

Frequenznormal

Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts wurde die Länge einer Sekunde astronomisch definiert: Zunächst auf Basis der Rotation der Erde um ihre eigene Achse, später durch die Dauer eines Jahres. Mit genauen Uhren lässt sich jedoch seit rund 90 Jahren messen, dass die Erdrotation allmählich langsamer wird. Seit 1967 wird die Einheit der Zeit daher nicht mehr astronomisch, sondern anhand der Frequenz eines Übergangs von Elektronen im Cäsium-Atom definiert. In Atomuhren wird genau diese Übergangsfrequenz erzeugt und zur Kalibrierung angeschlossener Uhren verwendet. Sie dienen als „Frequenznormal“.

Aufgabe:

Entwerft und baut eine Apparatur, die – einmal in Gang gesetzt – einen beliebigen Vorgang periodisch wiederholt. Die periodische Bewegung soll eine konstante Periodendauer von $T = 10\text{s}$ und eine konstante Amplitude haben, sodass die Konstruktion als Frequenznormal verwendet werden kann. Es gilt dabei folgende Regeln zu beachten:

- Der periodische Vorgang muss dauerhaft mit der vorgegebenen Periodendauer (T) von 10s aufrechterhalten werden.
- Die Periodendauer soll möglichst exakt $T = 10\text{s}$ betragen.
- Die Amplitude der Schwingungen im Vorgang soll konstant bleiben; dazu darf dem System von außen Energie zugeführt werden. Die Oszillation muss über mindestens 3 Minuten aufrecht erhalten werden.
- Es dürfen keine kommerziellen Uhren oder Oszillatoren (auch keine Bausätze) zur Stabilisierung des periodischen Vorgangs verwendet werden.
- Die technische Realisierung darüber hinaus ist völlig freigestellt.

Bewertungskriterium:

- Präzision der oszillatorischen Periodendauer, gemessen durch die mittlere Abweichung der Periodendauer vom Sollwert von 10s während 5 aufeinanderfolgender Oszillationen (50%).
- Technische Raffinesse bei der Realisierung der Energiezufuhr (50%).