Exemplarische Stundenplanungen

Quantenphysik Klasse 9

Hinweis: Die geplanten Stunden enthalten Zeitblöcke für die in der Studie zum Promotionsprojekt begleitende wissenschaftliche Erhebung. Diese Zeitblöcke sind in gelb markiert. Für den regulären Unterricht können diese Zeitblöcke anderweitig genutzt werden.

by Carsten Albert (2026), lizensiert unter CC BY-NC-SA 4.0

Verlaufsplan Doppelstunde 1

Fachliches Thema:
Motivation zum Quantencomputer (Primfaktorzerlegung), Teilgebiete der Physik

Weitere Themen:
Organisation inkl. Einwilligungserklärungen, WISSENESCHAFTLICHE ERHEBUNG (→ freier Zeitblock)

Zeitrahmen:
90 Minuten

Lehrziele:
Kognitive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler kennen das Prinzip der Primfaktorzerlegung.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen den Shor-Algorithmus und leiten daraus das Forschungsinteresse an Quantencomputern ab.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen die Teilgebiete der klassischen Physik und der modernen Physik.
- Die Schülerinnen und Schüler beschrieben wesentliche Inhalte der jeweiligen Teilgebiete.

Affektive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ein Interesse am Konzept der Quantenmechanik.

Zeit (min)	Phase	Inhalt / Lehrer-Schüler-Interaktion	Sozialform	Medien
5	Organisation	• Begrüßung, Kurzvorstellung Projekt • Arbeitshefte und Lehrbücher austeilen	Frontal	PPT
35	Fragebogen	WISSENESCHAFTLICHE ERHEBUNG (→ freier Zeitblock)		Fragebogen
15	Einstieg	Mentimeter • Womit beschäftigt sich Quantenphysik? • Alltagsrelevanz • Wordcloud Begriffe • True/False Quantencomputer YouTube: • Tagesschau (1. Quantencomputer in Deutschland) https://www.youtube.com/watch?v=PSshTCmTrDo • Fraunhofer (Funktionsweise Quantencomputer, bis 2:10) https://www.youtube.com/watch?v=3s2bPNzOlFM	Plenum	Mentimeter, PPT
15	Erarbeitung 1 (Motivation)	Primfaktorzerlegung • Einführung/Erinnerung PPT • Aufgabe AH S. 1 komplett (Schwerpunkt a-c) • Vergleich im Plenum	Einzelarbeit	Arbeitsheft
5	Ergebnissicherung 1 (Motivation)	Quantencomputing und Shor-Algorithmus • Durcharbeiten der Vorlage auf AB1	Plenum	AB 1
15	Erarbeitung 2	Gebiete der klassischen und der modernen Physik: Mentimeter • Abgrenzung Quantenphysik zu anderen Teilgebieten, • Abfrage Teilgebiete der Physik • Zitat an Max Planck Lesen Lehrbuch Seite 4-6 (Kapitel 1.1) Ausfüllen der Tabelle	Plenum	Mentimeter, Lehrbuch, AB 1

Hausaufgabe:
Gebiete der klassischen und der modernen Physik
➔ AH S. 2 Nr. 2

Verlaufsplan Doppelstunde 2

Fachliches Thema:
Klassische Physik vs. Quantenphysik

Weitere Themen:
Determinismus und Messung in der klassischen Physik,
Katze Q für den Paradigmenwechsel

Zeitrahmen:
90 Minuten

Lehrziele:
Kognitive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler gewinnen Einblick in die Begriffe „Determinismus“ und „Rolle der Messung“ an je einem klassischen Beispiel.
- Die Schülerinnen und Schüler spielen die App Katze Q.
- Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Grundidee des Gedankenexperimentes „Schrödingers Katze“.
- (Die Schülerinnen und Schüler kennen Grundbegriffe sowie weiterführende Begriffe der Quantenphysik aus dem Spielverlauf (Kittypedia-Einträge).

Affektive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ein Interesse an Themen zur Quantenphysik.
- Die Schülerinnen und Schüler sind intrinsisch motiviert beim Spielen der App.

Zeit	Phase	Inhalt / Lehrer-Schüler-Interaktion	Sozialform	Medien
5	Einstieg 1	• Vergleich Hausaufgabe • Abbildung: Mikro- zur Makroebene	Frontal/Plenum	PPT, Arbeitsheft

10	Einstieg 2	• Aktuellen Lottojackpot zeigen
		• Mentimeter und Diskussion:
		  ○ Determinismus beim Lotto
		  ○ Messung als passiver Prozess
		• Video Determinismus: https://www.youtube.com/watch?v=7HX-fF1YH3Q (bis 02:03)
			Plenum	Mentimeter, PPT

5	Erarbeitung 1	PowerPoint-Folie als Zusammenfassung zeigen: Determinismus und passive Messungen → nichts aufschreiben, das passiert kommende Woche	Frontal	PPT
10	Einstieg 2, Orga	• Gedankenexperiment Schrödingers Katze: https://www.youtube.com/watch?v=bitYXYlmT2Y • Austeilen der iPads • PPT zu KatzeQ	Plenum	PPT
55		Spielen von KatzeQ	Partnerarbeit	iPad/KatzeQ
5		Vergleich Kreuzworträtsel/Lösungswort, Fragebogen zur Gamification austeilen/erläutern	Plenum/Frontal	

Verlaufsplan Doppelstunde 3

Fachliches Thema:
Determinismus, Indeterminismus und Grundbegriffe

Weitere Themen:
Beispiele für Zweizustandssysteme

Zeitrahmen:
90 Minuten

Lehrziele:
Kognitive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler erklären die Begriffe „Determinismus“ und „passiver Charakter von Messungen“ an konkreten (klassischen) Beispielen.
- Die Schülerinnen und Schüler erklären die Begriffe „Indeterminismus“ und „aktiver Charakter von Messprozessen“ an konkreten (quantenphysikalischen) Beispielen.
- Die Schülerinnen und Schüler definieren die Begriffe Eigenschaft, Präparation und Zustand.
- Die Schülerinnen und Schüler definieren Zweizustandssysteme.
- Die Schülerinnen und Schüler nennen Beispiele für Zweizustandssysteme.

Zeit	Phase	Inhalt / Lehrer-Schüler-Interaktion	Sozialform	Medien
15	Einstieg	• Wiederholung Grundprinzipien der klassischen Physik (Determinismus, Passivität der Messung) am Beispiel Darts → z. B. paarweise erklären • Erinnerung Kreuzworträtsel KatzeQ → Nicht-Deterministisch • Wiederholung Schrödingers Katze → Messprozesse sind aktiv + *Quantenphysik steckt hier nur im Atomkern*	Frontal	PPT
15	Erarbeitung	• Vorbereitung Tabelle mit Beispielen • Tabelle gemeinsam ausfüllen	Frontal, Einzelarbeit	PPT, AB 2
15	Ergebnissicherung	Ah. S. 8, 10 Nr. 1, 3a-b inkl. Vergleich (ggf. S. 9 Nr. 2 für Schnelle)	Einzel-/ Partnerarbeit	Arbeitsheft
15	Erarbeitung/ Ergebnissicherung	Grundbegriffe • Durchlesen von Lehrbuch S. 13-15 • Übernehmen der Definitionen (Zustand, Präparation, Eigenschaft) • AH. S 10 Nr. 1	Einzel-/ Partnerarbeit	Lehrbuch, Hefter, Arbeitsheft
5	Ergebnissicherung	Vergleich der Aufgabe	Plenum	Arbeitsheft
15	Erarbeitung/ Ergebnissicherung	• Durchlesen von Lehrbuch S. 18 • AH. S. 11 Nr. 1 • Definition Zweizustandssystem in Hefter übernehmen	Einzelarbeit	Lehrbuch, Arbeitsheft, Hefter, PPT
10	Erarbeitung/ Ergebnissicherung	• Beispiele für Zweizustandssysteme (aus dem Alltag, Technik, ggf. Quantenphysik) auf Kärtchen schreiben und an Tafel pinnen → Sortierung nach Bit/Qubit durch Lehrkraft zu Beginn der nächsten Stunde	Partnerarbeit, Plenum, (Einzelarbeit)	Tafel

Verlaufsplan Doppelstunde 4

Fachliches Thema:
Elektronenspin als Qubit

Weitere Themen:
Einführung Superposition

Zeitrahmen:
90 Minuten

Lehrziele:
Kognitive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler erklären die physikalische Größe „Elektronenspin“ mit einer Stabmagneten-Analogie.
- Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Quantisierung des Elektronenspins mithilfe des Stern-Gerlach-Versuches.
- Die Schülerinnen und Schüler ordnen den Elektronenspin als Zweizustandssystem ein.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen den Begriff „Wesenszug“.

Zeit	Phase	Inhalt / Lehrer-Schüler-Interaktion	Sozialform	Medien
15	Einstieg 1	Kahoot → Wiederholung Messprozess/Indeterminismus/Mikroebene, Zustandsbegriff, Präparationsbegriff, Zweizustandssysteme	Einzelarbeit (kompetitiv)	Kahoot
5	Einstieg 2	Sortierung der Karten von letzter Stunde mit ZZS nach Bit/Qubit → Frage ins Plenum: Nach welchem Kriterium wurden die Karten sortiert? (Bit vs. Qubit)	Frontal/Plenum	Tafel
5	Erarbeitung 2	Tafelbild für Hefter: Ergänzung der Definition von Bit/Qubit	Frontal	PPT, Hefter
35	Erarbeitung 2	Elektronenspin und Stern-Gerlach-Versuch • Lesen vom Lehrbuch • Erstellen einer Mind-Map für den Hefter • Vergleich im Plenum (Inhalt wiederholen und Vergleich mit Lösungs-Mindmap)	Einzelarbeit und Partnerarbeit	Lehrbuch, Hefter
15	Ergebnissicherung 2	Peer-Instruction zu Elektronenspin und Stern-Gerlach-Versuch	2er-Teams	Mentimeter
10	Ergebnissicherung 2	Aufgaben zu Elektronenspin und Stern-Gerlach-Versuch • AH S. 12 Nr. 3 und 4 • Eigenständiges Vergleichen (Lösungen liegen am Lehrertisch aus)	Einzelarbeit	Arbeitsheft
5	Einstieg 3	Einführung: Wesenszüge der Quantenphysik		PPT

Verlaufsplan Doppelstunde 5

Fachliches Thema:
Wesenszüge der Quantenphysik (Erarbeitung)

Weitere Themen:
Wiederholung Elektronenspin als Qubit, Gesetz der großen Zahlen

Zeitrahmen:
90 Minuten

Lehrziele:
Kognitive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler erklären das Superpositionsprinzip in der Quantenphysik am Beispiel des Elektronenspins im Magnetfeld.
- Die Schülerinnen und Schüler wenden das Gesetz der großen Zahlen auf ein (klassisches) Zufallsexperiment an.
- Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten wesentliche Charakteristika und Begriffe (aktiver Charakter, begriffliche Abgrenzung zur klassischen Physik, Auflösen der Superposition) zum quantenmechanischen Messprozess und kennen dessen Definition.
- Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Charakteristika und Begriffe (Einzel- und Ensemble-Prinzip, statistische Vorhersagbarkeit) zum statistischen Charakter und kennen dessen Definition.
- Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten das Prinzip der Verschränkung am Beispiel des EPR-Experimentes mit Elektronenspins und kennen dessen Definition.
- Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass durch Verschränkung keine Informationsübertragung mit Überlichtgeschwindigkeit möglich ist.

Zeit	Phase	Inhalt / Lehrer-Schüler-Interaktion	Sozialform	Medien
15	Einstieg	Kahoot → Wiederholung Qubits/Elektronenspin/Superposition → Wiederholung/Erinnerung Gesetz der großen Zahlen	Einzelarbeit (kompetitiv), Plenum	Kahoot
20	Einstieg	• Wiederholung Wesenszüge • <u>Superposition</u> ➔ Video Uni Wien zur Superposition ➔ Übertragen auf den Elektronen-Spin ➔ Beispiele für Superposition in der Quantenphysik • <u>Verschränkung</u> ➔ Nobelpreis zur Verschränkung als Motivation	Frontal/Plenum	PPT
		Arten von Korrelationen • Korrelationsbegriff • Handschuhkorrelation • Münzenkorrelation		
35	Erarbeitung	Erarbeitung der Wesenszüge 2, 3 und 4 (Anhand von Arbeitsblatt und Simulationen) → Eigenständige Kontrolle, Lösungen auf dem Arbeitsblatt	Partnerarbeit	Simulation (iPad), AB 3
15	Ergebnissicherung	Zusammentragen der Ergebnisse, Erarbeiten der Phänomene • Messprozess: Begriff, aktiv, Eindeutigkeit der Messergebnisse, Auflösen der Superposition • Statistischer Charakter: Einzel- und Ensembleprinzip, statistische Vorhersagbarkeit • Verschränkung: Cooper-Paare, EPR-Experiment, keine Informationsübertragung möglich → **+ Einkleben der Definitionen**	Frontal/Plenum	PPT, AB 3
5	Ergebnissicherung	Beginn Sicherungs- und Anwendungsaufgaben zu den Wesenszügen im Arbeitsheft • Wesenszug 1/2: AH. S. 15 Nr. 3 *(+ ggf. S. 16 Nr. 4)* • Wesenszug 3: AH. S. 17 Nr. 6 • Wesenszug 4: AH. S. 25 Nr. 11 ➔ *Soweit wir kommen, Rest kommende Stunde*	Einzelarbeit	Arbeitsheft

Verlaufsplan Doppelstunde 6

Fachliches Thema:
Wesenszüge der Quantenphysik (Ergebnissicherung)

Weitere Themen:
Leistungskontrolle

Zeitrahmen:
90 Minuten

Lehrziele:
Kognitive Lehrziele (Wiederholung)

- Die Schülerinnen und Schüler erklären das Superpositionsprinzip in der Quantenphysik am Beispiel des Elektronenspins im Magnetfeld.
- Die Schülerinnen und Schüler wenden das Gesetz der großen Zahlen auf ein (klassisches) Zufallsexperiment an.
- Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten wesentliche Charakteristika und Begriffe (aktiver Charakter, begriffliche Abgrenzung zur klassischen Physik, Auflösen der Superposition) zum quantenmechanischen Messprozess und kennen dessen Definition.
- Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Charakteristika und Begriffe (Einzel- und Ensemble-Prinzip, statistische Vorhersagbarkeit) zum statistischen Charakter und kennen dessen Definition.
- Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten das Prinzip der Verschränkung am Beispiel des EPR-Experimentes mit Elektronenspins und kennen dessen Definition.

Zeit	Phase	Inhalt / Lehrer-Schüler-Interaktion	Sozialform	Medien
5	Einstieg	Nachtrag: Basiszustände bei Superposition	Frontal	PPT/ Hefter
30	Einstieg	Sicherungs- und Anwendungsaufgaben zu den Wesenszügen im Arbeitsheft • Wesenszug 1/2: AH. S. 15 Nr. 3 *(+ ggf. S. 16 Nr. 4)* • Wesenszug 3: AH. S. 17 Nr. 6 • Wesenszug 4: https://www.lernort-mint.de/aufgaben/physik-test-verschraenkung-von-quantenobjekten/ + Klärung offener Fragen	Einzelarbeit/ Partnerarbeit	Arbeitsheft
55	Erarbeitung	Leistungskontrolle		LK

Verlaufsplan Doppelstunde 7

Fachliches Thema:
Dekohärenz und Dekohärenzzeit

Weitere Themen:
Wiederholung Begriffe der Wesenszüge, exponentielles Wachstum

Zeitrahmen:
90 Minuten

Lehrziele:
Kognitive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Dekohärenztheorie.
- Die Schülerinnen und Schüler definieren den Begriff Dekohärenzzeit.
- Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten die Abhängigkeit der Dekohärenzzeit von den Parametern Masse, Temperatur, Druck und Lichteinfall.
- Die Schülerinnen und Schüler wenden die Dekohärenz auf makroskopische Systeme an und schlussfolgern, dass Superposition im Alltag praktisch nicht vorkommt.
- Die Schülerinnen und Schüler gewinnen Einblick in exponentielle Wachstumsprozesse.

Zeit	Phase	Inhalt / Lehrer-Schüler-Interaktion	Sozialform	Medien
10	Einstieg	Wiederholung Wesenszüge → Moderationskarten mit Begriffen werden an SuS verteilt und an der Tafel sinnvoll geordnet	Plenum	Moderations-karten
15	-	Rückgabe/Auswertung LKs	Frontal	PPT
15	Einstieg	Wiederholung/Vertiefung: • Aufgabe/Vergleich: ○ https://www.lernort-mint.de/aufgaben/physik-test-verschraenkung-von-quantenobjekten/ ○ AB 3.1: Weitergedacht (2 Messprozesse nacheinander)	Einzelarbeit / Plenum	Arbeitsheft, AB 3.1
10	Einstieg	Leitfrage: Warum ist unsere Welt klassisch? → ChatGPT fragen → Video Dekohärenz	Frontal	PPT
30	Erarbeitung	AB Dekohärenz und Dekohärenzzeit mit Simulation → Infotext zu Dekohärenz und Dekohärenzzeit lesen, Definition übernehmen. Textvergleich → Erarbeitung Dekohärenzzeit und Eigenschaften inkl. Vergleich	Partnerarbeit/ Frontal	Simulation (iPad), AB 4, PPT
5	Ergebnissicherung	Aufgabe Dekohärenz: AH. S. 23 Nr. 3 und 4 → inkl. Vergleich ➔ Hausaufgabe ankündigen	Einzelarbeit	Arbeitsheft
5	Einstieg	Einstieg exponentielles Wachstum	Frontal, Einzelarbeit	Arbeitsheft , PPT

Hausaufgabe:
Was ist eine Berechnung bei einem Computer?
➔ Lesen Lehrbuch S. 43

Verlaufsplan Doppelstunde 8

Fachliches Thema:
Quantencomputer

Weitere Themen:
WISSENESCHAFTLICHE ERHEBUNG (→ freier Zeitblock)

Zeitrahmen:
90 Minuten

Lehrziele:
Kognitive Lehrziele

- Die Schülerinnen und Schüler erklären das Grundprinzip von Quantencomputern mithilfe der Wesenszüge. Sie unterscheiden dabei die Aspekte Informationsträger, Berechnungen und Auslesbarkeit von Rechenergebnissen.
- Die Schülerinnen und Schüler nennen potentielle Einsatzgebiete für Quantencomputer.
- Die Schülerinnen und Schüler erklären die Grenzen und Hindernisse bei der Entwicklung von Quantencomputern anhand der Dekohärenz.

Zeit	Phase	Inhalt / Lehrer-Schüler-Interaktion	Sozialform	Medien
5	Einstieg	Kahoot • Forschungsstand Quantencomputer + Laborbedingungen → Vorschau auf die Problematik der Dekohärenzzeit von Qubits • Wiederholung Primfaktorzerlegung/Shor-Algorithmus • Vorschau Hybrid-Computer • Wiederholung Dekohärenzzeit	Einzelarbeit (kompetitiv)	Kahoot
10	Einstieg	• Definition Quantencomputer • Grundidee Quantencomputer • Roadmap Quantencomputer IBM • Austeilen AB 5.1/5.2 • Informationsträger Quantencomputer	Frontal / Plenum	PPT, AB 5
25	Erarbeitung	Erarbeitung Berechnungen/Auslesbarkeit 1. Einteilung (bestenfalls 50:50): Fensterreihe: Expertengruppe für Berechnungen Wandreihe: Expertengruppe für Auslesbarkeit von Ergebnissen 2. Innerhalb der Expertengruppe: Lesen der Information, ggf. Diskussion mit Nachbarn 3. Nach 5 Minuten: Pärchenbildung mit je einem Experten, gegenseitiges Erklären und gemeinsames Ausfüllen der jeweils fehlenden Infos	Einzelarbeit/ Partnerarbeit	AB 5
15	Ergebnissicherung	Vergleich im Plenum, Diskussion der Ergebnisse Input: Einsatzgebiete und Grenzen bei der Umsetzung → *falls Zeit ist: Lückentext AH S. 25 Nr. 3*	Plenum	PPT, AB 5
35	Datenerhebung	WISSENESCHAFTLICHE ERHEBUNG (→ freier Zeitblock)		Fragebogen