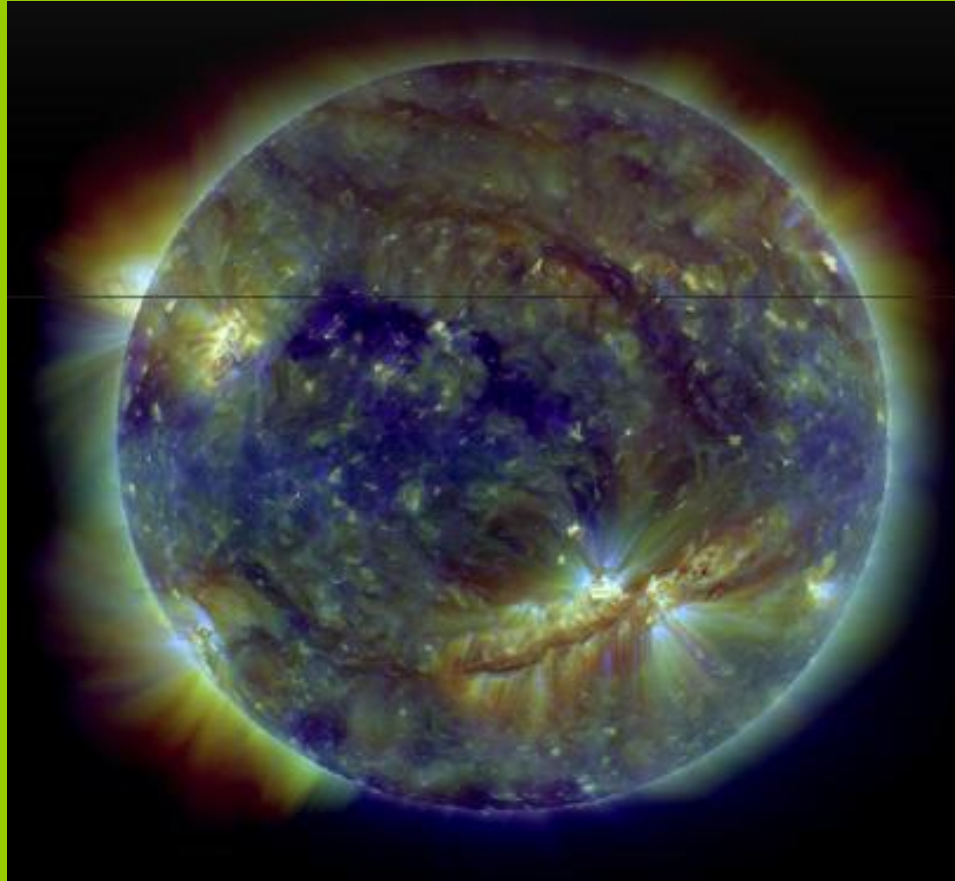


5. Ακτινοβολία και Φάσμα

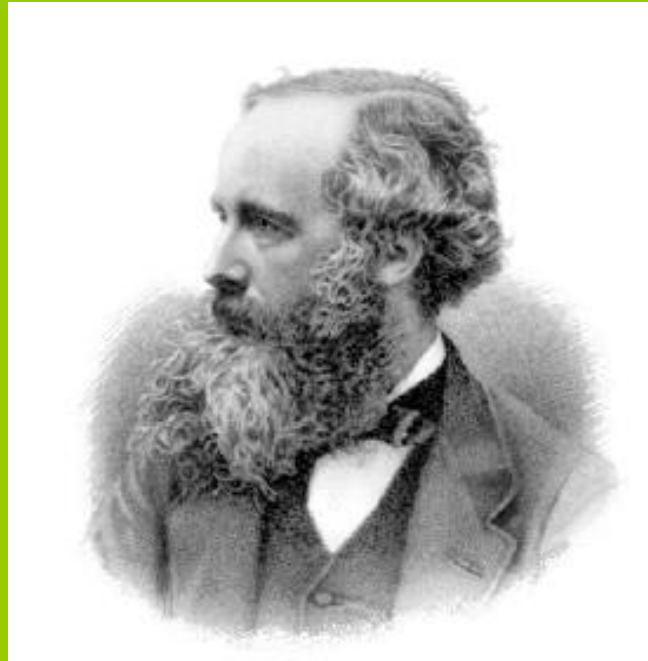
Η. Γαβρίλης

Ο Ήλιος στο υπεριώδες



- Αυτή η φωτογραφία του Ήλιου ελήφθη σε αρκετά διαφορετικά μήκη κύματος στο υπεριώδες φως, το οποίο, τα μάτια μας δεν μπορούν να δουν. Στη συνέχεια τα χρώματα κωδικοποιήθηκαν ώστε να απεικονίζουν την ενεργότητα της επιφάνειας του Ήλιου η οποία δεν μπορεί να παρατηρηθεί στο ορατό φως. Είναι συνεπώς σημαντικό να παρατηρούμε τον Ήλιο και άλλα αστρονομικά αντικείμενα σε μήκη κύματος πέρα από το ορατό. Η photo ελήφθη από δορυφόρο πάνω από την ατμόσφαιρα της Γης-πράγμα αναγκαίο- αφού η ατμόσφαιρα απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας που έρχεται απ' το Διάστημα.

James Clerk Maxwell



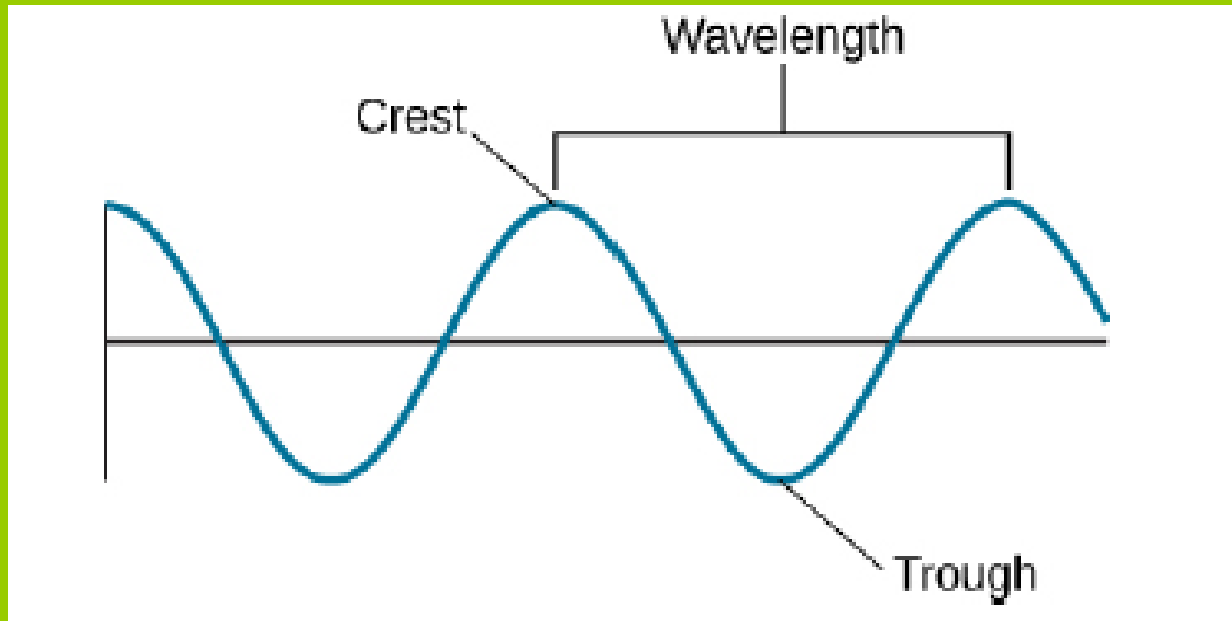
- Ο Maxwell ενοποίησε τους νόμους του Ηλεκτρισμού και του Μαγνητισμού, σε μία ενιαία και συνεκτική θεωρία.

Δημιουργία Κυμάτων



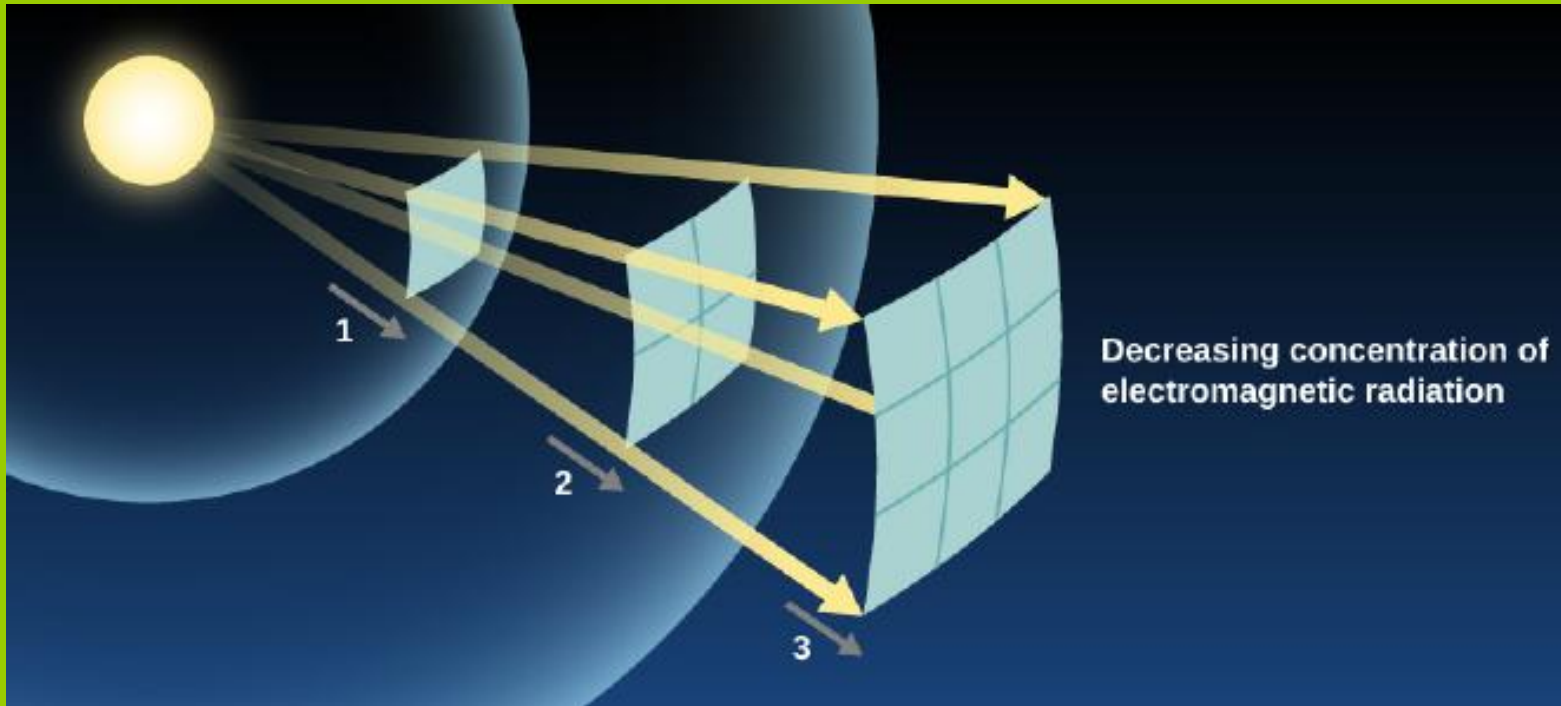
- Μια ταλάντωση στο νερό της λίμνης, δημιουργεί μια εκτεινόμενη διαταραχή που ονομάζεται κύμα.

Χαρακτηρίζοντας τα Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα



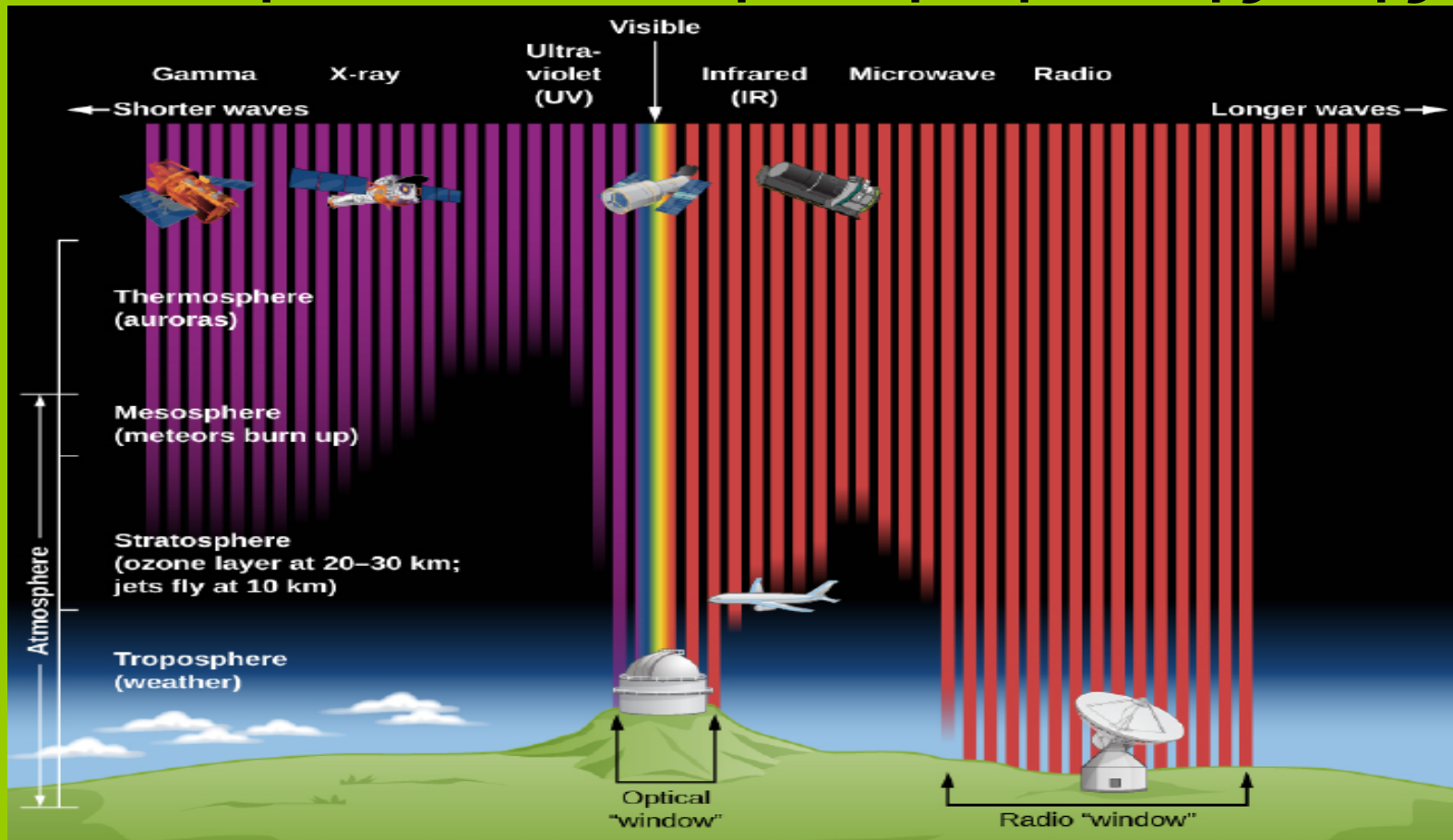
- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει κυματικά χαρακτηριστικά. Μήκος κύματος (λ) είναι η απόσταση μεταξύ κορυφών (μεγίστων) ή πυθμένων (ελαχίστων). Συχνότητα (f) είναι ο αριθμός των κύκλων ανά δευτερόλεπτο (s^{-1}). Ταχύτητα (c) είναι η απόσταση που το κύμα διανύει σε ορισμένο χρόνο δια του χρόνου αυτού (πχ Km/s).

Ο Νόμος του αντιστρόφου τετραγώνου για το φως.



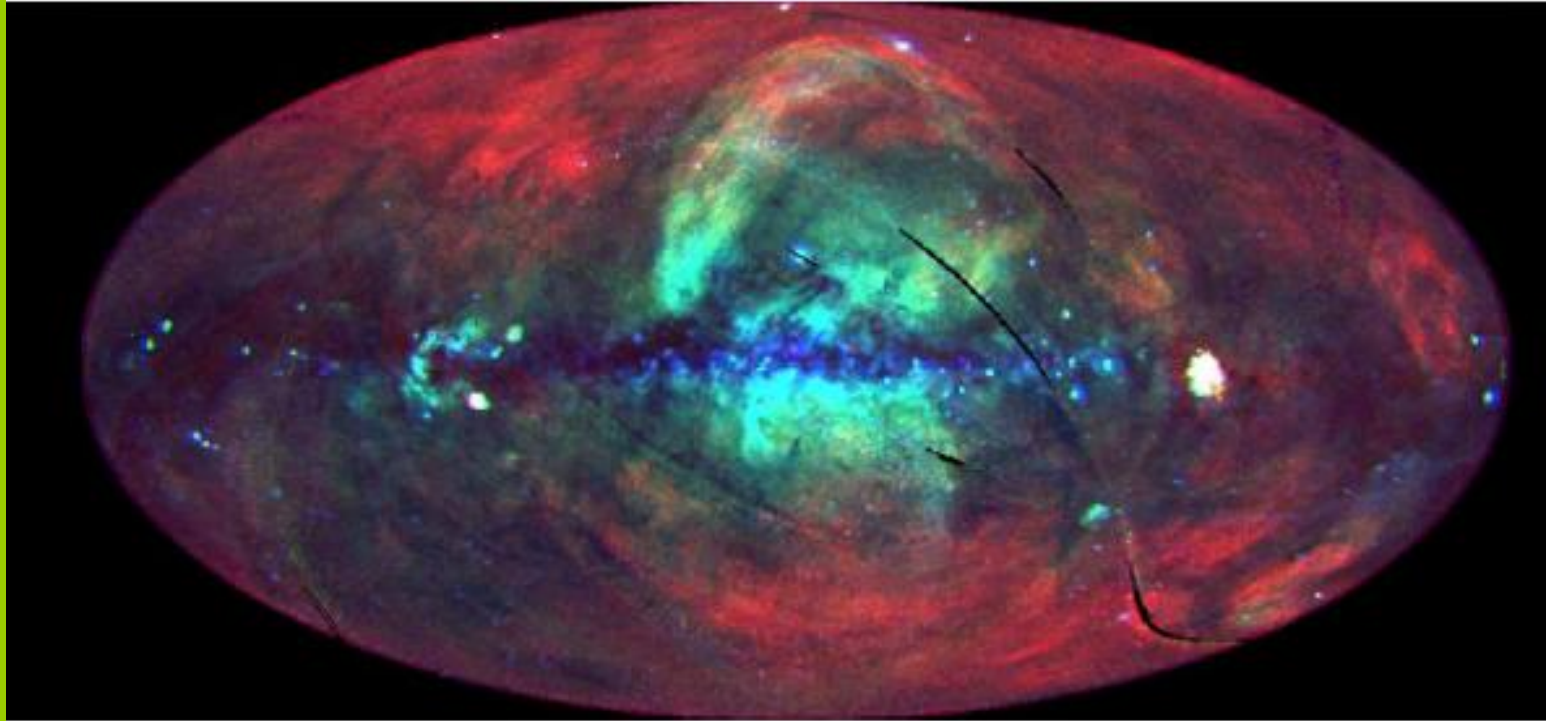
- Καθώς η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εκπέμπεται σφαιρικά από την πηγή φωτός, διασπείρεται κατά τέτοιον τρόπο ώστε η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας (που περνά από τα μικρά τετράγωνα στη photo) μειώνεται ανάλογα με το αντίστροφο τετράγωνο ($\sim 1/R^2$) της απόστασης από την πηγή φωτός.

Ακτινοβολία και Ατμόσφαιρα της Γης



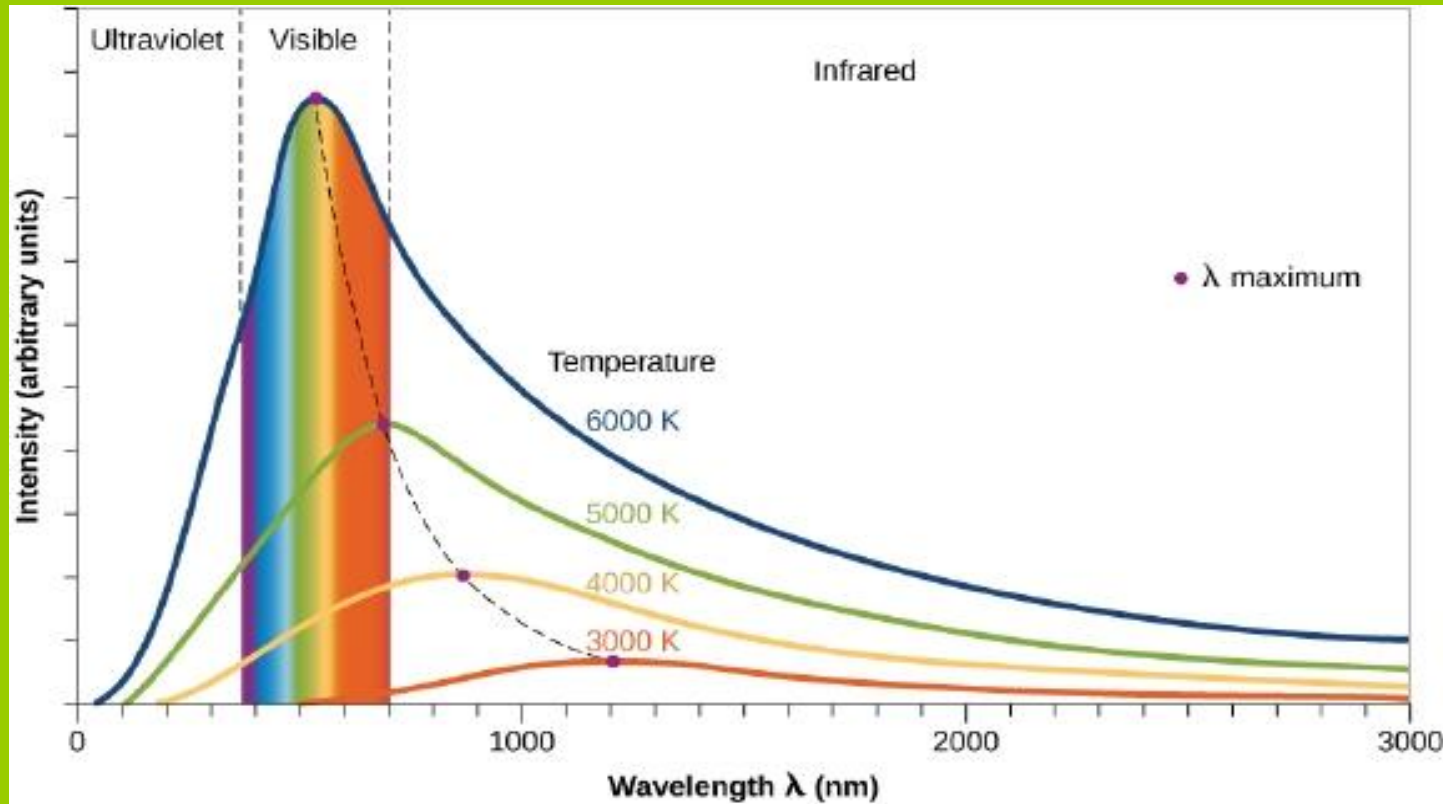
- Στην εικόνα φαίνονται οι ζώνες του Ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και πως αυτά διαδίδονται μέσα από την ατμόσφαιρα της Γης. Παρατηρούμε ότι τα υψηλής συχνότητας κύματα από το διάστημα, δεν διαδίδονται μέχρι την επιφάνεια της Γης και συνεπώς πρέπει να παρατηρηθούν από το διάστημα. Μερικά υπέρυθρα και μικροκύματα απορροφώνται από τους υδρατμούς, και συνεπώς παρατηρούνται καλύτερα σε μεγάλα υψόμετρα.

X-Ray Sky



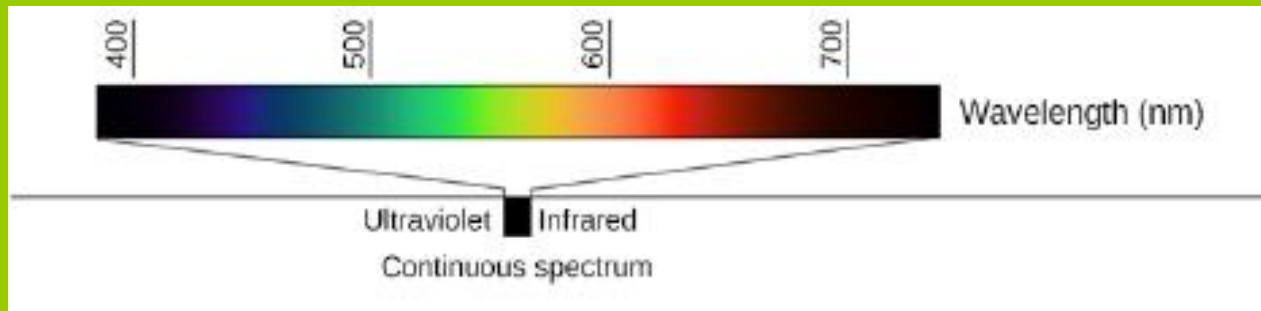
- Στην εικόνα φαίνεται ένας χάρτης του ουρανού, σχεδιασμένος με ορισμένους τύπους ακτίνων X (όπως φαίνεται πάνω απ' την ατμόσφαιρα της Γης). Ο χάρτης απεικονίζει τον ουρανό ώστε ο δίσκος του Γαλαξία μας (Milky Way) να διέρχεται κατά μήκος του κέντρου. Ο χάρτης σχηματίστηκε και χρωματίστηκε τεχνητά, από πληροφορίες που ελήφθησαν από τον Ευρωπαϊκό δορυφόρο ROSAT. Κάθε χρώμα (κόκκινο κίτρινο και μπλε) δείχνει ακτίνες X διαφορετικών συχνοτήτων ή ενεργειών. Για παράδειγμα, το κόκκινο σκιαγραφεί τη λάμψη αερίων από εκρηγνυόμενα άστρα στην κοσμική περιοχή μας. Το κίτρινο και το μπλε δείχνουν πιο απομακρυσμένες πηγές. (NASA)

Ακτινοβολία Μέλανος Σώματος



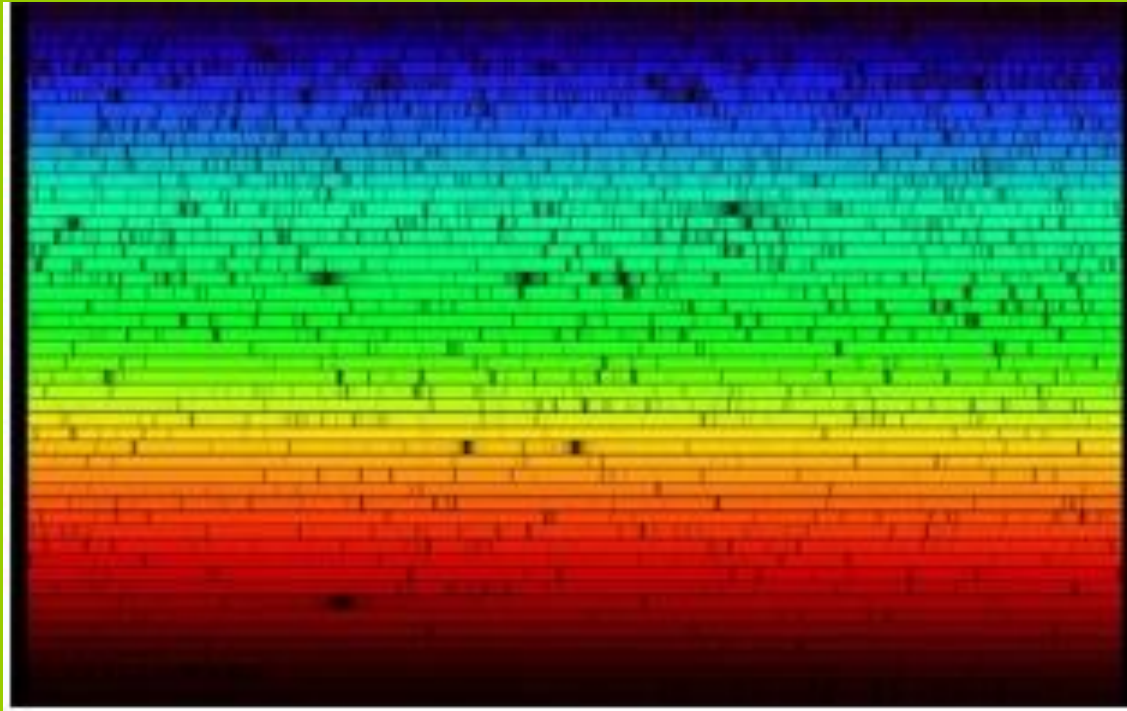
- Αυτό το γράφημα δείχνει σε αυθαίρετες μονάδες πόσα φωτόνια εκπέμπονται σε κάθε μήκος κύματος για αντικείμενα σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες. Τα μήκη κύματος που αντιστοιχούν στο ορατό φως φαίνονται από τις χρωματιστές ζώνες. Παρατηρήστε ότι σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες, περισσότερη ενέργεια (με τη μορφή φωτονίων) εκπέμπεται σε όλα τα μήκη κύματος. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία, τόσο μικρότερο είναι το μήκος κύματος στο οποίο επιτυγχάνεται η μέγιστη εκπομπή (λ_{max}). Αυτό είναι γνωστό ως νόμος του Wien.

Η δράση ενός πρίσματος



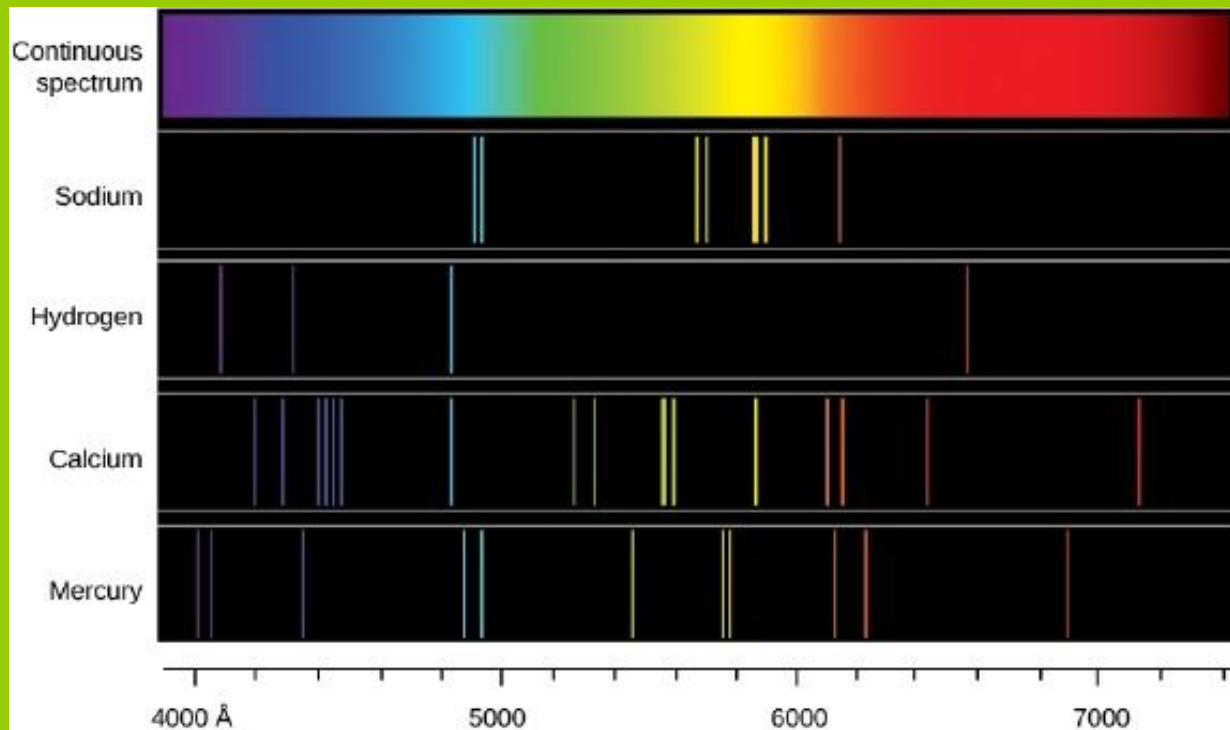
- Όταν μια ακτίνα λευκού φωτός περνάει μέσα από ένα πρίσμα, βλέπουμε ένα ουράνιο τόξο από χρώματα που ονομάζεται συνεχές φάσμα. Αν και δύσκολο να διακριθεί σε τυπωμένη μορφή, ένα συνεχές φάσμα περιέχει πολλές λεπτομερείς διαβαθμίσεις χρώματος καθώς το μάτι σκανάρει από το ένα άκρο (ιώδες) ως το άλλο άκρο (ερυθρό). ΙΩΔΕΣ – ΜΠΛΕ – ΠΡΑΣΙΝΟ – ΚΙΤΡΙΝΟ – ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ - ΚΟΚΚΙΝΟ

Ορατό Φάσμα του Ήλιου



- Το φάσμα του αστεριού μας διασχίζεται από σκοτεινές γραμμές που παράγονται από άτομα στην ηλιακή ατμόσφαιρα που απορροφούν φως σε ορισμένα μήκη κύματος.

Συνεχές και Γραμμικό Φάσμα από διαφορετικά χημικά στοιχεία



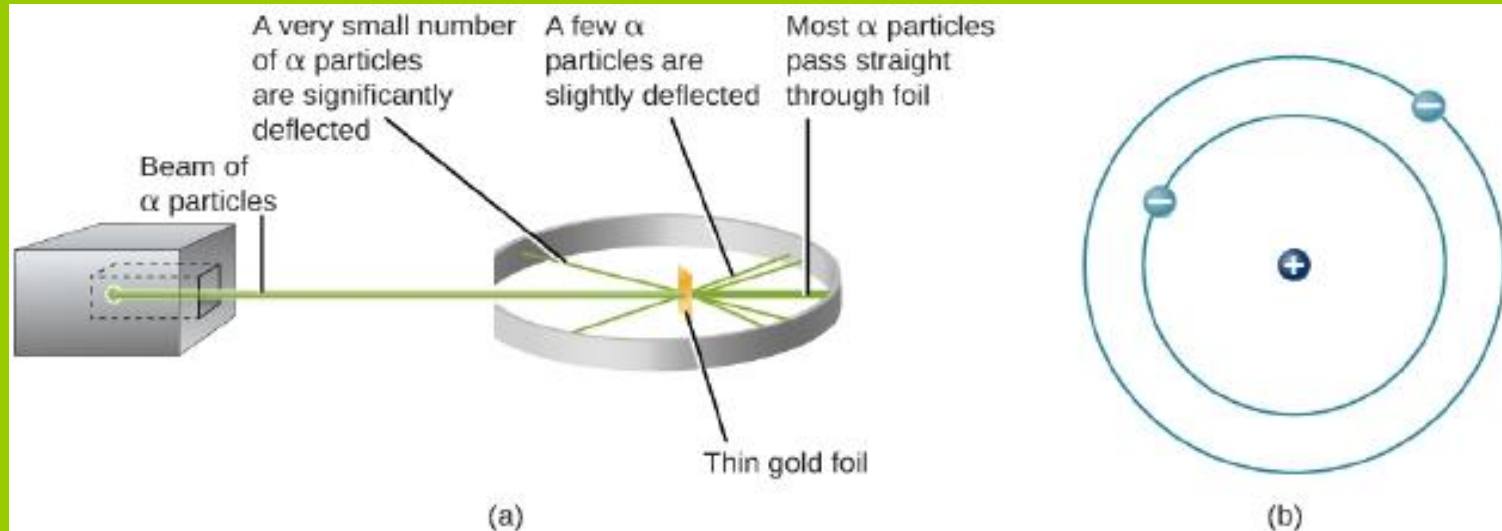
- Κάθε τύπος ακτινοβολούντος αερίου (κάθε στοιχείο) παράγει το δικό του μοναδικό μοτίβο γραμμών, έτσι ώστε η ταυτότητα ενός χημικού στοιχείου να μπορεί να αναγνωρισθεί από το φάσμα του. Τα φάσματα νατρίου, υδρογόνου, ασβεστίου και υδραργύρου φαίνονται στην εικόνα.

Ουράνιο τόξο



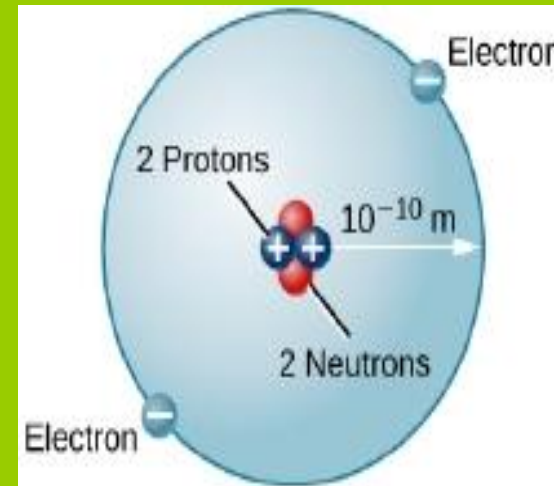
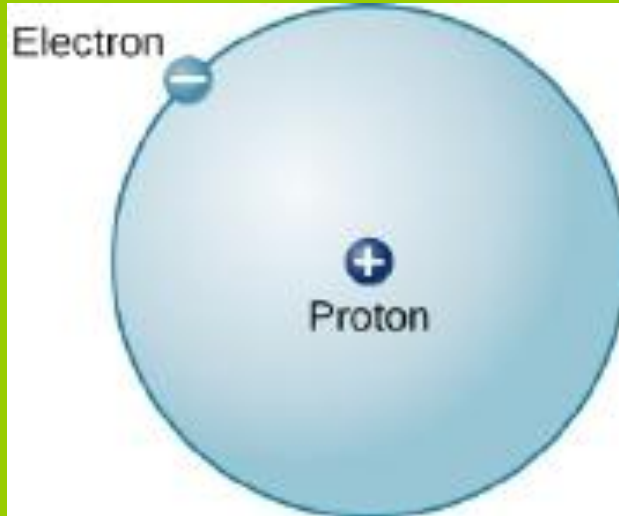
- (α) Αυτό το διάγραμμα φαίνεται πώς μπορεί να υποστεί διάθλαση φως από τον Ήλιο, που βρίσκεται πίσω από τον παρατηρητή από τις σταγόνες της βροχής για την δημιουργία ουράνιου τόξου. (β) ουράνιο τόξο. (γ) Η διάθλαση αναλύει το λευκό φως στα συστατικά του χρώματα.

Πείραμα Rutherford



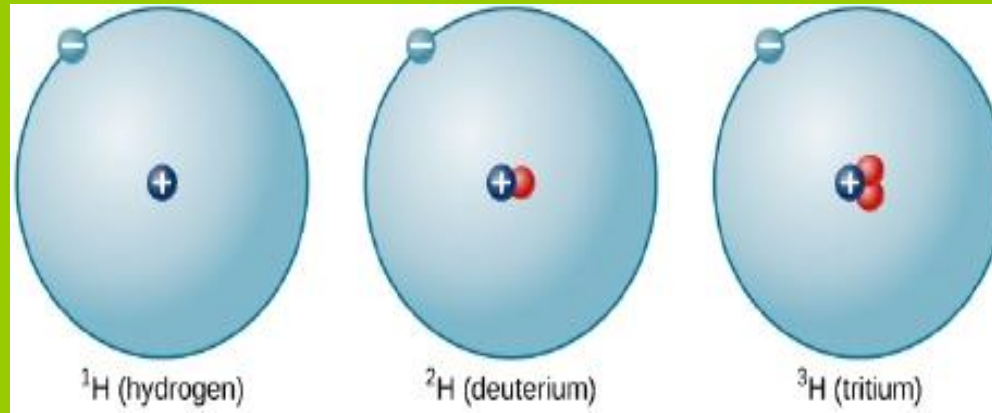
- (α) Ο Rutherford έστειλε σωματρία α (πυρήνες He) από μια ραδιενεργή πηγή να χτυπήσουν έναν στόχο φύλλο χρυσού. Αυτός και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν ότι, αν και τα περισσότεροι από τα σωματρία α πέρασαν ανενόχλητα μέσα απ' το φύλλο χρυσού, ορισμένα ωστόσο υπέστησαν εκτροπή κατά διάφορες γωνίες και ορισμένα γύρισαν σχεδόν προς τα πίσω προς την κατεύθυνση από την οποία προήλθαν. (β) Από αυτό το πείραμα, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το άτομο συγκροτείται από ένα μικροσκοπικό πυρήνα, με το θετικό φορτίο να συγκεντρώνεται εκεί, και το αρνητικό φορτίο (ηλεκτρόνια) σε τροχιά γύρω από τον πυρήνα.

Τα άτομα του Υδρογόνου και του Ηλίου



- Διάγραμμα ενός ατόμου υδρογόνου στη χαμηλότερη ενεργειακή του κατάσταση, που ονομάζεται θεμελιώδης κατάσταση. Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο έχουν ίσα αλλά αντίθετα φορτία, τα οποία αλληλεπιδρούν με ηλεκτρομαγνητική δύναμη που συνδέει πρωτόνιο και ηλεκτρόνιο στο άτομο υδρογόνου.
- Σχηματικό διάγραμμα ενός ατόμου ηλίου στη χαμηλότερη ενεργειακή του κατάσταση. Δύο πρωτόνια είναι παρόντα στον πυρήνα όλων των ατόμων ηλίου. Στην πιο κοινή παραλλαγή ατόμων ηλίου, ο πυρήνας περιέχει επίσης και δύο νετρόνια, τα οποία έχουν σχεδόν την ίδια μάζα με τα πρωτόνια, αλλά δεν φέρουν φορτίο. Δύο ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα.

Ισότοπα του Υδρογόνου



- Ένα πρωτόνιο στον πυρήνα καθορίζει το άτομο του υδρογόνου. Μπορεί να υπάρχουν όμως 0,1,2 νετρόνια. Το πιο κοινό ισότοπο του υδρογόνου είναι αυτό με ένα πρωτόνιο και κανένα νετρόνιο.

Bohr και Plank



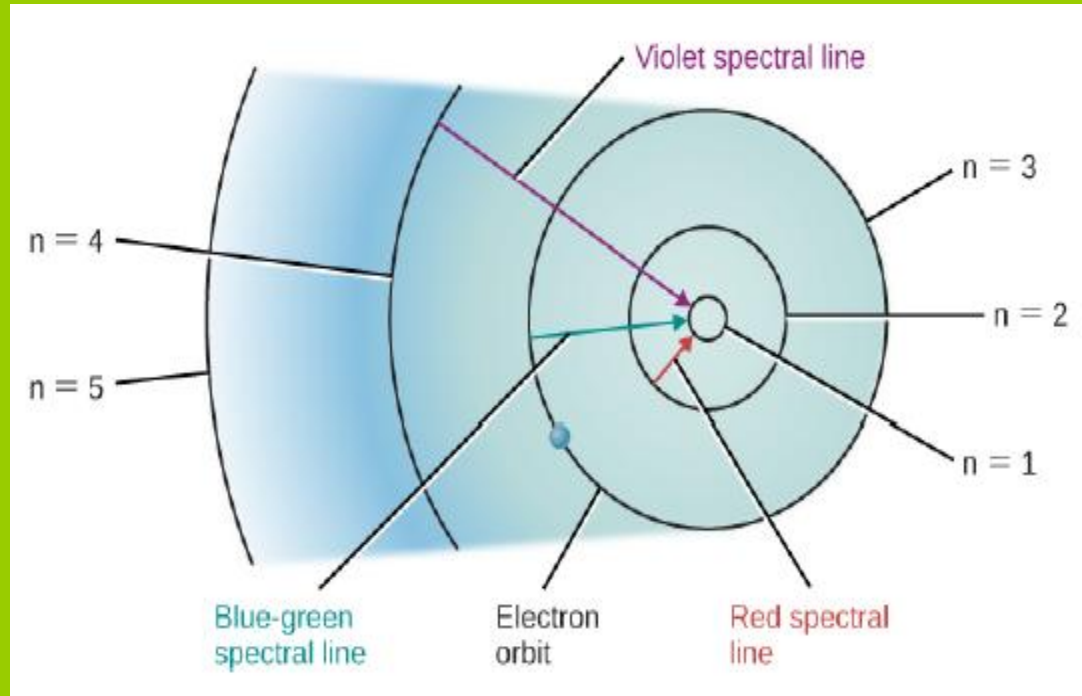
(a)



(b)

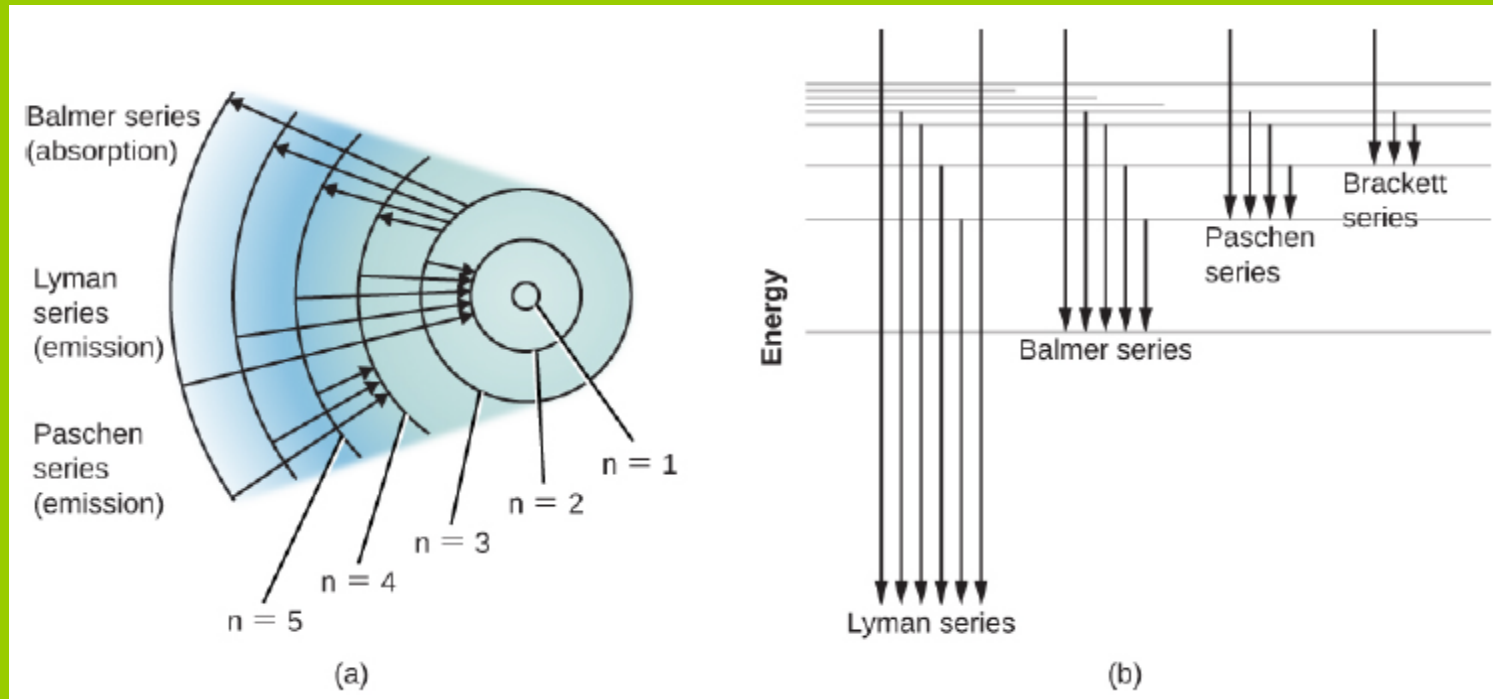
- (a) Niels Bohr (1885-1962) στο γραφείο του σε φωτογραφία του 1935.
- (b) Max Planck (1858-1947) έβαλε τις βάσεις για την κατανόηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των φωτονίων.

Πρότυπο Bohr για το άτομο του Υδρογόνου



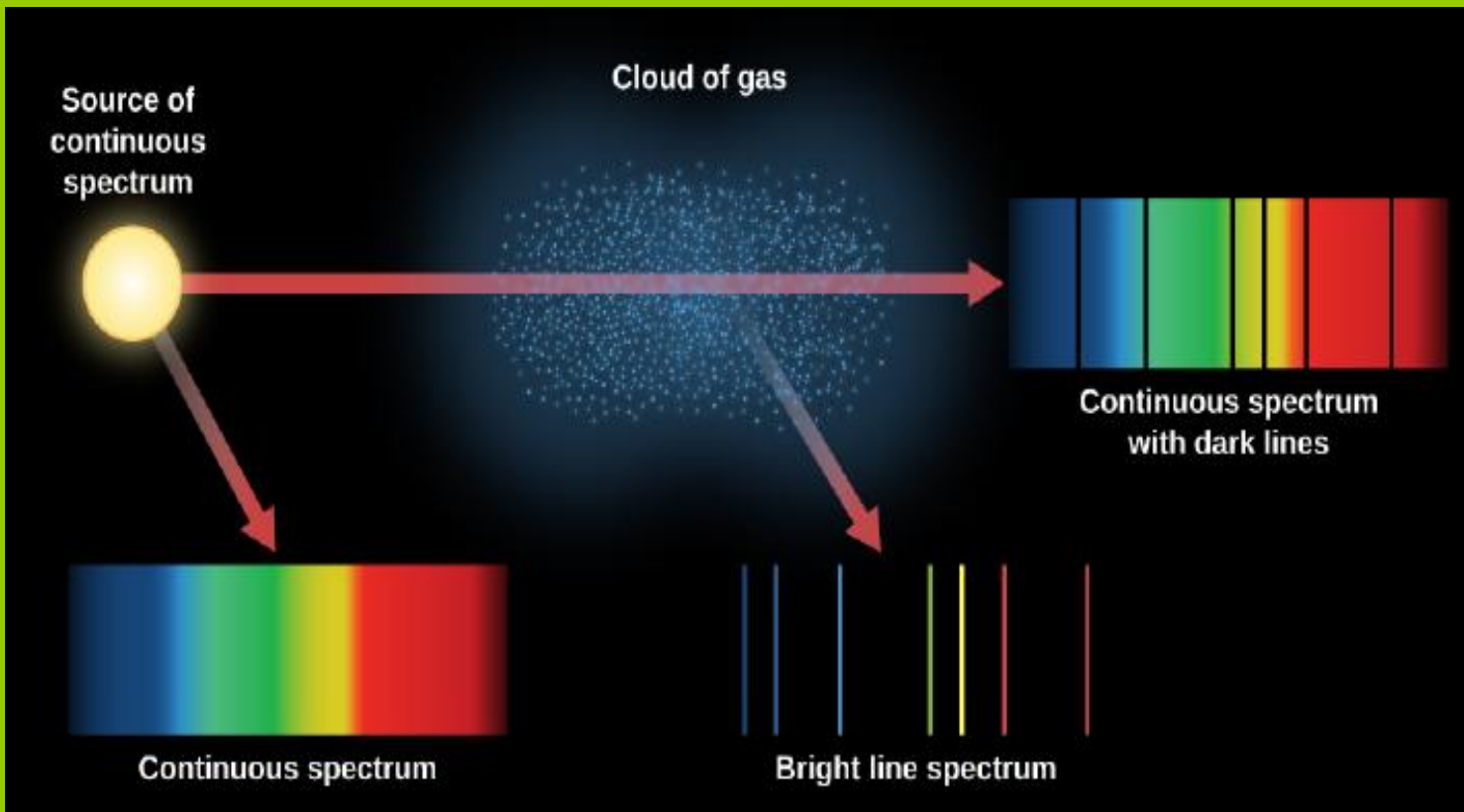
- Στο απλοποιημένο αυτό μοντέλο για το άτομο του Υδρογόνου, οι ομόκεντροι κύκλοι παριστάνουν τις επιτρεπτές τροχιές που αντιστοιχούν σε καθορισμένα ενεργειακά επίπεδα. Το ηλεκτρόνιο στο άτομο του Υδρογόνου μπορεί να βρίσκεται σε ένα από αυτά τα ενεργειακά επίπεδα (καταστάσεις). Όσο πλησιέστερα στον πυρήνα βρίσκεται το ηλεκτρόνιο, τόσο μεγαλύτερη έλξη δέχεται. Απορροφώντας ενέργεια μπορεί να κινηθεί σε απομακρυσμένα ενεργειακά επίπεδα, ακόμα και να διαφύγει από την έλξη του πυρήνα (ιονισμός).

Γραμμικό φάσμα Υδρογόνου



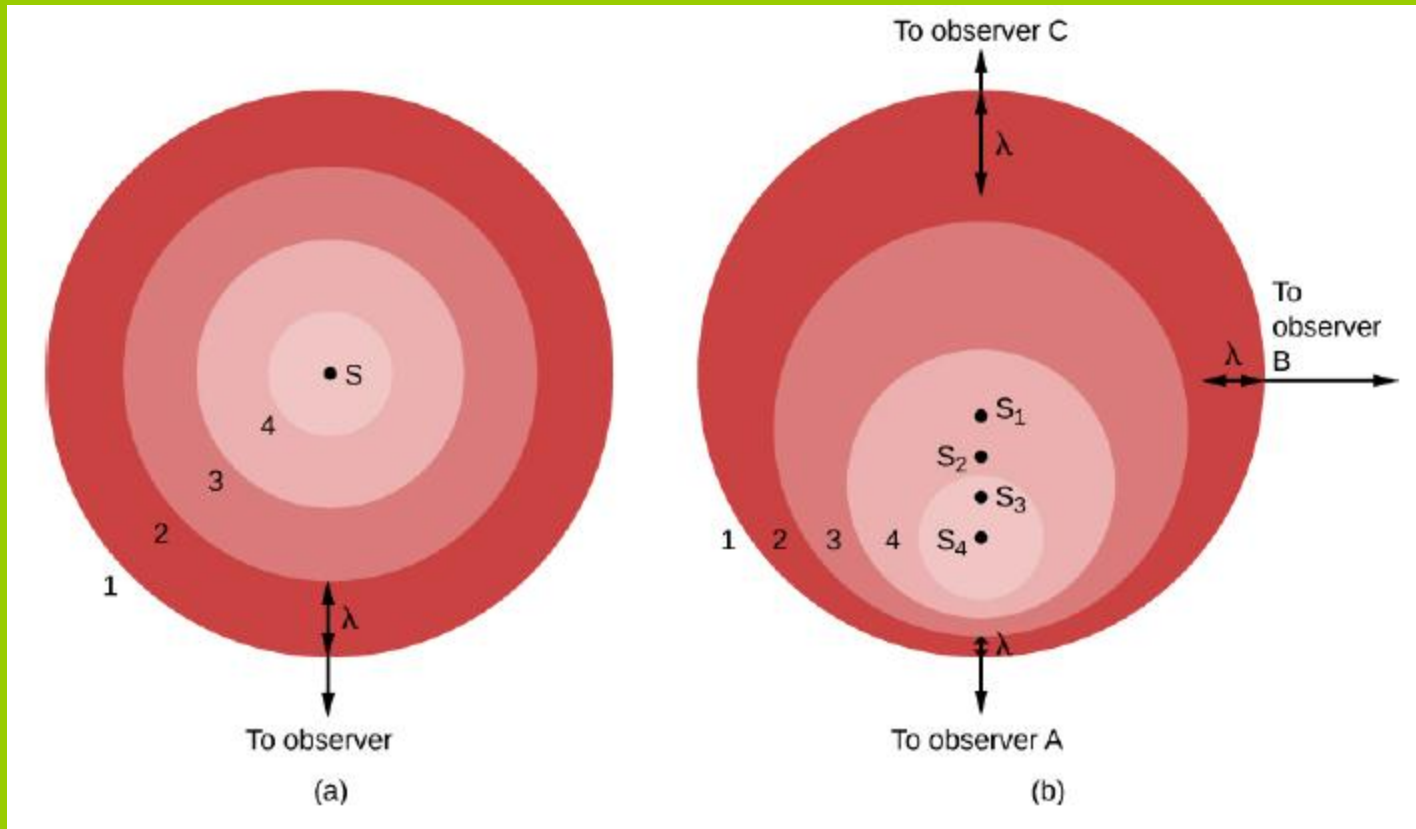
- (α) Εκπομπή ή απορρόφηση του ηλεκτρονίου στο άτομο του Υδρογόνου, σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr. Αρκετές διαφορετικές φασματικές γραμμές διακρίνονται, που αντιστοιχούν σε μεταβάσεις του ηλεκτρονίου από (ή προς) ορισμένες επιτρεπτές τροχιές. Κάθε σειρά φασματικών γραμμών που τερματίζεται σε ορισμένη εσωτερική τροχιά, φέρει το όνομα του φυσικού που τη μελέτησε. (β) Σε όλο και υψηλότερα ενεργειακά επίπεδα, οι διαφορές των ενεργειακών επιπέδων εκμηδενίζονται πλησιάζοντας στο όριο του συνεχούς. Η περιοχή πάνω από την κορυφαία γραμμή, αναπαριστά ενέργειες στις οποίες το άτομο είναι ιονισμένο (έχει αποσπαστεί το ηλεκτρόνιο). Κάθε σειρά από βέλη, αναπαριστά ηλεκτρόνια που πέφτουν από ανώτερα ενεργειακά επίπεδα σε χαμηλότερα, απελευθερώνοντας φωτόνια ή «κύματα ενέργειας εν τω γεννάσθαι».

3 μορφές φάσματος



- Όταν παρατηρούμε στο φασματοσκόπιο μια λάμπα πυρακτώσεως ή κάποια άλλη πηγή συνεχούς ακτινοβολίας, όλα τα χρώματα είναι παρόντα στο φάσμα. Όταν το συνεχές φάσμα παρατηρείται με το φως διερχόμενο μέσα από ένα λεπτότερο αέριο νέφος, τα άτομα του νέφους δημιουργούν γραμμές απορρόφησης στο συνεχές φάσμα. Όταν το διεγερμένο νέφος παρατηρείται χωρίς την συνεχή πηγή φωτός πίσω του, τα άτομά του παράγουν γραμμές εκπομπής. Μπορούμε να προσδιορίσουμε ποιά τύποι ατόμων υπάρχουν στο νέφος, από τη θέση των γραμμών εκπομπής.

Φαινόμενο Doppler



- (α) Ακίνητη πηγή S δημιουργεί σφαιρικά κύματα των οποίων τα μέτωπα αριθμούνται 1,2,3,4 όπως τα αντιλαμβάνεται ένας στατικός παρατηρητής. (β) Η πηγή κινείται προσεγγίζοντας τον παρατηρητή A, και απομακρύνεται από τον παρατηρητή C. Το μέτωπο κύματος 1, εκπέμφθηκε όταν η πηγή βρισκόταν στη θέση S_1 . Το μέτωπο κύματος 3 όταν η πηγή βρισκόταν στη θέση S_3 κ.ο.κ. Ο παρατηρητής A βλέπει τα κύματα να «συμπιέζονται» λόγω της κίνησης της πηγής και αντιλαμβάνεται μια κυανή μετατόπιση (αν πρόκειται για φωτεινά κύματα). Ο παρατηρητής C βλέπει τα κύματα να αραιώνουν και αντιλαμβάνεται μια ερυθρά μετατόπιση. Ο παρατηρητής C του οποίου η γραμμή παρατήρησης μένει διαρκώς κάθετη στη διεύθυνση κίνησης της πηγής, δεν βλέπει μεταβολή.