

Messungen mit dem Radioaktivitätssensor, Programm datarad

Versuchsziele

Verschiedene Möglichkeiten, z. B.:

- Halbwertszeit
- Abstandsabhängigkeit
- Abschirmung radioaktiver Strahlung
- Aufnahme von Histogrammen

Rechnerinfo

Sensoren: Radioaktivität

Messmodi: verschiedene

weiteres: Kennenlernen des Programms datarad

Beim Radioaktivitätssensor handelt es sich um ein normales Geiger-Müller-Zählrohr, das man auch ohne Rechner und Interface benutzen kann. Allerdings ist es für die genaue Messung geringer Zählraten ohne Rechner - der dann als Zähler fungiert - nicht geeignet. Allerdings kann es ohne Rechner gut als Monitor für den Nachweis der Existenz radioaktiver Strahlung dienen. Es piept und eine Leuchtdiode blinkt, wenn Radioaktivität nachgewiesen wird.

Anschluss an das CBL2

Mitgeliefertes Kabel (Klinkenstecker an Sensor) in den Dig/Sonic-Eingang des CBL2.

Programm Datarad

Messungen mit dem Radioaktivitätssensor gehen nicht mit dem Programm datamate, sondern man benötigt das Programm datarad. Dieses befindet sich auf der mitgelieferten „TI Resource CD“. Es befindet sich im Verzeichnis: Data_Collection/CBL_2/Voyage_200 (für anderen Rechner unter anderem Namen).

Auf der CD befinden sich auch noch weitere Programme, wie datmatch und datagate. Mit dem TI-device explorer des Programms TI-connect kann man sie in einen der Ordner des TI-Voyage kopieren.

Aufrufen des Programms: datarad()

Menüpunkte/Messmodus des Programms datarad

Das Programm hat eine ähnliche Bedienoberfläche wie datamate. Es gibt aber einige speziell auf Radioaktivitätsmessung abgestimmte Punkte.

Background correction

Wenn man die eingeschaltet hat (Drücken von „+“), subtrahiert das Programm automatisch eine vorher gemessene Untergrundzählrate. Das sollte man immer tun, wenn man relativ kleine, wenig vom natürlichen Untergrund verschiedene Zählraten hat.

Messung des Untergrunds

1: setup

2: background correction

Man wird dann gefragt, wie oft man messen möchte. Das Messintervall muss man vorher beim Menüpunkt „set intervall“ einstellen. Egal, wie groß man das Messintervall gewählt hat, die ausgegebene Einheit ist immer in cpm (counts per minute).

Messintervall

1: setup

1: set interval

Für kleine Zählraten sollte man das relativ groß wählen (zum Beispiel 60 s) um die Schwankungen bei einem Messdurchgang zu minimieren

time graph

Misst Zählrate in Abhängigkeit von der Zeit, Handhabung wie bei datamate.

Rate/Histogramm

Erstellt ein Histogramm einer Messung. Stellt also dar, wie oft Messwerte aus einem bestimmten Messwertintervall vorkamen. Misst so lange bis man es abbricht. Dann wird das Histogramm ausgegeben. Man kann es mit dem Cursor durchfahren. Angezeigt werden die Intervallgrenzen, z. B.:

min: 10

max: 14.8

und die Anzahl Messwerte aus diesem Intervall, z. B.:

n : 29

Anschließend kann man die Anzahl der Intervalle ändern bei „adjust bins“ (1: yes) bis maximal 50.

events with entry oder single event

Wie bei datamate. Events with entry kann man sehr gut benutzen, um die Zählrate in Abhängigkeit vom Abstand oder der Absorberdicke zu messen.

analyze

Da kann man wahlweise eine Gerade, exponentiellen Verlauf (für radioaktives Zerfallsgesetz, Bestimmung von Halbwertszeiten, Schichtdickenabhängigkeit der Absorption), power fit (für quadratisches Abstandgesetz) oder Kurve mit Formel nach Wahl anfitzen (*add model*). Auch *select region* gibt es hier.

graph

Zeichnet nur die Kurve - weitere Auswahlmöglichkeiten gibt es hier nicht.

Messvorschläge zur Radioaktivität

1. Strahlung eines Glühstrumpfs, Abstandsabhängigkeit

Glühstrumpf an einer Halterung (z. B. Reiter für optische Bank) befestigen und die Halterung auf einem Lineal vor dem Zählrohr verschieben.

Wichtig: lange Messzeit (60 s) wählen - sonst streuen die Messungen sehr stark. Untergrund vorher messen und automatische Background Korrektur machen.

events with entry

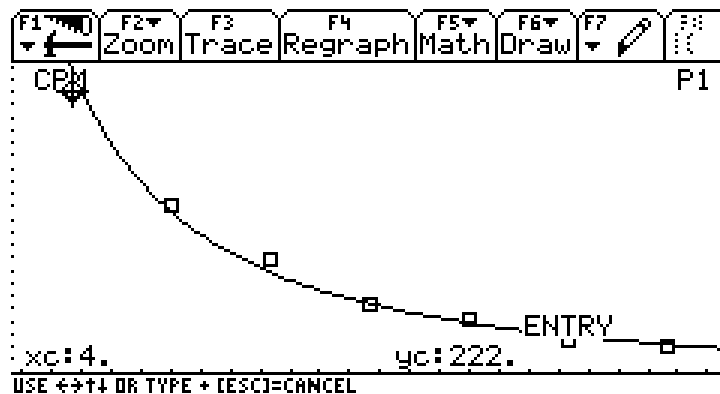
Bei der Beispielmessung unten wurde zwischen 4 cm und 16 cm in 2cm-Schritten gemessen.

analyze

power fit

Es ergab sich $y = ax^b$ mit $a = 1849.06$ und $b = -1.48$

Es ergibt sich nicht $b = -2$, da der Glühstrumpf keine punktförmige Quelle ist. Messung bei größeren Abständen bringt nichts.



2. Halbwertszeit

Man benötigt ein Präparat mit recht kurzer Halbwertszeit. Gut geeignet sind die sogenannten „Isotopengeneratoren“, die von verschiedenen Lehrmittelfirmen angeboten werden. Sie verbinden den Vorteil einer messbar kurzen Halbwertszeit mit dem einer eher geringen Aktivität.

In den Isotopengeneratoren befindet sich eine radioaktive Substanz (in unserem Gerät – Fa. Phywe – ist das eine ^{238}U -Verbindung) und natürlich deren Zerfallsprodukte. Es wird nun dafür gesorgt, dass ein kurzlebige Zerfallsprodukt so von den anderen separiert werden kann, dass dessen Halbwertszeit bestimmt werden kann. Bei uns ist das ein Protactinium-Isotop (^{234}Pa) mit 70.2 s Halbwertszeit. Im Isotopengenerator befinden sich zwei nicht-mischbare Flüssigkeiten. In der auf Grund ihrer geringeren Dichte oben stehenden reichert sich bevorzugt das Protactinium an.

Messung

Bestimmung der Untergrundzählrate – background correction

Fenster des Zählrohrs vor die Aussparung der Plexiglasumhüllung stellen. Untergrundzählrate des Generators für den automatischen Abstand bestimmen – setzt sich zusammen aus der Strahlung der diversen Zerfallsprodukte. Der Generator sollte vorab einige Minuten ruhig gestanden haben, die Flüssigkeiten sind entmischt.

Messung der Halbwertszeit

Generator kräftig schütteln, vor das Zählrohr stellen. Nun befindet sich bevorzugt das kurzlebige Protactinium in der leichten Flüssigkeit, die sich im oberen, Teil des Generators absetzt. Vor dem Starten der Messung kurze Zeit warten. Während des Entmischungsvorgangs steigt die Zählrate nämlich zunächst noch an. (Oder Anstieg hinterher mit „select region“ eliminieren).

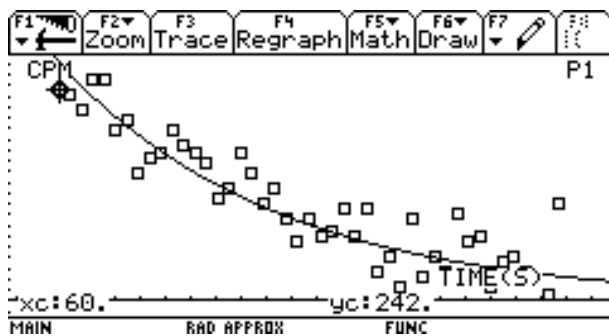
Auswertung

Radioaktives Zerfallsgesetz: $A(t) = A(0) \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$, wobei A die zur Anzahl der vorhandenen Kerne proportionale Aktivität der Probe und T die Halbwertszeit ist. Anfitzen einer Exponentialfunktion $y = a \cdot e^{-bt}$ an die Messung und Berechnung von $T = \ln 2 / b$ ergibt die Halbwertszeit.

Die Messkurve ist relativ stark verrauscht, deshalb streuen auch die aus dem Kurvenfit ermittelten Halbwertszeiten. Können auch schon mal um einen Faktor 2 vom Literaturwert (70.2 s) abweichen. Natürlich hängen die Fitparameter und damit die ermittelte Halbwertszeit auch etwas davon ab, welcher Kurvenbereich ausgewählt wurde.

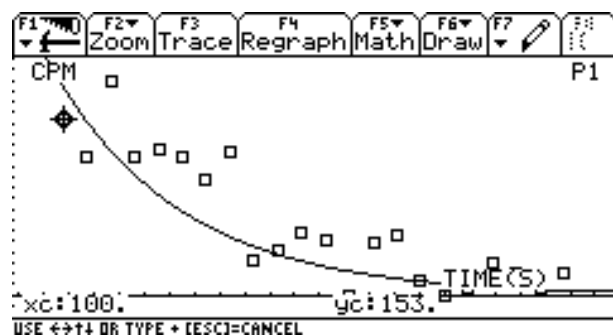
Tipp: Außer den ansteigenden oder konstanten Messwerten zum Beginn der Messung auch die kaum vom Untergrund abweichenden Messwerte am Ende der Messung abschneiden.

Messbeispiele



Messintervall 10 s, 50 Messpunkte

Fitparameter $b = 0.0051 \rightarrow T = 136 \text{ s}$



Messintervall 20 s, 30 Messpunkte

Fitparameter $b = 0.0091 \rightarrow T = 76 \text{ s}$