Quantenphysik

Von Schrödingers Katze zum Quantencomputer

Klasse 9 - Schülerarbeitsheft

Dieses Heft gehört:

_____

Klasse:

_____

Didaktik der Physik
bildungswissenschaftliches Studienprojekt
Qubits4Pupils

Carsten Albert,
Dresden 2026

Technische Universität Dresden

Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden

ctd.qmat
Complexity, Topology and Dynamics in Quantum Matter

Carsten Albert | c.albert@ifw-dresden.de
Dresden 2026

3. überarbeitete Auflage

Autor: Carsten Albert
Umschlag: Patricia Bäuchler
Korrektorat, Formatierungsvorlage: Alexander Schuster, Marie-Louise Abolmaali

Dieses Werk entstand in freundlicher und enger Kooperation von der Professur für Didaktik der Physik an der Technischen Universität Dresden, dem Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden e. V. sowie dem Dresden-Würzburger Exzellenzcluster ctd.qmat.

Materialien zum Promotionsprojekt Qubits4Pupils 2026 von Carsten Albert.

This work is licensed under CC BY-NC-SA 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/



Warum Quantenphysik?

Primfaktorzerlegung

1.) **Eine Primzahl ist eine natürliche Zahl größer als 1, die nur durch sich selbst und durch 1 ohne Rest teilbar ist. Ein Gesetz der Mathematik besagt, dass sich jede natürliche Zahl größer als 1, die selbst keine Primzahl ist, als Produkt von mindestens zwei Primzahlen ausdrücken lässt.**

a) Notiere die ersten zehn Primzahlen.

b) Berechne das Produkt aus drei selbstgewählten Primzahlen.

c) Gegeben ist die Zahl 182. Bestimmte die zugehörigen Primfaktoren (also die Primzahlen, deren Produkt die Zahl 182 ergeben).

d) Überlege dir ein Verfahren, mit dem du eine beliebige Zahl in ihre Primteiler zerlegen kannst.

e) Warum ist dein Verfahren aus d) sehr langsam, wenn man es für große Zahlen auf einem klassischen Computer ausführt?

1. Was ist klassische Physik?

1.) Ordne folgende Alltagsprobleme den Teilgebieten der klassischen Physik zu.

a) Ein Flugzeug soll pünktlich um 17 Uhr Ortszeit in Los Angeles ankommen.

_____

b) Das Wasserwerk möchte die Fließgeschwindigkeit in den Wasserrohren erhöhen.

_____

c) Ein Kamerahersteller optimiert das Objektiv für seine neue Spiegelreflexkamera.

_____

d) Max fragt sich, wie viele Verbraucher er an eine Verteilerdose anschließen kann.

_____

e) Der Kaffee kühlt in der Thermoskanne langsamer ab, als in der Tasse.

_____

f) Beim Busfahren muss man sich als Fahrgast gut festhalten, wenn der Bus anfährt, abbremst oder um die Kurve fährt.

_____

2.) Entscheide, ob folgende Fragstellungen mit den Gesetzen der klassischen Physik beantwortet werden können. Ordne das Problem einem der bekannten physikalischen Teilgebiete zu.

a) Ein Auto von 1.500 kg Masse soll auf einer Straße bei 5% Neigung mit konstanter Geschwindigkeit nach oben fahren. Wie groß muss die Motorkraft sein?

- ☐ Klassische Physik, Teilgebiet: _____
- ☐ Moderne Physik, Teilgebiet: _____

b) Warum sieht ein Strohhalm gebrochen aus, wenn man ihn in ein Wasserglas stellt und es von vorne betrachtet?

- ☐ Klassische Physik, Teilgebiet: _____
- ☐ Moderne Physik, Teilgebiet: _____

c) Die zwei Zwillingsbrüder Max und Moritz sind Astronauten. Max steigt für eine Mission in ein Raumschiff, das sehr schnell, mit 80% der Lichtgeschwindigkeit, zu einem anderen Stern unterwegs ist. Moritz bleibt währenddessen auf der Erde. Nach Max‘ Rückkehr auf die Erde stellen die beiden fest, dass Moritz nun älter als Max ist. Um wie viele Jahre ist Moritz mehr gealtert als Max?

- ☐ Klassische Physik, Teilgebiet: _____
- ☐ Moderne Physik, Teilgebiet: _____

d) Elektronen treffen mit großer Geschwindigkeit senkrecht auf die Oberfläche eines Nickelkristalls. Unter welchem Winkel wird das Elektron abgelenkt?

- ☐ Klassische Physik, Teilgebiet: _____
- ☐ Moderne Physik, Teilgebiet: _____

e) Durch eine Glühlampe fließt bei einer elektrischen Spannung von $U = 9\ V$ ein elektriscer Strom der Stromstärke $I = 200\ \mathrm{mA}$. Gesucht ist der elektrische Widerstand der Glühlampe?

- ☐ Klassische Physik, Teilgebiet: _____
- ☐ Moderne Physik, Teilgebiet: _____

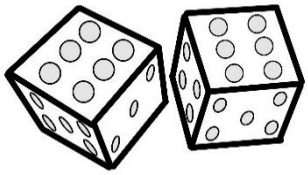
f) Wasser ist ein s. g. „gewinkeltes“ Molekül, d. h. die Atome im Molekül schließen einen Winkel $< 180°$ ein. Dieser Winkel soll berechnet werden.

- ☐ Klassische Physik, Teilgebiet: _____
- ☐ Moderne Physik, Teilgebiet: _____

g) Wie viel Liter Wasser ($15\ °\mathrm{C}$) können für $2\ \mathrm{Euro}$ zum Sieden gebracht werden, wenn der Strompreis bei 40 Cent pro kWh liegt?

- ☐ Klassische Physik, Teilgebiet: _____
- ☐ Moderne Physik, Teilgebiet: _____

3.) Als Pasch wird in einem Spiel der Wurf mit mehreren Würfeln bezeichnet, bei dem mehrere Würfel die gleiche Augenzahl zeigen. Monopoly wird beispielweise mit zwei Würfeln gespielt. Ein Pasch ist hier ein Wurf, bei dem beide Würfel die gleiche Augenzahl zeigen.



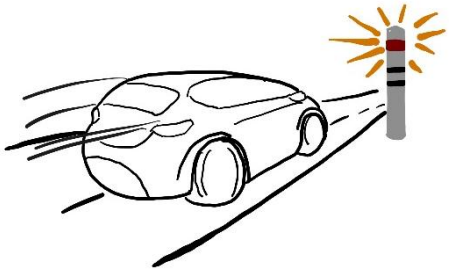
a) Bestimme die Wahrscheinlichkeit für einen Pasch bei Monopoly.

b) Ist der Würfelwurf bei Monopoly deterministisch? Ist das Ergebnis vorhersagbar?

c) Nenne mindestens fünf Bedingungen, von denen das Ergebnis des Würfelwurfes beim Monopoly abhängt.

4.) Laserpistolen werden im Straßenverkehr zur Geschwindigkeitsmessung eingesetzt (ähnlich wie ein Blitzer). Das Funktionsprinzip basiert auf der Laufzeit von kurzen Lichtpulsen.

a) Zu einem bestimmten Zeitpunkt soll die Geschwindigkeit eines PKW in einer Ortschaft von einem Polizisten gemessen werden. Kurz nach Betätigung des Knopfes wird von der Laserpistole ein Lichtstrahl ausgesendet.



Der Lichtstrahl verlässt die Laserpistole, trifft auf das Auto, wird reflektiert und nach 0,4 µs wieder detektiert. 1 Sekunde später wird erneut ein Laserpuls gesendet und nach 0,28 µs registriert.

Berechne die Geschwindigkeit des Autos in $\mathrm{km/h}$

Begründe, dass das Auto schneller gefahren ist, als erlaubt.

Hinweis: Die Geschwindigkeit des Laser-Lichtes beträgt $v_{\mathrm{Licht}} = 300.000.000\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

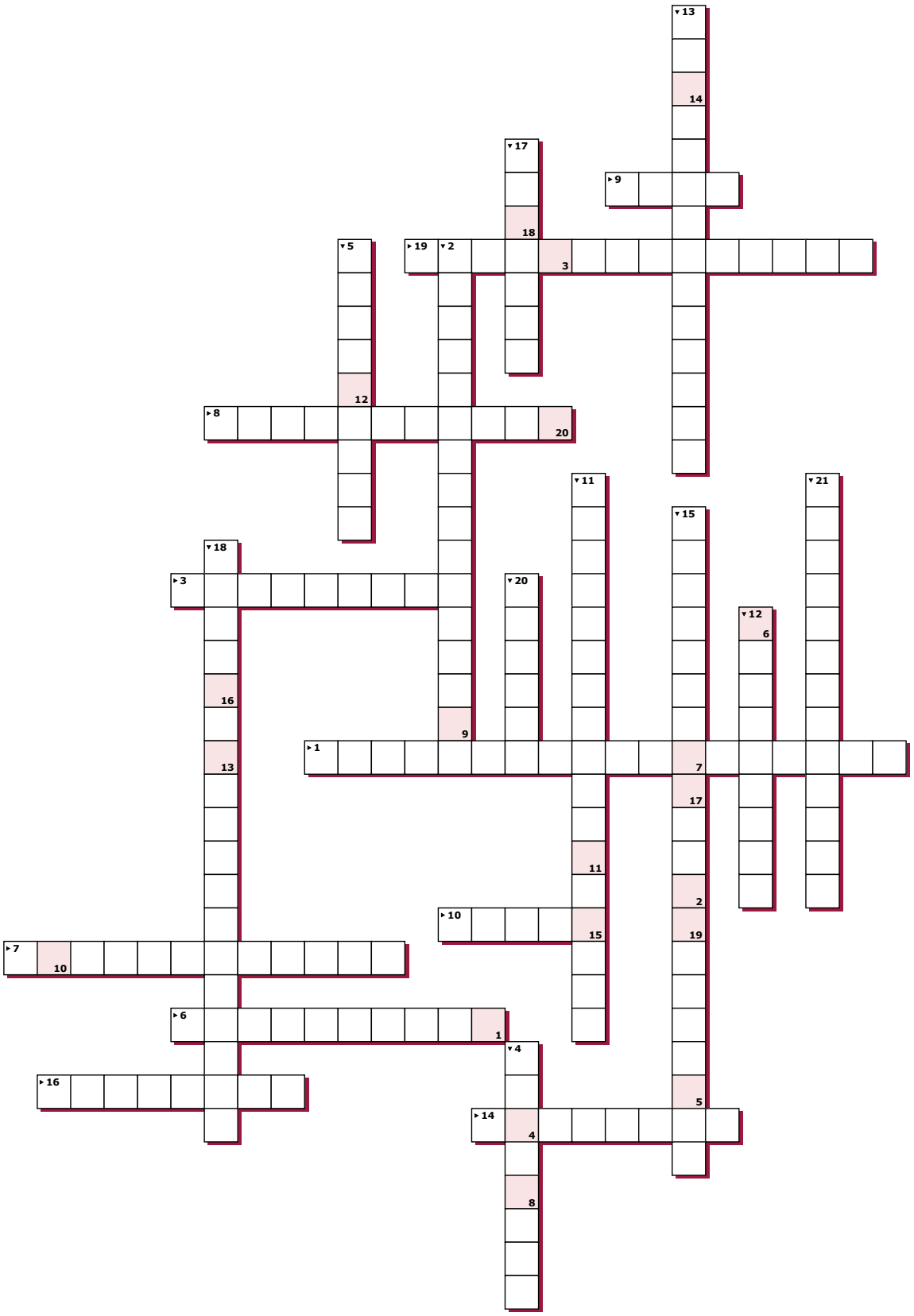
b) Wäre das Auto auch zu schnell gefahren, wenn seine Geschwindigkeit nicht gemessen worden wäre? Begründe!

2. Paradigmenwechsel und neue Begriffe in der Quantenphysik

1.) Finde mithilfe von Kittypedia die fehlenden Wörter und ergänze deine Antworten im Kreuzworträtsel: [1]

1. Schrödingers Katze ist keine echte Katze, sondern ein (?).
2. In der Quantenphysik kann Energie nicht in beliebigen (?) übertragen werden.
3. Für viele quantenphysikalische Experimente liegt die ideale Temperatur nahe dem absoluten (?) bei $-273{,}15\ °C$, also $0\ K$. Diesen Wert selbst kann man experimentell nicht erreichen, aber man kann ihm sehr nahekommen.
4. Mithilfe von Quantenphysik lassen sich Computer-Chips aus Materialien herstellen, die sich durch elektrischen Strom nicht (?). So kann Energie gespart werden, die sonst für die Kühlung aufgebracht werden müsste.
5. Der Begriff Atom stammt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie „(?)“
6. Tatsächlich bestehen Atome aber aus noch kleineren Teilchen, wie z.B. (?). Anhand der Anzahl der Elektronen im Atom kann man verschiedene Sorten von Atomen unterscheiden.
7. Die Atome mancher Materialien können sich wie kleine Magnete verhalten. Bei besonderen Materialien ist es aber nicht möglich, dass diese „Mini-Magnete“ alle ihre optimale Lage erreichen. Sie können z.B. nicht eingefroren werden. Man spricht von (?) Magneten.
8. Zwei Objekte, die sich äußerlich unterscheiden, aber bezüglich ihrer Form grundlegend gleiche mathematische Eigenschaften haben, nennt man (?) identische Objekte.
9. Der (?) eines Objektes ist der Ort, an dem das Innere (z. B. Holz) auf das Äußere (z. B. Luft) trifft. Er kann andere Eigenschaften haben als das Objekt selbst, also beispielsweise Strom leiten, obwohl das Objekt selbst nichtleitend ist.
10. In der Physik spielt die Donutform, auch (?) genannt, wegen ihrer Eigenschaften mathematisch eine große Rolle.
11. Schickt man Licht durch einen Doppelspalt, so erhält man auf einer Leinwand nicht zwei Streifen, sondern ein (?).
12. Licht besitzt also nicht nur Teilchen-, sondern auch Welleneigenschaften. Man nennt das Welle-Teilchen-(?).
13. Bei sehr kleinen Teilchen kann man nicht gleichzeitig den Ort und die Geschwindigkeit exakt bestimmen. Das liegt nicht daran, dass wir zu ungenau Messen. Vielmehr besitzen Quantenobjekte die Eigenschaften „Ort“ und „Geschwindigkeit“ nicht gleichzeitig – und das ist etwas echt Verrücktes. Man spricht dabei von der (?) Unschärfe.
14. Albert Einstein entwickelte das Konzept, das Licht aus kleinen Energieteilchen besteht, die (?) genannt werden.
15. Einstein dachte, dass alles in der Natur exakt berechnet werden kann. In der Quantentheorie ist das aber nicht möglich, da man hier immer nur (?) kennt. Dies spielt zum Beispiel beim radioaktiven Zerfall eine Rolle
16. Zahlen, die mit sich selbst multipliziert auch negative Zahlen ergeben können, nennt man (?) Zahlen.
17. Jede Beobachtung ist im Prinzip eine (?). In der Quantenphysik beeinflusst die Beobachtung das Experiment. Ein Beispiel ist das Doppelspaltexperiment mit Elektronen.
18. Mangan-Bismut-Tellurid ist ein Beispiel für (?), die auch ohne extreme Laborbedingungen besondere Eigenschaften haben und damit alltagstauglich sein könnten.
19. In der Quantenphysik sind auch die Eigenschaften von weit voneinander entfernten Teilchen miteinander verknüpft. Bestimmt man diese Eigenschaften bei einem Teilchen, wird diese Eigenschaft auch beim anderen sofort Teilchen verändert. Man nennt dieses Phänomen (?).
20. Beim „normalen“ Hall-Effekt gibt es einen proportionalen Zusammenhang zwischen dem angelegten Magnetfeld und der gemessenen Hall-Spannung. Klaus von Kitzing kühlte die Versuchsanordnung mit flüssigem Helium ab und beobachtete unter diesen extremen Bedingungen statt dem proportionalen Zusammenhang eine Art (?) im Diagramm, also einen sprunghaften Anstieg der Hall-Spannung.
21. Das besondere an Quantencomputern ist, dass sie nicht wie normale Computer mit den beiden Zuständen 0 „Strom fließt nicht“ und 1 „Strom fließt“ arbeiten, sondern mit beiden Zuständen gleichzeitig, bzw. mit einer (?) der beiden.

1 – Aufgabe angepasst nach einem Vorbild von Schneider, S. (o. J.): Kreuzworträtsel Katze Q. Mädchenexperimentiercamp. TU Dresden.



Quantenphysik unterscheidet sich grundsätzlich von klassischer Physik – denn die Quantenphysik ist

1	2	3	4	5	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Das heißt, der Ausgang eines Versuches in der Quantenphysik ist (oft) rein zufällig. Man spricht auch von „echtem Quantenzufall“.

1.) Ordne folgende Aussagen der klassischen Physik und/oder der Quantenphysik zu.

a) Die Objekte folgen deterministischen physikalischen Gesetzen.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

b) Der Ausgang eines Experimentes ist nicht vorhersagbar.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

c) Bei absolut identischer Wiederholung eines Experimentes erwartet man immer die gleichen Ergebnisse.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

d) Ein Objekt kann sich zugleich in einer Überlagerung aus ganz unterschiedlichen Zuständen befinden.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

e) Das Verhalten von Objekten unterliegt physikalischen Gesetzen.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

f) Bestimmt das Verhalten von Elektronen oder Atomen.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

g) Erst durch die Beobachtung eines Objektes wird festgelegt, welche Eigenschaft das Objekt besitzt.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

h) Gilt für makroskopische Objekte.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

i) Es geht eher um Wahrscheinlichkeiten, als um exakte Vorhersagen.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

j) Es gibt verschiedene Modelle, um ein Phänomen zu beschreiben.

- ☐ klassische Physik
- ☐ Quantenphysik

2.) Albert Einstein wird folgendes Zitat zugeschrieben:

"Die Definition von Wahnsinn ist, immer wieder das Gleiche zu tun und andere Ergebnisse zu erwarten."

Beurteile dieses Zitat in Hinblick auf die Quantenphysik.

3. Grundbegriffe der klassischen Physik und der Quantenphysik

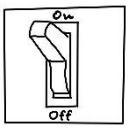
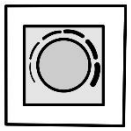
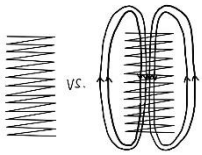
1.) Nenne möglichst viele physikalischen Größen, durch die der Zustand folgender Systeme festgelegt wird:

a) Ein Lichtstrahl, der sich durch ein Prisma bewegt.

b) 1 Liter Wasser in einem Topf.

4. Qubits und Elektronenspin

1.) Welche der folgenden Systeme sind im Hinblick auf die angegebene Eigenschaft Zweizustandssysteme?

☐	Lichtschalter einer nicht dimmbaren Lampe (An-Aus-Status)		☐	Dimmschalter (Helligkeit der Lampe)	
☐	Schaltknüppel im Auto (eingelegter Gang)		☐	Autotür (Verriegelung)	
☐	Magnetfeld eines Elektromagneten, der nur an- und ausgeschaltet werden kann (Feldstärke)		☐	Wasserbad auf einem Herd (Temperatur)	

2.) Überlege dir selbst ein Beispiel für ein Zweizustandssystem. Nenne jeweils die Eigenschaft, die nur zwei Zustände besitzt und gib diese Zustände an.

a) aus deinem Alltag:

b) aus der Optik:

c) aus der Elektrizitätslehre:

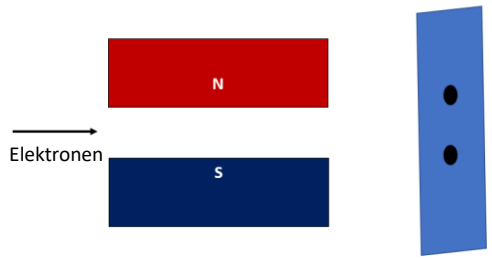
3.) Beschreibe mit eigenen Worten…

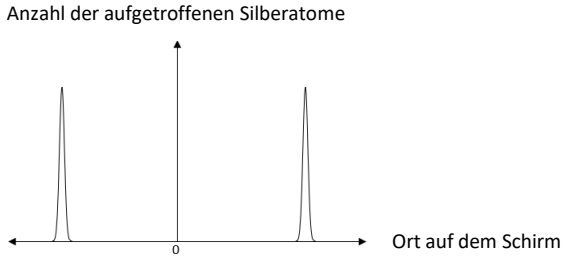
a) …was ein Zweizustandssystem ist.

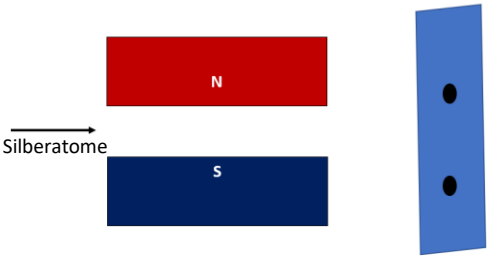
b) …was der Elektronspin ist.

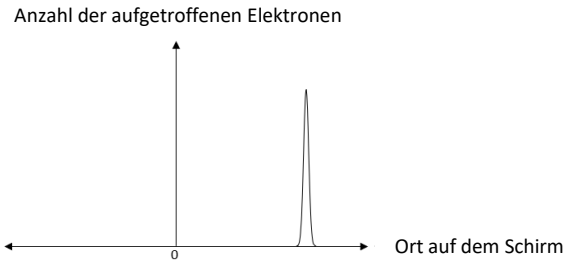
c) …warum der Elektronenspin ein Beispiel für ein Qubit ist?

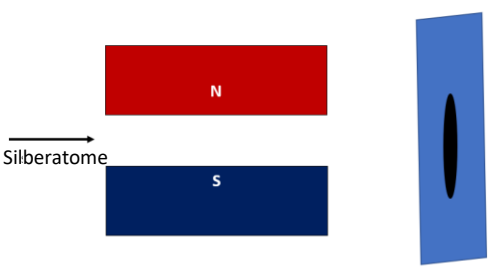
4.) Das Stern-Gerlach-Experiment weist eine fundamentale Eigenschaft des Elektronenspins nach. Entscheide, welche der folgenden Grafiken zum Stern-Gerlach-Experiment passen.

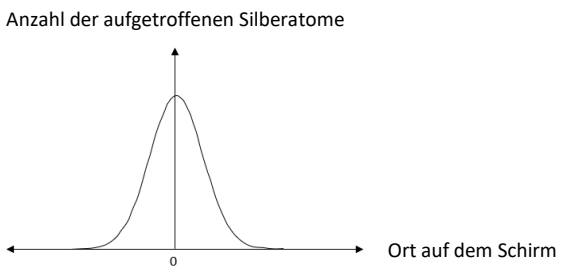
☐ 

☐ 

☐ 

☐ 

☐ 

☐ 

5.) Das Stern-Gerlach-Experiment wird mit einem Strahl aus vielen einzelnen Silberatomen durchgeführt, die durch ein Magnetfeld laufen und dort abgelenkt werden. Das Außenelektron im Silberatom versuracht diese Ablenkung.

Das Experiment zeigt die magnetischen Eigenschaften des Außenelektrons von Silberatomen.

Überlege, warum man das Stern-Gerlach-Experiment in Realität nicht direkt mit einzelnen Elektronen durchführt, sondern die Elektronen in einem Atom dafür nutzt.

Hinweis: Einen Strahl aus s. g. „freien" Elektronen herzustellen, wäre technisch relativ einfach.

6.) Elektronen verhalten sich wie winzige Stabmagneten und sind für den uns bekannten Magnetismus verantwortlich. Aber auch andere Teilchen, z. B. Protonen, besitzen ganz analog einen Spin und verhalten sich damit auch wie winzige Stabmagneten.

Der Spin von Protonen wird in einem MRT (Magnet-Resonanz-Tomograph) genutzt. Informiere dich über die grundlegende Funktionsweise eines MRT und erkläre, wie man den Spin von Protonen zur medizinischen Bildgebung nutzen kann.

5. Wesenszüge der Quantenphysik–Was macht die Quantenphysik aus?

Superposition

1.) Laufbänder sind an großen Flughäfen sehr beliebt, weil sich Passagiere mit ihrer Hilfe schneller durch große Flughafenterminals bewegen können. Die Grundidee solcher Laufbänder beruht auf dem Überlagerungsprinzip der klassischen Mechanik.

a) Erläutere, warum man sich mithilfe von Laufbändern schneller von einem Ort zum anderen kommt.

Hinweis: Überlege, warum man auf den Laufbändern gleichzeitig laufen muss, und nicht stehen bleiben darf, um schneller voran zu kommen.

b) Ein Passagier möchte von Flugsteig A11 zu Flugsteig A13 gelangen, die über ein Laufband der Länge von 30 Meter verbunden sind. Das Laufband hat eine Geschwindigkeit von $v_{\mathrm{L}} = 1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Der Passagier läuft mit einer Geschwindigkeit von $v_{\mathrm{P}} = 1{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Berechne, wie lange der Passagier benötigt, um von Flugsteig A11 zu Flugsteig A13 über das Laufband zu gelangen.

2.) Superposition von Zuständen ist etwas höchst Unanschauliches. Entsprechend schwierig ist es auch, über die Superposition von Zuständen mit unserer gewohnten Sprache zu sprechen.
Bei Quantenobjekten haben wir bisher gesagt, sie können so präpariert werden, dass sie in mehreren Zuständen *gleichzeitig* vorliegen.
Überlegen dir weitere Formulierungen, um das Wesen der Superposition auszudrücken, und argumentiere, wie geeignet sie jeweils sind.

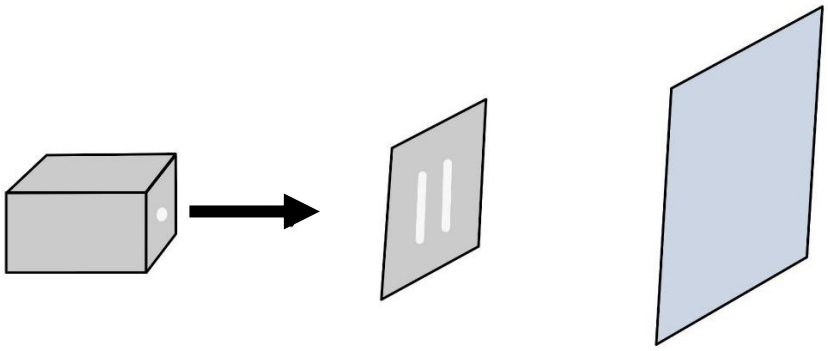
Messprozess

3.) Entscheide, welche der folgenden Aussagen zur klassischen Messung und/oder zum quantenmechanischen Messprozess passen und kreuze an.

	klassische Messung	**quanten-mechanischer Messprozess**
Der Zerfall eines radioaktiven Atoms wird mit einem Zählrohr nachgewiesen.		
Vor dem Messen steht das Messergebnis bereits fest.		
Durch das Messen wird der Superpositionszustand zerstört.		
Die Wetterstation in Dresden Klotzsche misst die aktuelle Windgeschwindigkeit.		
Messapparat und zu messendes Objekt beeinflussen einander.		
Der Spin eines Elektrons wird mithilfe einer Stern-Gerlach-Maschine bestimmt.		
Das Messen erzeugt erst die zu messende Eigenschaft.		

Superposition und Messprozess

4.) Ein Elektron bewegt sich auf einen Schirm zu, der zwei kleine und eng beieinanderliegende Spalten besitzt, durch die das Elektron hindurchlaufen kann.



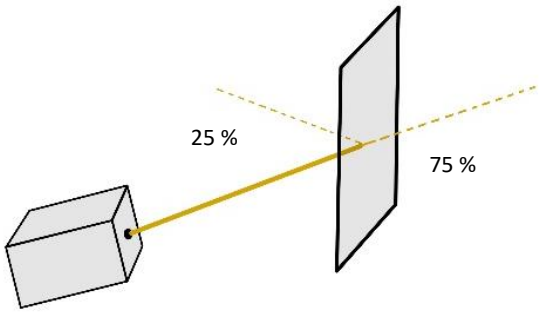
a) Das Elektron wird nach dem Durchlaufen des Spaltes zunächst nicht detektiert und bleibt unbeobachtet. Beschreibe den Zustand des Elektrons in Hinblick auf den durchlaufenen Spalt. Kann man in diesem Moment sagen, dass es durch Spalt A oder Spalt B gelaufen ist?

b) Kurz danach wird der Ort des Elektrons mithilfe eines Lichtblitzes hinter Spalt B detektiert. Kann man in diesem Moment sagen, dass es durch Spalt A oder B gelaufen ist?

5.) In Deutschland gibt es das Sprichwort „Man kann nicht auf zwei Hochzeiten gleichzeitig tanzen“: Beurteile die Aussage des Sprichwortes in Bezug auf Superposition und Messprozess bei einem Quantenobjekt.

Statistische Vorhersagbarkeit

6.) Ein Photon, also ein Lichtquant, trifft auf einen teilweise durchlässigen idealen Spiegel. Der Spiegel ist so konstruiert, dass er im Schnitt 75% aller auftreffenden Photonen transmittiert (also hindurchlässt). Alle anderen Photonen werden reflektiert (also zurückgeworfen).

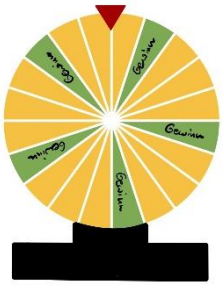


a) Ein Photon trifft auf den Spiegel. Kann man vorhersagen, ob das Photon den Spiegel durchquert oder an ihm reflektiert wird?

b) 10 Photonen treffen auf den Spiegel. Kann man vorhersagen, wie viele Photonen davon den Spiegel durchqueren und wie viele reflektiert werden?

c) 10.000 Photonen treffen auf den Spiegel. Kann man vorhersagen, wie viele Photonen davon den Spiegel durchqueren und wie viele reflektiert werden?

7.) Das Glücksrad bei einem Jahrmarkt besitzt insgesamt 20 gleich große Felder. Fünf Felder markieren den Hauptgewinn und die restlichen Felder sind Nieten.



a) Mit welcher Wahrscheinlichkeit erhält ein:e Besucher:in beim zweimaligen Drehen des Glücksrades zwei Hauptgewinne?

b) Wie viele Hauptgewinne kann man erwarten, wenn das Glücksrad 400-mal gedreht wird?

c) Inwiefern unterscheidet sich das Glücksrad von dem teilweise durchlässigen Spiegel aus Aufgabe 6?

Zufallszahlengenerator

10.) Zufallszahlen werden in verschiedensten Bereichen des Alltags benötigt: beim Glücksspiel, in der Statistik, zur Simulation oder für sichere Verbindungen bei Messengern und Online-Banking.

a) Mit deinem CAS kannst du im Main-Menü Zufallszahlen erzeugen. Indem man mit ▼ ein Fenster weitergeht, lässt sich mit Catalog der Befehls-Katalog öffnen und eine Liste von Zufallszahlen erzeugen.

Hinweis: Der zugehörige Befehl heißt ***randList(n,a,b)****. Dabei gibt* ***n*** *die Anzahl der Elemente der Liste an, und* ***a*** *bzw.* ***b*** *die untere bzw. obere Grenze der Zufallszahlen.*

Simuliere zehn Würfe mit einer Münze. Erzeugen Sie hierdurch eine 10-stellige Zufallszahl aus Nullen und Einsen.

b) Computer und Taschenrechner erzeugen Zufallszahlen mithilfe eines Algorithmus, also einer Rechenvorschrift. Darum sind die Zufallszahlen von Computern nicht wirklich „zufällig“, sondern theoretisch vorhersagbar. Man nennt sie darum auch „Pseudo-Zufallszahlen“.

Für neue und sichere Verschlüsselungsverfahren werden aber „echte“ Zufallszahlen benötigt, die unter keinen Umständen vorhergesagt werden können.

Überlege dir, du mithilfe der Quantenphysik einen „Quantenzufallsgenerator“ bauen könntest, der eine echte 10-stellige Zufallszahl aus Nullen und Einsen liefert.

c) Es gibt bereits Smartphones, die für sicheres Online-Banking Quantenzufallsgeneratoren eingebaut haben. Informiere dich über die zugrundeliegende Funktionsweise eines ausgewählten Modells.

Verschränkung

9.) Beim Gedankenexperiment „Schrödingers Katze“ befinden sich ein radioaktives Atom, ein Hammer, eine Giftampulle und eine Katze in einer blickdicht verschlossenen Box. Entscheide und begründe, ob zwischen Katze und radioaktivem Atom ein verschränkter Zustand vorliegt.

6. Dekohärenz - Zusammenhang zwischen klassischer Physik und Quantenphysik

1.) Erkläre mit deinen eigenen Worten, warum sich makroskopische Objekte (z. B. eine Katze oder ein Ball) in unserem Alltag nicht in einem quantenmechanischen Superpositionszustand befinden können bzw. warum man solch eine Superposition niemals wahrnehmen könnte.

2.) Ein Atom besitzt eine typische Masse von etwa 10^{-27} kg. Eine (etwas dicke) Katze eine Masse in der Größenordnung von ca. 10 kg. Ein Atom besitzt unter Alltagsbedingungen bereits eine Dekohärenzzeit, die nur Bruchteile einer Sekunde beträgt.

a) Berechne, wie viel kürzer die Dekohärenzzeit der Katze im Vergleich zum Atom ist.

b) Begründe auf Grundlage dieses Ergebnisses, warum man den quantenmechanischen Superpositionszustand bei einer normalen Katze nicht beobachten kann.

3.) Für die Dekohärenzzeit eines makroskopischen Objektes gilt näherungsweise: Je größer die Masse des Objektes ist, umso kleiner ist die Dekohärenzzeit.
Begründe diesen Zusammenhang anschaulich.

4.) Ein winziges Objekt wird in einem Labor in eine Superposition gebracht. Welche der folgenden Maßnahmen sorgen für eine Vergrößerung der Dekohärenzzeit?

- ☐ Verringerung des Drucks (Vakuum)
- ☐ Erhitzen der Probe
- ☐ Nutzung eines erschütterungsfreien Tisches
- ☐ Verdunkeln des Raumes
- ☐ regelmäßiges und häufiges Messen

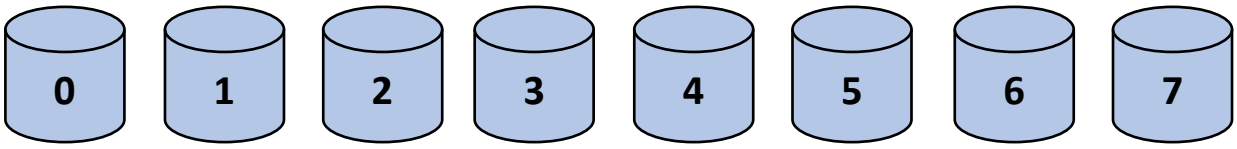
7. Anwendungen von Qubits: Quantencomputer

Exponentielles Wachstum

1.) In einem Teich wächst eine Seerose und verdoppelt jeden Tag die Fläche, die sie auf der Wasseroberfläche bedeckt. Nach 45 Tagen ist bereits der halbe Teich von der Seerose bedeckt.

Bestimme, nach wie vielen Tagen der gesamte Teich von der Seerose bedeckt ist.

2.) Vor dir liegen acht Keksdosen, nummeriert von 0 bis 7.



In einer dieser Keksdosen befinden sich deine Lieblingskekse. Im konkreten Fall befinden sich die Lieblingskeks in Dose Nummer 6.

Entscheide und begründe, wie viel Information in der Aussage „Meine Lieblingskeks befinden sich in Dose Nr. 6“ enthalten ist, also wie viel Bits zur Speicherung dieser Information benötigt werden.

3.) Ergänze folgenden Lückentext.

Wörter: *gleichzeitig, Hybrid-Quantencomputer, zwei, QuBits, Superposition, häufigsten, Superposition, parallel, verdoppelt, parallel, statistischen Charakter*

Ein Quantencomputer nutzt zur Datenverarbeitung im Gegensatz zu einem klassischen Computer statt Bits s. g. _____.
Damit macht sich ein Quantencomputer vor allem den Wesenszug der _____ zunutze: der Quantencomputer kann _____ alle möglichen Rechenoperationen ausführen. Die Rechnungen laufen also _____ ab, während ein klassischer Computer sie _____ ausführen muss.

Während bei einem klassischen Computer durch das Hinzufügen eines Bits die Rechenleistung nur geringfügig vergrößert wird, _____ die Zugabe eines Qubits bei einem Quantencomputer die Rechenleistung – denn ein einzelnes Qubit kann zugleich exakt _____ Zustände in der Superposition annehmen. Damit die Qubits zusammenarbeiten, müssen sie allerdings untereinander _____ sein.

Das Auslesen der Rechenergebnisse ist eines der Probleme von Quantencomputern, denn es stellt einen Messprozess dar. Darum können nur Endergebnisse ausgelesen werden. Eine Rechnung muss wegen des _____ mehrfach widerholt werden. Das gewünschte Ergebnis ist dann dasjenige, das am _____ ausgelesen wurde (zumindest bei einem gut funktionierenden Algorithmus).

Quantencomputer werden wir wohl nicht einfach als Ersatz für klassische Computer nutzen können, weil sie nur sehr spezielle Aufgaben lösen können und sehr empfindlich sind. Es ist aber vorstellbar, dass man s. g. _____ einsetzt – eine Mischung aus klassischem Computer für Bedienung und Standardaufgaben und Quantencomputer zur extrem effizienten Berechnung komplexer und geeigneter Probleme.

4.) Es gibt verschiedene Arten, Quantencomputer und damit vor allem Qubits in der Realität umzusetzen. Ziel ist i. d. R. eine möglichst lange Dekohärenzzeit und eine geringe Fehleranfälligkeit.

Informiere dich über eine konkrete Realisierung von Quantencomputern bzw. Qubits.

Platz für deine Notizen

Platz für deine Notizen

Platz für deine Notizen


DRESDEN
concept
SCIENCE AND
INNOVATION CAMPUS


Leibniz
Gemeinschaft