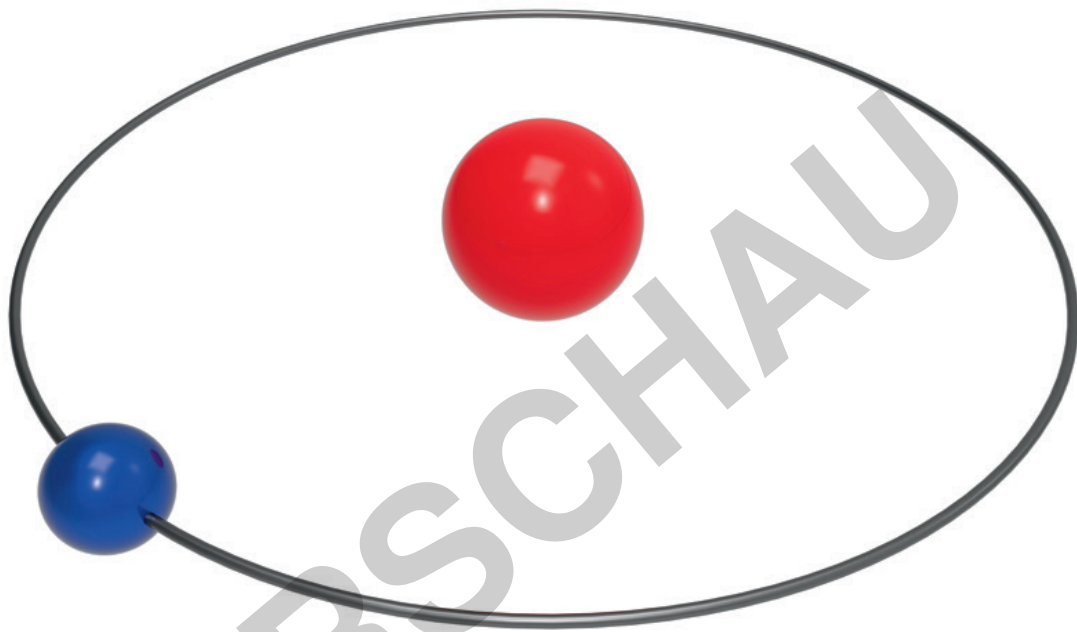


Quantenphysik – Eine-Ladung-Systeme

Gerhard Deyke, Hamburg

Illustrationen von Alexander Friedrich



© Emilija Randjelovic/iStock/Getty Images 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 damit 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

Hinweise	1
M1 Grundlagen und Herleitung	2
M2 Energieniveaus des Wasserstoffatoms	6
M3 Das Spektrum des Wasserstoffatoms	8
M4 Das Heliumatom	9
M5 Das π-mesonische Atom	10
M6 Formelsammlung	12
Lösungen	13

© RAABE 2022

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 π -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 (S1), Erläutern von Gültigkeitsbereichen von Modellen und Theorien und Beschreiben von Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten (S2), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren (S7), Erklären der in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen mithilfe bekannter Modelle und Theorien (E6)

© RAABE 2022

Erklärung zu den Symbolen

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

M2 Energieniveaus des Wasserstoffatoms



Als Ergebnis von **M1**, Aufgabe 2 gibt es zu jedem n einen „erlaubten“ Energiezustand für das Elektron im H-Atom:

$$W_n = -\frac{A^2}{4B} \cdot \frac{1}{n^2} \quad (1.7)$$

Der Parameter n beschreibt dabei eine **Quantenzahl** (s. Bohrsches Atommodell). Die erlaubten Energiezustände werden dabei als „diskrete Energiestufen“ des Elektrons bezeichnet. Nach Gleichung (1.7) sind diese dabei negativ. Das bedeutet, dass W_n eine „Mangelenergie“ ist. Solange dieser Mangel für das Elektron besteht, ist es im Atom „gefangen“. In der Fachsprache sagt man, dass das Elektron „an das Proton im Atomkern gebunden ist“. Dann liegt ein stabiles Atom vor.

Aufgabe



1. Ermitteln Sie für $n \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ die Energiezustände des Elektrons im H-Atom, welche nach Gleichung (1.7) die kleinsten „erlaubten“ Energien darstellen.

Bemerkungen zum Vorgehen

Führt man die entsprechende Berechnung für $n = 1$ durch, so erhält man die kleinste Energiestufe für ein Elektron mit ca. $-13,6$ eV. Die Einheit eV (Elektronenvolt) ist dabei eine Einheit der Energie, welche vorwiegend in der Atom- und Kernphysik genutzt wird. Dabei gilt folgende Umrechnung:

$$1 \text{ eV} = 1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Die in Aufgabe 1 zu berechnenden Energiestufen werden dabei in einem „Energieniveauschema“, wie in der nachfolgenden Abbildung gezeigt, dargestellt.

Dabei gilt, dass mit wachsender Quantenzahl n die Energiezustände gegen 0 streben und die „Abstände“ der benachbarten Energieniveaus immer kleiner werden.