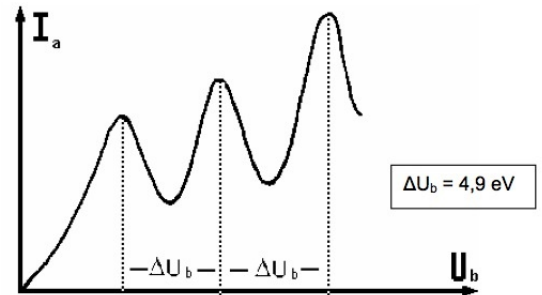


Der Franck-Hertz-Versuch gehört zu den eindrucksvollsten Experimenten der Atom- und Quantenphysik, er ist relativ einfach aufzubauen und durch einen atomphysikalischen „Trick“ sieht man auch etwas (vgl. F.-H.-Versuch mit Neon).

- 1.1. Skizzieren und beschriften Sie die im Unterricht verwendete Anordnung zur Demonstration des Versuchs von Franck und Hertz.
- 1.2. Erläutern Sie die physikalischen Vorgänge im Franck-Hertz-Rohr, die zu dem im folgenden Messdiagramm dargestellten Verlauf führen.



- 1.3. Aus dem Innern des mit Quecksilberdampf gefüllten Franck-Hertz-Rohres tritt ultraviolettes Licht aus, das man durch ein geeignetes Spektroskop nachweisen und dessen Wellenlänge man bestimmen kann. Es ergibt sich eine einzelne Linie mit der Wellenlänge $\lambda = 254 \text{ nm}$.
- a) Erklären Sie das Auftreten dieser Linie mit Hilfe geeigneter physikalischer Modellvorstellungen.
- b) Zeigen Sie, dass sich die im Diagramm auftretende charakteristische Spannungsdifferenz zwischen den Maxima mit Hilfe der Wellenlänge der UV-Strahlung berechnen lässt.
- 1.4. Der Versuch wird nun abgeändert, indem man eine mit Neongas sehr geringer Dichte gefüllte Röhre benutzt, in der die Elektronen recht hohe Geschwindigkeiten erreichen, bevor sie ein Neon-Atom anregen. Bei einer Beschleunigungsspannung $U_b \approx 20 \text{ V}$ entsteht unmittelbar vor dem Gitter eine dünne, rot leuchtende Schicht. Diese Leuchtschicht kann nicht durch eine Emission entstehen, die von einem Energieübergang mit der Differenz $e \cdot \Delta U_b = 20 \text{ eV}$ herrührt. Begründen Sie dies, und erörtern Sie eine tragfähige Hypothese zur Entstehung der roten Leuchterscheinung.

Radioaktivität in der medizinischen Diagnostik Für manche medizinischen Diagnosen ist es wichtig, die Blutmenge im Organismus zu kennen. Man kann dazu folgendes Verfahren anwenden: In den Blutkreislauf des Patienten wird 1 cm^3 einer Lösung mit roten Blutkörperchen gespritzt, die mit radioaktivem Technetium (^{99m}Tc - das m steht dabei für *metastabil* - geht mit einer Halbwertszeit von 6,0 h unter Aussendung von γ -Strahlung in ^{99}Tc über) markiert sind. Nach einiger Zeit hat sich die Lösung gleichmäßig im Blut verteilt. Dem Patienten werden dann 20 cm^3 Blut entnommen und die Aktivität des beigemischten Technetiums gemessen. 1,5 h nach dem Präparieren und Einspritzen der Lösung wird an der entnommenen Blutprobe die Aktivität $43,5 \text{ kBq}$ gemessen. Die ursprüngliche Aktivität der eingespritzten Lösung betrug 15 MBq .

- 2.1. Wie viel Gramm des Radionuklids ^{99}Tc wurden beim Ansatz der Lösung für 1 cm^3 verwendet?
- 2.2. Welches Blutvolumen ergibt sich aus den vorliegenden Angaben für den Patienten? (*Hinweis: Der menschliche Körper enthält 5 – 6 l Blut.*)

Das entstehende ^{99}Tc -Nuklid ist ein β^- -Strahler mit der maximalen kinetischen Energie der emittierten Elektronen von $0,30 \text{ MeV}$.

- 2.3. Welchen maximalen Impuls erhält der Kern durch den Rückstoß beim Zerfall? Berechnen Sie hieraus (nichtrelativistisch) die kinetische Energie, die der Kern maximal durch diesen Rückstoß aufnimmt.
- 2.4. Geben Sie die vollständige Gleichung für den β^- -Zerfall von ^{99}Tc an. (*Tipp: ^{99}Tc finden Sie nicht in dem Ausschnitt der Nuklidkarte, aber ein Blick in das Periodensystem der Elemente sollte Ihnen weiterhelfen.*)
- 2.5. Skizzieren und erläutern Sie qualitativ das Energiespektrum der emittierten Elektronen.

(*Tipp: Eine Erklärung sollte ein 1930 von Wolfgang Pauli aufgestelltes Postulat zur Rettung des Energieerhaltungssatzes erwähnen.*)

- 2.6. Nicht ganz zur Aufgabe passend, aber auch von medizinischer Bedeutung: Geben Sie die wahrscheinlichste Zerfallsreihe von $^{231}_{92}\text{U}$ an.