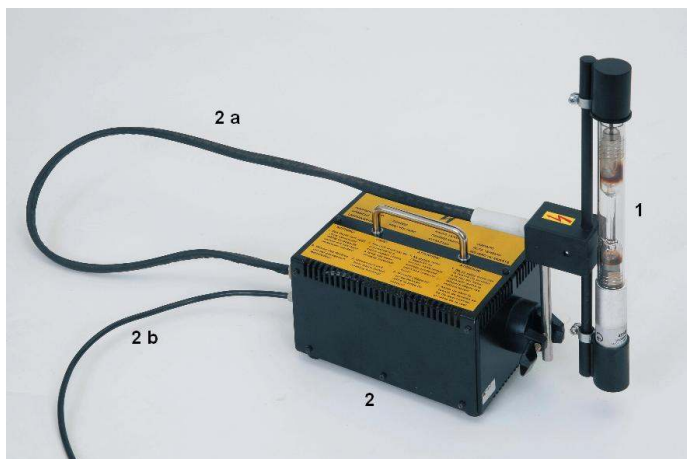


08/08-Kem

Gebrauchsanweisung 451 13, 14, 41

- Balmerlampe (451 13)
- Balmerlampe, deuteriert (451 41)
- Betriebsgerät zur Balmerlampe (451 14)



- 1 Balmerlampe
- 2 Betriebsgerät zur Balmerlampe
- 2 a Hochspannungskabel
- 2 b Netzkabel

Die Balmerlampe (451 13) dient der Beobachtung der vier sichtbaren Linien H_α , H_β , H_γ und H_δ des Wasserstoff-Spektrums (Balmer-Serie). Eine quantitative Auswertung des Spektrums ermöglicht die Bestimmung der Wellenlängen, so dass sich die Balmersche Serienformel

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{v}{c} = R_\infty \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

mit $n: 3, 4, 5, 6, \dots$

und $R_\infty = 1,097373 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ (Rydberg-Konstante) experimentell bestätigen lässt.

Für eine genaue Berechnung der Wasserstofflinien muss die Rydberg-Konstante mit Hilfe der reduzierten Masse μ korrigiert werden:

$$R_H = \frac{R_\infty}{1 + \frac{m_e}{m_p}}$$

mit m_e : Masse des Elektrons, m_p : Masse des Protons

Wasserstoff H			
n	Farbe	Linie	$\frac{\lambda}{\text{nm}}$
3	rot	H_α	656,28
4	türkis	H_β	486,13
5	blau	H_γ	434,05
6	violett	H_δ	410,17

Die Balmerlampe, deuteriert (451 41) ermöglicht die Beobachtung der Linien-Doubletten eines Wasserstoff-Deuterium-Gemisches (Isotopieverschiebung). Für die Rydberg-Konstante des Deuteriums D gilt:

$$R_D = \frac{R_\infty}{1 + \frac{m_e}{m_p + m_n}}$$

mit m_n : Masse des Neutrons

Die Balmer-Spektren von Wasserstoff und Deuterium weichen damit geringfügig in der Lage der einzelnen Linien voneinander ab.

Farbe	Linien	$\frac{\Delta\lambda}{\text{nm}}$
rot	$H_\alpha - D_\alpha$	0,179
türkis	$H_\beta - D_\beta$	0,132
blau	$H_\gamma - D_\gamma$	0,118
violett	$H_\delta - D_\delta$	0,112

Sicherheitshinweise

Das Betriebsgerät zur Balmerlampe entspricht den Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte DIN EN 61010 Teil 1 und ist nach Schutzklasse I aufgebaut. Es ist für den Betrieb in trockenen Räumen vorgesehen, welche für elektrische Betriebsmittel oder Einrichtungen geeignet sind. Bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ist der sichere Betrieb gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird. Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen und gegen unbeabsichtigten Betrieb zu sichern (z.B. bei sichtbaren Schäden).

- Vor Erstinbetriebnahme überprüfen, ob der auf dem Leistungsschild (Gehäuse-Rückseite) aufgedruckte Wert für die Netzanschlussspannung mit dem ortsüblichen Wert übereinstimmt.
- Vor Inbetriebnahme des Gerätes das Gehäuse, die Bedien- und Anzeigeelemente sowie das Netzkabel auf Beschädigung untersuchen.
- Reparatur und Wartung des Gerätes nur von einer autorisierten Fachkraft durchführen lassen.
- Vor Sicherungswechsel Netzstecker ziehen.



Das Betriebsgerät zur Balmerlampe erzeugt berührungsfähige Spannungen, die an den Kontakten des Halters frei zugänglich sind, solange keine Balmerlampe ordnungsgemäß eingebaut ist

- Vor allen Manipulationen an der Balmer-Anordnung – insbesondere beim Ein- und Ausbau einer Balmerlampe unbedingt Netzstecker ziehen.
- Betriebsgerät nur an das Netz anschließen, wenn eine Balmer-Lampe ordnungsgemäß in den Halter eingebaut ist.
- Heiße Balmer-Lampe nicht anfassen

2 Beschreibung, technische Daten

2.1 Balmerlampe (451 13)

Die Balmerlampe ist eine wechselstrombetriebene Gasentladungsröhre mit Wasserdampffüllung. Die abgeschmolzene Röhre wird durch einen auf hygroskopischer Grundlage gebundenen Wasservorrat mit Wasserdampf versorgt. Die Wassermoleküle werden durch die elektrische Entladung in atomaren Wasserstoff und eine Hydroxylgruppe aufgespalten. Eine hochtemperaturbeständige Kapillare im Innern der Lampe zwingt die Entladung auf einen engen Raum, so dass dort eine hohe Konzentration an atomarem Wasserstoff entsteht. Dieser atomare Wasserstoff ist für die intensiven Balmer-Spektrallinien verantwortlich; störende Banden von molekularem Wasserstoff treten nicht auf.

Eine oxidierende Substanz, unterstützt von geeigneten Katalysatoren, sorgt dafür, dass während des Betriebes gebildeter Wasserstoff zu Wasser oxidiert wird, so dass ein Wasserkreislauf im Innern der Röhre stattfindet. Dieser Kreislauf ist mit einer Ablagerung von rot-braunen Metalloxiden verbunden, die sich allerdings nicht im kapillaren Teil der Röhre störend bemerkbar macht.

2.2 Balmerlampe, deuteriert (451 41)

Bei der Balmer-Lampe, deuteriert besteht die Wasserfüllung zu etwa 10% aus deuteriertem Wasser.

2.3 Betriebsgerät zur Balmerlampe (451 14)

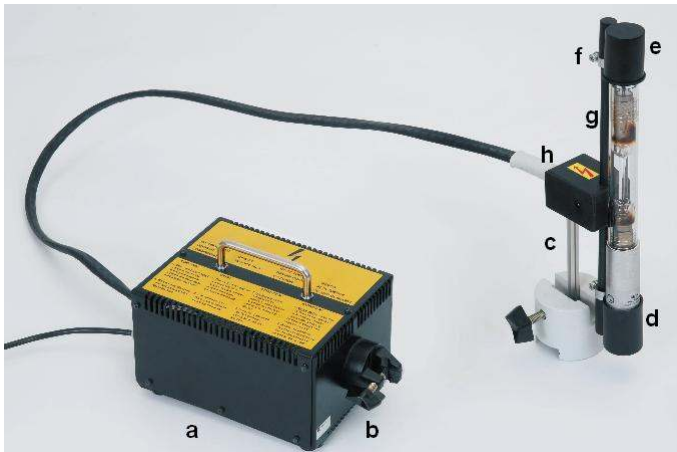


Fig. 1: Betriebsgerät zur Balmerlampe

Das Betriebsgerät (Fig. 1) ist aufgeteilt in die aus dem Wechselstromnetz betriebene Versorgungseinheit (a) und die mit dieser fest, hochspannungssicher und berührungssicher verkabelten Fassung der Balmerlampe. In dem Hochspannungs-Netzgerät wird durch einen Streufeld-Transformator die zum Betrieb der Balmerlampe erforderlich hohe Wechselspannung erzeugt.

Das auf der Gehäuse-Rückseite herausgeführte Hochspannungskabel endet an einem Verteilerkästchen (h). Das am Verteilerkästchen befestigte Rohr (g) erfüllt zwei Aufgaben:

1) Haltefunktion für eine Balmerlampe

2) Durchführung der Hochspannungsanschlüsse

An den Enden des Rohres (g) befinden sich die Lampenfassungen aus Kunststoff. Die untere Fassung (d) ist fest mit dem Rohr verbunden, die obere Fassung (e) lässt sich durch Lösen der Schelle (f) abmontieren. Die Lampenhalterung kann über die Stativstange (c) wahlweise an dem tragbaren Hochspannungs-Netzgerät (Muffe mit Rändelschraube (b)), auf einem Reiter einer optischen Bank oder auf Stativmaterial befestigt werden.

Auf der Rückseite des Gehäuses befinden sich der Ein/Aus-Schalter mit Betriebsanzeigeleuchte sowie die Eingangsbuchse für Netzspannung mit integriertem Sicherungshalter.

Technische Daten

Netzanschlussspannung und Sicherungen:

451 14	220 ... 240 V 50 ... 60 Hz T 1,25 A
451 14 NA	110 ... 130 V 50 ... 60 Hz T 2,5 A

Leerlaufspannung:	3,5 kV
Brennspannung:	ca. 1500 V
Brennstrom:	ca. 50 mA

3 Bedienung

3.1 Einbau der Balmerlampe



Berührungsgefährliche Spannung !

Beim Einbau der Balmerlampe darf das Betriebsgerät nicht an das Netz angeschlossen sein.

- Lampenhalterung mit dem Stativstab (c) am Betriebsgerät mit der Rändelschraube (b) befestigen.
- Schelle (f) an der oberen Lampenfassung (e) lösen, nach unten abziehen und auf das Verteilerkästchen legen.
- Obere Lampenfassung (e) nach oben entfernen. Zuführungskabel für Hochspannung mit Kontaktfederbuchse wird sichtbar.
- Aluminiumsockel einer Balmerlampe zentrisch in die untere, fest montierte Lampenfassung (d) einsetzen und nach unten andrücken. Darauf achten, dass der Metallstift der Lampe in der Kontaktbuchse der Fassung steckt.
- Das aus dem Rohr (g) führende Kabel über die Kontaktfederbuchse der Fassung stecken.
- Obere Lampenfassung unbedingt wieder ordnungsgemäß montieren:
Dazu Lampenfassung (e) so weit andrücken, bis die Riffelung im Rohr teilweise verdeckt wird.
Obere Lampenfassung (e) durch die Schelle (f) am Rohr (g) festklemmen.

3.2 Inbetriebnahme der Balmerlampe

- Netzverbindung herstellen.
- Betriebs-Netzgerät auf einschalten. Die Balmerlampe zündet sofort.

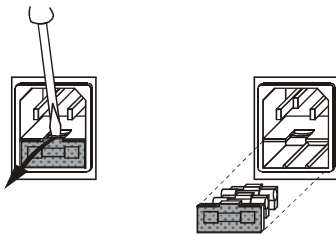
3.3 Betriebshinweise

- Für ein stabiles Brennen der Balmerlampe ist eine bestimmte Betriebstemperatur erforderlich (ca. 55 °C, gemessen am Aluminiumsockel). Bei zu niedriger Betriebstemperatur (direkt nach dem Einschalten) können Entladungen außerhalb der Kapillare auftreten, was zu einem flackernden Betrieb der Lampe führt. Stabile Entladungsbedingungen werden nach ca. 10 bis 15 Minuten Betriebszeit erreicht.
Wird bei hohen Umgebungstemperaturen die Betriebstemperatur zu hoch (größer als ca. 70 °C, gemessen am Aluminiumsockel), kann die Lampe bei längerer Betriebszeit unter Umständen erlöschen. In diesem Fall kann die Lampe normal weiterbetrieben werden, nachdem sie sich wieder abgekühlt hat.
- Wenn nach längerer Betriebsdauer die heiße Balmerlampe nach Aus- und sofortigem Wiedereinschalten nicht zündet, muss mit dem Einschalten der Lampe so lange gewartet werden, bis sie sich wieder abgekühlt hat.
- Die Lampe sollte nur in vertikaler Lage, mit dem Aluminiumsockel nach unten, betrieben werden. Andere Betriebslagen führen nach einigen Minuten zu flackerndem Licht oder sogar zum Erlöschen der Lampe.

- Bei der Erstinbetriebnahme tritt neben dem kräftigen Balmer-Spektrum noch ein bandenartiger Untergrund auf. Dieser Untergrund ist nach etwa einstündiger Betriebszeit verschwunden. Die im Vergleich zu den Balmer-Linien sehr schwachen Sauerstoff-Linien im roten und grünen Spektralbereich bleiben bestehen.
- Bei heißen Balmerlampen ist gelegentlich im Mittelteil der Kapillaren die gelbe Natrium-Linie zu beobachten. In diesem Falle wird empfohlen, die oberen bzw. unteren Randzonen der Kapillaren zu beobachten, wo diese störende gelbe Linie nicht mehr in Erscheinung tritt.

4 Sicherungswechsel

- Netzanschlussstecker ziehen.



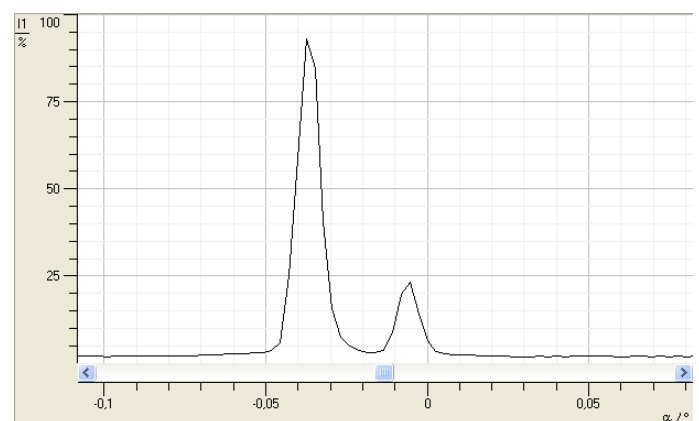
- Sicherungshalter aushebeln.
- Defekte Sicherung durch neue Sicherung ersetzen, dabei Sicherungswert beachten.
- Sicherungshalter einsetzen.

5 Versuchsbeispiele

- Subjektive Beobachtung der Balmerlinien mit einem Taschenspektroskop oder direkt mit einem Rowlandgitter.
- Beobachtung und Ausmessen der Balmerlinien mit dem Übungsspektroskop oder dem Spektrogoniometer.
- Demonstration und Ausmessen der Balmerlinien in einem optischen Aufbau mit Rowlandgitter und Schirm.
- Ausmessen der Balmerlinien in einem optischen Aufbau mit dem Holographischen Gitter:



- Ausmessen der Isotopieaufspaltung mit Okular (s. Fig.) oder mit VideoCom:



- H_{α} , D_{α} -Linien, Aufnahme mit VideoCom