαρδαλάχος είναι ακόμα ο πρώτος που αναφέρει τα χρώματα αυτά και με τα λαϊκά τους ονόματα, αυτά που χρησιμοποιούνται και σήμερα:

κόκκινον, πορτογαλλί, κίτρινον, πράσινον, ουρανό ή γαλάζιον, άλικον, χρώμα της βιόλας, του μενεξέ⁴⁰.

Εκείνο που λείπει από τις ελληνικές Φυσικές σε σχέση με την πρώτη διατύπωση του Νεύτωνα είναι η αναλογία με την οποία κάθε χρώμα συμβάλλει στη σύνθεση του λευκού φωτός, θέμα για το οποίο ο Newton έγραφε:

Το άσπρο χρώμα, και όλα τα ενδιάμεσα χρώματα μεταξύ

38.ο.π. σημ.4, σελ.373.

39.ο.π. σημ.15, σελ.697.

40.ο.π. σημ.15, σελ.697.

άσπρου και μαύρου, μπορούν να σχηματιστούν από χρώματα, και το άσπρο του ηλιακού φωτός αποτελείται από όλα τα βασικά χρώματα αναμειγμένα σε καθορισμένες αναλογίες που είναι κόκκινο (1/9), πορτοκαλί (1/16), κίτρινο (1/10), πράσινο (1/9), μπλέ (1/16), θαλασσί (1/16), ιώδες (1/9)⁴¹.

Αξιίζει να σημειωθεί ακόμα ένα σχόλιο του Θεοτόκη που ουσιαστικά εισάγει στην ύπαρξη μηκών κύματος πέρα από το ορατό φάσμα και επομένως είναι πολύ σημαντική:

Χρή δε ειδέναι, ότι εν τοις Πέρασιν εκάστης συζυγίας των Χρωμάτων ήτοι υπέρυθρον ή υποπόρφυρον ή υπώχρον ή άλλον μικτόν χρώμα καθοράται εκείσαι γαρ συμπίπτουν αλλήλαις αι ανομοίου χρώματος ακτίνες⁴².

Ο Δάρβαρις επιπλέον αποδεικνύει την μονοχρωματικότητα των ακτίνων αυτών υποβάλλοντας τις σε μία επιπλέον διάθλαση. Αρκετά πειράματα με χρήση πρισμάτων αναφέρει και ο Βούλγαρις ενώ όλοι συμφωνούν με τον Κούμα ότι:⁴³

Η διαφορά λοιπόν των χρωμάτων προέρχεται από την διάφορον απορρόφησην και ανάκλασιν, την οποίαν έχουσι φύσιν να κάμνωσιν τα διάφορα σώματα.

Ως προς αυτό το θέμα πολύ ζωντανή είναι η περιγραφή του Δάρβαρι:

Ενα σώμα έχει, φερ' ειπείν, κίτρινον ή κόκκινον χρώμα, αν η επιφάνειά του είναι τοιαύτη, ώστε να ανακλώνται υπ' αυτής μόνον αι κίτρινοι ή αι κόκκινοι ακτίνες του φωτός, αι δε λοιπαί να καταπίνονται⁴⁴.

Τέλος όλοι αναφέρουν ως κλασσική εφαρμογή της διάθλασης στη φύση την εμφάνιση του ουράνιου τόξου το οποίο συνήθως μελετάται ξεχωριστά με ιδιαίτερη λεπτομέρεια⁴⁵ ενώ ο Βαρδαλάχος με βάση τις ιδιότητες της διάθλασης του ηλιακού φωτός προσπαθεί να εξηγήσει το χρώμα του ουρανού:

41.ο.π. σημ.8, σελ.431.

42.ο.π. σημ.2, σελ.135.

43.Κωνσταντίνος Κούμας, *Σύνοψις Φυσικής*, Βιέννη 1812, σελ.63.

44.ο.π. σημ.11, σελ.191.

45.Γιώργος Ν. Βλαχάκης, Οι επιστήμες της Γης και του Αέρα στα βιβλία Φυσικής του 18ου αιώνα, Α' Πανελλήνιο Συνέδριο Ιστορίας των Επιστημών και της Τεχνολογίας, Θεσσαλονίκη 1993.

Μερικοί από τους παλαιούς εδόξαζον ότι εκείθεν της ατμοσφαιράς το βάθος είναι μαύρον. Η μίξις λοιπόν του φωτός και του μαύρου βάθους προξενεί το γαλάζιον χρώμα του ουρανού... Οι νεώτεροι λέγουν, ότι εις την ατμοσφαίραν είναι ατμοί διασκορπισμένοι, οίτινες αντανakλώσι προς ημάς ακτίνας, αι οποίαι διεγείρουν την αίσθησιν του γαλάζιου χρώματος. Ο Βουγέρος όμως λέγει, ότι η φύσις του αέρα είναι τοιαύτη, ώστε αφήνει να περνούν μόνον αι πλέον αδύναται ακτίνες, και αύται διεγείρουν το γαλάζιον χρώμα⁴⁶.

5. Μικροσκοπία - Τηλεσκοπία

Η παρουσίαση της φύσης του φωτός και των ιδιοτήτων του ολοκληρώνεται με την περιγραφή δύο χαρακτηριστικών οργάνων που εκμεταλλεύόμενα αυτές ακριβώς τις ιδιότητες συμβάλουν στη λεπτομερέστερη μελέτη του μικροκόσμου και του μακρόκοσμου αντίστοιχα δηλαδή των μικροσκοπίων και των τηλεσκοπίων. Ωστόσο πρέπει με έμφαση να επισημανθεί ότι όλοι σχεδόν οι λόγιοι πριν περιγράψουν τα όργανα αυτά εξετάζουν λεπτομερειακά την κατασκευή του ματιού και διατυπώνουν διάφορες θεωρίες για τον τρόπο με τον οποίο τελικά βλέπουμε. Οι θεωρίες αυτές συνοπτικά είναι οι εξής:⁴⁷

α. Θεωρία της εκπομπής (Στωικοί και Ευκλείδης): Τα αντικείμενα καθίστανται ορατά λόγω ακτίνων που εξέρχονται από τα μάτια και προσπίπτουν στα υλικά σώματα.

β. Θεωρία της εισπομπής (Πυθαγόρειοι, Επίκουρος): Βλέπουμε λόγω ακτίνων που προέρχονται από τα υλικά σώματα και κατευθύνονται στα μάτια μας.

γ. Πλατωνική θεωρία: Ακτίνες εξέρχονται τόσο από τα μάτια όσο και τα αντικείμενα, συναντώνται σε κάποιο σημείο στο χώρο, και εκεί σχηματίζεται το είδωλο του αντικειμένου.

δ. Θεωρία των Νεωτέρων Φιλοσόφων: Οι ακτίνες που εκπέμπονται από τα φωταυγή σώματα και ανακλώνται από τα αφεγγή προς τα μάτια μας εισέρχονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, και δημιουργούν σ' αυτόν το είδωλο των ορατών αντικειμένων. Η διατύπωση του Newton στο παραπάνω θέμα είναι η εξής:

46.ο.π. σημ.15, σελ.700-701.

47.ο.π. σημ.2, σελ.23.

*Δεν προκαλούν οι ακτίνες του φωτός όταν πέσουν στο μάτι ταλαντώσεις στην tunica retina? Οι οποίες ταλαντώσεις μεταδιδόμενες κατά μήκος των νημάτων των οπτικών νεύρων στον εγκέφαλο προκαλούν το αίσθημα της όρασης*⁴⁸;

Κατακλείδα στις παραπάνω θεωρίες και σε πλήρη συμφωνία με τη νευτωνική άποψη μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι είναι η παρατήρηση του Θεοτόκη:

*Θυρίδες του Νοός είναι αι Αισθήσεις, τας υπό των Αισθητών Ενεργείας τω Νοί ανακοινούσαι*⁴⁹.

Η λεπτομερής μελέτη της κατασκευής του ματιού και η πλήρης κατανόηση του σχηματισμού ειδώλου από διάφορα είδη κατόπτρων και φακών οδήγησε στο συνδυασμό τους έτσι ώστε να κατασκευαστούν βοηθητικά όργανα για την παρατήρηση φαινομένων που το μάτι από μόνο του είναι δύσκολο να εντοπίσει. Η αναφορά από τους Έλληνες λόγιους των μικροσκοπίων και τηλεσκοπίων περιλαμβάνει πολλά ιστορικά στοιχεία ιδιαίτερα ενδιαφέροντα για τον μελετητή της τεχνολογίας των επιστημονικών οργάνων. Ήδη ο Θεοτόκης, είχε αναφερθεί στον Leeuwenhoek ως εκείνον που πρώτος παρατήρησε με χρήση μικροσκοπίου τη σύνθεση του αίματος καθώς και μικροοργανισμών μέσα σε νερό. Σε ειδικό κεφάλαιο περιγράφει ακριβώς την κατασκευή και τον τρόπο λειτουργίας του απλού μικροσκοπίου καθώς και του σύνθετου. Ως προς την προέλευσή του υποσημειώνει:

*Πότε μεν, και παρά τινος τα Μικροσκόπια εύρηται, άδηλον, ότι-δε άχρι του 1618 Ετους άγνωστα, δήλον εκ του Ιερωνύμου τον Συροτούρον εν τω κατά το αυτό Ετος περί της Αρχής, και Κατασκευής των Τηλεσκοπίων Συγγράμματι μηδεμίαν αυτών ποιήσαι Μνείαν*⁵⁰.

Τα παραπάνω στοιχεία αναφέρει ο Θεοτόκης ότι περιλαμβάνονται στο περί *Στοιχείων Διοπτρικών* βιβλίο του Wolff . Πολύ απλούστερη, όπως και γενικότερα το συνολικό ύφος του βιβλίου, είναι η περιγραφή του μικροσκοπίου από τον Δάρβαρι:

Δια να βλέπωμεν τα μικρά πράγματα μεγάλα και μερικά οπού

48.ο.π. σημ.8, σελ.518.

49.ο.π. σημ.2, σελ.27.

50.ο.π.σημ.2, σελ.125.

είναι αόρατα εις τους οφθαλμούς μας, μάλιστα δε πλήθος αναριθμήτων μικρών ζωοφίων, τα οποία ανεκαλύφθησαν εις τους παρελθόντας αιώνας υπό των φυσιολόγων, μεταχειριζόμεθα εν όργανον συγκείμενον εκ μικρών πολλά κυρτών νάλων, το οποίον καλείται Μικροσκοπίον. είναι δε απλούν το οποίον σύγκεται εκ μιάς μόνον νάλου και σύνθετον, το οποίον σύγκεται εκ περισσοτέρων νάλων ή και φακών καθώς τους ονομάζουσι⁵¹.

Και για το τηλεσκόπιο ο Θεοτόκης δίνει ακριβή στοιχεία λειτουργίας.

Ακόμα σύμφωνα με στοιχεία που παραθέτει ο Wolff σημειώνει ότι εφευρέτης του τηλεσκοπίου περισσότερο κατά τύχη παρά κατόπιν μελέτης υπήρξε ο Ιωάννης Βαπτιστής Πόρτας που εξέδωσε σχετικό βιβλίο γύρω στο 1609. Προφανώς το βιβλίο που αναφέρει ο Θεοτόκης είναι μια μεταγενέστερη έκδοση μια και ο Porta την αρχική περιγραφή είχε δώσει το 1558 εκτός εάν υπάρχει σύγχυση με την κατασκευή ενός πρωτόλειου τηλεσκοπίου από τον Hans Lippersheim (?-1619) το 1608 στο Middleburg της Ολλανδίας. Αργότερα μεγαλύτερα και προφανώς καλύτερα τηλεσκόπια κατασκεύασαν ο Σίμων Μάριος (1570-1621) στη Γερμανία που πρώτος το χρησιμοποίησε για την παρατήρηση ουράνιων σωμάτων και ο Γαλιλαίος στη Ιταλία⁵², όστις και πρώτος δι'αυτών τα αιθέρια Σώματα οράν ήρξατο, και τα πρότερον αγνοούμενα δήλα εποίησεν. ου μικρόν δε η Φιλοσοφία απώνατο της των αστροπτικών Τηλεσκοπίων ευρέσεως, δι'αυτών γαρ οι φιλοσοφούντες ου μόνον τα άγνωστα των ουρανίων Σωμάτων επέγνωσαν, αλλά και Εκλείψεις, και παντοίας Κινήσεις, και θέσεις απταισίτως προγινώσκουσι, και τας αστρονομικάς Παρατηρήσεις καθ'εκάστην επί το ακριβέστερον, και τελειότερον προάγουσι.

Ο Γαλιλαίος περιγράφει την πρώτη σειρά των ανακαλύψεων του στο Sidereus Nuncius, ενώ τις κηλίδες του ήλιου με χρήση τηλεσκοπίου παρατήρησαν και οι John Fabricius (1587-1615) στην Ολλανδία και Christopher Scheiner (1575-1650) στη Γερμανία.

Την επανάσταση που έφερε στην Αστρονομία η χρήση των τηλε-

51.ο.π. σημ.11, σελ.176.

52.ο.π. σημ.2, σελ.129.

σκοπίων τονίζει και ο Ιώσηπος Μοισιόδαξ στο βιβλίο του *Θεωρία της Γεωγραφίας*:

Αν ο Τύχων ελάμβανε πείρας των τηλεσκοπίων άτινα ευρέθησαν μετά ταύτα, παν το εναντίον έμελλε φρονήσει.

Ο Θεοτόκης βασιζόμενος σε αναφορές του Musschenbroek⁵³ υποστηρίζει ότι η παραλλαγή τηλεσκοπίου που προτάθηκε από τον Νεύτωνα και κατασκευάστηκε από τον Αδλέιο, το κατοπτρο-διοπτρικό θεωρείται το καλύτερο.

Ακόμα πληροφορεί τους αναγνώστες του για την κατασκευή και φορητού τηλεσκοπίου, καθώς και για τους υπολογισμούς του Herman και του Αουζουι για το μέγεθος του τηλεσκοπίου.

Στα μεταγενέστερα κείμενα προστίθεται η αναφορά στο σφάλμα που παρουσιάζουν συνήθως τα τηλεσκόπια να παραμορφώνουν και να χρωματίζουν τα είδωλα των παρατηρουμένων αντικειμένων στην περιφέρεια τους, καθώς και ότι το σφάλμα αυτό διορθώθηκε από τους αδελφούς Johahn και Peter Dollonde. Χαρακτηριστικά ο Κούμας σημειώνει:

Κατασκευάζεται δε διάφορος κατά την ύλην η μέση ύελος παράτας άκρας, διότι αι μεν κατασκευάζονται καθώς η κοινή ύελος εκείνης δε συστατικά είναι 24 μεν μέρη πυρίτιδος, 8 δε νίτρου, 7 δε οξειδίου μολύβδου⁵⁴.

Τέλος από όλους τους κατασκευαστές τηλεσκοπίων ιδιαίτερα μνημονεύεται ο Erschell ο οποίος καταγόμενος από το Αννόβερο διακρίθηκε δουλεύοντας στην Αγγλία. Ο Κούμας χαρακτηρίζει τα τηλεσκόπιά του ως τα μεγαλύτερα και τελειότερα ενώ και ο Δάρβαρις μας πληροφορεί ότι το μεγαλύτερο έχει μήκος 46 πόδια και 5 πόδια διάμετρο.

53.ο.π. σημ.2, σελ.131.

54.ο.π. σημ.43, σελ.68.