

Αστρονομία πέρα από το «ορατό»

Beatriz García, Ricardo Moreno

International Astronomical Union

ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Colegio Retamar de Madrid, Spain



Στόχοι

- Φαινόμενα πέρα από το ορατό, π.χ. η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που εκπέμπεται από ουράνια σώματα, αλλά δεν ανιχνεύεται από το ανθρώπινο μάτι.
- Πραγματοποίηση αριετών απλών πειραμάτων για τον προσδιορισμό της εμπομπής σε περιοχές μήκους κύματος όπως τα ραδιοκύματα, υπέρυθρο φως, υπεριώδη ακτινοβολία, μικροκύματα και ακτίνες Χ.

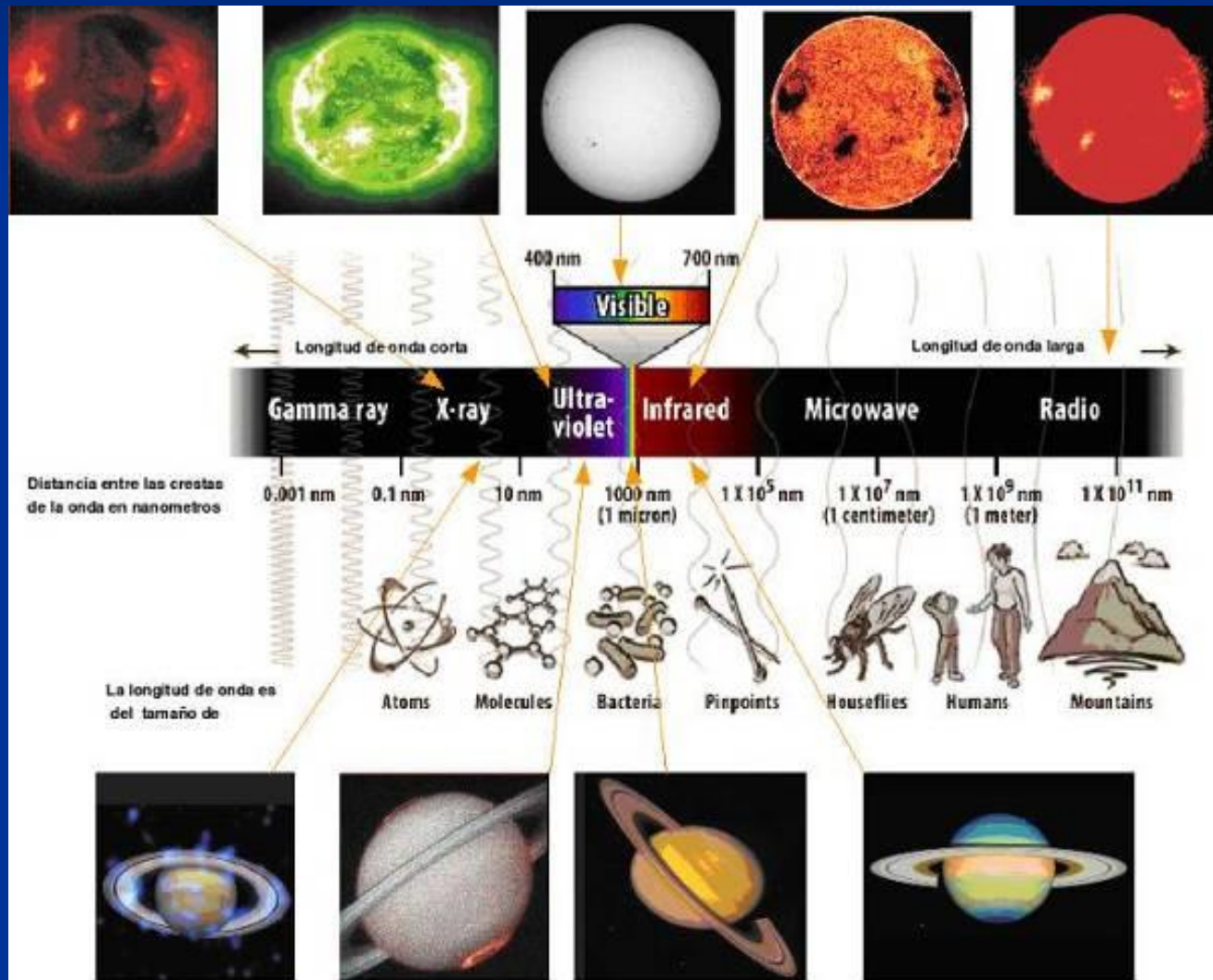
Παρουσίαση

- Για αιώνες, το σύμπαν είχε μελετηθεί μόνο με το φως που μπορούσε να ανιχνευτεί από το ανθρώπινο μάτι.
- Υπάρχουν πληροφορίες που έρχονται από ηλεκτρομαγνητικά κύματα άλλων συχνοτήτων που τα μάτια μας δεν μπορούν να δουν.
- Οι αστρονόμοι παρατηρούν σήμερα στα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, το υπέρυθρο φως, την υπεριώδη ακτινοβολία, τις ακτίνες X και τις ακτίνες γάμμα, τόσο καλά όσο τις ορατές ακτίνες.

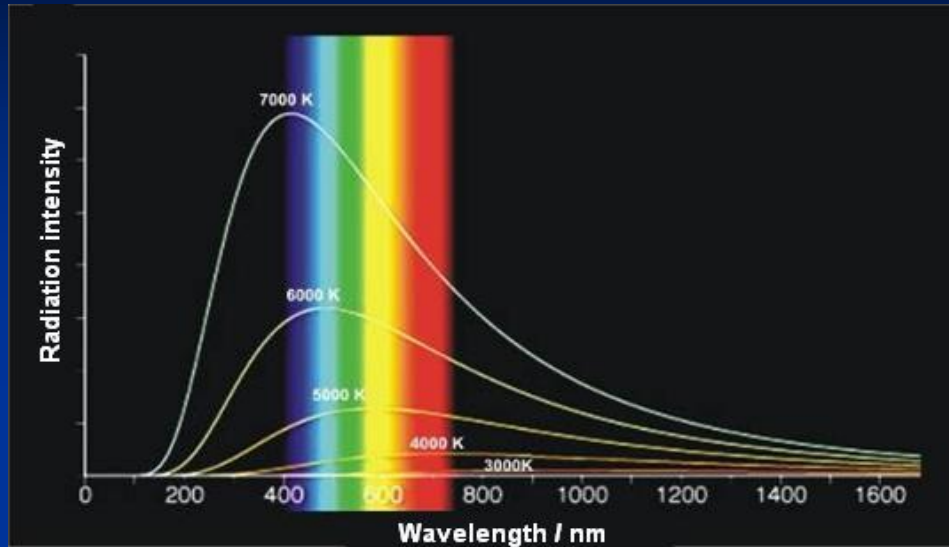


Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

Όλα τα μήκη κυμάτων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



Ακτινοβολία Μέλανος σώματος



Μελετώντας την ακτινοβολία ενός απομακρυσμένου αντικειμένου, μπορούμε να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του χωρίς να χρειαστεί να πάμε εκεί. Αυτό ισχύει για τα αστέρια, που θεωρούνται μέλανα σώματα.

Κάθε “μέλαν σώμα” όταν θερμαίνεται εκπέμπει φως σε πολλά μήκη κύματος.

Υπάρχει το λ_{\max} , στο οποίο εκπέμπεται η περισσότερη ποσότητα ακτινοβολίας.

Αυτό το λ_{\max} εξαρτάται από τη θερμοκρασία ως εξής

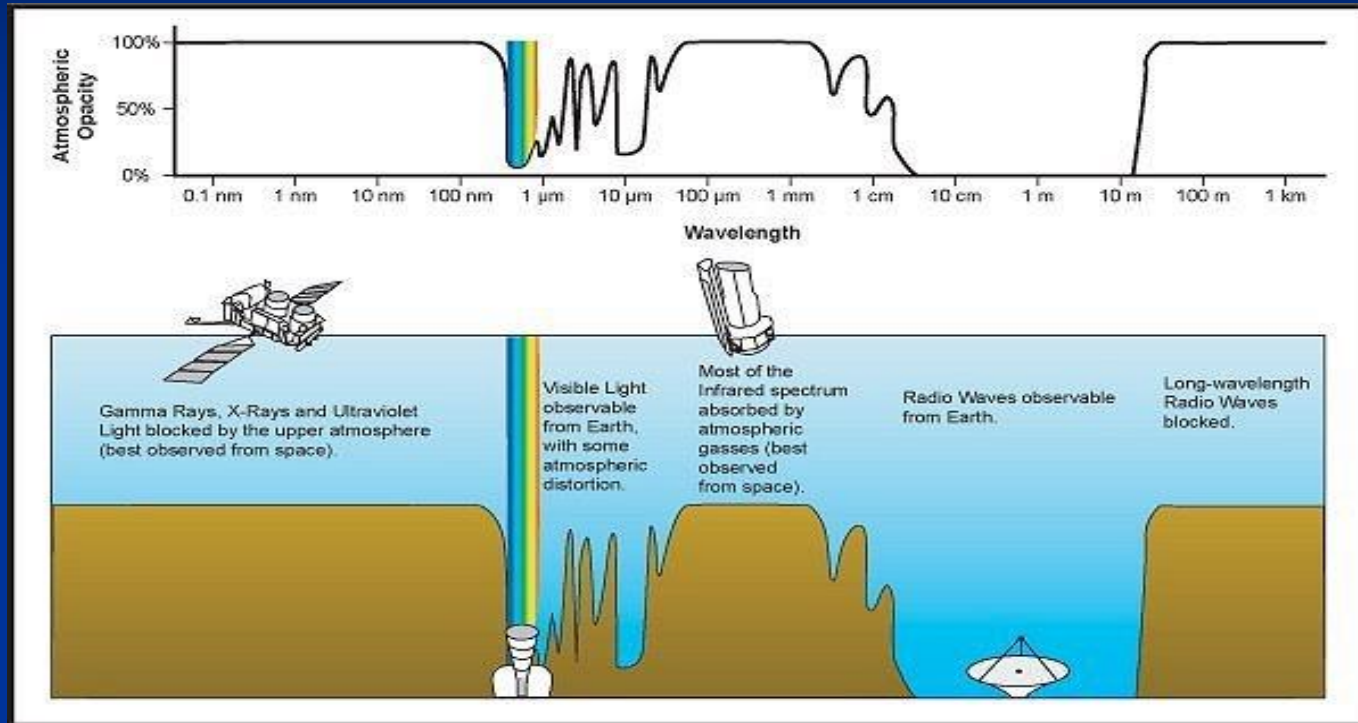
$$\lambda_{\max} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

Νόμος του Wien



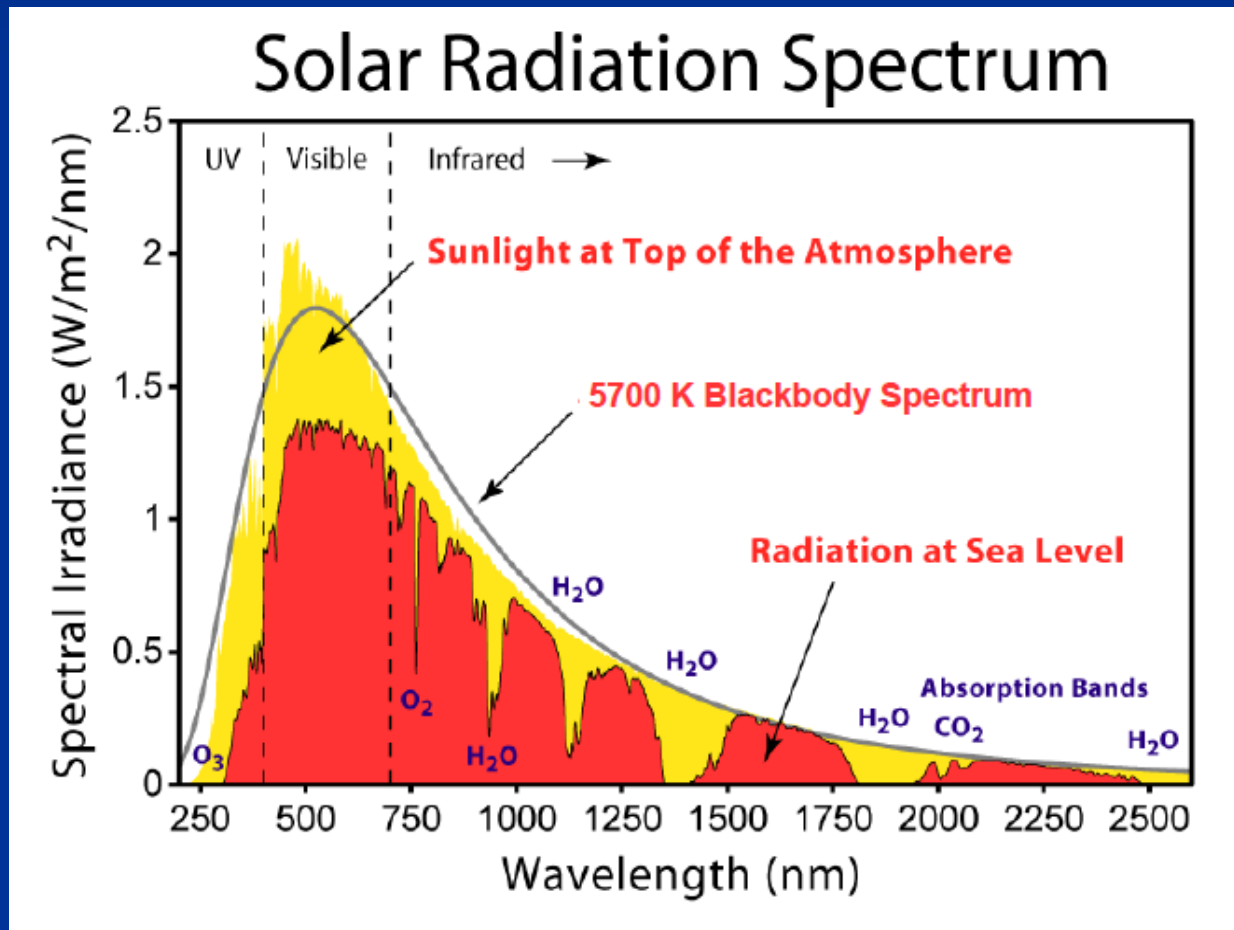
Ηλιακή ακτινοβολία

«Παράθυρα» για τις διαφορετικές περιοχές της



Η ατμόσφαιρα της Γης είναι αδιαφανής στα περισσότερα μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Μπορούμε να ανιχνεύσουμε την ακτινοβολία στις υψηλές ενέργειες από το διάστημα ενώ οι ακτινοβολίες χαμηλής ενέργειας απαιτούν ειδικούς ανιχνευτές.

Όταν η ηλιακή ηλεκτρομαγνητική ενέργεια περνά μέσα από την ατμόσφαιρα, η ακτινοβολία «μέλανος σώματος» αλλάζει, αλλά το λ_{\max} στο οποίο η ακτινοβολία είναι μέγιστη, παραμένει σχεδόν χωρίς αλλαγή.



Γνωρίζουμε ότι το λ_{\max} , όπου η εκπομπή της ακτινοβολίας είναι η μέγιστη, εξαρτάται από τη θερμοκρασία T , αυτό δεν σημαίνει όμως, ότι βρίσκεται πάντα στην ορατή περιοχή του φάσματος.

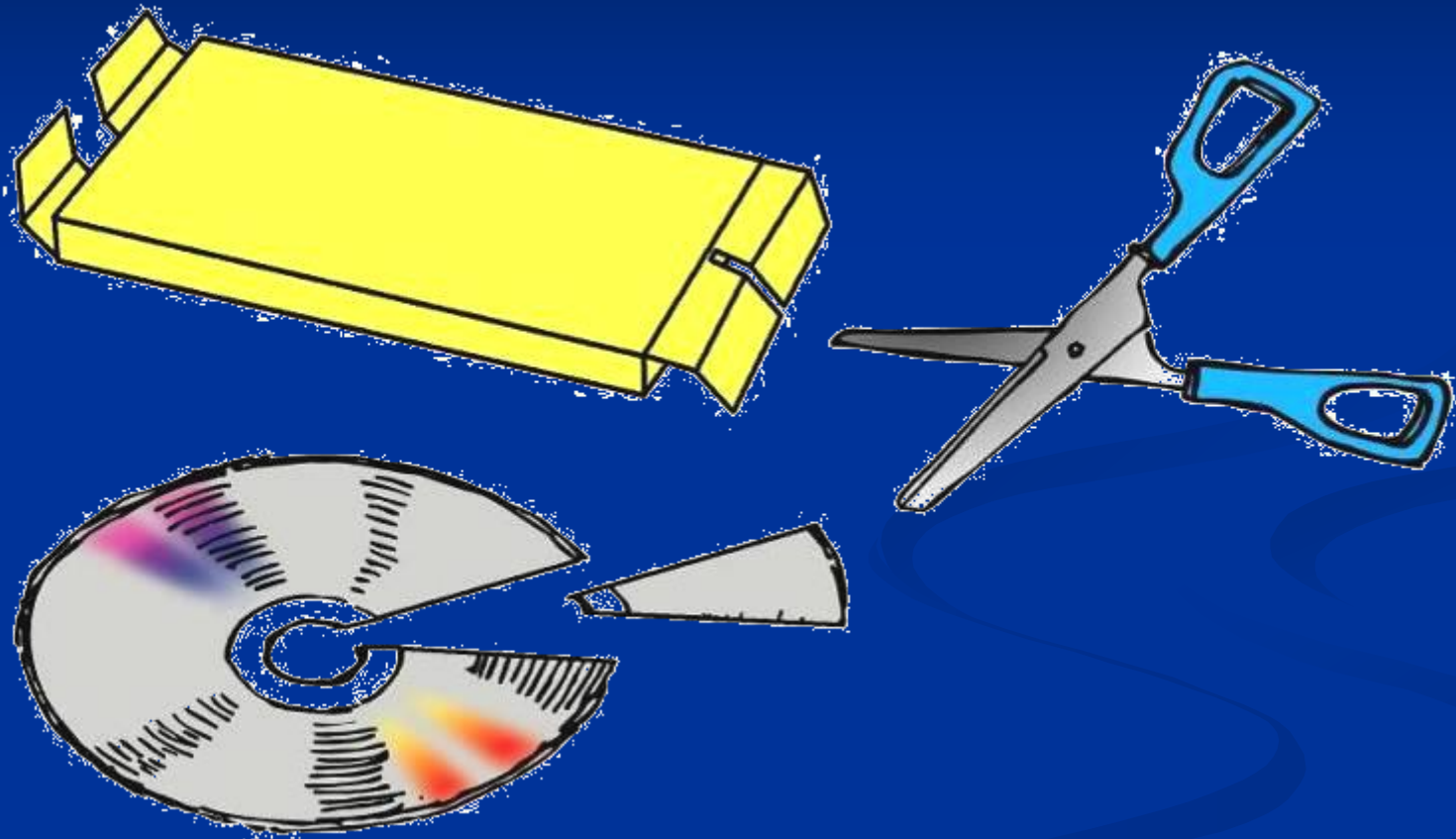


Για παράδειγμα, το ανθρώπινο σώμα έχει θερμοκρασία $T = 273 + 37 = 310 \text{ K}$. και εκπέμπει στο μέγιστο $\lambda_{\max} = 9300 \text{ nm}$, δηλ. Ir.

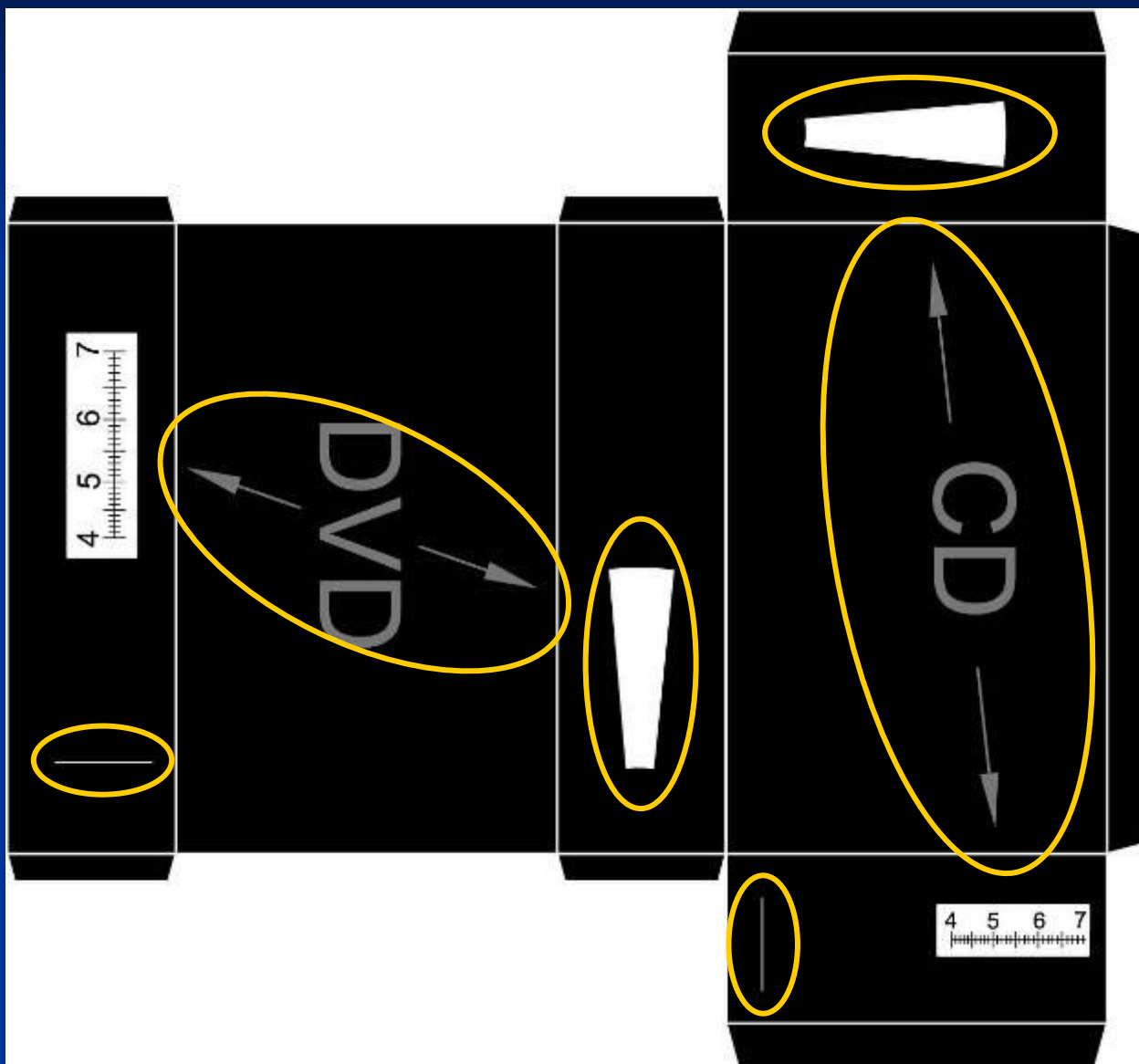
Οι συσκευές νυχτερινής όρασης χρησιμοποιούν αυτό το λ_{\max} .



Δραστηριότητα 1: Δημιουργία φασματομέτρου



Δραστηριότητα 1: Δημιουργία φασματοσκοπίου



Ανάλογα με το τι χρησιμοποιείτε, ένα μέρος από DVD ή ένα CD, κόβετε τα αντίστοιχα τμήματα του προτύπου.

Δραστηριότητα 1: Δημιουργία φασματοσκοπίου



Αφαιρέστε το μεταλλικό στρώμα του CD χρησιμοποιώντας ταινία ή ξύνοντάς το.

Σημείωση, Η επικάλυψη δεν ξεφλουδίζει από λευκά ή εμπορικά CD.

Δραστηριότητα 1: Δημιουργία φασματοσκοπίου



Η μαύρη
επιφάνεια
διπλώνεται στο
εσωτερικό.

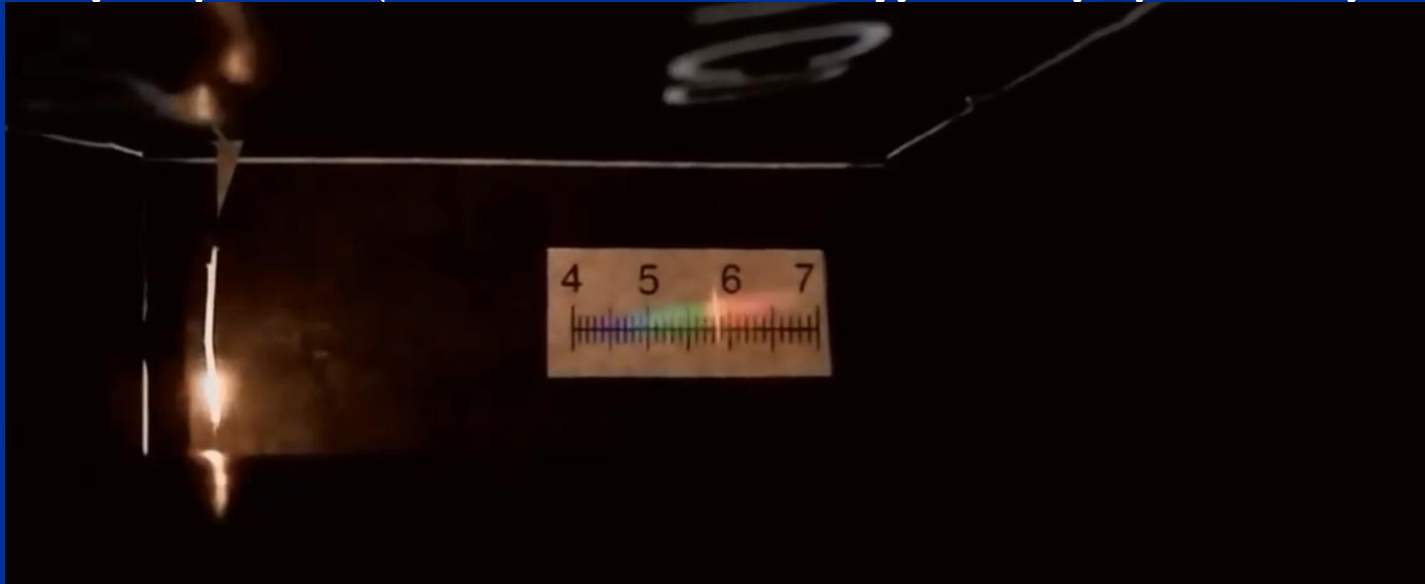


Να συγκρίνετε
τα φάσματα
λαμπτήρων
πυράκτιωσης,
φθορίου
και λαμπτήρων
οδικών δικτύων.

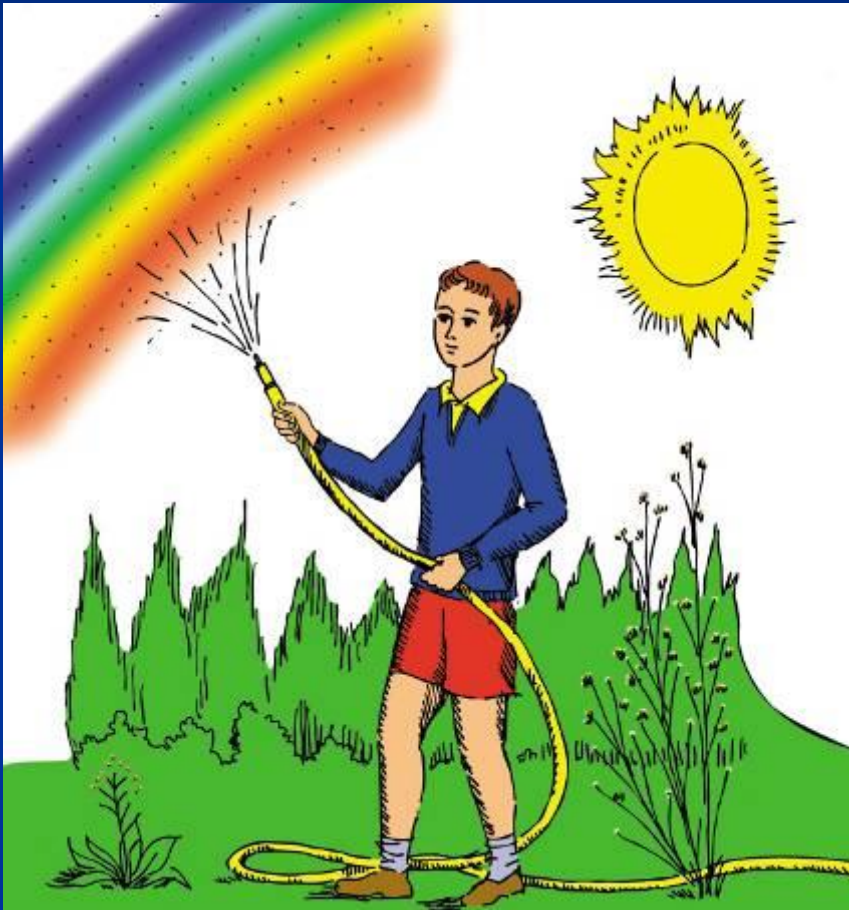


Δραστηριότητα 2: Οπτικοποίηση γραμμών νατρίου

Η φασματοσκοπία μας επιτρέπει να γνωρίζουμε τη χημική σύσταση των άστρων και των εξωπλανητών μελετώντας τα φάσματα που μας έρχονται. Ας δούμε ένα παράδειγμα χρησιμοποιώντας ένα κεριό όπου θα εμποτίσουμε το φυτίλι με λίγο κοινό αλάτι (NaCl) για να δούμε τη γραμμή εκπομπής νατρίου που αντιστοιχεί σε μήκος κύματος 589.



Δραστηριότητα 3: Ανάλυση του ηλιακού φωτός

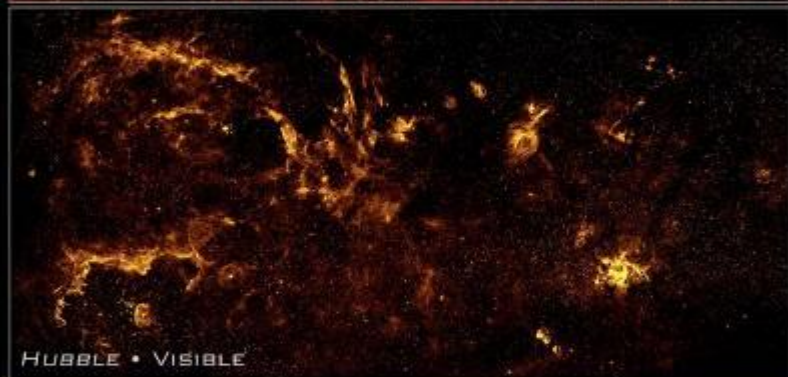
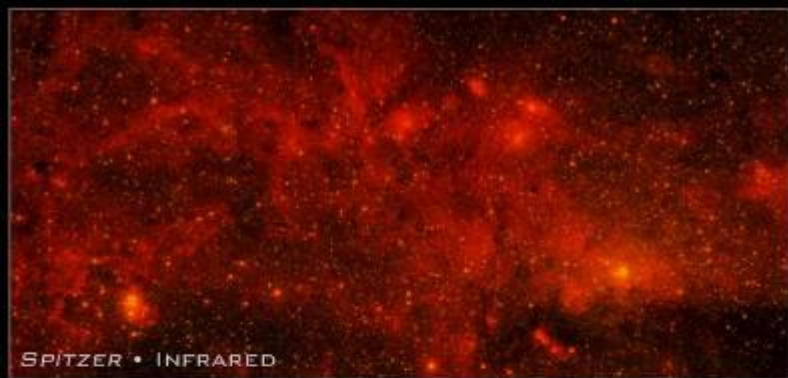


Τα παιδιά μπορούν να αναλύσουν το ηλιακό φως και να φτιάξουν το ουράνιο τόξο.

Χρειάζονται ένα λάστιχο με λεπτό στόμιο.

Πρέπει να έχουν την πλάτη τους στον Ήλιο.

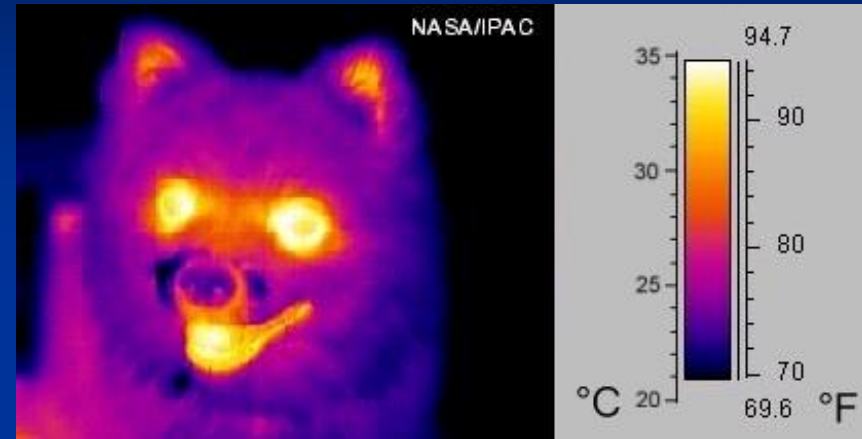
Άλλες περιοχές του φάσματος



- Η μεσοαστρική ύλη, έχει θερμοκρασία πολύ χαμηλότερη από εκείνη των αστεριών.
- Δεν εκπέμπει ορατή ακτινοβολία αλλά εκπέμπει υπέρυθη ακτινοβολία, μικροκύματα και ραδιοκύματα.
- Ο τύπος της ακτινοβολίας σχετίζεται με τις διαδικασίες που συμβαίνουν μέσα στο αντικείμενο. π.χ., λεπτομέρειες στο κέντρο του γαλαξία μας ...

Η υπέρυθρη ακτινοβολία

- Ο William Herschel ανακάλυψε το υπέρυθρο χρησιμοποιώντας το πρίσμα και τα θερμομέτρα.
- Είναι μια ιδιότητα των θερμών σωμάτων, ακόμη και εκείνων που δεν είναι αρκετά θερμά για να εκπέμπουν ορατό φως.
- Για να επισημάνουμε αυτήν την ακτινοβολία, δημιουργούμε μια ισοδυναμία μεταξύ θερμοκρασίας και χρώματος.

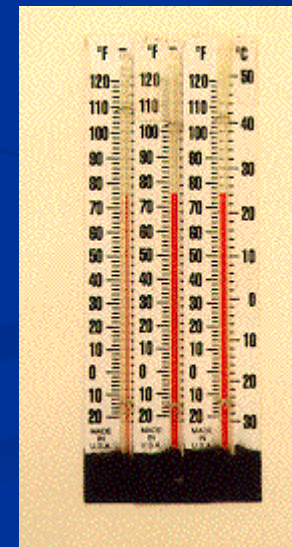
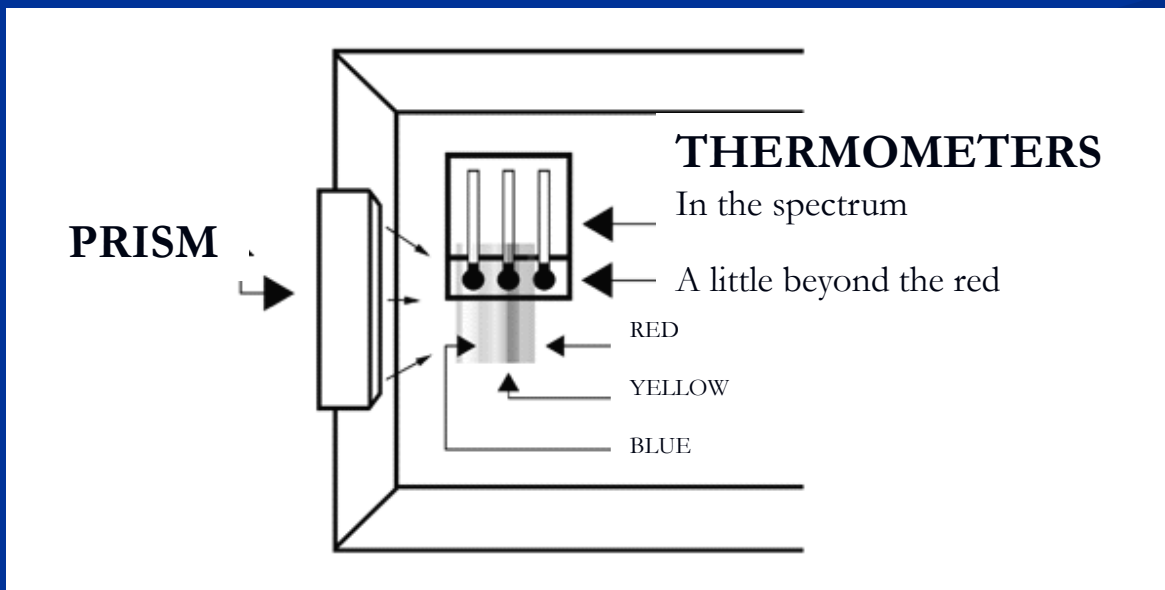
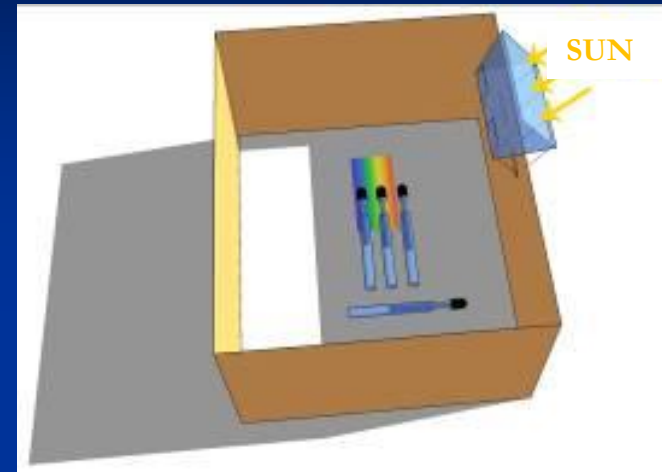
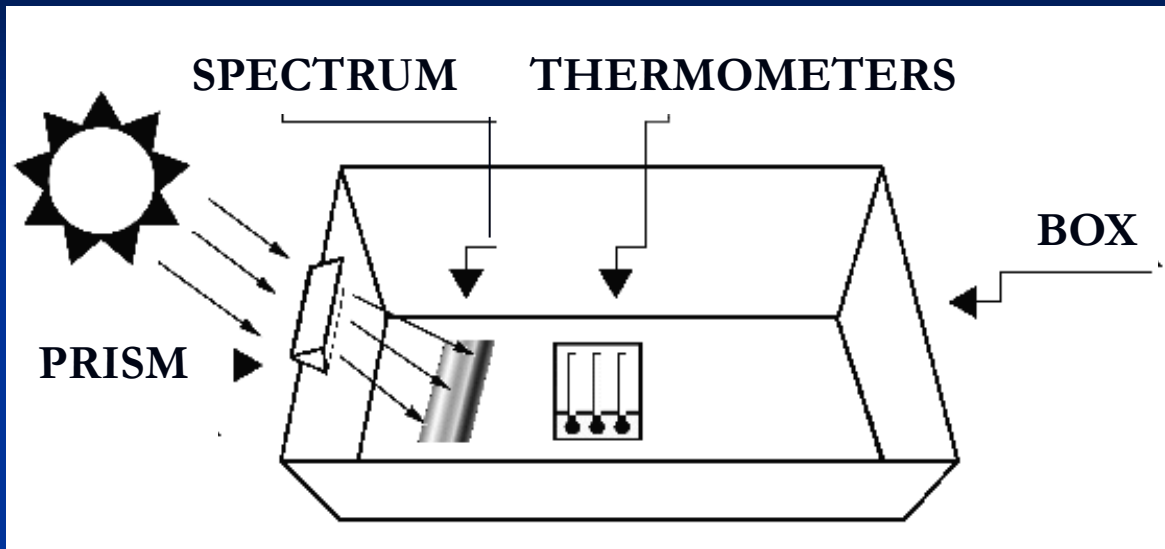


Δραστηριότητα 4: Πείραμα Herschel

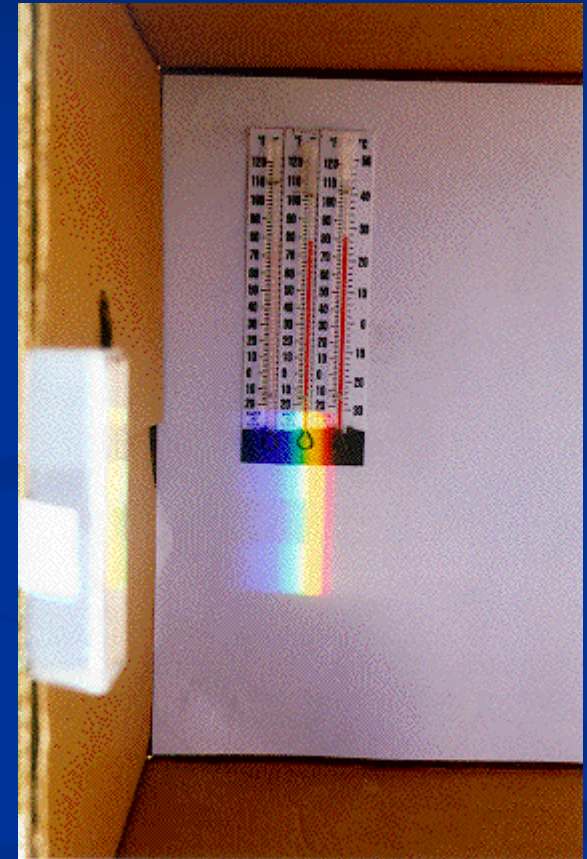
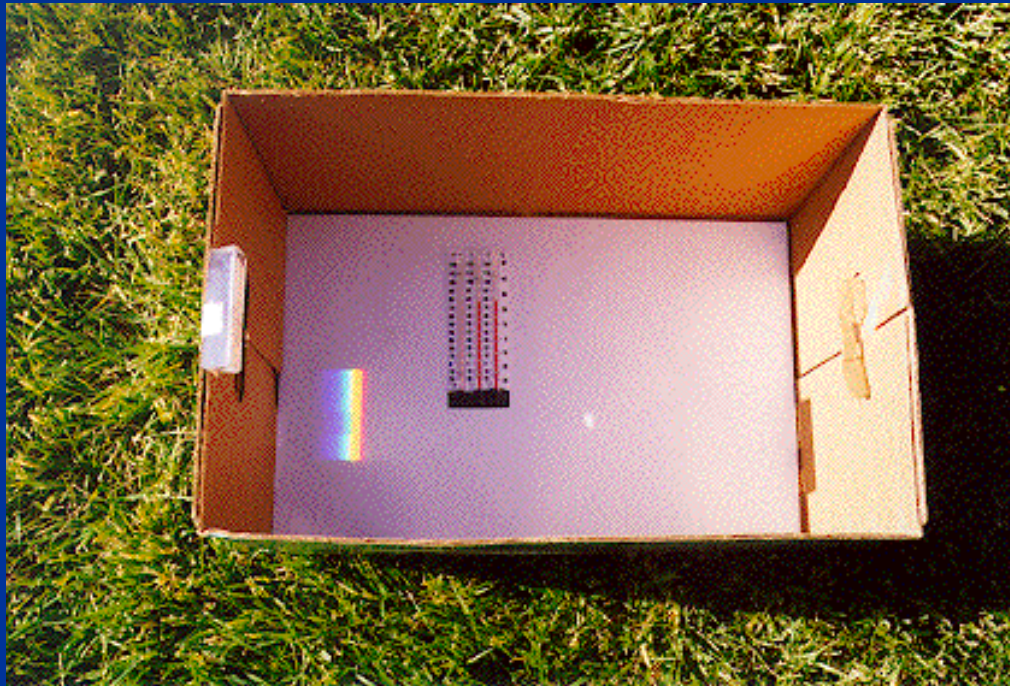


Το 1800, ο Herschel ανακάλυψε την υπέρυθη περιοχή στο φως του ήλιου.

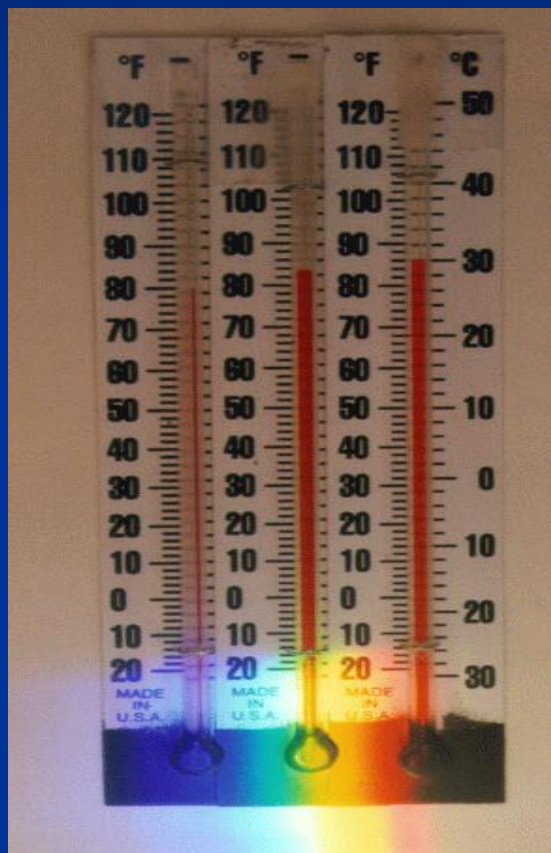
Δραστηριότητα 4: Πείραμα Herschel



Δραστηριότητα 4: Πείραμα Herschel



Δραστηριότητα 4: Πείραμα Herschel



ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ				
	Θερμόμετρο 1 στο μπλε	Θερμόμετρο 2 στο κίτρινο	Θερμόμετρο 3 πέρα από το κόκκινο	Θερμόμετρο 4 στη σκιά
Μετά από 1 λεπτό				
Μετά από δύο λεπτά				
Μετά από 3 λεπτά				
Μετά από 4 λεπτά				
Μετά από 5 λεπτά				

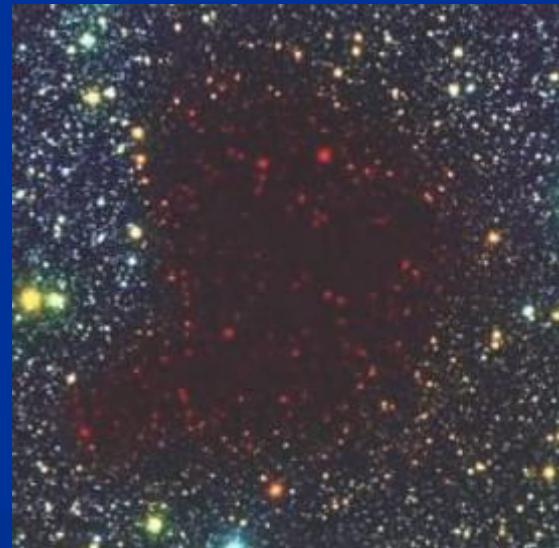
Δραστηριότητα 5: Ανίχνευση υπέρυθρης ακτινοβολίας με τηλέφωνο

- Τα τηλεχειριστήρια εκπέμπουν σήματα υπέρυθρων, αλλά τα μάτια μας δεν μπορούν να τα δουν.
- Πολλές αλλά όχι όλες οι κάμερες κινητών τηλεφώνων είναι ευαίσθητες στη υπέρυθρη ακτινοβολία (IR)



Η δύναμη των υπέρυθρων

- Η διαστρική σκόνη απορροφά ορατό φως αλλά όχι το υπέρυθρο

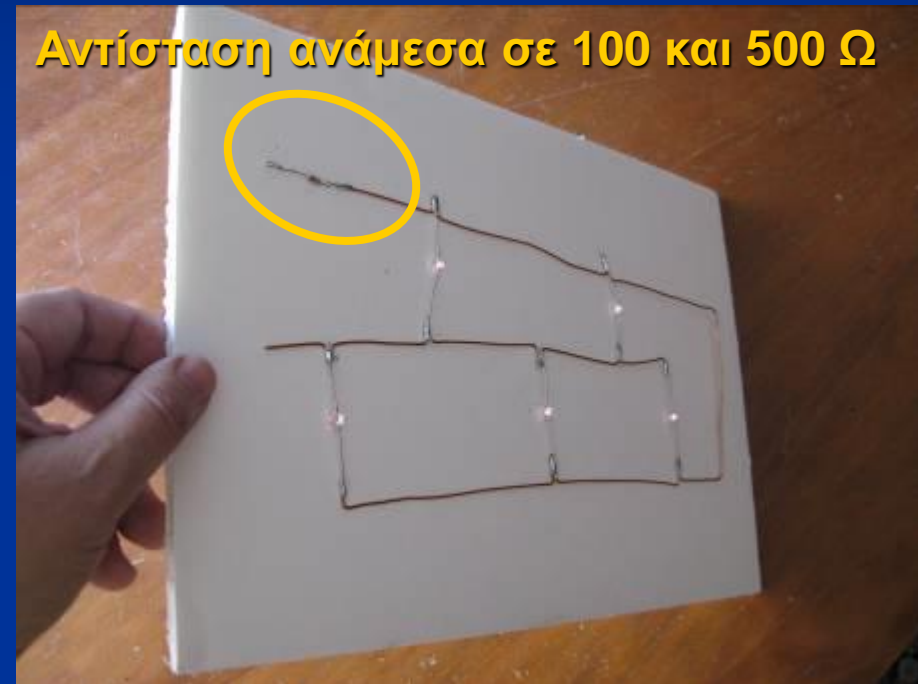
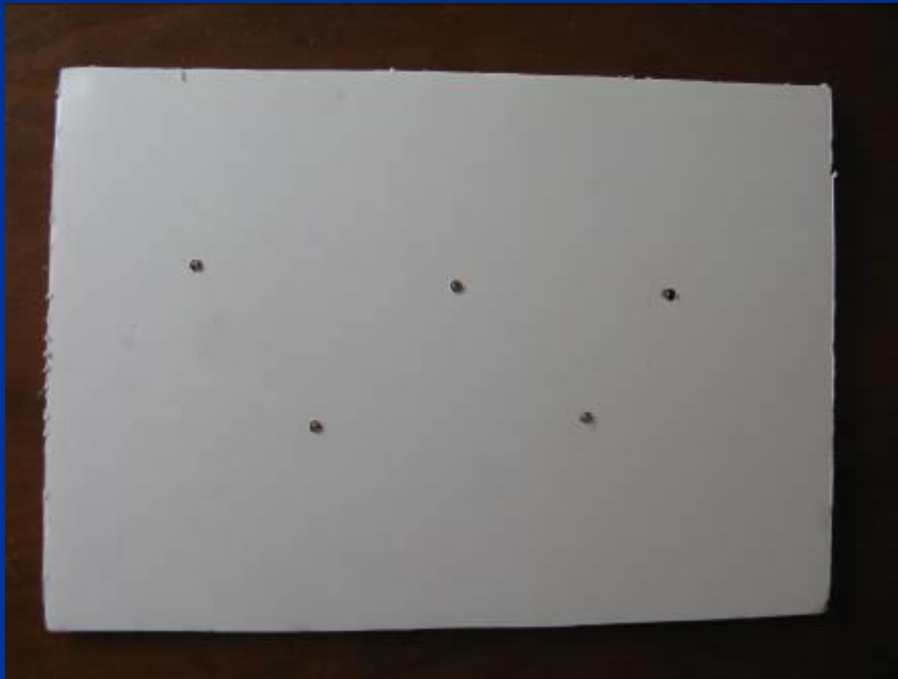


Δραστηριότητα 6: Ανίχνευση του ir φωτός λαμπτήρα πυράκτιωσης

- Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που εκπέμπεται από έναν λαμπτήρα πυρακτώσεως βρίσκεται στην ορατή περιοχή, αλλά εκπέμπει επίσης υπέρυθρες ακτίνες που μπορούν να διαπεράσουν ορισμένα υφάσματα κάτι που δεν είναι δυνατόν με την ορατή ακτινοβολία.
- Το ίδιο συμβαίνει και με τη γαλαξιακή σκόνη, η οποία μπορεί να ανιχνευθεί από τις υπέρυθρες εκπομπές της, αλλά είναι αδιαφανής στην ορατή περιοχή.



Δραστηριότητα 7: Αστερισμός με IR LEDs



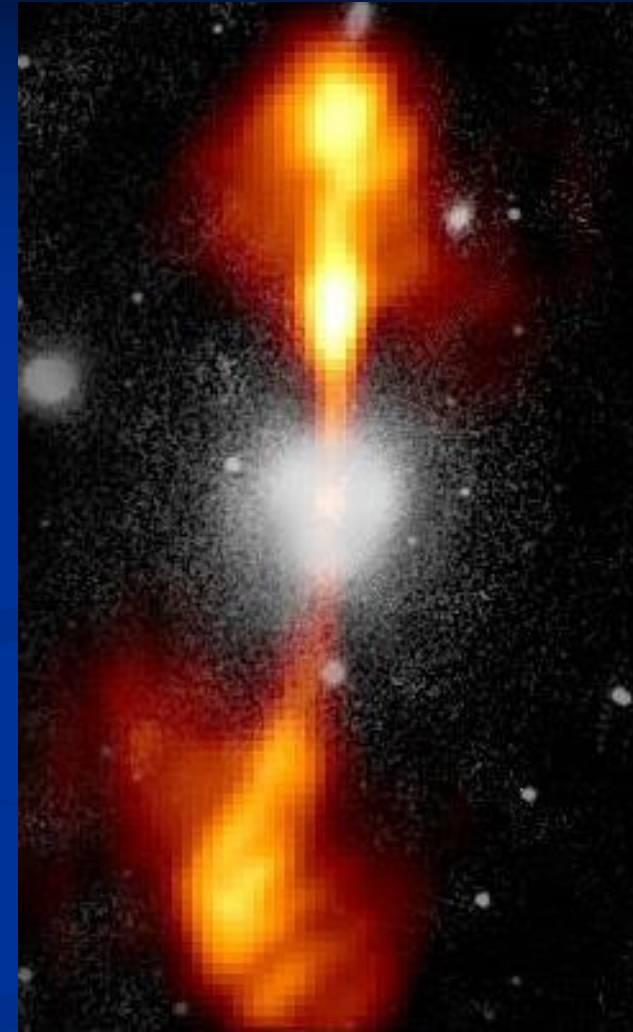
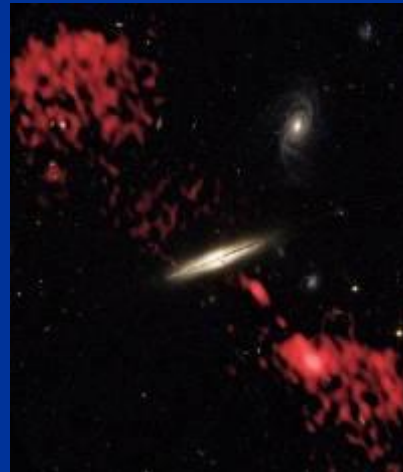
Cassiopeia with IR LEDs.

Δραστηριότητα 8: Αστερισμός με τηλεχειριστήρια

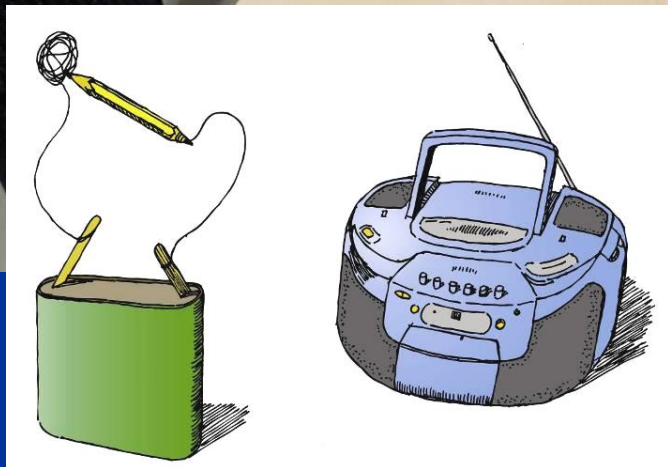
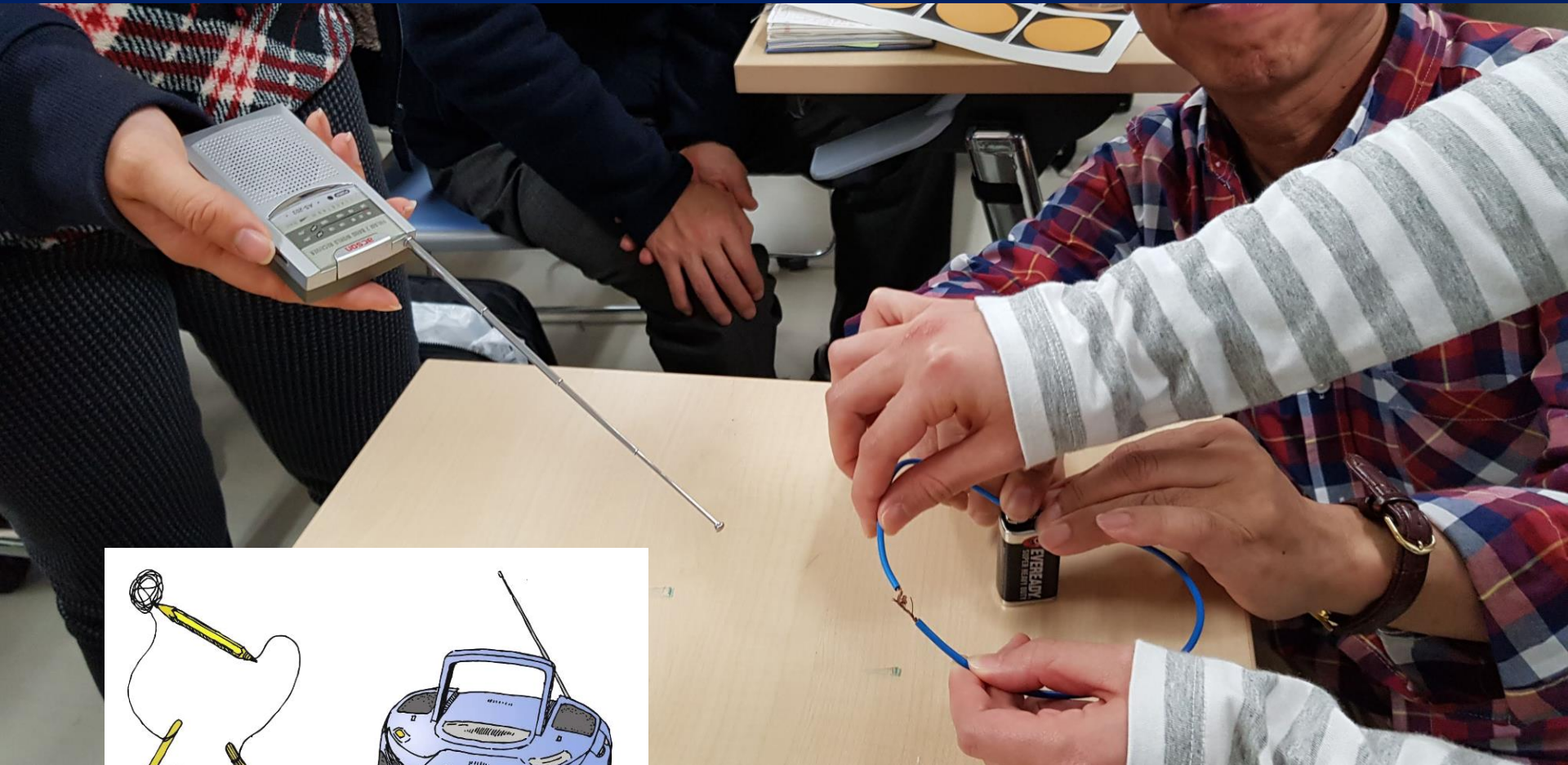


Εμπομπή ραδιοκυμάτων

- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος από μέτρα σε χιλιόμετρα ονομάζεται ραδιοκύματα.
- Χρησιμοποιούνται από τους εμπορικούς ραδιοσταθμούς.
- Τα ραδιοκύματα προέρχονται επίσης από το διάστημα και έτσι παρέχουν πληροφορίες που δεν είναι ορατές σε άλλα μήκη κύματος.



Δραστηριότητα 9: Παραγωγή ραδιοκυμάτων



Υπεριώδης ακτινοβολία

- Τα υπεριώδη φωτόνια έχουν υψηλότερες ενέργειες από αυτές του ορατού φωτός. (Το μαύρο φως UV-A χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των φυτών)
- Η UV-C καταστρέφει τους χημικούς δεσμούς μεταξύ των οργανικών μορίων. Σε υψηλές δόσεις η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να είναι θανατηφόρα για τη ζωή. (Η UV-C χρησιμοποιείται για την απολύμανση χειρουργικού υλικού)
- Η ακτινοβολία UV-C φιλτράρεται από το ατμοσφαιρικό όζον. Το όζον στην ατμόσφαιρα σχηματίζεται από την αλληλεπίδραση μεταξύ του ηλιακού φωτός και του O₂ και φιλτράρει σχεδόν όλο το υπεριώδες φως, επιτρέποντας να περάσει μόνο το απαραίτητο για την ανάπτυξη της ζωής.



Ο Johann Ritter την υπεριώδη ακτινοβολία το 1801

Υπεριώδης Ακτινοβολία

- Ο Ήλιος εκπέμπει υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά το μεγαλύτερο μέρος του φιλτράρεται από το στρώμα του όζοντος στην κορυφή της ατμόσφαιρας μας. Η ποσότητα που φτάνει στη Γη είναι ευεργετική για τη ζωή.
- Αυτή η ακτινοβολία κάνει το δέρμα σας να μαυρίζει.
- Εάν το στρώμα του όζοντος μειωθεί σε πάχος, η Γη θα λάβει υψηλότερες δόσεις και οι καρκίνοι του δέρματος θα πολλαπλασιαστούν.



Υπεριώδες φως



Γαλαξίας
Ανδρομέδα σε
ορατό φως
(Hubble)



Γαλαξίας
Ανδρομέδα
σε υπεριώδες
φως (Swift)

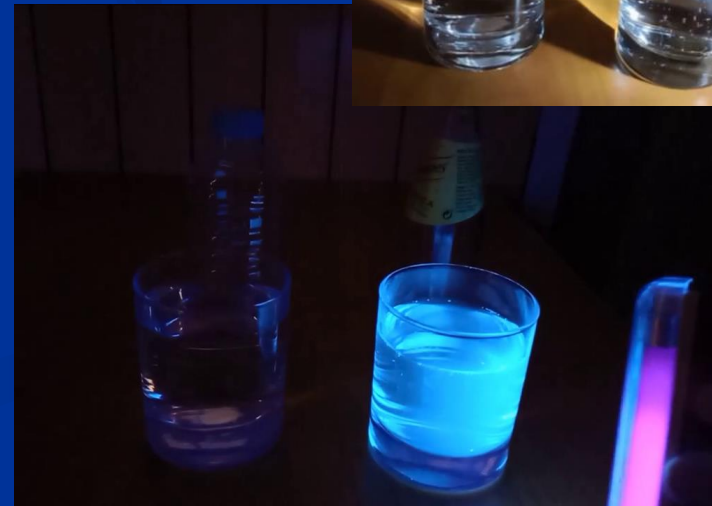
Δραστηριότητα 10: Μαύρο φως (UV)

- Υπάρχει ύλη που εκπέμπει φως όταν φωτίζεται με υπεριώδη ακτινοβολία. Αν είναι ΦΩΤΕΙΝΗ, εκπέμπει φως μόνο όταν φωτίζεται με υπεριώδη ακτινοβολία.

Σημάδια
εισιτηρίων ή
διαβατηρίων



Τονωτικό νερό,
το οποίο
περιέχει κινίνη



Δραστηριότητα 11: Μαύρο φως (UV)

- Υπάρχει ύλη που εκπέμπει φως όταν φωτίζεται με υπεριώδη ακτινοβολία. Αν είναι **ΦΩΣΦΟΡΕΤΙΚΗ**, εκπέμπει ορατό φως για λίγο.

Μικρά αστέρια της διακόσμησης



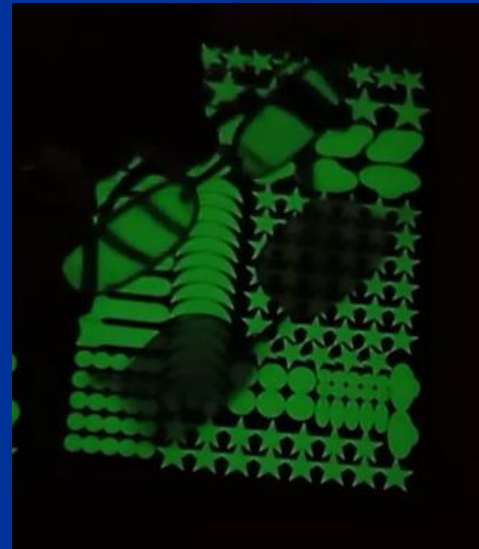
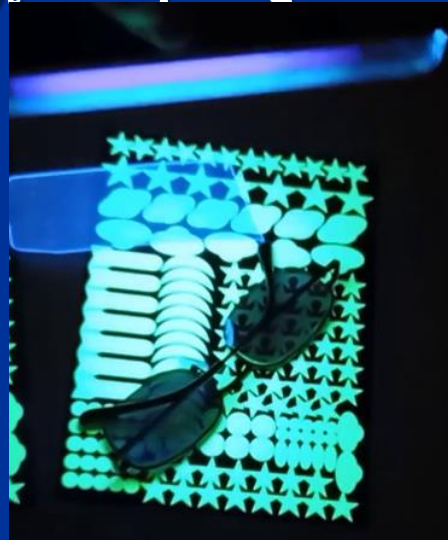
Αφίσες έκτακτης ανάγκης



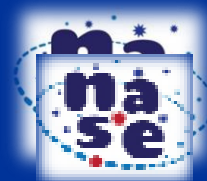
Δραστηριότητα 12: Μαύρο φως (UV)

Υπάρχουν υλικά που φιλτράρουν πολύ την υπεριώδη ακτινοβολία, όπως το γυαλί. Τα γυαλιά ηλίου πρέπει να είναι κατασκευασμένα από γυαλί και όχι από πλαστικό, για να προστατεύουν τον αμφιβληστροειδή, ο οποίος είναι επιθηλιακός ιστός. Αν είναι κατασκευασμένα από πλαστικό (οργανικό), πρέπει να έχουν φίλτρο UV

Γυάλινα γυαλιά σε φωσφορίζον υλικό, φωτιζόμενα με υπεριώδες φως



Όταν αφαιρείτε τα γυαλιά, μπορείτε να δείτε πώς έχουν φιλτράρει την υπεριώδη ακτινοβολία.



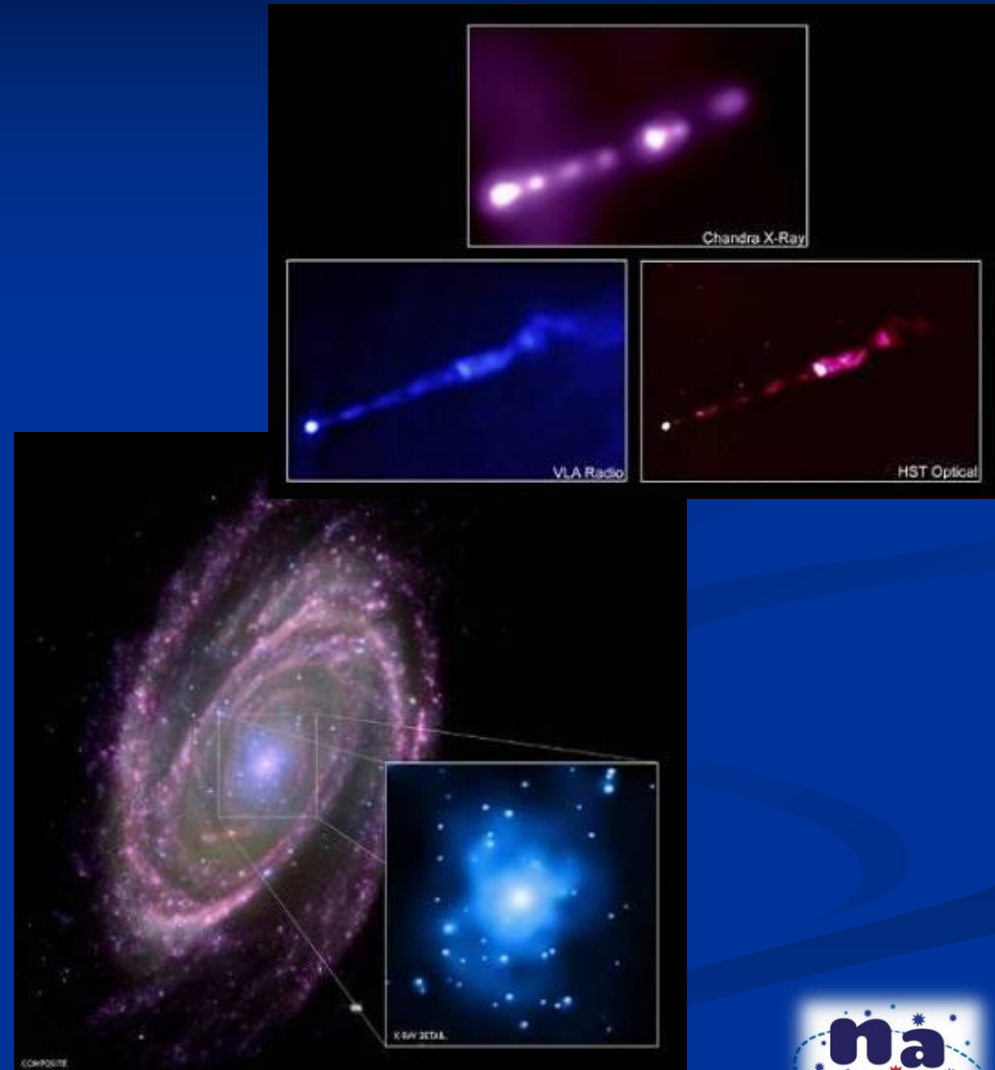
X-rays

- Μεγαλύτερης ενέργειας από την υπεριώδη ακτινοβολία είναι η ακτινοβολία ακτινών X.
- Χρησιμοποιείται για ακτινογραφίες και άλλες τεχνικές ιατρικής απεικόνισης.



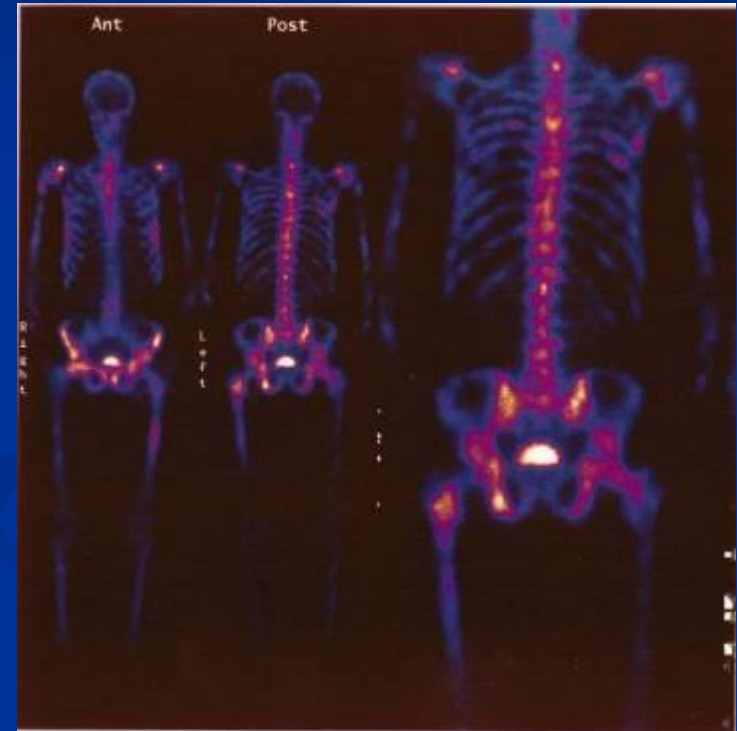
X-rays

- Στο Σύμπαν, η ακτινοβολία ακτίνων X είναι χαρακτηριστικό γεγονός και αντικείμενων υψηλής ενέργειας: μαύρες τρύπες, συγκρούσεις αστεριών κ.λπ.
- Η αποστολή του διαστημικού τηλεσκοπίου Chandra είναι για να εντοπίζει και να παρακολουθεί τέτοιου είδους πηγές.



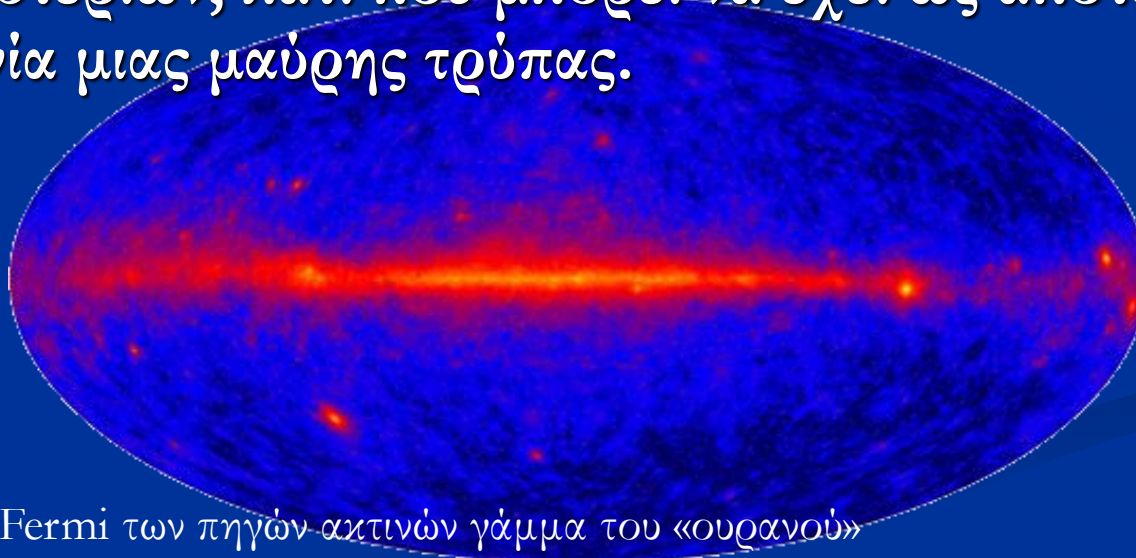
Ακτίνες Γαμμα

- Είναι η πιο ενεργητική ακτινοβολία.
- Στη Γη αυτές οι ακτίνες εκπέμπονται από τα περισσότερα ραδιενεργά στοιχεία.
- Όπως οι ακτινογραφίες, και οι δύο χρησιμοποιούνται στην ιατρική, στις εξετάσεις απεικόνισης και στις θεραπείες για τη θεραπεία ασθενειών όπως ο καρκίνος.



Ακτίνες Γάμμα

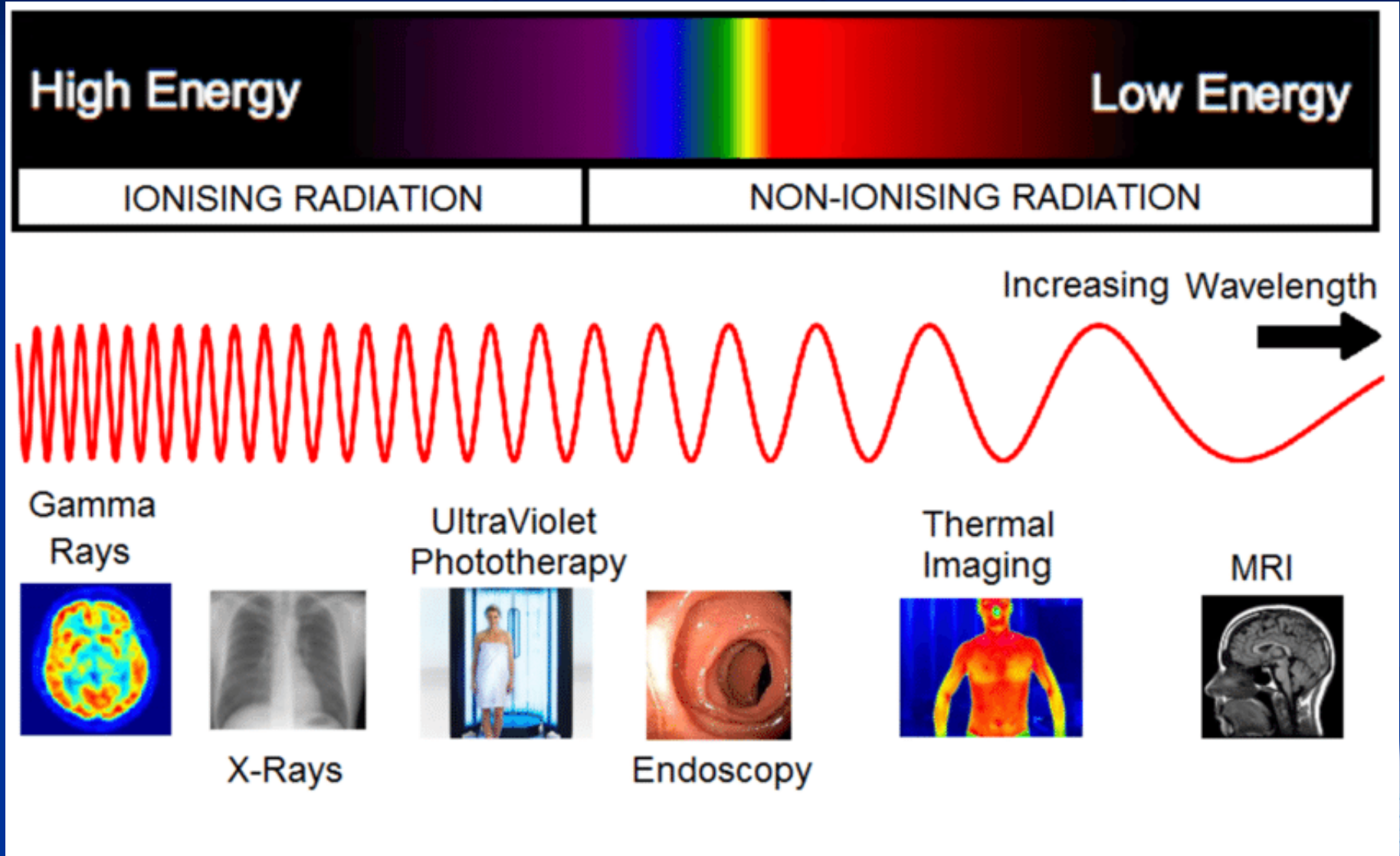
- Οι περιστασιακές βίαιες εκρήξεις ακτινών γάμμα δεν είναι ασυνήθιστες στον ουρανό.
- Υπάρχουν διάφοροι τύποι που διαρκούν από δευτερόλεπτα έως ώρες. Ένα πρόβλημα είναι να καθορίσουν την ακριβή θέση τους για να προσδιορίσουν το είδος των αντικειμένων που παράγουν την ακτινοβολία.
- Οι αστρονόμοι τείνουν να τα συσχετίζουν με τη συγχώνευση διπλών αστεριών, κάτι που μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας μαύρης τρύπας.



Η «άποψη» του Fermi των πηγών ακτινών γάμμα του «ουρανού»



Χρήσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην Ιατρική



Χρήση ραδιοκυμάτων

- Μαγνητικός συντονισμός, διάγνωση μαλακών ιστών



MRI Ανθρώπινη
καρδιά



MRI Κανονικό
γόνατο

Χρήση ακτίνων X

- Ακτινογραφίες και αξονική τομογραφία (CAT scan)



X-ray



CAT Κανονικό
Γόνατο

Χρήση ακτίνων Γάμμα

- Εξετάσεις απεικόνισης και θεραπείες για τη θεραπεία ασθενειών όπως ο καρκίνος. (PET scan)



Ευχαριστώ πολύ
για τη προσοχή
σας!!

