

Entladegefäße als Ionenquelle

1. Ionen und deren Erzeugung

Ein Ion ist ein Atom, dem entweder ein oder mehrere Elektronen entfernt oder hinzugefügt wurden. Diese Änderung der Elektronenanzahl kann durch die Erwärmung des Gases auf hohe Temperaturen, die Bestrahlung mit einem Hochfrequenz-Feld oder durch den Beschuss mit einem anderen Element erfolgen.

Bei der Temperaturerhöhung oder der Bestrahlung, werden die Atome zu starken Schwingungen angeregt, wodurch sich die Elektronen vom Atomkern lösen und ionisiert werden. Bei diesem Vorgang erhält man positiv geladene Ionen.

Beim Beschuss eines Feststoffes seiner Wahl nimmt man z.B. Cäsiumgas. Durch diesen Beschuss, auch Sputtern genannt, lagert sich ein weiteres Elektron am Atomkern an und das Atom ist eben falls ionisiert.

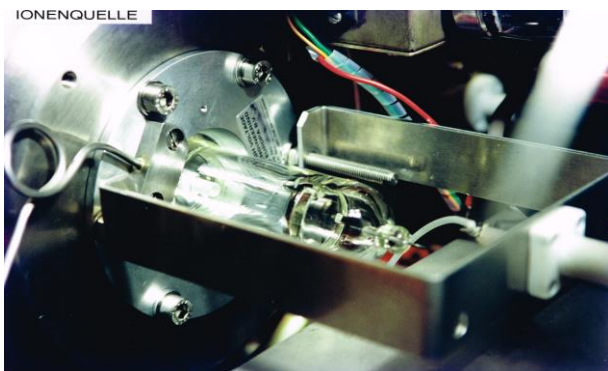
2. Aufbau und Funktion der Ionenquelle

Der Aufbau einer Ionenquelle besteht aus dem Entladegefäß, einem Hochfrequenzsender, einer Gasversorgung und einem starken Dauer- oder Elektromagneten.

Als erster Schritt wird ein gewünschtes Gas, z.B. Wasserstoff, Helium oder Stickstoff, in das Entladegefäß eingeleitet.

Um diese Gase zu ionisieren benötigt man eine Energiezufuhr um die Elektronen vom Atomkern zu lösen. Diese sind durch den Hochfrequenzsender, einem Serienschwingkreis aus einem Kondensator, einem Widerstand und einer Spule gegeben.

Dieser Hochfrequenzsender streut ein elektrisches Wechselfeld über zwei Metallklemmen in das Entladegefäß ein. Der Magnet drückt das entstandene Plasma im inneren des Entladegefäßes zusammen und stabilisiert diesen Zustand. Innerhalb des Entladegefäßes wird durch den eingeschmolzenen Wolframstift ein positives elektrisches Feld erzeugt, wobei das Plasma des Ionenstrahls aus dem Gefäß herausgeleitet wird.

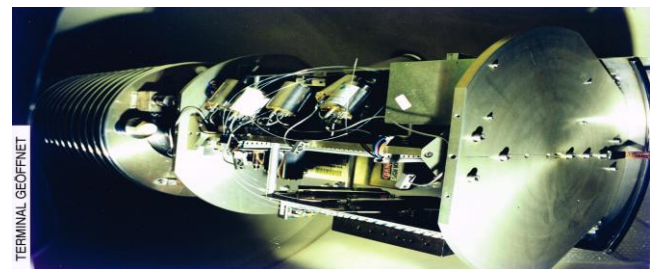


3. Aufbau und Funktion des Ionenbeschleunigers

Der Ionenbeschleuniger LIPSION besteht aus einem Hochspannungserzeuger, einem Terminal mit integriertem Gasversorgung und Ionenquelle, einer Strahlführungseinrichtung, einem Analysiermagnet und einer Messkammer.

Innerhalb des Hochspannungserzeugers wird eine Spannung von bis zu 3 Millionen Volt erzeugt. Dies ist nötig, um die Ionen auf ihre „Reisegeschwindigkeit“ zu beschleunigen. Beim Auftreffen der Wasserstoffkerne auf die Probe, haben diese eine Geschwindigkeit von etwa 33% der Lichtgeschwindigkeit.

Das Terminal besteht aus der zuvor erläuterten Ionenquelle, dem Gassystem und der Spannungsversorgung.



Mit dem Strahlführungssystem kann die Lage des Strahles beeinflusst werden, in dem er nach Austritt aus dem Beschleuniger über elektrostatische Feldplatten geleitet wird. Damit kann der Ionenstrahl in horizontaler wie in vertikaler Richtung parallel verschoben werden.

Der Analysiermagnet ist ein Elektromagnet, der die Flugbahn des Ionenstrahls rechtwinklig umlenkt. Diese 90° werden nur dann eingehalten, wenn das Ion eines bestimmten Elementes mit der richtigen Masse und mit der richtigen Geschwindigkeit den Magneten passiert.

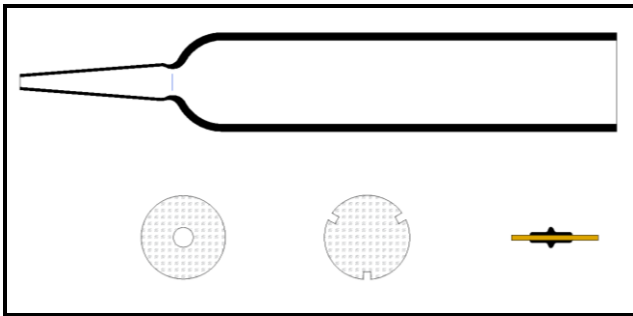
Die Messkammer ist ein quaderförmiger Edelstahlbehälter, der während den Messungen evakuiert wird, um den Ionen einen freien Durchgang zur Probe zu gewährleisten.

4. Nutzung

Im Allgemeinen wird dieses Verfahren für die Materialanalyse von Stoffen und deren Zusammensetzung verwendet. Außerdem können die physikalischen Eigenschaften durch das Einbringen von Ionen verändert werden, z.B. in der Halbleiterindustrie (Bor in Silizium).

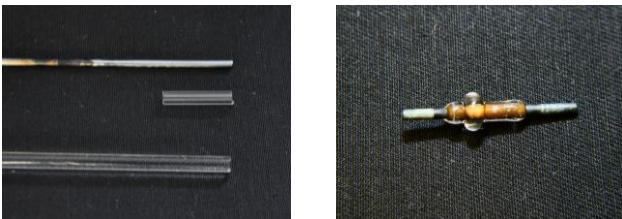
Als weiteres Beispiel kann biologisches Gewebe untersucht werden, um die Funktion deren Organismen zu entschlüsseln.

5. Herstellung Entladegefäß



Als Vorbereitung wird aus einem 38mm Glasrohr eine etwa 250mm lange stabile Spitze gezogen.

Danach bereitet man sich die Glasscheiben vor. In der einen wird mittig ein Loch gebohrt und die andere wird mit 3 gleichmäßig verteilten Nuten versehen.



Zuletzt bereitet man sich den ummandelten Wolframdraht vor. Hierfür wird der Wolframdraht gereinigt, damit eine saubere Glas/Metall Verbindung entstehen kann. Es empfiehlt sich den Draht ausreichend lang zu lassen, um einen angenehmen Bearbeitungsbereich zu haben.

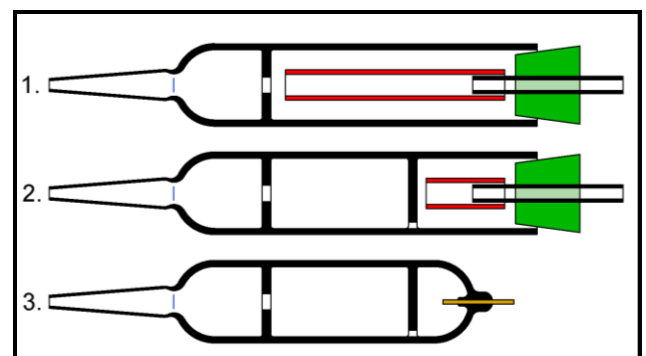
Das Reinigen geschieht durch das Erhitzen in der Sauerstoffflamme, so dass der Draht anfängt zu glühen. Danach durchstreift man mit dem glühenden Draht Natriumnitrit, welches durch seinen Schmelzpunkt von 271°C mit der äußeren Schicht des Wolframs eine Verbindung eingeht. Durch die rasche Abkühlung im Wasser und der daraus folgenden alkalischen Reaktion wird die Oberfläche des Drahtes „abgesprengt“. Dieser sollte jetzt blank sein und metallisch glänzen. Vorsicht beim Umgang mit Natriumnitrit da es Brandfördern, giftig und Umweltgefährlich ist.

Um eine reine Oxidschicht zu erhalten wird der Draht nochmals in einer leichten Sauerstoffflamme zum Glühen gebracht. Damit ein zusammenschrumpfen des Röhrchens beim Aufschmelzen entgegengewirkt werden kann, sollte es etwas länger als vorgegeben zurechtgeschnitten werden.

Dieses Glasröhrchen schiebt man auf den Wolframdraht. Mittels Drahthalter wird das Glas langsam von einem Ende zum anderen durch eine kleine Sauerstoffflamme aufgeschmolzen.

Diesen Vorgang wiederholt man solange, bis eine „Rehbraune“ Färbung entsteht.

Nun wird mit einem dünnen Glasstab eine Glasperle aufgewickelt und gut verschmolzen. Zum Schluss schneidet man, mit Hilfe eines Schleifbocks oder einer Trennschleifmaschine, den Draht auf seine Länge.

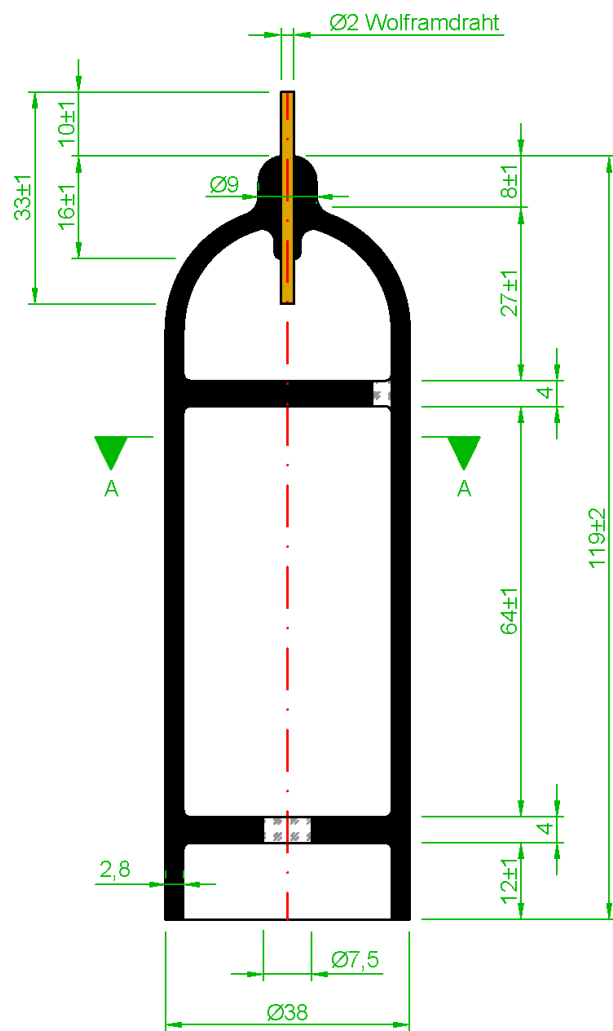
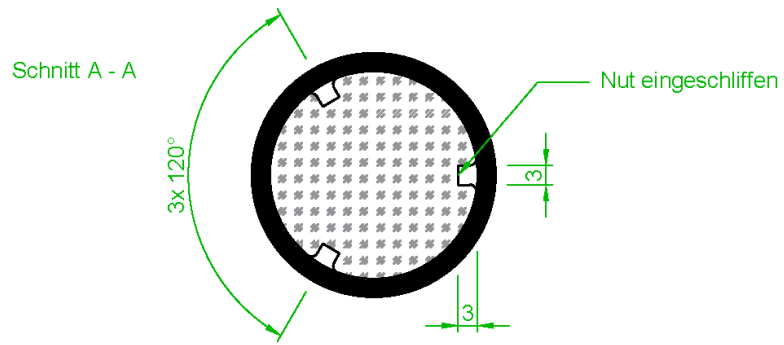


Als ersten Schritt der Fertigstellung fängt man mit der Einschmelzung der „Lochscheibe“ an (1.). Hierfür wird die Scheibe mittels Plurostopfen und einem Quarzrohr als Auflage gehalten. Das Quarzrohr (rot) eignet sich am besten, weil ein Anhaften verhindert wird. Die Spitze etwas schräg halten, damit die Scheibe nicht verrutschen kann. Ist die erste Einschmelzung erfolgt, wird die „Nuten-scheibe“, mittels Plurostopfen und Quarzrohr (rot), eingeschmolzen (2.).

Nun fertigt man den runden Boden, an dem mittig ein Loch herausgeblasen wird. In dieses die Perle des ummandelten Wolframdrahtes passen und eingeschmolzen werden soll. Ist dieser Schritt erfolgt, schmilzt man von einem Glasstab eine kräftige „Wulst“ über den herausstehenden ummandelten Wolframdraht. Hierbei sollte die „Wulst“ eine Bindung mit dem runden Boden eingehen (3.).

Zwischen all den Arbeitsschritten ist ein „zwischenwärmen“ nötig, um thermische Spannungen so gering wie möglich zu halten.

Nach dem Abkühlen wird als letzter Arbeitsschritt die Apparatur entsprechend gekürzt und im Kühllofen ausreichend entspannt.



Maßstab:
1:1

Entladegefäß

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Fakultät Chemie & Mineralogie
Glasbläserwerkstatt
Johannisallee 29
04103 Leipzig