

M_03990 Strahlungsmessgerät Quartex

1. Vorstellung des Gerätes

Das Strahlungsmessgerät Quartex ist dazu geeignet, Beta-Teilchen, X-Strahlen (=Röntgenstrahlen) und Gammastrahlung anzuzeigen.

Beta-Teilchen β , γ -Strahlung und α -Strahlung können auch in kleinsten Mengen aufgespürt werden. Das Gerät zählt die Anzahl der aufgefangenen Impulse während einer Zeit von 30 Sekunden und gibt dann die Menge der Energie, die auf die Materie übertragen wurde in einer Zeiteinheit an.

Diese Energie wird als „Äquivalentdosis“ angezeigt, die durch einen menschlichen Körper während einer Stunde empfangen wird. Die Einheit lautet: Mikro-Rem pro Stunde ($\mu\text{Rem/h}$).



2. Beschreibung

Das Gerät QUARTEX verfügt über folgende interne Funktionen:

- Hochspannungsgenerator, der für die Funktion des Geiger-Müller Rohres notwendig ist.
- Zeit- und Impulszähler
- Messumformer in Äquivalenzdosis.

Außer der digitalen Anzeige gibt es noch folgende Hauptelemente des Gerätes:

- Geigerzählrohr, das im Inneren liegt und zwar auf der Höhe der seitlichen durchlocherten Seite des Gehäuses.
Die Erfassungsachse liegt also senkrecht zum Gerät.
- Ein gerillter Schiebeschalter auf der Vorderseite des Gehäuses, der die Funktion des Ein/Aus Schalters und des Anzeigeschutzes hat. Im ausgeschalteten Zustand befindet sich der Schieber oben und deckt somit die Anzeige ab. Um das Gerät einzuschalten, schieben Sie dieses gerillte Fenster nach unten. Das Anzeigefenster wird freigegeben und das Gerät ist eingeschaltet.
- Der Batteriekasten befindet sich auf der Rückseite des Gerätes.

3. Technische Eigenschaften

Ionisierende Strahlung: X-Strahlen, Gamma-Strahlung und β -Partikel

Strahlungsenergie der X-Strahlen sowie der γ -Strahlung: 100KeV bis 1,2MeV.

Energie der β -Teilchen: 350KeV – 1,2MeV

Unsicherheit der Messung /X und γ : $\pm 25\%$

Unsicherheit der Messung / β : Nur Nachweis auf Vorhandensein durch die Tatsache der schwachen Ausbreitung.

Detektor: Geiger-Müller Zählrohr

Messbereich: 0-999 $\mu\text{Rem/h}$

Messzyklus: 30/38 sec.

Digitalanzeige: LCD-Anzeige mit 3 Ziffern

Zeit der Anzeige: 3 Sekunden

Sättigungsanzeige: ttt auf der Anzeige

Mengenanzeige (Grenzwertalarm): akustisch

Funktionstemperatur: von -45°C - $+55^{\circ}\text{C}$

Stromversorgung: 9V Batterie, Typ 6LR61

Abmessung: 146x60x25mm.

Masse: 120g

4. Verwendung

Achtung: Öffnen Sie bitte nicht das Gehäuse, das Geiger-Zählrohr kann unter einer hohen Spannung stehen!

4.1 Die Inbetriebnahme

- Um das Gerät in Betrieb zu nehmen, schieben Sie den gerillten Schalter auf der Vorderseite des Gehäuses nach unten. Die Anzeige wird dadurch freigegeben und das Gerät wird unter Spannung gesetzt.
- Vergewissern Sie sich, dass die Batterie in einem guten Zustand ist. Wenn die Anzeige nach dem Einschalten nichts anzeigt, oder wenn die Anzeige 0 oder 1 $\mu\text{Rem/h}$ bei der Messung anzeigt, muss die Batterie ausgewechselt werden.
- Wenn das Gerät eingeschaltet wird, ertönt ein lautes akustisches Signal, welches den Beginn des Zählzyklus anzeigt. Jeder Zyklus dauert 30 **Sekunden**.
- Im Laufe der Messung wird ein kurzer Signalton ausgesendet und die Anzeige wird auf der linken Seite des Displays dargestellt.
- Am Ende des Zyklus zeigt das Gerät die Messung an und sendet einen langen Signalton aus. Die Messanzeige dauert dann 3 Sekunden.
- Jetzt beginnt ein neuer Messzyklus.

4.2 Messung:

Jedes Gerät wird einzeln im Herstellerwerk mit Cäsium 137 bei $500\mu\text{Rem/h}$ kalibriert. Es kann nur direkt mit einer kompatibelen Präzision für einen alltäglichen Gebrauch verwendet werden.

Es ist wichtig zu beachten, dass es von Messung zu Messung starke Schwankungen geben kann, vor allen Dingen in einem niedrigen Niveau. Um einen signifikanteren Wert zu erzielen, ist es ratsam, einen Mittelwert aus mehreren Messungen bei gleichen Bedingungen zu bestimmen.

- Stellen Sie zuerst die Größe der Umgebungsstrahlung fest (ohne das zu analysierende Objekt), die den Grundpegel vor der Messung bildet.
- Platzieren Sie das Gerät in einer bestimmten Distanz und achten Sie darauf, dass Sie das gelöcherte Seitenteil des Gehäuses zum Objekt neigen, welches die Strahlungen aussendet. Die Aufspürungsache liegt senkrecht zum Gehäuse.
- Stellen Sie den Schalter auf die Position „AN“. Warten Sie und notieren Sie dann das Resultat zum Ende jedes Messzyklus.

5. Andere Anwendungen:

- Lokalisieren Sie eine punktuelle Quelle: orientieren Sie sich an der Frequenz der vom Gerät ausgehenden Töne.
- Unterscheidung der β und γ Strahlung durch die Benutzung eines Filters, wie z.B. einen Filter bestehend aus einem Aluminiumblatt. Die Messung ohne Filter entspricht $\beta+\gamma$ -Strahlung zusammen. Die Messung mit Filter entspricht der Messung von γ -Strahlung.

6. Bemerkungen zum Strahlenschutz

Die wesentlichen radioaktiven Strahlen sind:

- Die Betapartikel (-) sind Elektronen. Als Beta-Strahlung bezeichnet man eine Strahlung aus Elektronen, die durch den Beta-Zerfall von Atomkernen entsteht. Elektronenstrahlen können auch künstlich in einer **Elektronenkanone** erzeugt werden. Als Beta-Strahlung¹ bezeichnet man sie jedoch nur, wenn sie aus einem Kernzerfall stammt. Aufgrund ihrer Strahlung reagieren sie äußerst stark mit der Materie. Die Strahlung ist schwach bzw. sie hat nur eine geringe Durchschlagskraft: Diese Strahlung hat nur eine Reichweite von ein paar Metern in der Luft; ein Blatt aus Aluminium z.B. hält diese Strahlung auf.

Die Alpha-Strahlung: Alpha-Strahlung ist eine Strahlung aus Kernen des Heliums. Dieser Kern besteht aus zwei Protonen und zwei Neutronen. Diese Kombination ist besonders stabil und wird auch als **Alpha-Teilchen** bezeichnet. Alpha-Strahlung entsteht durch den **Alpha-Zerfall** eines Atomkerns.²

Elementumwandlung

Beim Alpha-Zerfall verliert der Atomkern vier Einheiten Masse und zwei Einheiten Ladung. Es wandelt sich damit in ein Element um, das im Periodensystem zwei Ordnungszahlen weiter vorne steht.

- Besteht aus dem Heliumkern. Diese Strahlen pflanzen sich nur ein paar Zentimeter in der Luft fort. Ein Blatt Papier stoppt diese Teilchen sofort.

Die Gamma-Strahlung:

Gamma-Strahlung besteht aus Photonen, also Lichtteilchen. Es handelt sich dabei um Strahlung die eine weit höhere Energie hat, als sichtbares Licht. Entdeckt wurde diese Strahlung von Wilhelm Conrad Röntgen der hierfür 1901 den ersten Nobelpreis für Physik erhielt. Nach ihm nennt man Gamma-Strahlung auch Röntgenstrahlung. Im englischen ist der Begriff X-Rays gebräuchlich.

Röntgenstrahlung kann auch bei anderen physikalischen Prozessen entstehen. Sie wird z.B. in Röntgenröhren durch sogenannte **Bremsstrahlung** erzeugt und zur Abbildung von Knochenbrüchen verwendet. Der Begriff Gamma-Strahlung wird dagegen nur verwendet, wenn die Strahlung aus Atomkernen stammt.

¹ Kernumwandlung

Beim Beta-Zerfall wandelt sich das Atom in ein anderes Element um. Das neue Element steht im Periodensystem um eine Ordnungszahl höher, es hat eine Kernladung mehr.

² Elementumwandlung

Beim Alpha-Zerfall verliert der Atomkern vier Einheiten Masse und zwei Einheiten Ladung. Es wandelt sich damit in ein Element um, das im Periodensystem zwei Ordnungszahlen weiter vorne steht.

Die Einheiten:

Definition

Definition	Alte Einheit	Einheit	Äquivalent
Messung des Zerfalls pro Sekunde	Curie (Ci)	Becquerel(Bq)	1Ci=3,7*10 ¹⁰ Bq 1Bq=27pCi(p:pico)
Messung der empfangenen Energie pro Masseinheit	Rad (Rd)	Gray(Gy)	1 Rad=0,01Gy 1Gy=100Rad
Messung der Strahlungswirkung auf den menschlichen Körper	Rem (R)	Sievert (Sv)	1 Rem=10mSv 1Sv=100R

Der Strahlenschutz (Vorsichtsmaßnahmen gegen Strahlungen)

Die biologische Wirkung der Strahlung wurde früher in Rem (R) ausgedrückt, seit 1975 in Sievert (Sv).

100Rem=1Sv oder 1 Rem=0,01Sv = 10 mSv

Außerdem steht die Messeinheit der biologischen Wirkung der Strahlung auf den menschlichen Körper in Beziehung mit der Zeitdauer, die der Körper einer Strahlung ausgesetzt ist. Die jährliche Dosis in mRem wird in mRem/a ausgedrückt.

In der Technik der Strahlenmessung bilden 8500 Stunden die jährliche Stundenbasis. Diesen jährlichen Wert muss man dann durch 8500 dividieren um die stündliche Dosis zu erhalten.

a. Quellen der Strahlenbelastungen

Natürliche Strahlenbelastungen: mittlere Werte

- Sedimentboden: 4µRem/h im Mittel
- Granitboden: 80µRem/h (zwanzigfache)
- Ausdünstung von Gasen: hauptsächlich Radon, 20-200Bq/m³ je nach Region
- Kosmische Strahlung: 3,4 µRem/h (Meereshöhe) – 70 µRem/h in 15km Höhe
- Menschlicher Körper: 2,3 bis 17,7 µRem/h
- Wasser und Nahrung: 5,7 µRem/h (normale, nicht- kontaminierte Nahrung)
- Künstliche Strahlung: durchschnittlicher Wert
- Medizin: 11,4 µRem/h (Radiodiagnostik sowie Röntgenbehandlungen...)
- Fernsehbildschirm: 0.11 µRem/h
- Atombombenversuche (überirdisch): 51,3 µRem/h

b. Wirkung der Radioaktivität

Die Nuklearstrahlung kann Zellschäden verursachen, die bis hin zu Tumoren und Krebs sowie zu genetischen Mutationen führen können.

Die Teile des Körpers, die am stärksten durch radioaktive Strahlung betroffen sind, sind folgende (in abnehmender Wichtigkeit):

- 1- Geschlechtsorgane
- 2- Brüste
- 3- rotes Knochenmark
- 4- Lungen
- 5- Schilddrüse
- 6- Knochen
- 7- Gewebe
- 8- Haut

c. Zulässige Grenzwerte

Die folgende maximale Dosen werden europaweit vorgeschrieben:

- Für einen Arbeiter in einem Atomkraftwerk: 50mSv pro Jahr also 570 μ Rem/h im Durchschnitt
- Für die Bevölkerung: 5mSv pro Jahr also 57 μ Rem/h im Durchschnitt

Die Berechnung der durchschnittlichen Dosis: Falls ihr Zähler einen Wert anzeigt, der oberhalb von 57 μ Rem/h liegt, sind Sie nicht unbedingt jenseits der jährlichen zulässigen Dosis. Tatsächlich muss man die Quantität der Strahlung für die Dauer eines Jahres berechnen (maximale kumulierte Dosis).

Sie sollten die Orte messen, an denen Sie sich öfter aufhalten und dann den Zeitraum errechnen, den Sie im Laufe eines Jahres dort verweilen.

Beispiel:

Wohnung: - 30 μ Rem/h – 12 Stunden /Tag.

Arbeit: - 70 μ Rem/h – 8 h/Tag.

Anderes: -20 μ Rem/h – 4h/Tag

Die durchschnittliche kumulierte Dosis: = (30x12) + (70x8)+(20x4)= 1000 μ Rem/h pro Tag (für 24h) also D= 1000/24=41,6 μ Rem/h