

Technische Daten

Empfindlich für:	Alpha-, Beta- und Gammastrahlung
Ausgangsspannung:	5 V
Impulslänge des Spannungssignals:	0,26 ms
Messbereich:	0 bis 1000 Ereignisse pro Sekunde (cps)
Empfindlichkeit für Gamma-Strahlung:	18 cps/(10^{-5} Sv/h) für Cs-137
Erforderliche Minimalenergie (Gamma-Strahlung):	6 keV für Cs-137
Totzeit:	0,26 ms (effektive Totzeit entspricht der Impulslänge, die Totzeit des Zählrohrs ist etwas geringer)
Betriebsspannung des Zählrohrs:	450 bis 650 V, auf etwa 500 V fixiert
Gasfüllung:	Argon-Neon-Halogen
Kathode:	Fe-Cr (rostfreier Stahl Grad 446)
Kathodendicke:	0,25 mm
Durchmesser des Glimmerfensters:	9 mm
Massedichte des Glimmerfensters:	1,5 bis 2 mg / cm ²
Effektive Röhrenlänge:	39 mm
Abmessungen:	138 x 58 x 33 mm
Arbeitstemperatur:	0 bis 50°C
Anschluss:	BT (British Telecom) Stecker



Wichtiger Hinweis:

Dieses Produkt ist ausschließlich für Unterrichts- und Lehrzwecke, jedoch nicht für die kommerzielle Verwendung in Industrie, Gewerbe, Medizin oder Forschung vorgesehen.

Garantie:

Wir garantieren, dass dieses Produkt frei von Material- und Herstellungsfehlern ist. Der Garantiezeitraum ist auf 2 Jahre ab Auslieferung beschränkt. Diese Garantie gilt nicht für Schäden am Produkt, die durch Missbrauch oder unsachgemäße Verwendung verursacht werden.

P4211-3R

Sensor Radioaktivität (alpha, beta, gamma)

(CMA: BT70i)



Kurzbeschreibung

Der Strahlungssensor verwendet ein Geiger-Müller-Zählrohr und ist in der Lage, die Strahlungsarten Alpha, Beta und Gamma zu messen. Ein Geiger-Müller-Zählrohr produziert über die von geladenen Teilchen ausgelöste Ionisation eines Zählgases eine Ausgangsspannung. Als Zählgas verwendet der Sensor eine Argon-Neon-Halogen Gasmischung. Das Zählrohr besteht aus einem Zähldraht (Anode, positiver Pol), der sich in einem dünnmanteligen, an beiden Seiten durch eine Scheibe luftdicht abgeschlossenen Metallzylinder befindet. Der Metallzylinder wird gleichzeitig als Kathode (negativer Pol) verwendet.

Durch Anlegen einer Hochspannung an Anode und Kathode wird im Inneren des Metallzylinders ein starkes elektrisches Feld erzeugt. Durch die von den radioaktiven Zerfällen ausgesendeten Partikel entstehen durch Ionisationsprozesse geladene Gasteilchen (Ionen), die aufgrund des vorhandenen elektrischen Feldes von den Elektroden angezogen werden. Das "Einsammeln" der Gasionen ergibt eine Spannungsänderung im Stromkreis, die vom Sensor registriert wird.

Im Sensor wird die Spannung elektronisch in eine Zählrate umgerechnet und in der Einheit Ereignisse pro Minute ausgegeben. Zusätzlich werden Zählereignisse durch einen "Klick"-Ton akustisch angezeigt.

Experimentievorschläge

- Untersuchen der Hintergrundstrahlung:** Selbst wenn der Sensor weit von radioaktiven Quellen entfernt ist, wird er gelegentlich Zerfallsereignisse messen. Der Grund dafür besteht in der sogenannten Hintergrundstrahlung, diese ist ein Ergebnis aus mehreren Komponenten: der natürlichen, der kosmischen, der geophysikalischen und der von der jeweiligen Umgebung bestimmten Materiestrahlung. Die Größenordnung der Hintergrundstrahlung ist grundsätzlich sehr gering, variiert aber von Ort zu Ort und ist dabei von der Höhe des Standorts, von den im Boden enthaltenen Mineralien und Gesteinsarten abhängig. Da die Hintergrundstrahlung bei praktisch jedem Experiment auftritt, empfiehlt es sich, die Hintergrundstrahlung zu messen und von der Aktivität der jeweiligen Probe abzuziehen.

- Untersuchen der Radioaktivität von alltäglichen Stoffen:** Verwenden Sie beispielsweise Kaliumsalz, Betoneinfassungen oder alte Fliesenglasuren, um natürliche Radioaktivität nachzuweisen. Zeigen Sie auf diese Weise den Zufallscharakter der Radioaktivität.

- Radioaktiver Zerfall und Halbwertszeit:** Mit dem Strahlungssensor ist es möglich, durch Messen der Aktivität die Halbwertszeit eines Elements zu bestimmen. Der radioaktive Zerfall folgt dem exponentiellen Zerfallsgesetz: $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

λ wird als Zerfallskonstante bezeichnet und ist charakteristisch für radioaktive Isotope. Mit Hilfe einer Aktivitätssmessung kann λ berechnet werden, um die Halbwertszeit des bei der Messung verwendeten Isotops zu bestimmen. Unter der Halbwertszeit versteht man jene Zeit, in der die Hälfte der vorhandenen Atome zerfällt. Durch Logarithmieren auf beiden Seiten der Gleichung und nachfolgende Äquivalenzumformungen erhält man:

$$\ln(N(t)/N_0) = -\lambda t$$

Für $t = \tau$ (Halbwertszeit) gilt: $N(\tau) = N_0/2$. Mit $\ln(1/2) = \ln(1) - \ln(2)$ und $\ln(1) = 0$ folgt aus obiger Gleichung:

$$\begin{aligned}\ln(1/2) &= -\lambda \cdot \tau \\ -\ln 2 &= -\lambda \cdot \tau \\ \tau &= \ln(2)/\lambda\end{aligned}$$

Für derartige Experimente eignet sich besonders ein Protactinium erzeugendes Isotop (HWZ = 72 s) bzw. Barium-137 (HWZ = 153 s)

- Auswirkung von Abschirmungen auf die Strahlenbelastung:** Bei diesem Experiment werden unterschiedliche Absorbermaterialien zwischen der Isotopenquelle und dem Strahlungssensor platziert, um die abschirmende Wirkung unterschiedlicher Materialien zu untersuchen. Als Absorber können Aluminiumbleche für Beta-Strahlung oder Bleiplatten für Gammastrahlung verwendet werden. Testen Sie die unterschiedliche Wirkung von verschiedenen Materialien auf alle drei Strahlungsarten. Die Intensität der Strahlung I nimmt exponentiell mit der Dicke des Absorbers ab und folgt dem Absorptionsgesetz

$$I(d) = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$$

Die Variable d ist die Dicke des Absorbers und μ die vom jeweiligen Material abhängige Absorptionskonstante. Messen Sie für die drei Strahlungsarten die Strahlenbelastung bei variierender Absorberdicke und unterschiedlichen Absorbermaterialien.

- Einfluss der Entfernung von der Strahlungsquelle auf die Strahlenbelastung:** Platzieren Sie den Sensor in unterschiedlichen Entfernungen von der Strahlungsquelle und tragen Sie die gemessenen Aktivitätswerte in einem Entfernung-Aktivitäts-Diagramm auf. Leiten Sie aus den Messwerten eine Funktion ab, die die Strahlenbelastung in Abhängigkeit von der Entfernung angibt.

Handhabung

Das vordere Ende des Zählrohres ist durch eine dünne Glimmer-Scheibe begrenzt. Dadurch wird es Alpha-Teilchen ermöglicht, in das Zählrohr zu gelangen und einen Ionisationsprozess auszulösen. Energiearme Beta-Teilchen und Gammastrahlung, die von anderen Materialien abgeschirmt werden, können ebenfalls durch dieses Fenster ins Zählrohr eindringen.

Geiger-Müller-Zählrohre besitzen eine sogenannte Totzeit. Darunter versteht man jene Zeit, in der aufgrund eines soeben ausgelösten Zählereignisses ein gerade eintretendes Partikel keinen Zählimpuls auslösen kann. Der Strahlungssensor besitzt eine maximale Totzeit von 90 μ s.

Richten Sie den Sensor auf die Strahlungsquelle aus. Handelt es sich um einen Alphastrahler, halten Sie das Zählrohr so nahe wie möglich an die Strahlungsquelle (Alpha-Teilchen besitzen in Luft eine maximale Reichweite von wenigen Zentimetern).

Kalibrierung

Bei diesem Sensor handelt es sich um einen intelligenten Sensor. Dieser verfügt über einen integrierten Speicherchip (EEPROM), der Informationen über den Sensor enthält und über ein einfaches Protokoll (I²C) die Daten (Name, Menge, Einheit und Kalibrierung) an das verwendete Programm weitergibt. Der Sensor wird somit vom Interface automatisch erkannt. Falls nicht, wählen Sie bitte zur Initialisierung den Sensor aus der Coach Sensorenbibliothek aus.

ACHTUNG: Der Name des Sensors in der Datenbank der Coach-Software ist:
Strahlungssensor (BT70i) (CMA) (0..1000)

Der Sensor ist bei Auslieferung bereits kalibriert. Die Software „Coach“ kann daher die kalibrierten Werte automatisch anzeigen. Mit Hilfe der Software können Sie wählen, ob Sie die auf dem Sensor direkt gespeicherte Kalibrierung, oder jene von der Coach Sensorenbibliothek verwenden wollen. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann die vordefinierte Kalibrierung verändert werden.

Die Interfaces VinciLab, ULAB, CoachLab II+ und EuroLab sind mit dem Sensor kompatibel.