

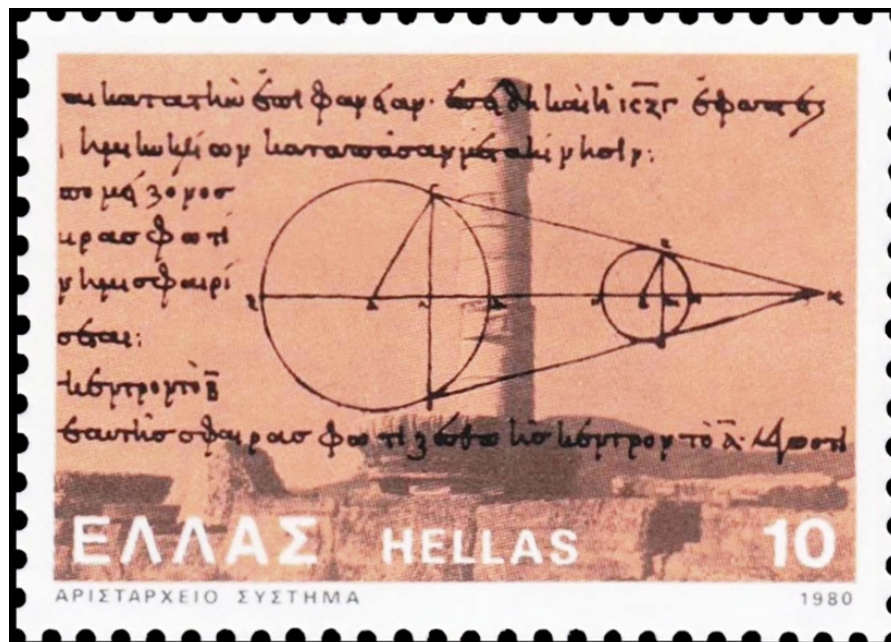


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΣΩ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ
ΣΕΛΗΝΙΑΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟΥ



Σπύρος Ρεκούνας
ΑΜ : 14007

Επιβλέπων : Α. Αραβαντινός
Καθ. Φυσικής

ΑΘΗΝΑ , 2020

ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Athanasios
Aravantinos

Digitally signed by
Athanasios
Aravantinos
Date: 2021.03.05
18:21:32 +02'00'

ΜΑΧΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Georgios
Machias

Digitally signed
by Georgios
Machias
Date: 2021.03.06
17:46:42 +02'00'

ΗΛΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Δήλωση Συγγραφέα Πτυχιακής / Διπλωματικής εργασίας

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ρεκούνας Σπυρίδων του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 14007 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Τεχνών & Πολιτισμού του Τμήματος Φωτογραφίας και Οπτικοακουστικών Τεχνών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Ευγνώμων
Ανδρομάχη Ρεκούνα
Κωστής Μπουρμάς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	- 5 -
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	- 7 -
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 8 -
1.1 Η Σελήνη ως αντικείμενο παρατήρησης	- 8 -
1.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά	- 8 -
1.1.2 Οι κινήσεις της Σελήνης	- 9 -
1.1.3 Μορφολογία της Σεληνιακής επιφάνειας	- 10 -
1.1.4 Πρόγραμμα Apollo	- 14 -
1.2 Η φύση του φωτός	- 22 -
1.2.1 Σωματιδιακή Φύση του Φωτός	- 24 -
1.2.2 Κυματική Φύση του Φωτός	- 24 -
1.2.3 Ηλεκτρομαγνητική Θεωρία	- 25 -
1.2.4 Μεγέθη μέτρησης ακτινοβολίας	- 27 -
1.2.5 Μέλαν σώμα (black body)	- 28 -
1.2.6 Μεγέθη φωτομετρίας	- 31 -
1.2.7 Φως και σκιά	- 32 -
1.2.8 Ο ρόλος της σκιάς στη τέχνη	- 33 -
1.3 Η φωτογραφική μηχανή	- 38 -
1.3.1 Οπτικοί φακοί	- 38 -
1.3.2 Φωτογραφικοί φακοί	- 39 -
1.3.3 Φωτογραφική κάμερα	- 41 -
1.4 Τηλεσκόπιο	- 43 -
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	- 45 -
2.1 Τεχνικός εξοπλισμός	- 45 -
2.1.1 Τηλεσκόπιο	- 45 -
2.1.2 Ψηφιακή κάμερα τύπου SLR	- 46 -
2.1.3 Παρελκόμενα, διάταξη prime focus	- 46 -
2.1.4 Τοποθεσία λήψης	- 48 -
2.1.5 Καιρικές συνθήκες	- 49 -
2.2 Καταγραφές Σελήνης μέσω τηλεσκοπίου	- 51 -
2.2.1 Σελήνη 4 ημερών (Αύξων Μηνίσκος)	- 51 -
2.2.2 Σελήνη 5 ημερών	- 52 -
2.2.3 Σελήνη 6 ημερών	- 53 -
2.2.4 Σελήνη 7 ημερών	- 54 -
2.2.5 Σελήνη 8 ημερών	- 55 -
2.2.6 Σελήνη 10 ημερών	- 56 -
2.2.7 Σελήνη 12 ημερών	- 57 -
2.2.8 Πανσέληνος	- 58 -
2.2.9 Επιπλέον λήψεις	- 59 -
2.2.10 Τοποθεσίες προσελήνωσης του προγράμματος Apollo	- 62 -
2.3 Μετρήσεις - Υπολογισμοί - Αποτελέσματα	- 63 -
2.3.1 Είδωλο σελήνης φωτογράφιση μέσω τηλεσκοπίου	- 63 -
2.3.2 Διακριτική ικανότητα	- 65 -
2.3.3 Υπολογισμός ελάχιστης ταχύτητας κλείστρου (Λήψη 02 Απριλίου 2020)	- 68 -
2.3.4 Υπολογισμός διαστάσεων διαμέτρου και βάθους επιλεγμένων κρατήρων	- 74 -
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 79 -
Πίνακες – Παραρτήματα	- 81 -
Βιβλιογραφία	- 94 -

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

« Ο πρώτος Αγροτικός Πολιτισμός στην περιοχή της εύφορης ημισελήνου που ονομάστηκε και το «Λίκνο του Πολιτισμού» αναγνώρισε πολύ γρήγορα ότι οι αστρονομικές παρατηρήσεις και οι κινήσεις των άστρων ήταν χρήσιμες για την αγροτική παραγωγή και τις ημερομηνίες των εποχών. »

« Σε όλους τους αρχαίους πολιτισμούς, όπως των Ασσυρίων, Βαβυλωνίων και Σουμερίων, των Αιγυπτίων, της Αρχαίας Ελλάδας, της Κίνας και των Ινδιών ανακαλύφθηκαν προφορικές δοξασίες, ζωγραφικές παραστάσεις και αργότερα κείμενα στα οποία περιγράφονταν ή απεικονίζονταν οι κοσμογονικές τους αντιλήψεις, τόσο για την προέλευση των άστρων και της Γης, όσο και των ζωντανών ειδών. »

« Η αστρονομική μελέτη κατά την εποχή των αρχαίων πολιτισμών διεξάγονταν κυρίως από το ιερατείο, όμως τα αποτελέσματά της είχαν εφαρμογή στη γεωργία, ναυσιπλοΐα και σε άλλες πρακτικές πλευρές της ζωής. Στους προϊστορικούς πολιτισμούς της Ανατολής οι αστρονομικές παρατηρήσεις περιορίστηκαν μόνο στην χρονογραφική αποθησαύριση των σπουδαιότερων ουράνιων φαινομένων. »

« Ο αστρονόμος και μαθηματικός της Αλεξανδρινής Σχολής **Αρίσταρχος** (310-230 π.Χ.) ήταν ένας από τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους που υποστήριξε την ριζοσπαστική για την εποχή του ηλιοκεντρική θεωρία, δηλαδή ότι ο Ήλιος είναι στο κέντρο του ηλιακού συστήματος και η Γη περιστρέφεται γύρω του. Ουσιαστικά είναι ο πατέρας και θεμελιωτής της Αστρονομίας με βάση τη λογική σκέψη και όχι τις θρησκευτικές δοξασίες. Ο Αρίσταρχος επινόησε τη μέθοδο προσδιορισμού των σχετικών αποστάσεων του Ηλίου και της Σελήνης από τη Γη. Ο Κλεάνθης, ένας στωικός φιλόσοφος στην Αθήνα και σύγχρονος του Αρίσταρχου, πίστευε ότι ήταν καθήκον των Ελλήνων να καταδικάσουν τον Αρίσταρχο με την κατηγορία ότι έβαζε σε κίνηση την εστία (κέντρο) του Σύμπαντος (δηλ. τη Γη) και έτσι διαταράσσει την ηρεμία των θεών: **« Ως κινών τήν του κόσμου εστίαν καί ταράσσει τήν των ολυμπίων (θεών) ηρεμίαν »**

Prof. Athanasios Valavanidis (emeritus), Dpt. Chemistry, University of Athens. Greece.
(https://www.researchgate.net/publication/236231031_THE_LIVING_PLANET_Biography_of_he_Origin_of_Life_on_Earth_and_in_the_Universe_in_Greek)

Μήνην αείδειν τανυσίπτερον ἔσπετε, Μοῦσαι,

ἠδυεπεῖς κοῦραι Κρονίδεω Διός, ἴστορες ὠδῆς:
ἦς ἄπο αἴγλη γαῖαν ἐλίσσεται οὐρανόδεικτος
κρατὸς ἀπ' ἀθανάτοιο, πολὺς δ' ὑπὸ κόσμος
ὄρωρεν

αἴγλης λαμπούσης: στίλβει δέ τ' ἀλάμπετος ἀήρ
χρυσέου ἀπὸ στεφάνου, ἀκτῖνες δ' ἐνδιάονται,
εὖτ' ἂν ἀπ' Ὀκεανοῖο λοεσσαμένη χροά καλόν,
εἵματα ἔσσαμένη τηλαυγέα δῖα Σελήνη,
ζευξαμένη πώλους ἐριαύχενας, αἰγλήεντας,
ἔσσυμένως προτέρωσ' ἐλάση καλλίτριχας
ἵππους,

ἔσπερή, διχόμενος: ὃ δὲ πλήθει μέγας ὄγμος
λαμπρόταταί τ' αὐγαὶ τότε' ἀεξομένης τελέθουσιν
οὐρανόθεν: τέκμωρ δὲ βροτοῖς καὶ σῆμα τέτυκται.
τῆ ῥά ποτε Κρονίδης ἐμίγη φιλότητι καὶ εὐνή:
ἦ δ' ὑποκουσαμένη Πανδείην γείνατο κούρην,
ἐκπρεπὲς εἶδος ἔχουσιν ἐν ἀθανάτοισι θεοῖσι.
χαῖρε, ἄνασσα, θεὰ λευκώλενε, δῖα Σελήνη,
πρόφρον, ἐυπλόκαμος: σέο δ' ἀρχόμενος κλέα
φωτῶν

ἄσομαι ἡμιθέων, ὧν κλείουσ' ἔργματ' αἰοδοί,
Μουσάων θεράποντες, ἀπὸ στομάτων ἐροέντων.

(Ομηρικοί Ὕμνοι/XXXII Εἰς Σελήνην)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η **σελήνη**, ένα κόσμημα της νύχτας, φυσικός δορυφόρος της Γης και το πλησιέστερο ουράνιο σώμα. Μόνιμος συνοδοιπόρος κάθε μοναχικού ταξιδευτή στη πορεία των ανθρώπων και αγαπημένο θέμα ποιητών και ζωγράφων. Εγγονή του Ουρανού και της Γης και κόρη του Υπερίωνα και της Θείας, αδερφή του Ήλιου και της Ηούς (Αυγής). Η φωτεινή της παρουσία αποτυπώθηκε στο όνομα της : φεγγάρι, φέγγος, λάμψη και σέλας, σελάννα ως θεία υπόστασή του. Αποτέλεσε σημείο αναφοράς μέτρησης του χρόνου (Μήνην) λόγω της περιοδικότητάς της περιφοράς της. Νωχελική στην τροχιακή πορεία της, νυχτόδρομη, συμπληρώνοντας με τον αδελφό της Ήλιο το ημερονύκτιο. Εκείνος πανόπτης στην δική του πορεία, φωτοδότης, κράτησε για τον εαυτό του το φως της ημέρας και χάρισε στην αδελφή του τόσο το φως του όσο και τη γλυκιά σκοτεινιά της νύχτας.

Με το τρίπτυχο **Σελήνη, ηλιακή ακτινοβολία, και φωτογραφική μηχανή** θα προσεγγίσουμε διαδικασίες απεικόνισης ειδώλων της σεληνιακής επιφανείας και εκμαίευση συμπερασμάτων μέσω έμμεσων μετρήσεων. Στην αντίπερα όχθη από τους απανταχού καλλιτέχνες, εδώ θα αναφερθούμε σε όργανα απεικόνισης, μεθόδους καταγραφής και επεξεργασίας εικόνας ώστε να επιβεβαιωθούν οι σχετικοί κανόνες οπτικής και φύσης του φωτός.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η Σελήνη ως αντικείμενο παρατήρησης

1.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Η Σελήνη είναι ο πέμπτος σε μέγεθος δορυφόρος του Ηλιακού μας συστήματος. Η μέση απόσταση Γης - Σελήνης είναι 384.403 km (ποικίλλει, από 356.400 km έως 406.700 km ανάλογα σε ποιά θέση βρίσκεται) και η διάμετρος της 3.476 km (περίπου το 1/4 της γήινης). Πρωτοϋπολογίστηκε από τον Αρίσταρχο με σφάλμα 32% και αργότερα από τον Πτολεμαίο μειώνοντας το σχετικό σφάλμα στο 5%. Ολοκληρώνει μία περιφορά γύρω από την Γη στον ίδιο περίπου χρόνο που περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της (περίπου 4 εβδομάδες). Με τον τρόπο αυτό στρέφει πάντα το ίδιο ημισφαίριο προς την Γη. Κατά συνέπεια η Σελήνη έχει περίπου δύο εβδομάδες μέρα και δύο εβδομάδες νύχτα εναλλάξ. Η μακρινή πλευρά της Σελήνης ονομάζεται και αθέατη και παρουσιάζει εντελώς διαφορετική μορφολογία και χημική σύσταση από την κοντινή, το υψόμετρο της οποίας είναι περίπου 2 με 3 km χαμηλότερο. Το ένα τρίτο της επιφάνειας της κοντινής πλευράς καλύπτεται από βασαλτικές πεδιάδες στερεοποιημένης λάβας, ενώ σχεδόν όλη η επιφάνεια της αθέατης πλευράς (99%) καλύπτεται από κρατήρες.



Εικόνα 1.1



Εικόνα 1.2

Εικ.1.1 (Σελίδα από το αυθεντικό σημειωματάριο του Γαλιλαίου σχετικά με τις παρατηρήσεις του στη Σελήνη). Εικ. 1.2 (Claude Mellan γκραβούρα σελήνης 1636)

(Πηγή: Galileo and 400 years of telescopic astronomy. Εκδόσεις Springer)

1.1.2 Οι κινήσεις της Σελήνης

Στα πρώιμα στάδια της δημιουργίας της, η Σελήνη πρέπει να ήταν είκοσι φορές πιο κοντά στην Γη από ότι σήμερα. Μετά από περίπου 4.6 δισεκατομμύρια έτη, ο ρυθμός απομάκρυνσης Γης – Σελήνης έχει φτάσει τα 4 cm ανά έτος. Εκτός από τις κινήσεις της Σελήνης γύρω από τον εαυτό της και γύρω από την Γη, εκτελεί και μία τρίτη σπουδαία κίνηση που μας επιτρέπει να παρατηρούμε όχι το μισό αλλά το 59% της συνολικής της επιφάνειας, τη λεγόμενη **λίκνιση**.

Η Σελήνη έχει λεπτή και μεταβλητή ατμόσφαιρα αποτελούμενη από κάλιο, νάτριο, ήλιο, υδρογόνο, αργό, νέον, καθώς και ίχνη από οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, πυρίτιο και αλουμίνιο. Η επιφανειακή θερμοκρασία της κυμαίνεται μεταξύ +121 και -157 °C .

Η συνολική σύνθετη κίνηση της Σελήνης επιτρέπει την παρατήρησή της και κατά την διάρκεια της ημέρας, αρκεί ο ουρανός να μην έχει σύννεφα και να γνωρίζουμε προσεγγιστικά την θέση της στον ουρανό. Όταν η Σελήνη γεμίζει (οδεύει προς την πανσέληνο), ακολουθεί τον Ήλιο και μπορεί να είναι ορατή μερικές ώρες μετά την ανατολή του και μερικές μετά την δύση του. Από την φάση της πανσελήνου και μέχρι αυτήν της νέας σελήνης, η Σελήνη πλησιάζει τον Ήλιο ο οποίος την ακολουθεί. Στις φάσεις εκείνες, η Σελήνη ανατέλλει τις βραδινές ώρες, δύο κατά την διάρκεια της ημέρας και πριν την δύση του Ήλιου και η παρατήρησή της καθίσταται εφικτή στον πρωινό ουρανό ολόένα και περισσότερες ώρες. Σε όλες τις περιπτώσεις το φως προσδιορίζει την κατεύθυνση του Ήλιου.



Εικόνα 1.3

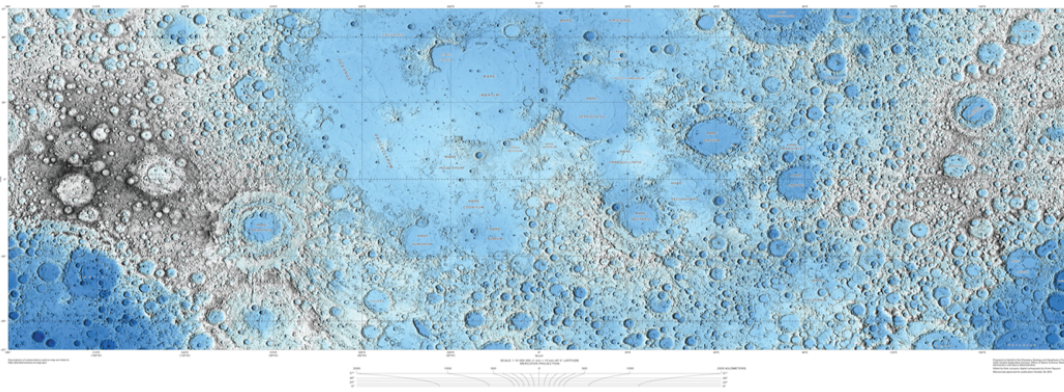
(Langrenus, *χάρτης σελήνης* (1645), ο πρώτος με το ονοματολογικό σύστημα)

(Πηγή: Galileo and 400 years of telescopic astronomy. Εκδόσεις Springer)

1.1.3 Μορφολογία της Σεληνιακής επιφάνειας

Η επιφάνεια του φεγγαριού παρουσιάζει δύο διαφορετικού τύπου εκτάσεων τις φωτεινότερες ορεινές περιοχές, "**terrae**" ή "**ήπειροι**", που καλύπτουν το 80% της σεληνιακής επιφάνειας (65% της ορατής πλευράς), και περίπου 20 σκοτεινότερες περιοχές, άνυδρες που ονομάζονται **maria** (θάλασσα). Οι θάλασσες ή maria είναι όπως οι πεδιάδες με λίγους μεγάλους κρατήρες. Αυτές αντιστοιχούν με τις λεκάνες που δημιουργήθηκαν από μεγάλες συγκρούσεις με μετεωρίτες, πριν από 3.9 και 3 δισεκατομμύρια χρόνια, γεμάτες με βασαλτική λάβα. Οι παλαιότερες λεκάνες έδωσαν ακανόνιστο σχήμα στις θάλασσες (όπως είναι η Tranquillitatis ή η Fecunditatis), ενώ οι πιο πρόσφατες έδωσαν περισσότερο κυκλικό σχήμα (όπως η Crisium, η Serenitatis και η Nectaris). Οι περιοχές των θαλασσών συγκεντρώνονται στην ορατή πλευρά του φεγγαριού, όπου καλύπτουν το 35% της επιφάνειας. Οι mare όμως καλύπτουν μόνο το 5% της αθέατης πλευράς του φεγγαριού, με τη μεγαλύτερη θάλασσα της Μόσχας. Στους υψηλότερους σχηματισμούς δόθηκαν τα ονόματα βουνών της Γης. Η υψηλότερη κορυφή, το Όρος Leibnitz, καταλήγει να είναι 8000 m επάνω από τις περιβάλλουσες περιοχές του Νότιου πόλου της Σελήνης. Οι ορεινές περιοχές είναι γεμάτες με αναρίθμητους κρατήρες, με διάμετρο συχνά 50 km.

Ο μεγαλύτερος κρατήρας υπερβαίνει σε διάμετρο τα 200 km. Οι ηφαιστειακοί κρατήρες είναι σπάνιοι και συγκριτικά μικροί. Οι σεληνιακοί κρατήρες, που οφείλονται σε πτώσεις μετεωριτών, μας ενημερώνουν αναλογικά και για την ιστορία του γήινου βομβαρδισμού από την εποχή της γέννησής του. Η διαδικασία διάβρωσης οφείλεται λοιπόν στις πτώσεις αστεροειδών και μετεωριτών, όπως πιστοποιούν οι μυριάδες των κρατήρων. Οι βιαιότερες συγκρούσεις έσπασαν το σεληνιακό φλοιό επιτρέποντας έτσι στο εσωτερικό μάγμα να ρεύσει προς τα έξω. Η επιφάνεια λόγω των μικρών συγκρούσεων έχει μετασχηματιστεί σε ένα ειδικό στρώμα, σαν πούδρα, που ονομάζεται ρηγόλιθος. Στο ορατό μέρος της Σελήνης, η οποία πάντα μας στρέφει την ίδια πλευρά, βρίσκονται και μεγάλες επίπεδες περιοχές, τις οποίες ονομάσαμε Θάλασσες ή Ωκεανούς, παρόλο που δεν περιέχουν ίχνος νερού. Φαίνεται πως έχουν σχηματιστεί από βασαλτική λάβα, κάτι που σημαίνει πως παλαιότερα υπήρχε ηφαιστειακή δράση. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι η Σελήνη δεν είναι σεισμικά ήρεμη, αφού δημιουργούνται σεισμοί τόσο στην επιφάνεια όσο και σε μεγαλύτερα βάθη.



Εικόνα 1.4 (*Χάρτης επιφάνειας της Σελήνης*)

(Πηγή: <https://www.mysanantonio.com/news/local/article/NASA-releases-new-high-resolution-image-maps-of-6214125.php>)

Κρατήρες, η ταξινόμηση ως προς τη μορφή τους

ALC- Κρατήρες με κοίλο εσωτερικό και χαμηλό χείλος, διαμέτρου έως 20 km.

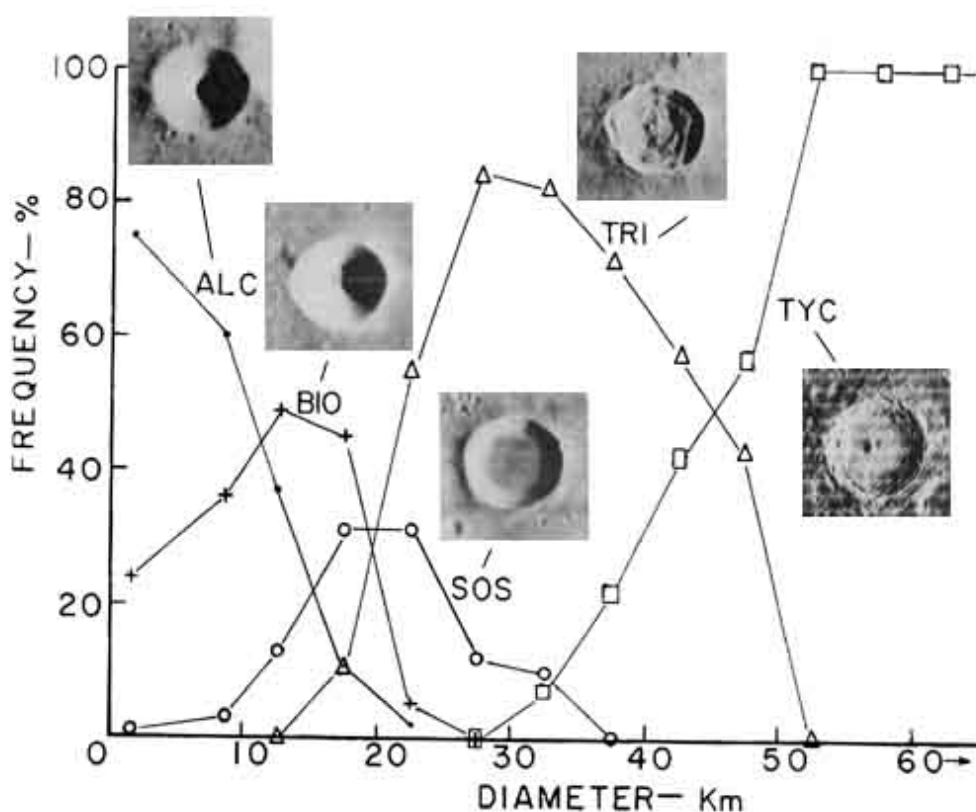
Χαρακτηριστικός τύπου ο Albatengnius C.

BIO - Κρατήρες επίπεδου πυθμένα· είναι παρόμοιας μορφολογίας και διαμέτρου με τους ALC αλλά το κέντρο τους είναι επίπεδο και εμφανίζουν απότομη κλίση στα σημεία της περιφέρειας του κρατήρα, έτσι ώστε το χείλος να σχηματίζει ένα περιμετρικό τείχος. Χαρακτηριστικός τύπου ο Biot.

SOS - Σχετικά αβαθείς κρατήρες με ευρύ, επίπεδο πυθμένα και στενά τοιχώματα δίχως αναβαθμίδες, διαμέτρου 5 έως 35 km. Χαρακτηριστικός τύπου ο Sosigenes.

TRI - Κρατήρες κυματοειδούς περιγράμματος, συνήθους διαμέτρου από 15 έως 50 km. Το έξαρμα του χείλους είναι αμβλύ και συνήθως διαθέτει αναβαθμίδες από μεγάλες μάζες υλικού σε διάταξη ομόκεντρων κύκλων. Ο πυθμένας τους είναι σχετικά επίπεδος και μερικώς ή πλήρως καλυμμένος από άμορφες μάζες υλικού. Χαρακτηριστικός τύπου είναι ο κρατήρας Triesnecker.

TYC - Κρατήρες με χείλος που εμφανίζει πολλαπλές αναβαθμίδες και ανώμαλη κορυφή. Ο πυθμένας είναι επίπεδος, ενώ η διάμετρος κυμαίνεται από 30 έως 175 km. Χαρακτηριστικός τύπου ο Tycho.

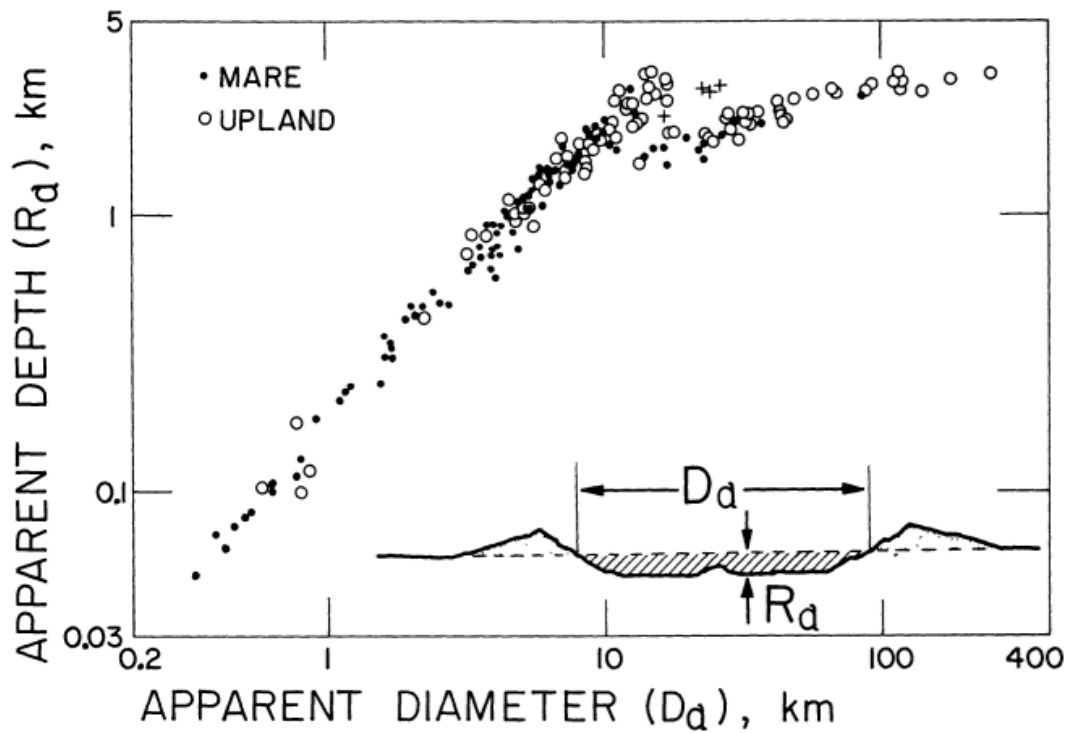


Σχήμα 1.1

(Κατανομή ειδών κρατήρων ως προς τη διάμετρος τους)

(Πηγή: http://www.lpod.org/wiki/September_24,_2015)

Διαστάσεις κρατήρων, Αναλογία Βάθους – Διαμέτρου



Σχήμα 1.2

(Κατανομή ειδών κρατήρων ως προς την αναλογία βάθους - διάμετρο τους)

(Πηγή: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4614-3134-3_429)

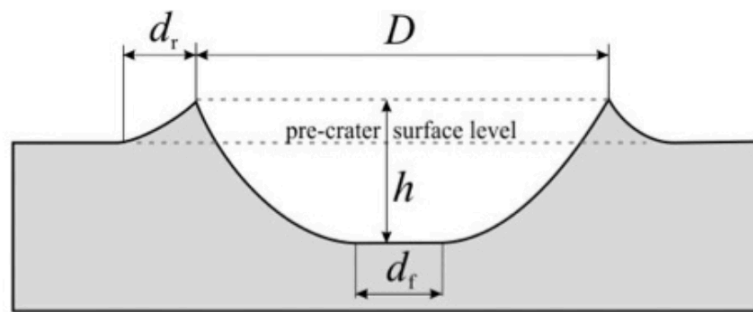


Figure 1. Cross section of a simple crater showing the principal features. (D – rim diameter, d_r – rim width, h – depth of crater, d_f – floor diameter)

Σχήμα 1.3

(Χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός κρατήρα)

(Πηγή: <https://www.lpi.usra.edu/science/kiefer/Education/SSRG2-Craters/craterstructure.html>)

Κατάταξη Σεληνιακών γεωλογικών εποχών

Πίνακας 1.1: Γεωλογικές εποχές Σελήνης			
α/α	Όνομα	Από (ΜΥ)	Μέχρι (ΜΥ)
1	Κοπερνίκια περίοδος	1100	Σήμερα
2	Ερατοσθένεια περίοδος	3200	1100
3	Ανώτερη Ίμβρια εποχή	3800	3200
4	Κατώτερη Ίμβρια εποχή	3850	3800
5	Νεκτάρια εποχή	3920	3850
6	Προνεκτάρια εποχή	4550	3920

(ΜΥ) : Εκατομύρια χρόνια



Εικόνα 1.5

(Χάρτης επιφανείας της Σελήνης του Tobias Mayer, μοναδικός για πολλά χρόνια λόγω της ακριβειάς του)

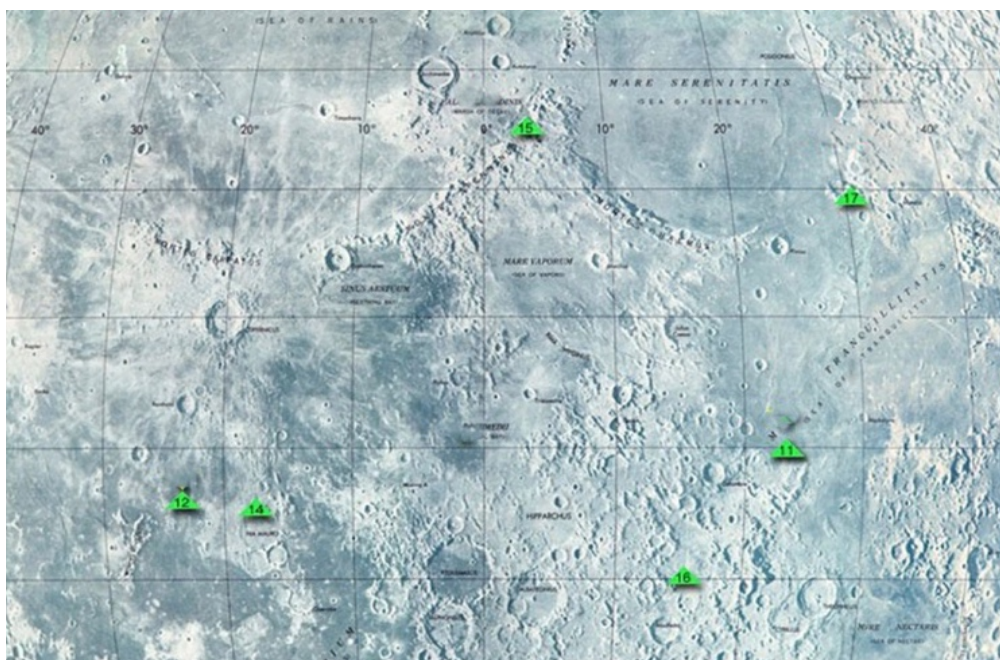
(Πηγή: Galileo and 400 years of telescopic astronomy. Εκδόσεις Springer)

1.1.4 Πρόγραμμα Apollo

Το πρόγραμμα Apollo της NASA είχε σαν στόχο την αποστολή ανθρώπων στη Σελήνη και την ασφαλή επιστροφή τους στη Γη μέχρι το τέλος της δεκαετίας του '60, όπως αυτό διατυπώθηκε από τον πρόεδρο Κέννεντυ σε ιστορική ομιλία του στο Αμερικανικό Κογκρέσο στις 25/5/1961. Λίγο πριν, οι Σοβιετικοί είχαν αποκτήσει προβάδισμα στην κούρσα του διαστήματος με την επιτυχή αποστολή του πρώτου κοσμοναύτη σε τροχιά γύρω από τη Γη, του Γιούρι Γκαγκάριν. Το πρόγραμμα Apollo διήρκησε από το 1961 μέχρι το 1972.

Οι αποστολές Apollo 4-6 ήταν μη επανδρωμένες δοκιμές του εξοπλισμού, ενώ η πρώτη επιτυχημένη επανδρωμένη αποστολή ήταν η Apollo 7, κατά τη διάρκεια της οποίας δοκιμάστηκε το διαστημόπλοιο σε τροχιά γύρω από τη Γη. Σημαντικός σταθμός για την πραγματοποίηση του προγράμματος ήταν η αποστολή Apollo 8, όπου για πρώτη φορά επανδρωμένο διαστημόπλοιο τέθηκε σε τροχιά γύρω από τη Σελήνη.

Κατά τη διάρκεια της αποστολής Apollo 9, δοκιμάστηκαν σε τροχιά γύρω από τη Γη η πτήση της σεληνακάτου και οι διαδικασίες αποδέσμευσης και επανασύνδεσης της με το διαστημόπλοιο, ενώ η αποστολή Apollo 10, όπου το διαστημόπλοιο τέθηκε σε τροχιά γύρω από τη Σελήνη και η σεληνάκατος κατέβηκε σε ύψος μόλις 15 km πάνω από την επιφάνειά της, αποτέλεσε τη γενική πρόβα πριν το μεγάλο βήμα. Στις 20/07/1969 οι αστροναύτες Νηλ Άρμστρονγκ και Μπαζ Όλντριν, στα πλαίσια της αποστολής Apollo 11, προσεδάφισαν τη σεληνάκατο «Αετός» στη Θάλασσα της Γαλήνης στην επιφάνεια της Σελήνης, ενώ ο τρίτος αστροναύτης Μάικλ Κόλινς έμεινε στο διαστημόπλοιο σε τροχιά γύρω από το φεγγάρι. Με την αποστολή αυτή πραγματοποιήθηκε ο βασικός στόχος του προγράμματος, όπως είχε τεθεί από τον ίδιο τον πρόεδρο Κέννεντυ στις αρχές της δεκαετίας του '60. Το πρόγραμμα ολοκληρώθηκε με τις αποστολές Apollo 15-17, όπου χρησιμοποιήθηκε στην επιφάνεια της Σελήνης το όχημα Lunar Rover Vehicle (LRV), παρέχοντας στα πληρώματα περισσότερες δυνατότητες εξερεύνησης. Στην τελευταία αποστολή, Apollo 17, τοποθετήθηκε πλάκα στην επιφάνεια της Σελήνης, με το ακόλουθο επίγραμμα: «Εδώ ο άνθρωπος ολοκλήρωσε τις πρώτες του εξερευνήσεις στην επιφάνεια της Σελήνης, Δεκέμβριος 1972 μ.Χ. Είθε το πνεύμα της ειρήνης, με το οποίο ήρθαμε, να διαχυθεί στις ζωές όλης της ανθρωπότητας».

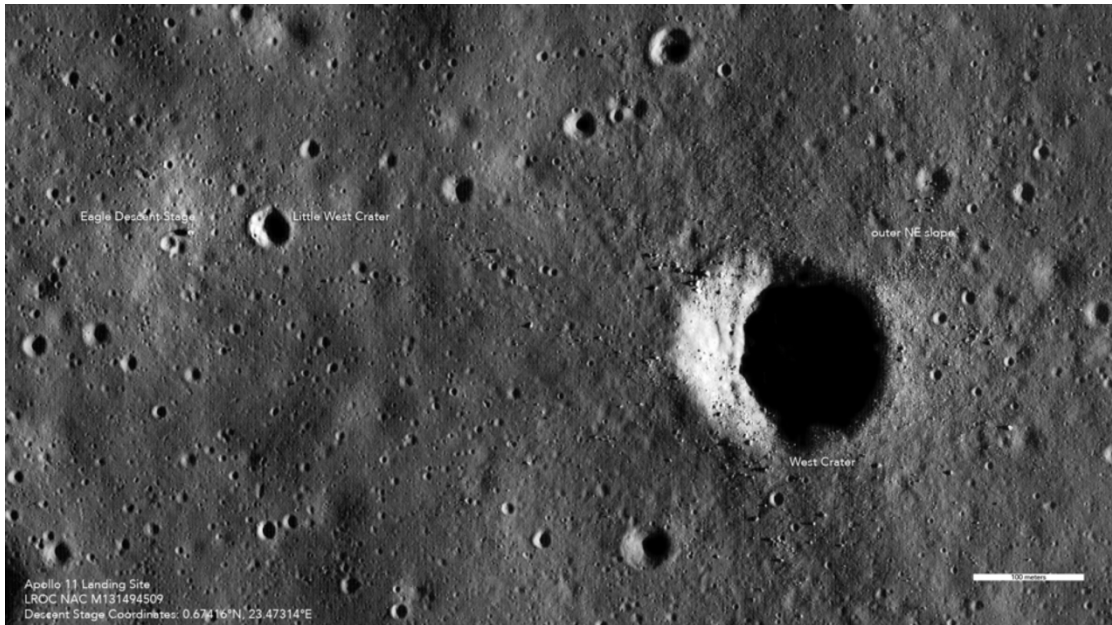


Εικόνα 1.6(Θέσεις προσελήνωσης έξι αποστολών του προγράμματος Απόλλων)

Οι περιοχές προσελήνωσης

Apollo 11 προσελήνωση 20 Ιουλίου 1969

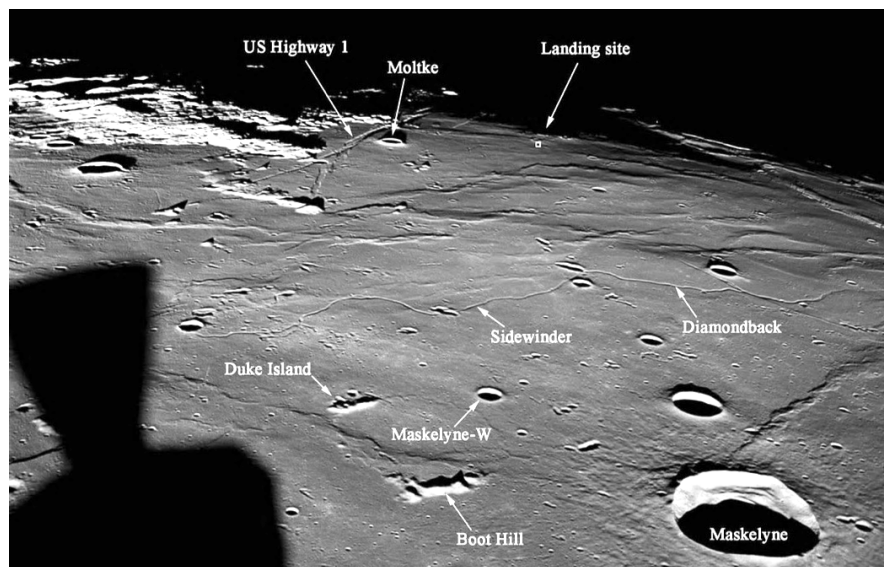
Θέση Sea of Tranquility 00.674N, 23.473E
Βόρειο-δυτικά του κρατήρα **Theophilus**



Εικόνα 1.7

(Περιοχή προσελήνωσης Απόλλων 11)

(Πηγή: <https://www.foxnews.com/science/apollo-11-nasa-armstrong-aldrin-moon-landing>)



A westward-looking view of the Apollo 11 landing site taken from orbit just after local sunrise. The profile on the left of the frame is the silhouette of one of Eagle's attitude control thrusters.

Εικόνα 1.8

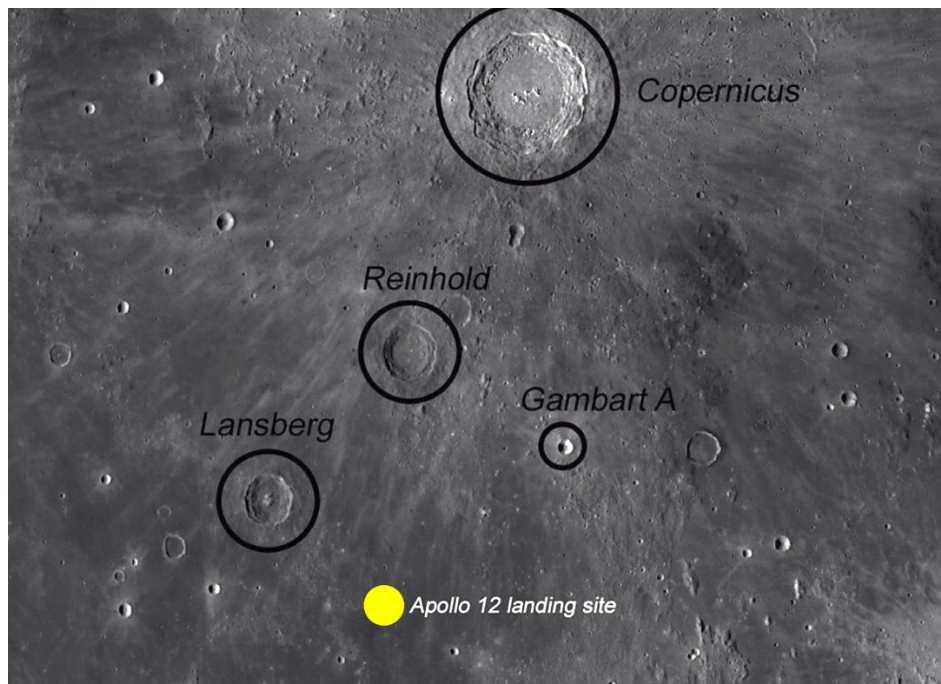
(Θέα περιοχής προσελήνωσης από το πλήρωμα)

(Πηγή: <https://solarsystem.nasa.gov/resources/2474/apollo-11-landing-site/>)

Apollo 12 προσελήνωση 19 Νοεβρίου 1969

Θέση Ocean of Storms 03.013S, 23.422W

Νοτίου του κρατήρα **Copernicus**



Εικόνα 1.9

(Περιοχή προσελήνωσης Απόλλων 12)

(Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_12)



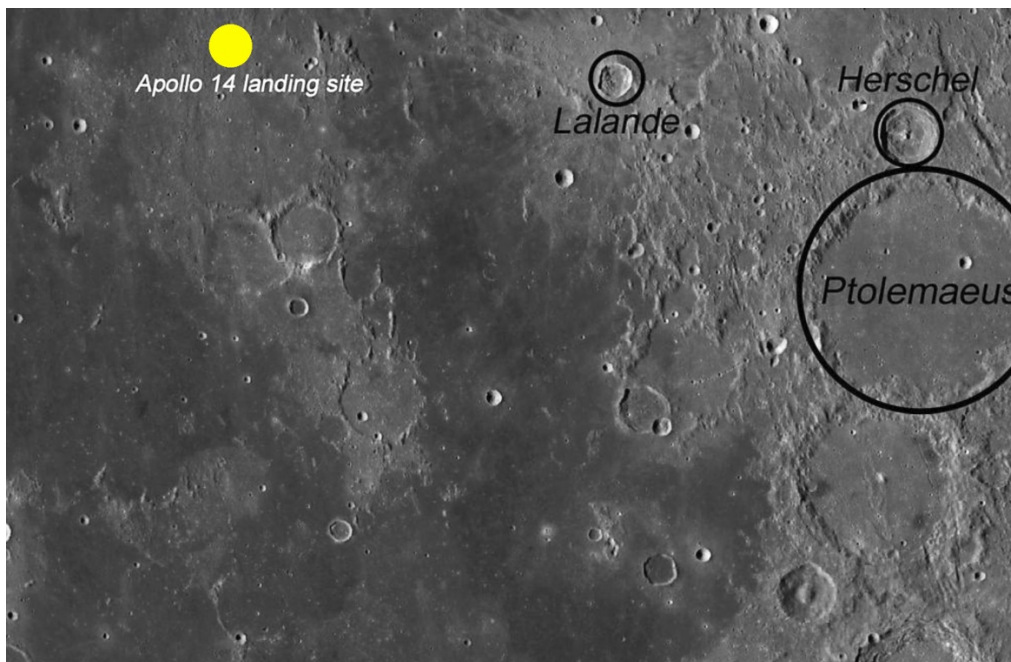
Εικόνα 1.10

(Περιοχή ενδιαφέροντος στη θέση προσελήνωσης του Απόλλων 12)

(Πηγή: <https://moon.nasa.gov/resources/196/apollo-12-lunar-module-in-landing-configuration-photographed-in-lunar-orbit/>)

Apollo 14 προσελήνωση 05 Φεβρουαρίου 1971

Θέση στο κρατήρα Fra Mauro (Ιταλός μοναχός χαρτογράφος 15^ο αιώνα)
Δυτικά του κρατήρα **Ptolemaeus** 03.646S, 17.472W



Εικόνα 1.11

(Περιοχή προσελήνωσης Απόλλων 14)

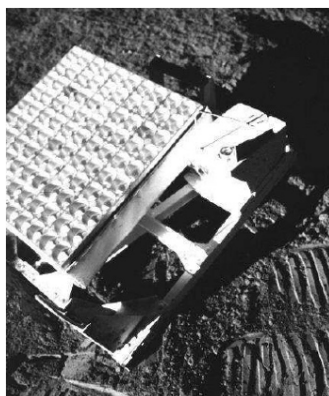
(Πηγή: <https://www.google.com/moon/>)



Εικόνα 1.12

(Θέση προσελήνωσης Απόλλων 14)

(Πηγή: <https://www.britannica.com/science/Apollo-space-program>)



Εικόνα 1.13

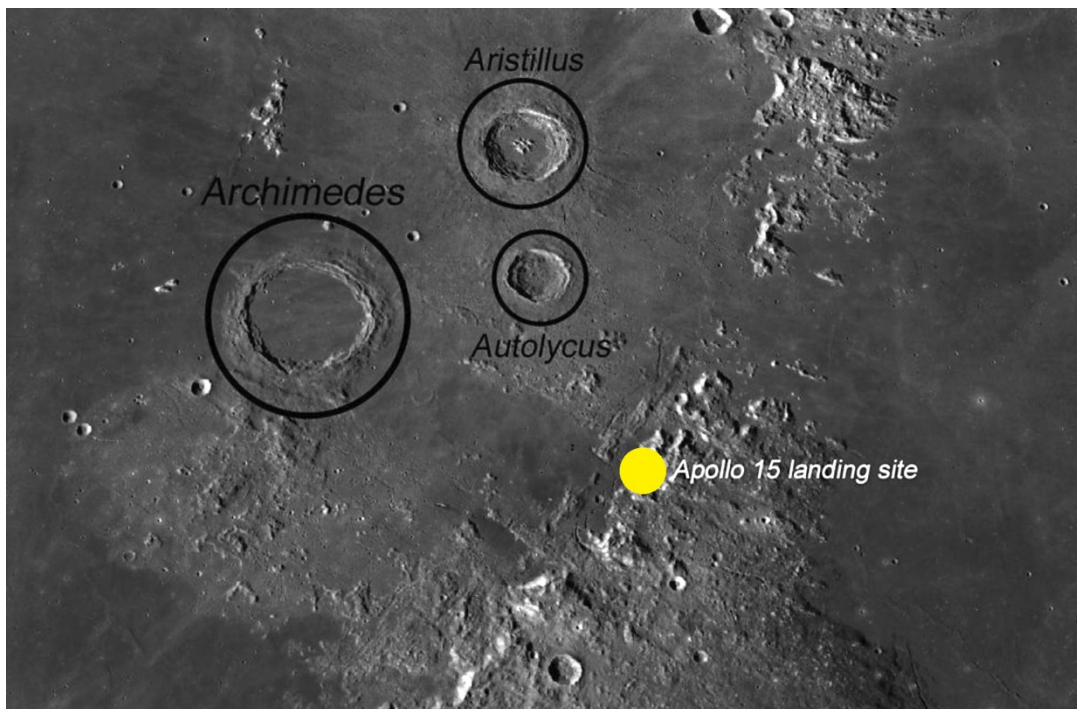
The Apollo 14 retro-reflector on the moon.

(Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/The-Apollo-14-retro-reflector-on-the-moon_fig1_1969327)

Apollo 15 προσελήνωση 30 Ιουλίου 1971

Θέση Hadley Rille

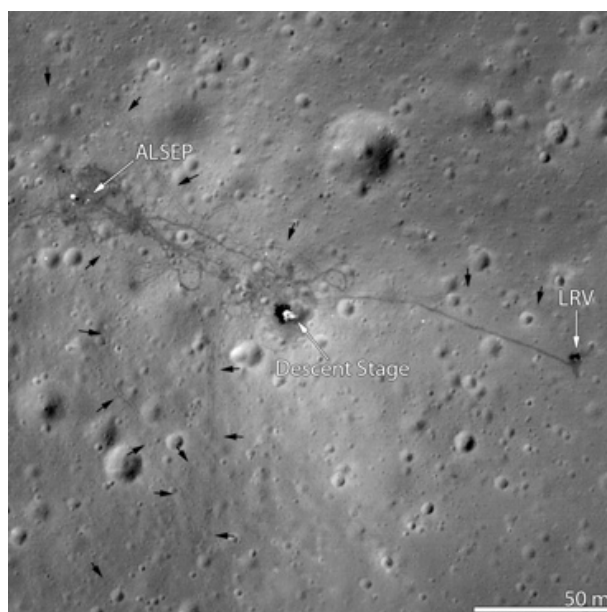
Ανατολικά του κρατήρα **Archimedes** 26.132N, 03.633E



Εικόνα 1.14

(Περιοχή προσελήνωσης Απόλλων 15)

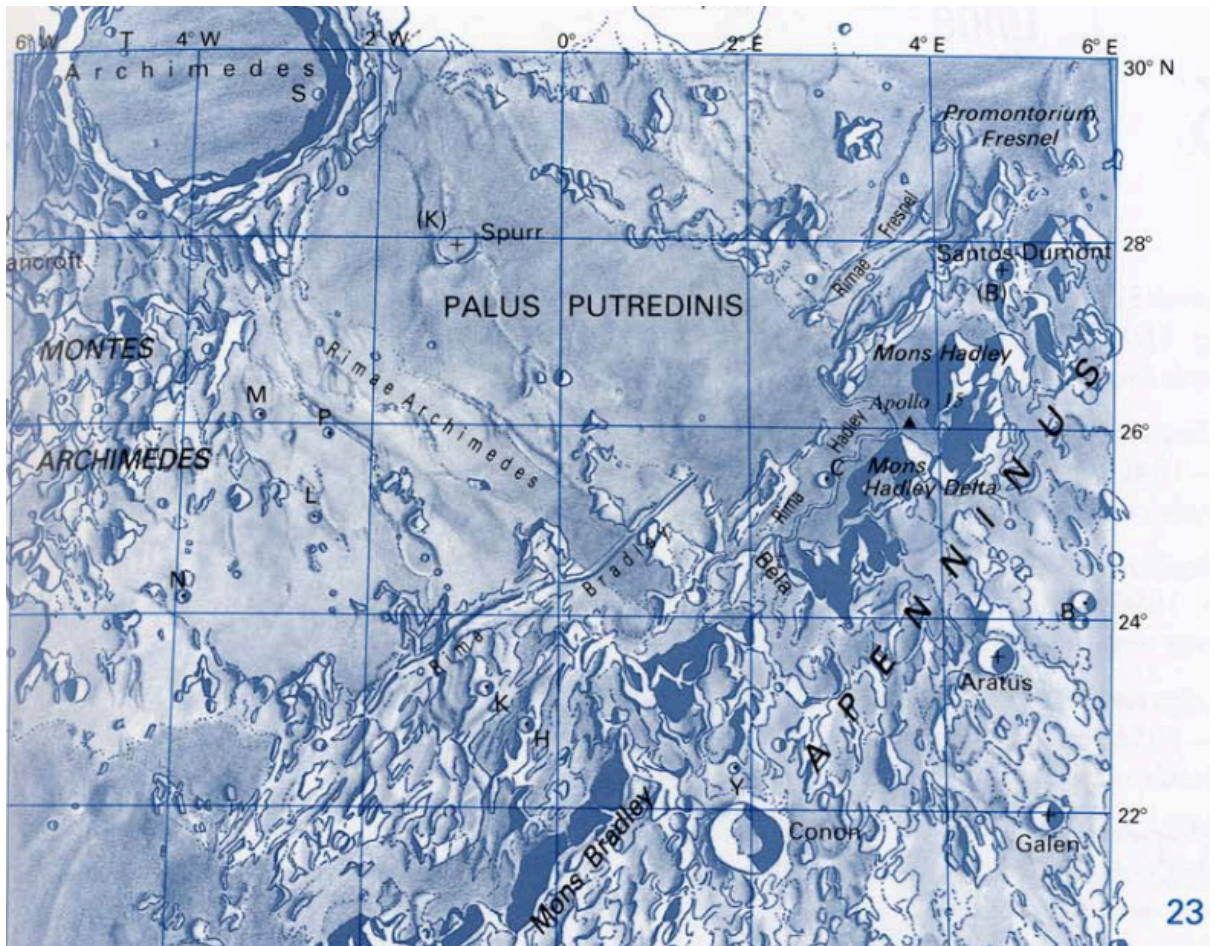
(Πηγή: https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/news/apollo-15.html)



Εικόνα 1.15

(Θέσεις προσελήνωσης Απόλλων 15)

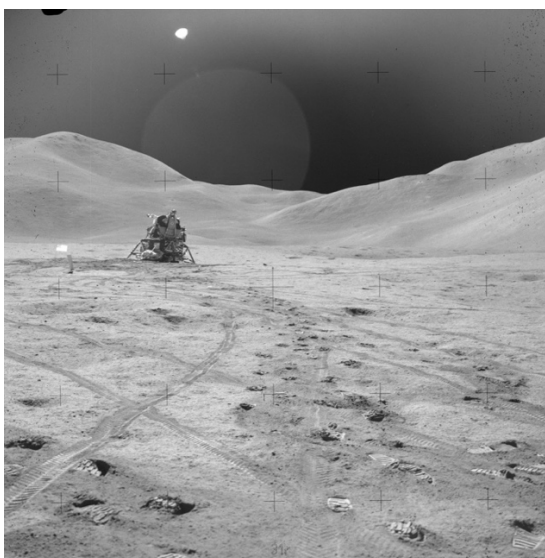
(Πηγή: <https://www.google.com/moon/>)



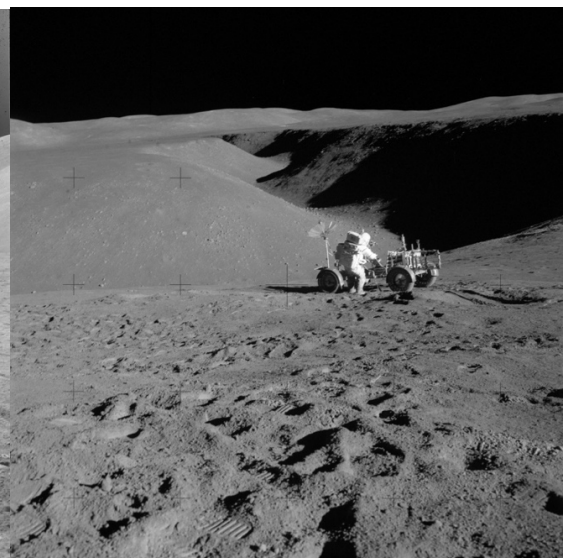
Εικόνα 1.16

(Περιοχή ενδιαφέροντος στη θέση προσελήνωσης του Απόλλων 15)

(Πηγή: <https://www.zmescience.com/space/map-moon-released-17102015/>)



Εικόνα 1.17



Εικόνα 1.18

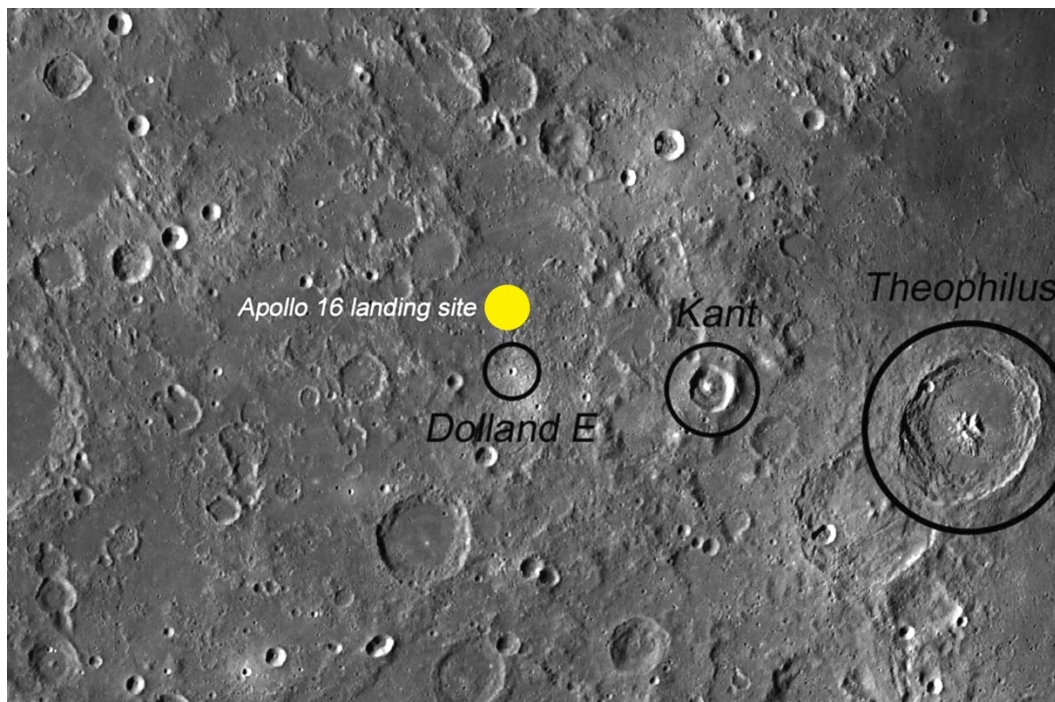
(Περιοχή προσελήνωσης προγράμματος Απόλλων)

(Πηγή: <https://www.express.co.uk/news/weird/769062/Moon-landings-hoax-Apollo-15-pictures-SAME-background>)

Apollo 16 προσελήνωση 21 Απριλίου 1972

Θέση Descartes Highlands

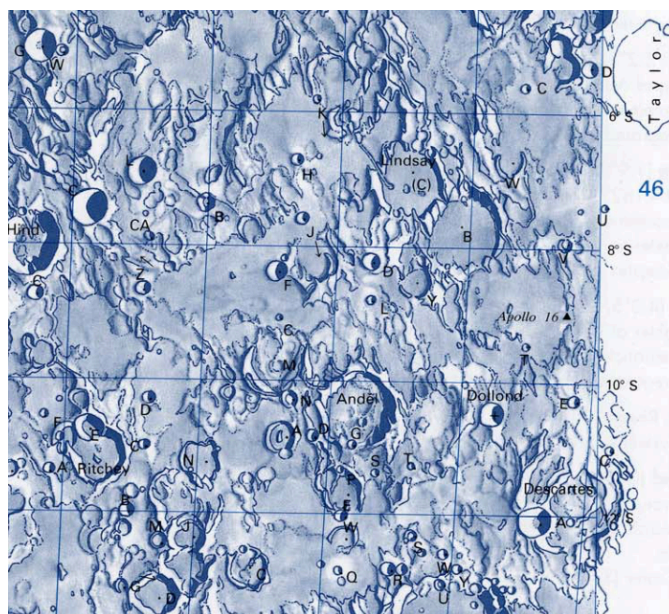
Δυτικά του κρατήρα **Theophilus** 08.973S, 15.501E



Εικόνα 1.19

(Περιοχή προσελήνωσης Απόλλων 16)

(Πηγή: <https://www.google.com/moon/>)



Εικόνα 1.20

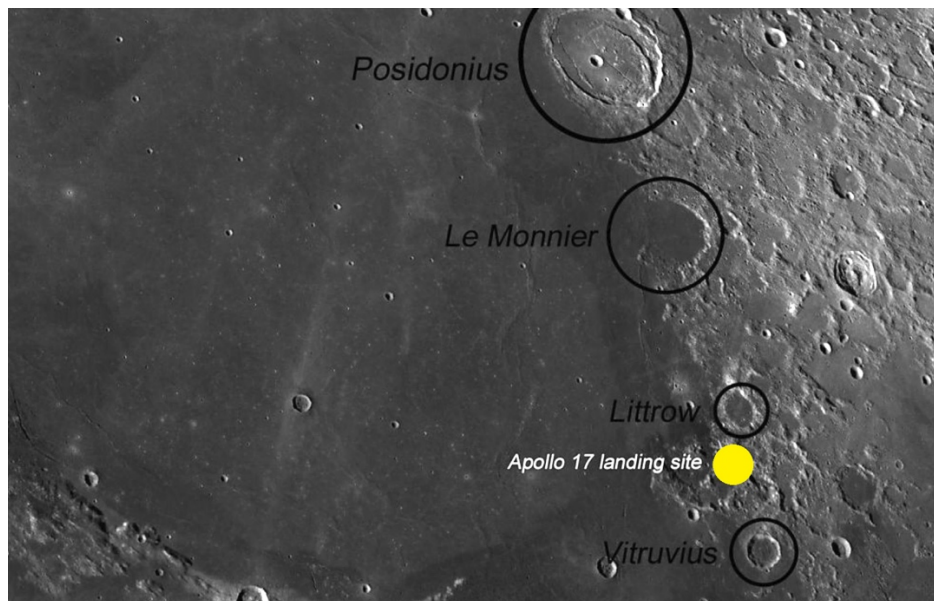
(Περιοχή ενδιαφέροντος στη περιοχή προσελήνωσης του Απόλλων 16)

(Πηγή: <https://www.zmescience.com/space/map-moon-released-17102015/>)

Apollo 17 προσελήνωση 11 Δεκεμβρίου 1969

Θέση Taurus – Littrow

Νοτίως του κρατήρα **Posidonius** 20.191N, 30.772E



Εικόνα 1.21

(Περιοχή προσελήνωσης Απόλλων 17)

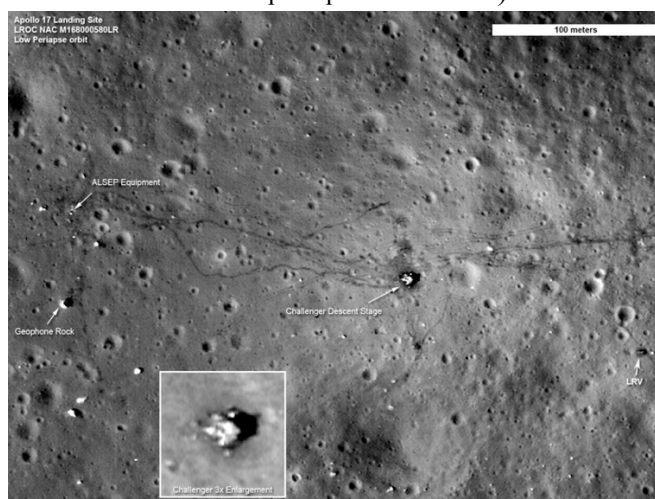
(Πηγή: <https://www.google.com/moon/>)



Εικόνα 1.22

(Πανοραμική άποψη προσελήνωσης του Απόλλων 17)

(Πηγή: <https://fineartamerica.com/featured/eva-3-12-oclock-color-moon-panorama-apollo-17-space-mission-space-panoramas.html>)



Εικόνα 1.23

(Περιοχή προσελήνωσης του προγράμματος Απόλλων)

(Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apollo_17_landing_site,_labeled.jpg)

1.2 Η φύση του φωτός

Ο όρος Φως αναφέρεται στο ορατό φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, το τμήμα δηλαδή εκείνο του φάσματος το οποίο ευαισθητοποιεί τα οπτικά μας όργανα με μήκος κύματος μεταξύ 400 ως 700 (nm) **Σχήμα 1.4** . Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι το φυσικό φαινόμενο που περιγράφει τη μεταφορά ενέργειας στο χώρο, μέσω της ταυτόχρονης διάδοσης ενός ηλεκτρικού και ενός μαγνητικού πεδίου, κάθετων μεταξύ τους. Εναλλακτικά το φως μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από "σωματίδια", τα φωτόνια ως κβαντισμένη ενέργεια σε ευθείες διαδρομές μέσα στο χώρο. Η ενέργεια ακτινοβολίας που παράγεται κατά τις θερμοπυρηνικές αντιδράσεις στα αστέρια, τον Ήλιο εν προκειμένω, μεταφέρεται στη Γη με τη μορφή των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η ενέργεια αυτή των φωτονίων (E) είναι αντιστρόφως ανάλογη του μήκους κύματος (λ) όπως γίνεται φανερό από την εξίσωση του Planck :

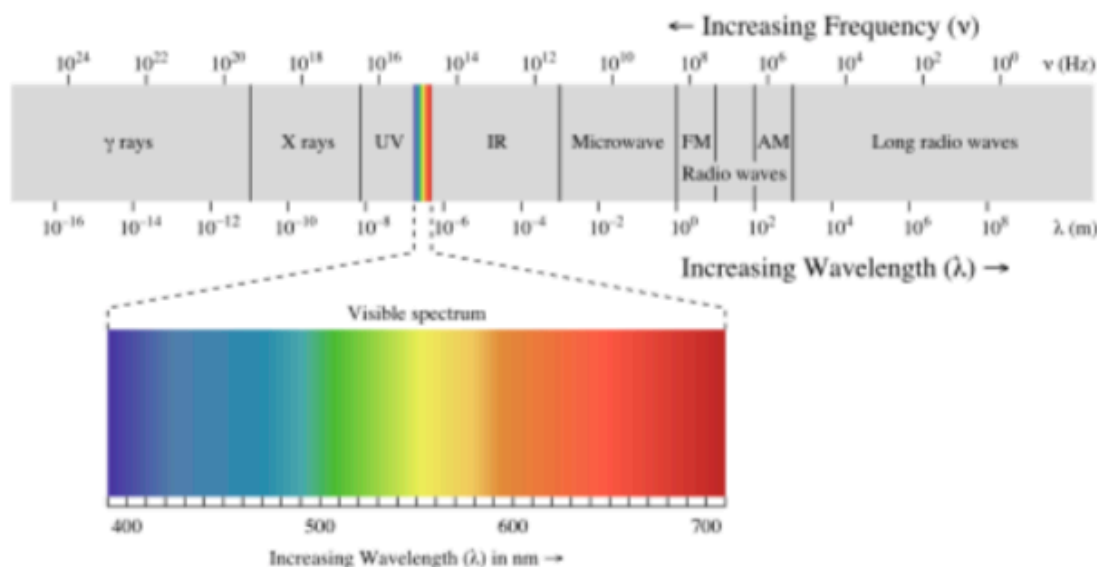
$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad \text{Εξ.(1.1)}$$

όπου f : η συχνότητα ακτινοβολίας (σε Hz),

λ : το μήκος κύματος της ακτινοβολίας (σε m)

$c = 3 \cdot 10^8$ m/s η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό και

$h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ J·s η σταθερά του Planck



Σχήμα 1.4 οπτικό φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

(πηγή <http://light.physics.auth.gr/enc/sources.html>)

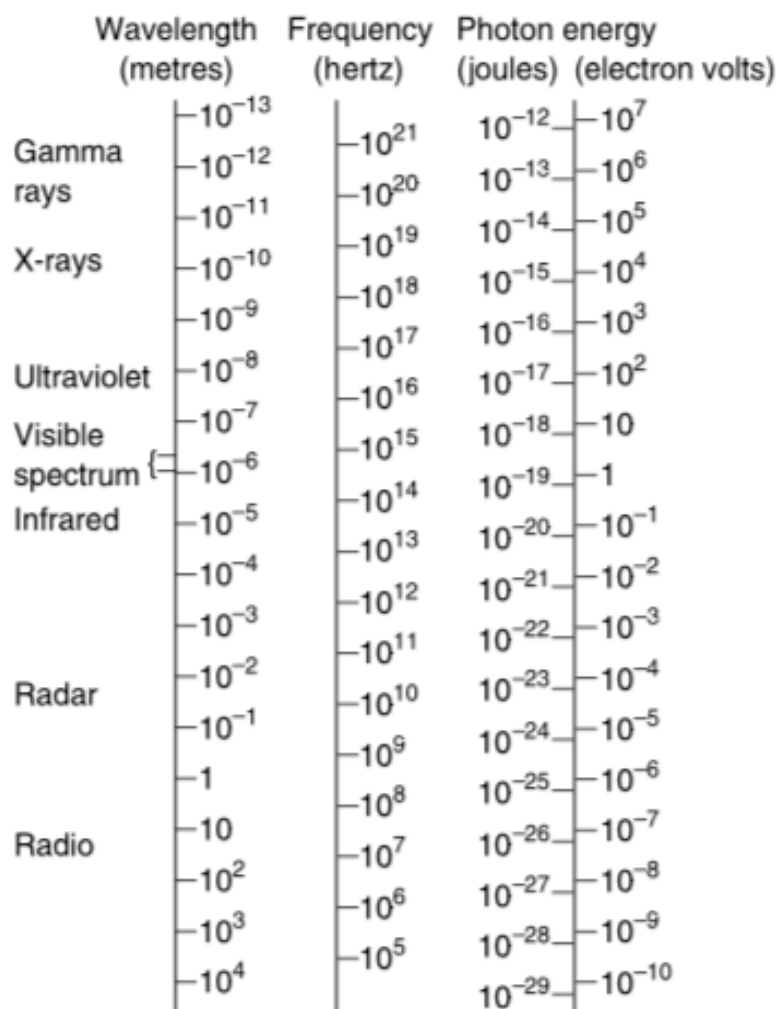
(Πίνακας 1.2).

(Κατανομή οπτικού φάσματος σε βασικά χρώματα και τα μήκη κύματος που αντιστοιχούν)

Χρώμα	Μήκος κύμ. λ , μm	Τυπικό λ , μm
Ιώδες	0,391-0,455	0,430
Βαθύ μπλέ	0,455-0,485	0,470
Ανοιχτό μπλέ	0,485-0,505	0,495
Πράσινο	0,505-0,550	0,530
Κιτρινοπράσινο	0,550-0,575	0,560
Κίτρινο	0,575-0,585	0,580
Πορτοκαλί	0,585-0,620	0,600
Κόκκινο	0,620-0,720	0,670

Εκτός του οπτικού φάσματος , άλλες περιοχές είναι οι ακτίνες γάμμα, οι ακτίνες X, η υπεριώδης ακτινοβολία, η υπέρυθη ακτινοβολία και τα ραδιοκύματα. (Πίνακας 1.3).

Πίνακας 1.3: Τιμές χαρακτηριστικών μεγεθών ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε διάφορες περιοχές του φάσματος : μήκος κύματος λ , συχνότητα f και ενέργεια φωτονίων E .



(πηγή <https://aktinovolias.net/spectrum.html>)

1.2.1 Σωματιδιακή Φύση του Φωτός

Η πρώτη προσέγγιση περί της σωματιδιακής φύσης του φωτός έγινε από τον Alhazen στο Βιβλίο της Οπτικής (1021) όπου θεώρησε τις φωτεινές ακτίνες να αποτελούν μια ροή σωματιδίων ενέργειας σε ευθείες γραμμές με πεπερασμένη ταχύτητα. Την ίδια περίοδο ο Avicenna προτείνει την ιδέα ότι «το φως το αντιλαμβανόμαστε λόγω της εκπομπής κάποιου είδους σωματιδίων από μια ακτινοβόλο πηγή».

Ο Newton ήταν εκείνος που τελικώς εισήγαγε τη θεωρία περί της σωματιδιακής φύσης του φωτός (Optiks, 1704) θεωρώντας ότι το φως είναι κινούμενο ρεύμα σωματιδίων και ερμηνεύτηκαν έτσι τα φαινόμενα της ευθύγραμμης διάδοσης καθώς και αυτά της ανάκλασης και διάθλασης του φωτός. Η φήμη του Newton βοήθησε στην επικράτηση της θεωρίας περί της σωματιδιακής φύσης του φωτός κατά το 18ο αιώνα.

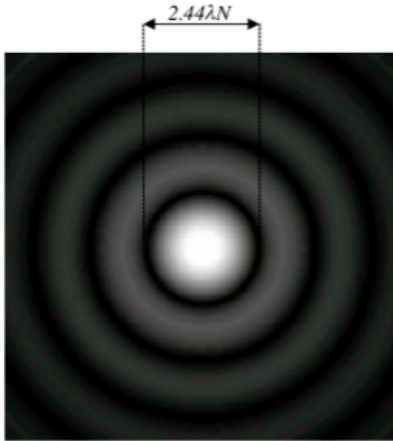
1.2.2 Κυματική Φύση του Φωτός

Με δεδομένο την πεπερασμένη ταχύτητα του φωτός, το επόμενο ερώτημα που έπρεπε να απαντηθεί ήταν «τι είναι τελικά το φως;». Είναι ένα κυματικό φαινόμενο ή κινούμενα μικρά σωματίδια; Η απεικόνιση της συμβολής δυο συμφώνων κυμάτων που παρουσιάστηκε από το Young το 1801 στο ιστορικό πείραμα της διπλής σχισμής, ήταν μια καθαρή απόδειξη ότι το φως έχει κυματικές ιδιότητες.

Την ίδια εποχή περίπου, ο Fresnel (1788 – 1827) που δουλεύει ανεξάρτητα την κυματική θεωρία για το φως, υιοθετεί και βελτιώνει την αρχή του Huygens, γνωστή ως αρχή των Huygens – Fresnel. Η θεωρία του Fresnel υποστηρίχτηκε από τον Arago ο οποίος εκτελώντας το πείραμα του Fresnel με μεγαλύτερη προσοχή στις λεπτομέρειές του κατάφερε να αποδείξει την ορθότητα της θεωρίας του, επιτυγχάνοντας τον σχηματισμό μιας μικρής φωτεινής κηλίδας, στη σκιά ενός μικρού αδιαφανούς κυκλικού δίσκου, αφού πρώτα το φως υπέστη περίθλαση από αυτόν. Με δεδομένο ότι το αποτέλεσμα αυτό το προέβλεπε η κυματική θεωρία, η επιστημονική κοινότητα, στο μεγαλύτερο τμήμα της, πείστηκε για την ορθότητα των ισχυρισμών του, ότι δηλαδή η φύση του φωτός ήταν κυματική και έτσι ερμηνεύτηκε το πείραμα του Arago, με τη φωτεινή κηλίδα γνωστή ως κηλίδα του Arago.

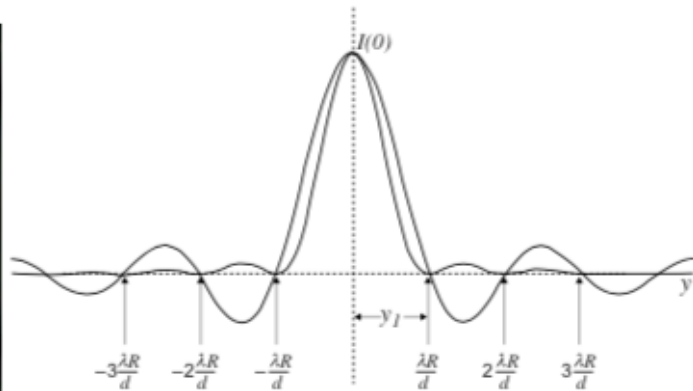
Ένας άλλος υποστηρικτής της κυματικής θεωρίας ήταν ο Euler (1707 – 1783). Στην εργασία του (1746) Nova theoria lucis et colorum, υποστηρίζει ότι το φαινόμενο της περίθλασης θα μπορούσε εύκολα να εξηγηθεί από την κυματική θεωρία. Το αδύναμο σημείο της κυματικής θεωρίας ήταν ότι τα οπτικά κύματα, όπως τα ακουστικά, χρειάζονταν ένα μέσο για τη διάδοσή τους. Η υπόθεση περί της ύπαρξης του «αιθέρα» που πρώτος είχε υποστηρίξει ο Descartes, αμφισβητήθηκε έντονα κατά το τέλος του 19ου αιώνα από το περίφημο πείραμα των Michelson-Morley. Η θεωρία του Newton περί της σωματιδιακής φύσης του φωτός, θεωρούσε ότι το φως διαδίδεται γρηγορότερα σε πυκνότερα μέσα, ενώ η κυματική θεωρία του Huygens και των άλλων μελετητών θεωρούσε ακριβώς το αντίθετο. Όμως, κατά την περίοδο αυτή, η ταχύτητα του φωτός δεν μπορούσε να προσδιοριστεί με αρκετή ακρίβεια, τέτοια ώστε να δείξει ποια από τις δυο θεωρίες ήταν η σωστή.

Ο Foucault (1819 – 1868), ήταν ο πρώτος που το κατάφερε να πραγματοποιήσει μια αρκετά ακριβή μέτρηση, την οποία παρουσίασε με αναφορά του στη Γαλλική Ακαδημία Επιστημών το 1850. Κατ' αυτή, η ταχύτητα του φωτός στο κενό ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ταχύτητά του στο νερό και έτσι η κλασική σωματιδιακή θεωρία τελικά εγκαταλείφτηκε.



Εικόνα 1.24

(πηγή <https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/diffraction-photography.htm>)



Σχήμα 1.5 *κύκλος του Airy*

Την ίδια εποχή στο προσκήνιο εμφανίζεται ο Maxwell (1831– 1879), ένας από τους γίγαντες της επιστήμης του 19ου αιώνα, που το στίγμα του έχει ανεξίτηλα χαραχθεί στα θεμέλια πολλών κλάδων της Φυσικής.

1.2.3 Ηλεκτρομαγνητική Θεωρία

Η θεωρία αυτή αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα από τον Maxwell, αφού συνέθεσε όλα τα μέχρι τότε γνωστά πειραματικά δεδομένα του ηλεκτρομαγνητισμού σε ένα ενιαίο θεωρητικό πλαίσιο και το 1873 δημοσιεύει το έργο του "A Treatise on Electricity and Magnetism", στο οποίο περιέχεται μια ολοκληρωμένη μαθηματική περιγραφή σχετικά με τη συμπεριφορά των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων, γνωστή ως «Εξισώσεις του Maxwell». Σ' αυτό διατυπώνει το αξίωμα ότι το φως είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα, μια εγκάρσια διαταραχή που διαδίδεται στο χώρο, πράγμα που επιβεβαιώνει και ο Hertz (1857–1894), οκτώ χρόνια μετά το θάνατό του Maxwell και έτσι οι εξισώσεις του αποτέλεσαν τα θεμέλια της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας.

Ένα τρίτο παράδοξο που εμφανίστηκε προς τα τέλη του 19ου αιώνα ήταν η αντίφαση ανάμεσα στην κυματική θεωρία και τις μετρήσεις του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που εκπέμπεται από μέλανα σώματα. Το 1900 ο Planck (1858 – 1947) ανέπτυξε τη θεωρία περί της ακτινοβολίας μέλανος σώματος και διατύπωσε τη σχέση

που περιγράφει σωστά αυτή την ακτινοβολία για κάθε περιοχή συχνοτήτων. Γι' αυτή του την εργασία έλαβε το 1918 το βραβείο Nobel.

Η ιδέα του Planck ήταν ότι τα μέλανα σώματα εκπέμπουν φως (μαζί και με άλλης συχνότητας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) ως διακριτά πακέτα ενέργειας, δηλαδή η εκπεμπόμενη ενέργεια μπορούσε να πάρει μόνο διακριτές τιμές, από μια ενεργειακή στάθμη στην επόμενη. Η παραδοχή αυτή του Planck παραβίασε το μέχρι τότε μοντέλο, ότι δηλαδή η ενέργεια είναι μια ποσότητα που μπορούσε να μεταβάλλεται συνεχώς και σταδιακά, παρά σε διακριτά βήματα. Ο Planck ονόμασε αυτές τις διακριτές μεταβολές της ενέργειας «κβάντα» ενέργειας.

Αυτή η θεωρία δεν εξηγεί την ταυτόχρονη κύμα – σωματίδιο φύση του φωτός, αν και αργότερα ο ίδιος ο Planck το διατύπωσε σε άλλες εργασίες του. Όμως ο Einstein στην εργασία του για το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο το 1905 υποστηρίζει ότι η έννοια του φωτός δεν θα πρέπει να κατανοηθεί μόνο ως κίνηση ενός κύματος, αλλά θα πρέπει να την κατανοήσουμε επίσης ως «κβάντα» φωτός - πακέτα ενέργειας, που αργότερα, το 1926, ονομάστηκαν από τον Lewis (1875-1946) ως φωτόνια (Vohnsen, 2004). Υποστήριξε ότι η ενέργεια ενός φωτονίου είναι ανάλογη της συχνότητάς του. Γενικότερα, η θεωρία του δηλώνει ότι τα πάντα παρουσιάζουν και σωματιδιακή αλλά και κυματική φύση και ότι, ανάλογα με την πειραματική αναζήτηση, μπορούμε να δούμε είτε τη μια φύση είτε την άλλη.

Για παράδειγμα, στο πείραμα της διπλής σχισμής του Young, μπορούμε να ανιχνεύσουμε φωτόνια, ξεχωριστά το καθένα, κατά τον ίδιο τρόπο που ανιχνεύουμε σωματίδια. Ωστόσο, η απεικόνιση συμβολής που παρατηρούμε, μπορεί μόνο να εξηγηθεί αν θεωρήσουμε ότι το κάθε φωτόνιο πέρασε ταυτόχρονα και από τις δυο σχισμές. Πως όμως μπορεί να συμβεί αυτό; Θα πρέπει να είναι είτε η μια σχισμή είτε η άλλη και εδώ βρίσκεται το μεγάλο μυστήριο. Το φως είναι και τα δυο: είναι κύμα αν εμείς θέλουμε να είναι κύμα και είναι σωματίδιο, αν το θέλουμε σωματίδιο.

Οι κατηγορίες και τα αντίστοιχα φαινόμενα λοιπόν είναι:

Γεωμετρική Οπτική (σωματιδιακή φύση)

Ευθύγραμμη διάδοση
Πεπερασμένη ταχύτητα
Ανάκλαση
Διάθλαση

Φυσική Οπτική (κυματική φύση)

Περίθλαση κυμάτων
Συμβολή κυμάτων
Πόλωση
Διπλή διάθλαση

Κβαντική Οπτική (ατομική και πυρηνική φυσική)

Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο
Φαινόμενο Compton
Ατομική διέγερση

1.2.4 Μεγέθη μέτρησης ακτινοβολίας

Ενέργεια φωτονίου

$$E = hf \quad \text{Εξ. (1.2)}$$

$$E = h \frac{c}{\lambda} \quad \text{Εξ. (1.3)}$$

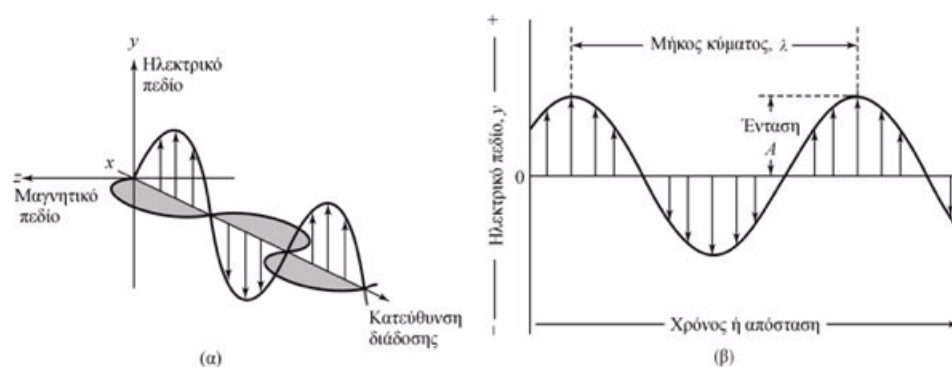
Ένταση ακτινοβολίας

$$I = \frac{E \cdot N}{T \cdot S^2} \frac{\text{joule}}{\text{sec m}^2} \quad \text{Εξ. (1.4)}$$

Πυκνότητα ακτινοβολίας

$$P = \frac{N}{V} hf \frac{\text{joule}}{\text{m}^3} \quad \text{Εξ. (1.5)}$$

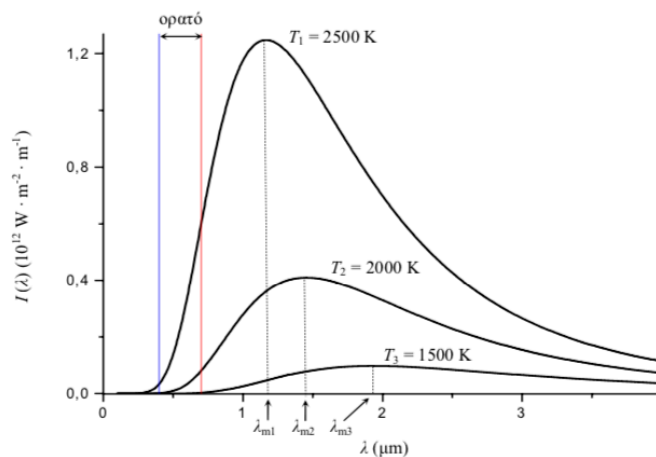
όπου f : η συχνότητα ακτινοβολίας (σε Hz),
 λ : το μήκος κύματος της ακτινοβολίας (σε m)
 $c = 3 \cdot 10^8$ m/s η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό και
 $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ J·s η σταθερά του Planck
 N : αριθμός φωτονίων
 T : χρόνος
 V : όγκος



Σχήμα 1.6 μεταβολή της έντασης ηλεκτρικού-μαγνητικού πεδίου στο χώρο
 (πηγή <http://biggiaphysicsquestionproject.weebly.com/background-science-what-is-light.html>)

1.2.5 Μέλαν σώμα (black body)

Είναι ένα εξιδανικευμένο φυσικό σώμα όπου απορροφά όλη την προσπίπτουσα σε αυτό ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανεξαρτήτως συχνότητας και γωνίας προσπτώσεως ενώ ταυτόχρονα ανακλά μηδενικό ποσοστό αυτής. Χαρακτηριστικά ενός μέλανος σώματος είναι οι συντελεστές **απορρόφησης**, **διέλευσης** και **ανακλάσεως**. Άρα ένα μέλαν σώμα προβλέπεται να είναι ένας τέλειος απορροφητής της προσπίπτουσας ΗΜ ακτινοβολίας. Βέβαια, αν συνέβαιναν τα παραπάνω, λόγω της συνεχούς απορρόφησης ενέργειας, η θερμοκρασία του σώματος θα αυξανόταν συνεχώς. Έτσι, ένα μέλαν σώμα που βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία άρα και σταθερή θερμοκρασία θα πρέπει να επανεκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία η οποία καλείται ακτινοβολία μέλανος σώματος (black-body radiation), έτσι ώστε να διατηρεί συνολικά σταθερό το ενεργειακό ισοζύγιο. Η ακτινοβολία μέλανος σώματος γίνεται σύμφωνα με το νόμο του **Planck** με τέτοιο τρόπο ώστε το φάσμα της να εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία και όχι από το σχήμα ή της συστάσεως του σώματος και της γωνίας εκπομπής. Ένα μέλαν σώμα σε θερμοδυναμική ισορροπία είναι ένας ιδανικός εκπομπός, καθώς εκπέμπει σε κάθε συχνότητα τουλάχιστον όση ενέργεια εκπέμπει κάθε άλλο σώμα ίδιας θερμοκρασίας. Είναι ένας ισότροπος εκπομπός, δηλαδή η ακτινοβολία διασπείρεται ίσα ανεξαρτήτως κατευθύνσεως. Προσφάτως ανακοινώθηκε από την εταιρεία Surrey NanoSystems η κατασκευή από νανοσωλήνες άνθρακα του υλικού **Vantablack** το οποίο κατά τους κατασκευαστές απορροφά 99.96% του προσπίπτοντος σε αυτό φως.



Σχήμα 1.7 κατανομή εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από μέλαν σώμα
(πηγή <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/radfrac.html>)

Φασματική κατανομή ακτινοβολίας μέλανος σώματος σε διάφορες θερμοκρασίες, **Σχ. 1.7**. Παρατηρούμε ότι, καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται, αυξάνεται και η ολική εκπεμπόμενη ένταση **I (T)**, ενώ η θέση της κορυφής του **I (λ)** μετατοπίζεται προς τα μικρότερα μήκη κύματος (μεγαλύτερες συχνότητες).

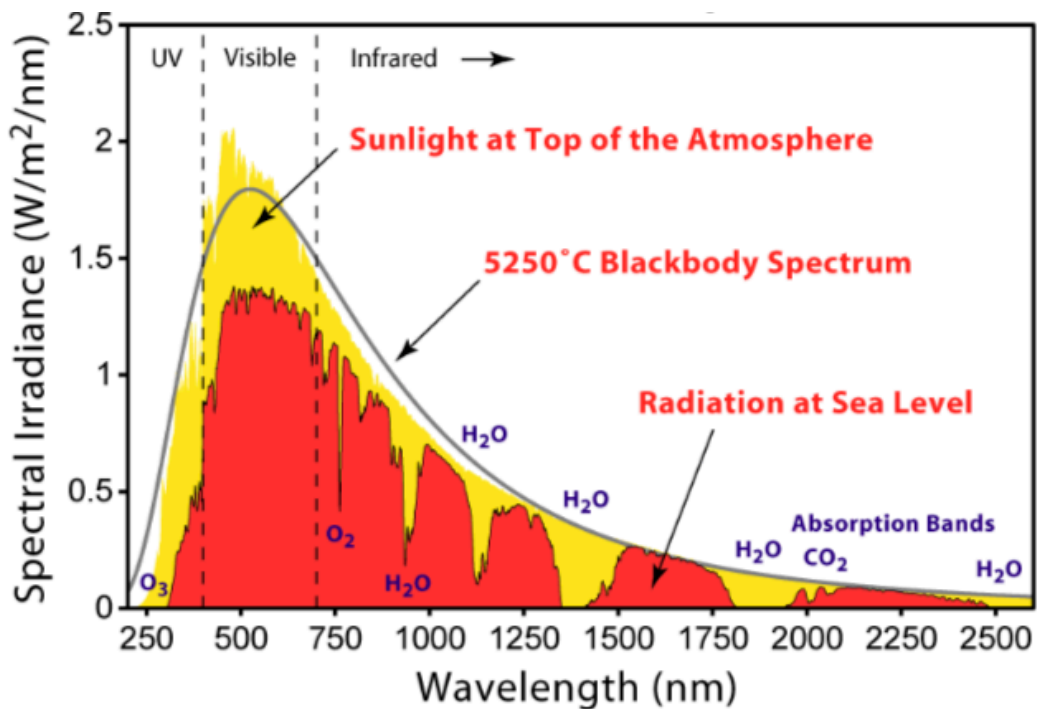
Σύμφωνα με αυτό το νόμο, ο οποίος διατυπώθηκε από τον **Stefan** και αποδείχθηκε θεωρητικά από τον **Boltzmann**, στο μέλαν σώμα η ολική εκπεμπόμενη ένταση είναι ανάλογη της τέταρτης δύναμης της απόλυτης θερμοκρασίας T , σύμφωνα με τη σχέση:

$$I = \sigma T^4 \quad \text{Εξ. (1.6)}$$

όπου σ είναι μια θεμελιώδης φυσική σταθερά, γνωστή ως σταθερά Stefan-Boltzmann, με τιμή $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$.

Η ακτινοβολία μέλανος σώματος κατανέμεται στα διάφορα μήκη κύματος σύμφωνα με τις χαρακτηριστικές καμπύλες του. Πιο συγκεκριμένα, ισχύει ότι: $\lambda_{\text{max}} T = \text{σταθερά}$.

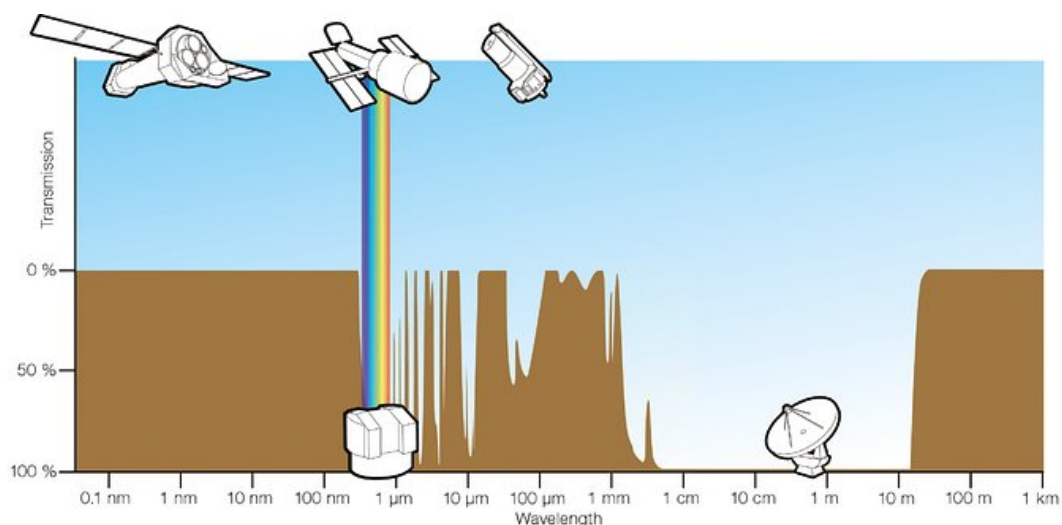
Η σχέση αυτή αποτελεί το νόμο μετατόπισης του **Wien** που ονομάζεται έτσι επειδή συνεπάγεται ότι, καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται, το σημείο μεγίστου της συνάρτησης $I(\lambda, T)$ μετατοπίζεται προς μικρότερα μήκη κύματος (μεγαλύτερες συχνότητες).



Σχήμα 1.8 Ανάλυση ηλιακής ακτινοβολίας
(πηγή <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/radfrac.html>)

Φάσμα ατμοσφαιρικής απορόφησης ακτινοβολίας

Η ατμόσφαιρα της Γης λειτουργεί σαν προστατευτική ασπίδα για τις επικίνδυνες ακτινοβολίες πολύ υψηλής συχνότητας. Η ατμόσφαιρα απορροφά το μεγαλύτερο μέρος των κοσμικών ακτίνων αλλά και της υπεριώδους ακτινοβολίας. Αντίθετα επιτρέπει πλήρως την διέλευση των ραδιοκυμάτων υψηλής συχνότητας, των μικροκυμάτων χαμηλότερης συχνότητας, του φωτός και ενός τμήματος της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τα ραδιοκύματα χαμηλών συχνοτήτων ανακλώνται σ' ένα μεγάλο ποσοστό στο ατμοσφαιρικό στρώμα της ιονόσφαιρας.



Σχήμα 1.9 Η αδιαφάνεια και η διαφάνεια της ατμόσφαιρας για τις διάφορες ζώνες του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας
(πηγή https://el.wikipedia.org/wiki/Ηλεκτρομαγνητικό_φάσμα)

Πίνακας 1.4: Κατανομή ηλιακής ακτινοβολίας

Περιοχή φάσματος	Μήκος κύματος	%ηλιακής ακτ.
Ακτίνες X	$\lambda < 0,01$	0,00005
Ακραίο υπεριώδες	$0,01 < \lambda < 0,10$	0,0003
Μακρινό υπεριώδες	$0,10 < \lambda < 0,20$	0,01
Υπεριώδες UV-C	$0,20 < \lambda < 0,28$	0,5
Υπεριώδες UV-B	$0,28 < \lambda < 0,32$	1,3
Υπεριώδες UV-A	$0,32 < \lambda < 0,39$	6,2
Ορατό	$0,39 < \lambda < 0,76$	39,0
Κοντινό Υπέρυθρο	$0,76 < \lambda < 4,0$	52,0
Θερμικό Υπέρυθρο	$4,0 < \lambda < 100,0$	0,9
Μακρινό Υπέρυθρο	$100,0 < \lambda < 1000,0$	0,09

Τρόποι διέγερσης των ατόμων ενός υλικού για εκπομπή ακτινοβολίας

Με την θέρμανση μιας σιδερένιας ράβδου με μια ισχυρή πηγή, θα παρατηρήσουμε ότι, σταδιακά και καθώς η θερμοκρασία του μετάλλου αυξάνεται, το χρώμα του θερμαινόμενου άκρου μεταβαίνει διαδοχικά προς το ερυθρό, στο κίτρινο και τέλος σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (θερμοκρασία τήξεως του μετάλλου) στο λευκό, όπου εκπέμπει σε όλο το ορατό φάσμα.

Παραδείγματα θερμών φωτεινών πηγών είναι:

α) Ο Ήλιος που εκπέμπει λευκό φως ώστε το φάσμα του να αντιστοιχεί σε μέλαν σώμα θερμοκρασίας 6000°K .

β) Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως που συνήθως χρησιμοποιούμε και αποτελούνται από ένα σύρμα βολφραμίου. Όταν στα άκρα του εφαρμόζεται η τάση του ηλεκτρικού δικτύου, το σύρμα θερμαίνεται σε 2800°K περίπου και ακτινοβολεί.

γ) Το βολταϊκό τόξο που αποτελείται από δύο ράβδους σκληρού άνθρακα που βρίσκονται σε μεγάλη διαφορά δυναμικού.

Όταν οι δύο ράβδοι μετά από μια στιγμιαία επαφή, απομακρυνθούν η μία από την άλλη, δημιουργείται ανάμεσά τους ηλεκτρικό τόξο το οποίο έχει σαν συνέπεια την εκπομπή πολύ ισχυρής έντασης λευκού φωτός.

Ψυχρές φωτεινές πηγές που εκπέμπουν με ηλεκτρική εκκένωση σε αέρια είναι:

α) Ο λαμπτήρας αίγλης που συνήθως χρησιμοποιείται σαν ενδεικτικός σε διάφορες ηλεκτρικές συσκευές.

β) Λαμπτήρες σε σχήμα σωλήνων με αέριο Νέον (Ne), Ήλιον (He) κ.λ.π. που χρησιμοποιούνται και στις διαφημιστικές μαρκίζες.

γ) Σωλήνες Geissler που χρησιμοποιούνται για εργαστηριακούς σκοπούς όπως

δ) λυχνίες υδραργύρου υψηλής πίεσεως.

ε) Οι λαμπτήρες αναλαμπής (flash) που χρησιμοποιούνται για λήψη φωτογραφιών σε συνθήκες ανεπαρκούς φωτισμού.

1.2.6 Μεγέθη φωτομετρίας

Candela (Cd) είναι η φωτεινή ένταση, σε μια δεδομένη κατεύθυνση, μιας πηγής που εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $540 \cdot 10^{12}$ Hertz (Hz) και έχει ένταση ακτινοβολίας, στην κατεύθυνση αυτή, ίση με $1/683$ Watt ανά στερεό-ακτίνιο.

Lumen (lm) είναι μονάδα φωτεινής ροής, της συνολικής ποσότητας του εκπεμπόμενου ορατού φωτός από μια πηγή.

$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$, όπου $\text{sr} =$ στερακτίνιο.

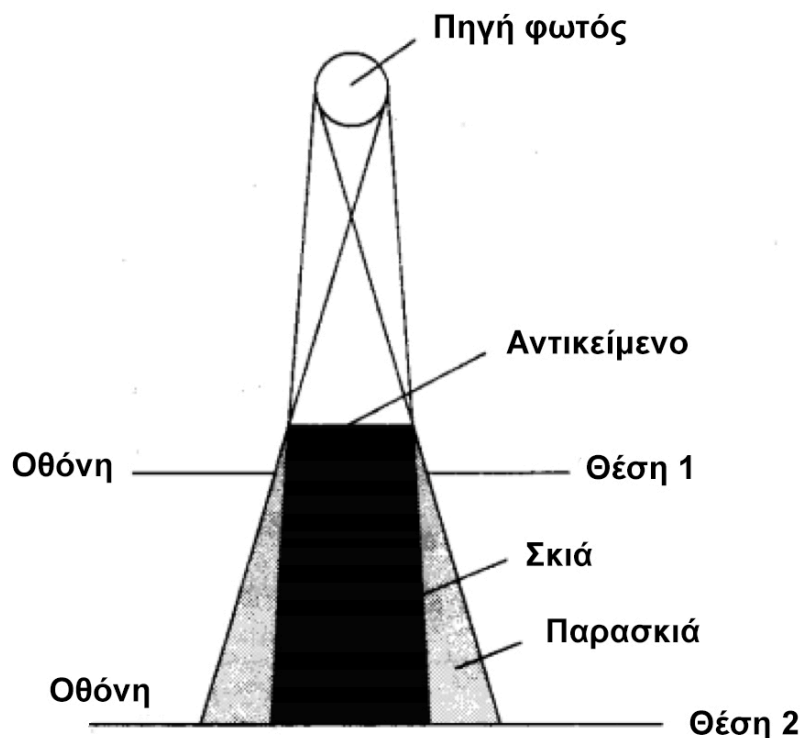
Μια πλήρης σφαίρα έχει μια στερεά γωνία $4\pi \text{ sr}$, έτσι μια πηγή φωτός που εκπέμπει ομοιόμορφα μια καντέλα σε όλες τις κατευθύνσεις έχει μια συνολική φωτεινή ροή $1 \text{ cd} \times 4\pi \text{ sr} = 4\pi \text{ cd} \cdot \text{sr} \approx 12,57 \text{ lm}$.

Lux (Lx) Είναι μονάδα φωτισμού και ορίζεται ως ο φωτισμός επιφάνειας 1 m^2 από φωτεινή ροή 1 Lumen . Ισχύει: $1 \text{ Lux} = 1 \text{ lm/m}^2$.

1.2.7 Φως και σκιά

Η σκιά είναι η παρεμπόδιση της ευθύγραμμης πορείας μιας δέσμης φωτός και οφείλεται σε υλικά που παρεμβάλλονται απορροφώντας ή αντανακλώντας μέρος των ακτίνων. Οι σκιές μπορούν να είναι είτε προσπίπτουσες είτε ερριμένες.

Οι προσπίπτουσες σκιές σχηματίζονται απευθείας πάνω στα αντικείμενα και δημιουργούνται από το σχήμα, τον χωρικό προσανατολισμό και την απόσταση τους από την φωτεινή πηγή, ενώ οι ερριμένες σκιές δημιουργούνται από ένα αντικείμενο επί ενός άλλου. Οι σκιές αυτές είναι της ίδιας φύσης και διαφέρουν ως προς την οπτική αντίληψη.



Σχήμα 1.10 Σκιά - Παρασκιά

(πηγή <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-B114/42/260,1209/>)

Οι σκιές είναι αποτέλεσμα του περιβάλλοντος φωτισμού. Μπορούν να διαθέτουν 'μαλακές' ή 'σκληρές' ακμές ενώ μπορεί να περιέχουν τόσο σκιά (**umbra**) όσο και παρασκιά (**penumbra**) (από το λατινικό *paene* "σχεδόν" και *Umbra* που σημαίνει "σκιά").

Με το όρο σκιά ονομάζεται το τμήμα που δεν λαμβάνει καθόλου φως από την φωτεινή πηγή, ενώ η παρασκιά το υπόλοιπο που φωτίζεται μερικώς. Η παρασκιά περικλείει την σκιά και η μετάβαση του φωτισμού από τη μία στην άλλη γίνεται σταδιακά. Εάν η φωτεινή πηγή είναι σημειακή, τότε δεν υπάρχει *penumbra* και η σκιά έχει σκληρές ακμές. Σε στατικές σκηνές, οι σκιές είναι σταθερές και δεν εξαρτώνται από το σημείο παρατήρησης αλλά από τη θέση της φωτεινής πηγής.

1.2.8 Ο ρόλος της σκιάς στη τέχνη

Σκιά είναι η περιοχή του χώρου πίσω από ένα αδιαφανές εμπόδιο το οποίο διακόπτει την ευθύγραμμη πορεία του φωτός. Με τη διαδραστική σχέση φωτός και σκιάς σε αντικείμενα και το ρυθμό εναλλαγής συμβάλει ουσιαστικά στην ολοκλήρωση μιας σύνθεσης επισημαίνοντας τα μηνύματα της. Τα αντικείμενα που είναι ιδιαίτερα φωτεινά δημιουργούν την αίσθηση ότι είναι πιο κοντά μας από αυτά που είναι περισσότερο σκιερά και έτσι δημιουργείται η εντύπωση του βάθους. Η κατεύθυνση του φωτός σε συνάρτηση με τη σκιά του αντικειμένου δίνουν την εντύπωση του όγκου και της πλαστικότητας. Έτσι, μια μορφή που φωτίζεται κατά μέτωπο με έντονο φως μοιάζει επίπεδη, ενώ όταν η φωτεινή δέσμη έρχεται από το πλάι και έτσι η μορφή αποκτά πλαστικότητα και όγκο. Φυσικά, υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις διαβαθμίσεις του φωτός που ξεκινούν από την έντονη φωτεινότητα ως το απόλυτο σκοτάδι και δημιουργείται με τον τρόπο αυτό η τονική κλίμακα όλων των χρωμάτων. Η συμβολή του φωτός στη διαμόρφωση του έργου είναι ουσιαστική, αφού ανάλογα με τον τρόπο που εφαρμόζεται μπορεί να δημιουργήσει τονικές αρμονίες ή αντιθέσεις. Πρόκειται για μια άσκηση γύρω από το χρώμα και τη λειτουργία του επάνω στο θέμα και πώς αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ένα αρμονικό αποτέλεσμα. Εκτός από τη ζωγραφική, οι φωτοσκιάσεις διαθέτουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην αρχιτεκτονική και τη γλυπτική, αφού πρόκειται για τρισδιάστατες δημιουργίες που η κάθε επιφάνειά τους δέχεται το φως διαφορετικά. Η ανάγλυφη όψη και ο όγκος των γλυπτών αναδεικνύονται με την ορθή και μεθοδευμένη χρήση του φωτός και της σκιάς που δημιουργούν άλλοτε απαλούς τόνους και άλλοτε έντονες αντιθέσεις. Η Σκιά σε λαογραφικές δοξασίες πολλές φορές λαμβάνει άυλη υπόσταση, ως υπερφυσικό ον, φάντασμα, αερικό, καθώς και ως μεταθανάτια κατάσταση του ανθρώπου ή της ψυχής του. Όλα αυτά προέρχονται από την έλλειψη ικανότητας ερμηνείας του φαινομένου της σκιάς, από την κυριαρχία του φόβου και ίσως της μοναξιάς στη διάρκεια της νύκτας. Δεν πρέπει επίσης, να ξεχνάμε ότι το ρήμα «σκιάζομαι» σημαίνει «φοβάμαι».

Στην Αρχαία Ελληνική Γραμματεία οι νεκροί ήταν είδωλα, σκιές, χωρίς δύναμη και ζωή. Στην Ιλιάδα ο Αχιλλέας θέλει να αγκαλιάσει τον Πάτροκλο για τελευταία φορά, απλώνει τα χέρια του αλλά ο ίσκιος του Πατρόκλου φεύγει σαν καπνός και βυθίζεται βαθιά στο χώμα (Ιλιάδα Ψ 59-109). Στην Οδύσσεια επίσης ο Οδυσσεύς στον Κάτω Κόσμο συνομιλώντας με τη μητέρα του Αντίκλεια προσπαθεί να την αγκαλιάσει αλλά εξαπατάται, γιατί η ψυχή της μητέρας του είναι «είδωλον» και σαν «όνειρο» και «σκιά» χάνεται κάθε φορά μέσα από τα χέρια του. Οι σκιές ταυτίστηκαν με το να είναι αγγελιοφόροι από τον κόσμο του σκότους, εικόνες που δε μπορούμε να αποτινάξουμε, μαύρα στίγματα που ταράσσουν τον ύπνο μας διαμέσου των αιώνων.

Στη Θεία Κωμωδία του Δάντη (περ. 1265-1321) σχεδόν όλοι οι χαρακτήρες είναι όντα που ο συγγραφέας βλέπει, αλλά πρέπει να παραμείνουν αόρατα μιας και είναι χωρίς σώματα. Επίσης στο τρίτο Άσμα από το Καθαρτήριο (111,16-30) ο Δάντης και ο Βιργίλιος περπατάνε δίπλα δίπλα με την πλάτη τους στον ήλιο και καθένας τους θα έπρεπε να ρίχνει την σκιά του μπροστά του, αλλά ο Δάντης τρομάζει όταν συνειδητοποιεί ότι ο Βιργίλιος δεν προβάλλει σκιά. Σ' αυτό το κρίσιμο απόσπασμα ο συγγραφέας υπογραμμίζει ότι η προβαλλόμενη σκιά είναι απόδειξη ζωής.

Στον κινηματογράφο, το θέατρο και το χορό προκαλείται δραματική ένταση όταν, ενώ βρίσκεται κάποιος στο σκοτάδι, ξαφνικά πέφτει πάνω του ένας προβολέας φωτός. Έτσι, το σοκ που δημιουργείται από την απότομη εναλλαγή φωτός και σκιάς κεντρίζει την προσοχή του θεατή. Επίσης, ιδιαίτερα χαρακτηριστική είναι η χρήση της σκιάς του χεριού του δολοφόνου με το μαχαίρι πάνω στην κουρτίνα του μπάνιου στο

κινηματογραφικό έργο του Άλφρεντ Χίτσκοκ, Ψυχή. Η περίφημη σκηνή στο μπάνιο τραβήχτηκε από 77 διαφορετικές κάμερες και χρειάστηκε μια εβδομάδα για να ολοκληρωθεί με επιτυχία.

Στη ζωγραφική, η τεχνοτροπική πρόταση του El Greco αν και έχει ορισμένα εξωτερικά μανιριστικά χαρακτηριστικά, όπως τη γνωστή επιμήκυνση του σώματος, είναι ωστόσο απαλλαγμένη από την επιτήδευση και ωραιοποίηση, αφού διαποτίζεται από γνήσιο θρησκευτικό συναίσθημα, πνευματικότητα και ένταση - κληρονομιά από την ασκητική βυζαντινή τέχνη της Κρήτης - και ταυτόχρονα είναι φορτισμένη με μια ανθρώπινη γλυκύτητα. Το πολύ προσωπικό στυλ του El Greco φανερώνεται στην καταπληκτική εκφραστικότητα στα πρόσωπα με την ιδιότυπη φυσιογνωμία, στην αντιθετική χρήση του χρώματος και στην ιδιόρρυθμη χρήση του φωτός που φαίνεται να πηγάζει από μια στιγμιαία και εκτυφλωτική λάμψη που κεραυνοβολεί τα πάντα και δημιουργεί έντονα φώτα και βαθιές σκιές. Στο έργο του, Παιδί που φυλά το κάρβουνο, ο ζωγράφος απεικονίζει ένα νεαρό αγόρι που φυλά ένα δαδί για να ανάψει ένα κερι, στοιχείο αλληγορίας ότι η ζωή "καίγεται" τόσο γρήγορα, όπως ένα κερι. Είναι εμφανές ότι προτάσσει στους πίνακές του το φως και τις αξίες του ανυπότακτου κρητικού πολιτισμού που τον γέννησε.

Οι άνθρωποι αξιοποίησαν το Φως και τη Σκιά επινοώντας δραστηριότητες με στόχο την ψυχαγωγία τους. Η παρουσία της σκιάς και η αλλαγή διαστάσεων σύμφωνα με τη θέση του ήλιου, κρύβει μία μαγική διαφορούμενη έννοια. Σε ορισμένα κράτη της Αφρικής το μεσημέρι θεωρείται η πιο δαιμονική ώρα, αφού ο ήλιος είναι κατακόρυφος εξαφανίζοντας ολοκληρωτικά τις σκιές. Στα πλαίσια της διαδικασίας αυτής, δημιουργήθηκε το Θέατρο Σκιών. Οι πληροφορίες δείχνουν ότι κατάγεται από την Ασία, ενώ στην Κίνα, εμφανίζεται γύρω στα 200 μ.Χ. από ένα μάγο, που για να παρηγορήσει το Βασιλιά Βου - Τι, ο οποίος έχασε τη γυναίκα του, αναπαριστάνει τη σκιά της πίσω από μια οθόνη. Το Κινέζικο Θέατρο Σκιών φτάνει σε θαυμαστό βαθμό τελειότητας και απαράμιλλης αισθητικής ποιότητας γιατί ενσωματώνει διαφορετικές τέχνες, όπως τη ζωγραφική, τη χαρακτική, τη μουσική και τη μιμητική, δημιουργώντας μια νέα μορφή έκφρασης.



Shadow by Rook Floro (2012) <https://www.saatchiart.com/art/Sculpture-Shadow/301256/1335939/view>

Εικόνα 1.25

(πηγή <https://www.psychologytoday.com/us/blog/transcending-the-past/201703/how-facing-our-shadow-can-release-us-scapegoating>)



Εικόνα 1.26

(πηγή <https://www.otherside.gr/2012/01/rashad-alakbarov-zwgrafizei-me-fws-k-skies/>)



Εικόνα 1.27



Εικόνα 1.28

(πηγή <https://www.otherside.gr/2012/01/rashad-alakbarov-zwgrafizei-me-fws-k-skies/>)



Εικόνα 1.29

"Approaching Shadow" By Fan Ho

(πηγή <https://www.christies.com/lotfinder/Lot/fan-ho-19372016-approaching-shadow-1954-6131938-details.aspx>)

Artwork by RASHAD ALAKBARO



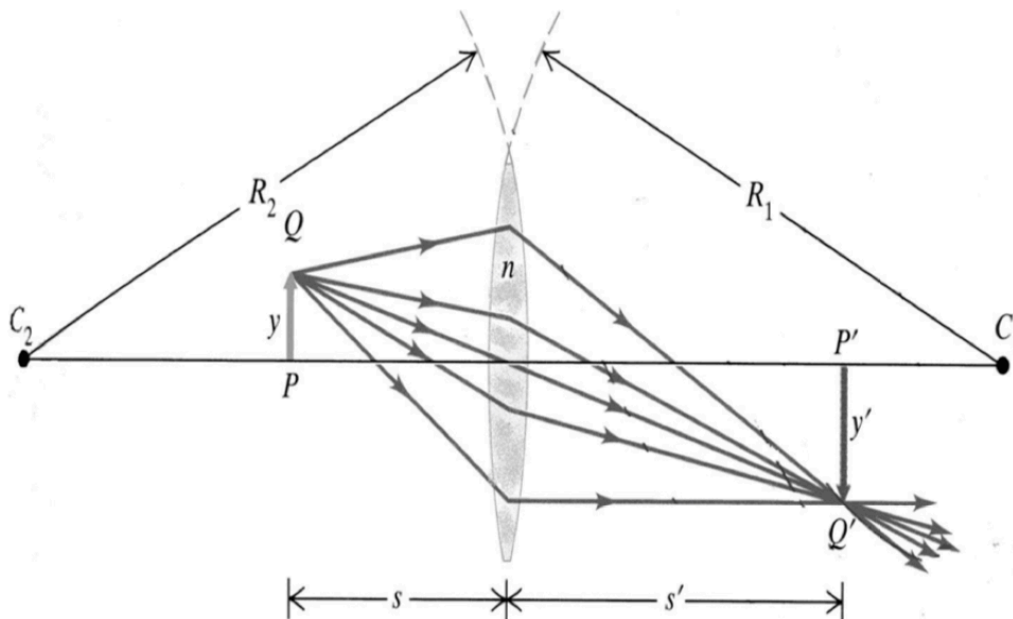
Εικόνα 1.30

(πηγή <https://www.otherside.gr/2012/01/rashad-alakbarov-zwgrafizei-me-fws-k-skies/>)

1.3 Η φωτογραφική μηχανή

1.3.1 Οπτικοί φακοί

Φακός είναι ένα οπτικό σύστημα με δύο διαθλαστικές επιφάνειες. Ο απλούστερος φακός έχει δύο σφαιρικές επιφάνειες αρκετά κοντά η μία με την άλλη ώστε να μπορούμε να αγνοήσουμε την απόστασή τους. Ο φακός αυτός ονομάζεται λεπτός φακός.



Σχήμα 1.11 οπτικές δέσμες σε λεπτό θετικό φακό
(πηγή <https://alpha.physics.uoi.gr/optlab/LF/LF.html>)

Γεωμετρικό χαρακτηριστικό των λεπτών φακών είναι η καμυλότητα των πλευρών του ακτίνας (r) και το υλικό χαρακτηριστικό του ο δείκτης διάθλασης (n).

$$1/f = (n-1) \left(1/R_1 + 1/R_2 \right) \quad \text{Εξ. (1.7)}$$

$$1/f = 1/s + 1/s' \quad \text{Εξ. (1.8)}$$

$$D = 1/f \quad \text{Εξ. (1.9)}$$

όπου R_1, R_2 : η ακτίνα κύκλου καμυλότητας επιφανείας
 n : δείκτης διάθλασης υλικού φακού
 f : εστιακή απόσταση φακού (m)
 D : οπτική ισχύς φακού (dpt)

$$n = C_0/C \quad \text{Εξ. (1.10)}$$

όπου C_0 : η ταχύτητα του φωτός στο κενό
 C : η ταχύτητα του φωτός στο υλικό

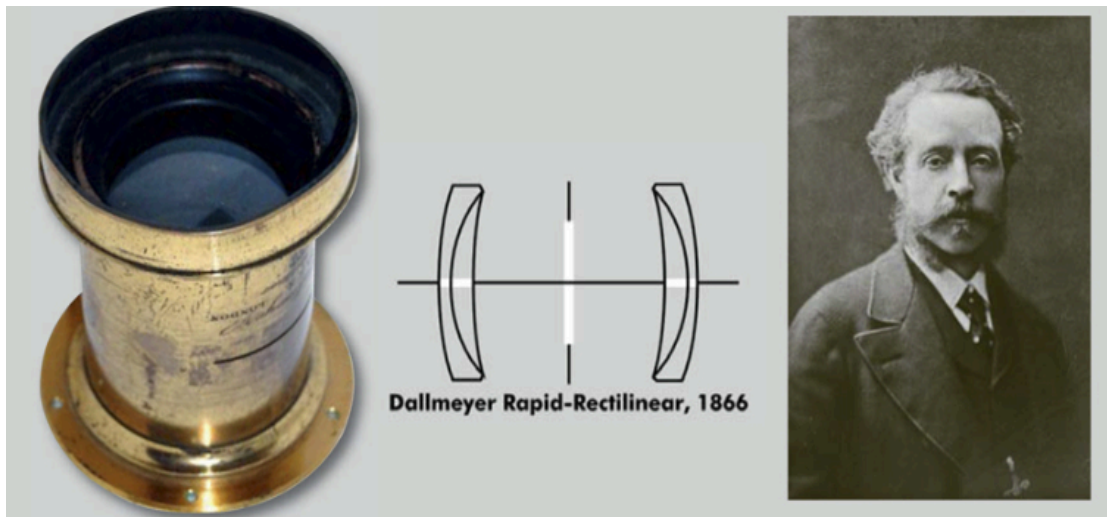
1.3.2 Φωτογραφικοί φακοί

Οι φωτογραφικοί φακοί προηγούνται της εφεύρεσης της φωτογραφίας με τους κατασκευαστές ξύλινων camera obscura να χρησιμοποιούν απλούς αμφίκυρτους φακούς για τον χειρισμό της δέσμης φωτός με εμφανές πρόβλημα βέβαια τις μεγάλες γεωμετρικές παραμορφώσεις στα άκρα. Ο W.H. Wollaston το 1812 ανέκάλυψε το μηνίσκο με πολύ καλύτερη συμπεριφορά σε θέματα επιπεδότητας πεδίου αλλά πάλι υπήρχε αισθητή αδυναμία στη χρωματική εκτροπή που προκαλούσε μεγάλα προβλήματα στην εστίαση.

Ο Chevalier τροποποιώντας την “τηλεσκοπική” εκδοχή και δίνοντας ελαφρώς μηνισκοειδές σχήμα στα στοιχεία, έφερε στην παραγωγή τον γνωστό ως **French Landscape Lens** που εφαρμόστηκε στην εφεύρεση του Daguerre και τις αντίστοιχες δαγκεροτυπικές μηχανές. Ο φακός του Chevalier ήταν απλός και εύκολος στην κατασκευή, αλλά όχι ιδιαίτερα φωτεινός. Το μέγιστο διάφραγμα ήταν περίπου $f/15$ αλλά τα οφέλιμα διαφράγματα ήταν στο $f/22$ ή $f/32$. Κατά συνέπεια, οι χρόνοι έκθεσης ήταν της τάξης της μισής ώρας με προϋπόθεση το ηλιακό φως. Γρήγορα βελτιώθηκε με τη προσθήκη ενός δεύτερου αχρωματικού στοιχείου με αποτέλεσμα ένα πιο φωτεινό διάφραγμα $f/6$. Την ίδια χρονική περίοδο ο μαθηματικός Josef Petzval του Institutum Geometricum της Βουδαπέστης κατασκεύασε φακό με εστιακή απόσταση 160mm και πολύ φωτεινό για τα δεδομένα της εποχής μέγιστο διάφραγμα $f/3,6$. Για να δώσουμε ένα μέτρο της νεωτερικότητας του φακού, είχε 22 φορές περισσότερη φωτεινότητα από τους συνήθεις φακούς που χρησιμοποιούνταν στις δαγκεροτυπικές φωτογραφικές μηχανές.

Η άλλη πρωτοτυπία του ήταν ότι για πρώτη φορά η σχεδίαση ενός φακού στηρίχθηκε σε επιστημονικούς και όχι εμπειρικούς υπολογισμούς. Στη δεκαετία του 1860 δύο διαφορετικοί ερευνητές οι John Dallmeyer στην Αγγλία και ο δρ. H. Steinhell στη Γερμανία εργάζονταν σκληρά για να λύσουν τα όποια προβλήματα. Μάλιστα ο δεύτερος είχε συνεργαστεί με τον Von Seidel, τον γερμανό μαθηματικό που πρώτος απέδειξε με μαθηματικό τρόπο τις εκτροπές των φακών. Η σχεδίαση Rapid Rectilinear ήταν η πρώτη συμμετρικού τύπου με σχεδόν ολοίδια μέρη εκατέρωθεν του οπτικού κέντρου. Κλασικό παράδειγμα ευρύτερης χρήσης φακού Rapid Rectilinear υπήρξε ο **Zeiss Protar** (1890) που αποτελεί την επόμενη γενιά του Zeiss Anastigmat. Κάπως έτσι προέκυψε μια από τις πιο διάσημες διατάξεις φακών στην ιστορία, ο Zeiss Tessar, που θυμίζει τον αρχαιολογικό Cooke Triplet αλλά στην πραγματικότητα αποτελεί εξελικτική βαθμίδα του Protar. Ονομαστοί φακοί όπως Zeiss Sonnar, Leitz Elmar, Schneider Xenar, Voigtlander Xenar καθώς και ορισμένοι σύγχρονοι στάνταρ 50άρηδες οφείλουν την καταγωγή τους από τον αρχικό Tessar που βρίσκεται ακόμη και σε compact μηχανές. Νεώτεροι υπολογισμοί αποδεικνύουν ότι για κάθε οπτικό στοιχείο που παρεμβάλλεται στη διαδρομή της φωτεινής δέσμης μέσα σε ένα φωτογραφικό φακό, παρατηρείται απώλεια περίπου 3% σε φωτεινότητα. Επίσης οι εισερχόμενες φωτεινές δέσμες στο φακό καθώς διαχέονται προκαλούν θάμβωση. Γι' αυτό τις πρώτες εποχές της φωτογραφίας οι σχεδιαστές απέφευγαν τις πολύπλοκες σχεδιάσεις με πολλά οπτικά στοιχεία.

Ο Dennis Taylor (σχεδιαστής του **Cooke Triplet**) παρατήρησε το 1896 ότι διάφορα οξειδία σε επιφανειακή επίστρωση στο φακό έδιναν πιο διαυγές και φωτεινό αποτέλεσμα, χωρίς όμως να μπορέσει να το ελέγξει. Έπρεπε να περάσουν αρκετά χρόνια, ως το 1935, όταν ο σχεδιαστής της Zeiss Alexander Smakula επινόησε την πρώτη αντανάκλαστική επίστρωση φακού (φθοριούχο μαγνήσιο ή ασβέστιο). Οι πρώτοι φακοί ευρείας παραγωγής με επίστρωση ανήκαν στην σειρά Kodak Ektar 35mm $f/3,3$, 50mm $f/1,9$.



Εικόνα 1.31

Dallmeyer's Rapid Rectilinear Lens, 1866-c.1910's

(πηγή <http://www.piercevaubel.com/cam/acc/lensdallmeyerrapidirect.htm>)

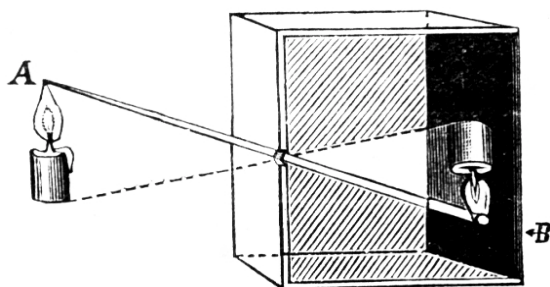
Η αρχική σχεδίαση Gauss με δύο οπτικά στοιχεία (ένα κυρτό και ένα μηνίσκο) προέρχεται από τον κόσμο των τηλεσκοπίων και οφείλεται στον Carl Friedrich Gauss. Το 1895 ο δρ. Paul Rudolph της εταιρείας Carl Zeiss Jena, εξέλιξε την ιδέα των σχεδιαστών της εταιρείας τηλεσκοπίων Bausch and Lomb περί double-Gauss. Αύξησε το πάχος των μηνίσκων και παρέμβαλε άλλα δυο στοιχεία δημιουργώντας τον αργεντινικό Zeiss Planar, ένα συμμετρικό double Gauss έξι οπτικών στοιχείων που χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα.

Η φωτοσυλλεκτική ικανότητα είναι αρκετή για μέγιστη φωτεινότητα ως $f/2$. Στα μέσα του 1880 εμφανίστηκαν νέα κρύσταλλα για φωτογραφικούς φακούς με υψηλό διαθλαστικό δείκτη. Τα οπτικά στοιχεία με τέτοια υλικά κατέστησαν εφικτή την σχεδίαση αναστιγματικών φακών. Την εξέλιξη αυτή εκμεταλλεύτηκε η σχεδίαση Cooke Triplet που οφείλεται στον Dennis Taylor ο οποίος εργαζόταν στην εταιρεία οπτικών Cooke. Το κύριο πρόβλημα των φακών της εποχής ήταν τα σφάλματα αστιγματισμού και καμπυλότητας πεδίου.

Ο Taylor με διάφορους πειραματισμούς βρήκε ότι με λεπτά οπτικά στοιχεία (θετικά/αρνητικά) έπαιρνε άριστη επιπεδότητα πεδίου. Τελικά κατέληξε στον διάσημο Cooke Triplet. Ο φακός αποτελείται από τρία λεπτά οπτικά στοιχεία δύο θετικά (επιπεδόκυρτα και ένα αρνητικό αμφίκυκλο). Διάσημοι φακοί που στηρίχθηκαν στον Cooke Triplet υπήρξαν ο Kodak Ektar, ο Voigtlander Heliar και οι διάφορες παραλλαγές του Leitz Elmar.

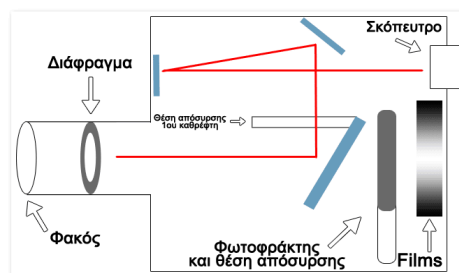
1.3.3 Φωτογραφική κάμερα

Φωτογραφία είναι η τέχνη αποτύπωσης ενός ειδώλου αξιοποιώντας την οπτική, την ηλεκτρονική και τη μηχανολογική επιστήμη. Η λέξη camera, από το λατινικό 'θάλαμος', μια διάταξη γνωστή από παλιά, που δεν ήταν τίποτε άλλο παρά ένα φωτοστεγανό κουτί με μια μικρή οπή (pinhole) στη μια του πλευρά. Η εμφάνιση ενός αντεστραμμένου ειδώλου θα κάνει την εμφάνιση του από τις διερχόμενες μέσω της οπής ακτίνες.



Σχήμα 1.12 αρχή pinhole

(πηγή <https://photopicma.blogspot.com/2015/02/camera-obscura.html>)



Σχήμα 1.13 βασική λειτουργία κάμερας

Ιστορική εξέλιξη

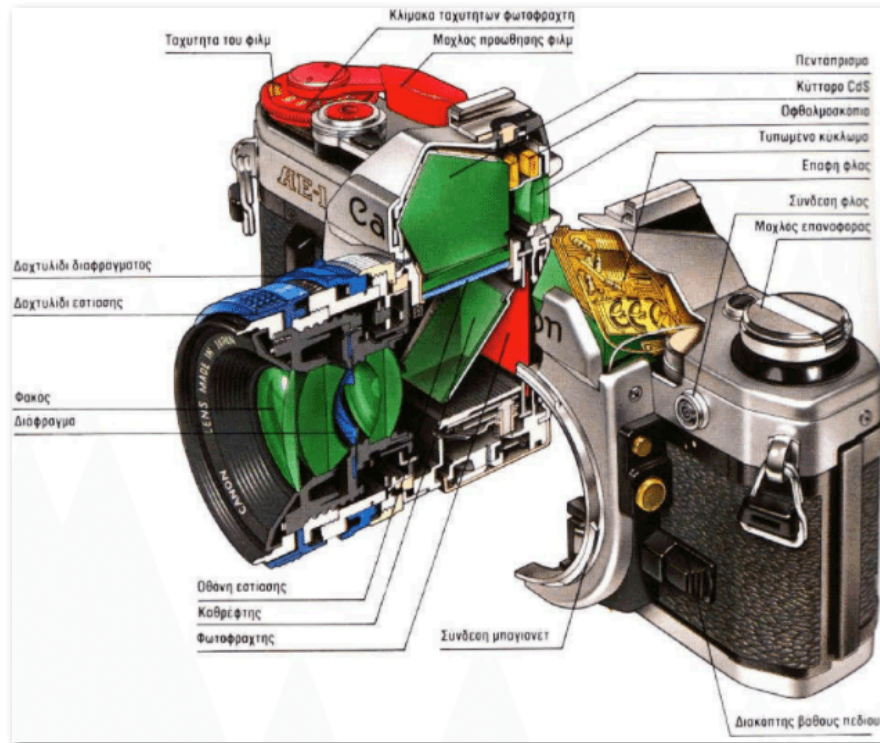
Η φωτογραφική μηχανή αποτελεί σαν κατασκευή μια εξέλιξη των φορητών σκοτεινών θαλάμων που χρησιμοποιούσαν σαν βοηθήματα οι ζωγράφοι από την αναγέννηση και μετά. Αυτό που προστέθηκε στις κάμερες Obscura ήταν ένας φακός, μηχανισμός διαφράγματος, μηχανισμός κλείστρου και τέλος το φωτοευαίσθητο υλικό για να μπορεί κάποιος να ξεκινήσει να καταγράφει με αυτές. Με δεδομένους τους αργούς χρόνους έκθεσης που είχαν τα πρώτα φωτογραφικά υλικά, οι πρώτες φωτογραφικές μηχανές δεν χρειάζονταν μηχανισμό φωτοφράκτη καθώς ο φωτογράφος έλεγχε τον χρόνο έκθεσης με το ρολόι του.

Ξεκινώντας από την ηλιογραφία την ταγκεροτυπία και την καλοτυπία (1841), ήρθε η πρώτη επανάσταση από τον George Eastman και την (box camera), την οποία και ονόμασε Kodak.

"You press the button, we do the rest" 1888. Η Kodak Box Camera ήταν τόσο πρωτοποριακή και απλή, που το μόνο που χρειαζόταν ήταν η σκόπευση και το πάτημα ενός κουμπιού. Έπειτα από τη λήψη ένα νέο τμήμα του φιλμ ξετυλιγόταν με το χέρι στην κατάλληλη θέση μπροστά από το φακό.



Η πρώτη σύγχρονη φωτογραφική μηχανή 35 mm παρουσιάστηκε το 1924 από την εταιρεία Leitz. Ήταν η Leica I και ο σχεδιασμός της επηρέασε τις επόμενες. Το 1929, μια νέα κάμερα παρουσιάζεται από την εταιρεία Rolleiflex. Η μηχανή χρησιμοποιεί το μεσαίο μορφή, έχοντας δύο σκοτεινούς θαλάμους τοποθετημένους τον ένα πάνω στον άλλο με όμοιους φακούς. Ο επάνω χρησιμεύει για την εστίαση και ο κάτω για τη λήψη της φωτογραφίας. Ήταν η κύρια επιλογή των σοβαρών φωτογράφων μέχρι τη δεκαετία του '50.



Σχήμα 1.14 :Σχηματικό διάγραμμα μερών μιας σύγχρονης φωτογραφικής μηχανής
(<https://www.pcsteps.gr/134353-πώς-λειτουργεί-η-φωτογραφική-μηχανή/>)

Χρειάστηκε να περιμένουμε μέχρι το 1959 που η Nikon F θα επικρατούσε στην αγορά με τις μονοοπτικές SLR 35 mm, (Σχήμα 1.14) μιας και μέχρι σήμερα η συγκεκριμένη μηχανή αποτελεί πρότυπο μοντέλο για ότι ακολούθησε.

Στις 5 Αυγούστου του 2008 η Olympus με την Panasonic παρουσίασαν το νέο Micro Four Thirds σύστημα (MFT ή M4/3), ανοίγοντας τον δρόμο για μικρότερα σώματα μηχανών χωρίς καθρέπτες. Η πρώτη μηχανή που είχε MFT αισθητήρα ήταν η mirrorless Panasonic Lumix DMC-G1 (Σεπτέμβριος 2008), με την Olympus να ακολουθεί με τη σειρά μηχανών Olympus PEN, η οποία ξεκίνησε με την ανακοίνωση της Olympus PEN E-P1 (Ιούνιος του 2009).

Σε σύγκριση με τις κάμερες DSLR, οι κάμερες χωρίς καθρέφτη είναι μηχανικά απλούστερες και είναι συνήθως μικρότερες, ελαφρύτερες και πιο ήσυχες λόγω της εξάλειψης του κινούμενου καθρέφτη. Ενώ σχεδόν όλες οι κάμερες χωρίς καθρέφτη εξακολουθούν να διαθέτουν μηχανικό κλείστρο, πολλές έχουν επίσης ηλεκτρονικό κλείστρο, επιτρέποντας εντελώς αθόρυβη λειτουργία. Επιπλέον, η έλλειψη κινούμενου καθρέφτη μειώνει τους κραδασμούς που μπορούν να οδηγήσουν σε θολές εικόνες από το κούνημα της κάμερας.

1.4 Τηλεσκόπιο

Τα οπτικά τηλεσκόπια χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με το σύστημα συλλογής του φωτός, σε διοπτρικά και κατοπτρικά. Στα διοπτρικά χρησιμοποιείται ένας φακός (αντικειμενικός) ή ένα σύστημα φακών, ενώ στα κατοπτρικά ένα κοίλο σφαιρικό ή παραβολοειδές κάτοπτρο (πρωτεύον). Το είδωλο που σχηματίζεται στο εστιακό επίπεδο του τηλεσκοπίου μπορούμε να το φωτογραφήσουμε ή απλώς να το δούμε με τη βοήθεια ενός μεγεθυντικού φακού (προσοφθάλμιος). Το αντικειμενικό σύστημα αποτελεί το πιο σημαντικό τμήμα ενός τηλεσκοπίου. Από αυτό εξαρτάται η ευαισθησία και η μεγέθυνση του εν λόγω τηλεσκοπίου. Οι προσοφθάλμιοι φακοί που χρησιμοποιούνται δεν αποτελούν το σταθερό τμήμα ενός τηλεσκοπίου αλλά είναι ανταλλάξιμοι. Έτσι επιτυγχάνονται διάφορες μεγεθύνσεις ανάλογα με το παρατηρούμενο αντικείμενο αλλά και τον σκοπό της παρατήρησης.



Εικόνα 1.32

(Δαγκεροτυπία πρώιμου φεγγαριού από τον ΑγγλοΑμερικανό χημικό John Draper μέσω τηλεσκοπίου 12 ιντσών)

(πηγή <https://astropolis.pl/topic/9769-historia-fotografii/>)

Βασικό χαρακτηριστικό ενός τηλεσκοπίου είναι ο εστιακός του λόγος. Αυτό για ένα τηλεσκόπιο με διάμετρο αντικειμενικού φακού D και εστιακή απόσταση F , ορίζεται ο λόγος F/D που είναι καθαρός αριθμός και συμβολίζεται με το γράμμα N .

Η διακριτική ή διαχωριστική ικανότητα (ω), ενός τηλεσκοπίου προσδιορίζει την ικανότητα του να διακρίνει δύο μακρινά ουράνια σώματα που βρίσκονται γωνιακά κοντά το ένα στο άλλο και αυτό γιατί το είδωλο ενός αστέρα δεν είναι ένα φωτεινό σημείο, αλλά παρουσιάζει τη μορφή ενός φωτεινού δίσκου, γνωστού ως δίσκος του Airy.

Η ελάχιστη απόσταση υπολογίζεται από τη σχέση: $d_{\min} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$.

Η επιλογή μεταξύ ενός διοπτρικού ή ενός κατοπτρικού τηλεσκοπίου γίνεται ανάλογα με το είδος της παρατήρησης που θέλουμε να κάνουμε.

Τα διοπτρικά χρησιμοποιούνται κυρίως για παρατηρήσεις του Ήλιου, της Σελήνης, των πλανητών ενώ τα κατοπτρικά για φωτογραφικές, φασματοσκοπικές και φωτοηλεκτρικές παρατηρήσεις.

Γενικά χαρακτηριστικά τηλεσκοπίων

Στα διοπτρικά:

- Υπάρχει πιο μεγάλη ανεξαρτησία από τις μεταβολές της θερμοκρασίας, οπότε έχουμε πιο σταθερά είδωλα.
- Τα οπτικά τους συστήματα είναι πιο σταθερά.

Στα κατοπτρικά:

- Δεν έχουμε χρωματικά σφάλματα.
- Αποδίδουν σε μεγαλύτερη περιοχή μηκών κύματος.
- Η κατασκευή του οπτικού του συστήματος είναι πιο εύκολη και πιο οικονομική.

Αλλά στα κατοπτρικά:

- Δημιουργούνται φαινόμενα περίθλασης από τα στηρίγματα των δευτερευόντων κατόπτρων και
- Χρειάζονται συχνή επιμετάλλωση.


Όλα τα μεγάλα σύγχρονα τηλεσκόπια είναι κατοπτρικά.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Τεχνικός εξοπλισμός

2.1.1 Τηλεσκόπιο

Το **SkyWatcher 120mm** είναι ένα διοπτρικό τηλεσκόπιο με πολυεπιστρωμένο αντικειμενικό φακό δύο στοιχείων και ελάχιστο χρωματικό σφάλμα που μπορεί να προσφέρει στον παρατηρητή εκπληκτικές εικόνες της Σελήνης και του Ήλιου (με την προσθήκη του κατάλληλου φίλτρου), των πλανητών, καθώς και άλλων αστρονομικών θεμάτων. Επίσης, αποτελεί ένα εξαιρετικό τηλεσκόπιο επίγειας παρατήρησης και φωτογράφισης. Όσον αφορά στη φωτογράφιση, επίγεια ή αστρική, το τηλεσκόπιο αποδίδει πολύ καλά, ουσιαστικά λειτουργεί σαν ένας τηλεφακός των 600mm. Λόγω του γρήγορου εστιακού λόγου $f/5$ αυτό το τηλεσκόπιο είναι εξαιρετικό για την φωτογράφιση εκλείψεων (Ήλιου ή Σελήνης) ή τη φωτογράφιση της φύσης.



Οπτικός Σχεδιασμός	Διοπτρικό Αχρωματικό
Διάμετρος (mm)	120
Εστιακή Απόσταση - F (mm)	600
Εστιακός Λόγος (f/)	f/5
Στήριξη	Αλταζιμουθιακή AZ-3
Ερευνητής	Κόκκινης Κουκίδας (Star Pointer)
Διαγώνιο Πρίσμα / Κάτοπτρο	45° Πρίσμα
Θεωρ. Διακρ. Ικανότητα (arc sec)	1.16
Μέγιστη Ωφέλιμη Μεγέθυνση (x)	240
Μέγιστο Φαινόμενο Μέγεθος Αστέρα	11.9
Προσοφθάλμιο	SUPER 10mm (60x) & SUPER 25mm(24x), Ø31,8mm

Εικόνα 2.1 : τηλεσκόπιο , τεχνικά χαρακτηριστικά
(https://www.astroshop.eu/telescopes/skywatcher-telescope-ac-120-600-starttravel-eq-3-2/p,21954#tab_bar_1_select)

2.1.2 Ψηφιακή κάμερα τύπου SLR



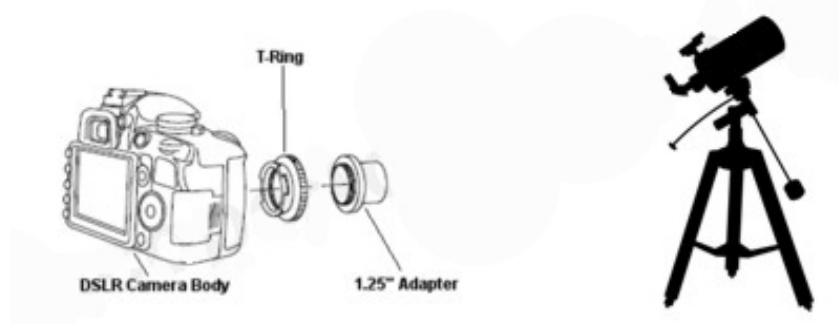
Nikon Z7 Specs

Imaging	
Lens Mount	Nikon Z
Camera Format	Full-Frame
Pixels	Actual: 46.89 Megapixel Effective: 45.7 Megapixel
Max Resolution	45.7 MP: 8256 x 5504
Aspect Ratio	1:1, 3:2, 4:5, 16:9
Sensor Type / Size	CMOS, 35.9 x 23.9 mm

Εικόνα 2.2 : φωτογραφική ψηφιακή κάμερα τύπου DSLR
(<https://photographylife.com/reviews/nikon-z7>)

2.1.3 Παρελκόμενα, διάταξη prime focus

φωτόμετρο χειρός (με δυνατότητα σημειακής φωτομέτρησης)
φακός κεφαλής μπαταρίας
σημειωματάριο παρατηρήσεων
προσαρμογέας Nikon τύπου F (για λήψη prime focus)



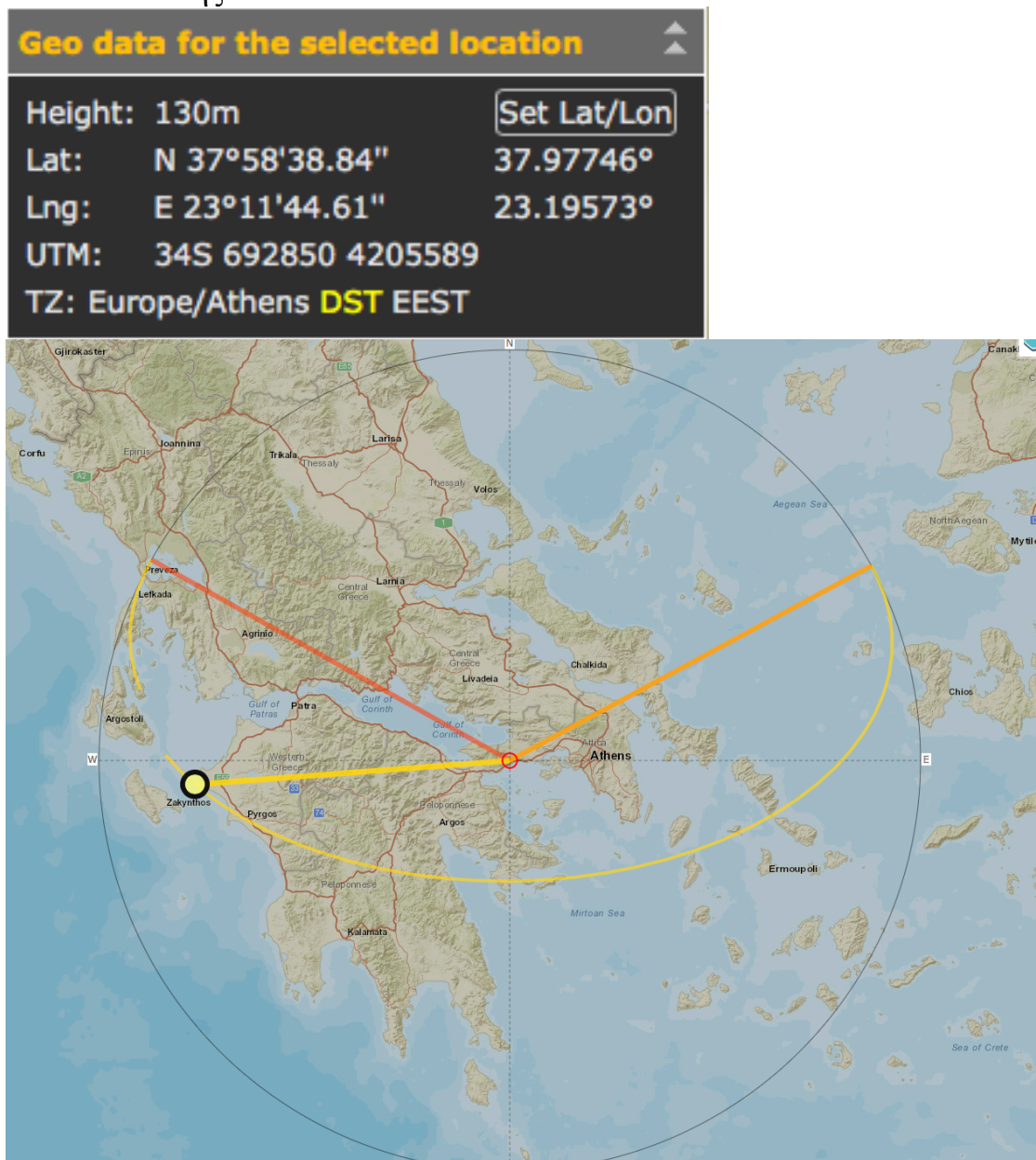
Εικόνα 2.3 : Διάταξη Prime focus



Εικόνα 2.4 : setup φωτογραφικής λήψης

2.1.4 Τοποθεσία λήψης

Κινέτα Αττικής



Εικόνα 2.5 : γεωγραφική τοποθεσία φωτογραφικής λήψης
(<https://www.mooncalc.org>)

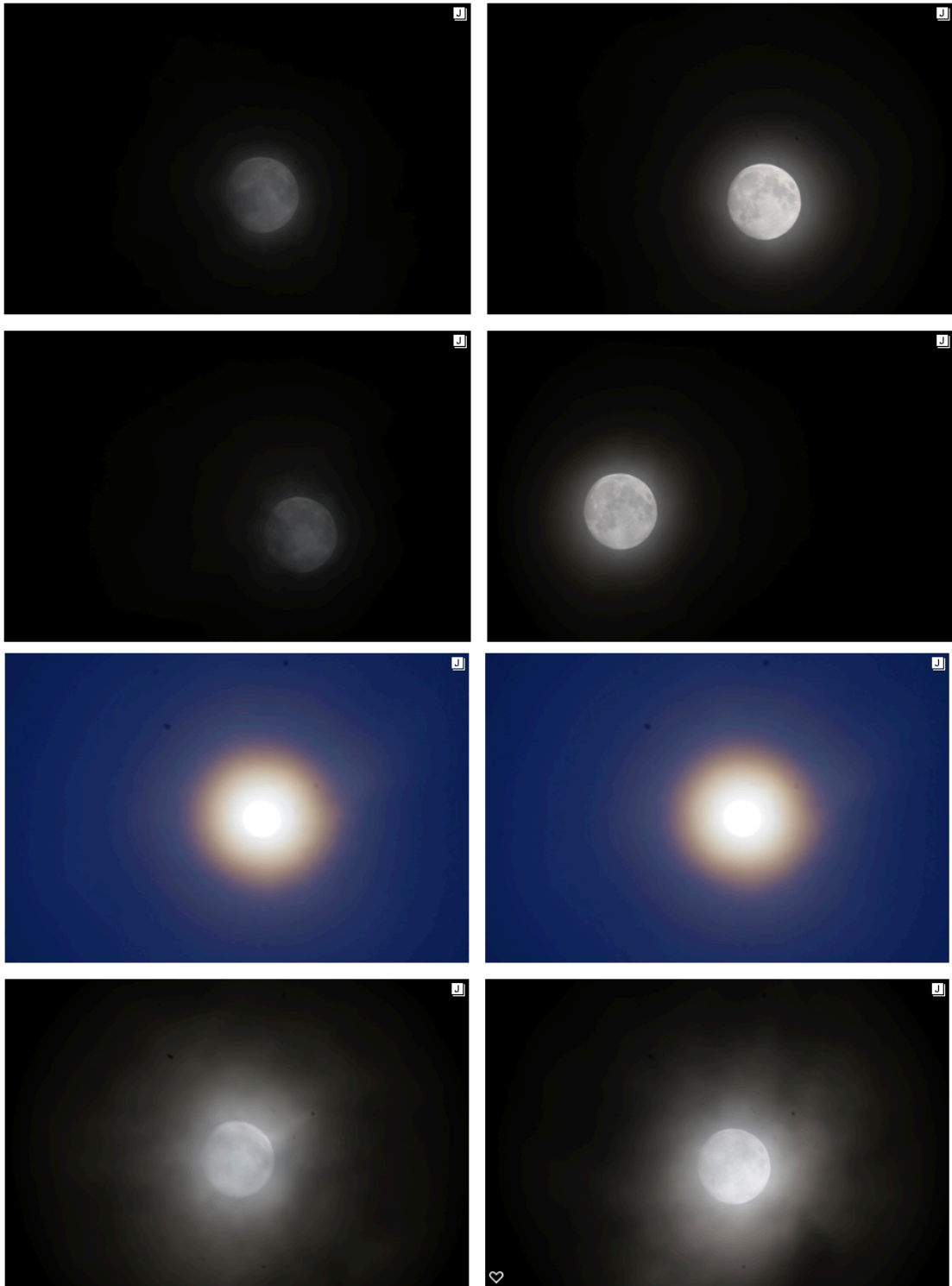
Η Κινέτα είναι οικισμός της Δυτικής Αττικής που απέχει 56 χιλιόμετρα από την Αθήνα. Αραιοκατοικημένη με μειωμένη ανθρώπινη δραστηριότητα απομακρυσμένη από τη φωτορύπανση της πρωτεύουσας. Το σημείο λήψεων των φωτογραφιών της πτυχιακής βρίσκεται σε υψόμετρο 130 μέτρων. Σε διάρκεια πέντε μηνών από Φεβρουάριο 2020 έως Ιούνιο 2020 ελήφθησαν πάνω από 1500 φωτογραφίες από όπου επιλέχθηκαν αυτές οι οποίες λειτουργούσαν για την ολοκλήρωση της εργασίας. Με δειγματοληψία επιλέχθηκαν οι ωφέλιμες ταχύτητες του κλείστρου και η στόχευση γινόταν με τη βοήθεια της οθόνης της κάμερας.

2.1.5 Καιρικές συνθήκες

Συνθήκες που επηρεάζουν αρνητικά το αποτέλεσμα της φωτογράφισης φάνηκε να είναι η φωτορύπανση από κοντινή πόλη ή ανθρώπινη διεργασία, η νέφωση καθώς επίσης η σκόνη και η θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Εικόνα 2.6 : Μη ωφέλιμες λήψεις λόγω νέφωσης



Εικόνα 2.7 : Μη ωφέλιμες λήψεις λόγω υγρασίας

2.2 Καταγραφές Σελήνης μέσω τηλεσκοπίου

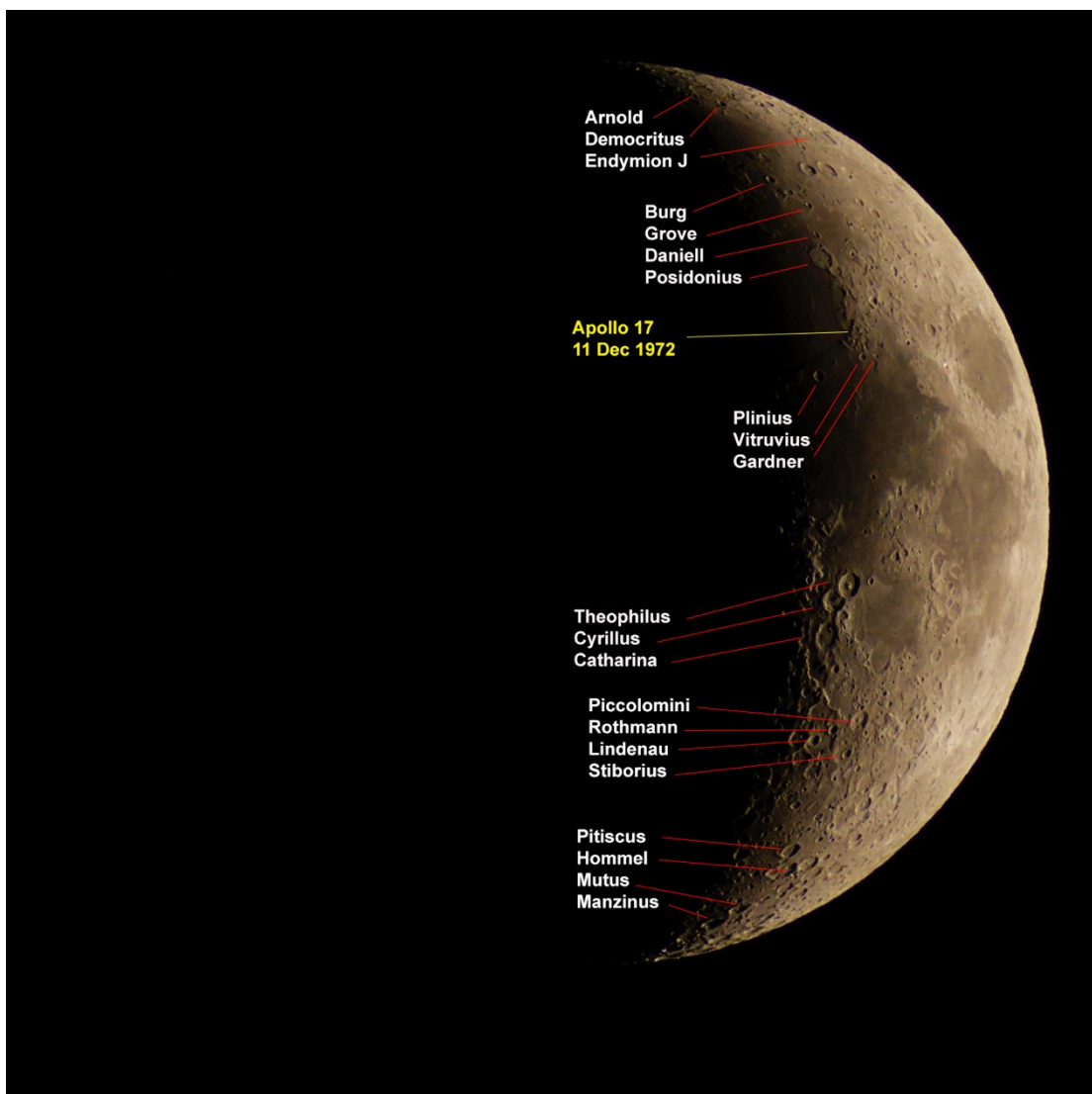
2.2.1 Σελήνη 4 ημερών (Αύξων Μηνίσκος)



Δοκίμιο 2.01 : Αρχείο *_ANB8814*

Δοκίμιο	2.01
Αρ.Αρχείου	<i>_ANB8814</i>
Ημ. Καταγραφής	27/Απριλίου/2020/21:16
Απόστ. Γης-Σελήνης	391.371 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 250
ISO	100

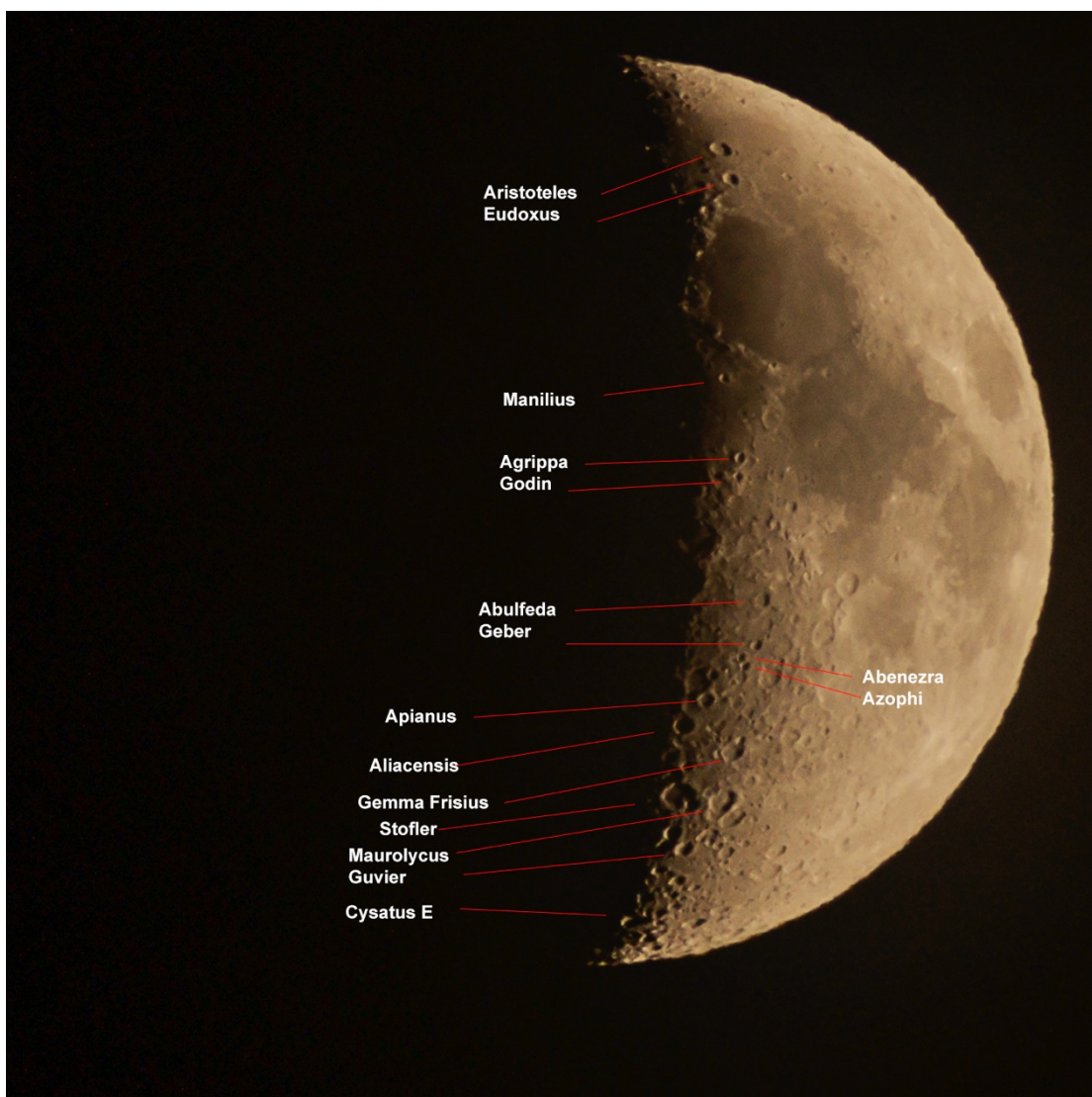
2.2.2 Σελήνη 5 ημερών



Δοκίμιο 2.02 : Αρχείο _ANB8867 28 Απρ. 2020

Δοκίμιο	2.02
Αρ.Αρχείου	<u>_ANB8867</u>
Ημ. Καταγραφής	28/Απριλίου/2020/22:25
Απόστ. Γης-Σελήνης	386.911 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 100
ISO	100

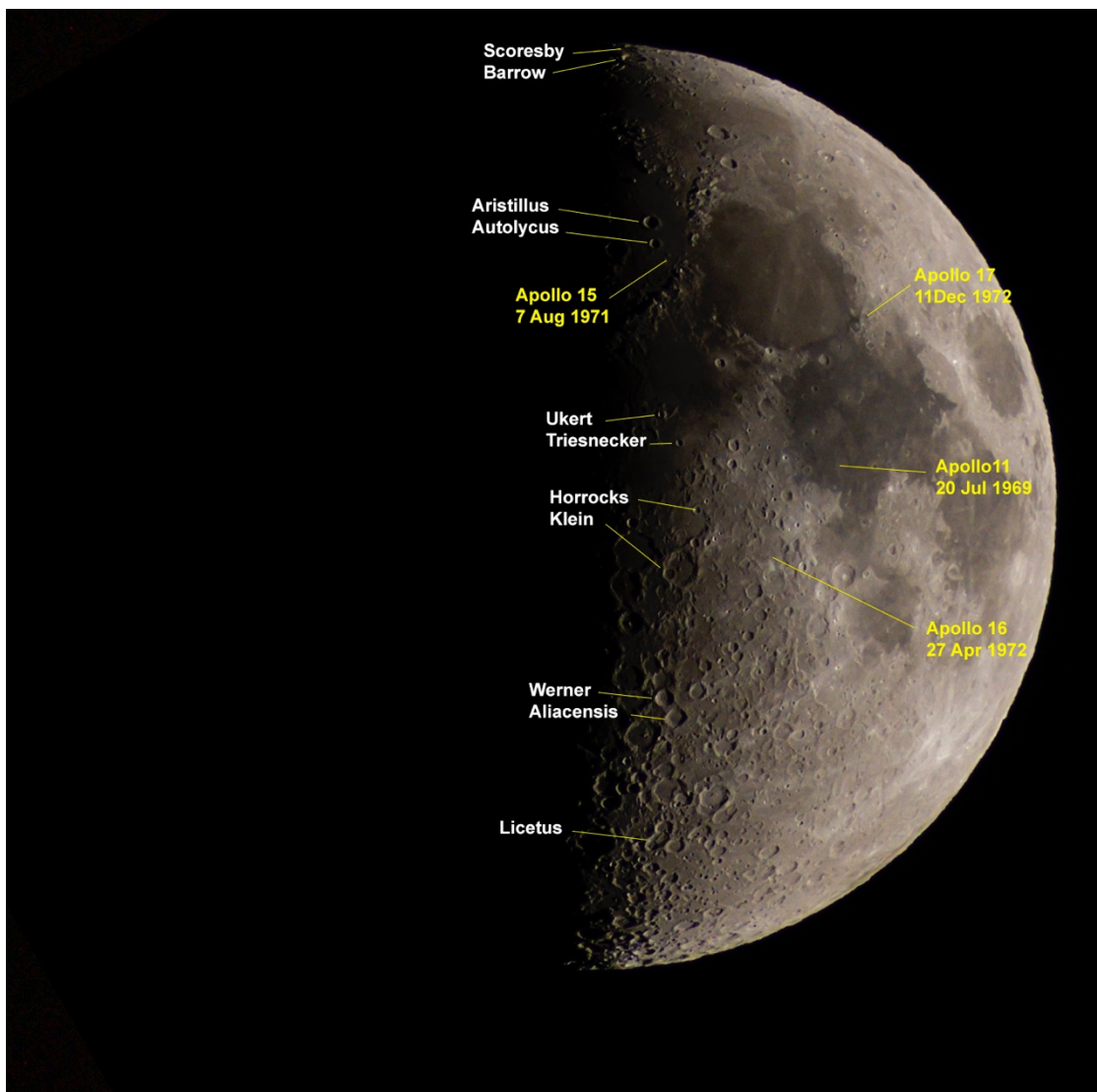
2.2.3 Σελήνη 6 ημερών



Δοκίμιο 2.03 : Αρχείο _ANB8880 30 Απρ. 2020

Δοκίμιο	2.03
Αρ.Αρχείου	_ANB8880
Ημ. Καταγραφής	30/Απριλίου/2020/00:47
Απόστ. Γης-Σελήνης	381.775 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 25
ISO	100

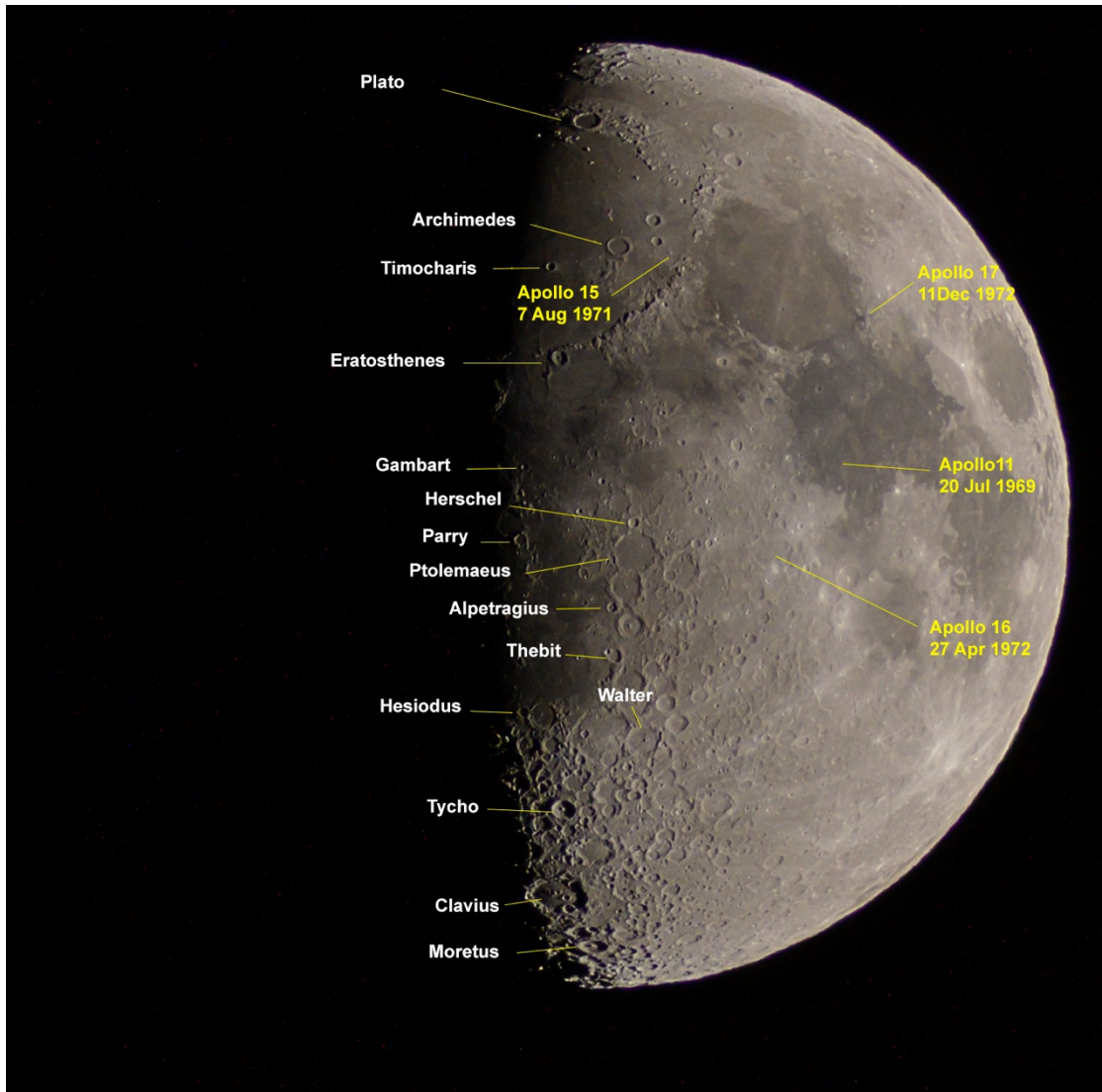
2.2.4 Σελήνη 7 ημερών



Δοκίμιο 2.04 : Αρχείο _ANB8904 30 Απρ. 2020

Δοκίμιο	2.04
Αρ.Αρχείου	_ANB8904
Ημ. Καταγραφής	30/Απριλίου/2020/21:12
Απόστ. Γης-Σελήνης	377.598 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 200
ISO	100

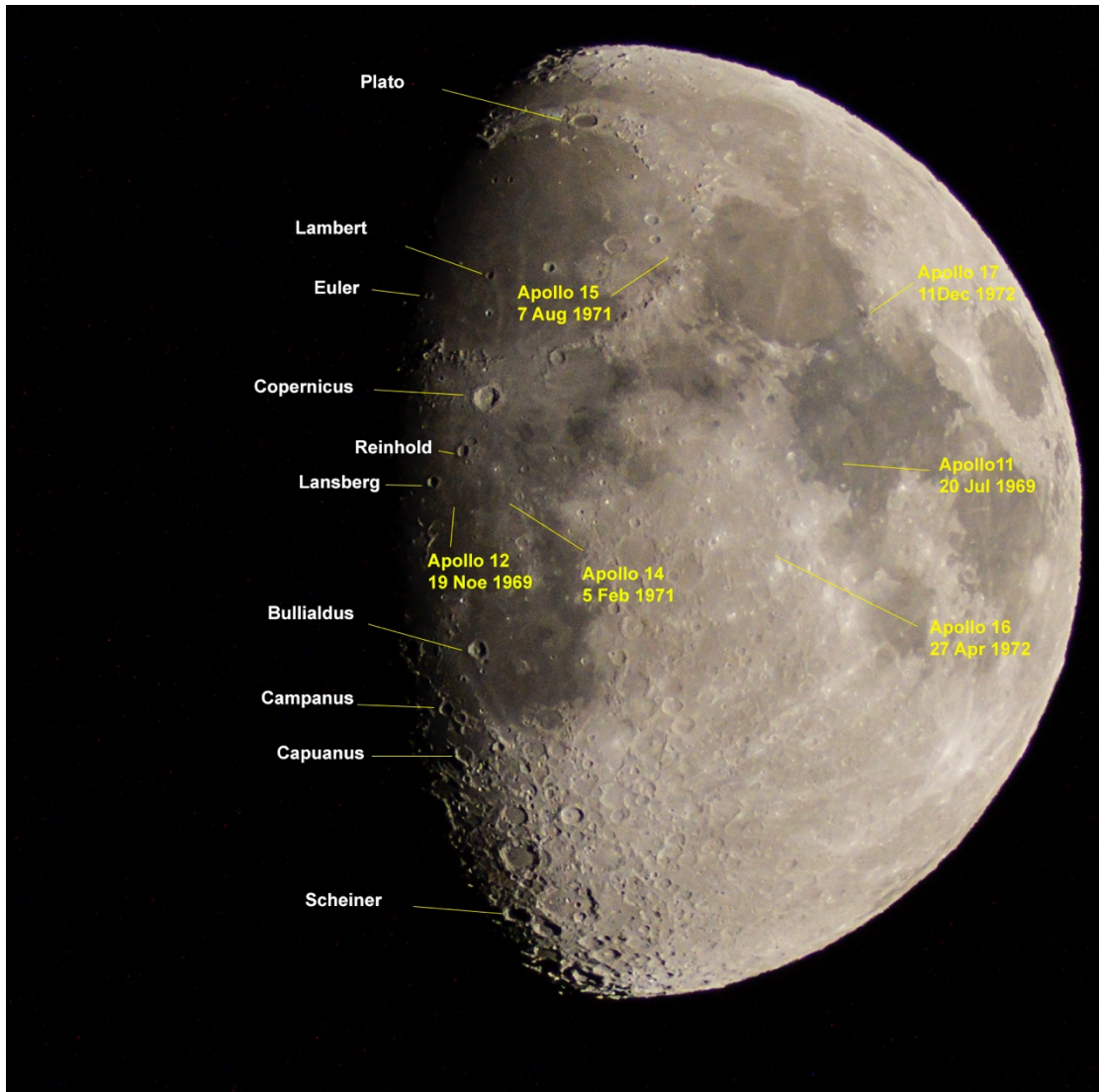
2.2.5 Σελήνη 8 ημερών



Δοκίμιο 2.05 : Αρχείο _ANB8932 01 Μαί. 2020

Δοκίμιο	2.05
Αρ.Αρχείου	_ANB8932
Ημ. Καταγραφής	01/Μαίου/2020/22:19
Απόστ. Γης-Σελήνης	372.452 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 200
ISO	100

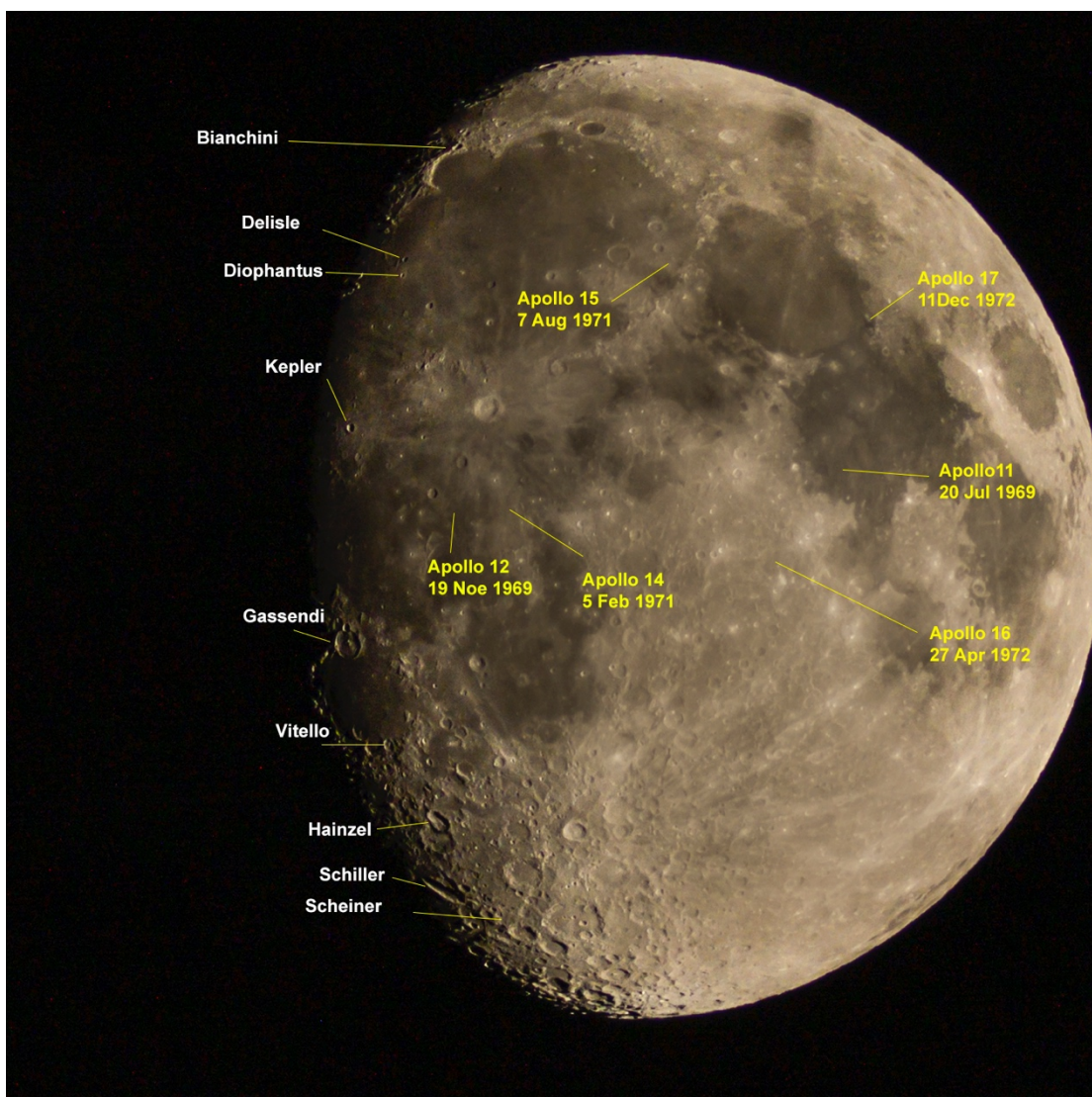
2.2.6 Σελήνη 10 ημερών



Δοκίμιο 2.06 : Αρχείο _ANB8947 03 Μαί. 2020

Δοκίμιο	2.06
Αρ.Αρχείου	_ANB8947
Ημ. Καταγραφής	03/Μαΐου/2020/00:34
Απόστ. Γης-Σελήνης	367.443 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 250
ISO	100

2.2.7 Σελήνη 12 ημερών



Δοκίμιο 2.07 : Αρχείο _ANB8984 03 Μαί.. 2020

Δοκίμιο	2.07
Αρ.Αρχείου	_ANB8984
Ημ. Καταγραφής	03/Μαίου/2020/22:09
Απόστ. Γης-Σελήνης	364.102 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 200
ISO	100

2.2.8 Πανσέληνος



Δοκίμιο 2.08 : Αρχείο ANB8023 07 Απρ. 2020

Δοκίμιο	2.04
Αρ.Αρχείου	<u>ANB8023</u>
Ημ. Καταγραφής	07/Απριλίου/2020
Απόστ. Γης-Σελήνης	356.920 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 8
ISO	100

2.2.9 Επιπλέον λήψεις



Δοκίμιο 2.09 : Αρχείο *_ANB7845*

Δοκίμιο	2.09
Αρ.Αρχείου	<i>_ANB7845</i>
Ημ. Καταγραφής	02/Απριλίου/2020/23:08
Απόστ. Γης-Σελήνης	375.738 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	επεξεργασία photoshop
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 500
ISO	100



Δοκίμιο 2.10 : Αρχείο _ANB8266

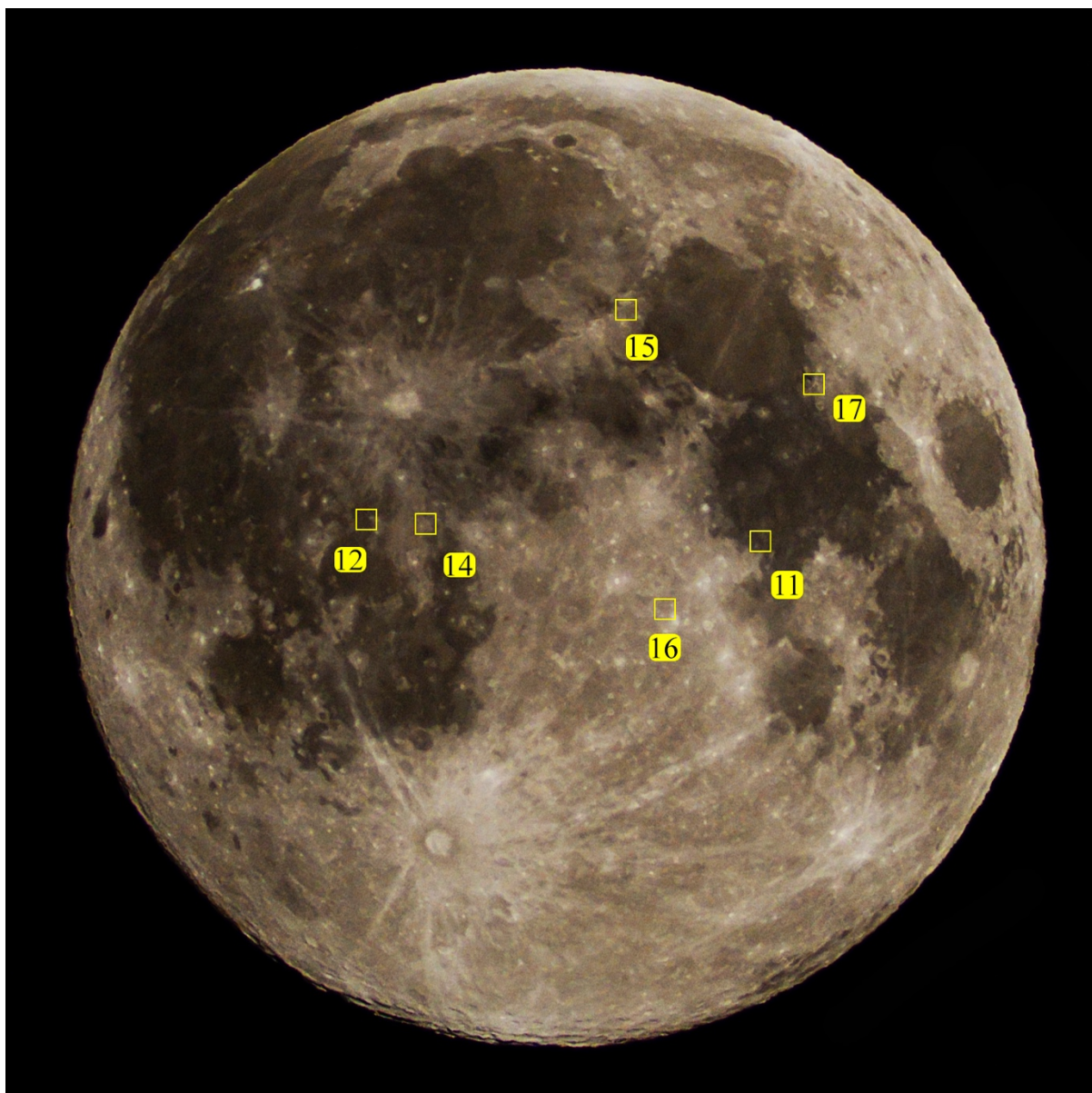
Δοκίμιο	2.10
Αρ.Αρχείου	<u>_ANB8266</u>
Ημ. Καταγραφής	13/Απριλίου/2020/03:54
Απόστ. Γης-Σελήνης	378.780Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 50
ISO	100



Δοκίμιο 2.11 : Αρχείο *_ANB7468* 08 Μαρ. 2020

Δοκίμιο	2.03
Αρ.Αρχείου	<i>_ANB7468</i>
Ημ. Καταγραφής	08/Μαρτίου/2020
Απόστ. Γης-Σελήνης	358.909 Km
Κάμερα	Nikon Z7
Φίλτρο	
Τηλεσκόπιο	SkyWatcher 600mm
Τρόπος λήψης	prime focus
Ταχύτητα	1 / 500
ISO	100

2.2.10 Τοποθεσίες προσελήνωσης του προγράμματος Apollo



Δοκίμιο 2.12 : Αρχείο ANB8023 07 Απρ.. 2020

2.3 Μετρήσεις - Υπολογισμοί - Αποτελέσματα

2.3.1 Είδωλο σελήνης φωτογράφιση μέσω τηλεσκοπίου



Δοκίμιο 2.13 : Αρχείο *_ANB8023* 07 Απρ.. 2020

Διάμετρος ειδώλου Σελήνης σε εικονοστοιχεία αποτύπωσης **1360px**

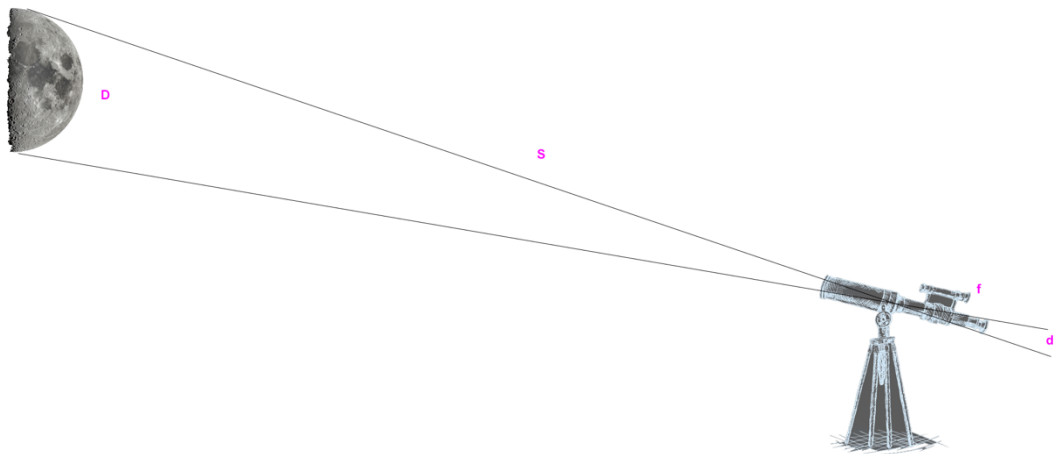
Αντιστοιχία έκτασης ανά εικονοστοιχείο $(3475000/1360)^2 = \mathbf{6528000m^2/px}$

Φυσικές διαστάσεις αισθητήρα κάμερας **35.9mm X 23.9mm** (τιμή κατασκευαστή)
 Εικονοστοιχεία αισθητήρα **8256 X 5504** (τιμή κατασκευαστή)
 $8256 / 35.9 = 230 \text{ px/mm}$
 $5504 / 23.9 = 230 \text{ px/mm}$

Δηλαδή το 1mm ειδώλου που απεικονίζεται στον αισθητήρα αντιστοιχεί με 230 px

Φυσική διάσταση ειδώλου σε mm $(1360\text{px}) / (230\text{px/mm}) \mathbf{d = 5.91 \text{ mm}}$

Απόσταση Γης – Σελήνης 7/4/2020 $\mathbf{S = 356\,920\,000 \text{ m}}$ (διαδίκτυο)
 Εστιακή απόσταση τηλεσκοπίου $\mathbf{f = 600 \text{ mm}}$ (τιμή κατασκευαστή)
 Διάμετρος Σελήνης $\mathbf{D = ;}$



Σχήμα 2.1 :Σχηματικό διάγραμμα τηλεσκοπίου Σελήνης

$$\text{Διάμετρος Σελήνης} = \frac{\text{διάμετρος ειδώλου}}{\text{εστιακή απόσταση τηλεσκ.}} \cdot \text{Απόσταση (Γης – Σελήνης)}$$

$$\text{Διάμετρος Σελήνης} = \frac{5,91 \text{ mm}}{600 \text{ mm}} \cdot 356920 \text{ Km}$$

Υπολογισμός Διάμετρος Σελήνης = 3515.7 Km

φυσική διάμετρος σελήνης 3475 Km (βικιπαίδεια)

$$\text{Σχετικό σφάλμα} = \frac{\text{τιμή υπολογισμού} - \text{φυσική τιμή}}{\text{φυσική τιμή}} \cdot 100$$

Απόλυτη τιμή $(3515,7 - 3475)\text{Km} / 3475\text{Km} \cdot 100$, περίπου **1 %**

2.3.2 Διακριτική ικανότητα

Η διακριτική ή διαχωριστική ικανότητα (resolving power), ενός τηλεσκοπίου είναι η ελάχιστη γωνία θ_{\min} που πρέπει να έχουν ώστε να είναι διακριτές δύο διαφορετικές φωτεινές πηγές. Το είδωλο ενός αστέρα δεν είναι ένα φωτεινό σημείο, αλλά παρουσιάζει τη μορφή ενός φωτεινού δίσκου, γνωστού ως δίσκος του **Airy**, που περιβάλλεται από κροσσούς συμβολής (σκοτεινοί και φωτεινοί δακτύλιοι). Οφείλονται στην ιδιότητα του φωτός ως κύμα που περνάει από μια οπή (διάφραγμα). Το 1867, ο **William Rutter Dawes** καθόρισε το πρακτικό όριο στο προσδιορισμό της ισχύος για ένα τηλεσκόπιο.

$$\theta_{\min} = 1.22 \lambda / D \text{ σε ακτίνια}$$

Εξ.(2.01)

$$\text{σχέση arcsec/ακτίνια } 360 \cdot 3600 / 2\pi = 206264.8$$

λ = μήκος κύματος (μέση τιμή για το κίτρινο 550 nm)

D = τιμή διάμετρος φακού

Για το τηλεσκόπιο που χρησιμοποιήσαμε ο φακός είχε διάμετρο:

$$D = 0.12 \text{ m}$$

$$\theta_{\min} = 1.22 * \lambda * 206264.8 / D = 1.153 \text{ arcsec}$$

Ένας κύκλος έχει 1296000 arcsec (=360*60*60).

Στο περίγειο η απόσταση Γη – Σελήνη είναι $R_1 = 356410 \text{ Km}$

Άρα η ελάχιστη απόσταση που θα πρέπει να έχουν δυο φωτεινές πηγές στην επιφάνεια της Σελήνης ώστε να είναι διακριτές μέσω του τηλεσκοπίου είναι :

$$2\pi R_1 * (1.153 / 1296000) = 1992.3 \text{ m}$$

Στο απόγειο η απόσταση Γη – Σελήνη είναι $R_2 = 406740 \text{ Km}$

Άρα η ελάχιστη απόσταση που θα πρέπει να έχουν δυο φωτεινές πηγές στην επιφάνεια της Σελήνης ώστε να είναι διακριτές μέσω του τηλεσκοπίου είναι :

$$2\pi R_2 * (1.153 / 1296000) = 2273.6 \text{ m}$$

Στην αντίστοιχη περίπτωση με τον ανθρώπινο οφθαλμό. Η τιμή τις ίριδας μεταβάλλεται από 2 έως 7 mm. Παίρνουμε τη τιμή 4 mm

$$\theta_{\min} = 1.22 * \lambda * 206264.8 / D_{\text{iris}} = 34.59 \text{ arcsec}$$

$$2\pi R_1 * (34.59 / 1296000) = 59769 \text{ m}$$

$$2\pi R_2 * (34.59 / 1296000) = 68208 \text{ m}$$

Συμπέρασμα, η απευθείας παρατήρηση με γυμνό μάτι σε σχέση με τη πειραματική μας διάταξη υστερεί κατα 30 φορές. Πλέον η ελάχιστη απόσταση για διάκριση διαχωρισμού δύο σημείων είναι τα δύο χιλιόμετρα.



Δοκίμιο 2.13 : Αρχεία _ANB9100 _ANB9099

Αρ.Αρχείου	<u>_ANB9100</u>	<u>_ANB9099</u>
Ημ. Καταγραφής	07/Μαΐου/2020 21:20:56	08/Μαΐου/2020 02:09:41
Απόστ. Γης-Σελήνης	362.000 Km	362.750 Km
Κάμερα	Nikon Z7	Nikon Z7
Τηλεσκόπιο-Φακός	SkyWatcher 600mm	Nikkor 300mm f/5.6
Τρόπος λήψης	prime focus	f/5.6
Ταχύτητα	1 / 250	1 / 250

Πρώτη παρατήρηση το μέγεθος των ειδώλων (διάμετρος σελήνης) 3476.2Km

$$\underline{_ANB9100} \quad 1333px / (230px/mm) = 5.80 \text{ mm} \quad (362 \cdot 10^6 * 5.8 \cdot 10^{-3} / 600 \cdot 10^{-3} = 3499Km) \quad 0.6\%$$

$$\underline{_ANB9099} \quad 671px / (230px/mm) = 2.92 \text{ mm} \quad (362.75 \cdot 10^6 * 2.92 \cdot 10^{-3} / 300 \cdot 10^{-3} = 3531Km) \quad 1.6\%$$

Διακριτική ικανότητα φακού Nikkor 300mm f/5.6

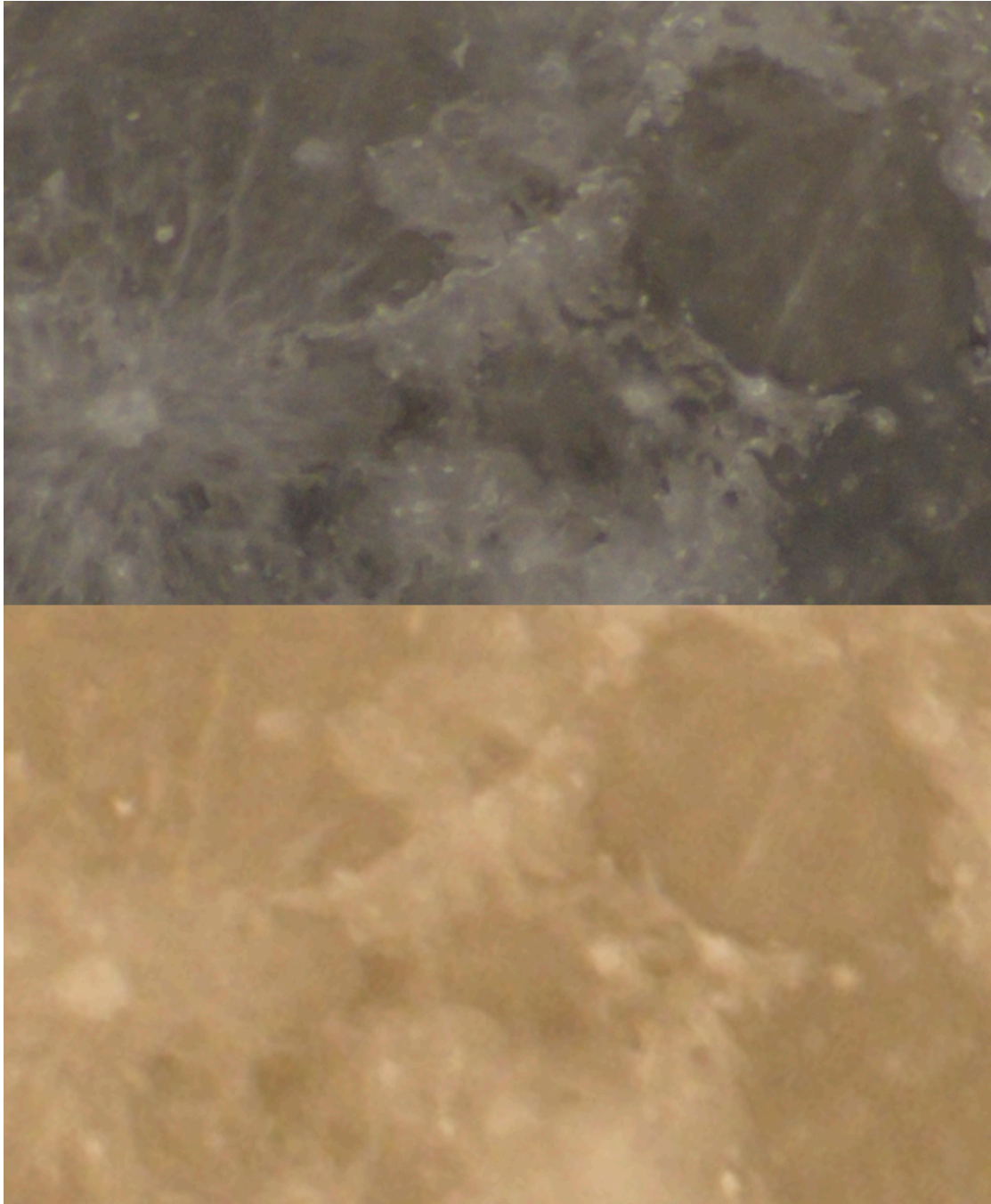
$$D = f/5.6 = 300\text{mm}/5.6 = 53.57 \text{ mm}$$

$$\theta_{\min} = 1.22 * \lambda * 206264.8 / D = 2.584 \text{ arcsec}$$

Για τη συγκεκριμένη στιγμή το R= 362750Km

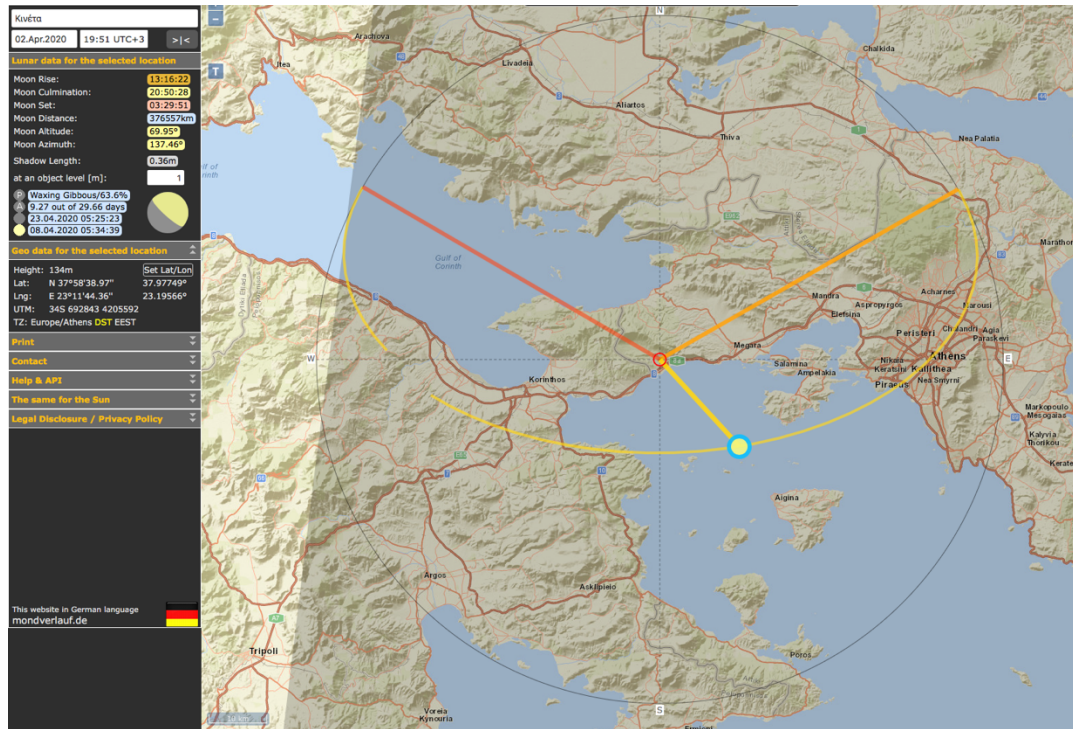
$$2\pi R * (2.584/1296000) = 4544.4 \text{ m}$$

Η διαφορά της διακριτικής ικανότητας του φακού είναι σχεδόν η μισή σε σχέση με αυτή του τηλεσκοπίου. Είναι εμφανές και στο τελικό αποτύπωμα του ειδώλου της ίδιας περιοχής στη σεληνιακή επιφάνεια. Επάνω δεξιά απεικονίζεται η θάλασσα της Γαλήνης (Mare Serenitatis).



Εικόνα 2.8 : Σύγκριση οπτικών αποτελεσμάτων. Επάνω εικόνα λήψη με τηλεσκόπιο, κάτω εικόνα λήψη με φακό 300mm.

2.3.3 Υπολογισμός ελάχιστης ταχύτητας κλείστρου (Λήψη 02 Απριλίου 2020)



Εικόνα 2.9 : γεωγραφική τοποθεσία φωτογραφικής λήψης (<https://www.mooncalc.org>)

Τοποθετούμε το σύστημα κάμερα – τηλεσκόπιο σε σταθερό τρίποδο και κάνουμε διαδοχικές λήψεις σε διάφορες ταχύτητες.



_ANB7831.JPG



_ANB7832.JPG



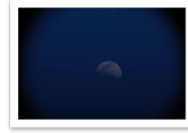
_ANB7833.JPG



_ANB7834.JPG



_ANB7835.JPG



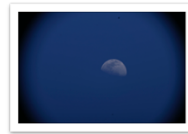
_ANB7836.JPG



_ANB7837.JPG



_ANB7838.JPG



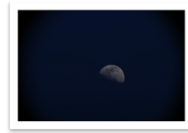
_ANB7839.JPG



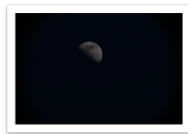
_ANB7840.JPG



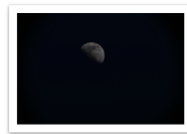
_ANB7841.JPG



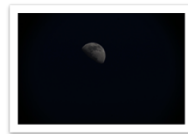
_ANB7842.JPG



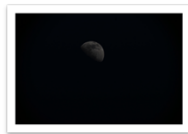
_ANB7843.JPG



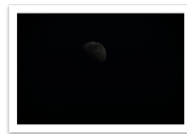
_ANB7844.JPG



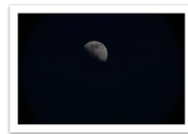
_ANB7845.JPG



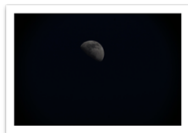
_ANB7846.JPG



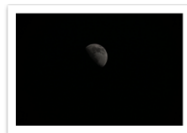
_ANB7847.JPG



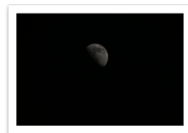
_ANB7848.JPG



_ANB7849.JPG



_ANB7850.JPG



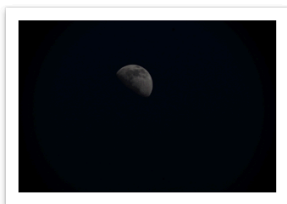
_ANB7851.JPG

Δοκίμιο 2.14 : 21X Αρχεία _ANB7831 έως _ANB7851

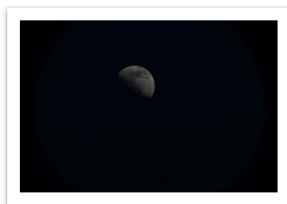
A/A	Αρ. Δοκιμίου	Ώρα λήψης	ταχ. Κλείστρου
1	_ANB7831	18:28:10	1/200
2	_ANB7832	18:28:31	1/400
3	_ANB7833	18:31:31	1/400
4	_ANB7834	18:31:54	1/640
5	_ANB7835	18:31:58	1/1000
6	_ANB7836	18:32:53	1/1000
7	_ANB7837	18:32:55	1/1000
8	_ANB7838	18:33:32	1/1000
9	_ANB7839	18:22:38	1/500
10	_ANB7840	18:33:41	1/250
11	_ANB7841	18:33:43	1/125
12	_ANB7842	19:33:50	1/500
13	_ANB7843	19:33:37	1/500
14	_ANB7844	19:50:39	1/500
15	_ANB7845	19:50:40	1/500
16	_ANB7846	19:50:48	1/800
17	_ANB7847	19:50:50	1/1600
18	_ANB7848	19:50:53	1/320
19	_ANB7849	19:50:56	1/500
20	_ANB7850	20:06:23	1/500
21	_ANB7851	20:06:24	1/500

Πίνακας 2.1: Στοιχεία δοκιμών.

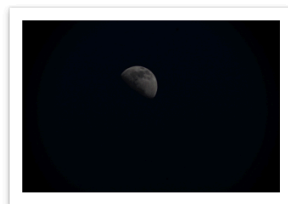
Επιλέγουμε 3 διαδοχικές λήψεις με ταχύτητα κλειστρου 1/500 σε διαστημα 3 δευτερολέπτων και συγκρίνουμε τις φωτογραφίες.



_ANB7843.JPG



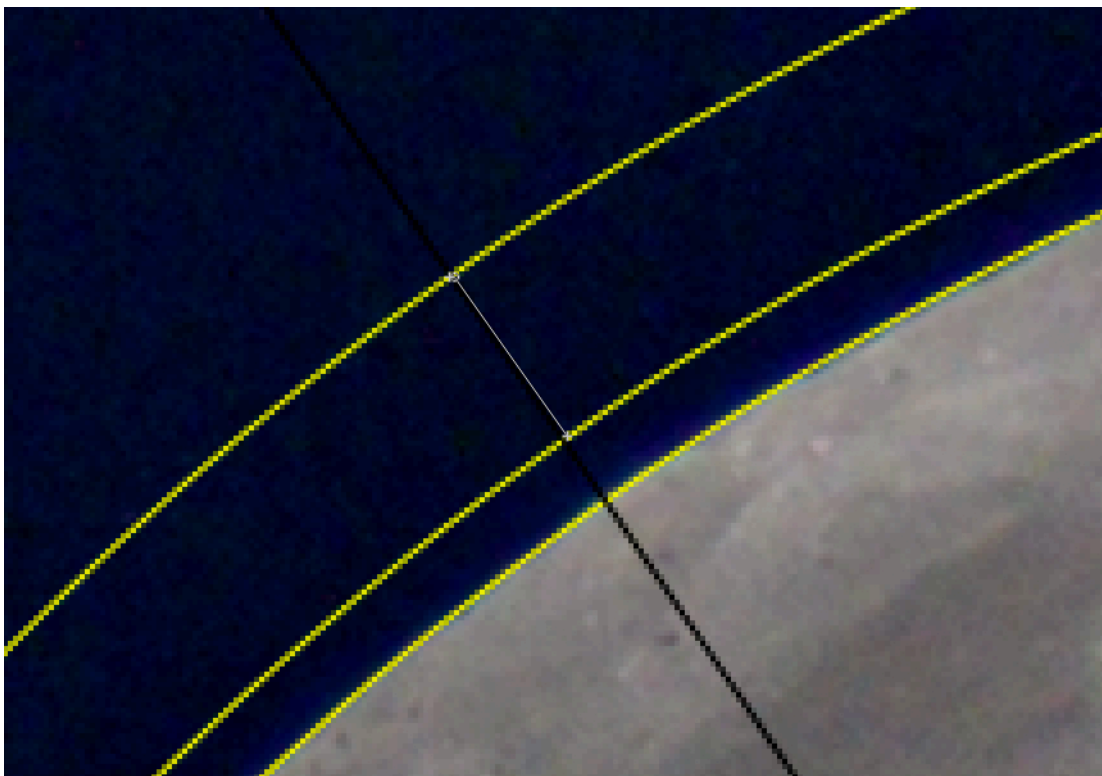
_ANB7844.JPG



_ANB7845.JPG



Εικόνα 2.10 : Μεταβολή του ειδώλου σε χρονικό διάστημα 3 δευτερολέπτων.



Εικόνα 2.11 : Λεπτομέρεια Εικόνας 2.10

A/A	Αρ. Δοκιμίου	Ώρα λήψης	χρονικό διάστημα	Μεταβολή σε px
1	_ANB7843	19:33:37		
2	_ANB7844	19:50:39	2 sec	38
3	_ANB7845	19:50:40	1sec	15
	Σύνολο		3sec	53px

Πίνακας 2.2: Στοιχεία δοκιμών

Άρα έχουμε μετατόπιση ειδώλου 18 px/sec. Εάν αποφασίσουμε εμπειρικά ότι για μια καθαρή φωτογραφία επιτρέπουμε μέγιστη μεταβολή ειδώλου 1/10px στη διάρκεια της έκθεσης, τότε ο ελάχιστος χρόνος κλείστρου ορίζεται από τη τιμή της ταχύτητας $S = 180 \text{ sec}^{-1}$. Αυτές οι ταχύτητες είναι στις δυνατότητες μιας SLR φωτογραφικής μηχανής και επίσης είναι ικανοποιητικές από κάλυψη απαραίτητης φωτιστικής ποσότητας για την αποτύπωση του ειδώλου. Κατά συνέπεια δεν χρειαζόμαστε επιπρόσθετους μηχανισμούς κίνησης για μια επιτυχή λήψη.



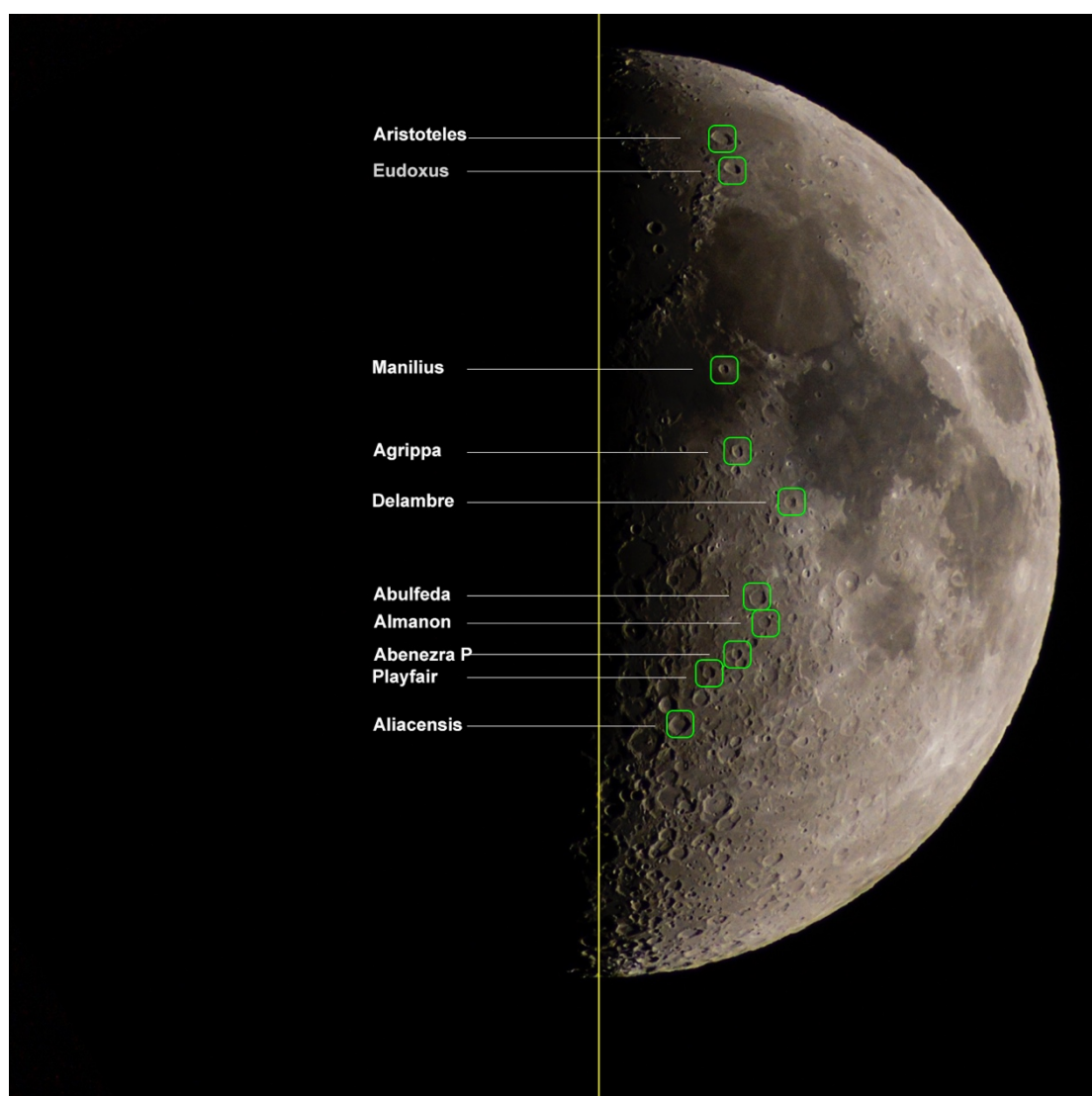
Εικόνα 2.12 : Ταχύτητα κλείστρου δοκιμίου _ANB7841 1/125 ενώ του δοκιμίου _ANB7843 1/500.

2.3.4 Υπολογισμός διαστάσεων διαμέτρου και βάθους επιλεγμένων κρατήρων

Δοκίμιο _ANB8904 Σελήνη 7 ημερών, Πρώτο τέταρτο.

Επιλογή κρατήρων (βάση κοινών μορφολογικών στοιχείων)

Aristoteles
Eudoxus
Manilius
Agrippa
Delambre
Abulfeda
Almanon
Abenezra P
Playfair
Aliacensis



Δοκίμιο 2.15 : Αρχείο _ANB8904 30 Απρ. 2020

Μέτρηση

L (Απόσταση από τη κάθετο διάμετρο της σελήνης).

S (Πάχος οριζόντιας πλευράς σκιαγραφημένης περιοχής).



	Ον. Κρατήρα	μήκος (L)px	Σκιά (S)px	Διάμετρος(D)px
1	Aristoteles	179	8	30
2	Eudoxus	189	7	23
3	Manilius	175	5	14
4	Agrippa	196	4	15
5	Delambre	267	6	18
6	Abulfeda	227	6	24
7	Almanon	234	4	18
8	Abenezra P	193	6	14
9	Playfair	155	6	16
10	Aliacensis	120	8	30

Πίνακας 2.3: Καταγραφή διαστάσεων σε px

Σχέση ειδώλου - αντικειμένου

Διάμετρος Σελήνης 3475 Km

Διάμετρος ειδώλου Σελήνης 1276 px

Αναλογία 2,72 Km/px

1. Υπολογισμός διαμέτρου κρατήρα

	Ον. Κρατήρα	Διάμετρ. (px)	Διάμ.Χ2,72 Km	Φυσ. διάμετρ. (Km)	Σφάλμα %
1	Aristoteles	30	81,6	87	6,2
2	Eudoxus	23	62,6	67	6,6
3	Manilius	14	38,1	38	0,2
4	Agrippa	15	40,8	44	7,3
5	Delambre	18	49,0	52	5,8
6	Abulfeda	24	65,3	62	5,3
7	Almanon	18	49,0	49	0,1
8	Abenezra P	14	38,1	44	13,5
9	Playfair	16	43,5	47	7,4
10	Aliacensis	30	81,6	79	3,3

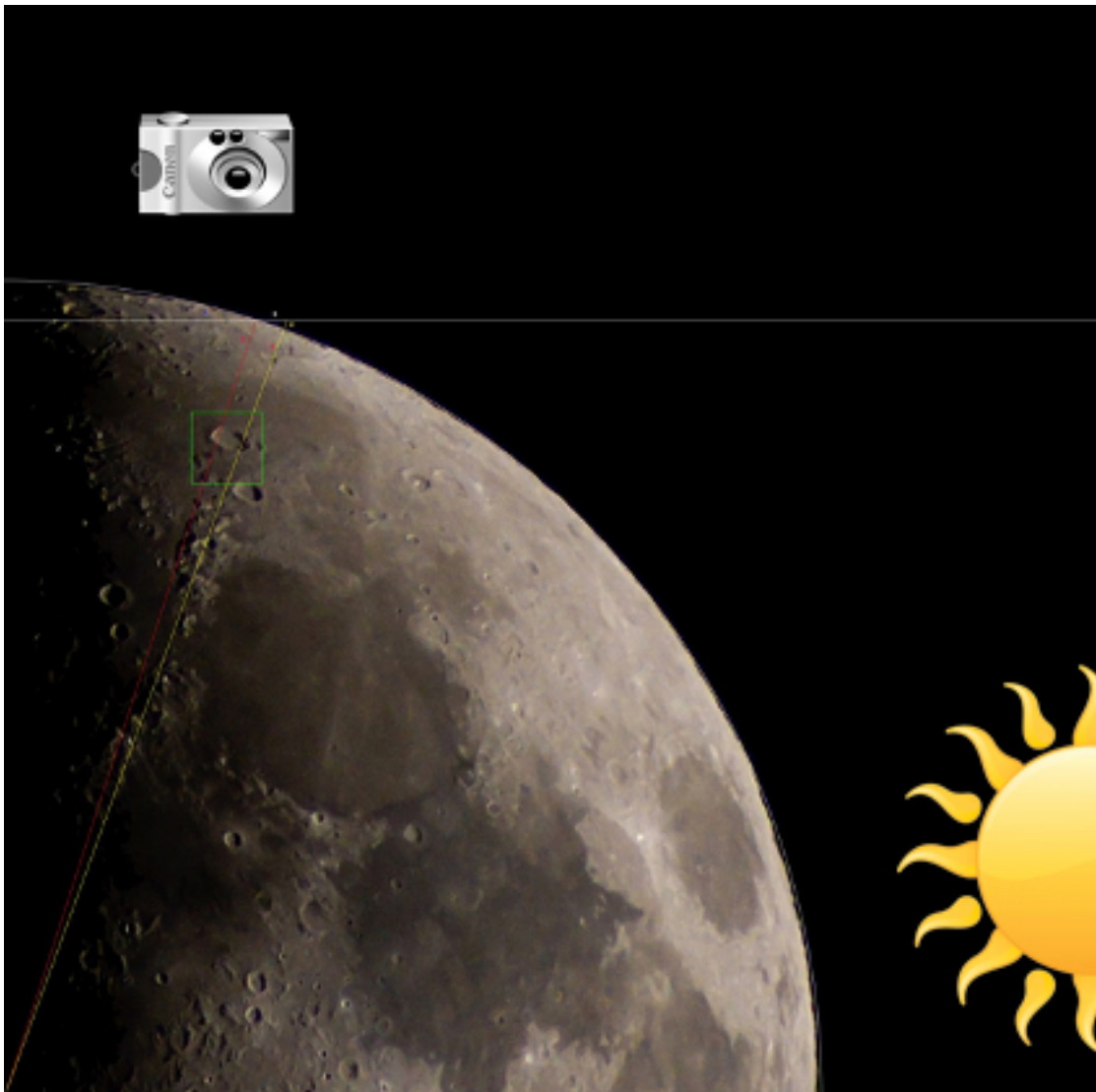
Πίνακας 2.4:

(Η φυσική διάμετρος στοιχεία από βικιπαίδεια)

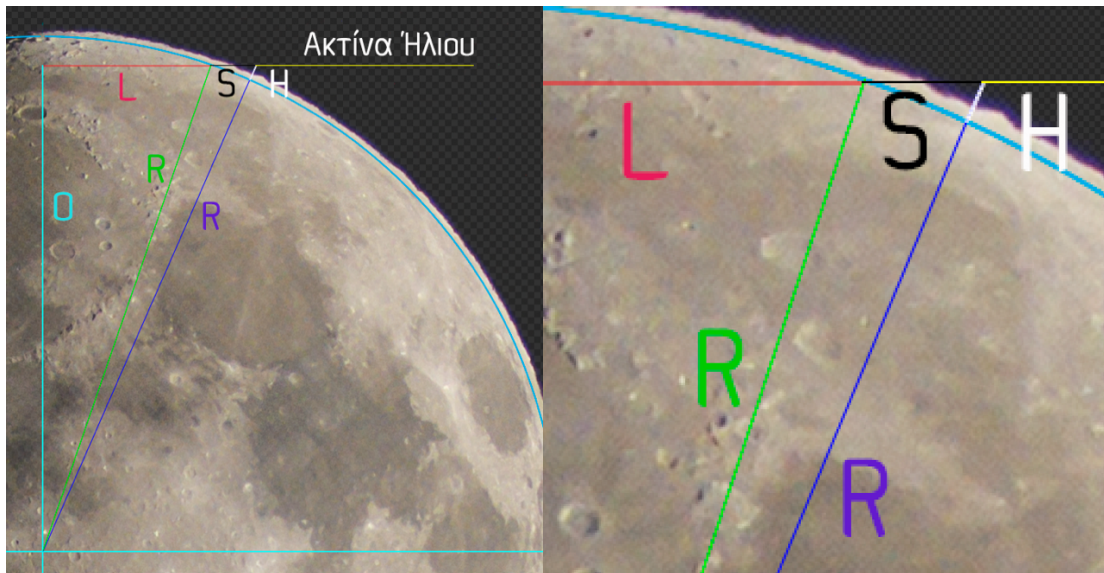
2. Υπολογισμός βάθους κρατήρων

Όνομα κρατήρα	Μήκος από τη καθ. διάμετρο(L)px	πλάτος σκιάς(S)px
Aristoteles	179	8
Eudoxus	189	7
Manilius	175	5
Agrippa	196	4
Delambre	267	6
Abulfeda	227	6
Almanon	234	4
Abenezra P	193	6
Playfair	155	6
Aliacensis	120	8

Πίνακας 2.5:



Εικόνα 2.13 : Σχηματική παράσταση ακτίνων Ηλίου στην επιφάνεια της Σελήνης.



Εικόνα 2.14: Λεπτομέρεια Δοκιμίου 2.14

- L Η απόσταση της σκιάς από τη κάθετο διάμετρο της Σελήνης,
- R Η ακτίνα της Σελήνης,
- S Το πλάτος της σκιάς του που εμφανίζει ο κρατήρας,
- H Το βάθος του κρατήρα.

- κάθετη πλευρά της εικόνας είναι ο άξονας Σελήνης - κάμερας
- οριζόντια πλευρά της εικόνας είναι ο άξονας Ηλίου - Σελήνης
(λόγω της μεγάλης απόστασης Ηλίου - Σελήνης οι ακτίνες οριζούνται ως παράλληλες)

Άρα αντικείμενο κάθετο στην επιφάνεια της σελήνης φωτιζόμενο δεξιά (κατά τη φωτογραφία) από τον ήλιο, παρουσιάζει ανάλογη σκιά στην επάνω πλευρά (κατά τη φωτογραφία).

Γεωμετρικά εμφανίζονται δυο ορθογώνια τρίγωνα κοινής ορθής γωνίας και κοινής αριστερής πλευράς (O) με τη πράσινη και τη μωβ υποτεινούσα αντίστοιχα.

Πυθαγόρειο θεώρημα

Για το τρίγωνο με τη πράσινη υποτεινούσα

$$R^2 = O^2 + L^2$$

$$O^2 = R^2 - L^2 \quad \text{σχέση (1)}$$

Για το τρίγωνο με τη μωβ υποτεινούσα

$$(R + H)^2 = O^2 + (L + S)^2$$

$$O^2 = (R + H)^2 - (L + S)^2 \quad \text{σχέση (2)}$$

Από τις σχέσεις (2-3) προκύπτει:

$$H^2 + 2RH - S(S + 2L) = 0 \quad \text{σχέση (3)}$$

Η θετική ρίζα του τριωνύμου είναι η τιμή του βάθους του κρατήρα.

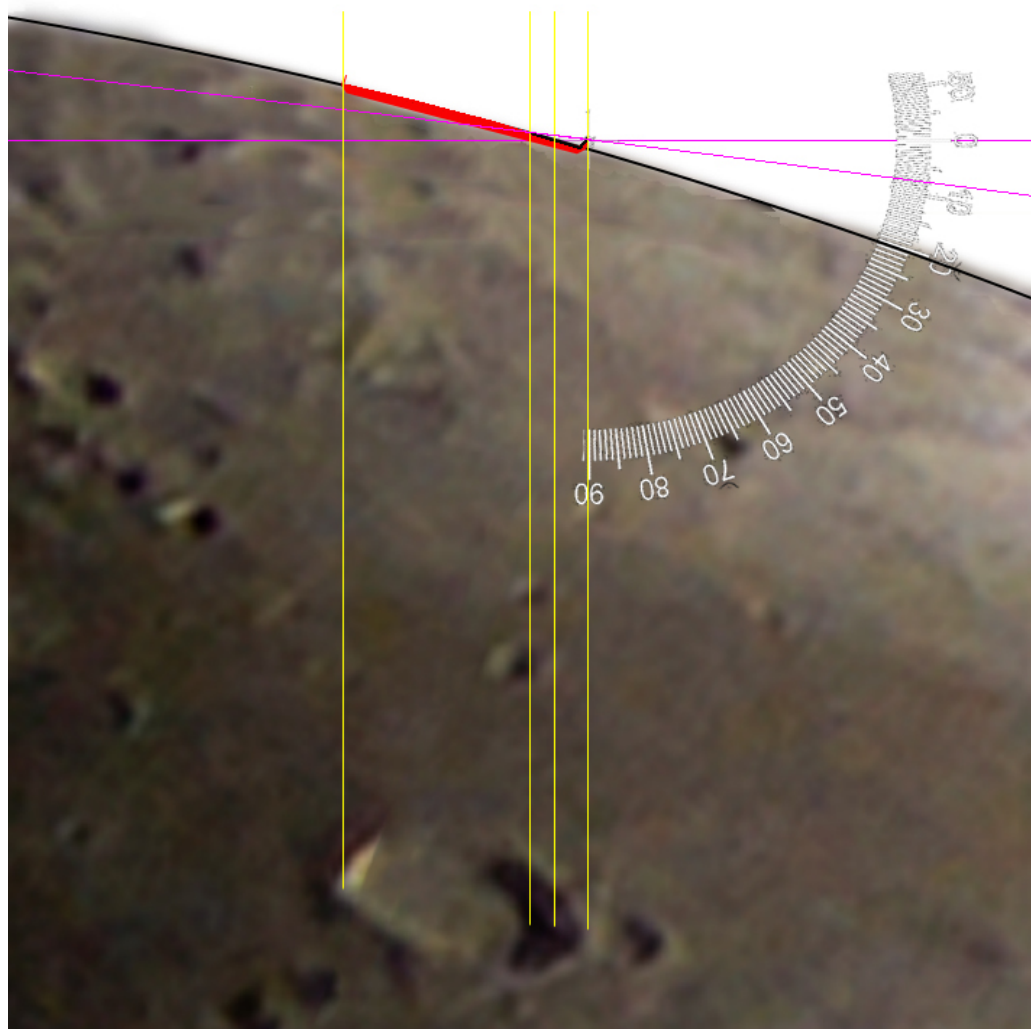
Ον. Κρατ.	L(px)	S(px)	H(px)	Μετρ.Η (Κm)	Πραγματ. Η (Κm)	Σφάλμα %
Aristoteles	179	8	2,29	6,2	3,3	88,9
Eudoxus	189	7	2,11	5,7	3,4	68,9
Manilius	175	5	1,39	3,8	3,1	22,1
Agrippa	196	4	1,24	3,4	3,1	8,9
Delambre	267	6	2,53	6,9	3,5	96,8
Abulfeda	227	6	2,16	5,9	3,1	89,7
Almanon	234	4	1,48	4,0	2,5	61,1
Abenezra P	193	6	1,84	5,0	3,7	35,4
Playfair	155	6	1,48	4,0	2,9	38,9
Aliacensis	120	8	1,55	4,2	3,7	14,0

Πίνακας 2.6:

Αναλογία Km/px = 2.72

(Το πραγματικό ύψος Η, στοιχεία από βικιπαίδεια)

Πιθανή αιτία σφάλματος η διεύθυνση των ηλιακών ακτίνων (βάση φωτογραφίας) και η απόκλιση κατά 8 μοίρες από την επιθυμητή θέση “πρώτο τέταρτο” .



Εικόνα 2.15: Αρχείο _ANB8023 16 Ιαν. 2020

Παράδειγμα κρατήρας Aristoteles γεωμετρική αναπαράσταση.

(Οι μώβ γραμμές αναπαριστούν τις πορείες των ακτίνων του Ήλιου που δημιουργούν το αποτυπώμενο μήκος σκιάς και το επιθυμητό.)

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η στιγμή της αποτίμησης των προσδοκιών μου.
Ικανοποιημένος ; Όχι. Ευχαριστημένος ; Ναι.

Θα ξεκινούσα τοποθετώντας την δημιουργία μιας πτυχιακής στο γενικότερο γνωσιακό, εκπαιδευτικό χάρτη. Την κατατάσσω στην ομάδα εργασιών με περιορισμένη και ίσως τετριμμένη γνωστική αξία και σίγουρα μακριά από τα πρωτοπόρα όρια μιας επιστήμης. Αποτελεί άσκηση προσωπικής συγκρότησης, σε ένα πεδίο επιλογών μεθοδολογίας, εργαλείων, φιλοσοφίας, στάσης ζωής, ερμηνειών και προσδοκιών.

Περισσότερο θα έλεγα ότι αποτελεί μια ακτινογραφία, ένα ψυχογράφημα του συντάκτη της, αφού αυτός καλείται συχνά να παίρνει αυθαίρετα αποφάσεις στις πολιτικές επιλογές του και να ορίζει αθώες συμβάσεις, προκειμένου το αφήγημα του να έχει την απαιτούμενη ροή, παραμένοντας όμως ταυτόχρονα συνεπής σε γενικούς κανόνες και στη δική του λογική όπως αυτός την έχει αντιληφθεί μετά από τη σχετική μελέτη του σε προγενέστερες βιβλιογραφίες.

Αρα είναι η δική μου αλήθεια κατ' εμέ και ταυτόχρονα το δικό μου ψέμα κατά τον αναγνώστη.

Απαιτεί σύνεση και αρμονία μεταξύ προσδοκιών και κόστους σε χρόνο και χρήμα, επίσης επιδεξιότητα στην άντληση και επιλογή των απαραίτητων πληροφοριών. Πρόκειται για ένα ιδιαίτερο ταξίδι, μια κουραστική και χρονοβόρα διαδικασία με απανωτές απογοητεύσεις.

Από τα σημαντικότερα στοιχεία επιλογής μιας πτυχιακής αποτελεί ο καθηγητής. Θα πρέπει να εμπνέει εμπιστοσύνη και να προσφέρει κατανόηση, να αποτελεί πρότυπο ήθους και συνεργασίας, γνωστικής και εκπαιδευτικής επάρκειας. Μετά έρχεται το μείζον θέμα που θα συνδιαλλαγείς ολοκληρωτικά αφού καλείσαι είτε να γνωρίσεις είτε και να αποδομήσεις σε διαφορετική περίπτωση.

Ακολουθεί η επιλογή οργάνων, μηχανημάτων, διατάξεων, μεθόδων και ύλης γνωστικού υποβάθρου για την καλύτερη εκπόνηση της εργασίας «αναίμακτα» και σε αρμονία, αναλογικά με της δυνάμεις μας.

Και τέλος ο παράγοντας εαυτός μας, όπου απαιτεί σθένος, ειλικρίνεια και ταπεινότητα.

Στο δια ταύτα και για τη συγκεκριμένη εργασία έχει όλες αυτές τις καρποφόρες ταλαιπωρίες και με πλήθος συμβάσεων π.χ. ως προς την τυποποίηση των μορφών των κρατήρων, τις παράλληλες πορείες των ακτίνων ή το γεωμετρικό σχήμα των σωμάτων. Ο συνδυασμός κάμερας–τηλεσκοπίου στη σχέση τιμής κόστους–διακριτικής ικανότητας, ήταν η σωστή και στη προσιτή τιμή. Η κάμερα προϋπήρχε οπότε η επιλογή τηλεσκοπίου έγινε με γνώμονα το κόστος σε σχέση με τη διακριτική του ικανότητα. Εννοείται ότι η επιλογή ενός τηλεσκοπίου με μεγαλύτερη διάμετρο π.χ. 14 ιντσών θα έδινε μεν είδωλο τριπλάσιας διακριτικής ικανότητας αλλά ταυτόχρονα θα είχε και 20πλάσιο κόστος.

Τα φωτογραφικά αποτελέσματα (είδωλα) ήταν ικανοποιητικά για τις απαραίτητες μετρήσεις καθώς επίσης και η επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας και εξαγωγής των αποτελεσμάτων. Προτίμησα τη μελέτη μεμονωμένων καρτέ και όχι τη διαδικασία

stacking που προσφέρει πιο τελειοποιημένη φωτογραφία της σελήνης, αλλά εκτιμώ ότι αλλοιώνει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά στις λεπτομέρειες των κρατήρων. Στη προκειμένη εργασία η πιστή γεωμετρική καταγραφή είναι μείζονος σημασίας. Προγράμματα όπως το Autostakkert και Registax είναι προς ελεύθερη χρήση για επεξεργασία stacking.

Η ψηφιακή καταγραφή αλλά και επεξεργασία ειδώλων βοήθησε στο περιορισμό του κόστους μας και οι συνολικές λήψεις ξεπέρασαν τις 1500, όπου μικρό μέρος της αποτέλεσε το οπτικό υλικό της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας.

Οι καιρικές συνθήκες όπως νέφωση, υγρασία και σκόνη λειτουργούν αποτρεπτικά και σε συνδυασμό αυξημένης φωτορύπανσης από ανθρώπινες παρεμβάσεις αποτρεπτικά.

Το σύνολο των φωτογραφίσεων πραγματοποιήθηκε στη περιοχή Κινέτα Αττικής με γεωμετρικές συντεταγμένες (Lat: N 37°58'38.86" Lng: E 23°11'44.55") κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριο με Μάιο 2020. Βασικός στόχος της πτυχιακής ήταν αφενός μεν η επιτυχής φωτογράφιση σεληνιακών κρατήρων και αφετέρου η εξαγωγή τοπογραφικών στοιχείων που τους αφορούν όπως είναι η διάμετρος και το βάθος τους. Με αφορμή τη συγκεκριμένη πτυχιακή έγινε σύντομα αντιληπτό ότι οι σκιές εξαρτώνται σημαντικά από το σχήμα αλλά και τη δομή του κάθε κρατήρα. Έτσι, η επιλογή των κρατήρων που μελετήθηκαν δεν ήταν τυχαία. Έγινε προσπάθεια να ανήκουν σχεδόν όλοι οι κρατήρες στην ίδια κατηγορία από πλευράς μορφολογίας.

Τιμές αποτελεσμάτων και η πιστότητα τους σε σχέση με τη βιβλιογραφία.

Στις τελικές τιμές ο υπολογισμός των τιμών της διαμέτρου των κρατήρων είναι πολύ ικανοποιητικές ενώ όσον αφορά το δεύτερο σκέλος (βάθος κρατήρων), για τα αποτελέσματα δεν ισχύει το ίδιο. Οι αποκλίσεις με διψήφιο αριθμό σχετικού σφάλματος μπορεί να μην είναι αποδεκτό με βάση τις αρχικές μας προσδοκίες, από την άλλη δεν αναιρεί το σκεπτικό και τη διαδικασία που επιλέχθηκε. Εδώ, σε αυτό το σκέλος των υπολογισμών της εργασίας υπηρετήθηκε ο στόχος και όχι ο σκοπός. Παράγοντες όπως τα σφάλματα ανάγνωσης, και πιθανόν η μη σωστή επιλογή δοκιμίου με συνέπεια την αδυναμία προσδιορισμού της γωνίας πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων, συντέλεσαν στη παρέκκλιση του σκοπού. Η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων μεταβάλετε με ρυθμό 0,5 μοίρες την ώρα. (360 μοίρες προς 27ημέρες 7ώρες και 43λεπτά, περίοδος ιδιοπεριστροφής της Σελήνης). Το σκεπτικό προϋποθέτει οι ακτίνες του ήλιου να σχηματίζουν κάθετη γωνία ως προς τον άξονα Γη-Σελήνη και στη διάρκεια μιας νύχτας υπάρχει μεταβολή 6 μοιρών. Αυτό μοιραία έχει διαφορετικό καταγραφικό αποτύπωμα στη σκιά του ίδιου κρατήρα και εξαρτάται από την ώρα επιλογής της λήψης.

Οπότε καλό είναι να ενημερώνεστε από τα σεληνιακά ημερολόγια για την ακριβή ώρα όπου στη τοποθεσία φωτογράφισης η σελήνη θα είναι σε φάση First quarter. Ήδη η ώρα λήψης του δοκιμίου που μελετήσαμε στην εργασία ήταν 3.5 ώρες νωρίτερα από το πρώτο τέταρτο σε φάση αύξοντα μηνίσκου, όπου εν μέρη αιτιολογεί και την αυξημένη τιμή ανάγνωσης τις σκιάς.

Πίνακες – Παραρτήματα

Πίνακας 3.01 Lunar Perigee and Apogee 2020

Jan 13 20:22 365963 km F+3d 0h	Jan 2 1:31 404578 km N+6d20h
Feb 10 20:32 360463 km F+1d12h	Jan 29 21:29 405389 km N+4d23h
Mar 10 6:34 357122 km + F+ 12h	Feb 26 11:36 406276 km - N+2d20h
Apr 7 18:10 356908 km ++ F- 8h	Mar 24 15:24 406688 km -- N+ 5h
May 6 3:05 359655 km F-1d 7h	Apr 20 19:02 406461 km - N-2d 7h
Jun 3 3:38 364365 km F-2d15h	May 18 7:46 405583 km N-4d 9h
Jun 30 2:10 368957 km F-5d 2h	Jun 15 0:58 404596 km N-6d 5h
Jul 25 4:55 368366 km N+4d11h	Jul 12 19:28 404200 km F+7d14h
Aug 21 11:00 363512 km N+2d 8h	Aug 9 13:52 404657 km F+5d21h
Sep 18 13:45 359080 km N+1d 2h	Sep 6 6:32 405605 km F+4d 1h
Oct 16 23:48 356912 km - N+ 4h	Oct 3 17:24 406319 km + F+1d20h
Nov 14 11:49 357838 km N- 17h	Oct 30 18:47 406392 km + F- 20h
Dec 12 20:43 361776 km N-1d19h	Nov 27 0:30 405890 km F-3d 9h
	Dec 24 16:33 405009 km F-5d10h

2021

Jan 9 15:40 367389 km N-3d13h	Jan 21 13:12 404360 km F-7d 6h
Feb 3 19:34 370126 km F+6d 0h	Feb 18 10:23 404465 km N+6d15h
Mar 2 5:20 365421 km F+2d21h	Mar 18 5:05 405252 km N+4d18h
Mar 30 6:13 360310 km F+1d11h	Apr 14 17:48 406119 km - N+2d15h
Apr 27 15:25 357378 km F+ 11h	May 11 21:55 406511 km -- N+ 2h
May 26 1:53 357309 km F- 9h	Jun 8 2:28 406228 km - N-2d 8h
Jun 23 9:59 359959 km F-1d 8h	Jul 5 14:49 405341 km N-4d10h
Jul 21 10:31 364519 km F-2d16h	Aug 2 7:36 404410 km N-6d 6h
Aug 17 9:25 369126 km F-5d 2h	Aug 30 2:23 404098 km F+7d14h
Sep 11 10:07 368463 km N+4d 9h	Sep 26 21:45 404639 km F+5d21h
Oct 8 17:29 363387 km N+2d 6h	Oct 24 15:31 405614 km F+4d 0h
Nov 5 22:24 358844 km N+1d 1h	Nov 21 2:15 406275 km + F+1d17h
Dec 4 10:02 356793 km -- N+ 2h	Dec 18 2:18 406321 km + F-1d 2h

2022

Jan 1 23:01 358036 km N- 19h	Jan 14 9:29 405804 km F-3d14h
Jan 30 7:10 362249 km N-1d22h	Feb 11 2:40 404896 km F-5d14h
Feb 26 22:19 367785 km N-3d19h	Mar 10 23:06 404267 km F-7d 8h
Mar 23 23:29 369762 km F+5d16h	Apr 7 19:12 404437 km N+6d12h
Apr 19 15:17 365142 km F+2d20h	May 5 12:47 405286 km N+4d16h
May 17 15:24 360297 km F+1d11h	Jun 2 1:15 406190 km - N+2d13h
Jun 14 23:23 357433 km + F+ 11h	Jun 29 6:10 406580 km -- N+ 3h
Jul 13 9:09 357263 km ++ F- 9h	Jul 26 10:23 406274 km - N-2d 7h
Aug 10 17:16 359829 km F-1d 8h	Aug 22 21:54 405418 km N-4d10h
Sep 7 18:18 364490 km F-2d15h	Sep 19 14:46 404555 km N-6d 7h
Oct 4 17:02 369334 km F-5d 3h	Oct 17 10:22 404329 km F+7d13h
Oct 29 14:49 368287 km N+4d 4h	Nov 14 6:42 404923 km F+5d19h
Nov 26 1:32 362825 km N+2d 2h	Dec 12 0:31 405868 km F+3d20h
Dec 24 8:34 358269 km N+ 22h	

(<https://www.timeanddate.com/moon/phases/>)

Πίνακας 3.02

Αναφερόμενοι κρατήρες σε αλφαβητική σειρά :

(πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Lunar_craters)

Abenezra



Lunar Orbiter 4 image of Abenezra crater (upper left) and Azophi crater (lower right)

Coordinates  21.0°S 11.9°E
Diameter 42 km
Depth 3.7 km
Colongitude 349° at sunrise
Eponym Abraham ibn Ezra

Abulfeda Crater



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  13.8°S 13.9°E
Diameter 62 km
Depth 3.1 km
Colongitude 346° at sunrise
Eponym Ismael Abul-fida

Agrippa



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  4.1°N 10.5°E
Diameter 44 km (27 mi)
Depth 3.1 km (1.9 mi)
Colongitude 350° at sunrise
Eponym Agrippa

Aliacensis



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  30.6°S 5.2°E
Diameter 79 km
Depth 3.7 km
Colongitude 356° at sunrise
Eponym Pierre d'Ailly

Alpetragius



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  16.0°S 4.5°W
Diameter 40 km
Depth 3.9 km
Colongitude 5° at sunrise
Eponym Al Betrugi

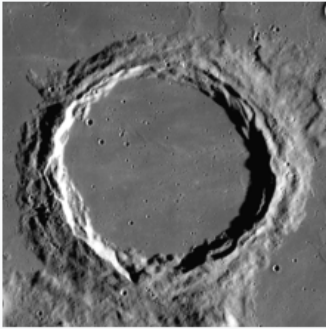
Apianus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  26.9°S 7.9°E
Diameter 63.44 km
Depth 2.08 km
Colongitude 356° at sunrise
Eponym Petrus Apianus

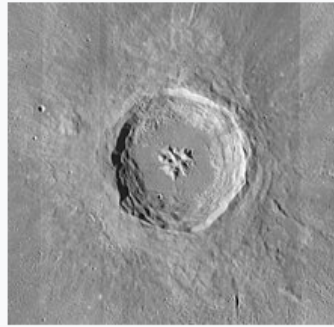
Archimedes



LRO image

Coordinates 🌐 39.7°N 4.2°W
Diameter 81 km
Depth 2.1 km
Colongitude 4° at sunrise
Eponym Archimedes

Aristillus



LRO mosaic

Coordinates 🌐 33.9°N 1.2°E
Diameter 55 km
Depth 3.6 km
Colongitude 359° at sunrise
Eponym Aristillus

Aristoteles



Lunar Orbiter 4 image of Aristoteles (large crater) and Mitchell (smaller one to the right)

Coordinates 🌐 50.2°N 17.4°E
Diameter 87 km
Depth 3.3 km
Colongitude 343° at sunrise
Eponym Aristotle

Arnold



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 66.8°N 35.9°E
Diameter 95 km
Depth 2.0 km
Colongitude 325° at sunrise
Eponym Christoph Arnold

Atlas



Mosaic of Lunar Orbiter 4 images

Coordinates 🌐 46.7°N 44.4°E
Diameter 87 km
Depth 2.0 km
Colongitude 316° at sunrise
Eponym Atlas

Autolycus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 30.7°N 1.5°E
Diameter 39 km
Depth 3.4 km
Colongitude 358° at sunrise
Eponym Autolycus

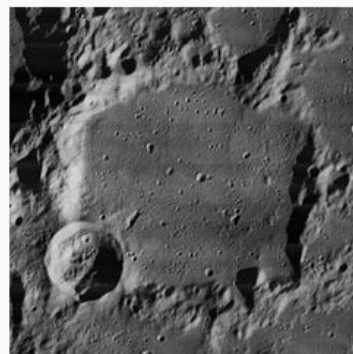
Azophi



Lunar Orbiter 4 image of Azophi crater

Coordinates 🌐 22.1°S 12.7°E
Diameter 47 km
Depth 3.7 km
Colongitude 348° at sunrise
Eponym Al Sufi (Azophi)

Barrow



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 71.3°N 7.7°E
Diameter 92 km
Depth 3.2 km
Colongitude 355° at sunrise
Eponym Isaac Barrow

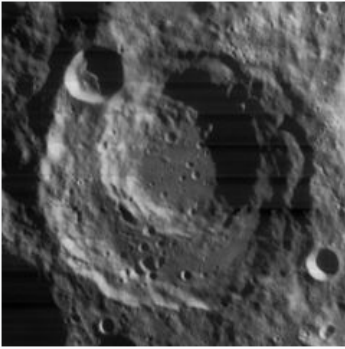
Bianchini



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 48.7°N 34.3°W
Diameter 38 km
Depth 3.1 km
Colongitude 34° at sunrise
Eponym Francesco Bianchini

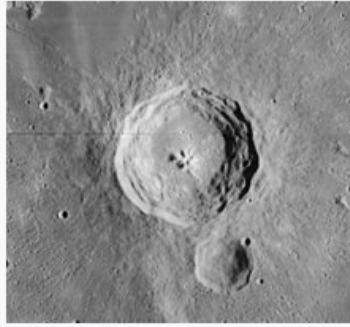
Boussingault



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 70.4°S 54.7°E
Diameter 131 km
Depth 3.2 km
Colongitude 306° at sunrise
Eponym Jean B. Boussingault

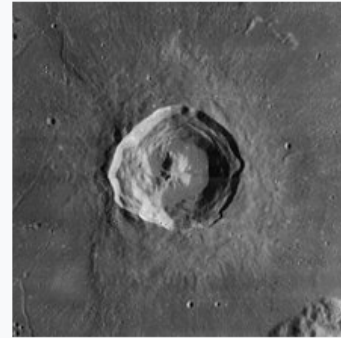
Bullialdus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 20.7°S 22.2°W
Diameter 61 km
Depth 3.5 km
Colongitude 2° at sunrise
Eponym Ismaél Boulliau

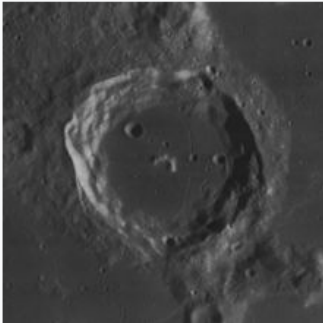
Bürg



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 45.0°N 28.2°E
Diameter 40 km
Depth 1.8 km
Colongitude 332° at sunrise
Eponym Johann T. Bürg

Campanus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 28.0°S 27.8°W
Diameter 48 km
Depth 2.1 km
Colongitude 29° at sunrise
Eponym Campanus of Novara

Capuanus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 34.1°S 26.7°W
Diameter 60 km
Colongitude 28° at sunrise
Eponym F. Capuano di Manfredonia

Catharina



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 18.0°S 23.6°E
Diameter 100 km
Depth 3.1 km
Colongitude 337° at sunrise
Eponym Saint Catherine of Alexandria

Cepheus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 40.8°N 45.8°E
Diameter 40 km
Depth 2.8 km
Colongitude 315° at sunrise
Eponym Cepheus, a King of Aethiopia

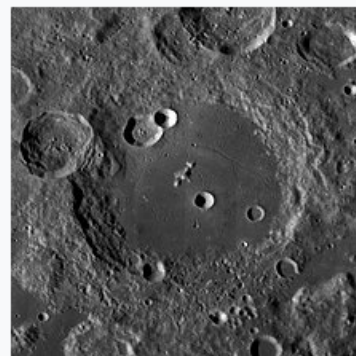
Clavius



LROC image NASA photo.
(South up)

Coordinates 🌐 58.4°S 14.4°W
Diameter 231 km
Depth 3.5 km
Colongitude 15° at sunrise
Eponym Christoph Klau

Cleomedes



LRO mosaic

Coordinates 🌐 27.7°N 55.5°E
Diameter 126 km
Depth 2.7 km
Colongitude 304° at sunrise
Eponym Cleomedes

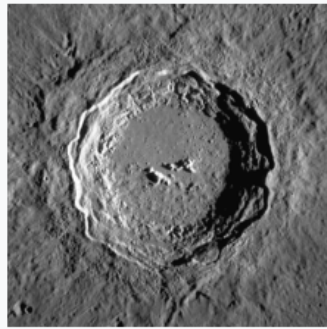
Colombo



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 15.1°S 45.8°E
Diameter 76 km
Depth 2.4 km
Colongitude 315° at sunrise
Eponym Christopher Columbus

Copernicus



Mosaic of Lunar Reconnaissance Orbiter images

Coordinates 🌐 9.62°N 20.08°W
Diameter 93 km
Depth 3.8 km
Colongitude 20° at sunrise
Eponym Nicolaus Copernicus

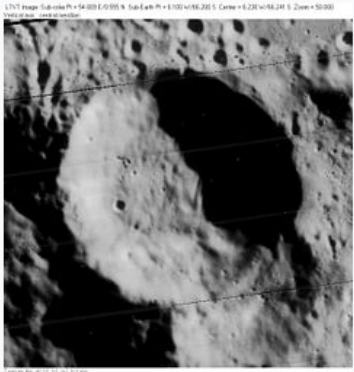
Cyrillus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 13.2°S 24.0°E
Diameter 98 km
Depth 3.6 km
Colongitude 335° at sunrise
Eponym Saint Cyril

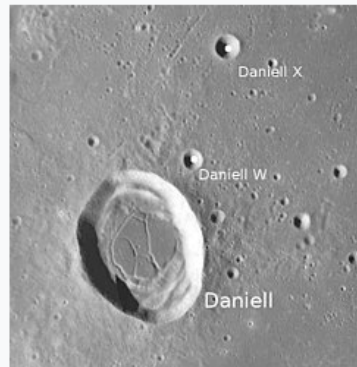
Cysatus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 66.2°S 6.1°W
Diameter 49 km
Depth 4.0 km
Colongitude 7° at sunrise
Eponym Jean-Baptiste Cysat

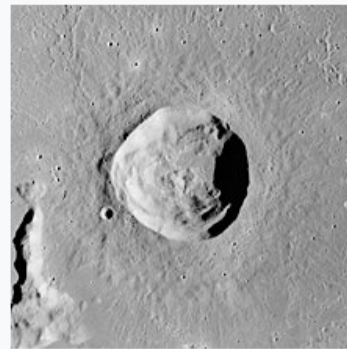
Daniell



Daniell and two satellite craters, W and X

Coordinates 🌐 35.3°N 31.1°E
Diameter 30 × 23 km
Depth 2.1 km
Colongitude 329° at sunrise
Eponym John F. Daniell

Delisle



Apollo 15 image

Coordinates 🌐 29.9°N 34.6°W
Diameter 25 km
Depth 2.6 km
Colongitude 35° at sunrise
Eponym Joseph-Nicolas Delisle

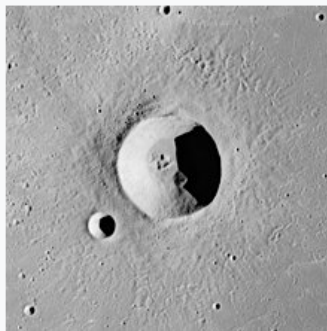
Democritus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 62.3°N 35.0°E
Diameter 39 km
Depth 2.0 km
Colongitude 325° at sunrise
Eponym Democritus

Diophantus



Apollo 15 image

Coordinates 🌐 27.6°N 34.3°W
Diameter 19 km
Depth 3.0 km
Colongitude 34° at sunrise
Eponym Diophantus

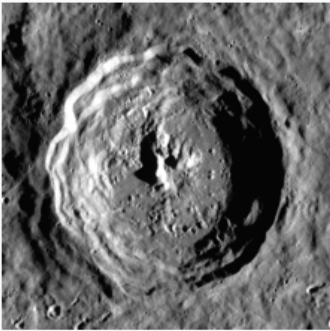
Endymion



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 53.6°N 56.5°E
Diameter 125 km
Depth 2.6 km
Colongitude 306° at sunrise
Eponym Endymion

Eratosthenes



Lunar Reconnaissance Orbiter image

Coordinates 🌐 14.47°N 11.32°W
Diameter 59 km
Depth 3.6 km
Colongitude 12° at sunrise
Eponym Eratosthenes

Eudoxus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 44.3°N 16.3°E
Diameter 67 km
Depth 3.4 km
Colongitude 344° at sunrise
Eponym Eudoxus of Cnidus

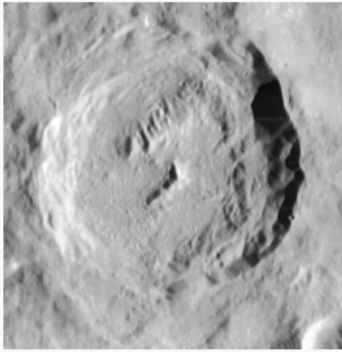
Euler



From Apollo 17

Coordinates 🌐 23.3°N 29.2°W
Diameter 28 km
Depth 2.2 km
Colongitude 28° at sunrise
Eponym Leonhard Euler

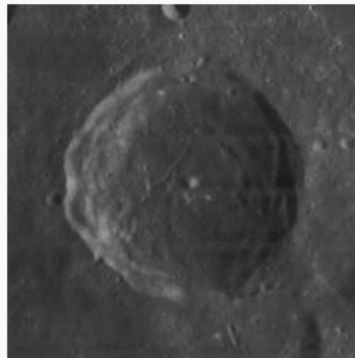
Fabricius



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 42.9°S 42.0°E
Diameter 78 km
Depth 2.5 km
Colongitude 319° at sunrise
Eponym David Fabricius

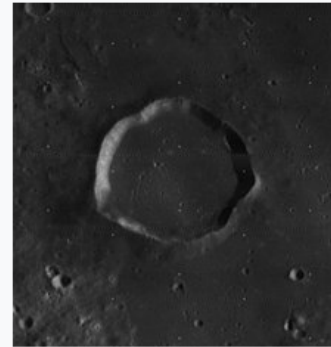
Franklin



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 38.8°N 47.7°E
Diameter 56 km
Depth 2.7 km
Colongitude 313° at sunrise
Eponym Benjamin Franklin

Gambart



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 1.0°N 15.2°W
Diameter 25 km
Depth 1.1 km
Colongitude 15° at sunrise
Eponym J.-F. A. Gambart

Gardner



Apollo 17 Mapping Camera image

Coordinates 🌐 17.7°N 33.8°E
Diameter 18 km
Depth 3.0 km
Colongitude 327° at sunrise
Eponym Irvine C. Gardner

Gassendi



View of Gassendi from Lunar Reconnaissance Orbiter. NASA photo.

Coordinates 🌐 17.55°S 39.96°E
Diameter 110 km
Depth 1.9 km
Colongitude 40° at sunrise
Eponym Pierre Gassendi

Geber



LRO WAC mosaic

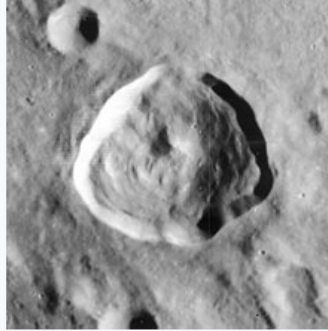
Coordinates 🌐 19.4°S 13.9°E
Diameter 45 km
Depth 3.5 km
Colongitude 346° at sunrise
Eponym Geber

Gemma Frisius



Coordinates 🌐 34.2°S 13.3°E
Diameter 88 km
Depth 4.7 km
Colongitude 347° at sunrise
Eponym Gemma Frisius

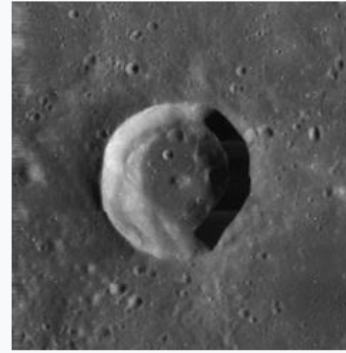
Godin



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 1.8°N 10.2°E
Diameter 34 km
Depth 3.2 km
Colongitude 350° at sunrise
Eponym Louis Godin

Grove



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 40.3°N 32.9°E
Diameter 28 km
Depth 2.4 km
Colongitude 328° at sunrise
Eponym William R. Grove

Cuvier



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 50.3°S 9.9°E
Diameter 75 km
Depth 3.8 km
Colongitude 351° at sunrise
Eponym Georges Cuvier

Hainzel



Lunar Orbiter 4 image, with Hainzel at bottom, Hainzel C below right of center, and Hainzel A above center

Coordinates 🌐 41.3°S 33.5°W
Diameter 70 km
Depth 3.0 km
Colongitude 34° at sunrise
Eponym Paul Hainzel

Herschel



Herschel (center), with Ptolemaeus (right) and Flammarion (lower left), from Apollo 12

Coordinates 🌐 5.7°S 2.1°W
Diameter 39 km
Depth 3.8 km
Colongitude 3° at sunrise
Eponym William Herschel

Hesiodus



Lunar Orbiter 4 image, with Hesiodus A at lower left

Coordinates 🌐 29.4°S 16.3°W
Diameter 43 km
Depth 1.4 km
Colongitude 16° at sunrise
Eponym Hesiod

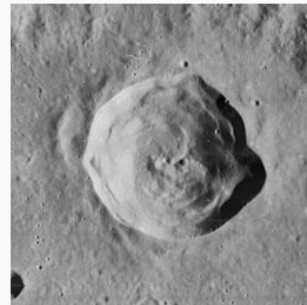
Hommel



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 54.6°S 33.0°E
Diameter 120 km
Depth 2.8 km
Colongitude 326° at sunrise
Eponym Johann Hommel

Horrocks



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 4.0°S 5.9°E
Diameter 30 km
Depth 3.0 km
Colongitude 355° at sunrise
Eponym Jeremiah Horrocks

Kepler



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  8.1°N 38.0°W
Diameter 32 km
Depth 2.6 km
Colongitude 38° at sunrise
Eponym Johannes Kepler

Klein



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  12.0°S 2.6°E
Diameter 44 km
Depth 1.5 km
Colongitude 1° at sunrise
Eponym Hermann J. Klein

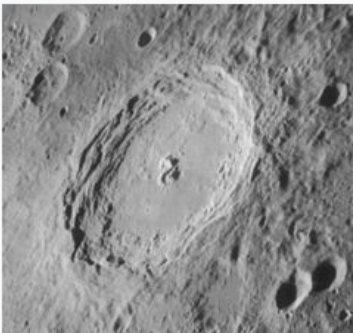
Lambert



Lambert from Apollo 15. NASA photo.

Coordinates  25.8°N 21.0°W
Diameter 30 km
Depth 2.7 km
Colongitude 21° at sunrise
Eponym Johann Heinrich Lambert

Langrenus



Oblique Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  8.9°S 60.9°E
Diameter 132 km
Depth 2.7 km
Colongitude 300° at sunrise
Eponym Michel F. van Langren

Lansberg



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  0.3°S 26.6°W
Diameter 39 km
Depth 3.1 km
Colongitude 26° at sunrise
Eponym Philippe van Lansberge

Licetus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  47.1°S 6.7°E
Diameter 75 km
Depth 3.8 km
Colongitude 354° at sunrise
Eponym Fortunio Liceti

Lindenau



Lunar Orbiter 4 image, North on the photo is diagonally at about 35 degrees

Coordinates  32.3°S 24.9°E
Diameter 53 km
Depth 2.9 km
Colongitude 336° at sunrise
Eponym Bernhard von Lindenau

Macrobius



Apollo 17 mapping camera image

Coordinates  21.3°N 46.0°E
Diameter 63 km
Depth 3.9 km
Colongitude 314° at sunrise
Eponym Macrobius

Magelhaens



Lunar Orbiter 4 image of Magelhaens (upper left) and Magelhaens A (lower right)

Coordinates  11.9°S 44.1°E
Diameter 41 km
Depth 2.0 km
Colongitude 316° at sunrise
Eponym Ferdinand Magellan

Manilius



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 14.5°N 9.1°E
Diameter 38 km (24 mi)
Depth 3.05 km (10,000 ft)
Colongitude 351° at sunrise
Eponym Marcus Manilius

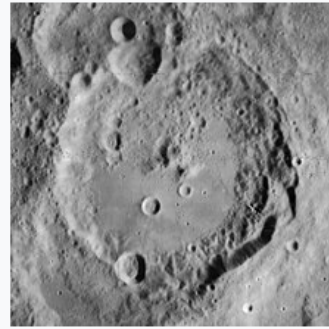
Manzinus



Lunar Orbiter 4 image with north at top.
(Group of dots in lower left is blemish on original image)

Coordinates 🌐 67.7°S 26.8°E
Diameter 98 km
Depth 3.8 km
Colongitude 337° at sunrise
Eponym Carlo A. Manzini

Maurolycus



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 41.8°S 14.0°E
Diameter 114 km
Depth 4.7 km
Colongitude 345° at sunrise
Eponym Francesco Maurolico

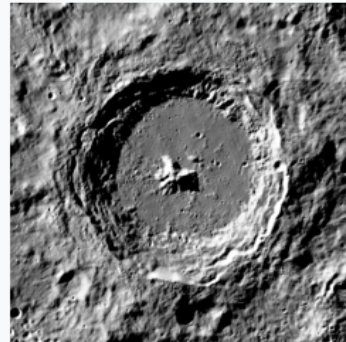
Metius



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 40.3°S 43.3°E
Diameter 88 km
Depth 3.0 km
Colongitude 317° at sunrise
Eponym Adriaan Metius

Moretus



LRO image

Coordinates 🌐 70.6°S 5.5°W
Diameter 114 km
Depth 5.0 km
Colongitude 7° at sunrise
Eponym Theodorus Moretus

Mutus Cráter lunar



Fotografía de la misión Lunar Orbiter 4

Coordenadas 🌐 63°36'S 30°06'E
Diámetro 78 km
Profundidad 3.7 km
Colongitud 333° al amanecer
Epónimo Vicente Mut

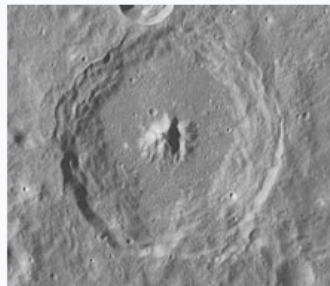
Parry



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 7.9°S 15.8°W
Diameter 48 km
Depth 0.6 km
Colongitude 16° at sunrise
Eponym Sir William Parry

Piccolomini



LRO image

Coordinates 🌐 29.7°S 32.3°E
Diameter 88 km
Depth 4.5 km
Colongitude 328° at sunrise
Eponym Alessandro Piccolomini

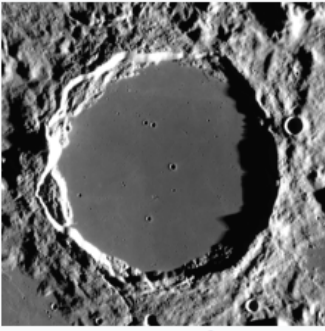
Pitiscus



LRO global mosaic image

Coordinates 🌐 50.4°S 30.9°E
Diameter 82 km
Depth 3.0 km
Colongitude 330° at sunrise
Eponym Bartholomaeus Pitiscus

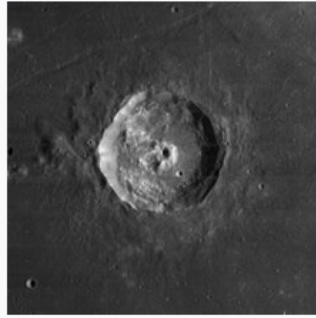
Plato



Lunar Reconnaissance Orbiter image

Coordinates 🌐 51.6°N 9.3°W
Diameter 101 km (63 mi)^[1]
Depth 1,468 m (4,816 ft)^[2]
Colongitude 9° at sunrise
Eponym Plato

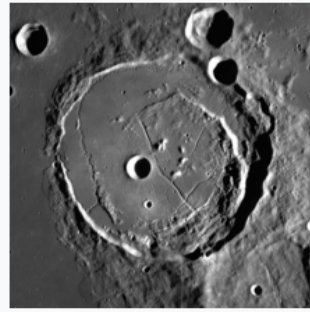
Plinius



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 15.4°N 23.7°E
Diameter 41 km
Depth 4.3 km
Colongitude 336° at sunrise
Eponym Pliny the Elder

Posidonius



Mosaic of Lunar Reconnaissance Orbiter images

Coordinates 🌐 31.88°N 29.99°E
Diameter 95 km
Depth 2.3 km
Colongitude 343° at sunrise
Eponym Posidonius

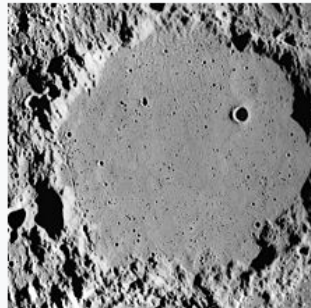
Proclus



Apollo 17 image

Coordinates 🌐 16.1°N 46.8°E
Diameter 27 km
Depth 2.4 km
Colongitude 314° at sunrise
Eponym Proclus

Ptolemaeus



Ptolemaeus from Apollo 16. NASA photo.

Coordinates 🌐 9.2°S 1.8°W
Diameter 154 km
Depth 2.4 km
Colongitude 3° at sunrise
Eponym Claudius Ptolemaeus

Reinhold



Lunar Orbiter 4 image of Reinhold (center) and Reinhold B (upper right) (triangular spot is blemish on original)

Coordinates 🌐 3.3°N 22.8°W
Diameter 48 km
Depth 3.3 km
Colongitude 23° at sunrise
Eponym Erasmus Reinhold

Rheita



LRO mosaic

Coordinates 🌐 37.1°S 47.2°E
Diameter 70 km
Depth 4.3 km
Colongitude 314° at sunrise
Eponym Anton M. S. of Rheita

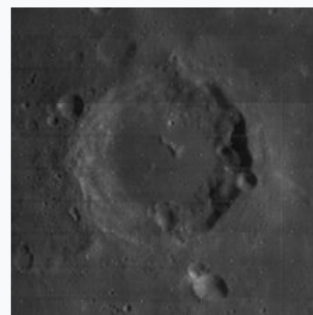
Rothmann



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 30.8°S 27.7°E
Diameter 42 km
Depth 4.2 km
Colongitude 333° at sunrise
Eponym Christopher Rothmann

Santbech



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 20.9°S 44.0°E
Diameter 64 km
Depth 4.5 km
Colongitude 317° at sunrise
Eponym Daniel Santbech (Noviomagus)

Scheiner



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 60.5°S 27.8°W
Diameter 110 km
Depth 4.5 km
Colongitude 27° at sunrise
Eponym Christoph Scheiner

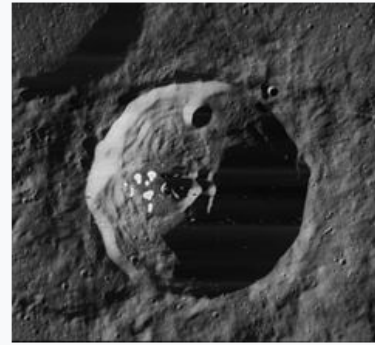
Schiller



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 51.8°S 40.0°W
Diameter 179 × 71 km
Depth 3.9 km
Colongitude 39° at sunrise
Eponym Julius Schiller

Scoresby



Lunar Orbiter 4 image (Cluster of dots near center is blemish on original)

Coordinates 🌐 77.7°N 14.1°E
Diameter 56 km
Depth 2.4 km
Colongitude 350° at sunrise
Eponym William Scoresby

Stiborius



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 34.4°S 32.0°E
Diameter 44 km
Depth 3.7 km
Colongitude 329° at sunrise
Eponym Andreas Stöberl

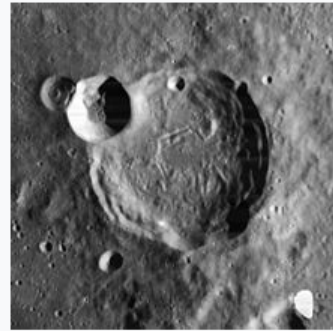
Stöfler



Lunar Orbiter 4 image of Stöfler, with Faraday on the southeast rim

Coordinates 🌐 41.1°S 6.0°E
Diameter 126 km
Depth 2.8 km
Colongitude 354° at sunrise
Eponym Johannes Stöffler

Thebit



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates 🌐 22.0°S 4.0°W
Diameter 57 km
Depth 3.3 km
Colongitude 5° at sunrise
Eponym Thābit ibn Qurra

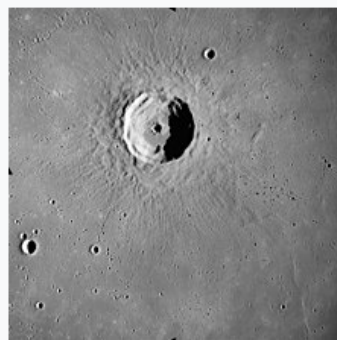
Theophilus



Oblique view facing south from Apollo 16

Coordinates 🌐 11.4°S 26.4°E
Diameter 100 km
Depth 3.2 km
Colongitude 333° at sunrise
Eponym Theophilus of Alexandria

Timocharis



Timocharis from Apollo 15. NASA photo.

Coordinates 🌐 26.7°N 13.1°W
Diameter 34 km
Depth 3.1 km
Colongitude 13° at sunrise
Eponym Timocharis

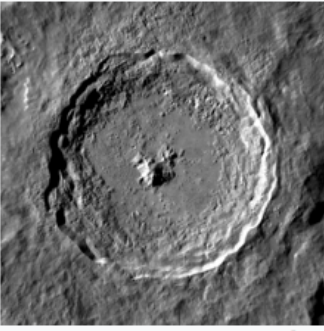
Triesnecker



Lunar Orbiter 4 image of Triesnecker crater and the Rille system

Coordinates 🌐 4.18°N 3.60°E
Diameter 25 km
Depth 2.8 km
Colongitude 356° at sunrise
Eponym Franz de Paula Triesnecker

Tycho



Tycho seen by Lunar Reconnaissance Orbiter.

NASA

Coordinates  43.31°S 11.36°W
Diameter 86 km (53.4 miles)
Depth 4.8 km (2.98 miles)
Colongitude 12° at sunrise
Eponym Tycho Brahe

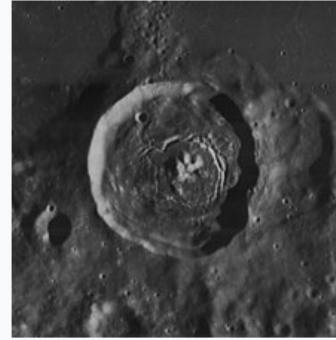
Ukert



Mosaic of Lunar Orbiter 4 images
(white spots are blemishes on original image)

Coordinates  7.8°N 1.4°E
Diameter 23 km
Depth 2.9 km
Colongitude 359° at sunrise
Eponym Friedrich A. Ukert

Vitello



Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  30.4°S 37.5°W
Diameter 42 km
Depth 1.7 km
Colongitude 37° at sunrise
Eponym Vitello

Vitruvius



Vitruvius from Apollo 17. NASA photo.

Coordinates  17.6°N 31.3°E
Diameter 30 km
Depth 1.5 km
Colongitude 329° at sunrise
Eponym Marcus Vitruvius Pollio

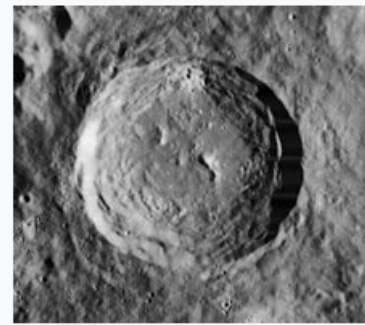
Walther



Lunar Orbiter 4 image

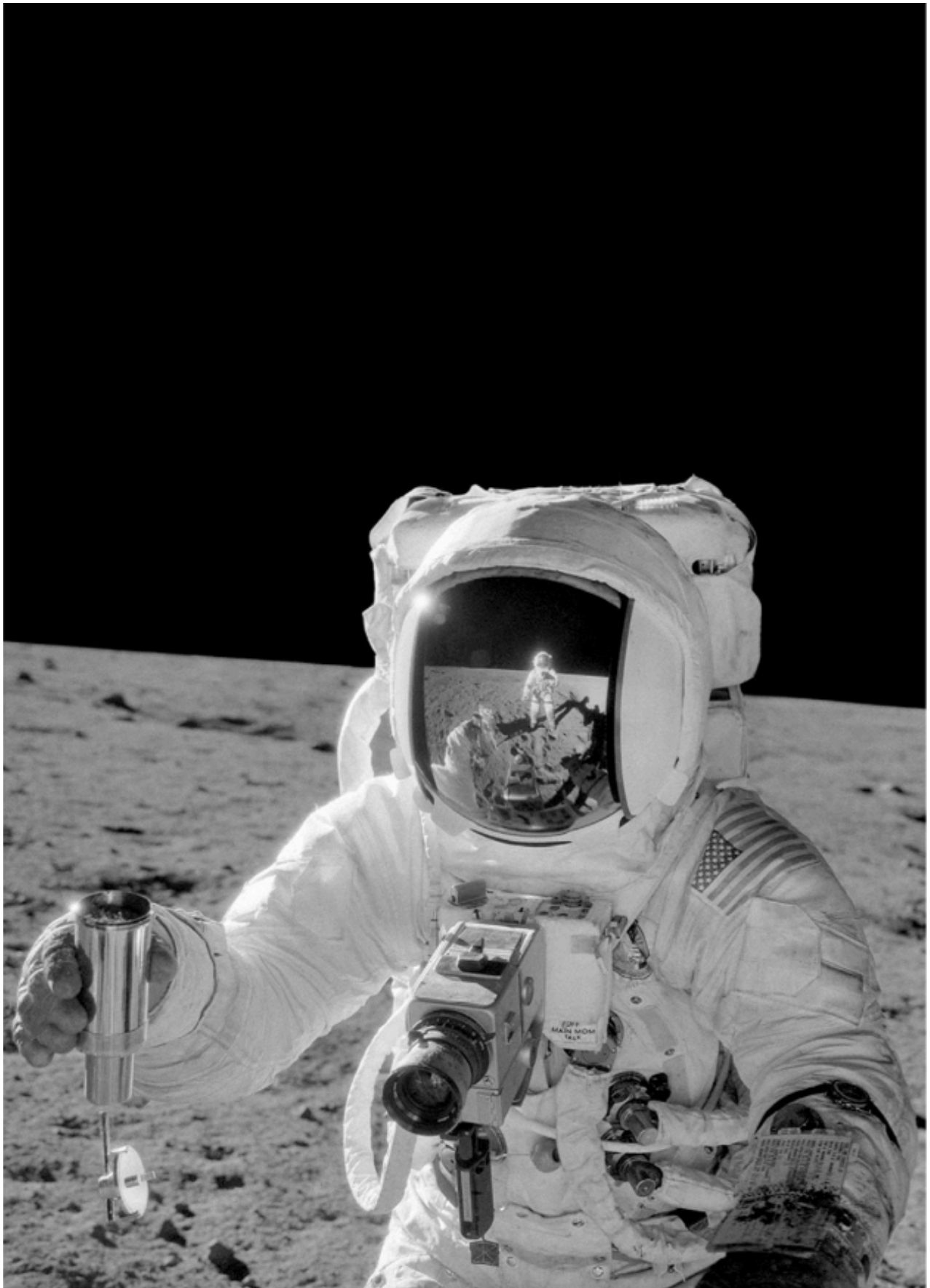
Coordinates  33.0°S 0.7°E
Diameter 132 x 140 km
Depth 4.1 km
Colongitude 359° at sunrise
Eponym Bernhard Walther

Werner



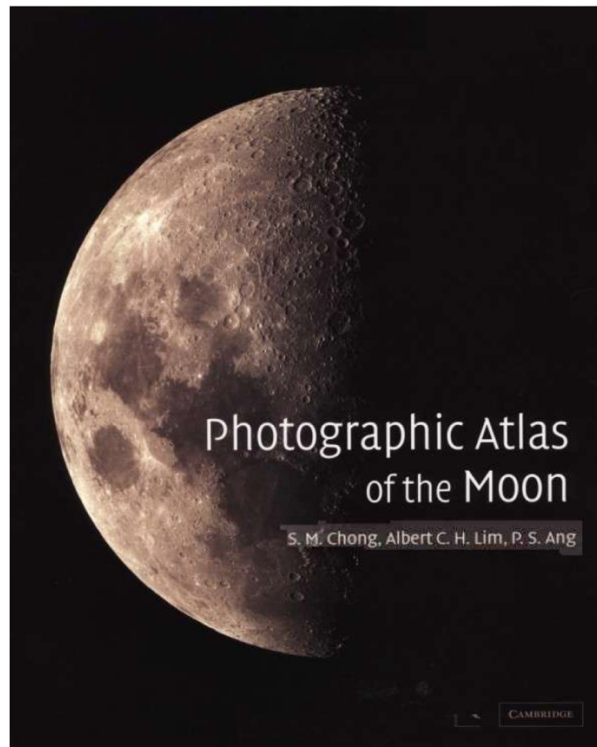
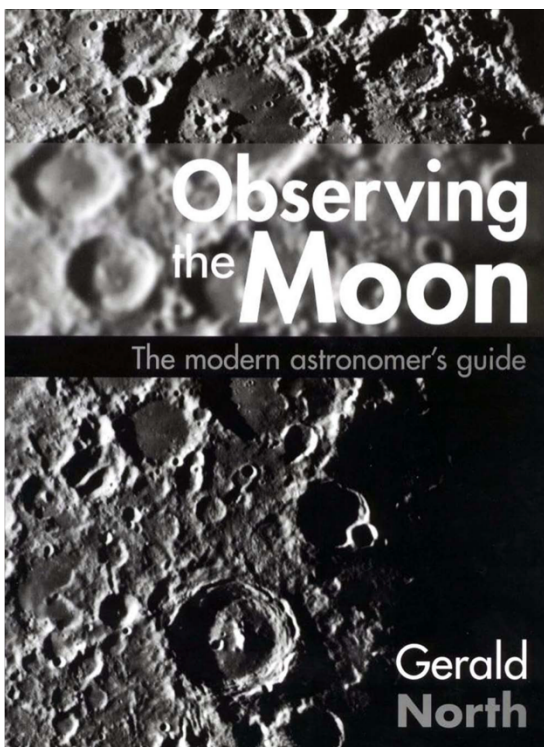
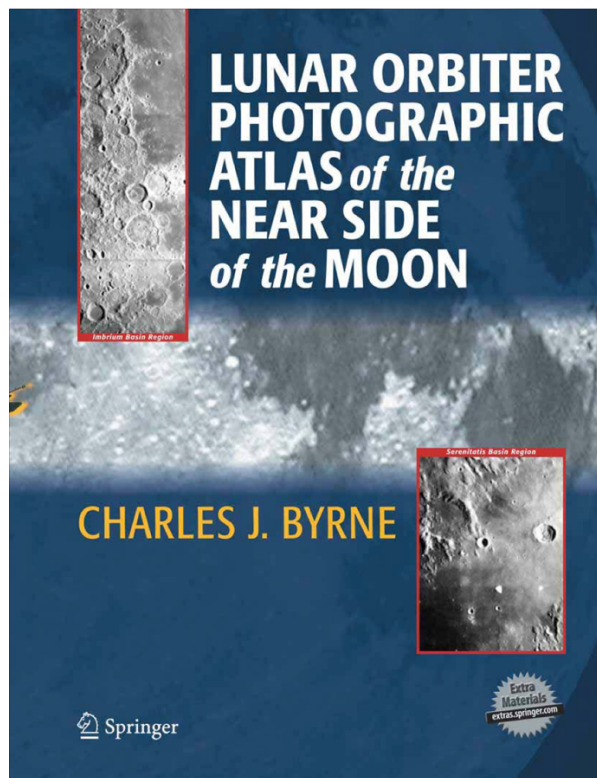
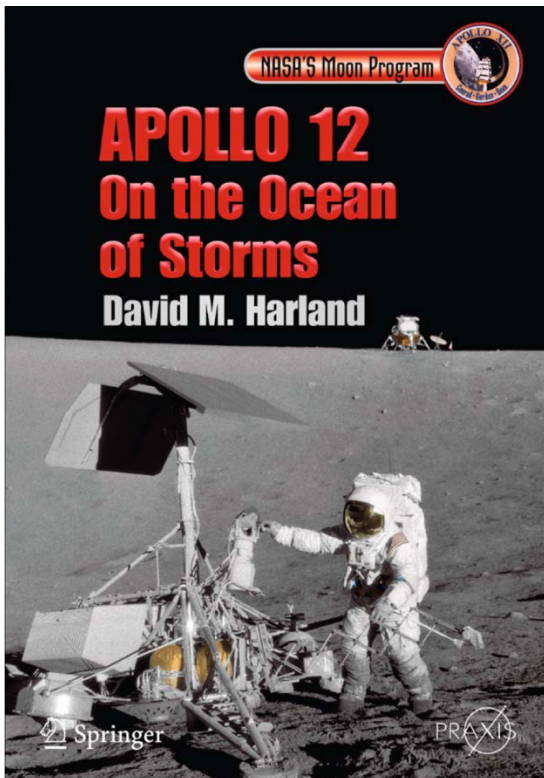
Lunar Orbiter 4 image

Coordinates  28.0°S 3.3°E
Diameter 70 km
Depth 4.2 km
Colongitude 357° at sunrise
Eponym Johannes Werner



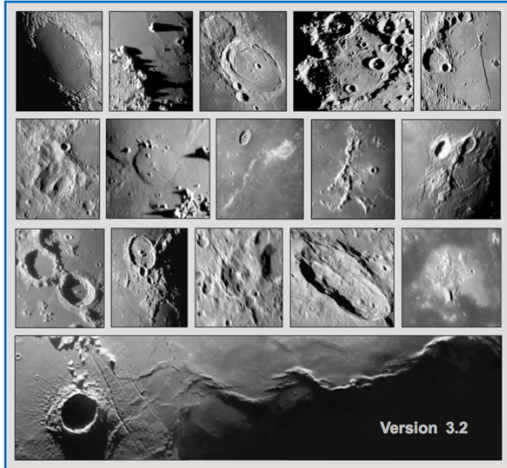
Ένα στιγμιότυπο με έντονα φωτογραφικά στοιχεία στη σύνθεση και στο θέμα.
(David M. Harland, *Apollo 12 On the ocean of storms*, Springer-praxis, σελ.354).

Βιβλιογραφία

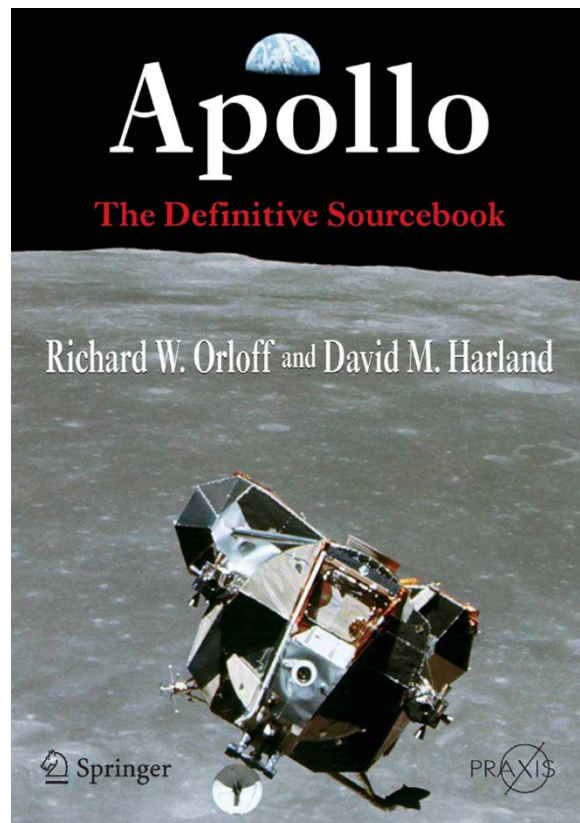
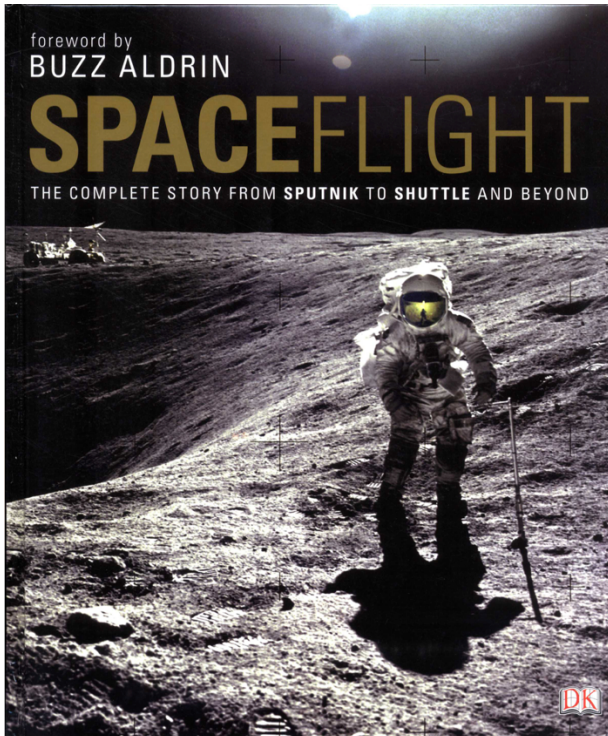
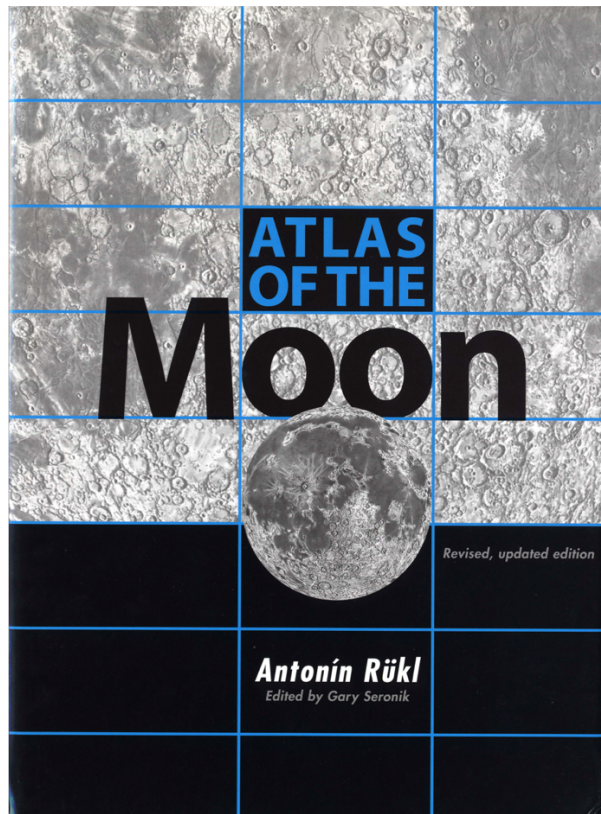


Photographic Moon Book

Alan Chu



1



Ιστότοποι:

https://en.wikipedia.org/wiki/Lunar_craters

https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/index.html

<https://www.timeanddate.com/moon/phases/>

<https://moon.nasa.gov>

<https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry/electronic-structure-of-atoms-ap/bohr-model-hydrogen-ap/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>

<https://www.britannica.com/science/blackbody>

https://www.globalspec.com/learnmore/optical_components_optics/optical_components/optical_lenses

http://camera-wiki.org/wiki/Rapid_Rectilinear

<https://www.maxmag.gr/fotografia/camera-obscura/>

<http://skywatcher.com/category/telescopes/>

<https://photographylife.com/landscapes/how-to-photograph-moon>

<https://www.digitalcameraworld.com/tutorials/how-and-when-to-photograph-the-moon>

<https://astronomy.com/news/2020/06/the-history-and-future-of-telescopes-on-the-moon>

<http://astro.physics.uiowa.edu/ITU/labs/observational-labs/studying-the-moon/measure-the-height-of-lunar/>

<http://lroc.sese.asu.edu/files/EducatorGuides/MoonMathGuide.pdf>

https://graphics.stanford.edu/~niloy/research/shadowArt/shadowArt_sigA_09.html

<https://www.widewalls.ch/magazine/shadow-art>