

Geschwindigkeitsfilter

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie

Dies ist die aktuelle Version dieser Seite. Letzte Bearbeitung: 12:13, 24. Jan. 2009 durch Kein Einstein (Diskussion | Beiträge).

(Unterschied) ← Nächstältere Version | Aktuelle Version (Unterschied) | Nächstjüngere Version → (Unterschied)

Ein **Geschwindigkeitsfilter**, nach seinem Entwickler Wilhelm Wien auch als **Wienfilter** benannt, dient hauptsächlich dazu, aus dem Teilchenstrahl einer Ionenquelle alle diejenigen geladenen Teilchen wegzufiltern, die nicht eine bestimmte Geschwindigkeit besitzen (anders gesagt: Man "präpariert" eine gewisse Geschwindigkeit). Daneben kann man auch die Geschwindigkeit von (geladenen) Teilchen bestimmen.

Inhaltsverzeichnis

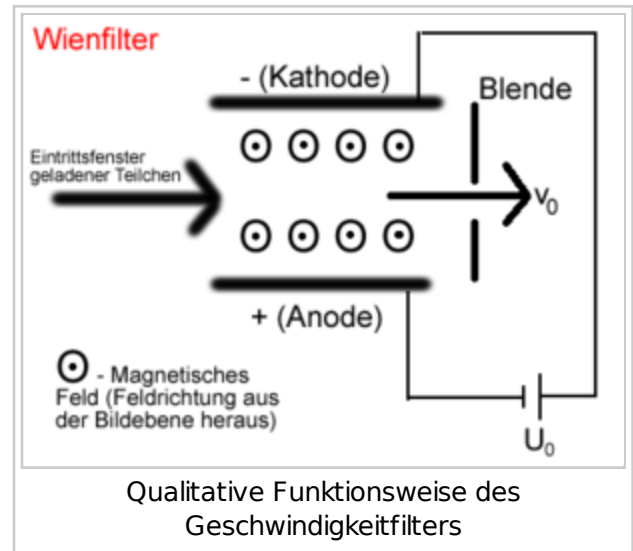
- 1 Aufbau und Funktionsweise
- 2 Mathematische Betrachtung
 - 2.1 Schulniveau
 - 2.2 Mit Verwendung des Vektorprodukts
- 3 Einsatzbereiche
- 4 Weblinks
- 5 Einzelnachweise

Aufbau und Funktionsweise

Elektrisch geladene Teilchen werden durch einen Plattenkondensator geschickt, der selbst vollständig innerhalb eines homogenen Magnetfelds liegt. Alle gerichteten Parameter dieser Anordnung (das vom Kondensator erzeugte elektrische Feld, das Magnetfeld und die Bahn des geladenen Teilchens) stehen dabei paarweise senkrecht aufeinander.

Wenn im nebenstehenden Bild positiv geladene Teilchen von links kommen, werden sie vom elektrischen Feld nach oben abgelenkt, vom Magnetfeld nach unten. Sind beide Kräfte gleich groß, ist die Gesamtkraft Null und die Teilchen fliegen geradeaus. Da die Lorentzkraft proportional zur Geschwindigkeit ist, bleiben nur Teilchen einer bestimmten Geschwindigkeit im Filter auf einer geradlinigen Bahn, alle anderen Teilchen werden abgelenkt und lassen sich durch eine Blende am Ausgang abfangen.

Da beide Kräfte nur auf geladenen Teilchen wirken, müssen sie ggf. zunächst (z. B. durch einen Lichtbogen ^[1]) ionisiert werden.



Mathematische Betrachtung

Die Gewichtskraft des Teilchens kann in allen Berechnungen vernachlässigt werden.

Im folgenden wird die Bedingung dafür hergeleitet, dass das Teilchen nicht abgelenkt wird (B : magnetische Flussdichte, E : Elektrische Feldstärke, q : Ladung, v : Geschwindigkeit):

Schulniveau

Ein Kräftegleichgewicht und damit eine geradlinige Durchquerung des Filters liegt vor, wenn für die elektrische Kraft (Coulombkraft) F_C und die magnetische Kraft (Lorentzkraft) F_L gilt:

$$F_C = F_L$$

$$q|\vec{E}| = qvB \quad \text{mit} \quad |\vec{E}| = \frac{U}{d}$$

$$\frac{U}{d} = vB$$

$$v = \frac{U}{Bd} = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}|}$$

Mit Verwendung des Vektorprodukts

Für die Bewegung im Feld gilt:

$$m\vec{\dot{v}} = m \cdot \vec{a} = q \cdot (\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

Nichtablenkung bedeutet $m \cdot \vec{a} = 0$.

$$q\vec{E} = -q(\vec{v} \times \vec{B})$$

Stehen Geschwindigkeit, elektrisches Feld und Magnetfeld jeweils senkrecht zueinander, gilt:

$$v = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}|}$$

Einsatzbereiche

Um Teilchen einer bestimmten Geschwindigkeit herauszufiltern, müssen das magnetische und das elektrische Feld also entsprechend angepasst werden. Von den Teilchen, die bei einer bestimmten magnetischen Flussdichte bzw. elektrischer Feldstärke den Wienfilter passieren können, kennt man durch obige Beziehung die Geschwindigkeit.

Masse und Ladung der Teilchen spielen für die Funktion des Filters keine Rolle, wie aus den Formeln ersichtlich.

Bei einem Massenspektrometer selektiert in der Regel ein Geschwindigkeitsfilter aus einem Ionenstrahl Teilchen einer bestimmten (damit bekannten Geschwindigkeit) heraus, um dann (z. B. mittels eines Magnetfeldes) die verschiedenen Massen zu trennen.

Geschwindigkeitsfilter werden sehr häufig in Teilchenbeschleunigern eingesetzt, zusammen mit anderen elektrostatischen und magnetischen Filtern bilden sie ein oft recht komplexes System zur Auswahl von Teilchen bestimmter Masse, Ladung und Geschwindigkeit.

Weblinks

- freepatentsonline: Wien filter, United States Patent 4019989 (<http://www.freepatentsonline.com/4019989.html>) (englisch)
- Java-Applet (<http://jakobvogel.net/go/physics/magnetism/wienfilter>) zur Demonstration eines Wienfilters

- Simulation (http://www.bigs.de/BLH/de/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=117&Itemid=293) eines Elektronenstrahls im gekreuzten E-Feld und Magnetfeld
- Simulationstool (<http://www.physiksimulation.de/massenspektrograph.php>) simuliert u. a. auch einen Geschwindigkeitsfilter

Einzelnachweise

1. [<http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-569/Plasma.pdf> Vorlesungsskript an der Uni-GH Essen (S. 13)]

Von „<http://de.wikipedia.org/wiki/Geschwindigkeitsfilter>“

Kategorien: Spektroskopie | Elektrodynamik

- Der Text steht unter der GNU-Lizenz für freie Dokumentation. Bildlizenzen können abweichen.
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.