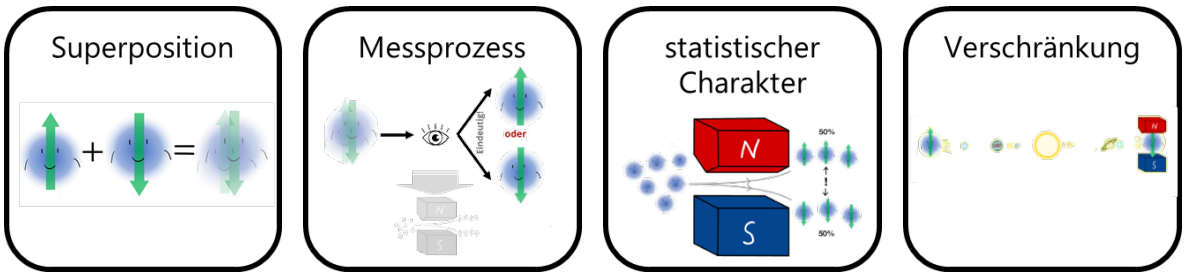
Die Wesenszüge der Quantenphysik

Was macht die Quantenphysik aus?

Als Wesenszüge der Quantenphysik bezeichnen wir vier besondere Phänomene, die

- in der Quantenphysik eine zentrale Rolle spielen und
- es in der klassischen Physik nicht geben kann.



➔ *Diese vier Phänomene benötigen wir, um die Funktionsweise von Quantencomputern verstehen zu können.*

Erkunde mithilfe der Simulation die Wesenszüge „Messprozess“, „statistischer Charakter“ und „Verschränkung“.

Wesenszug 1:
Superposition

Hier freilassen für:
Definition Superposition

Lösungen

Aufgabe I c: richtig, richtig, falsch, richtig, falsch
Aufgabe II c: falsch, falsch
Aufgabe II e: richtig, richtig
Aufgabe III d: falsch, richtig, falsch, richtig, richtig, Münze, falsch

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

Wesenszug 2:
Messprozess

Hier freilassen für:
Definition Messprozess

Aufgabe I:

a. Öffne Simulation 1 (Messprozess).

b. Erzeuge mehrfach ein **einzelnes Elektron** und lasse es durch die Stern-Gerlach-Apparatur fliegen. Notiere deine Beobachtungen.

Hinweis: Die Stern-Gerlach-Apparatur ist der Versuchsaufbau aus zwei s. g. magnetischen *Polschuhen* - einem „spitzen“ Nordpol und einem „flachen“ Südpol.

c. Beantworte folgende Fragen:

Aussage	Entscheidung
Im Experiment ist der Stern-Gerlach-Apparat ein Messgerät für den Elektronenspin.	☐ richtig ☐ falsch
Das Elektron befindet sich vor dem Durchlaufen des Stern-Gerlach-Apparates in einem Superpositionszustand.	☐ richtig ☐ falsch
Das Elektron befindet sich nach dem Durchlaufen des Stern-Gerlach-Apparates in einem Superpositionszustand.	☐ richtig ☐ falsch
Das Messergebnis ist in jedem Fall eindeutig.	☐ richtig ☐ falsch
Das einzelne Messergebnis kann sicher vorhergesagt werden.	☐ richtig ☐ falsch

Wesenszug 3:
Statistischer Charakter

Hier freilassen für:
Definition Statistischer Charakter

Aufgabe II:

a. Öffne Simulation 2 (Statistischer Charakter).

b. Erzeuge mehrfach (durch zehn-maliges Klicken des Buttons „Elektron erzeugen“) **zehn Elektronen** und lasse sie durch die Stern-Gerlach-Apparatur fliegen.
Notiere deine Beobachtungen auf dem Zähler:

Versuch	**Anzahl Elektronen oben** (Spin up)	**Anzahl Elektronen unten** (Spin down)
1		
2		
3		
4		

c. Beantworte auf Basis deiner Beobachtungen folgende Fragen:

Aussage	**Entscheidung**
Das Messergebnis ist für jedes einzelne Elektron vorhersagbar.	☐ richtig ☐ falsch
Die Verteilung (Anzahl der Elektronen mit Spin up/down) kann vorhergesagt werden.	☐ richtig ☐ falsch

d. Erzeuge mehrfach **200 Elektronen** auf einmal und lasse es durch die Stern-Gerlach-Apparatur fliegen.
Notiere deine Beobachtungen auf dem Zähler:

Versuch	**Anzahl Elektronen oben** (Spin up)	**Anzahl Elektronen unten** (Spin down)
1		
2		
3		
4		

e. Beantworte auf Basis deiner Beobachtungen folgende Fragen:

Aussage	**Entscheidung**
Die Verteilung (Anzahl der Elektronen mit Spin up/down) kann bis auf statistische Schwankungen vorhergesagt werden.	☐ richtig ☐ falsch
Die Wahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Messergebnis ist für jedes einzelne Elektron vorhersagbar. Das konkrete Ergebnis aber nicht.	☐ richtig ☐ falsch

Wesenszug 4:
Verschränkung *(anhand des EPR-Experimentes)*

Hier freilassen für:
Definition Verschränkung

Aufgabe III:

a. Öffne Simulation 3 (Verschränkung/EPR) und führe eine vereinfachte Simulation des s. g. "**EPR-Experimentes"** durch, für dessen tatsächliche Umsetzung es 2022 den Physik-Nobelpreis gab.

b. Cooper-Paare sind zwei miteinander **verschränkte** (gekoppelte) Elektronen.
Lasse solche Cooper-Paare durch Klick auf den entsprechenden Button auseinanderfliegen.

c. Miss die Spins der jeweiligen Elektronen, indem du (per Drag&Drop) an verschiedene Stellen links und rechts Stern-Gerlach-Apparate in die Flugbahn stellst:

Position links	**Position rechts**	**Elektronenspin links**	**Messzeit-punkt links**	**Elektronenspin rechts**	**Messzeit-punkt rechts**
Innen	--				
Außen	--				
--	Innen				
--	Außen				
Innen	Außen				
Außen	Innen				
Mitte	Mitte				
Innen	Mitte				
Mitte	Innen				
Außen	Mitte				
Mitte	Außen				

d. Beantworte auf Basis deiner Beobachtungen an den verschränkten Elektronen folgende Fragen:

Aussage	**Entscheidung**
Die Verteilung der Messergebnisse (bei welchem Elektron wird welcher Spin gemessen) für jedes einzelne Elektronpaar ist vorhersagbar.	☐ richtig ☐ falsch
Steht der Spin des einen Elektrons fest, dann steht auch der Spin des anderen Elektrons fest.	☐ richtig ☐ falsch
Zwischen der Festlegung des linken und des rechten Spins vergeht immer eine gewisse Zeit.	☐ richtig ☐ falsch
Die Spins der beiden Elektronen sind immer entgegengesetzt.	☐ richtig ☐ falsch
Sobald eines der Elektronen gemessen wurde, steht das Messergebnis des anderen Elektrons fest – egal wo und wann man es dann misst.	☐ richtig ☐ falsch
Verschränkung bezeichnet man auch als „perfekte Quanten-Korrelation". Welchem Korrelationstyp entspricht das Phänomen?	☐ Handschuh ☐ Münze
Durch Verschränkung können Nachrichten mit Überlichtgeschwindigkeit übertragen werden.	☐ richtig ☐ falsch