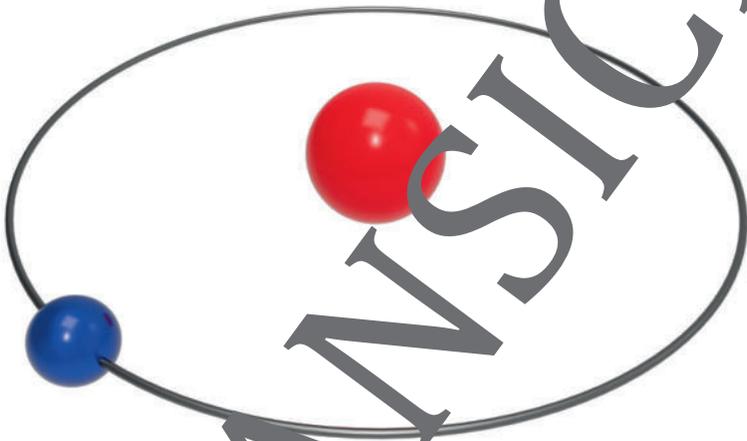


# Quantenphysik – Eine-Ladung-Systeme

Gerhard Deyke, Hamburg

Illustrationen von Alexander Friedrich



© Emilija Randjelovic/Stock/Getty Image Plus

Um die Quantenphysik und darauf aufbauende Eigenschaften richtig verstehen und herleiten zu können, sind Eine-Ladung-Systeme wie Wasserstoff und einfach ionisiertes Helium von enormer Bedeutung. In diesem Beitrag lernen Ihre Schülerinnen und Schüler diese und weitere Systeme sowie die mit einhergehend wichtige Formeln der Quantenphysik kennen. Das erlangte Verständnis wird anhand von entsprechenden Übungsaufgaben gefestigt. Des Weiteren werden Darstellung und Anwendung von Energieschemata eingeführt und wichtige physikalische Rückschlüsse aus dem Spektrum des Wasserstoffs gezogen.

# Quantenphysik – Eine-Ladung-Systeme

## Oberstufe

Gerhard Deyke, Hamburg

Illustrationen von Alexander Friedrich

<b>Hinweise</b>	<b>1</b>
<b>M1 Grundlagen und Herleitung</b>	<b>2</b>
<b>M2 Energieniveaus des Wasserstoffatoms</b>	<b>6</b>
<b>M3 Das Spektrum des Wasserstoffatoms</b>	<b>8</b>
<b>M4 Das Heliumatom</b>	<b>9</b>
<b>M5 Das <math>\pi</math>-mesonische Atom</b>	<b>10</b>
<b>M6 Formelsammlung</b>	<b>12</b>
<b>Lösungen</b>	<b>13</b>

## Die Schülerinnen und Schüler lernen:

dass das von einem Eine-Ladung-System abgestrahlte elektromagnetische Spektrum kein kontinuierliches Spektrum, sondern ein Linienspektrum darstellt. Dabei wird ein physikalisches Grundverständnis dafür gewonnen, weshalb ein Linienspektrum vorliegt und warum dieses einen „Fingerabdruck“ des Systems darstellt. Darüber hinaus lernen die Schülerinnen und Schüler physikalische Grundlagen kennen, welche es ihnen ermöglichen, Vorhersagen über das Spektrum eines Systems zu treffen.

## Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt FS Formelsammlung

Thema	Material	Methode
Grundlagen und Herleitung	M1	AB
Energieniveaus des Wasserstoffatoms	M2	AB
Das Spektrum des Wasserstoffatoms	M3	AB
Das Heliumatom	M4	AB
Das $\pi$ -mesonische Atom	M5	AB
Formelsammlung	M6	FS

## Kompetenzprofil:

**Inhalt:** Kinetische und potenzielle (elektrische) Energie einer Ladung, Coulomb-Gesetz, Bohrsche Postulate für das Atommodell des Wasserstoffs, de Broglie-Gleichung für Materiewellen

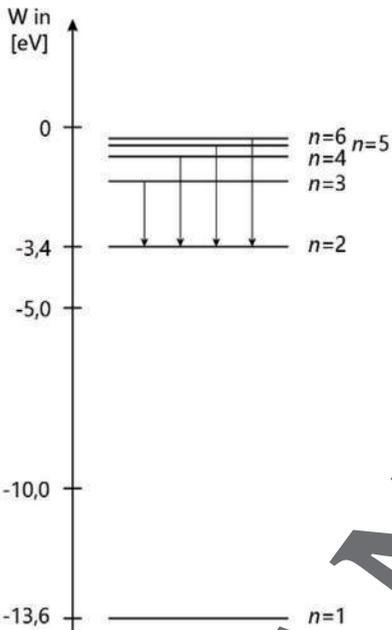
**Medien:** Taschenrechner, Formelsammlung

**Kompetenzen:** Erklären von Phänomenen unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (E1), Erläutern von Gültigkeitsbereichen von Modellen und Theorien und Beschreiben von Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten (S2), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren (S7), Erklären durch erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen mithilfe bekannter Modelle und Theorien (E6)

## Erklärung zu den Symbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau
	Dieses Symbol markiert Tipps.	
	Dieses Symbol markiert eine Leseaufgabe.	

## Energie-Niveauschema des H-Atoms



© RAABE 2022

Skizze: Alexander Friedrich

Wechselt ein Elektron aus dem Zustand  $m$  in den Zustand  $n$ , spricht man von einem „Quantensprung“ des Elektrons von  $m$  nach  $n$ . Dies kann geschrieben werden als  $m \rightarrow n$ . Dabei gilt, dass für  $m > n$  die Energie  $W_m - W_n$  positiv ist, denn dann ist  $W_m > W_n$ . Der Quantensprung erfolgt von einem „höheren“ Energieniveau auf ein „niedriges“ Energieniveau. Nach dem zweiten Bohr'schen Postulat wird dann ein Quant der Energie  $h \cdot f$  abgestrahlt.

## Aufgaben

- Leiten Sie nach den bisherigen Vorstellungen die sogenannte Strahlungsformel (1.3) her.
- Hinweis:** Ermitteln Sie die dem Quantensprung  $m \rightarrow n, m > n$  nach dem zweiten Bohr'schen Postulat zugeordnete Wellenlänge  $\lambda$  bzw. die Wellenzahl  $N = 1/\lambda$ .
- Berechnen Sie den Größenwert der Rydberg-Konstanten  $R_y$  für das H-Atom.

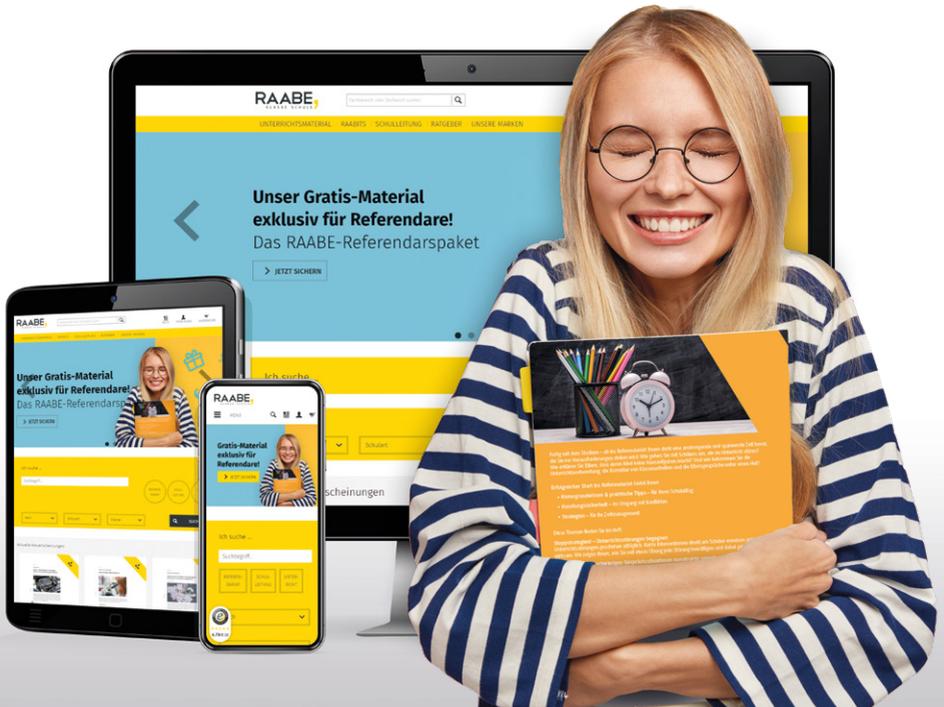
Nun kann (in modifizierter Form) das zweite Bohr'sche Postulat **übernommen werden, wobei** gefordert wird:

Das Elektron kann zwischen den diskreten Energiestufen hin- und herwechseln. Bei einem Wechsel von der Energiestufe  $W_m$  zu der Energiestufe  $W_n$  absorbiert bzw. emittiert das Elektron ein Lichtquant mit der Energie:

$$h \cdot f = W_m - W_n \quad (1.8)$$

Daraus ergeben sich bestimmte Wellenlängen  $\lambda$  (bzw. Wellenzahlen  $N = 1/\lambda$ ) für das vom H-Atom emittierte oder absorbierte Licht. Mit Pfeilen zwischen den Energieniveaus werden die Übergänge eines Elektrons von einer Energiestufe in eine andere beschrieben. In der nebenstehenden Abbildung sind die Übergänge von den Energiestufen  $n = 3, 4, 5, 6$  auf das Niveau  $n = 2$  eingezeichnet.

# Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



- ✓ **Über 4.000 Unterrichtseinheiten** sofort zum Download verfügbar
- ✓ **Sichere Zahlung** per Rechnung, PayPal & Kreditkarte
- ✓ **Exklusive Vorteile für Grundwerks-Abonent\*innen**
  - 20% Rabatt auf Unterrichtsmaterial für Ihr bereits abonniertes Fach
  - 10% Rabatt auf weitere Grundwerke

Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**