

Zeno-Effekt

Steffi Hartmann¹, Florian Divotgey²

Johann Wolfgang Goethe Universität
Frankfurt am Main

Fachbereich Physik
1:Physikalisches Institut, 2:Institut für Theoretische Physik

14.06.2013



Inhaltsverzeichnis

- 1 Überblick
- 2 Realisierung des Experiments
- 3 Messprinzip
- 4 Resultate

Überblick

- Physikalisches System mit drei Energieniveaus,
- Zustand 1: Grundzustand, Zustand 2: metastabil und Zustand 3: instabil,
- Übergänge zwischen 2 und 3 verboten,

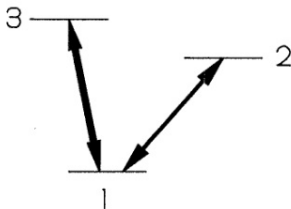


Abbildung: Schema der Energieniveaus des betrachteten physikalischen Systems.

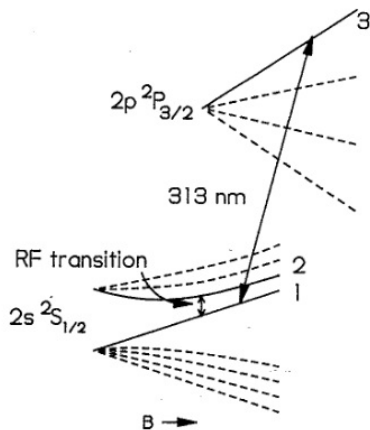
Überblick

- Messung projiziert System auf einen der beiden Zustände (Zustand 1 und 2),
- Zeitdauer der Messung ist vernachlässigbar,
- Durchführung von n , in gleichem Zeitabstand durchgeführten Messungen während Störung vorhanden,
- Wahrscheinlichkeit System in Zustand 2 zu finden, sinkt bei steigendem n .

Realisierung des Experiments

- ${}^9\text{Be}^+$ Ionen in Penning-Falle,
- Zustand 1: $(m_I, m_J) = \left(\frac{3}{2}, \frac{1}{2}\right)$ Hyperfeinstrukturzustand des $2s^2S_{1/2}$ -Zustands (Grundzustand),
- Zustand 2: $(m_I, m_J) = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ Hyperfeinstrukturzustand des $2s^2S_{1/2}$ -Zustands (Grundzustand),
- Zustand 3: $(m_I, m_J) = \left(\frac{3}{2}, \frac{3}{2}\right)$ Hyperfeinstrukturzustand des $2p^2P_{3/2}$ -Zustands,
- Übergang 1 \rightarrow 3: 313 nm Laserstrahl,
- Übergang 1 \rightarrow 2: 320.7 MHz RF-Feld.

Realisierung des Experiments

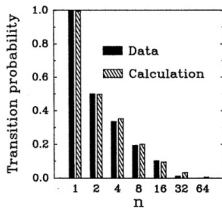
Abbildung: Termschema von ${}^9\text{Be}^+$.

Messprinzip

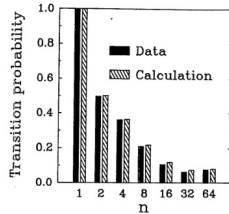
- Anregung durch 313 nm Strahlung für 5 s, damit möglichst alle Ionen in Zustand 1 präpariert sind,
- Abdrehen der 313 nm Strahlung, Anstellen des RF-Feldes für 256 ms,
- Abgabe von $n = 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64$ 313 nm Impulsen mit Impulslänge von 2.4 ms,
- Anstellen der 313 nm Strahlung und Detektion der emittierten Photonen.

Resultate

- Abnahme der Übergangswahrscheinlichkeit von $1 \rightarrow 2$ bzw. $2 \rightarrow 1$ mit der Erhöhung von n zeigt den Zeno-Effekt,



(a)



(b)

Abbildung: (a) Übergangswahrscheinlichkeit von $1 \rightarrow 2$ in Abhängigkeit von n . (b) Übergangswahrscheinlichkeit von $2 \rightarrow 1$ in Abhängigkeit von n .