

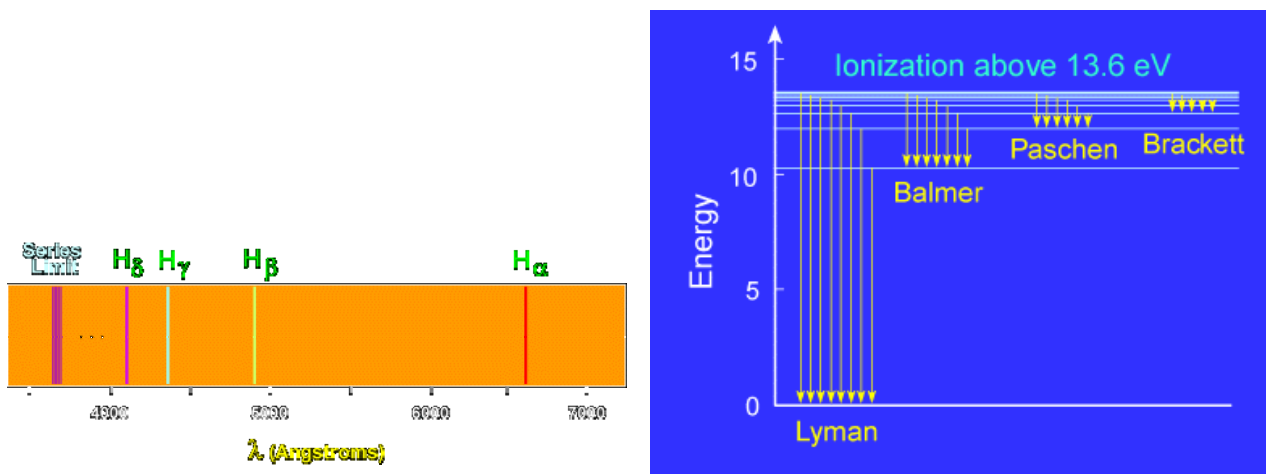
Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα Φυσικής

Σημειώσεις ΙΙ: άτομα, κβάντωση και φωτόνια.

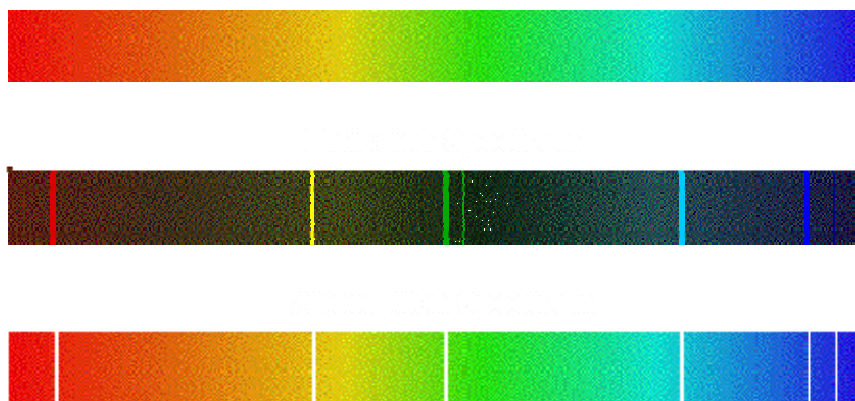
Εδώ απλώς παρουσιάζουμε μία σύνθεση από εικόνες (που ως γνωστόν αξίζουν όσο χιλιάδες λέξεις η κάθε μία):

1. Ατομικά φάσματα

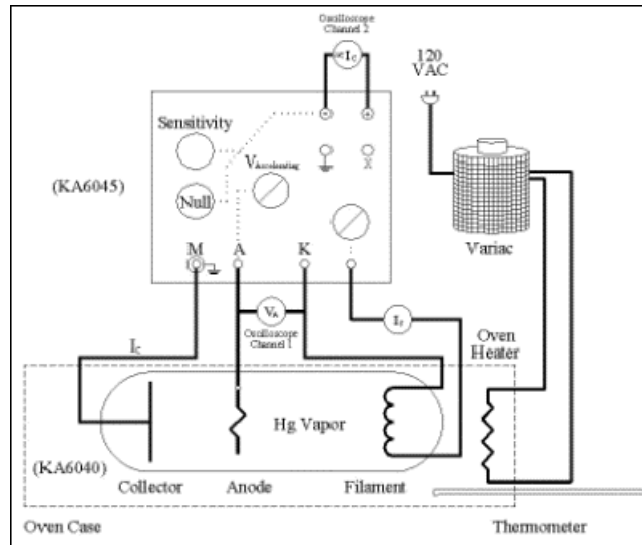
(α) Φάσμα του υδρογόνου – οι συχνότητες που παρατηρούνται είναι διακριτές (όχι συνεχείς). Εμπειρική σειρά Balmer.



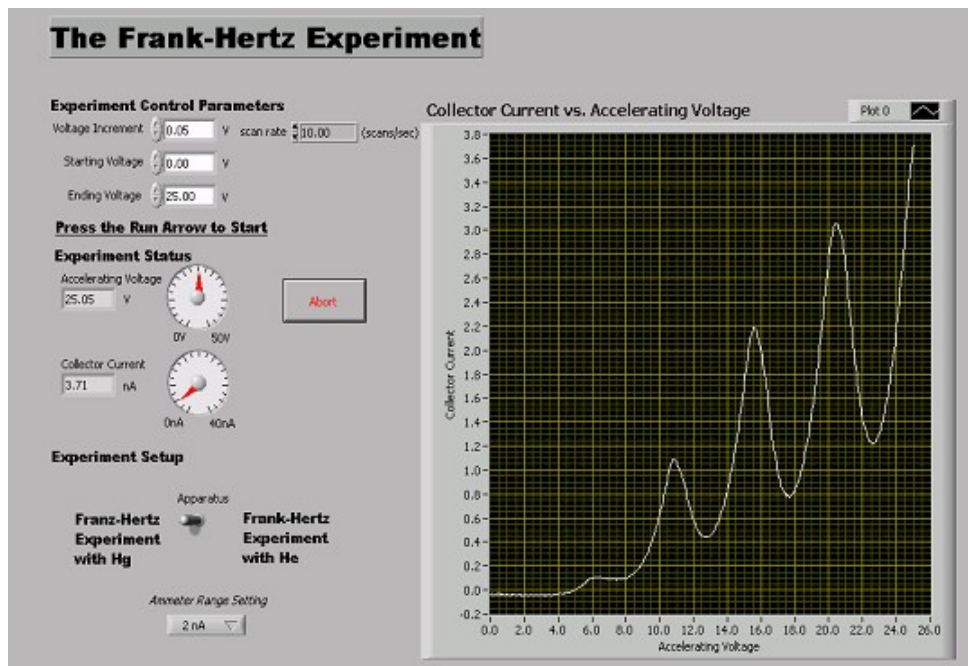
(β) Φάσμα εκπομπής και απορρόφησης Νατρίου – ίδια (συμμετρική) εικόνα.



2. Πείραμα Frank-Hertz

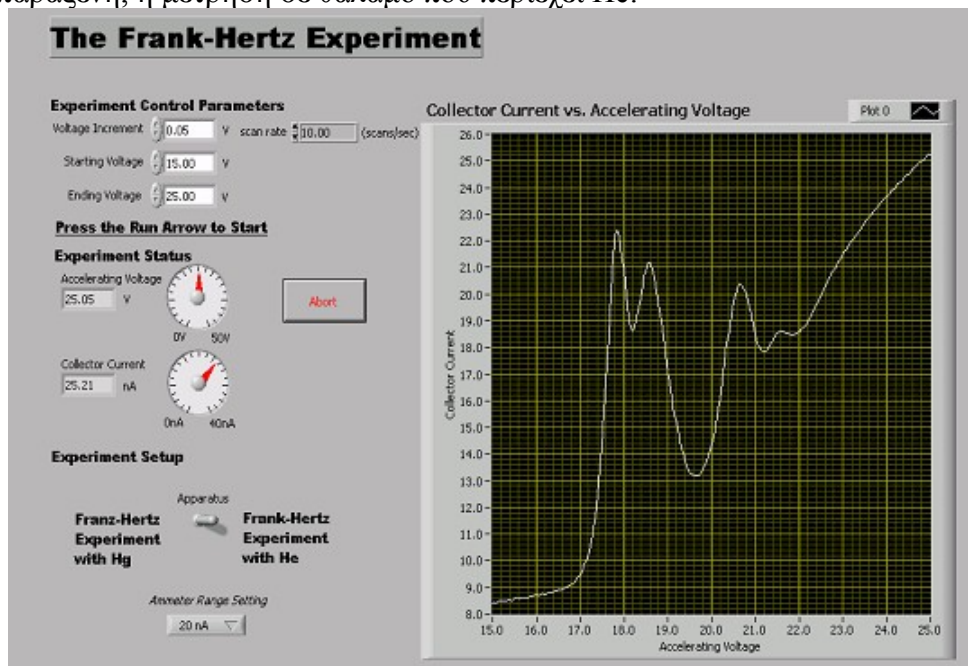


Ηλεκτρόνια εξέρχονται από την κάθοδο (“filament”) και επιταχύνονται από ένα δυναμικό V . Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε δοχείο που περιέχει Hg. Μετράμε το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το σύστημα ως συνάρτηση της διαφοράς δυναμικού. Παρατήρηση:



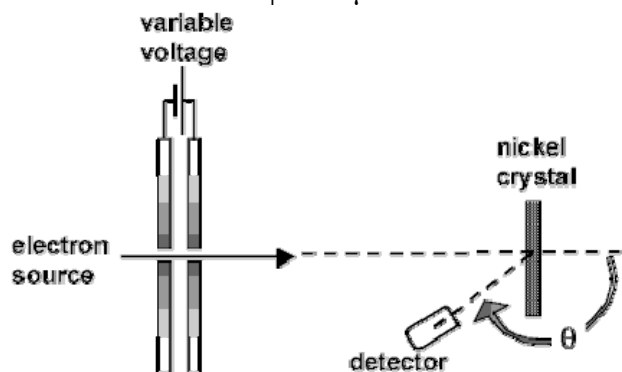
Η πτώση του ρεύματος για συγκεκριμένες τιμές της διαφοράς δυναμικού δεν μπορεί να εξηγηθεί από την κλασική μηχανική.

Ακόμα πιο παράξενη, η μέτρηση σε θάλαμο που περιέχει He:

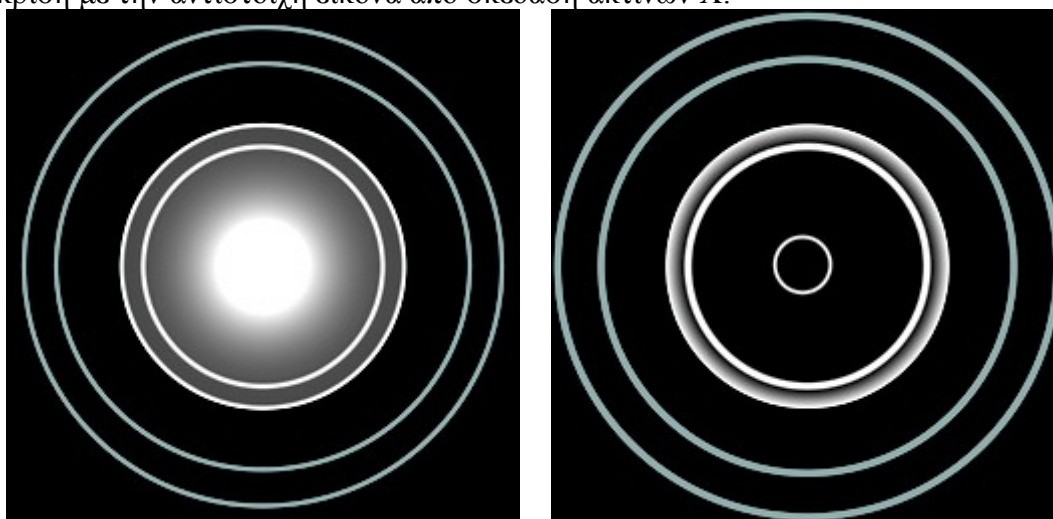


3. Πείραμα Davisson-Germer

Σκέδαση δέσμης ηλεκτρονίων από ένα λεπτό φύλλο μετάλλου.



Και σύγκριση με την αντίστοιχη εικόνα από σκέδαση ακτίνων X:



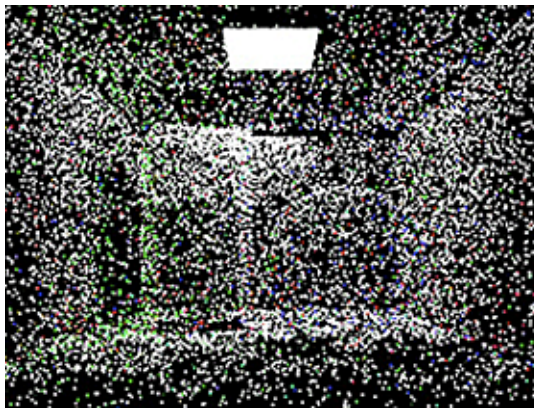
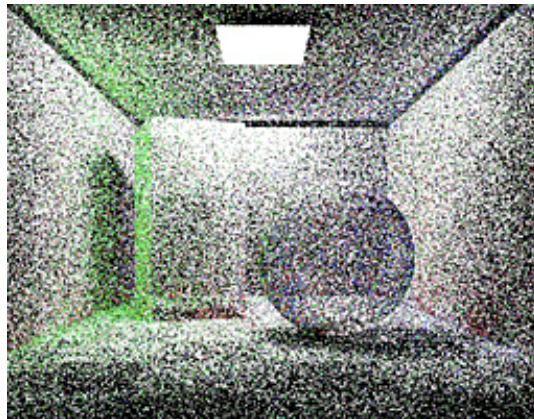
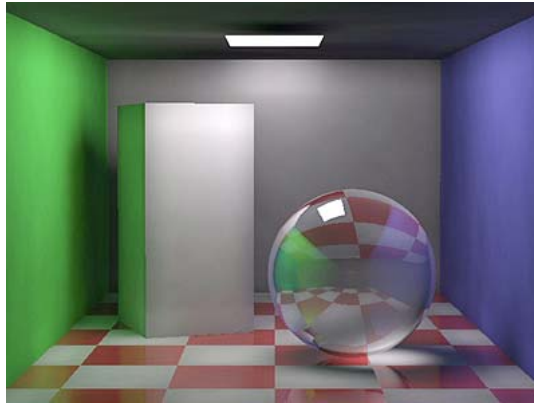
Ηλεκτρόνια

Ακτίνες-X

(φωτογραφίες από τη διεύθυνση:

http://online.cctt.org/physicslab/content/PhyAPB/lessonnotes/dualnature/Davisson_Germer.asp)

4. Τα φωτόνια είναι διακριτές ποσότητες:



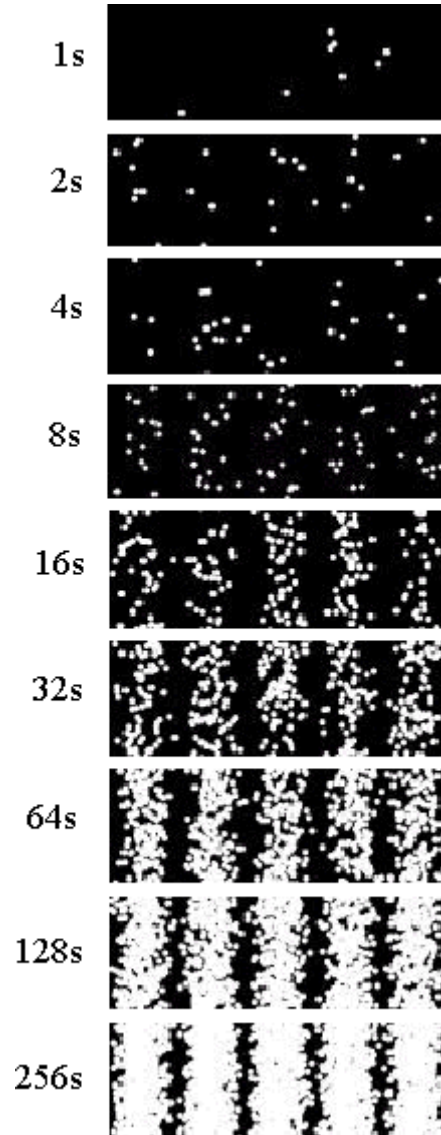
Μία λυχνία 100 W, σε 1sec εκπέμπει πόσα φωτόνια;

Απάντηση: $E=100W \cdot 1\text{sec}=100 \text{ J}=100 \cdot 10^7 \text{ erg}=Nh\nu$ όπου N ο αριθμός των φωτονίων και ν η συχνότητά τους. Αντικαθιστώντας (κάντε το!) βγάζουμε $N \sim 10^{20}$ φωτόνια! Κυριολεκτικά, η λυχνία «λουίζει με φως» τον περίγυρο. Αν, π.χ. όλα αυτά τα φωτόνια κατευθυνθούν σε μία επιφάνεια χαρτιού A4, το κάθε cm^2 θα δεχτεί $\sim 1.6 \times 10^{17}$ φωτόνια.

Σύμφωνα με την στατιστική, η διασπορά αυτού του αριθμού είναι ίση με τη ρίζα του αριθμού, δηλ. 4×10^8 φωτόνια. Άρα το σχετικό σφάλμα/διασπορά του αριθμού ανά cm^2 είναι $4 \times 10^8 / 1.6 \times 10^{17} \sim 2.5 \times 10^{-9}$ (με λέξεις: δισεκατομμυριοστά!).

5. Τα φωτόνια συμπεριφέρονται «πιθανολογικά»:

Πείραμα δύο οπών: απεικόνιση στην οθόνη για διαφορετικούς χρόνους παρατήρησης. Η πηγή έχει πολύ χαμηλή ένταση, και βλέπουμε την σταθερή αύξηση του αριθμού των φωτονίων. Η στατιστική φύση του φαινομένου είναι προφανής.



Μοντέρνο πείραμα δύο σπών

