

Na-Resonanzfluoreszenz (ArtikelNr.: P0642600)

Curriculare Themenzuordnung



Schwierigkeitsgrad



Leicht

Vorbereitungszeit



10 Minuten

Durchführungszeit



10 Minuten

empfohlene Gruppengröße



2 Schüler/Studenten

Zusätzlich wird benötigt:

Versuchsvarianten:

Schlagwörter:

Einführung



Abb 1: Versuchsaufbau

Prinzip

Durchstrahlt man ein Gefäß mit Natrium-Dampf mit dem Licht einer Lichtquelle, die ein kontinuierliches Spektrum emittiert, so beobachtet man in dem Gefäß Resonanzfluoreszenz. Man untersucht das aus dem Gefäß austretende Licht spektral und beobachtet das Emissionsspektrum des Natriums.

Natrium emittiert im Bereich des sichtbaren Spektrums zwei sehr nahe beieinander liegende gelbe Spektrallinien ($\lambda_{D1} = 588,99$ nm, bzw. $\lambda_{D2} = 589,56$ nm), die nur mit einem hoch auflösendem Spektrometer zu trennen sind.

Natriumdampf kann nur zur Emission dieser Dublettlinie (D-Linie) angeregt werden, wenn man es mit weißem Licht bestrahlt. Diese Erscheinung wird Resonanzfluoreszenz genannt.

Im Spektrum des anregenden Lichtes beobachtet man dann die D-Linie als Absorptionslinie, da die Lichtquanten der Frequenz f_D von dem Na-Dampf absorbiert wurden.

Um die Resonanzfluoreszenz beobachten zu können, verwendet man eine Hochvakuumröhre, die mit etwas Argon und Natrium gefüllt ist und zur Erzeugung eines geeigneten Na-Dampfdruckes erwärmt wird. Das Absorptionsspektrum wird mit einem einfachen Prismen-Spektrometer untersucht.

Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Linsenhalter	08012-00	1
2	Linse in Fassung, $f = +100$ mm	08021-01	1
3	Spalt, verstellbar	08049-00	1
4	Halter für Geradsichtprismen	08255-00	1
5	Geradsichtprisma 30 x 30 mm	08252-00	1
6	Schirm, Metall, 300 mm x 300 mm	08062-00	1
7	Gehäuse für Experimentierleuchte 2	08129-01	1
8	Einsatz G6,35 für 50 W/100 W Halogenleuchtampen	08129-04	1
9	Halogenleuchte, 12 V/50 W	08129-06	1
10	Franck-Hertz Heizofen für Hg-Röhre	09105-93	1
11	Einfachkondensator, $f = 100$ mm	08137-01	1
12	Na-Fluoreszenzröhre auf Frontplatte	09084-00	1
13	Laborthermometer, -10...+250°C	38065-00	1
14	PHYWE Stufentrafo mit Gleichrichter DC: 2/4/6/8/10/12 V, 5 A / AC: 2/4/6/8/10/12/14 V, 5 A	13533-93	1
15	Optische Bank expert, $l = 1000$ mm	08282-00	1
16	Fuß für optische Bank expert, justierbar	08284-00	2
17	Reiter für optische Bank expert, $h = 30$ mm	08286-01	5

Anordnung und Durchführung

Anordnung

Der Versuchsaufbau wird nach Abb. 1 vorgenommen.

Den Heizofen mit eingesetzter Na-Fluoreszenzröhre ordnet man so auf dem verstellbaren Tisch unmittelbar von der Experimentierleuchte an, dass das aus der Leuchte austretende Lichtbündel die Fluoreszenzröhre durchstrahlt und das durch die Röhre dringende Licht beobachtet werden kann.

Durchführung

1. Justierung und Anordnung

Durch Verschieben der Lichtquelle in Gehäuse der Experimentierleuchte wird die Lampenwendel scharf auf dem Schirm abgebildet. Den verstellbaren Spalt ordnet man unmittelbar vor dem Heizofen an. Den Linsenhalter mit eingesetzter Linse $f = 100$ mm befestigt man so, dass der Spalt auf dem Schirm scharf abgebildet wird.

Die Abbildungsqualität ist dann am besten, wenn die Lichtquelle im Gehäuse der Leuchte so verschoben wird, dass die Kondensatorlinse die Lampenwendel in der Hauptebene der Linse $f = 100$ mm abbildet.

2. Beobachtung der Resonanzfluoreszenz

Der Heizofen wird über die Netzanschluss-Schnur an das Wechselstromnetz angeschlossen. Mit dem Stellknopf am Ofen wird die mittlere Ofentemperatur θ ($\theta = 180 \dots 220$ °C) eingestellt. Hat der Bimetallschalter zur Regulierung der Heizung noch nicht abgeschaltet, wenn die eingestellte Ofentemperatur θ um 5 °C überschritten ist, dreht man den Stellknopf (entgegen dem Uhrzeigersinn) soweit zurück, bis der Bimetallschalter die Heizung abschaltet. Diese Einstellung muss im Allgemeinen mehrmals wiederholt werden, bis sich die mittlere Ofentemperatur θ ($\theta \approx 5$ °C) eingependelt hat.

Nach einer Anheizzeit von etwa 15 Minuten ist die Fluoreszenzröhre betriebsbereit. Während der Anheizzeit schaltet man die Experimentierleuchte aus.

Ist die Fluoreszenzröhre genügend vorgewärmt, wird die Experimentierleuchte eingeschaltet und die Röhre sowie das Spektrum beobachtet.

Die Beobachtung sollte im abgedunkeltem Raum erfolgt.

Ergebnis

Ergebnis

In der Na-Fluoreszenzröhre beobachtet man, dass die einfallende primäre Strahlung, das Licht der Experimentierleuchte, allseitig von einer leuchtenden, gelben Hülle umgeben ist. Diese Sekundärstrahlung muss von der Primärstrahlung erzeugt worden sein. Im Spektrum der Primärstrahlung beobachtet man eine Absorptionslinie im gelben Bereich bei $\lambda_{\text{Dexp}} = 589 \text{ nm}$; es ist die Absorptionslinie des Natriums. Die Sekundärstrahlung wird angeregt durch Absorption vom Licht der Wellenlänge der Na-Linie aus der Primärstrahlung durch den Na-Dampf.

Interpretation

Wie das Termschema des Natriums zeigt, liegt zwischen dem oberen Niveau der D-Linie und ihrem unteren, dem Grundniveau, kein weiteres Energieniveau. Der durch Absorption vom Licht der Wellenlänge der D-Linie erreichte Zustand kann daher bei der Emission nur in den Grundzustand zurückgewandelt werden; das abgestrahlte Licht hat daher die Frequenz der D-Linie.

Anmerkung

Sind feste Körper, Flüssigkeiten oder Gase in der Lage, elektromagnetische Strahlung teilweise zu absorbieren und als Strahlung der gleichen oder einer größeren (in Ausnahmefällen auch kleineren) Wellenlänge wieder zu emittieren, so wird diese Eigenschaft Fluoreszenz genannt. Bei der Fluoreszenz erlischt die sekundäre Lichtmission praktisch gleichzeitig mit der eingestrahlten Primärstrahlung; die Abklingzeit liegt i. A zwischen 10^{-7} und 10^{-4} Sekunden.

Von Resonanzfluoreszenz spricht man, wenn die Atome einatomiger Gase (Metalldämpfe) nach der Absorption monochromatischen Lichts von der Wellenlänge der ersten Linie ihres Absorptionsspektrums emittieren. Die Wellenlänge des absorbierten und emittierten Lichtes ist genau gleich.

Beim Natrium ist die beobachtete Fluoreszenzerscheinung also Resonanzfluoreszenz.