SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Untersuchung von Gasspektren

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

Untersuchung von Gasspektren – die Balmer-Serie

Von Jörg Wassermann
Fotos von Jörg Wassermann

© Jan Homann/Wikimedia Commons CC BY-SA 3.0

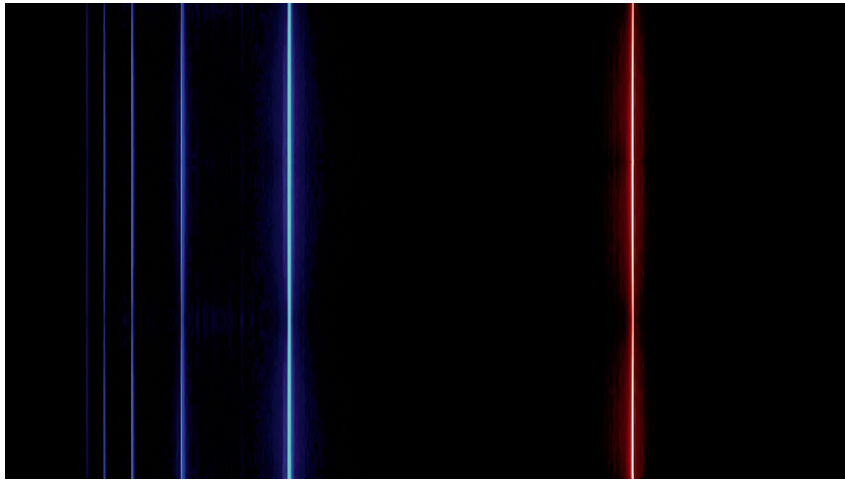
Wasserstoff ist das mit Abstand am häufigsten vorkommende Element im gesamten Universum. Sein Emissionsspektrum zeigt einige diskrete Linien im sichtbaren Bereich, für die Johann Jakob Balmer eine einfache Formel für die Berechnung der Wellenlängen herleiten konnte. Es zeigte sich schnell, dass die Untersuchung von Linienspektren einen wichtigen Baustein zum Verständnis des Aufbaus der Materie darstellt. Aber wie kann man diese diskreten Wellenlängen bestimmen? In diesem Beitrag finden Sie Aufgaben zum verwendeten, relativ einfachen Versuchsaufbau und zu den physikalischen Grundlagen einer zu dieser Fragestellung passenden Messung. Den Schwerpunkt bildet eine umfangreiche Sammlung von Fotos anhand derer Ihre Schülerinnen und Schüler die Bestimmung und die Auswertung der Wellenlängen der Balmer-Serie üben können.

RAABE, KLASSE SCHULE

© Copyright school-scout.de / e-learning-academy AG – Urheberrechtshinweis
Alle Inhalte dieser Material-Vorschau sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei school-scout.de / e-learning-academy AG. Wer diese Vorschauseiten unerlaubt kopiert oder verbreitet, macht sich gem. §§ 106 ff UrhG strafbar.

Untersuchung von Gasspektren – die Balmer-Serie

Von Jörg Wassermann
Fotos von Jörg Wassermann



© Jan Homann/Wikimedia Commons CC BY-SA 3.0

Wasserstoff ist das mit Abstand am häufigsten vorkommende Element im gesamten Universum. Sein Emissionsspektrum zeigt einige diskrete Linien im sichtbaren Bereich, für die Johann Jakob Balmer eine einfache Formel für die Berechnung der Wellenlängen herleiten konnte. Es zeigte sich schnell, dass die Untersuchung von Linienspektren einen wichtigen Baustein zum Verständnis des Aufbaus der Materie darstellt. Aber wie kann man diese diskreten Wellenlängen bestimmen? In diesem Beitrag finden Sie Aufgaben zum verwendeten, relativ einfachen Versuchsaufbau und zu den physikalischen Grundlagen einer zu dieser Fragestellung passenden Messung. Den Schwerpunkt bildet eine umfangreiche Sammlung von Fotos anhand derer Ihre Schülerinnen und Schüler die Bestimmung und die Auswertung der Wellenlängen der Balmer-Serie üben können.

RAABE
KLASSE SCHULE

Untersuchung von Gasspektren – die Balmer-Serie

Oberstufe

Jörg Wassermann, Wermelskirchen

Hinweise	**1**
M 1 Die subjektive Methode – Das Experiment	**4**
M 2 Kleinwinkelnäherung	**5**
M 3 Bestimmung der Wellenlängen der Balmer-Serie	**7**
M 4 Ermittlung des Abstands zwischen Gitter und Skala	**8**
M 5a–M 8b Bildmaterial zum Wasserstoffspektrum	**9**
M 9 Versuch mit kleinerer Gitterkonstanten	**17**
M 10a Direktvergleich der Aufnahmen – Variante 1	**18**
M 10b Direktvergleich der Aufnahmen – Variante 2	**19**
Lösungen	**20**

© RAABE 2022

Die Schülerinnen und Schüler lernen:

physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien und Basiskonzepten zu beschreiben und zu erläutern, kriteriengeleitet zu beobachten und zu messen, komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen zu erläutern, zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auszuwählen, Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierenden Gesetzmäßigkeiten zu analysieren, Hypothesen zu generieren und für Bewertungen kriteriengeleitet Argumente abzuwägen und einen begründeten Standpunkt zu beziehen

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau
	Dieses Symbol markiert eine Leseaufgabe.	
	Dieses Symbol markiert Aufgaben, bei denen die Lernenden einen Taschenrechner für die Lösung nutzen sollen.	
	Dieses Symbol markiert Tipps.	
	Dieses Symbol markiert einen Schülerversuch.	

© RAABE 2022

Überblick:

Legende der Abkürzungen:
AB Arbeitsblatt **BA** Bildanalyse **SV** Schülerversuch

Thema	Material	Methode
Die subjektive Methode – Das Experiment	M 1	SV
Kleinwinkelnäherung	M 2	AB
Bestimmung der Wellenlänge der Balmer-Serie	M 3	AB, BA
Ermittlung des Abstands zwischen Gitter und Skala	M 4	AB
Bildmaterial zur Auswertung	M 5–M 8	AB, BA
Versuch mit kleinerer Gitterkonstanten	M 9	AB
Direktvergleich der Aufnahmen	M 10	BA

© RAABE 2022

Kompetenzprofil:

Inhalt: Gitterspektren, Wasserstoffspektrum, Balmer-Serie, Messwerterfassung, Daten auswerten, Ergebnisse beurteilen

Medien: beiliegende Fotos, evtl. auch digital, Taschenrechner, evtl. Tabellenkalkulation

Kompetenzen: Erklären von Phänomenen unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (S1), Auswahl bekannter Modelle bzw. Theorien, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen (S3), Erklären bekannter Messverfahren sowie der Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus (S5), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren (S7), Beurteilen der Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen (E3), Berücksichtigung von Messunsicherheiten und Analyse der Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses (E7)

Hinweise

Die Untersuchung von Linienspektren ist ein wichtiger Baustein zum Verständnis des Aufbaus der Materie. Die Emissionsspektren von Gasentladungslampen, die mit Wasserstoff gefüllt sind, führten zu den ersten Theorien eines Kern-Hülle-Modells, mit denen die gemessenen Wellenlängen des diskreten Spektrums rechnerisch bestätigt werden konnten. Auch wenn sich das Bohr'sche Atommodell schnell als überfordert entpuppte, sobald ein zweites Elektron im Atom vorhanden war, so war die Balmer-Serie immer noch ein wichtiger Ausgangspunkt bei der Entwicklung der Quantenphysik in der heutigen Form.

In den meisten Physikbüchern und Materialsammlungen gibt es für viele Experimente nur eine oder maximal zwei Messreihen zum Auswerten. Um hier ein wenig Vielfalt zu schaffen, kann der vorliegende Beitrag als Materialpool verwendet werden. Das Material eignet sich zum Üben und Trainieren und als Grundlage für Gruppenarbeiten. Nicht zuletzt kann in Lernüberprüfungen Sicherheit geschaffen werden, wenn eine Aufgabe zur Verfügung gestellt werden kann, die sich an das Material aus dem Unterricht anlehnt.

© RAABE 2022

Lernvoraussetzungen

Die Interferenzbedingungen am Beugungsgitter werden in diesem Material nicht wiederholt, aber beim theoretischen Einstieg benötigt. Im Material **M 2** wird die Kleinwinkelnäherung genauer betrachtet. Hierzu werden mathematische Grundlagen benötigt (trigonometrische Funktionen, Satz von Pythagoras). Auch im weiteren Verlauf wird ein sicherer Umgang mit dem Taschenrechner (Winkelfunktionen, Zehnerpotenzen) oder mit einer anderen Software zum tabellarischen Auswerten von Datenreihen vorausgesetzt (Tabellenkalkulation). Sie als Lehrkraft können selbst entscheiden, welche Werkzeuge Sie bei der Auswertung zulassen.

Hilfreich ist, wenn die Schüler das Experiment funktionstüchtig vor sich haben.

Bekannt sollte sein, dass zur Bestimmung von a_n der Abstand der beiden Messwerte auf den verschiedenen Seiten des Hauptmaximums durch 2 dividiert wird.

Auf eine grafische Auswertung von Messreihen wird in diesem Material verzichtet, weil es bei nur zwei gut zu beobachtenden Ordnungen an hinreichendem Datenmaterial fehlt. In **M 6** könnte grafisch ausgewertet werden (a_n gegen die Ordnung abtragen). Das ist aber ohne Kleinwinkelnäherung nicht trivial.

Methodisch-didaktische Anmerkungen

Insgesamt orientiert sich die Schwierigkeit dieses Materials am Niveau eines Grundkurses, enthält aber auch einige Fragen zum vertiefenden Nachdenken.

Der hier genutzte Versuchsaufbau mit der subjektiven Methode ist relativ einfach zu realisieren. Für die lichtstarken Linien (H_α und H_β) kann der Versuch bei Tageslicht durchgeführt werden.

Viele Kameras in Mobiltelefonen können durch das Gitter qualitativ gute Bilder aufnehmen, die sich durch Hineinzoomen in das Foto mit guten oder sogar sehr guten Messergebnissen auswerten lassen. Wenn die Zeit es zulässt, können die Lernenden mit einer eigenen Kamera ein individuelles Bild aufnehmen und auswerten.

Da die Qualität solcher Aufnahmen erfahrungsgemäß sehr stark variiert, ist es sinnvoll, wenn darüber hinaus Fotos von Versuchsergebnissen vorhanden sind, die sicher ausgewertet werden und bei denen die Ergebnisse verglichen werden können. Dieses lässt sich einerseits für Übungsphasen verwenden, aber selbstverständlich auch für Klausuren, in denen eine ordentliche Bildqualität den Prüflingen Sicherheit gibt.

Es gibt insgesamt acht Materialseiten zur Balmer-Serie (**M 5a** bis **M 8b**). Diese wurden je zweimal in vier verschiedenen Abständen aufgenommen (50 cm, 60 cm, 70 cm und 80 cm). In einer der beiden Aufnahmen liegt das Hauptmaximum genau an der 50 cm-Markierung des verwendeten Lineals, in der anderen Aufnahme wurde das Lineal zufällig verschoben. Schwächere Schülerinnen und Schüler behalten den Überblick, wenn sie Vertrautes entdecken (50 cm in der Mitte), Variation liefert die Verschiebung der Skala.

Damit Sie das Material möglichst flexibel verwenden können, wurden bei den Aufgaben zum Wasserstoffspektrum die Aufgabenstellungen von den Aufnahmen getrennt.

© RAABE 2022

So können Sie entscheiden, …

– ob bei einem Material die Wellenlängen oder der Abstand zum Gitter ermittelt werden soll (Bestimmung der Gitterkonstanten in Material **M 9**),
– ob das Material zum Üben verwendet soll (verschiedene Schülerinnen und Schüler benötigen unterschiedlich viele Trainingseinheiten des gleichen Aufgabentyps),
– ob Sie Gruppen- oder Partnerarbeit als Sozialform wählen und die Gruppen dabei materialgleich oder materialteilig vorgehen,
– ob innerhalb einer Gruppe die einzelnen Mitglieder verschiedene Materialien auswerten und anschließend ihre Ergebnisse vergleichen und bewerten,
– ob Sie eine Leistungsüberprüfung mit mehreren Gruppen durchführen oder
– ob Sie für einen Klausur-Nachschreibtermin eine ähnliche Aufgabe benötigen.

Kombinieren Sie das passende Material mit dem passenden Arbeitsauftrag und kopieren Sie es zusammen auf eine DIN A4-Seite (legen Sie die Blätter nebeneinander auf den Kopierer oder wählen Sie im Druckertreiber die beiden gewünschten Seiten (**M 3** oder **M 4**) aus).

Auf den einzelnen Materialseiten finden Sie das Spektrum am Seitenrand komplett im Zusammenhang abgebildet. Darüber hinaus gibt es Vergrößerungen (etwa Faktor 2) von den Stellen, an denen die Linien abzulesen sind. Somit ergibt sich die Möglichkeit, die Lage der Spektrallinie (mindestens) auf eine Genauigkeit von einem Viertel eines Millimeters exakt zu bestimmen.

Auf zwei Farbseiten (**M 10a** und **M 10b**) werden jeweils vier Spektren nebeneinander angeboten. Diese kartonierten Seiten können Sie laminieren und zur Auswertung zur Verfügung stellen. Die vier Spektren zusätzlich auseinanderzuschneiden ist möglich.

© RAABE 2022

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Untersuchung von Gasspektren

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

Untersuchung von Gasspektren – die Balmer-Serie

Von Jörg Wassermann
Fotos von Jörg Wassermann

© Jan Homann/Wikimedia Commons CC BY-SA 3.0

Wasserstoff ist das mit Abstand am häufigsten vorkommende Element im gesamten Universum. Sein Emissionsspektrum zeigt einige diskrete Linien im sichtbaren Bereich, für die Johann Jakob Balmer eine einfache Formel für die Berechnung der Wellenlängen herleiten konnte. Es zeigte sich schnell, dass die Untersuchung von Linienspektren einen wichtigen Baustein zum Verständnis des Aufbaus der Materie darstellt. Aber wie kann man diese diskreten Wellenlängen bestimmen? In diesem Beitrag finden Sie Aufgaben zum verwendeten, relativ einfachen Versuchsaufbau und zu den physikalischen Grundlagen einer zu dieser Fragestellung passenden Messung. Den Schwerpunkt bildet eine umfangreiche Sammlung von Fotos anhand derer Ihre Schülerinnen und Schüler die Bestimmung und die Auswertung der Wellenlängen der Balmer-Serie üben können.

RAABE, KLASSE SCHULE

© Copyright school-scout.de / e-learning-academy AG – Urheberrechtshinweis
Alle Inhalte dieser Material-Vorschau sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei school-scout.de / e-learning-academy AG. Wer diese Vorschauseiten unerlaubt kopiert oder verbreitet, macht sich gem. §§ 106 ff UrhG strafbar.