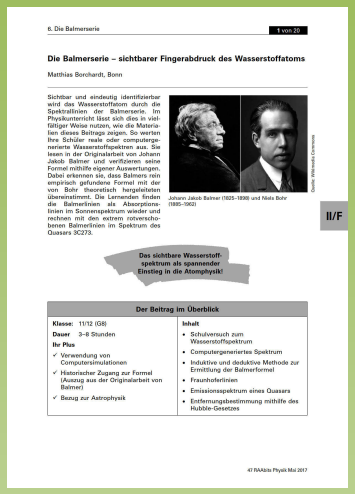
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Die Balmerserie - sichtbarer Fingerabdruck des Wasserstoffatoms

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



6. Die Balmerserie 1 von 20

Die Balmerserie – sichtbarer Fingerabdruck des Wasserstoffatoms

Matthias Borchardt, Bonn

Sichtbar und eindeutig identifizierbar wird das Wasserstoffatom durch die Spektrallinien der Balmerserie. Im Physikunterricht lässt sich dies in vielfältiger Weise nutzen, wie die Materialien dieses Beitrags zeigen. So werten ihre Schüler reale oder computergenerierte Wasserstoffspektren aus. Sie lesen in der Originalarbeit von Johann Jakob Balmer und verifizieren seine Formel mithilfe eigener Auswertungen. Dabei erkennen sie, dass Balmers rein empirisch gefundene Formel mit der von Bohr theoretisch hergeleiteten übereinstimmt. Die Lernenden finden die Balmerlinien als Absorptionslinien im Sonnenspektrum wieder und rechnen mit den extrem rotverschobenen Balmerlinien im Spektrum des Quasars 3C273.

Johann Jakob Balmer (1825–1898) und Niels Bohr (1885–1962)

Quelle: Wikimedia Commons

II/F

Das sichtbare Wasserstoffspektrum als spannender Einstieg in die Atomphysik!

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 11/12 (G8)

Dauer 3–8 Stunden

Ihr Plus

- ✓ Verwendung von Computersimulationen
- ✓ Historischer Zugang zur Formel (Auszug aus der Originalarbeit von Balmer)
- ✓ Bezug zur Astrophysik

Inhalt

- Schulversuch zum Wasserstoffspektrum
- Computergeneriertes Spektrum
- Induktive und deduktive Methode zur Ermittlung der Balmerformel
- Fraunhoferlinien
- Emissionsspektrum eines Quasars
- Entfernungsbestimmung mithilfe des Hubble-Gesetzes

47 RAAbits Physik Mai 2017

© 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.

Die Balmerserie – sichtbarer Fingerabdruck des Wasserstoffatoms

Matthias Borchardt, Bonn

Sichtbar und eindeutig identifizierbar wird das Wasserstoffatom durch die Spektrallinien der Balmerserie. Im Physikunterricht lässt sich dies in vielfältiger Weise nutzen, wie die Materialien dieses Beitrags zeigen. So werten Ihre Schüler reale oder computergenerierte Wasserstoffspektren aus. Sie lesen in der Originalarbeit von Johann Jakob Balmer und verifizieren seine Formel mithilfe eigener Auswertungen. Dabei erkennen sie, dass Balmers rein empirisch gefundene Formel mit der von Bohr theoretisch hergeleiteten übereinstimmt. Die Lernenden finden die Balmerlinien als Absorptionslinien im Sonnenspektrum wieder und rechnen mit den extrem rotverschobenen Balmerlinien im Spektrum des Quasars 3C273.

Johann Jakob Balmer (1825–1898) und Niels Bohr (1885–1962)

Quelle: Wikimedia Commons

II/F

Das sichtbare Wasserstoffspektrum als spannender Einstieg in die Atomphysik!

Der Beitrag im Überblick	
Klasse: 11/12 (G8) **Dauer** 3–8 Stunden **Ihr Plus** ✓ Verwendung von Computersimulationen ✓ Historischer Zugang zur Formel (Auszug aus der Originalarbeit von Balmer) ✓ Bezug zur Astrophysik	**Inhalt** • Schulversuch zum Wasserstoffspektrum • Computergeneriertes Spektrum • Induktive und deduktive Methode zur Ermittlung der Balmerformel • Fraunhoferlinien • Emissionsspektrum eines Quasars • Entfernungsbestimmung mithilfe des Hubble-Gesetzes

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Einordnung des Themas

Die Behandlung des **sichtbaren Wasserstoffspektrums** gehört zu den Standardthemen des Physikunterrichts in der Oberstufe – im Grundkurs wie auch im Leistungskurs. Die Tatsache, dass Gase, die zum Leuchten angeregt werden, stets ein **Linienspektrum** aufweisen, lässt bereits vermuten, dass die energetischen Vorgänge im Atom **nicht kontinuierlicher** Natur sind. Der **Franck-Hertz-Versuch** und die Existenz der Fraunhofer-Linien im Spektrum der Sonne bestätigen, dass offenbar nur ganz bestimmte Energiebeträge vom Atom emittiert und absorbiert werden können. Die **Balmerserie** bietet sich für den **Einstieg in die Atomphysik** ganz besonders an – zum einen, weil das Wasserstoffatom vom Aufbau her das einfachste Atom ist, und zum anderen, weil diese Spektrallinien auch wissenschaftshistorisch eine große Rolle spielten. Sie standen bei der Entwicklung des ersten brauchbaren Atommodells durch Niels Bohr Pate. Hinzu kommt, dass Wasserstoff das bei weitem häufigste Element im Universum ist und die Balmerserie daher in Spektren von Sternen, Gaswolken, Galaxien und Quasaren astrophysikalisch eine große Rolle spielt.

Die Tatsache, dass die Formel zur Berechnung der Wellenlänge der Wasserstofflinien zunächst rein empirisch gefunden und später von Niels Bohr theoretisch hergeleitet wurde, macht das Thema auch unter didaktischen Aspekten interessant, denn es werden hier typische Arbeitsweisen der Physik sichtbar – ein rein induktives, empirisch basiertes Vorgehen und die deduktive Methode. Beide führen zur gleichen Formel.

Unterrichtliche Voraussetzungen

Die Materialien setzen voraus, dass Sie die **Wellenoptik** bereits thematisiert haben und Ihre Schüler die Formeln für die **Interferenz am Doppelspalt und Gitter** kennen. In der Regel sollte auch der **Fotoeffekt** (Photon, $E = h \cdot f$) bereits behandelt worden sein, und Ihre Schüler sollten die **Teilchen-** und **Wellennatur von Licht** kennen. Die Behandlung des Bohr'schen Atommodells ist nicht Voraussetzung. Aber selbst wenn Sie die Theorie von Niels Bohr bereits thematisiert haben, lassen sich die Materialien noch gut einsetzen.

Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Lassen Sie Ihre Schüler zunächst (als **Hausaufgabe**) ihr Wissen auffrischen (**M 1**). Ein ergänzendes Wiederholungsblatt finden Sie auf **CD-ROM 47**.

Es hat sich bewährt, die Schüler zunächst ein typisches Wasserstoffspektrum auswerten zu lassen, indem sie die Wellenlängen der Linien experimentell bestimmen. Dazu bietet sich Material **M 2** an. Falls ein Aufbau des Versuchs nicht möglich ist oder misslingt, können die Beispieldaten auf dem Foto zur Auswertung herangezogen werden. Material **M 3** ist gut geeignet, um die Bestimmung der Wellenlängen in Form einer wiederholenden Hausaufgabe zu gestalten. Auch für Prüfungen ist dieses Material durchaus sinnvoll. Die Materialien **M 4** und **M 5** zeigen die Bemühungen Balmers auf, eine **allgemeingültige Formel** für die Wellenlängen der Wasserstofflinien zu finden. Erfahrungsgemäß finden die Schüler es faszinierend, dass Balmer, ohne physikalisches Hintergrundwissen, allein durch geschicktes mathematisches Probieren in der Lage war, die richtige Formel zu finden. Es ist wichtig, dass Ihre Schüler nachvollziehen können, dass die Formel in der Fassung von Niels Bohr mit der von Balmer übereinstimmt. Dies ist Thema in Material **M 6**. Sollten Sie der Meinung sein, die im Arbeitsblatt geforderten Umformungen seien für Ihren Kurs zu schwierig, können Sie **M 6** auch in Form eines **Referats** vortragen lassen. Die Materialien **M 7**, **M 8** und **M 9** sind Zusatzangebote, die Sie je nach Zeit und Interesse im Kurs einsetzen können. Sie zeigen, dass die Balmerlinien des Wasserstoffs astrophysikalisch von besonderer Bedeutung sind. Auch diese Materialien könnten gut in Form von Schülerreferaten dem Plenum vorgestellt werden.

Computer mit Internetzugang notwendig

Für die Bearbeitung der Materialien sind manchmal **Rechercheaufträge** auszuführen. Auch werden die Schüler Computerprogramme als Arbeitsmittel verwenden. Diese sind nützliche Werkzeuge, um die physikalischen Zusammenhänge dynamisch und anschaulich darzustellen. Es ist also notwendig, dass Ihre Schüler einen Arbeitsplatz mit Internetzugang haben.

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
F 1, F 3, F 4, E 1, E 2, E 4, E 7, E 9, E 10, K 5, B 2,	... werten Spektren, die durch optische Transmissionsgitter erzeugt wurden, aus, ... wenden die Balmerformel an,	I, II
F 1, F 2, F 4, B 1, B 2	... lernen eine induktive und eine deduktive Vorgehensweise kennen, um eine allgemeingültige Formel für ein physikalisches Phänomen zu erhalten,	II
F 1, F 2, F 3, F 4, F 5, E 2, E 4, E 9, E 10, K 3, K 5, B 2	... erkennen, dass Wasserstoff im Universum überall zu finden ist und somit die Balmerserie ein wichtiges „wissenschaftliches Instrument“ zur Beantwortung astro-physikalischer Fragen darstellt, ... ermitteln Daten zum Sonnenspektrum und werten sie aus, ... werten das Spektrum eines Quasars aus und ermitteln mithilfe des Hubble-Gesetzes seine Entfernung.	II, III

Mediathek

Computerprogramme:

http://www.mabo-physik.de/doppelspalt_und_gitter.html

http://www.mabo-physik.de/fraunhoferlinien_sonne.html

Wissenschaftliche Literatur:

Balmer, J.J.: *Notiz über die Spectrallinien des Wasserstoffs*. Annalen der Physik 1885 (Volume 261, Issue 5). S. 80–87.

Boksenberg, A., Shortridge, K.: *New Spectrometric Results on the Quasar 3C273*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 1975 (Volume 172, Issue 2). S. 289–303.

Paltani, S., Türler, M.: *The mass of the black hole in 3C 273*. Astronomy & Astrophysics 2005 (Volume 435, Number 3). S. 811–820.

Walker, Richard: *Spektralatlas für Amateurastronomen*.
Internet: http://www.ursusmajor.ch/astrospektroskopie/richard-walkers-page/

Walker, Richard: *Das optische Spektrum des Quasars 3C273*.
Spectral Atlas for Amateur Astronomers, A Guide to the Spectra of Astronomical Objects and Terrestrial Light Sources, Autor: Richard Walker; ISBN: 978-1-107-16590-8
Spectroscopy for Amateur Astronomers, Recording, Processing, Analysis and Interpretation, Autoren: Marc F.M. Trypsteen und Richard Walker; ISBN: 978-1-107-16618-9

Materialübersicht

🕐 V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
🕐 D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie Cs = Computersimulation

M 1		**Spektrale Zerlegung von Licht – frischen Sie Ihr Wissen auf!**
M 2	**Ab, SV**	**Die Balmerserie im Schulversuch**
	🕐 V: 5 min	❒ Vorbereiteter Versuchsaufbau (siehe Abb. S. 15)
	🕐 D: 40 min	❒ Balmer-Lampe
		❒ Gitter
		❒ Lineal
		❒ Taschenrechner
M 3	**Ab, Cs**	**Die Balmerserie in der Computersimulation**
	🕐 V: 5 min	❒ Simulationsprogramm: *„Gitterspektren.exe“*
	🕐 D: 40 min	❒ Taschenrechner
M 4	**Ab**	**Die Zahlenspielereien des Johann Jakob Balmer**
	🕐 V: 5 min	❒ Taschenrechner
	🕐 D: 40 min	
M 5	**Lesetext**	**Ausschnitt aus Balmers Veröffentlichung 1885**
M 6	**Ab**	**Balmer und Bohr – Induktion und Deduktion einer Formel**
	🕐 V: 5 min	❒ Internet
	🕐 D: 45 min	❒ Physikbuch
		❒ Taschenrechner
M 7	**Ab, Cs**	**Die Balmerserie im Spektrum der Sonne**
	🕐 V: 5 min	❒ Computersimulation: *„Sonnenspektrum.exe“*
	🕐 D: 40 min	❒ Taschenrechner
M 8	**Ab**	**Die Balmerserie im Spektrum des Quasars 3C273**
	🕐 V: 5 min	❒ Taschenrechner
	🕐 D: 40 min	
M 9	**Diagramme**	**Stern oder Quasar? – Die Spektren entscheiden**

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 15.

Minimalplan

Das Wiederholungsblatt **M 1** bearbeiten Ihre Schüler als Hausaufgabe. Beschränken Sie sich auf die Materialien **M 1–M 6**.

Hinweis zur CD-ROM

An digitalem Zusatzmaterial enthält die **CD-ROM 47** zwei **Computersimulationen**, ein ergänzendes **Wiederholungsblatt** und die Auswertung zu Material **M 7** (Excel-Datei).

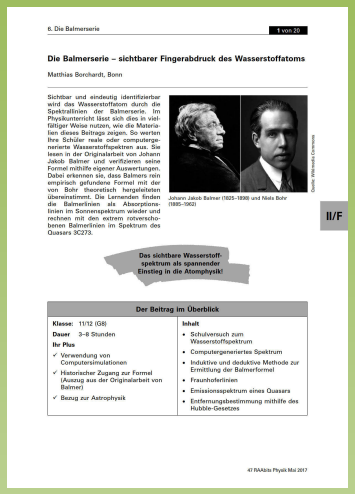
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Die Balmerserie - sichtbarer Fingerabdruck des Wasserstoffatoms

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



6. Die Balmerserie 1 von 20

Die Balmerserie – sichtbarer Fingerabdruck des Wasserstoffatoms

Matthias Borchardt, Bonn

Sichtbar und eindeutig identifizierbar wird das Wasserstoffatom durch die Spektrallinien der Balmerserie. Im Physikunterricht lässt sich dies in vielfältiger Weise nutzen, wie die Materialien dieses Beitrags zeigen. So werten ihre Schüler reale oder computergenerierte Wasserstoffspektren aus. Sie lesen in der Originalarbeit von Johann Jakob Balmer und verifizieren seine Formel mithilfe eigener Auswertungen. Dabei erkennen sie, dass Balmers rein empirisch gefundene Formel mit der von Bohr theoretisch hergeleiteten übereinstimmt. Die Lernenden finden die Balmerlinien als Absorptionslinien im Sonnenspektrum wieder und rechnen mit den extrem rotverschobenen Balmerlinien im Spektrum des Quasars 3C273.

Johann Jakob Balmer (1825–1898) und Niels Bohr (1885–1962)

Quelle: Wikimedia Commons

II/F

Das sichtbare Wasserstoffspektrum als spannender Einstieg in die Atomphysik!

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 11/12 (G8)

Dauer 3–8 Stunden

Ihr Plus

- ✓ Verwendung von Computersimulationen
- ✓ Historischer Zugang zur Formel (Auszug aus der Originalarbeit von Balmer)
- ✓ Bezug zur Astrophysik

Inhalt

- Schulversuch zum Wasserstoffspektrum
- Computergeneriertes Spektrum
- Induktive und deduktive Methode zur Ermittlung der Balmerformel
- Fraunhoferlinien
- Emissionsspektrum eines Quasars
- Entfernungsbestimmung mithilfe des Hubble-Gesetzes

47 RAAbits Physik Mai 2017

© 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.