

Αστρονομία πέρα από το ορατό

Beatriz García, Ricardo Moreno

International Astronomical Union

ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Colegio Retamar de Madrid, Spain



Στόχοι

- Εμφάνιση φαινομένων πέρα από το ορατό, π.χ. η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που εκπέμπεται από ουράνια σώματα, αλλά μη ανιχνεύσιμο από το ανθρώπινο μάτι.
- Πραγματοποίηση αρκετών απλών πειραμάτων για τον προσδιορισμό της ύπαρξης εκπομπής στις περιοχές με το μήκους κύματος όπως τα ραδιοκύματα, υπέρυθρο φως, υπεριώδη ακτινοβολία, μικροκυμάτων και ακτινών Χ.



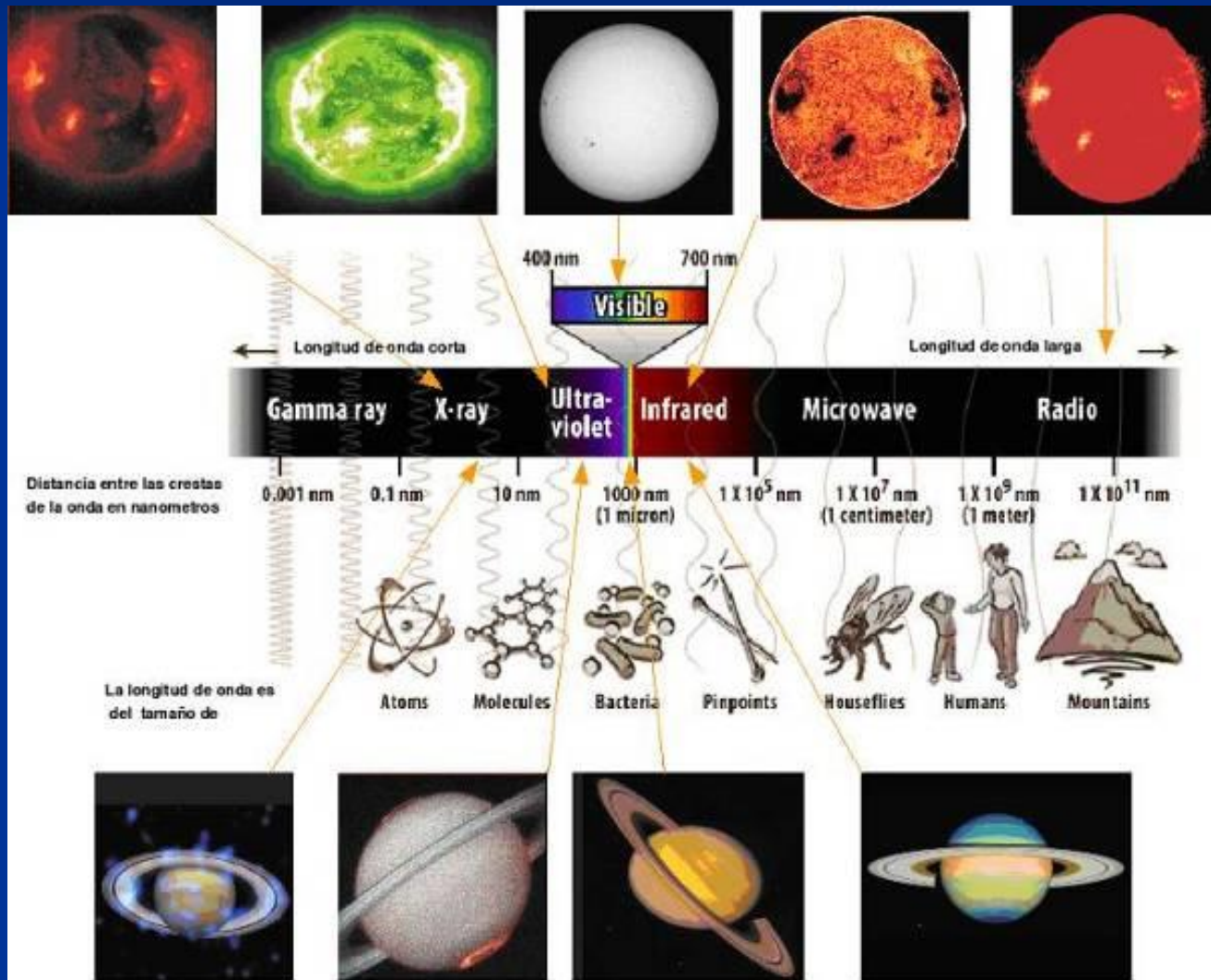
Παρουσίαση

- 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.

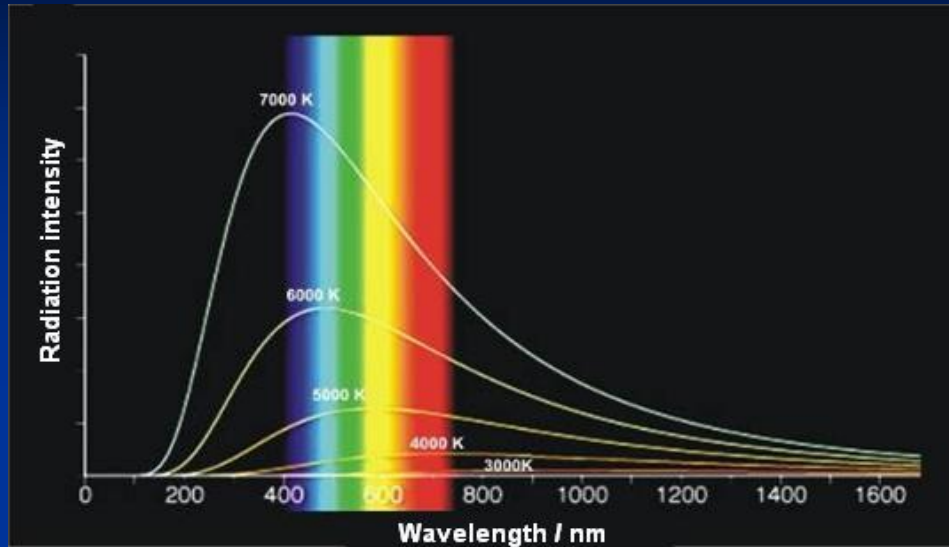


Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

Όλα τα μήκη κυμάτων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



Ακτινοβολία Μέλαν σώματος



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

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

Υπάρχει η λ_{\max} στην οποία η ένταση της ακτινοβολίας είναι η μέγιστη. Αυτή η λ_{\max} εξαρτάται από τη θερμοκρασία

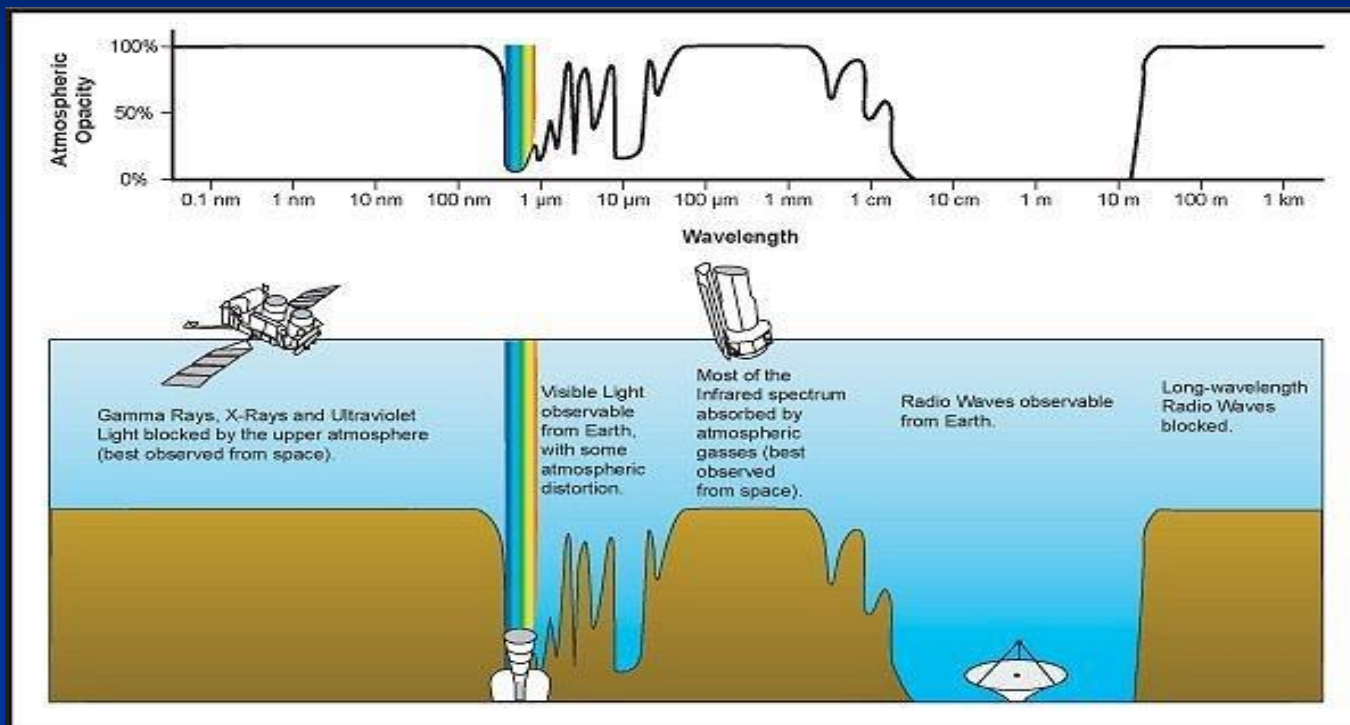
$$\lambda_{\max} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

Νόμος του Wien



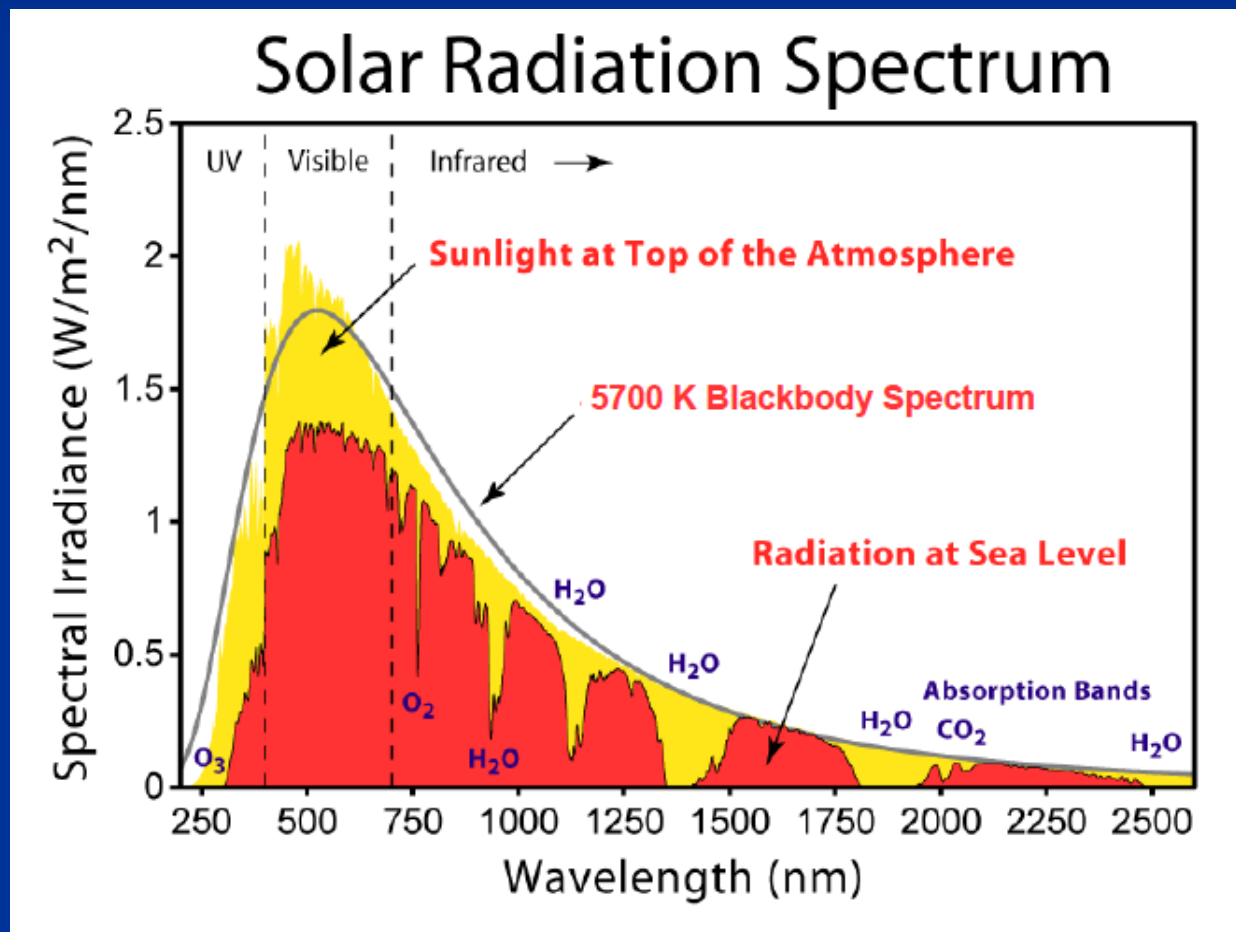
Ηλιακή ακτινοβολία

Παράθυρα για διαφορετικές ενεργειακές περιοχές



Η ατμόσφαιρα της Γης είναι αδιαφανής στα περισσότερα μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Μπορούμε να ανιχνεύσουμε τις υψηλές ενέργειες από το διάστημα και οι χαμηλές ενέργειες απαιτούν ειδικούς ανιχνευτές.

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



Γνωρίζουμε ότι η λ_{\max} για την οποία η ακτινοβολία ή η εκπομπή είναι μέγιστη εξαρτάται από τη θερμοκρασία T , αλλά δεν χρειάζεται να βρίσκεται σε μια ορατή περιοχή του φάσματος

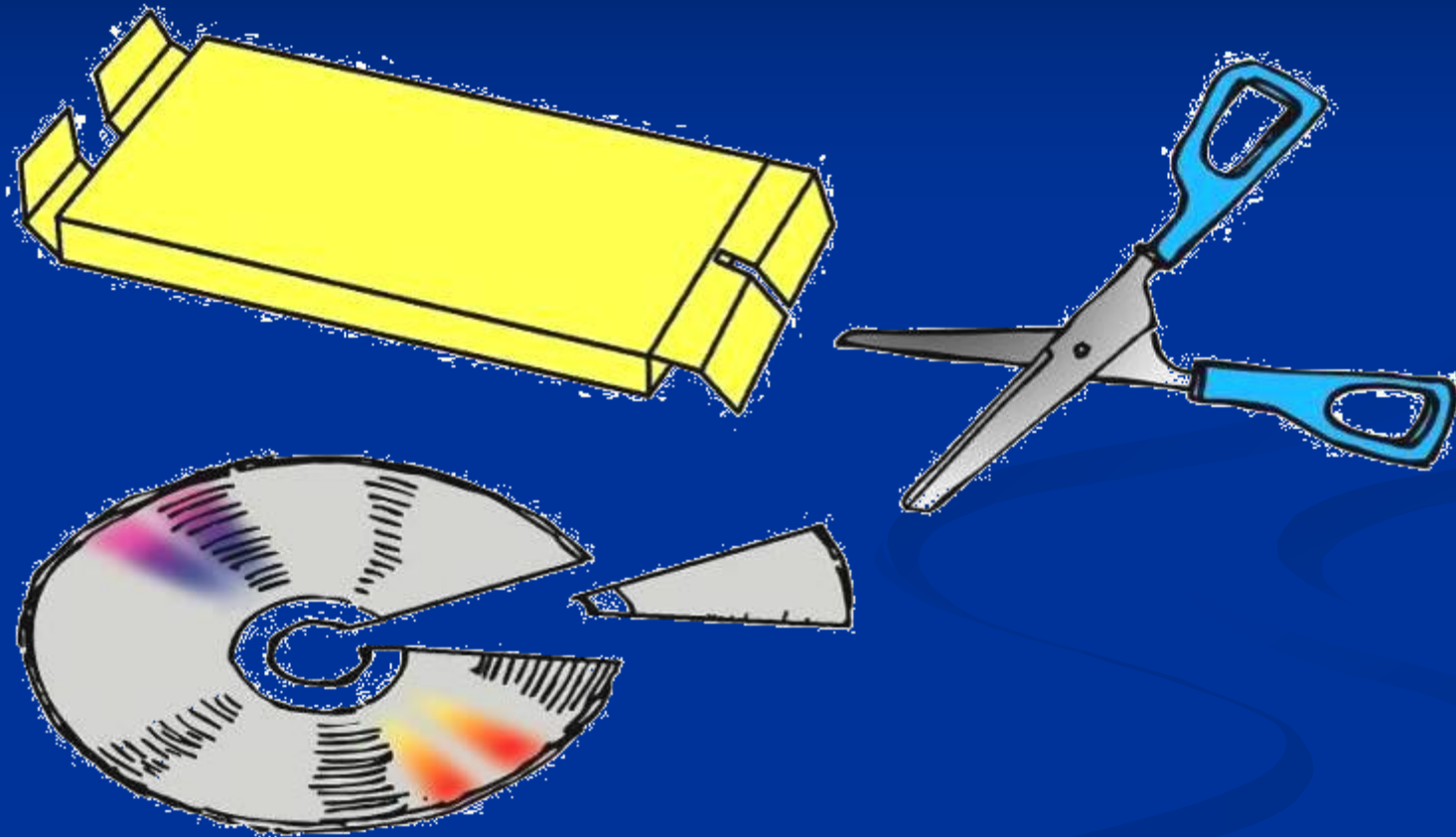


Για παράδειγμα, το ανθρώπινο σώμα έχει θερμοκρασία $T = 273 + 37 = 310$ K. και εκπέμπει στο μέγιστο $\lambda_{\max} = 9300$ nm.

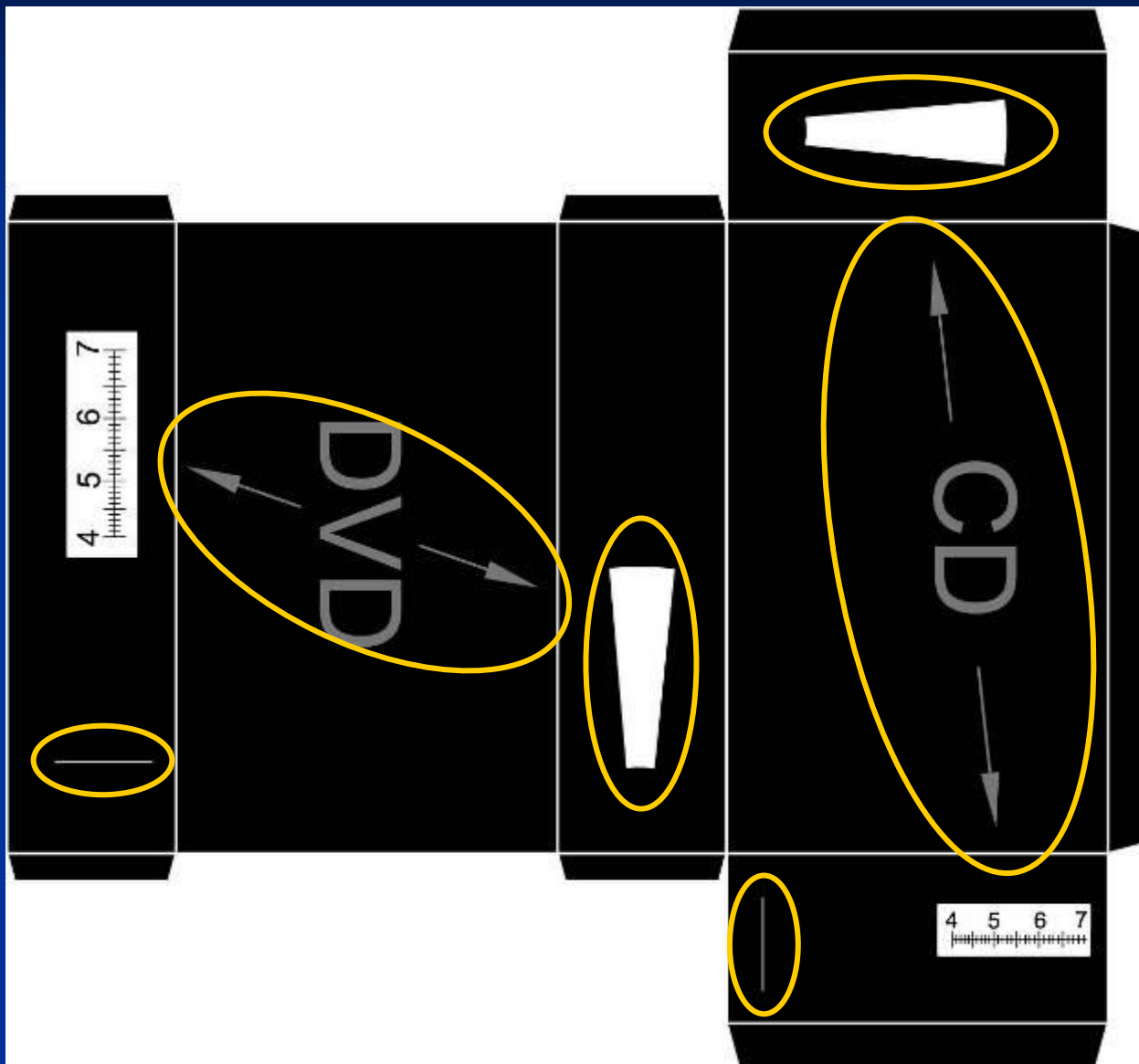
Οι συσκευές νυχτερινής όρασης χρησιμοποιούν το λ_{\max} .



Δραστηριότητα 1: Δημιουργία φασματομέτρου



Δραστηριότητα 1: Δημιουργία φασματομέτρου



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

Δραστηριότητα 1: Δημιουργία φασματομέτρου



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

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

Δραστηριότητα 1: Δημιουργία φασματομέτρου



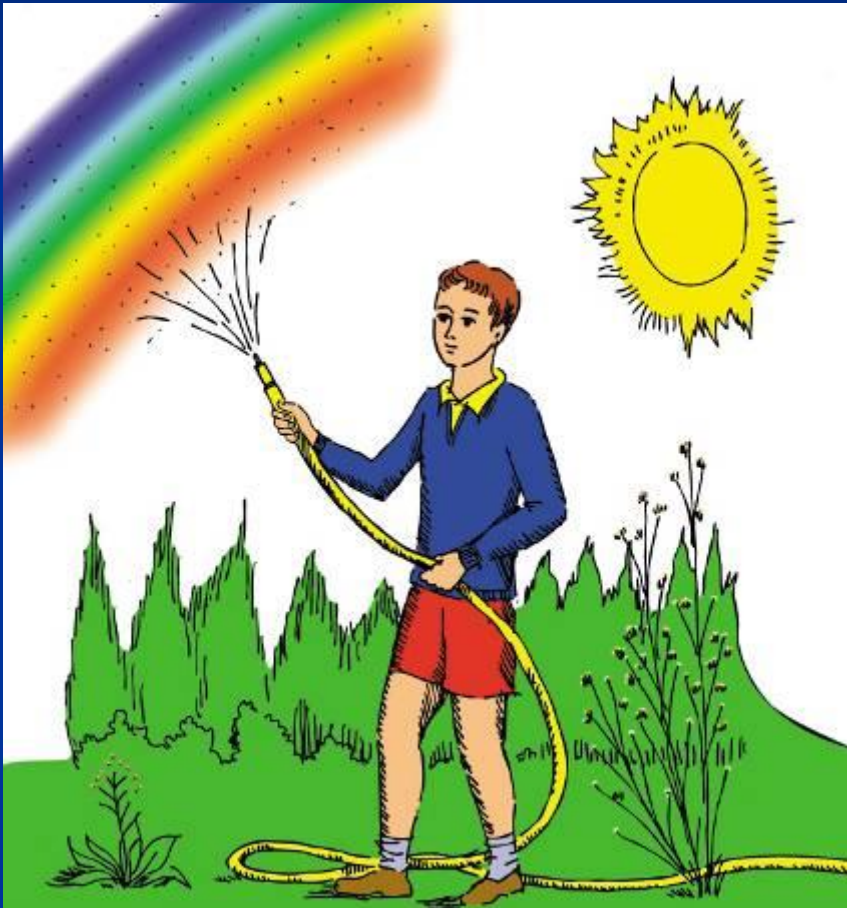
Η μαύρη
επιφάνεια
διπλώνεται στο
εσωτερικό.



Να συγκρίνετε
τα φάσματα
λαμπτήρων
πυράκτωσης,
φθορίου
και οδικών.



Δραστηριότητα 2: Αποσύνθεση του φωτός του ήλιου

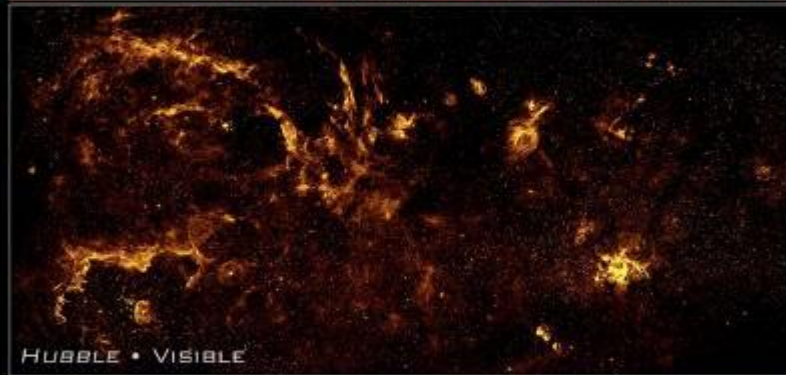


Τα παιδιά μπορούν να αναλύσουν το ηλιακό φως και να φτιάξουν το ουράνιο τόξο.

Χρειάζονται ένα λάστιχο με λεπτό στόμιο.

Πρέπει να έχουν την πλάτη τους στον Ήλιο.

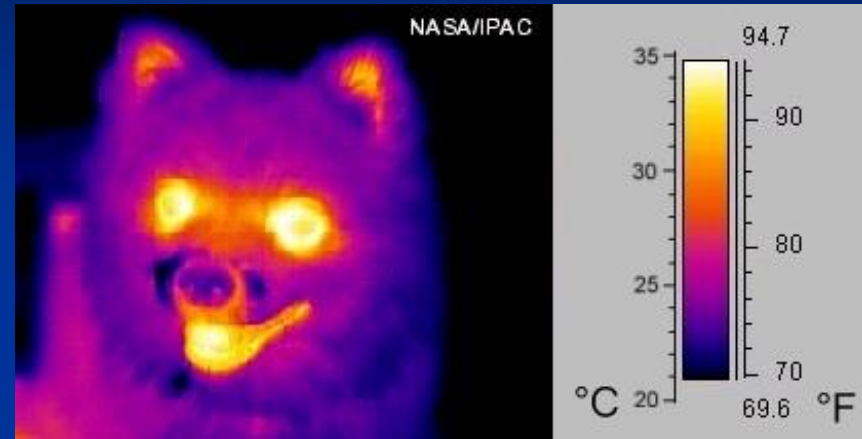
Άλλες περιοχές του φάσματος



- 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.

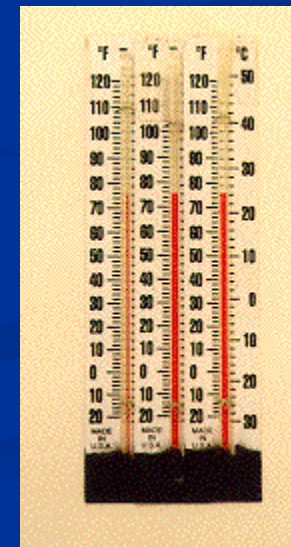
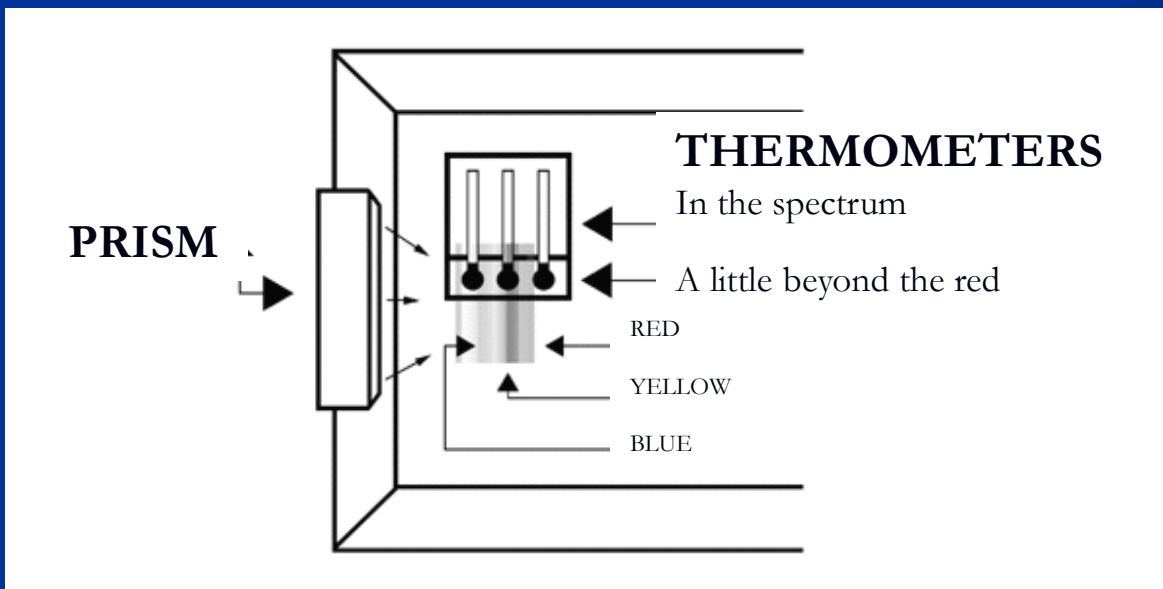
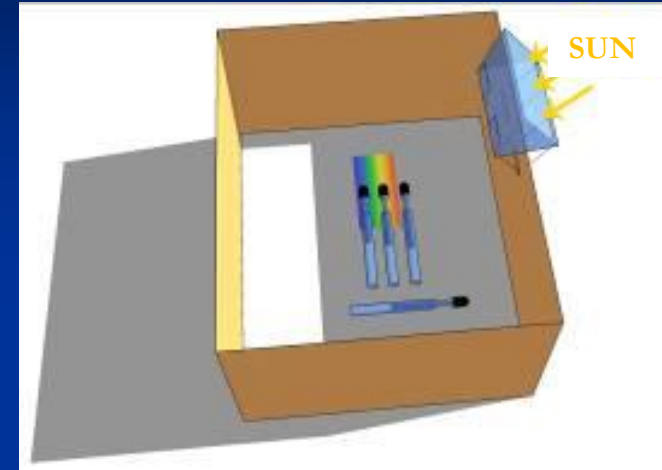
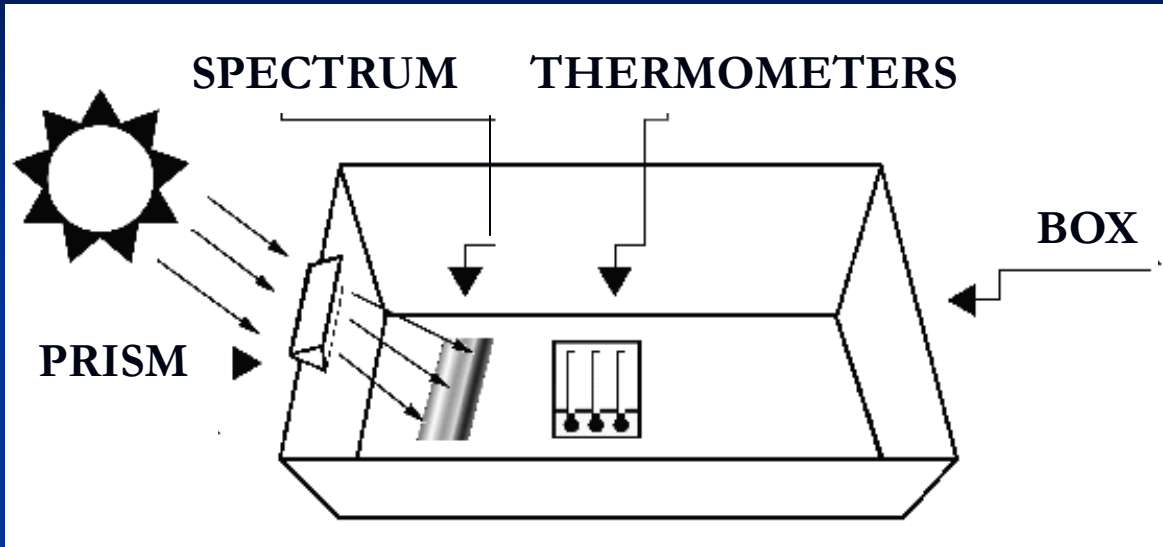


Δραστηριότητα 3: Πείραμα Herschel

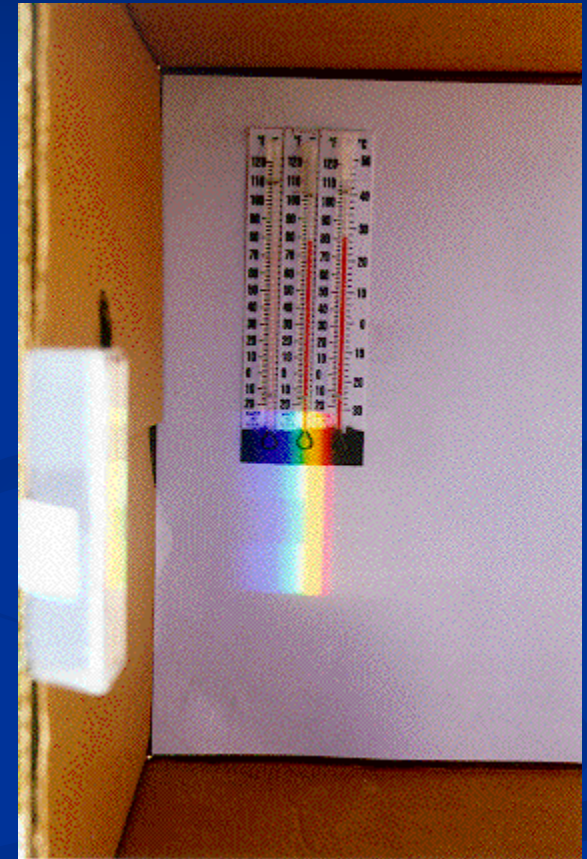
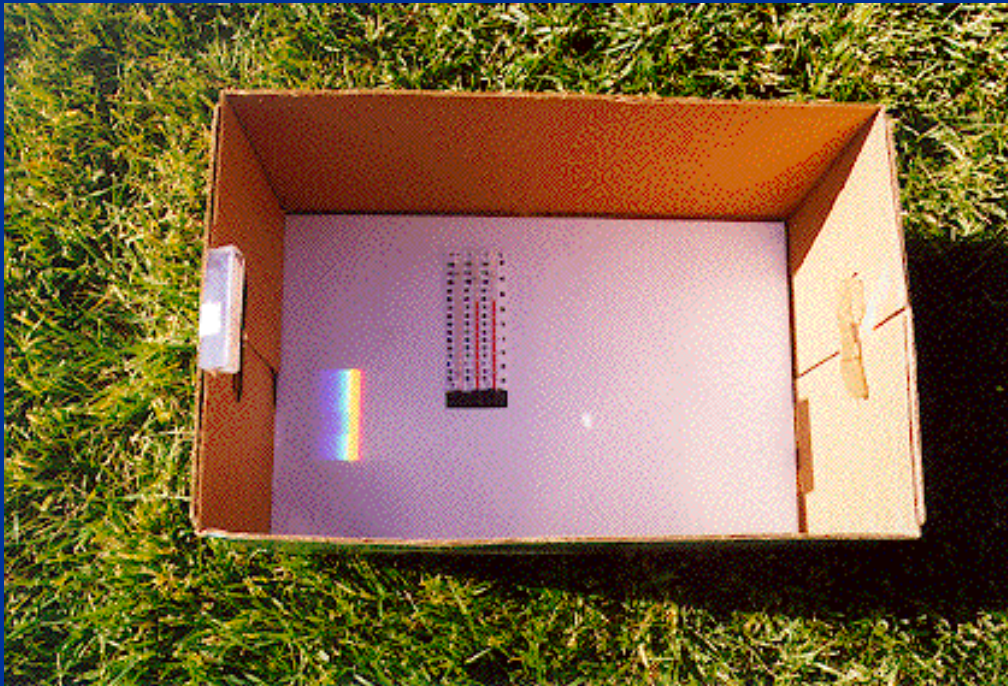


- Το 1800, ο Herschel ανακάλυψε το υπέρυθρο στο φως του ήλιου.

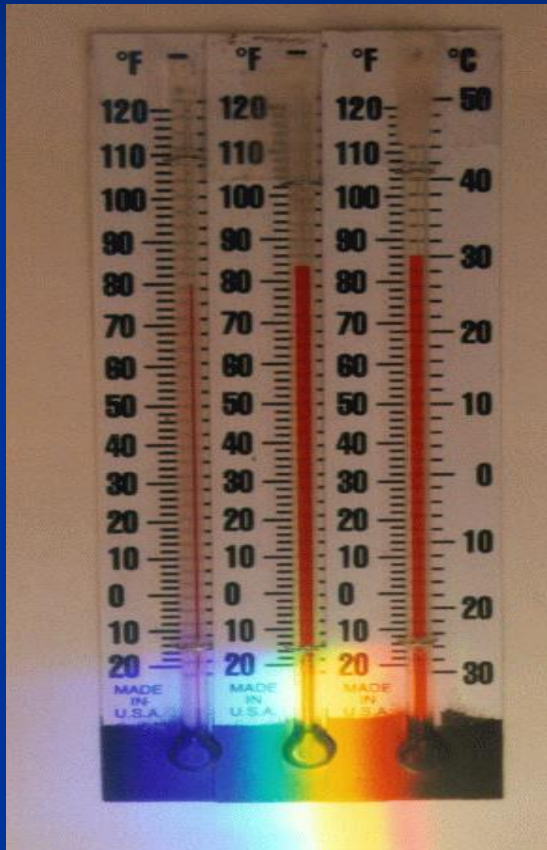
Δραστηριότητα 3: Πείραμα Herschel



Δραστηριότητα 3: Πείραμα Herschel



Δραστηριότητα 3: 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 | | | | |

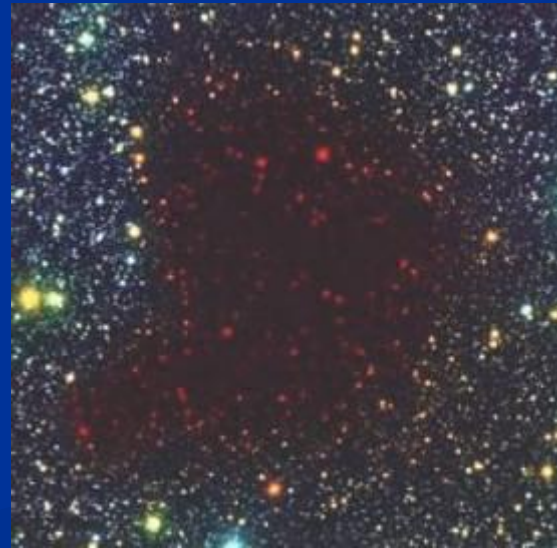
Δραστηριότητα 4: Ανίχνευση υπέρυθρης ακτινοβολίας με τηλέφωνο

- 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

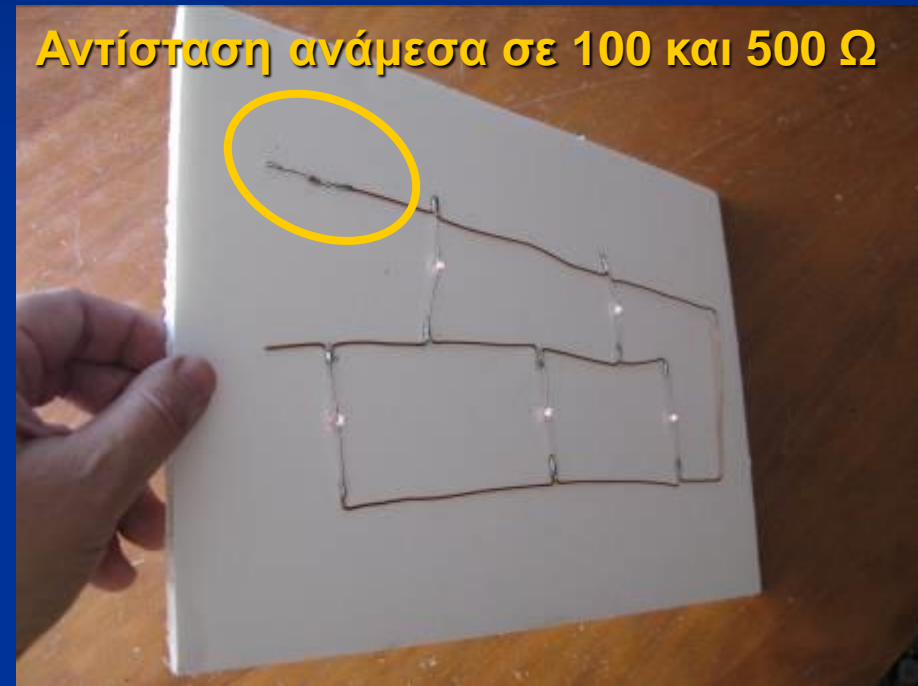
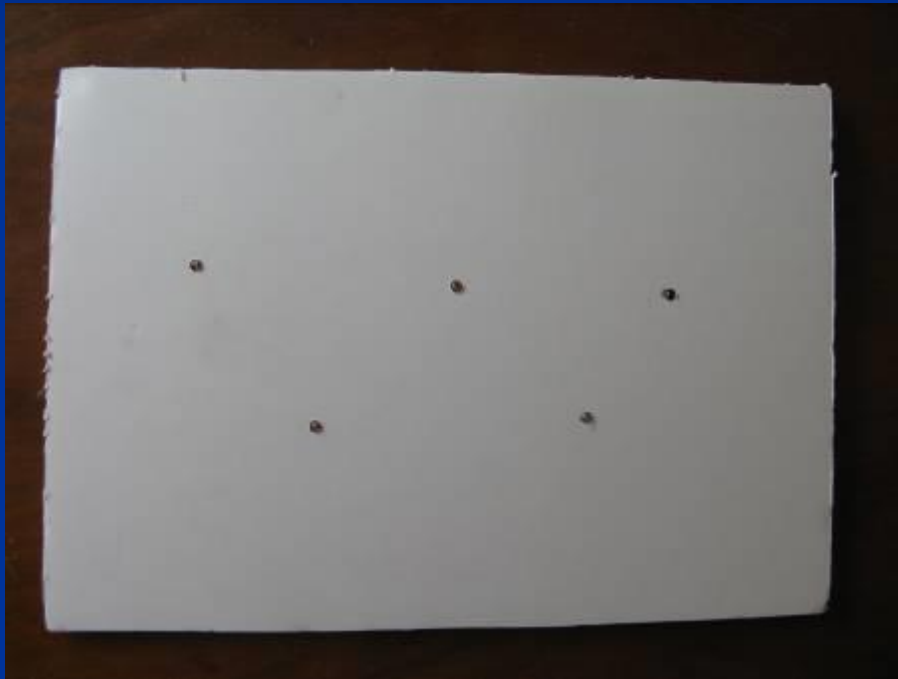


Δραστηριότητα 5: Ανίχνευση του υπεριώδους φωτός λαμπτήρα

- 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 6: Αστερισμός με IR LEDs



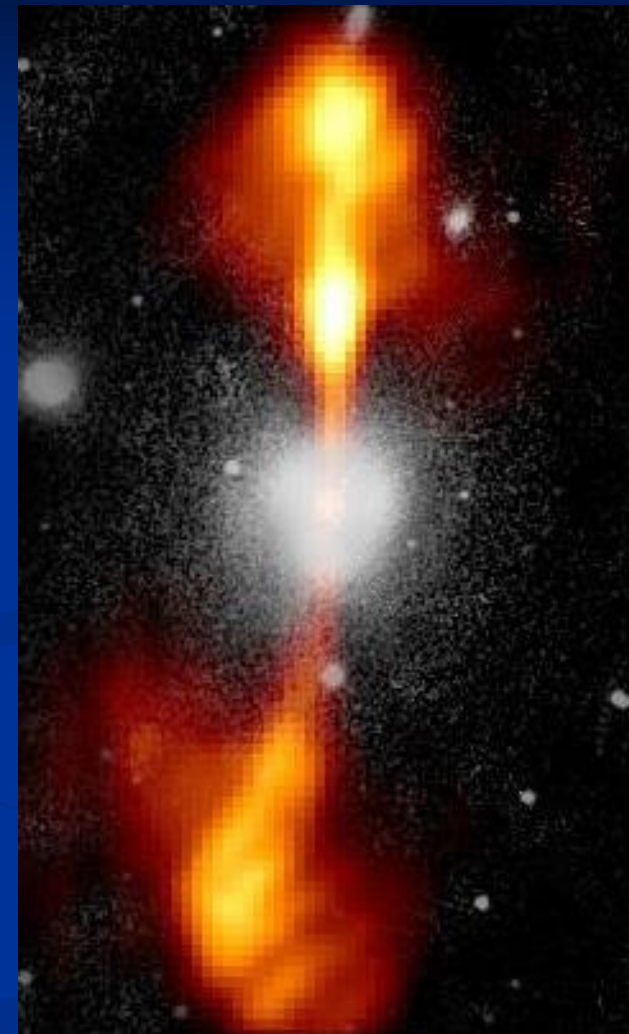
Cassiopeia with IR LEDs.

Δραστηριότητα 7: Αστερισμός με τηλεχειριστήρια

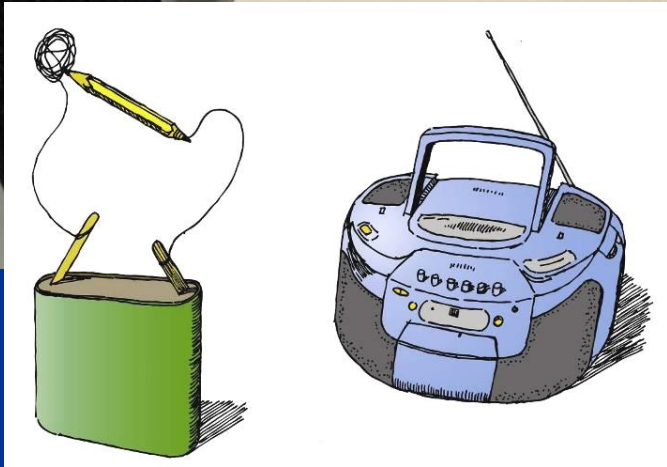
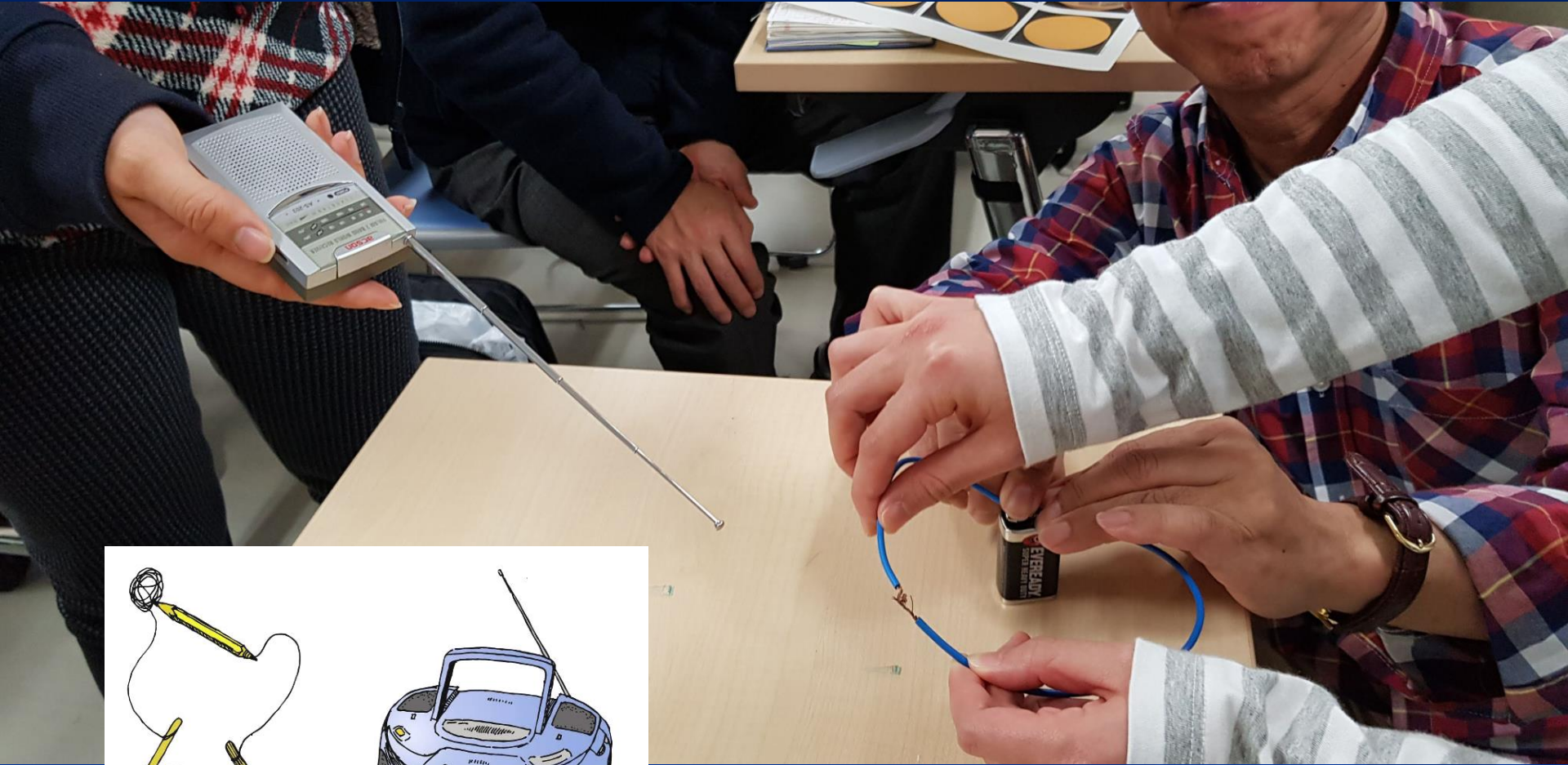


Εμπομπή ραδιοκυμάτων

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



Δραστηριότητα 8: Παραγωγή ραδιοκυμάτων



Υπεριώδης ακτινοβολία

- Τα υπεριώδη φωτόνια έχουν υψηλότερες ενέργειες από αυτές του ορατού φωτός.
- Η υπεριώδης ακτινοβολία καταστρέφει τους χημικούς δεσμούς μεταξύ οργανικών μορίων.
- Σε υψηλές δόσεις, η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να αποβεί μοιραία για τη ζωή.
- Η ακτινοβολία UV-C απορροφάται από το ατμοσφαιρικό όζον.



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 στο 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)

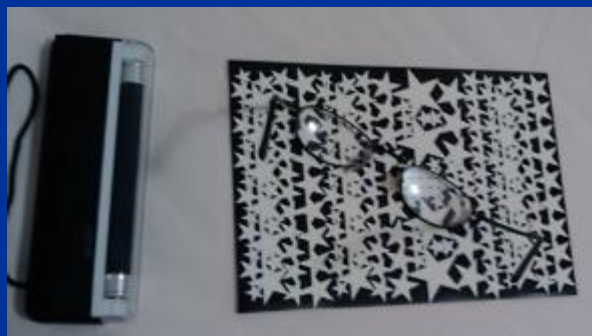
Δραστηριότητα 9: Μαύρο φως (UV)

- Ανιχνευτής πλαστών τραπεζογραμματιών και δελτίων ταυτότητας.



Δραστηριότητα 10: φίλτρο υπεριώδους ακτινοβολία

- Οι μαύροι λαμπτήρες είναι ανιχνευτές για ψεύτικα χρήματα.
- Φθορίζον υλικό (αντιδρά στο υπεριώδες φως).
- Κοινό γυαλί και γυαλιά (χωρίς οργανικά γυαλιά, επειδή είναι πλαστικά): Ανάλογα με τον τύπο του γυαλιού, απορροφάται μέρος ή όλο το UV, το πλαστικό δεν το απορροφά.



Φθορίζον υλικό και γυαλιά, φωτισμένο με λευκό φως.



Το ίδιο υλικό και γυαλιά αλλά να φωτίζεται με υπεριώδες φως.



Σκιά των γυαλιών στο υλικό

Δραστηριότητα 10: φίλτρο υπεριώδους ακτινοβολίας

Το στρώμα του όζοντος δημιουργείται από την αλληλεπίδραση μεταξύ φωτός και



Ταυτόχρονα το O_3 φιλτράρει την υπεριώδη ακτινοβολία:



Αυτή είναι η σωστή ισορροπία για την ανάπτυξη της ζωής.



Είναι σημαντικό να χρησιμοποιείτε ειδικά γυαλιά ηλίου για να αποφύγετε βλάβη στον αμφιβληστροειδή! (με φίλτρο UV)



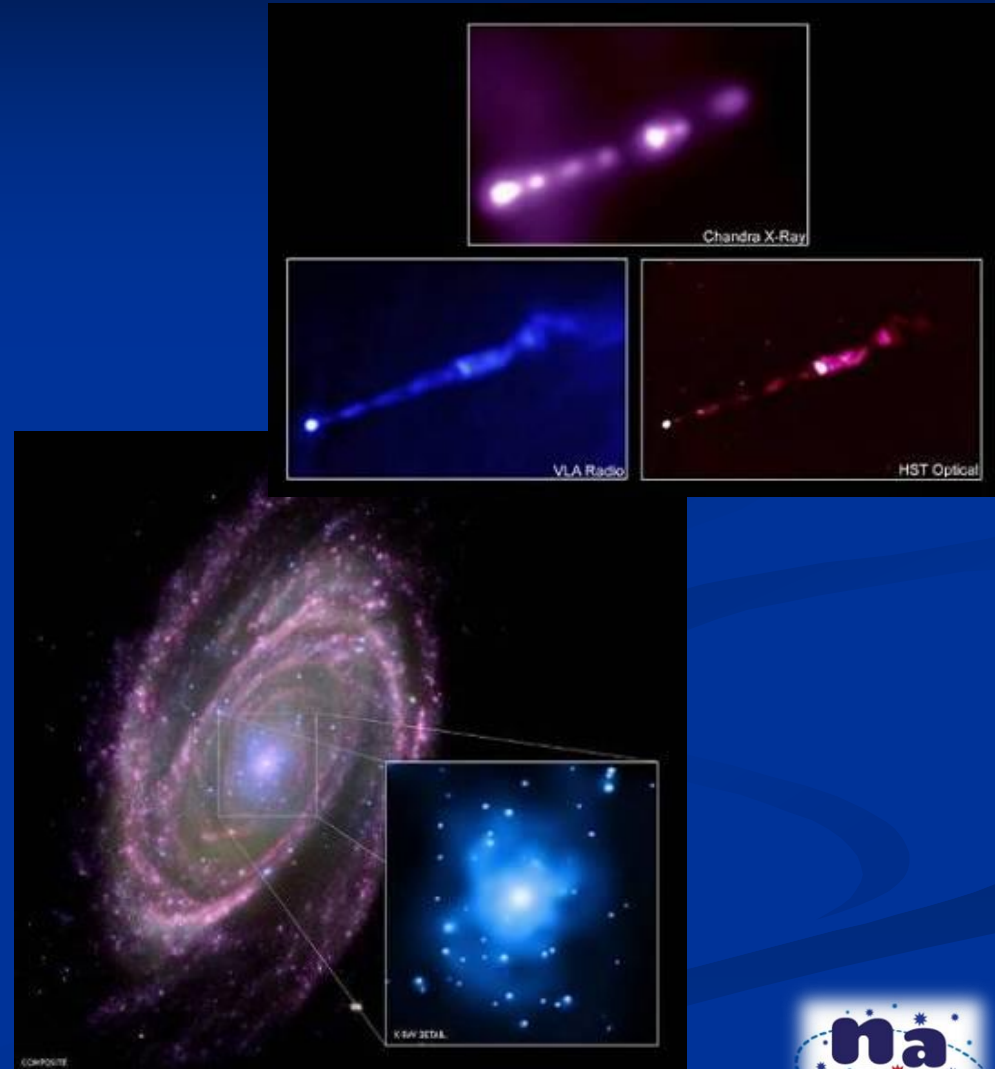
X-rays

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



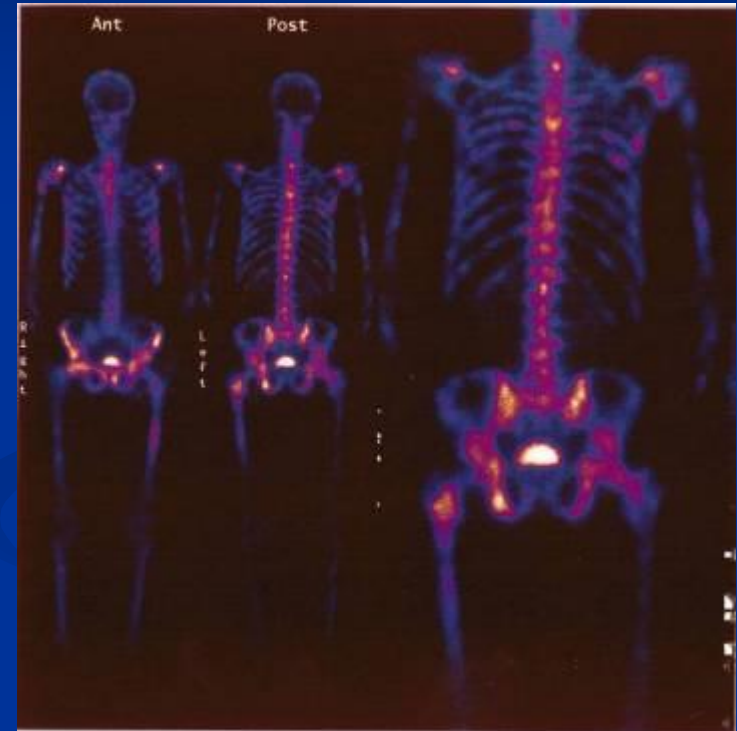
X-rays

- 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.



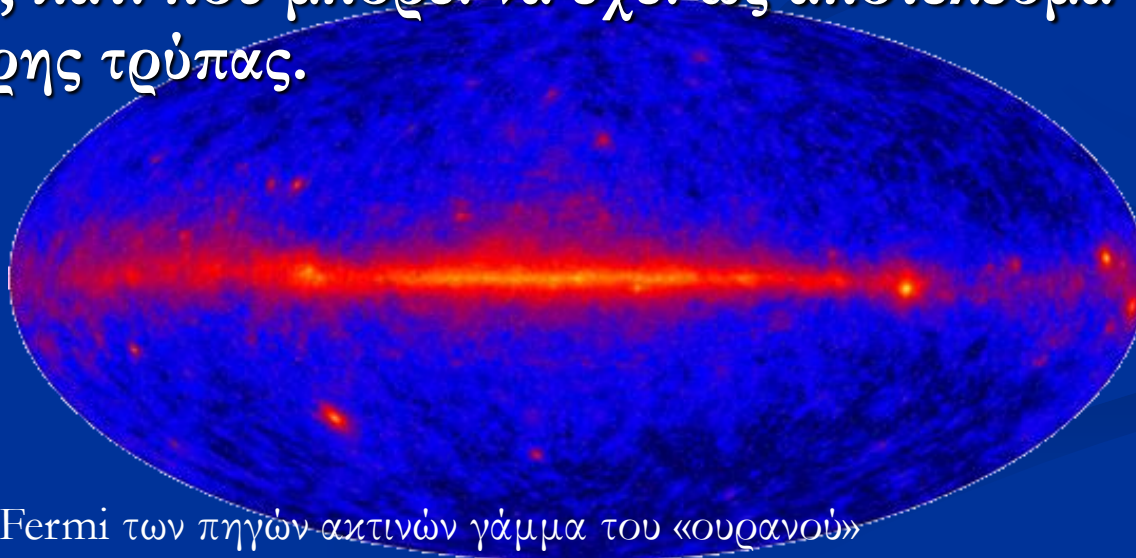
Ακτίνες Γαμμα

- 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

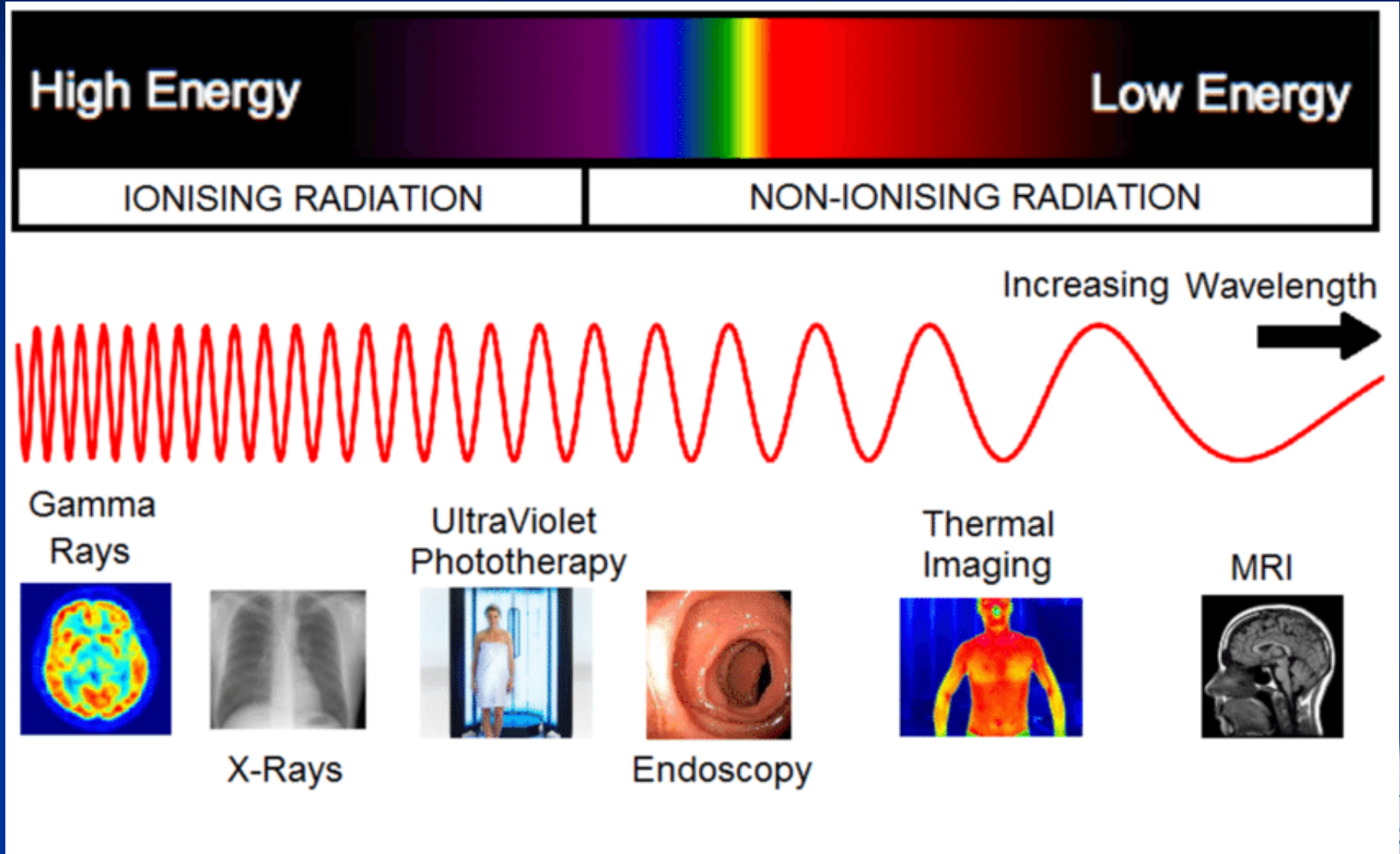
- Οι περιστασιακές βίαιες εκρήξεις ακτινών γάμμα δεν είναι ασυνήθιστες στον ουρανό.
- Υπάρχουν διάφοροι τύποι που διαρκούν από δευτερόλεπτα έως ώρες. Ένα πρόβλημα είναι να καθορίσουν την ακριβή θέση τους για να προσδιορίσουν το είδος των αντικειμένων που παράγουν την ακτινοβολία.
- Οι αστρονόμοι τείνουν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



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

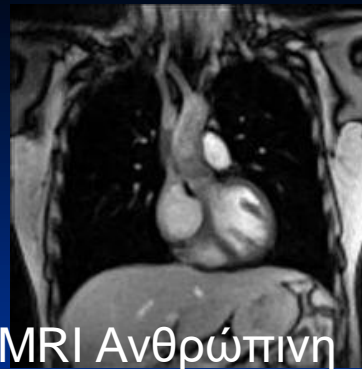


Χρήσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην Ιατρική



Χρήση ραδιοκυμάτων

- Μαγνητικός συντονισμός, διάγνωση μαλακών ιστών



MRI Ανθρώπινη καρδιά



MRI Κανονικό γόνατο

Χρήση ακτίνων X

- Ακτινογραφίες και αξονική τομογραφία (CAT scan)



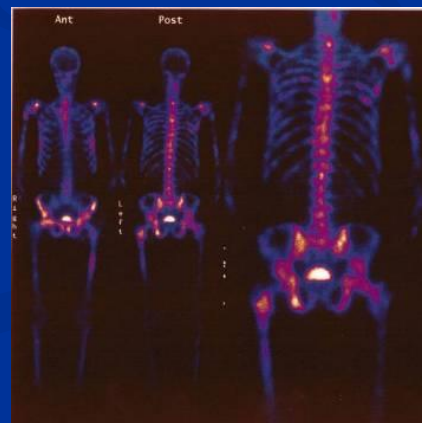
X-ray



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!!

