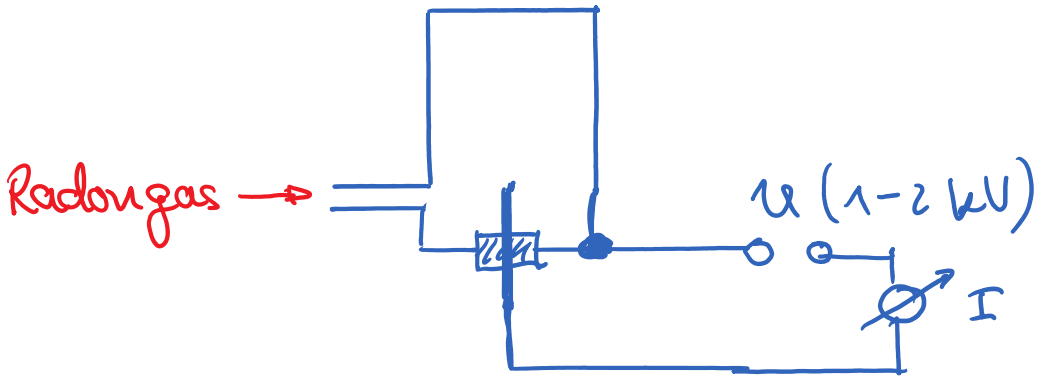
3.3 Das Zerfallsgesetz

- Radioaktive Zerfälle können weder durch physikalische noch durch chemische Parameter (Wärme, Druck, Katalysatoren ...) beeinflusst werden
- keine Vorhersage möglich, wann ein einzelnes Atom zerfällt.
- rein zufälliger / stochastischer Prozess
- Bei großer Teilchenzahl: statistische Aussage möglich, wie viele Teilchen nach einer gewissen Zeit zerfallen bzw. noch vorhanden sind

Versuch: Ionisationskammer



Radon: radioaktives Edelgas wird in die Kammer eingeleitet, erzeugt beim Zerfallen α-Teilchen, die die Luft ionisieren

$\Rightarrow$ Zwischen dem Metallstift und der Wand kann Strom fließen

$I \sim$ Zahl der Ionen $\sim$ zerfallenden Atome

$$^{232}Th \longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow {}^{220}Rn$$

44. Füllt man eine Franck-Hertz-Röhre mit Natriumdampf, dann ergibt das Experiment: Die Minima der Stromstärke-Spannungs-Kennlinie haben einen Abstand von jeweils 2,12 eV.

a) Was kann man daraus für die Energie der emittierten Photonen folgern?

b) Welche Wellenlänge ist ihnen zuzuordnen? In welchem Spektralbereich liegt das emittierte Licht?

***45.** Der Franck-Hertz-Versuch enthält einen wichtigen Hinweis auf die Lösung eines Paradoxons, das Ihnen vielleicht schon selbst aufgefallen ist: Wieso dürfen wir in der klassischen Gastheorie Atome als kleine, absolut harte und elastische Kugeln ansehen, obwohl sie doch aus einem Kern mit einer vergleichsweise großen Atomhülle bestehen?

46. Beschreiben Sie ausführlich, wie man Röntgenstrahlung erzeugen kann!

47. Erläutern Sie das Zustandekommen des Bremsspektrums und des charakteristischen Röntgenspektrums!

***48.** Eine Röntgenröhre wird mit einer Beschleunigungsspannung von 50 kV betrieben.

a) Welche maximale Energie haben die Elektronen beim Auftreffen auf die Anode? Geben Sie den Wert in eV und J an!

b) Welche maximale Geschwindigkeit erreichen die Elektronen? Wie viele Prozent der Vakuumlichtgeschwindigkeit sind das?

c) Berechnen Sie die kurzwellige Grenze der emittierten Strahlung!

49. Die Energie der charakteristischen Röntgenstrahlung eines Elements kann näherungsweise mit der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\Delta E = 13{,}6\ \text{eV}\ (Z-1)^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

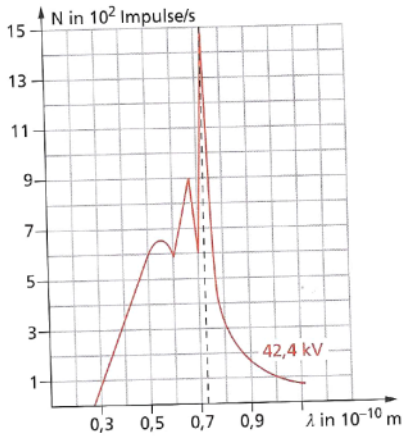
Dabei sind Z die Kernladungszahl, n_1 und n_2 Energieniveaus.

a) Berechnen Sie für Kupfer für den Übergang von $n_2 = 2$ auf $n_1 = 1$ die Energiedifferenz!

b) Wie groß ist die Wellenlänge, die den Röntgenphotonen zugeordnet werden kann?

c) Vergleichen Sie den berechneten Wert mit dem Röntgenspektrum im Lehrbuch auf S. 75!

***50.** Die Abbildung zeigt ein Röntgenspektrum. Die Röntgenröhre arbeitet mit einer Beschleunigungsspannung von 42,4 kV.



Bestimmen Sie aus diesem Spektrum das planck-sche Wirkungsquantum und die Photonenenergie, die beim energiereichsten Elektronenübergang in die K-Schale der betreffenden Atomsorte frei wird!

***51.** Es soll die Struktur eines Kristalls untersucht werden. Dazu wird der Kristall mit monochromatischer Röntgenstrahlung der Wellenlänge 154 pm bestrahlt.

a) Skizzieren Sie eine mögliche Versuchsanordnung!

b) Welche Abstände d der Netzebenen im Kristall können mit einer solchen Anordnung bestimmt werden? Gehen Sie von der Bragg-Beziehung $2d \cdot \sin\alpha = n \cdot \lambda$ aus!

52. Röntgenstrahlung wird in Technik und Medizin in vielfältiger Weise genutzt.

a) Bereiten Sie ein Referat zur Entdeckungsgeschichte der Röntgenstrahlung vor! Gehen Sie dabei auf das Leben und Wirken von W. C. RÖNTGEN ein!

b) Stellen Sie in einer Übersicht die Eigenschaften von Röntgenstrahlung und typische Anwendungen zusammen, bei denen die jeweilige Eigenschaft genutzt wird!

c) Erläutern Sie ausführlich eine Anwendung von Röntgenstrahlung aus Technik oder Medizin!