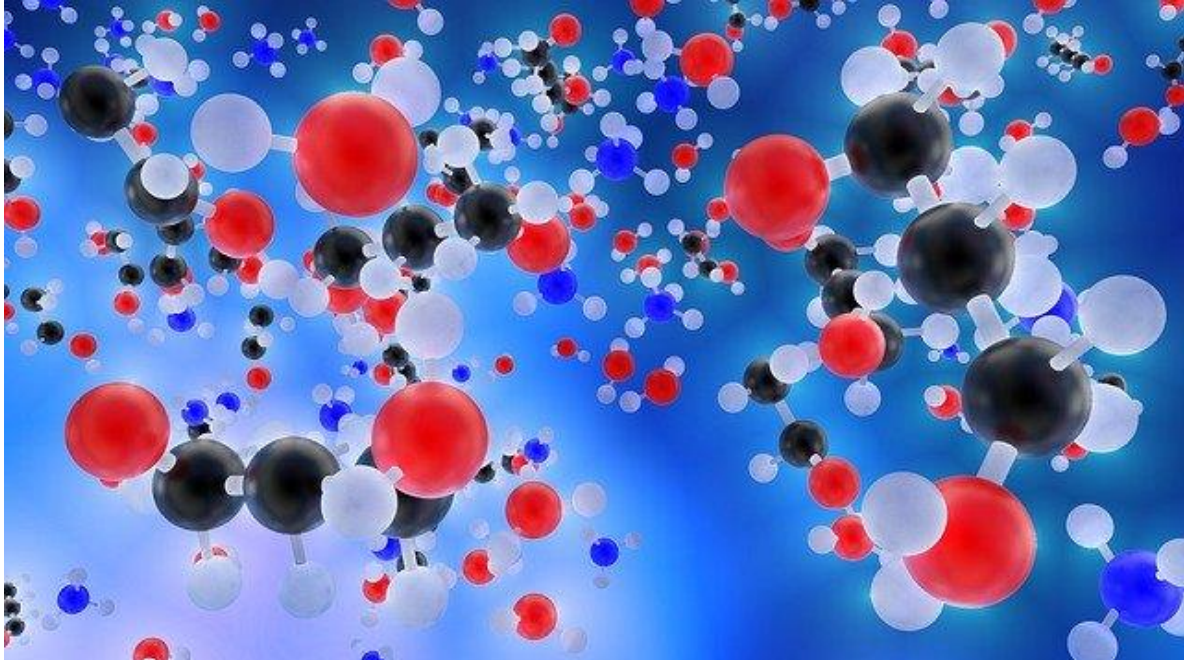


## Ersetzungsreaktion (einfach)



Bildquelle: Pixabay

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek 1	Chemische Grundlagen	Reaktionen	••	••	unterschiedlich

### Aufgabenstellung

Einige Metalle sind reaktiver als andere. Gold reagiert nicht mit Säure, sondern Magnesium in den gleichen Säureblasen kräftig, wobei explosives Wasserstoffgas entsteht. Ist es möglich, vorherzusagen, welche Metalle in verschiedenen Lösungen reagieren werden?

## Hintergrund

Chemische Reaktionen lassen sich in vier Haupttypen einteilen: Synthese, Zersetzung, Einfachaustausch und Doppelaustauschreaktionen. Die Klassifikation ermöglicht es Chemikern, eine Vielzahl von Reaktionen auf der Grundlage von Mustern und nicht auf der Grundlage des Erinnerungsvermögens zu verstehen und vorherzusagen.

Es findet eine einzige Austauschreaktion zwischen einem Metall in seiner elementaren Form und einem anderen Metall statt, das in Lösung als Ion gelöst ist. Ob die Metalle in der Lage sind, Formen auszutauschen, hängt von den relativen Stärken der beiden an der potentiellen Reaktion beteiligten Metalle ab. Wenn das Metall in seiner elementaren Form "aktiver" ist als das Metall in Lösung, findet eine Reaktion statt, bei der das gelöste Metallion in seine elementare Form und das ursprüngliche Metall zum Ion wird. Dies geschieht durch einen Elektronentransfer vom elementaren Metall auf das gelöste Metall. Dies wird als Reduktions-Oxidations- oder Redox-Reaktion bezeichnet. Das Metall, das Elektronen verliert, um ein Ion zu werden, wird oxidiert, während das Metall, das Elektronen gewinnt, um in seine elementare Form zu wechseln, reduziert wird.

Eine Aktivitätsreihe ist eine Liste von Elementen, die in der Reihenfolge der relativen Reaktionsstärke angeordnet sind. Die Elemente, die "höher" auf der Liste stehen, reagieren und verdrängen die Metalle unter ihnen und werden zu Ionen in Lösung. Befindet sich das Element in Lösung unter dem Metall, findet keine Reaktion statt.

Tabelle 1: Aktivitätsreihen von Metallen

	Name	Symbol
Abnehmende Reaktivität ↓	Lithium	Li
	Kalium	K
	Kalzium	Ca
	Natrium	Na
	Magnesium	Mg
	Aluminium	Al
	Zink	Zn
	Eisen	Fe
	Leitung (Wasserstoff)	(H)
	Kupfer	Cu
	Merkur	Hg
	Silber	Ag
	Platin	Pt
	Gold	Au

## Materialien und Ausrüstung

**Für jeden Schüler oder jede Gruppe:**

- SPARKvue
- PASCO Smart Lichtsensor
- Glasküvette mit Deckel

- Bilanz, Zentigramm
- Reagenzglas, 20-mm x 150-mm
- Messzylinder, 100-mL
- Schleifpapier oder Stahlwolle
- Nicht-abrasives Reinigungstuch
- 0,5 M Silbernitrat-Lösung, 30,0 mL
- Kupferdraht, 20,0 cm
- Papierhandtücher

### Sicherheit

- ◆ Die Silbernitrat ( $\text{AgNO}_3$ )-Lösung kann bei hellem Licht vorübergehend zu Flecken auf der Haut führen. Wenn die Lösung mit der Haut in Kontakt kommt, waschen Sie sie sofort mit Wasser und Seife.
- ◆ Sowohl die Silbernitrat- als auch die Kupfer(II)-Ionen sind umweltgefährlich und sollten nicht in den Abfluss geleitet werden. Befolgen Sie unbedingt die Anweisungen des Lehrers, wie die Chemikalien ordnungsgemäß zu entsorgen sind.

### Versuchsablauf

Die folgenden Schritte sind Teil des Verfahrens für diese Laboraktivität. Sie sind nicht in der richtigen Reihenfolge. Bestimmen Sie die richtige Reihenfolge und schreiben Sie Zahlen in die Kreise, die die Schritte in die richtige Reihenfolge bringen.

○	○	○	○	○
Hängen Sie den aufgewickelten Kupferdraht in das Reagenzglas und füllen Sie das Reagenzglas mit Silbernitratlösung.	Reinigen Sie ein Stück Kupferdraht mit Stahlwolle oder Schleifpapier und suchen Sie dann die Masse des Kupfers.	Bestimmen Sie mit einem Kolorimeter die Absorption der Lösung, die nach dem Entfernen des Kupfers im Reagenzglas verblieben ist.	Entfernen Sie den Kupferdraht aus dem Reagenzglas, wischen Sie die Silberablagerungen ab und messen Sie die Masse des Kupferdrahtes.	Lassen Sie die Reaktion zwischen dem Kupferdraht und dem Silbernitrat 15 bis 20 Minuten ablaufen.

## Verfahren

Nachdem Sie einen Schritt abgeschlossen (oder eine Frage beantwortet) haben, setzen Sie ein Häkchen in das Feld (☐) neben diesem Schritt.

1. ☐ Reinigen Sie ein 20 cm langes Stück schweren Kupferdraht mit Stahlwolle oder Schleifpapier.
2. ☐ Warum muss der Kupferdraht vor Beginn des Versuchs gereinigt werden?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ☐ Bestimmen Sie mit einer Zentigrammwaage die Masse des Kupfers auf 0,01 g genau und notieren Sie die Masse unten.

Masse des Kupfers vor der Reaktion (g): \_\_\_\_\_

4. ☐ Formen Sie den unteren Teil des Drahtes zu einer länglichen U-Form und biegen Sie den Draht am anderen Ende zu einem Haken.
5. ☐ Hängen Sie das u-förmige Kupfer im Reagenzglas auf, indem Sie das hakenförmige Ende des Kupfers über die Seite des Reagenzglases hängen. Der Kupferdraht darf den Boden des Reagenzglases nicht berühren. Das Reagenzglas in ein Reagenzglasgestell stellen.
6. ☐ Messen Sie 30,0 mL 0,5 M Silbernitratlösung ab und gießen Sie diese in das Reagenzglas mit dem Kupferdraht.
7. ☐ Verwenden Sie drei Adjektive, um die Silbernitratlösung zu beschreiben.

\_\_\_\_\_

8. ☐ Lassen Sie die Reaktion 15 bis 20 Minuten ungestört ablaufen.
9. ☐ Warum müssen Sie mindestens 15 bis 20 Minuten warten?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10. ☐ Entfernen Sie den Kupferdraht aus der Silbernitratlösung. Speichern Sie die Lösung.
11. ☐ Wischen Sie mit einem Papiertuch die Silberablagerungen vom Kupferdraht ab. Entsorgen Sie das Silber in der richtigen Dose gemäß den Anweisungen Ihres Lehrers.
12. ☐ Benutzen Sie die Zentigrammbilanz, um die Masse des Kupferdrahtes nach der chemischen Reaktion zu ermitteln. Zeichnen Sie die Masse auf 0,01 g unten auf.

Masse des Kupfers nach der Reaktion (g): \_\_\_\_\_

13.  Warum ist es wahrscheinlich, dass dieses Verfahren eine ungenaue Masse ergibt?

---

---

---

14.  Beginnen Sie ein neues Experiment mit dem Datenerfassungssystem.

15.  Schließen Sie das Farbmessgerät mit einem Sensorverlängerungskabel an das Datenerfassungssystem an.

16.  Überwachen Sie die Absorption von orangefarbenem (610 nm) Licht in einer Ziffernanzeige.

17.  Kalibrieren Sie das Farbmessgerät, indem Sie die folgenden Schritte durchführen:

- a. Füllen Sie eine Küvette mit destilliertem Wasser und verschließen Sie sie.
- b. Halten Sie die Küvette am Deckel und wischen Sie die Außenseite der Küvette mit einem nicht scheuernden Reinigungstuch ab.
- c. Die Küvette in das Kolorimeter stellen und den Deckel schließen.
- d. Drücken Sie die grüne Kalibriertaste am Farbmessgerät.
- e. Wenn das Licht erlischt, ist die Kalibrierung abgeschlossen und die Küvette kann aus dem Kolorimeter entfernt werden.

18.  Spülen Sie die Küvette mit einem Teil der im Reagenzglas gespeicherten Lösung, indem Sie die folgenden Schritte durchführen:

- a. Füllen Sie die Küvette mit etwas von der im Reagenzglas gespeicherten Lösung.
- b. Entsorgen Sie die soeben eingefüllte Lösung gemäß den Anweisungen des Lehrers.

19.  Füllen Sie die Küvette mit weiterer Lösung aus dem Reagenzglas und verschließen Sie die Küvette.

20.  Warum wurde die Küvette mit der Lösung aus dem Reagenzglas gespült (gefüllt und dann entleert)?

---

---

21.  Beschreiben Sie alle Änderungen der Lösung im Vergleich zur ursprünglichen Lösung, die sich im Reagenzglas befand. Was kann diese Veränderungen verursacht haben?

---

---

22.  Wischen Sie mit einem nicht scheuernden Reinigungstuch die Außenseite der Küvette mit der Lösung aus dem Reagenzglas ab und setzen Sie die Küvette dann in das Kolorimeter ein. Schließen Sie den Deckel des Kolorimeters.

23.  Warum ist es notwendig, die Küvette vor dem Einsetzen in das Kolorimeter von außen abzuwischen?

---

---

24.  Warum ist es notwendig, den Deckel des Kolorimeters vor der Aufzeichnung der Datenwerte zu schließen?

---

---

25.  Notieren Sie den Wert für die Extinktion unten.

Absorption von orangefarbenem (610 nm)

Licht:

\_\_\_\_\_

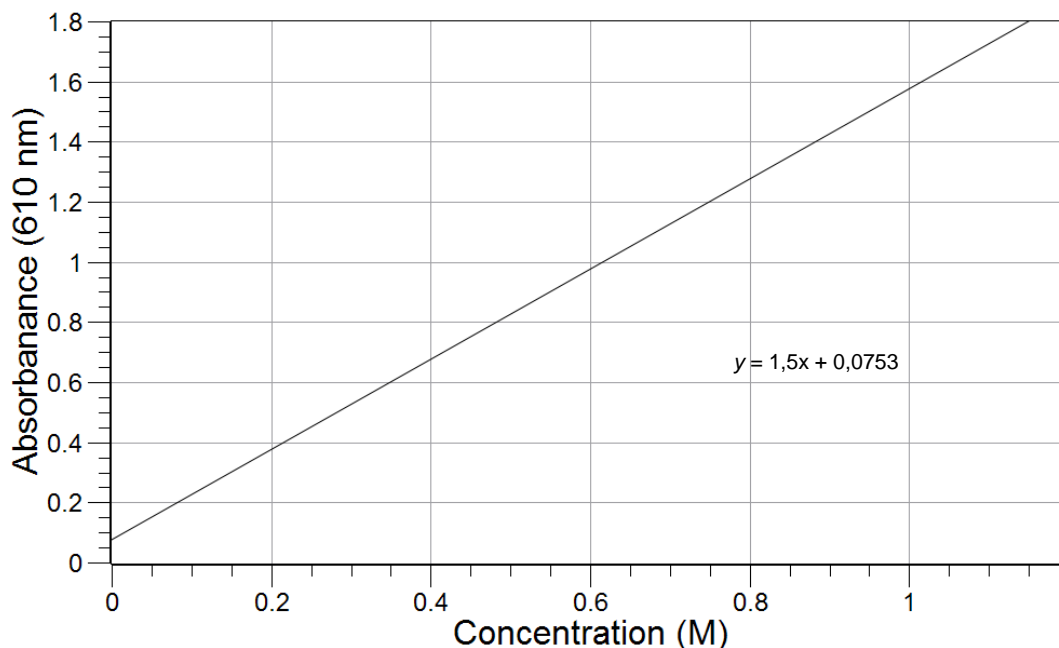
26.  Nehmen Sie die Küvette heraus und entsorgen Sie die Lösung gemäß den Anweisungen des Lehrers.
27.  Reinigen Sie die Laborstation gemäß den Anweisungen des Lehrers, einschließlich eventueller spezieller Anweisungen zur Entsorgung der Silberablagerung und der Kupfer(II)/Silbernitratlösung.

## Die Datenanalyse

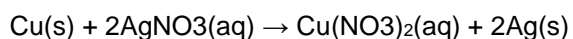
- Berechnen Sie die Masse des bei der Reaktion verbrauchten Kupfers anhand der vor der Reaktion gemessenen Masse des Kupferdrahtes nach der Reaktion.

- Bestimmen Sie anhand der untenstehenden Kalibrierkurve für Kupfer(II)-Ionen in Lösung und Ihrer Absorptionsmessung für die Lösung im Reagenzglas die Konzentration der Kupfer(II)-Ionen in der Lösung.

### Kalibrierungskurve für Kupfer(II)-Lösung



- Berechnen Sie anhand der oben ermittelten Konzentration der Kupferionen in der Lösung die Anzahl der Mole Kupfer(II)-Ionen (als Kupfer(II)-Nitrat) in der Endlösung. Denken Sie daran, dass das Volumen der Lösung 30,0 mL betrug.
- Berechnen Sie auf der Grundlage der vorherigen Berechnung und der unten angegebenen Stöchiometrie der Reaktion die Masse des metallischen Kupfers, das mit der Silbernitratlösung reagiert hat.



**Fragen zur Analyse**

---

1. Sie haben die Masse des verbrauchten Kupfers mit zwei verschiedenen Methoden ermittelt. Was sind die beiden Methoden und wie vergleichen sich die Ergebnisse?

---

---

---

2. einige mögliche Fehlerquellen bei jeder Methode auflisten.

---

---

3. die Masse des bei der Reaktion entstehenden Silbers vorhersagen.

**Synthese-Fragen**

---

Nutzen Sie die verfügbaren Ressourcen, um die folgenden Fragen zu beantworten.

1. Während des Mittelalters suchten die Alchemisten erfolglos nach einem Weg, ein Element in ein anderes zu "verwandeln" oder zu verwandeln, vor allem Blei in Gold. Wurde in diesem Experiment Kupfer in Silber umgewandelt? Warum oder warum nicht?

---

---

2. Wie können Sie den Farbwechsel der Lösung berücksichtigen?

---

---

3. Benutzen Sie die Aktivitätsorientabelle im Abschnitt Hintergrund, um das Ergebnis dieses Experiments vorherzusagen, wenn Sie einen Golddraht anstelle eines Kupferdrahtes verwenden. Erklären Sie Ihre Vorhersage.

---

---

---



### Multiple-Choice-Fragen

---

Wählen Sie die beste Antwort oder Vervollständigung zu jeder der untenstehenden Fragen oder unvollständigen Aussagen aus.

1. **was lässt sich mit einer Aktivitätsreihe vorhersagen?**
  - A. Die durch eine chemische Reaktion freigesetzte Energiemenge
  - B. Die Elektronegativitätswerte der Elemente
  - C. Die Schmelzpunkte der Elemente
  - D. Ob es zu einer Reaktion kommt oder nicht
  
2. **Wenn ein Metall niedriger als eine Sekunde in der Aktivitätsreihe ist, dann ist es:**
  - A. Ersetzt die Ionen des zweiten Metalls in Lösung
  - B. Verliert leichter Elektronen als das zweite Metall
  - C. Verliert weniger leicht Elektronen als das zweite Metall
  - D. **Bildet positive Ionen leichter als das zweite Metall**
  
3. **Was passiert, wenn Blei zu Salpetersäure hinzugefügt wird?**
  - A. Es erfolgt keine Reaktion
  - B. Wasserstoff wird freigesetzt
  - C. Bleioxidformen
  - D. **Sauerstoff wird freigesetzt**
  
4. **Was passiert, wenn Eisen zu einer Lösung von Blei(II)-sulfat hinzugefügt wird?**
  - A. Es erfolgt keine Reaktion
  - B. Wasserstoff wird freigesetzt
  - C. Bleioxidformen
  - D. Blei lagert sich auf der Oberfläche des Eisens ab
  
5. **Was passiert, wenn Zink einer Magnesiumchloridlösung zugesetzt wird?**
  - A. Es erfolgt keine Reaktion
  - B. Wasserstoff wird freigesetzt
  - C. Zinkchlorid-Formen
  - D. **Magnesium lagert sich auf der Oberfläche des Zinks ab**

**Lückentext / Herausforderung**

---

1. eine \_\_\_\_\_ Reaktion entsteht, wenn ein Element ein anderes Element in einer Verbindung ersetzt. Sie können vorhersagen, ob ein Metall ein anderes Metall ersetzen wird oder nicht, indem Sie eine \_\_\_\_\_. Metalle, die in der Aktivitätsreihe sind \_\_\_\_\_, ersetzen Metalle, die \_\_\_\_\_ sie sind. Bei diesen Arten von Reaktionen wechselt ein Element in seine ionische Form und das andere Element in seine elementare Form. Dieser Prozess beinhaltet eine Übertragung von Elektronen von einem Stoff auf einen anderen und wird als \_\_\_\_\_. Wenn ein Element Elektronen verliert, wird es zu \_\_\_\_\_. Wenn ein Element Elektronen gewinnt, wird es \_\_\_\_\_.

**Lückentext / Wortbank**

---

Oben, Aktivitätsreihe, unter, Zersetzung, doppelter Ersatz, höher, untere, Neutralisationsreaktion, oxidiert, Redoxreaktion, reduziert, einziger Ersatz, Festigkeitstabelle, Synthese