

Atombau

Vom Kugelteilchenmodell bis
zum Schalenmodell
Rekapitulation* für die Einführungs-
phase der gymnasialen Oberstufe.
Eine Präsentation von U. Helmich 2021.

Photo: Martin Helmich

*Es werden Kenntnisse aus der Sekundarstufe I vorausgesetzt!



Versuch 1: Wasser und Alkohol mischen

Material:

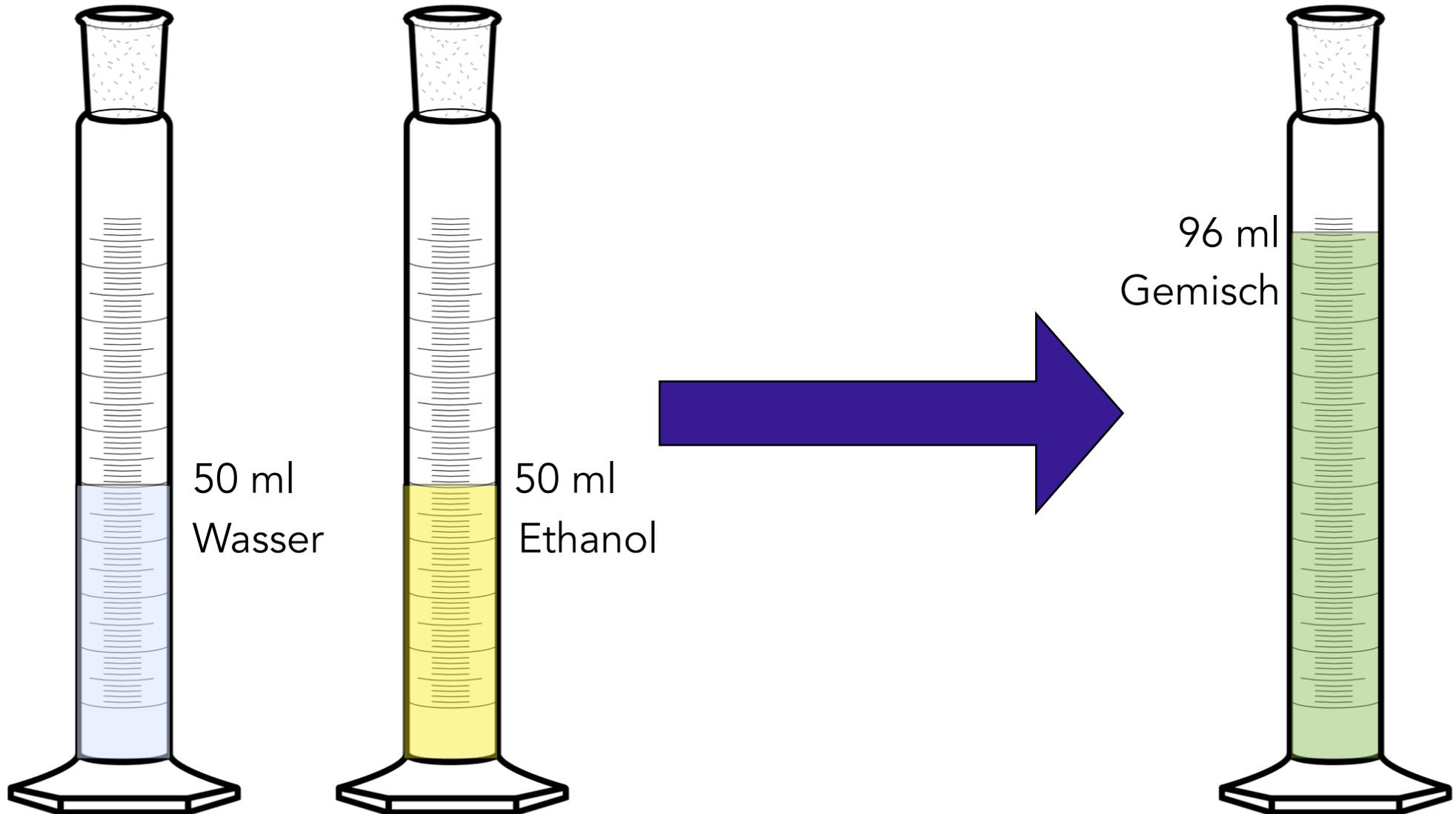
- 2 Messzylinder 100 ml
- dest. Wasser
- Ethanol $\geq 96\%$

Durchführung:

- Fülle den ersten Messzylinder mit genau 50 ml dest. Wasser.
- Fülle den zweiten Messzylinder mit genau 50 ml Ethanol.
- Gieße nun den Inhalt des einen Messzylinders in den anderen Messzylinder.
- Lies das Volumen genau ab.

Versuch 1: Wasser und Alkohol mischen

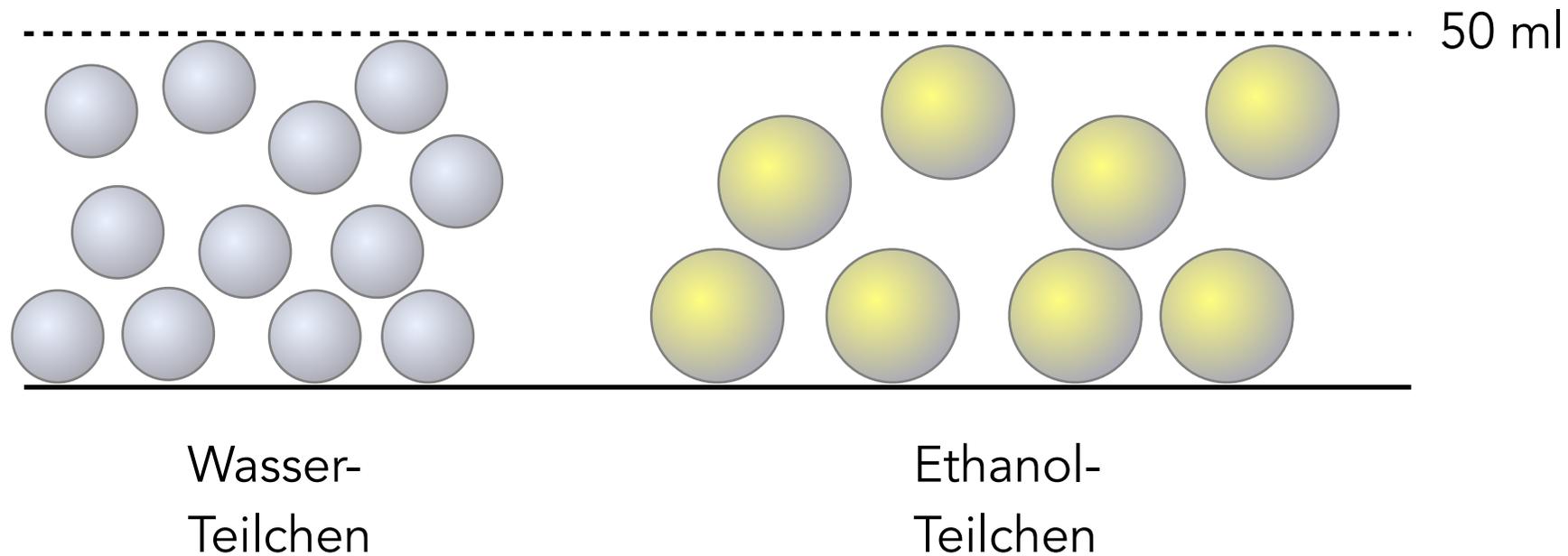
Beobachtungen:



Versuch 1: Wasser und Alkohol mischen

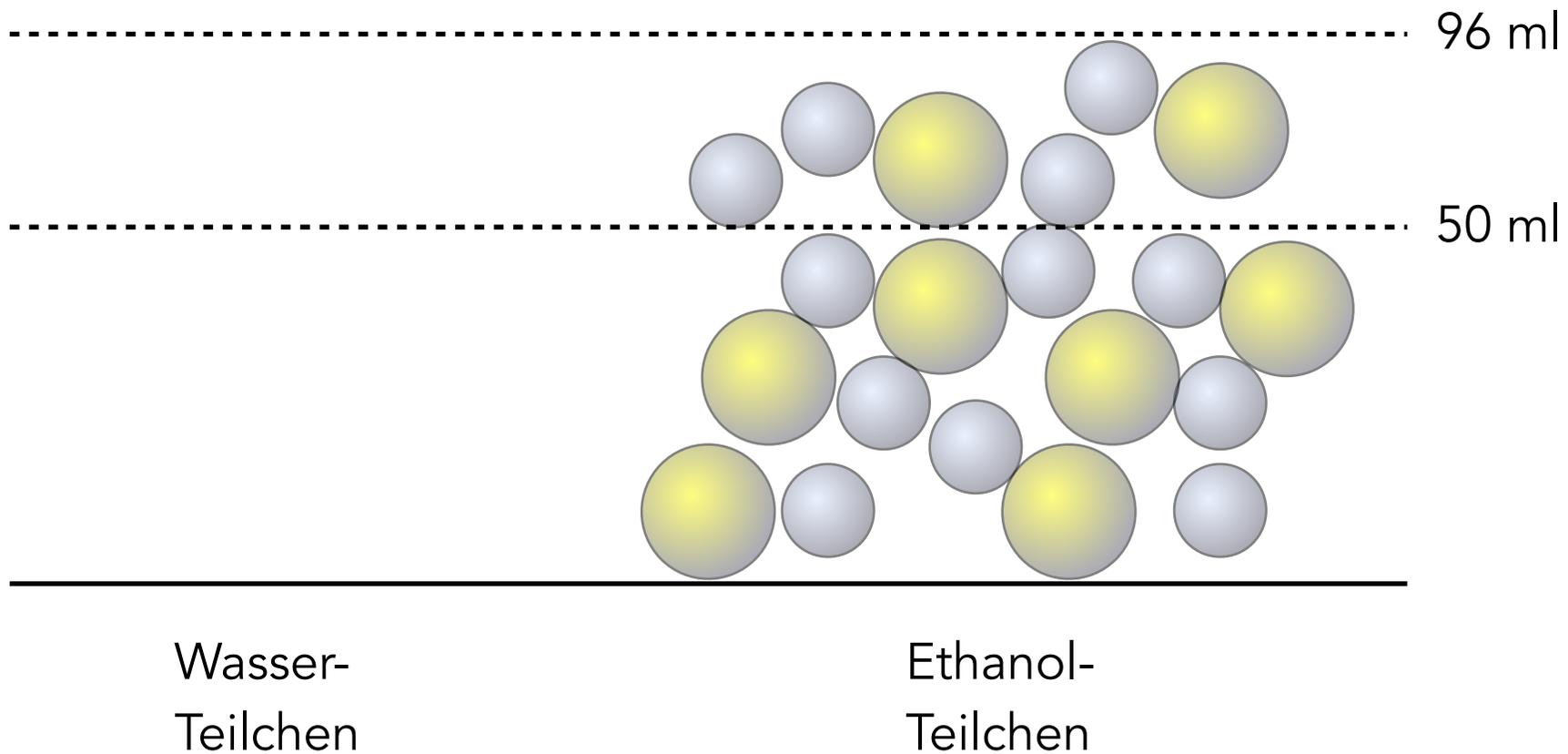
Erklärungen:

Eine **Modellvorstellung:**



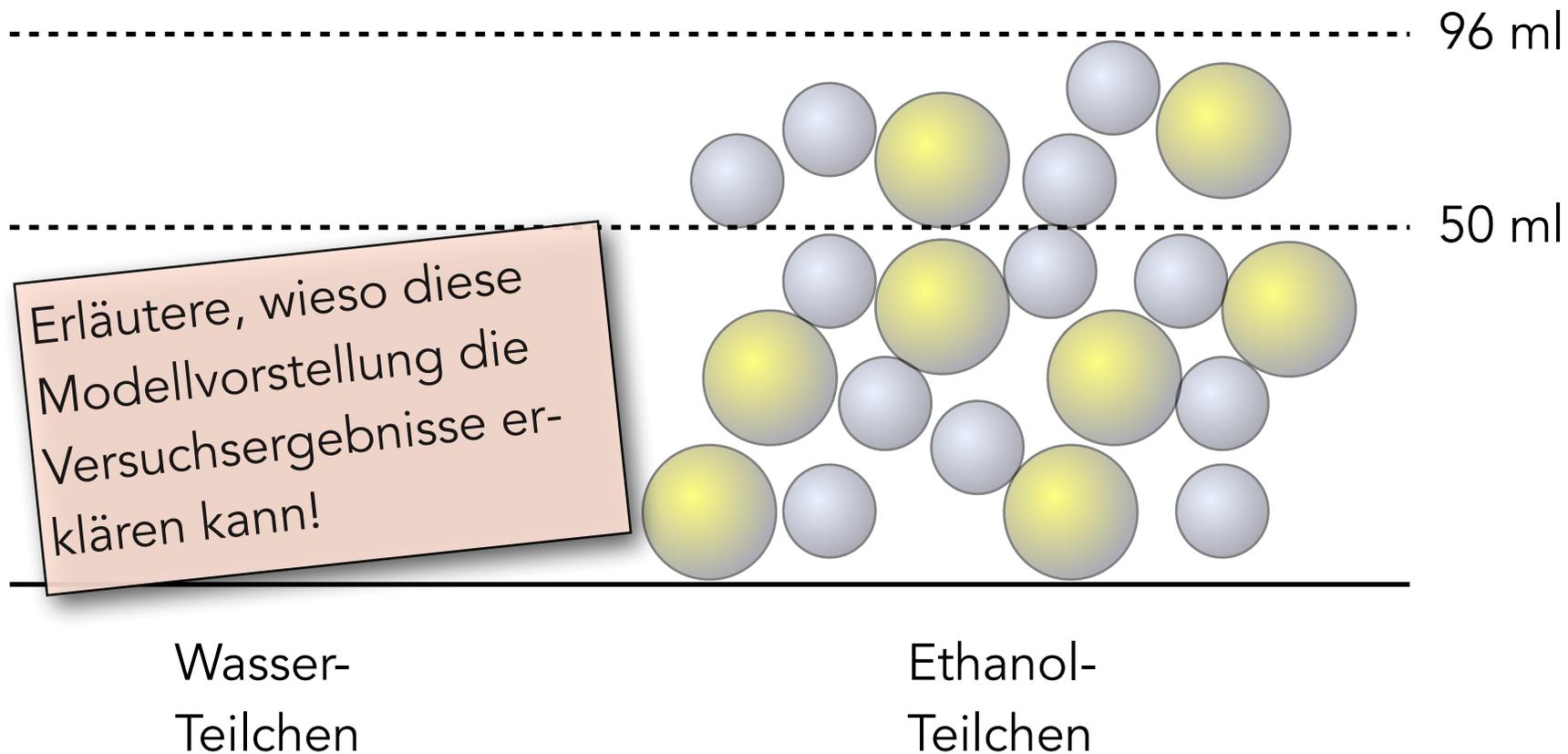
Versuch 1: Wasser und Alkohol mischen

Erklärungen:



Versuch 1: Wasser und Alkohol mischen

Erklärungen:



Versuch 1: Wasser und Alkohol mischen

Erklärungen:

Lösungsvorschlag:

Die Reinstoffe Wasser und Ethanol bestehen aus vielen winzig kleinen **Molekülen** ("kleinste Teilchen"). Die Ethanol-Moleküle sind größer als die Wasser-Moleküle.

Mischt man beide Reinstoffe, setzen sich die kleinen Wasser-Moleküle in die Lücken zwischen den größeren Ethanol-Molekülen.

Daher ist das Gesamtvolumen des Stoffgemischs geringer als die zusammengerechneten Volumen der beiden Reinstoffe.

Versuch 1: Wasser und Alkohol mischen

Erklärungen:

Lösungsvorschlag:

Die Reinstoffe Wasser und Ethanol bestehen aus **Molekülen** ("kleinste Teilchen"). Die Ethanol-Moleküle sind größer als die Wasser-Moleküle.

Mischt man beide Reinstoffe, setzen sich die kleinen Wasser-Moleküle in die Lücken zwischen den größeren Ethanol-Molekülen.

Daher ist das Gesamtvolumen des Stoffgemischs geringer als die zusammengerechneten Volumen der beiden Reinstoffe.

Erläutere, welche grundlegende Erkenntnis man aus diesem Versuch gewinnen kann.

Versuch 1: Wasser und Alkohol mischen

Grundlegende Erkenntnis:

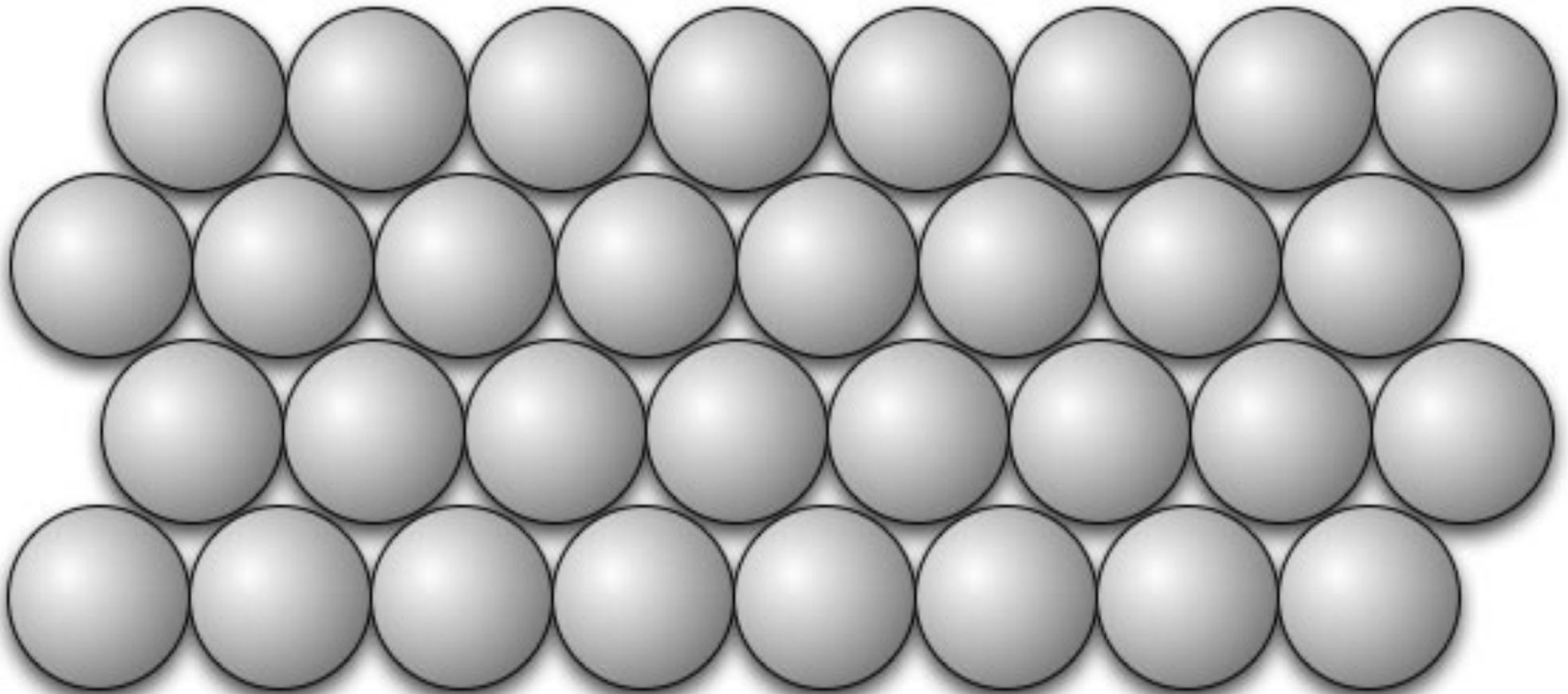
Lösungsvorschlag:

Reinstoffe bestehen aus **kleinsten Teilchen: Atomen** oder **Molekülen**.

Diese haben ein bestimmtes Volumen bzw. eine bestimmte Größe.

Die Moleküle *verschiedener* Reinstoffe wie Wasser oder Ethanol haben *unterschiedliche* Volumen.

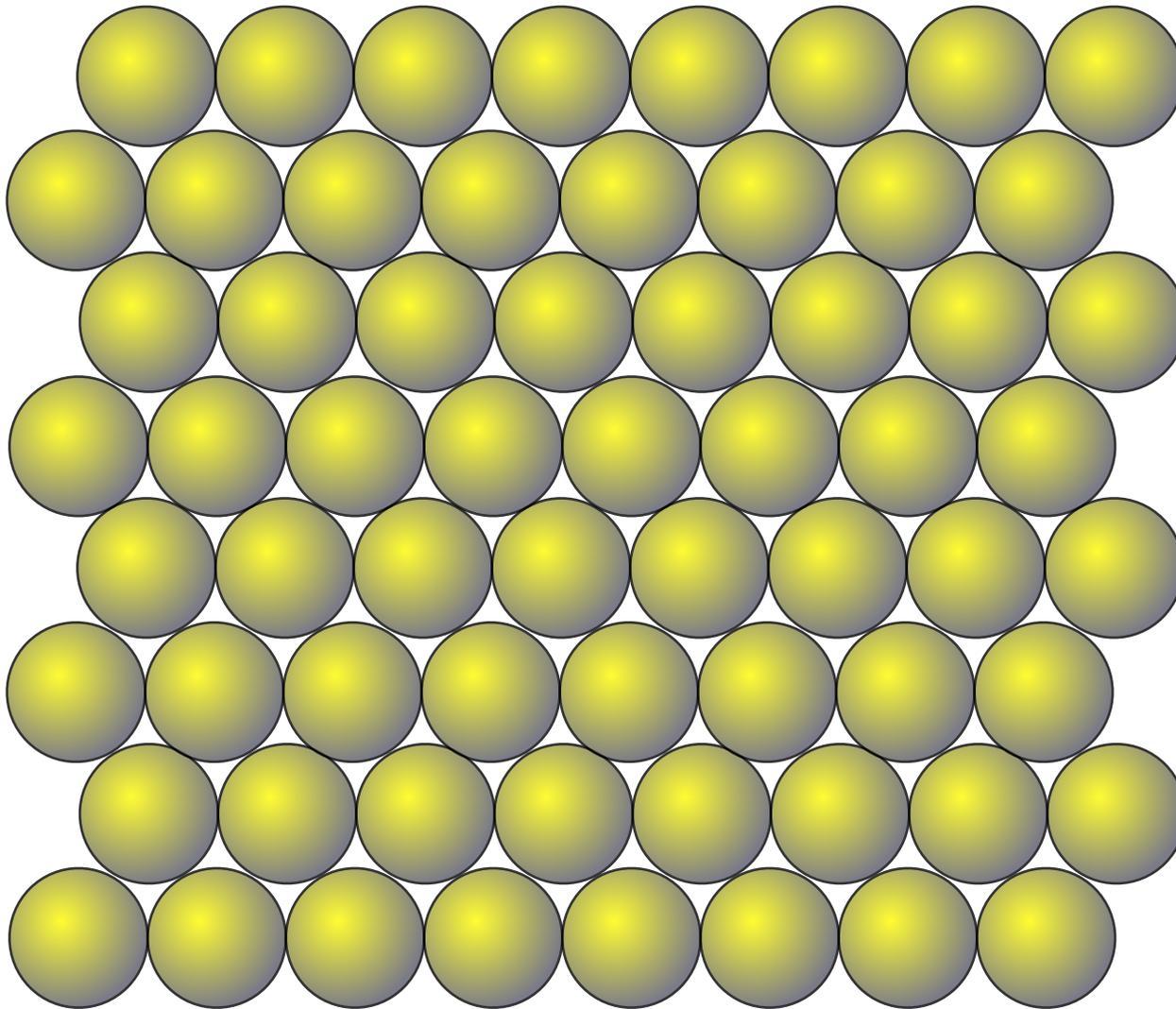
Das Atommodell von DALTON



Das Atommodell von DALTON

- **Elemente** wie Eisen oder Schwefel bestehen aus **Atomen**. Das sind unteilbare kleine Kugeln mit einer bestimmten Masse und einem bestimmten Durchmesser.
- Jedes Element besteht aus einer eigenen Atomsorte. Es gibt also genau so viele Atomsorten, wie es Elemente gibt.
- **Verbindungen** bestehen aus **Molekülen**. Das sind Teilchen, die sich aus Atomen verschiedener Elemente zusammensetzen.
- Jede Verbindung besteht aus einer eigenen Molekülsorte.
- Jedes Molekül hat eine bestimmte Größe und eine bestimmte Masse. Die **Molekülmasse** ist die Summe der **Atommassen**.

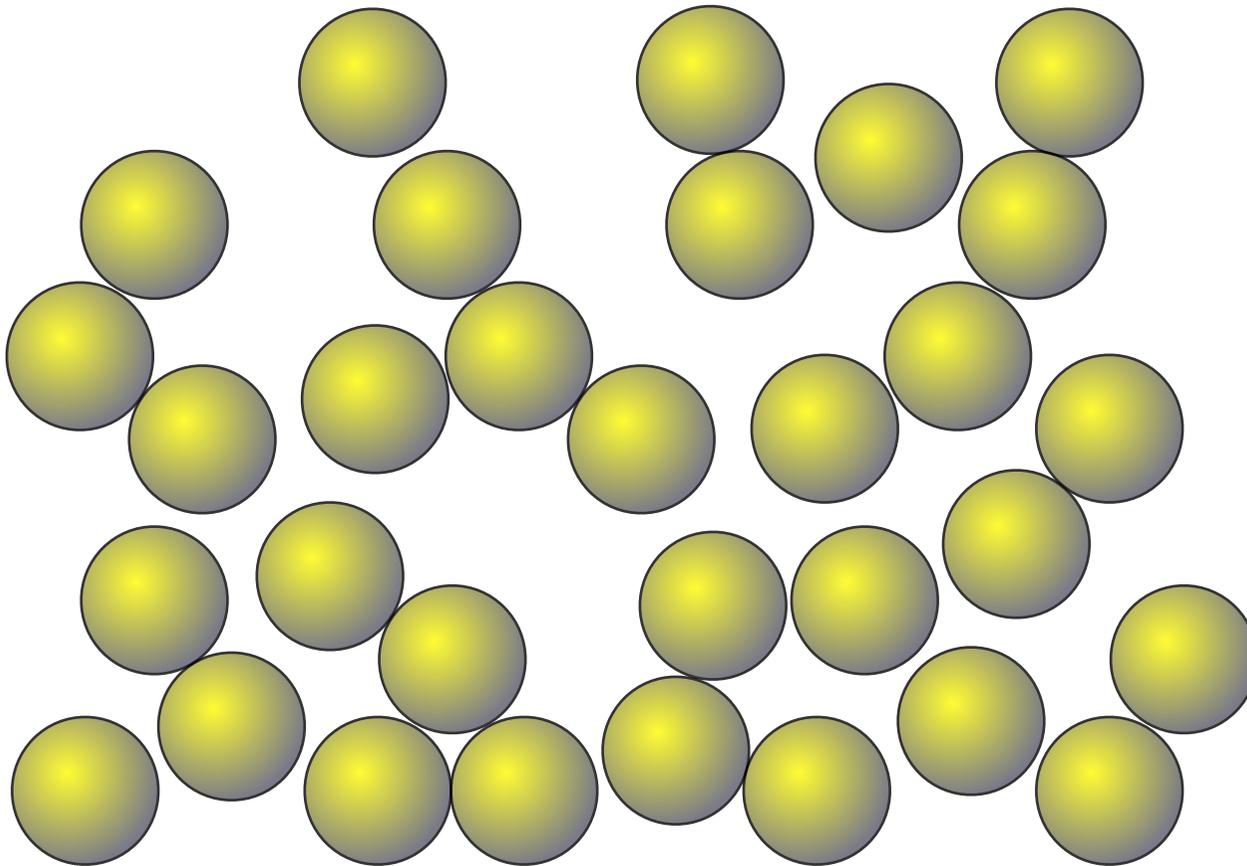
Aggregatzustände nach DALTON



Der Aggregatzustand **FEST**

Im festen Aggregatzustand bilden die Atome oder Moleküle der Elemente bzw. Verbindungen eine dichte Packung. Die Teilchen bewegen sich so gut wie nicht. Sie werden durch starke Anziehungskräfte zusammengehalten.

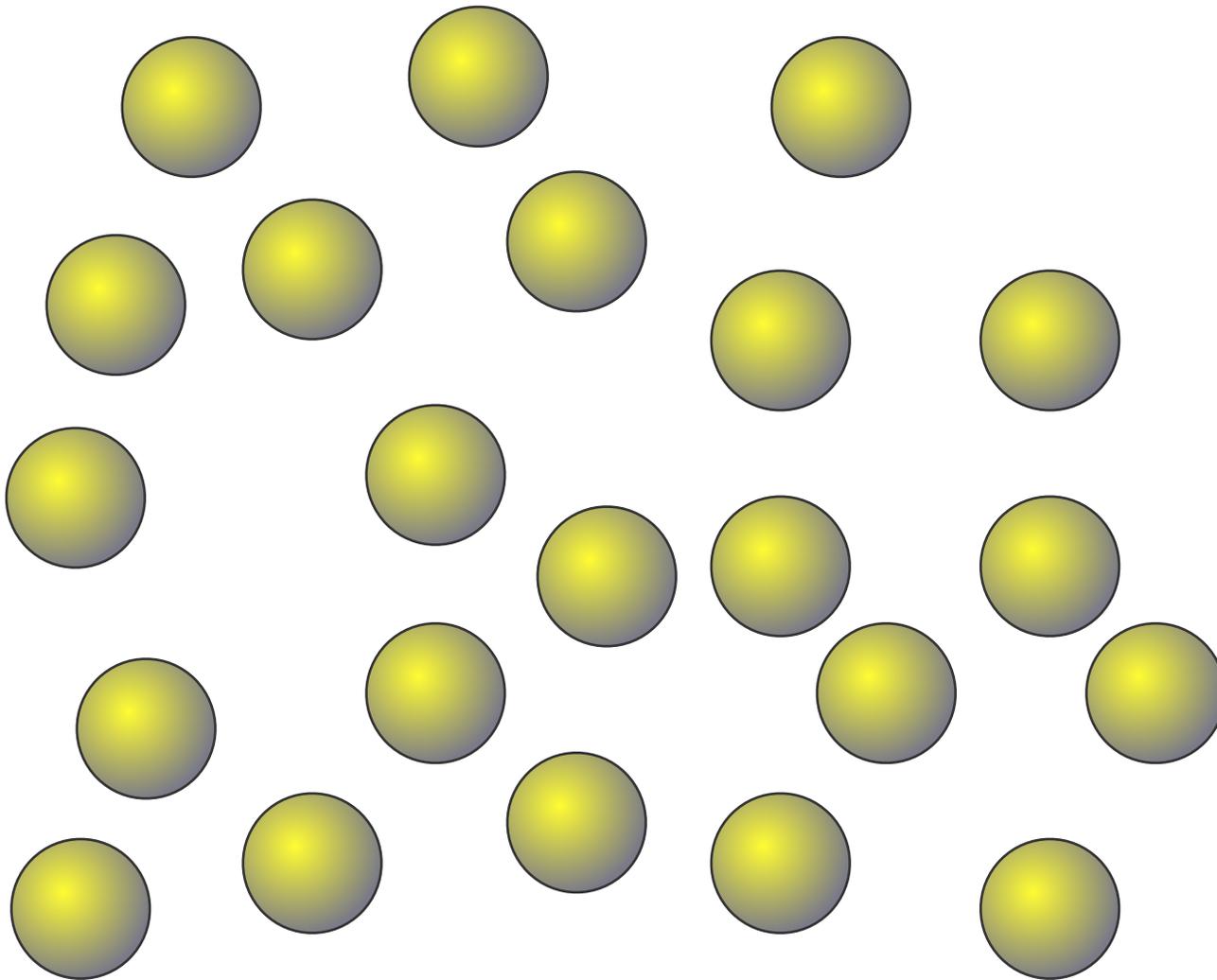
Aggregatzustände nach DALTON



Der Aggregatzustand
FLÜSSIG

Im flüssigen Aggregatzustand berühren sich die kleinsten Teilchen noch, können sich aber schon frei bewegen.

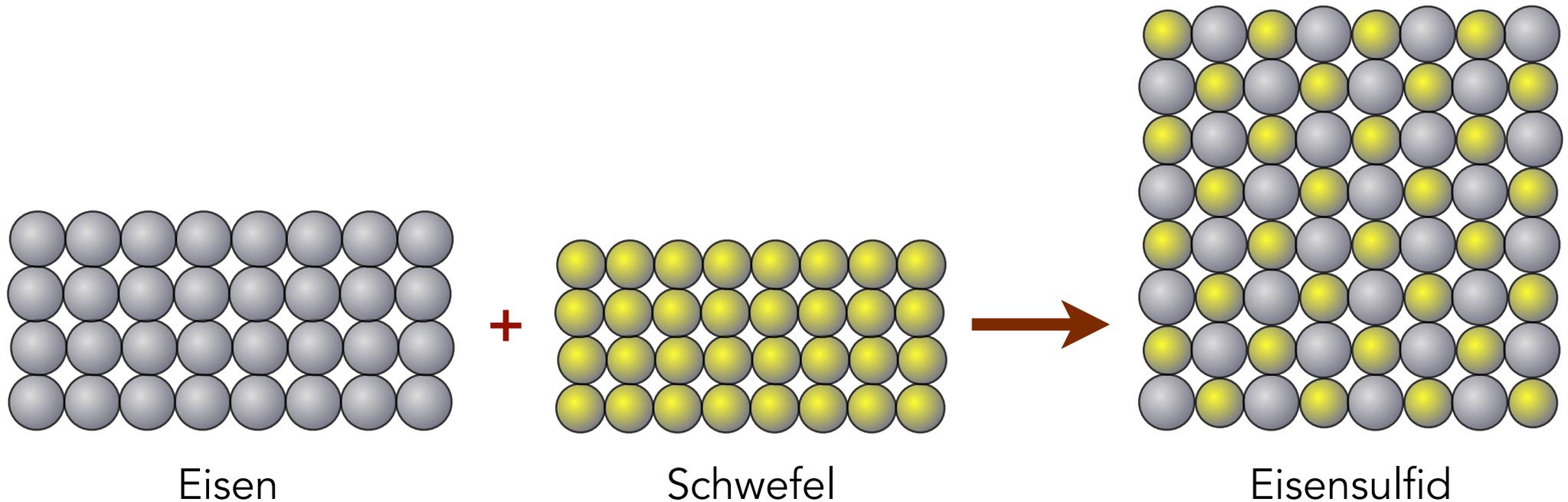
Aggregatzustände nach DALTON



Der Aggregatzustand
GASFÖRMIG

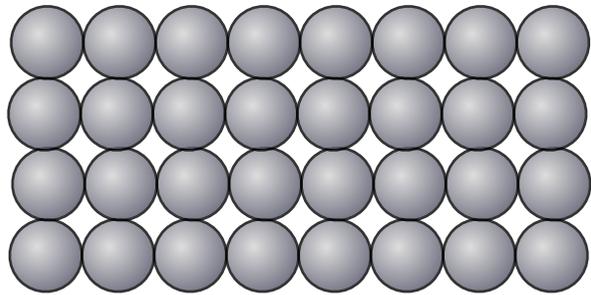
Im gasförmigen Aggregatzustand berühren sich die kleinsten Teilchen nicht mehr, sie können sich mit großer Geschwindigkeit frei bewegen.

Chemische Reaktionen nach DALTON



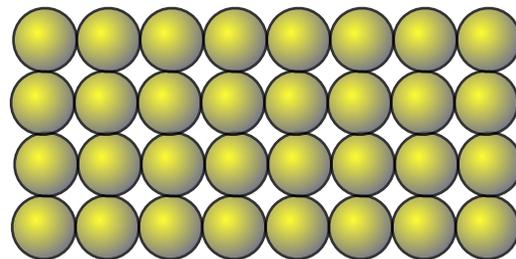
Chemische Reaktionen nach DALTON

Beschreibe, wie DALTON die Reaktion zwischen Eisen und Schwefel erklären würde.

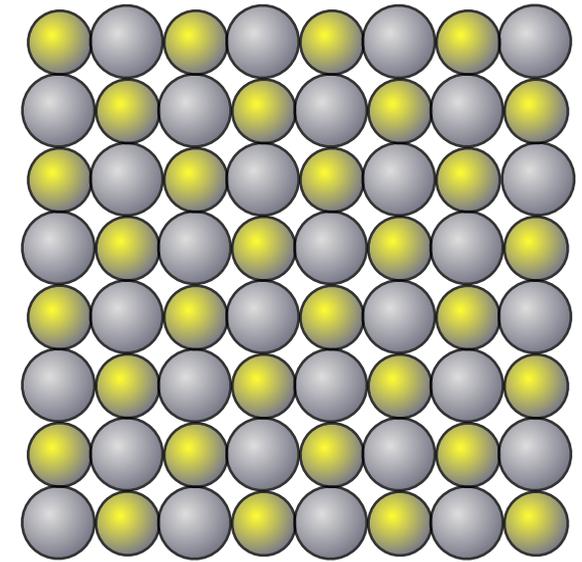


Eisen

+



Schwefel

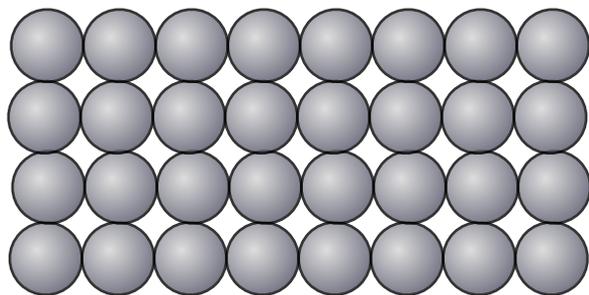


Eisensulfid

Chemische Reaktionen nach DALTON

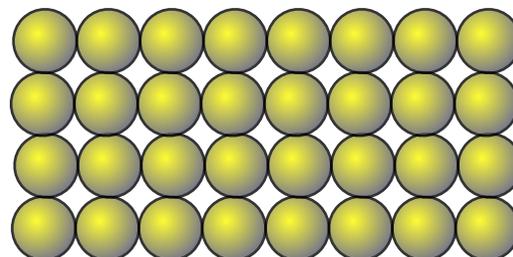
Lösungsvorschlag:

Eisen und Schwefel sind Elemente, bestehen also aus Atomen. Bei der Reaktion zwischen Eisen und Schwefel ordnen sich die Eisen- und Schwefel-Atome neu an zu Eisensulfid-Teilchen. Dabei bleibt die Anzahl der Atome erhalten, denn Atome können bei chemischen Reaktionen nicht vernichtet werden.

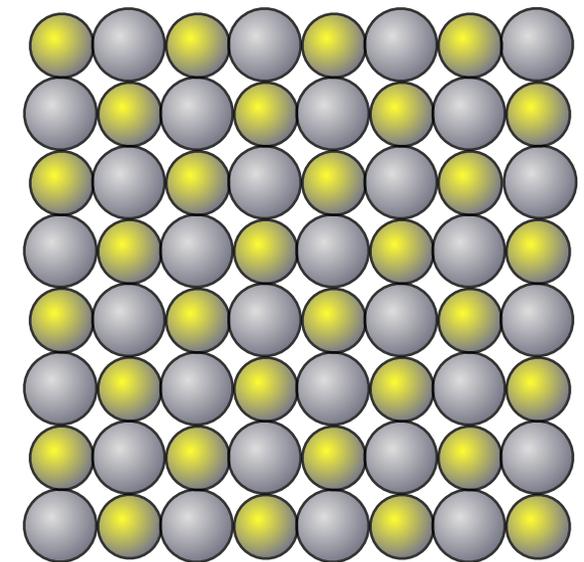


Eisen

+



Schwefel



Eisensulfid

Versuch 2: Massenerhalt

Material:

- Waage
- Reagenzglas
- Luftballon
- Brenner
- Mörser mit Pistill
- Eisenpulver
- Schwefelpulver

Durchführung:

- Wiege 5,6 g Eisen und 3,2 g Schwefel ab.
- Mische die beiden Elemente im Mörser gut durch.
- Gib einen Teil des Gemischs (oder das ganze Gemisch) in ein Reagenzglas.
- Verschließe das Reagenzglas mit dem Luftballon.
- Wiege das Reagenzglas genau.
- Erhitze das Reagenzglas, bis eine Reaktion einsetzt (rotes Glühen).
- Lass das Reagenzglas abkühlen.
- Wiege das Reagenzglas erneut möglichst genau.

Versuch 2: Massenerhalt

Beobachtungen:

Die Masse des Reagenzglases hat sich nicht verändert. Vor und nach der Reaktion hat das Reagenzglas mit seinem Inhalt die gleiche Masse.

Beschreibe, wie DALTON diese Beobachtung erklären würde.

Versuch 2: Massenerhalt

Beobachtungen:

Die Masse des Reagenzglases hat sich nicht verändert. Vor und nach der Reaktion hat das Reagenzglas mit seinem Inhalt die gleiche Masse.

Lösungsvorschlag:

Bei der Reaktion zwischen Eisen und Schwefel bleibt die *Anzahl* der Atome erhalten, denn Atome können bei chemischen Reaktionen nicht vernichtet werden. Da jedes Atom eine bestimmte *Masse* hat, bleibt mit der Anzahl der Atome auch die Masse des Stoffgemischs Eisen + Schwefel bzw. der Verbindung Eisensulfid konstant.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid

Material:

- Becherglas 250 ml
- Spatel
- zwei Graphit-Elektroden
- zwei Kabel
- Gleichspannungsquelle
- Zinkbromid ZnBr_2
- dest. Wasser

Durchführung:

- Gib 100 bis 200 ml dest. Wasser in das Becherglas.
- Löse zwei Spatelspitzen Zinkbromid ZnBr_2 in dem Wasser auf.
- Stelle die beiden Elektroden in die Lösung, ohne dass sie sich berühren.
- Verbinde die Elektroden mit der Gleichspannungsquelle (Kabel).
- Stelle eine Spannung von ca. 10 V ein
- Beobachte, was sich an den Elektroden tut.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid

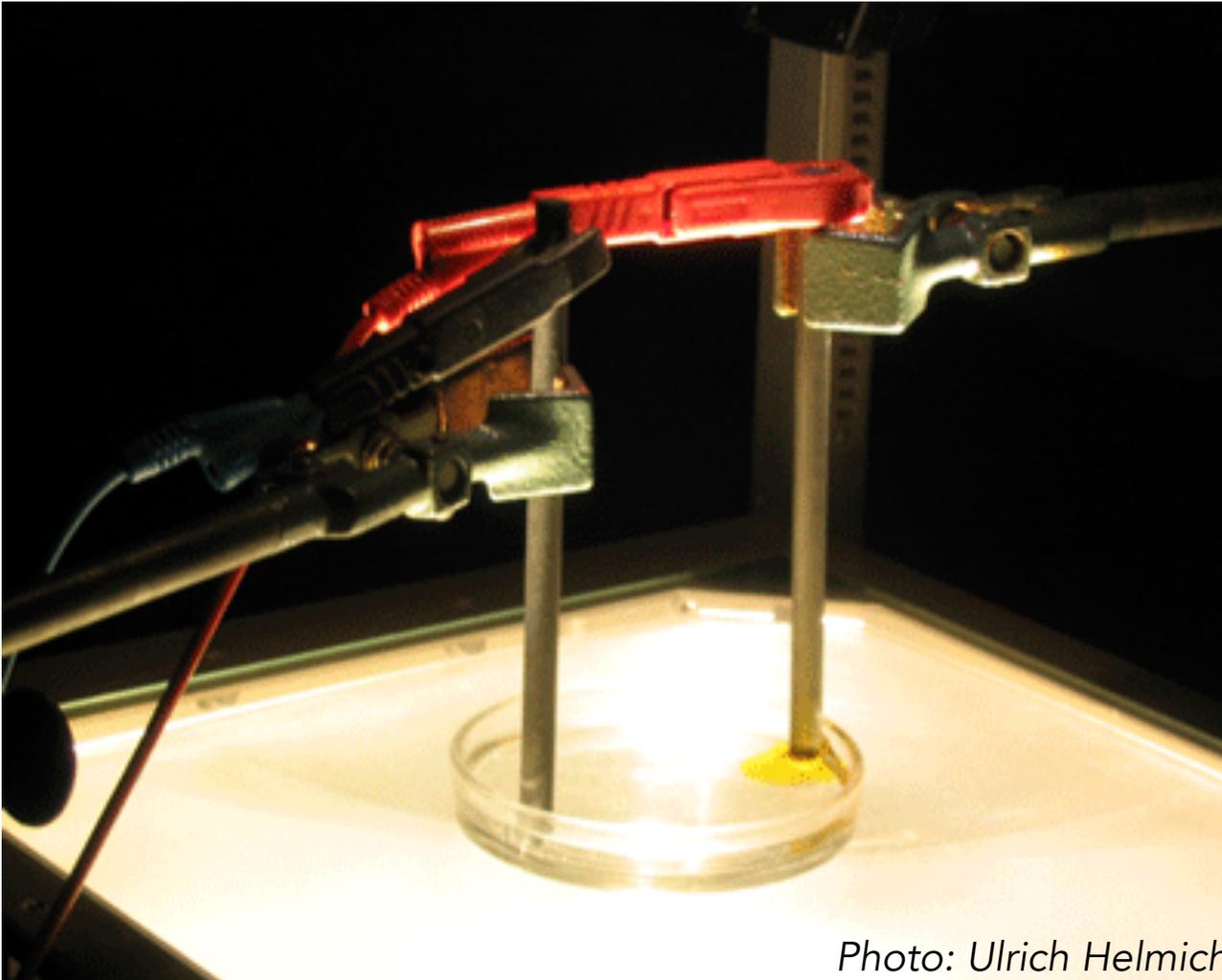


Photo: Ulrich Helmich

Der Versuch 3 als Projektions-Versuch.

Der Versuch wurde mit Graphit-Elektroden in einer Glas-Petrischale auf einem Overhead-Projektor durchgeführt.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid

Beobachtungen:

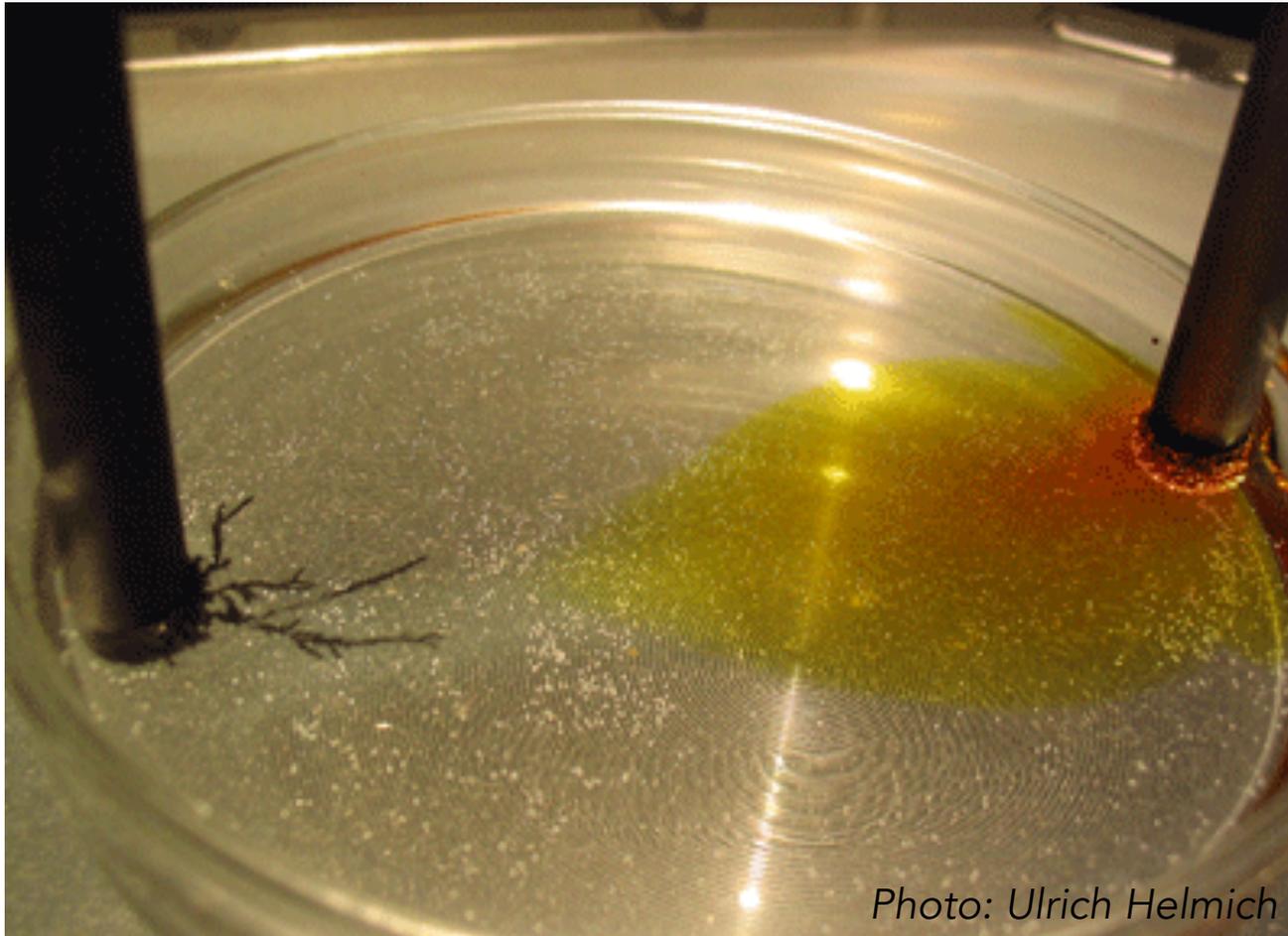


Photo: Ulrich Helmich

Am Minuspol bildet sich eine baumartige schwarzgraue Struktur, am Pluspol entsteht eine rotbraune Färbung, die sich in der Flüssigkeit auflöst.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid

Beobachtungen:

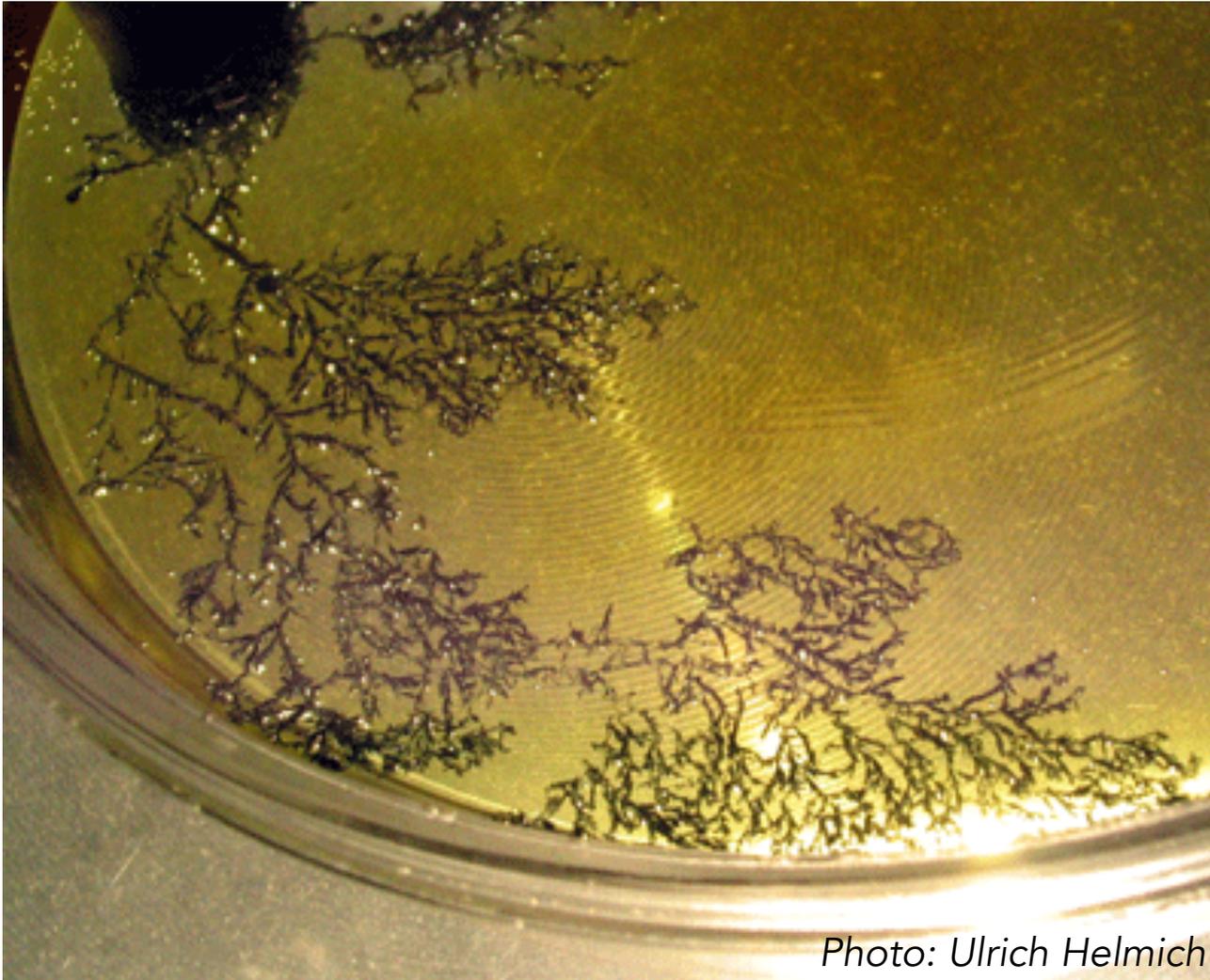
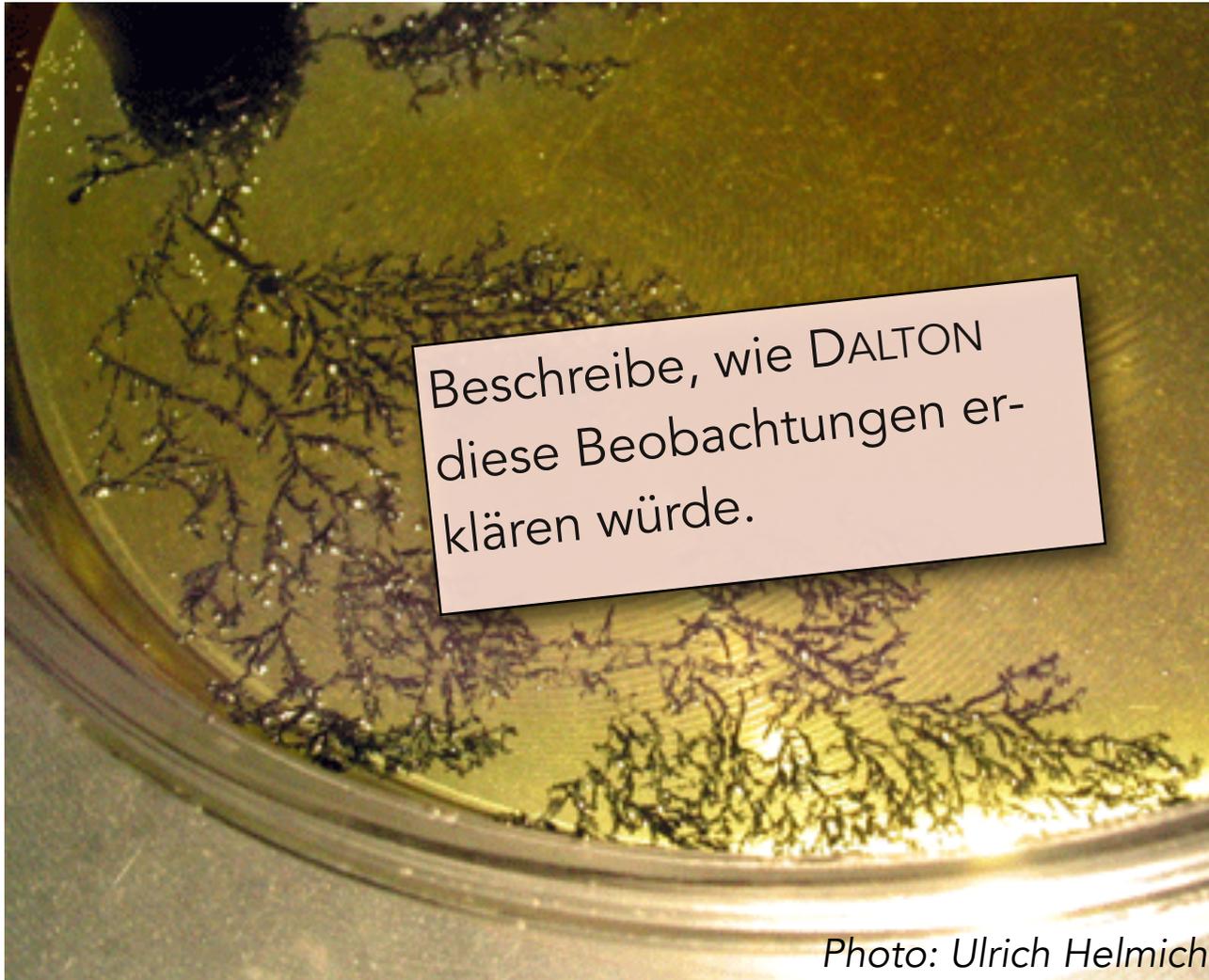


Photo: Ulrich Helmich

Nach einiger Zeit bildet sich ein immer größer werdendes baumartiges Gebilde am Minuspol. Die Lösung ist inzwischen komplett braungelb geworden.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid

Beobachtungen:



Nach einiger Zeit bildet sich ein immer größer werdendes baumartiges Gebilde am Minuspol. Die Lösung ist inzwischen komplett braungelb geworden.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid

Lösungsvorschlag:

DALTON hätte diese Beobachtungen nicht erklären können.

Weder hätte er erklären können, warum die Zink-Teilchen zum Minuspol wandern, noch hätte er erklären können, wieso die Brom-Teilchen zum Pluspol wandern. Auch die Farbänderung (farblose Lösung → Bildung eines rotbraunen Stoffes) und das Wachstum des baumartigen Gebildes hätte DALTON mit seinem Kugelteilchenmodell des Atoms nicht erklären können.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid

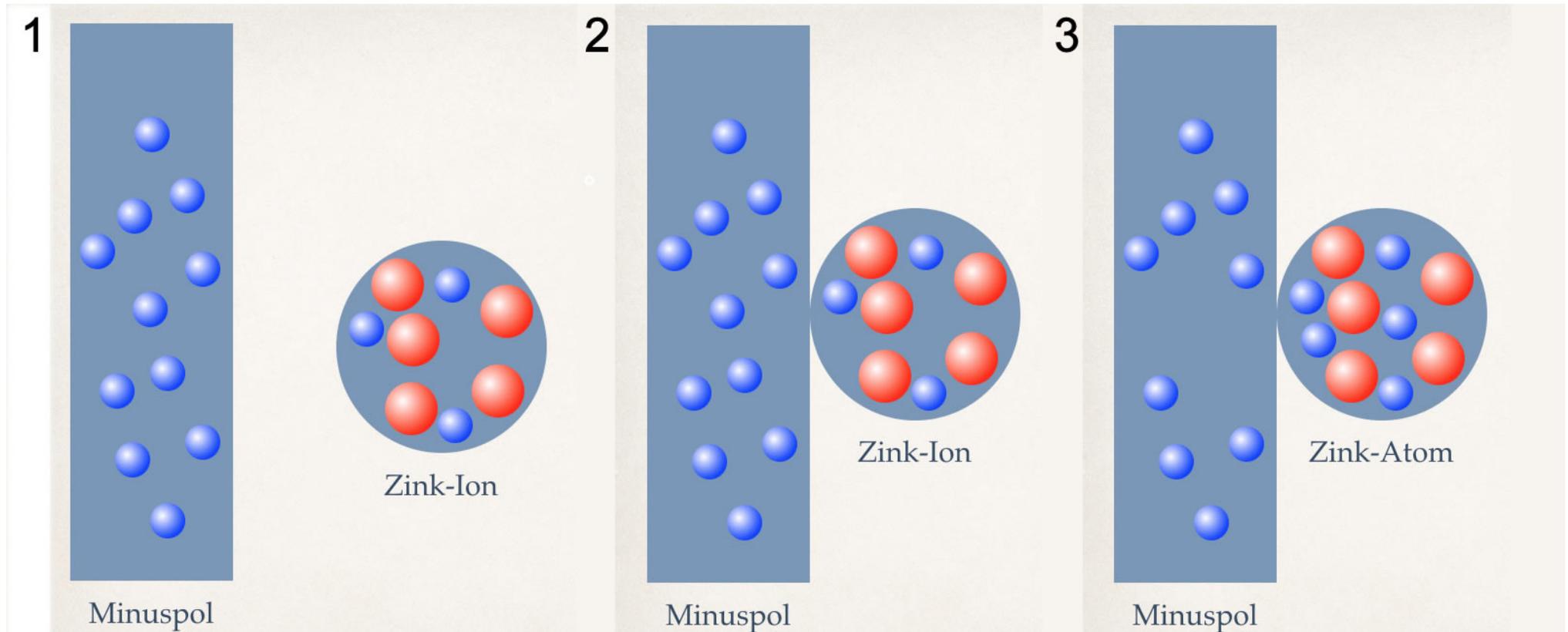
Lösungsvorschlag:

DALTON hätte diese Beobachtungen nicht erklären können.

Weder hätte er erklären können, warum die Zink-Teilchen zum Minuspol wandern, noch hätte er erklären können, wieso die Brom-Teilchen zum Pluspol wandern. Auch die Farbänderung (farblose Lösung → Bildung eines rotbraunen Stoffes) und das Wachstum des baumartigen Gebildes hätte DALTON mit seinem Kugelteilchenmodell des Atoms nicht erklären können.

Wie könnte eine moderne Erklärung des Versuchs aussehen?

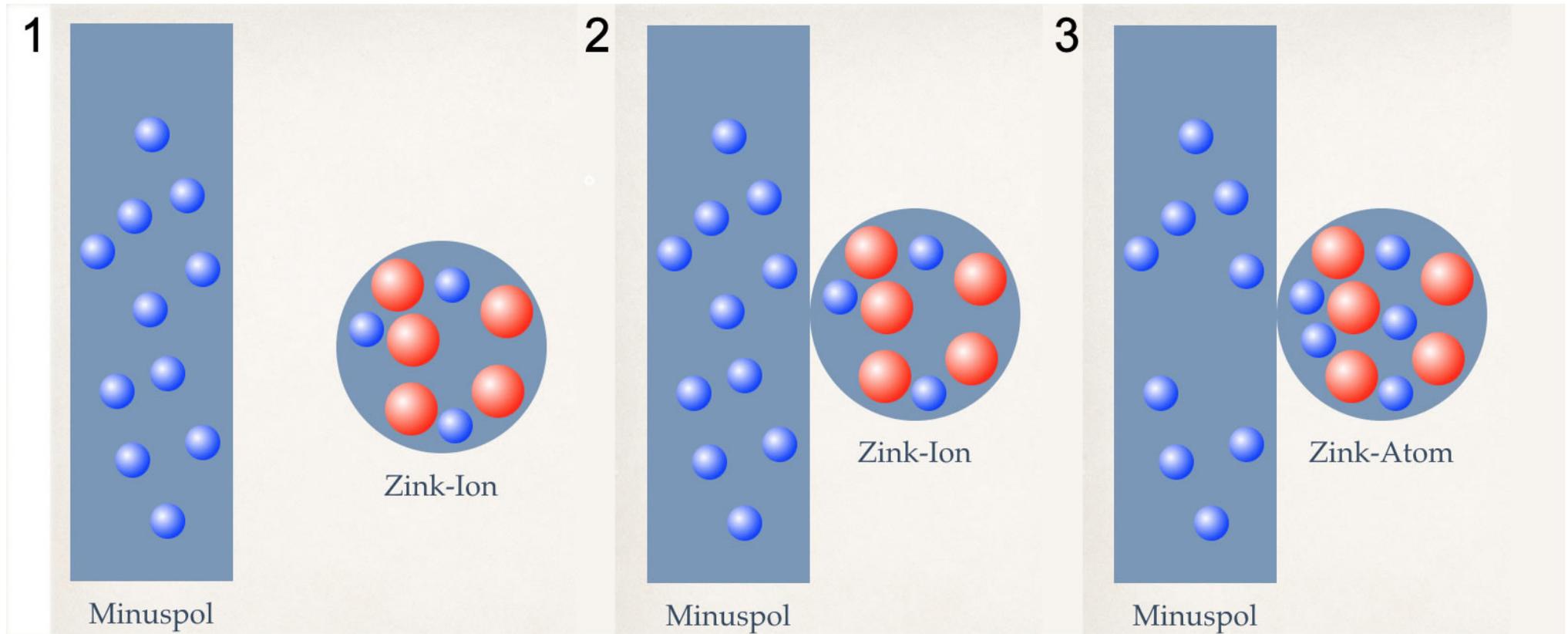
Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid



Erklärung, Teil 1:

Zink-**Atome** bestehen aus gleich vielen positiven **Protonen** (rot gezeichnet) und negativen **Elektronen** (blau dargestellt), die in eine amorphe Masse (blaugrau) eingebettet sind.

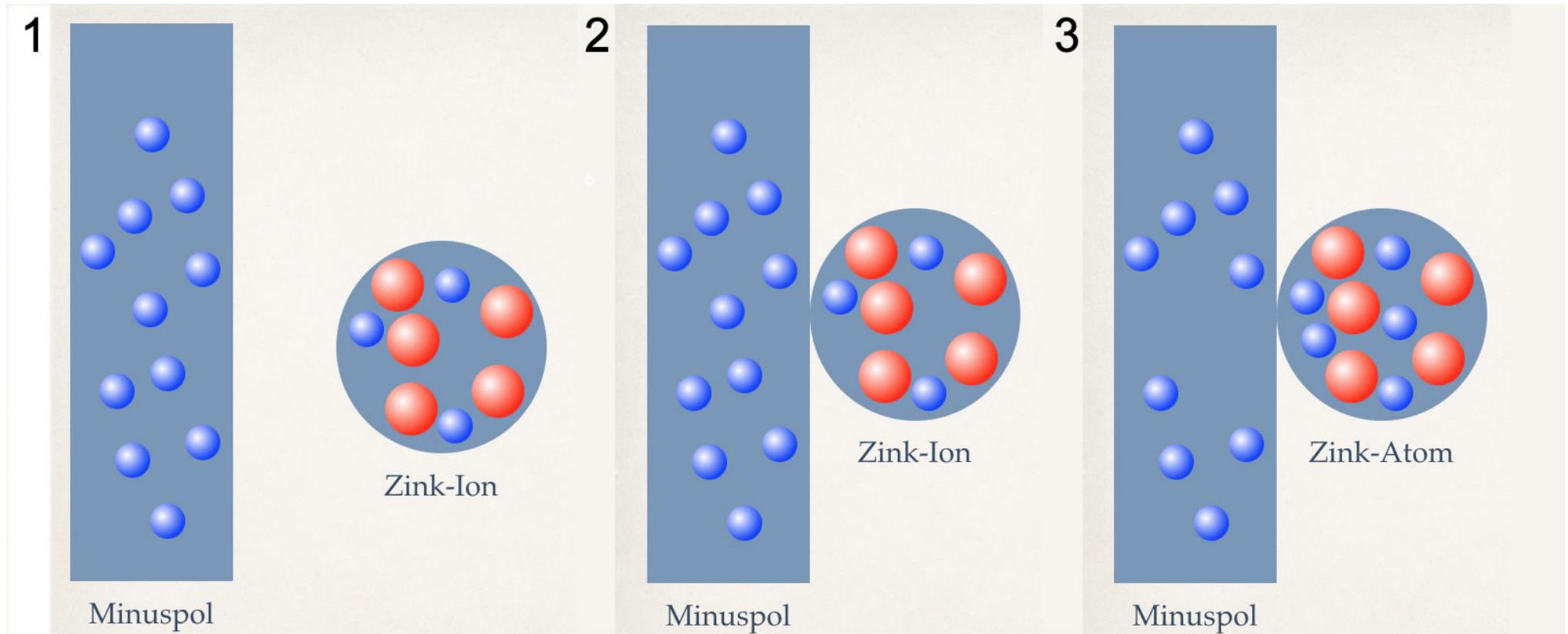
Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid



Erklärung, Teil 2:

Zink-**lonen** sind Zink-Atome, die zwei Elektronen abgegeben haben. Sie sind daher positiv geladen und werden vom Minuspole angezogen. In der ZnBr_2 -Lösung liegt das Zink in Form von Zink-Ionen Zn^{2+} vor.

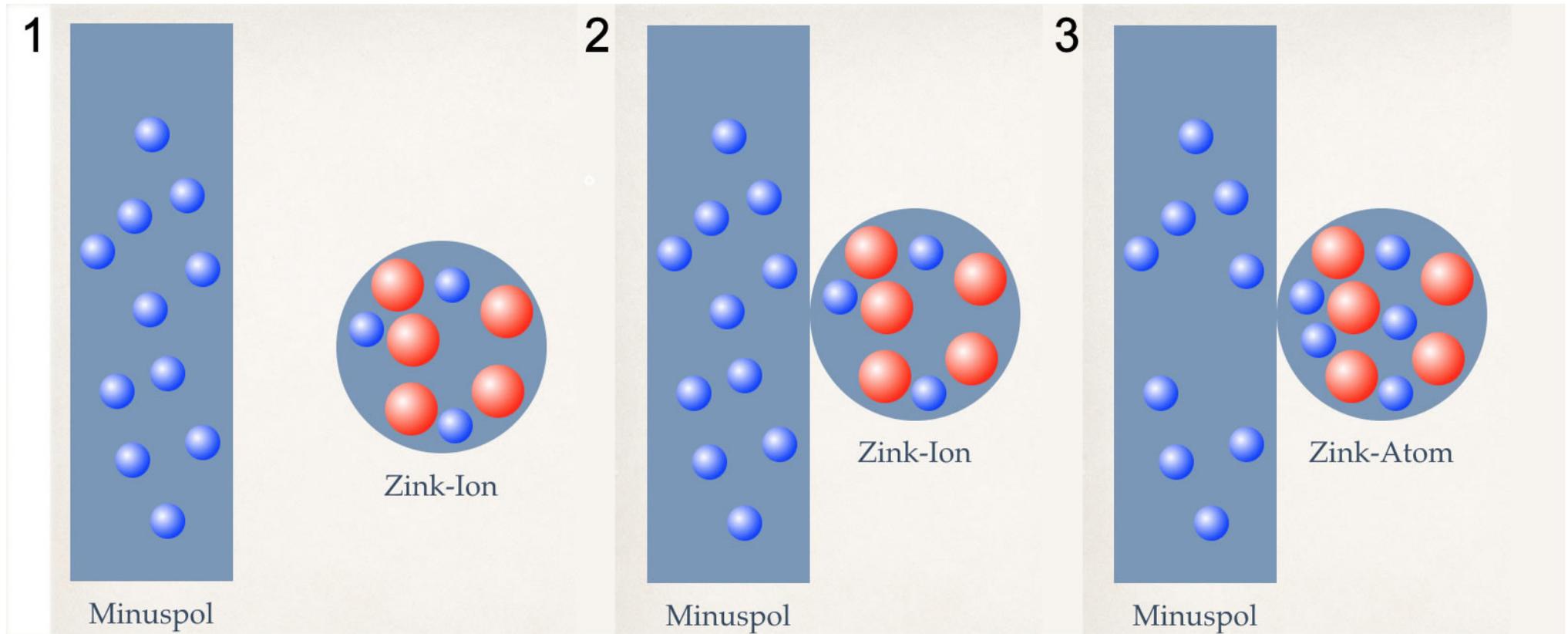
Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid



Erklärung, Teil 3:

Am Minuspole herrscht ein Elektronen-Überschuss. Die positiv geladenen Zn^{2+} -Ionen, denen zwei Elektronen fehlen, nehmen am Minuspole je zwei Elektronen auf und werden dadurch zu Zink-Atomen.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid



Erklärung, Teil 4:

Die Zink-Ionen der Lösung sind farblos, während die Zink-Atome, die sich am Minuspol bilden, eine schwarzgraue Farbe haben. Außerdem liegen die Zink-Atome am Minuspol im festen Zustand vor.

Versuch 3: Elektrolyse von Zinkbromid

Erklärung, Teil 5:

Das Brom liegt in der ZnBr_2 -Lösung in Form von negativ geladenen Bromid-Ionen vor.

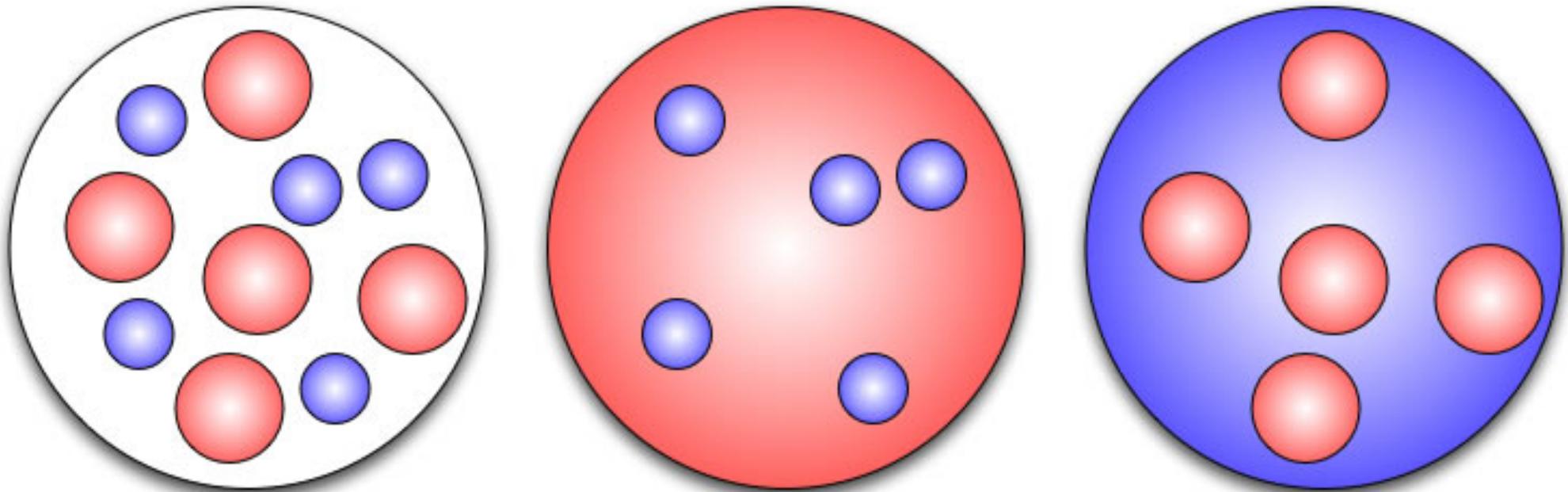
Bromid-Ionen sind Brom-Atome, die ein Elektron mehr besitzen als sie Protonen haben. Daher sind Bromid-Ionen einfach negativ geladen: Br^\ominus .

Diese Br^\ominus -Ionen werden vom Pluspol angezogen.

Am Pluspol herrscht Elektronenmangel. Daher geben die Br^\ominus -Ionen ihr überschüssiges Elektron ab und werden zu Brom-Atomen.

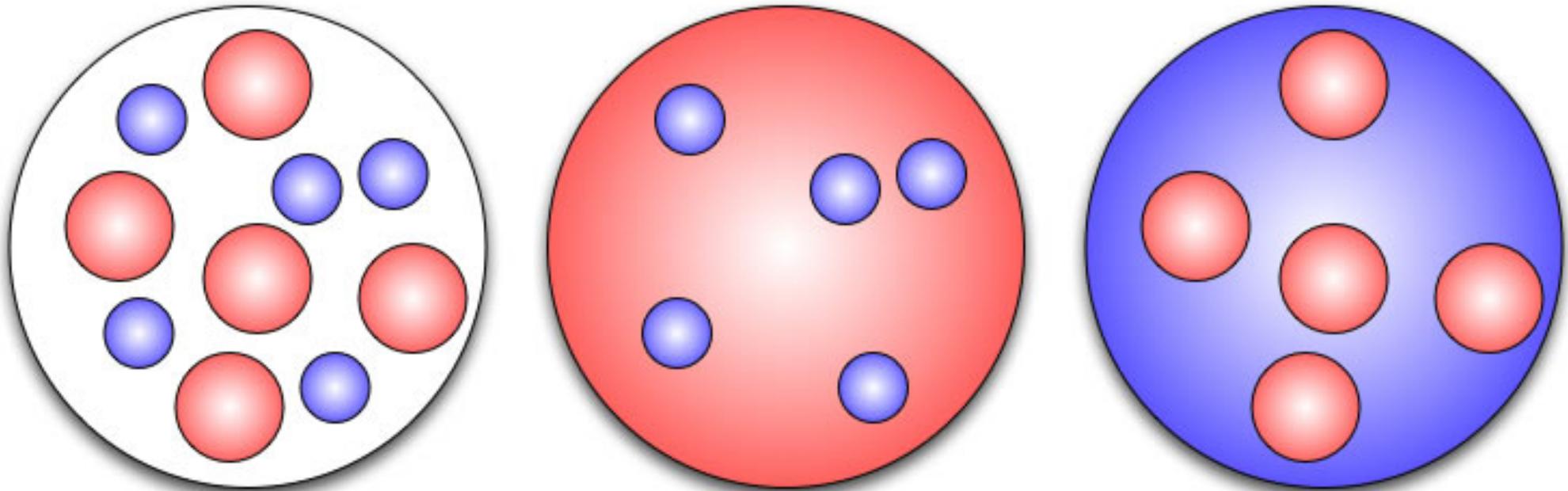
Je zwei Brom-Atome vereinigen sich zu einem Brom-Molekül Br_2 . Durch die Bildung dieser Brom-Moleküle entsteht die rotbraune Färbung in der Lösung.

Das Rosinenkuchenmodell von THOMSON



Das Atom des Elements Bor nach dem Rosinenkuchenmodell, in drei Varianten.
Links: Protonen und Elektronen sind in eine neutrale amorphe Masse eingebettet.
Mitte: Elektronen sind in eine positive amorphe Masse eingebettet.
Rechts: Protonen sind in eine negative amorphe Masse eingebettet.

Das Rosinenkuchenmodell von THOMSON



Welche der drei Varianten ist denn nun historisch korrekt?

Das Atom des Elements besteht aus einer positiven amorphe Masse eingebettet, in drei Varianten.
Links: Protonen und Elektronen sind in einer positiven amorphe Masse eingebettet.
Mitte: Elektronen sind in einer positiven amorphe Masse eingebettet.
Rechts: Protonen sind in einer negativen amorphe Masse eingebettet.

Das Rosinenkuchenmodell von THOMSON

Ergebnis einer Google-Bildersuche:

Thomsonsches Atommodell – Wik...
de.wikipedia.org

Thomsonsches Atommodell – Wik...
de.wikipedia.org

Thomsons Rosinenkuchenmodell
- Das Atom besteht aus einer gleichmäßigen positiven Masse.
- Negative Elektronen bewegen sich durch diese Masse.
- Nur Elektronen können die positiven Atome durchdringen.

Rosinenkuchenmodell - Atommodelle einfach er...
lakschool.com

Rosinenkuchenmodell
u-helmich.de

Thomsonsches Atommodell – Che...
chemie-schule.de

Chemie Endlich Verstehen: Thomsons Rosinenkuchenmode
Thomsons Rosinenkuchenmodell | Chemie Endlich...
youtube.com

Thomson Atommodell - ...
physikunterricht-online.de

Rosinenkuchenmodell
u-helmich.de

Chemie Klasse 8/9: Atombau: Das Rosinenkuchenmodell
u-helmich.de

Atommodell • Demokrit, Thomson, Kugelwolke...
studyflix.de

Das Rosinenkuchen-Modell
minicles.de

Rosinenkuchen
Teig Rosinen

Atom
Positiv geladene Kugel Elektronen

Thomson'sches Rosinenkuchenmodell

Rosinenkuchenmodell
u-helmich.de

Atommodelle – Grundwissen Physik
grund-wissen.de

Streuersuch und Atommodell von RUT...
leifphysik.de

Atome - HomoFaciens
homofaciens.de

Atome und Teilchen (1) - Physik-Schule
physik.cosmos-indirekt.de

HAM-Nat Vorbereitung | Chemie | Die ...
study-hamnat.de

Entwicklung der Atomtheorie - (3) Joseph John Tho...
youtube.com

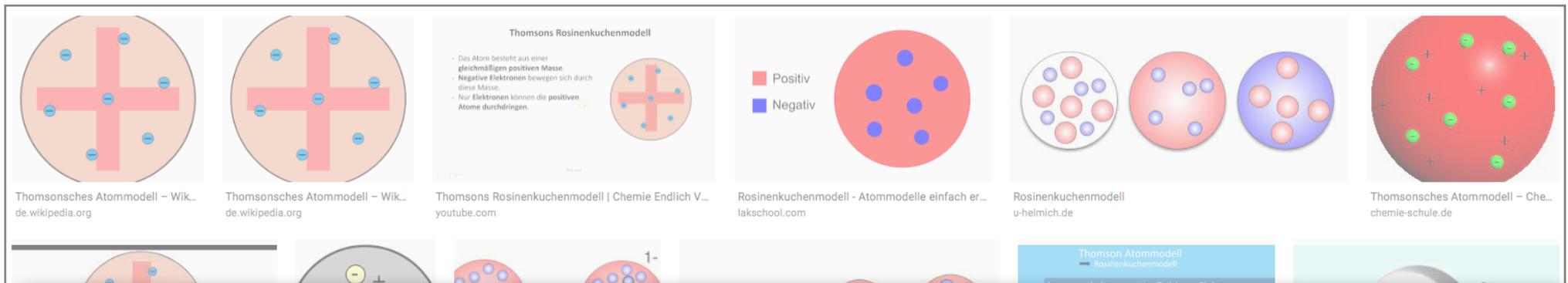
Thomsonsches Atommodell (1903)
• Gleichmäßig verteilte positive Masse mit Elektronen => Rosinenkuchenmodell
• Anzahl Elektronen = Massenzahl
• Grundzustand minimale potentielle Energie, bei Anregung beginnen die Elektronen zu schwingen
• Widerlegung durch Rutherford'schen Streuersuch

Chemie Klasse 8/9: Atombau: Das Rosinenkuchenmodell
u-helmich.de

12 Das Atom
compact.nussnet.at

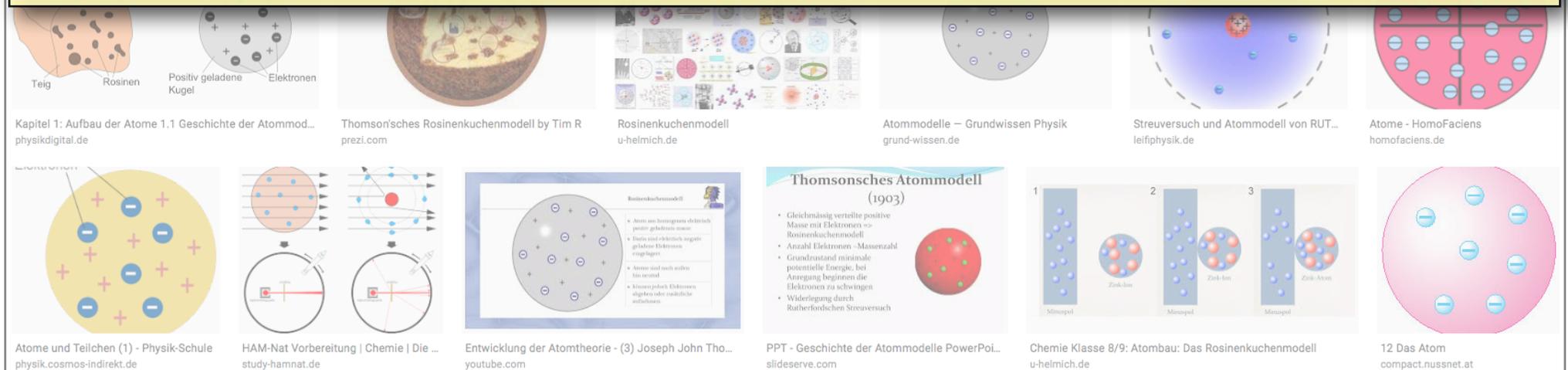
Das Rosinenkuchenmodell von THOMSON

Ergebnis einer Google-Bildersuche:



Demnach scheint die mittlere Variante zu überwiegen: Die Elektronen sind in eine positive amorphe Masse eingebettet.

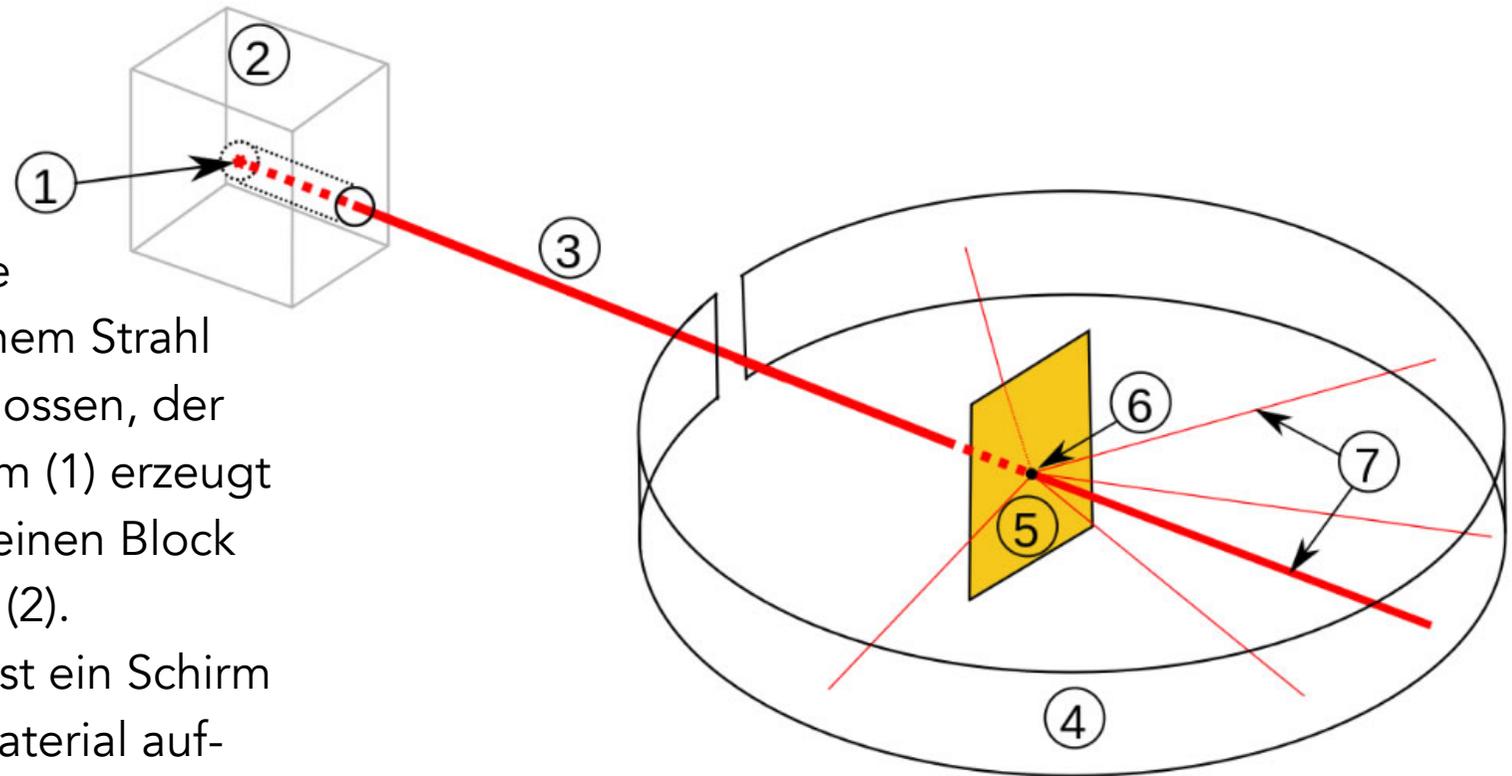
Das Aufnehmen und Abgeben von Elektronen kann damit ganz gut erklärt werden, somit auch die Existenz von negativen und positiven Ionen.



Versuch 4: Streuversuch von RUTHERFORD

Durchführung:

Eine extrem dünne Folie aus Gold (5) wird mit einem Strahl aus α -Teilchen (3) beschossen, der von radioaktivem Radium (1) erzeugt wird. Das Radium ist in einen Block aus Blei eingeschlossen (2). Rund um die Goldfolie ist ein Schirm aus fluoreszierendem Material aufgebaut (4).



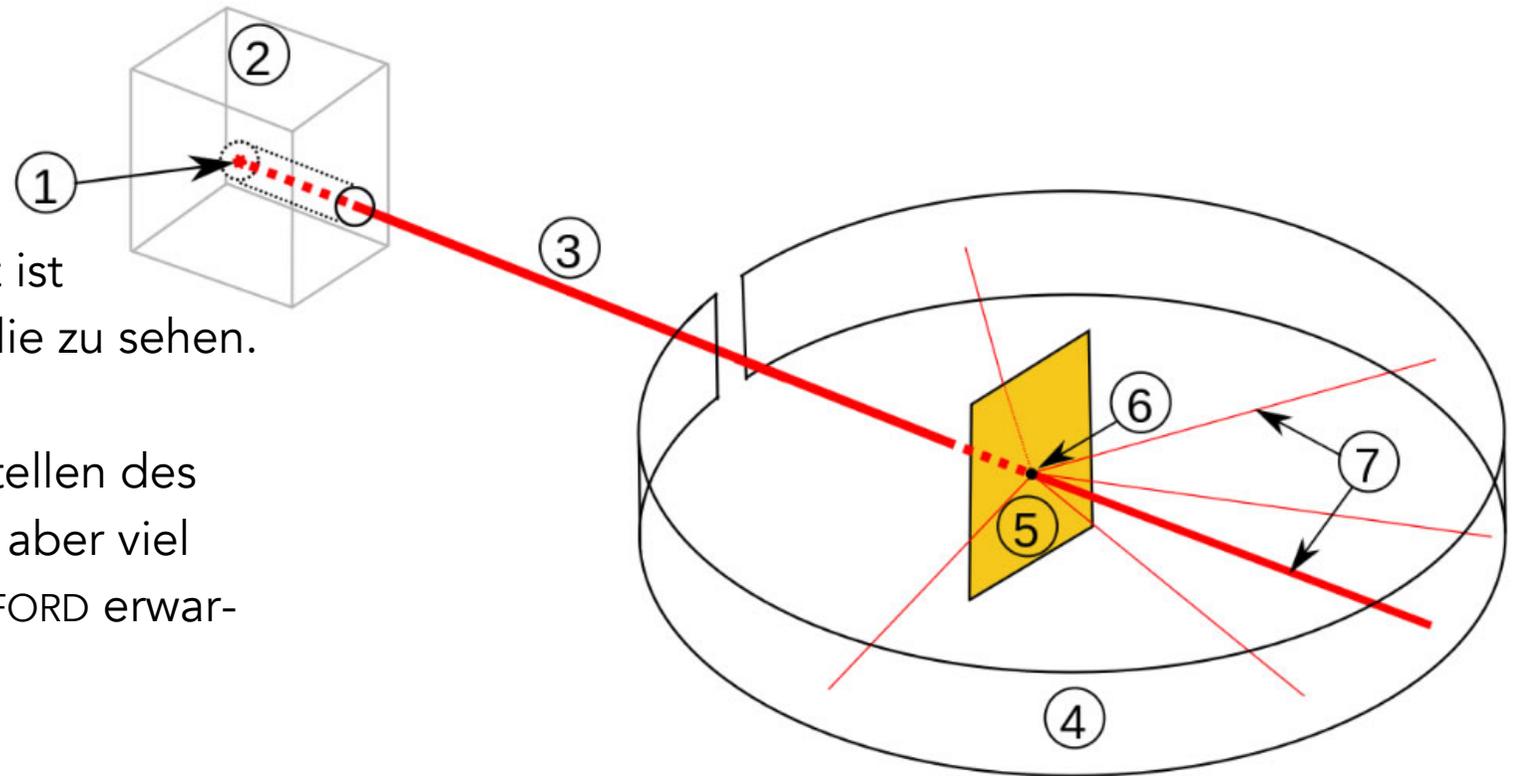
Quelle: [Wikipedia](#). Autor: [Sundance Raphael](#). Modifiziert von: [Fujnky](#).
Lizenz: [Public domain](#).

Versuch 4: Streuversuch von RUTHERFORD

Beobachtungen:

Die stärkste Fluoreszenz ist direkt hinter der Goldfolie zu sehen.

Auch an den anderen Stellen des Schirms leuchtet es auf, aber viel weniger als von RUTHERFORD erwartet.



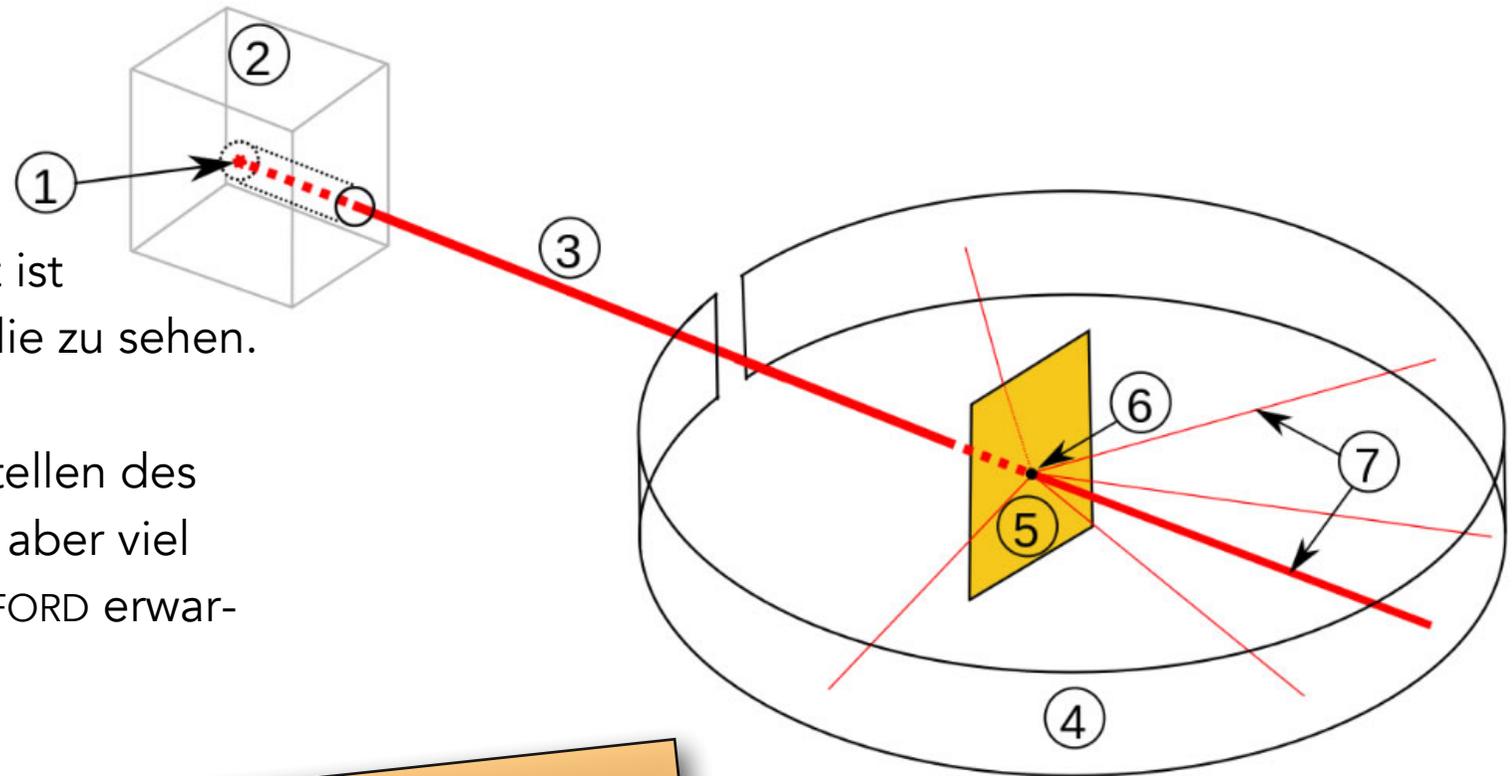
Quelle: [Wikipedia](#). Autor: [Sundance Raphael](#). Modifiziert von: [Fujnky](#).
Lizenz: [Public domain](#).

Versuch 4: Streuversuch von RUTHERFORD

Beobachtungen:

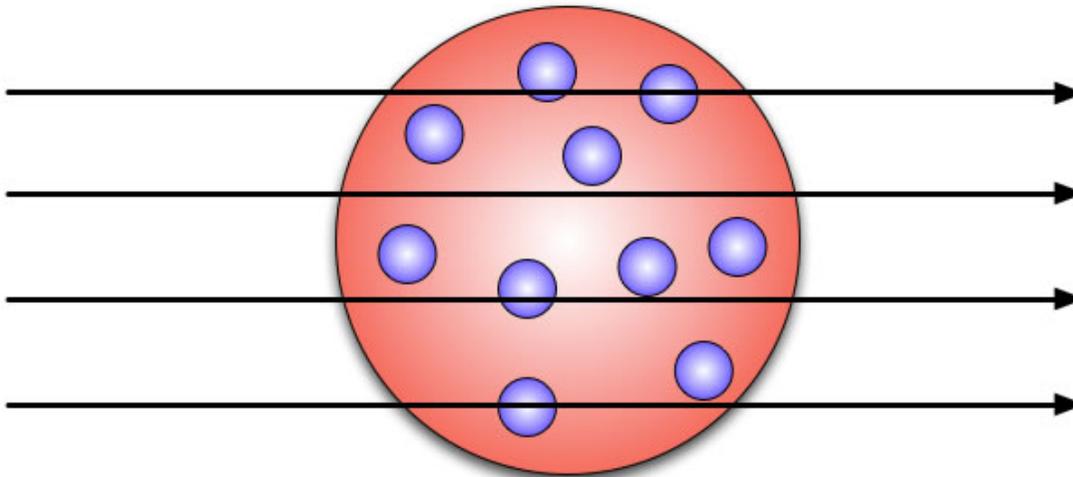
Die stärkste Fluoreszenz ist direkt hinter der Goldfolie zu sehen.

Auch an den anderen Stellen des Schirms leuchtet es auf, aber viel weniger als von RUTHERFORD erwartet.



Was hatte RUTHERFORD denn wohl erwartet?

Versuch 4: Erwartungen von RUTHERFORD

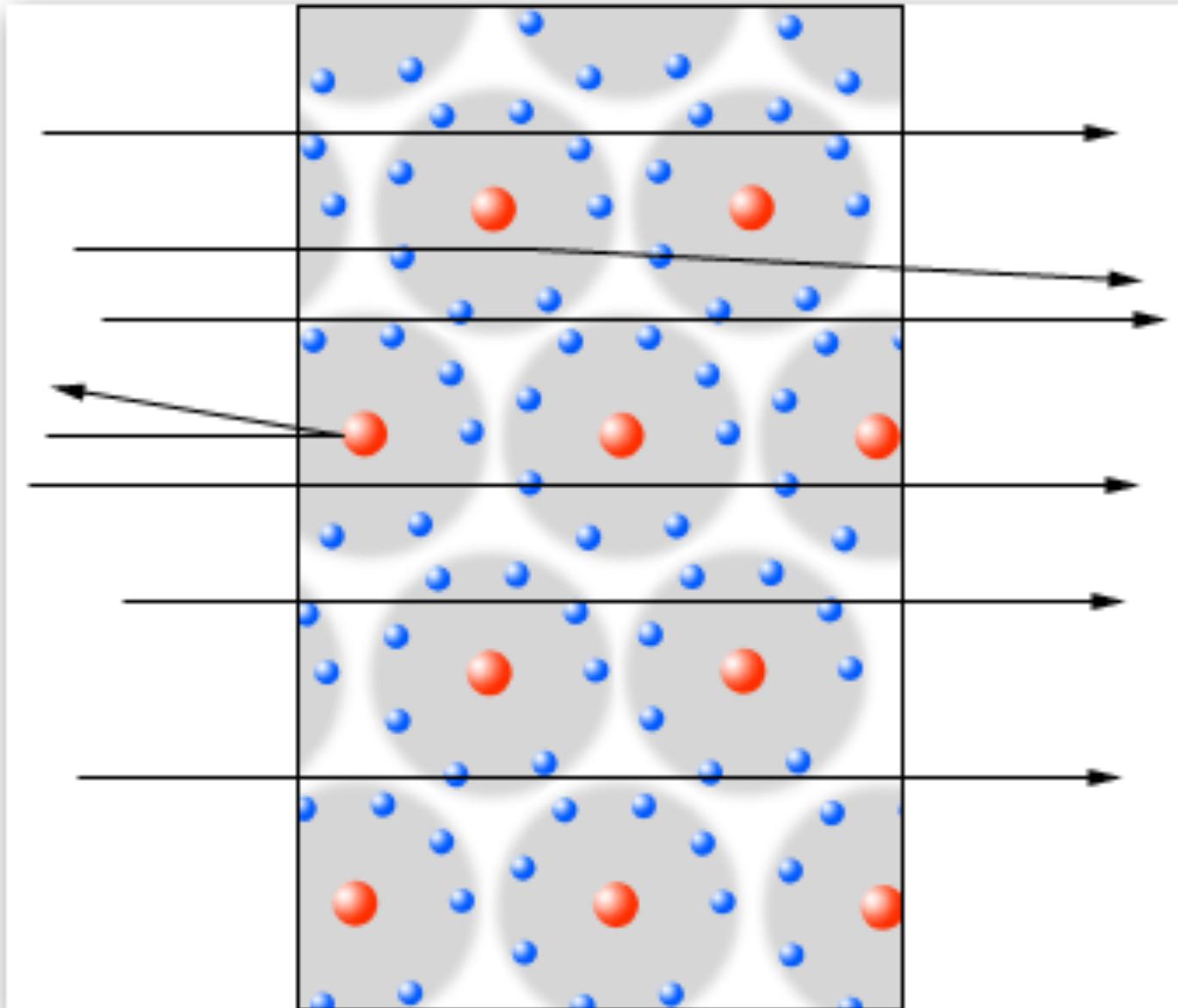


Ein Modell des Gold-Atoms nach dem Rosinenkuchen-Modell von THOMSON.

Erwartungen:

Die winzigen Teilchen der alpha-Strahlen sollten eigentlich unbehindert durch die amorphe Masse und die verstreuten wenigen Elektronen durchtreten können.

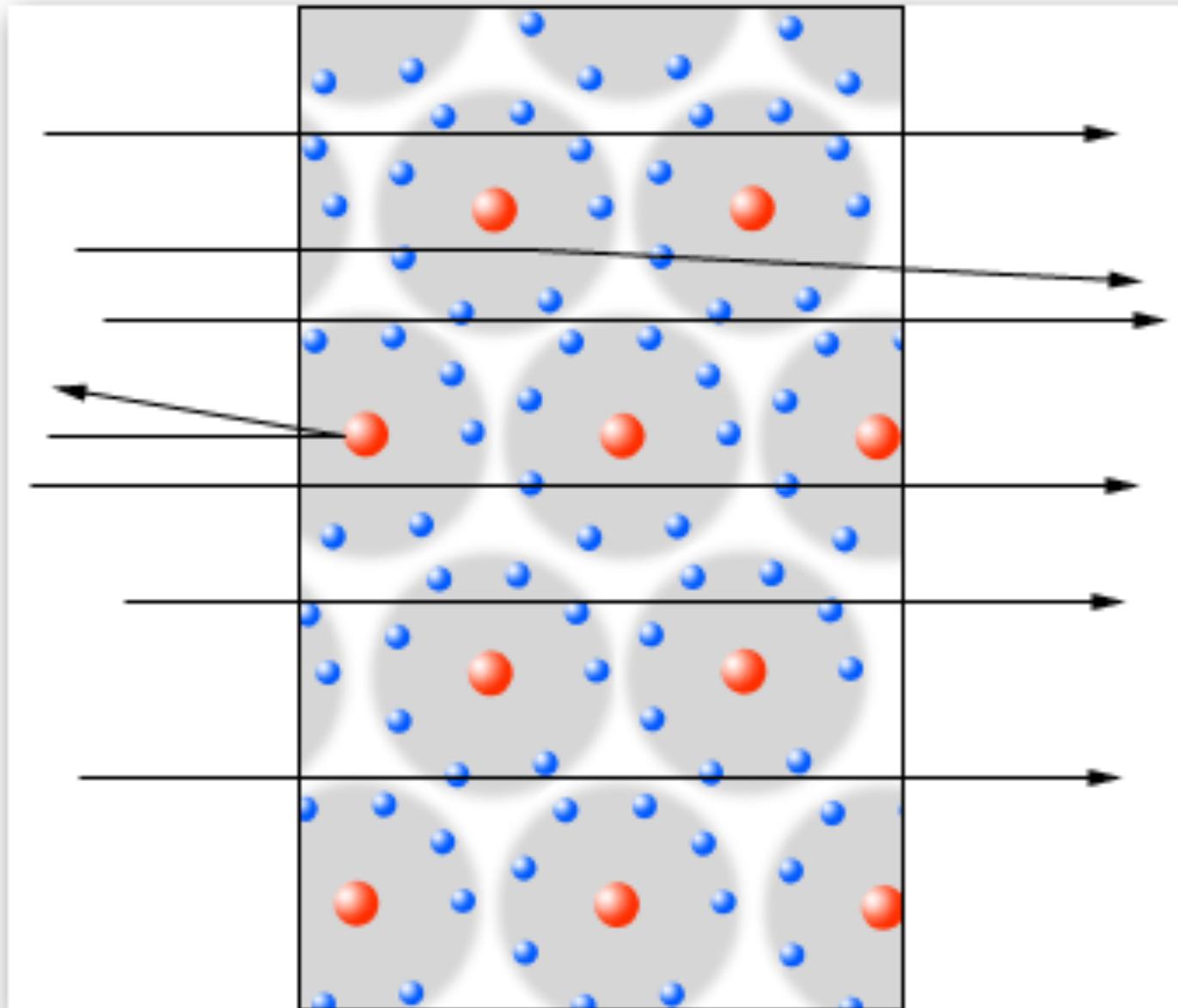
Versuch 4: Erwartungen von RUTHERFORD



Völlig unerwartet werden einige alpha-Strahlen aber reflektiert.

RUTHERFORD: "Es war fast genau so unglaublich, als ob Sie eine 15-Zoll-Granate gegen ein Stück Seidenpapier abfeuern und sie kommt zurück und trifft Sie".

Das Kern-Hülle-Modell von RUTHERFORD

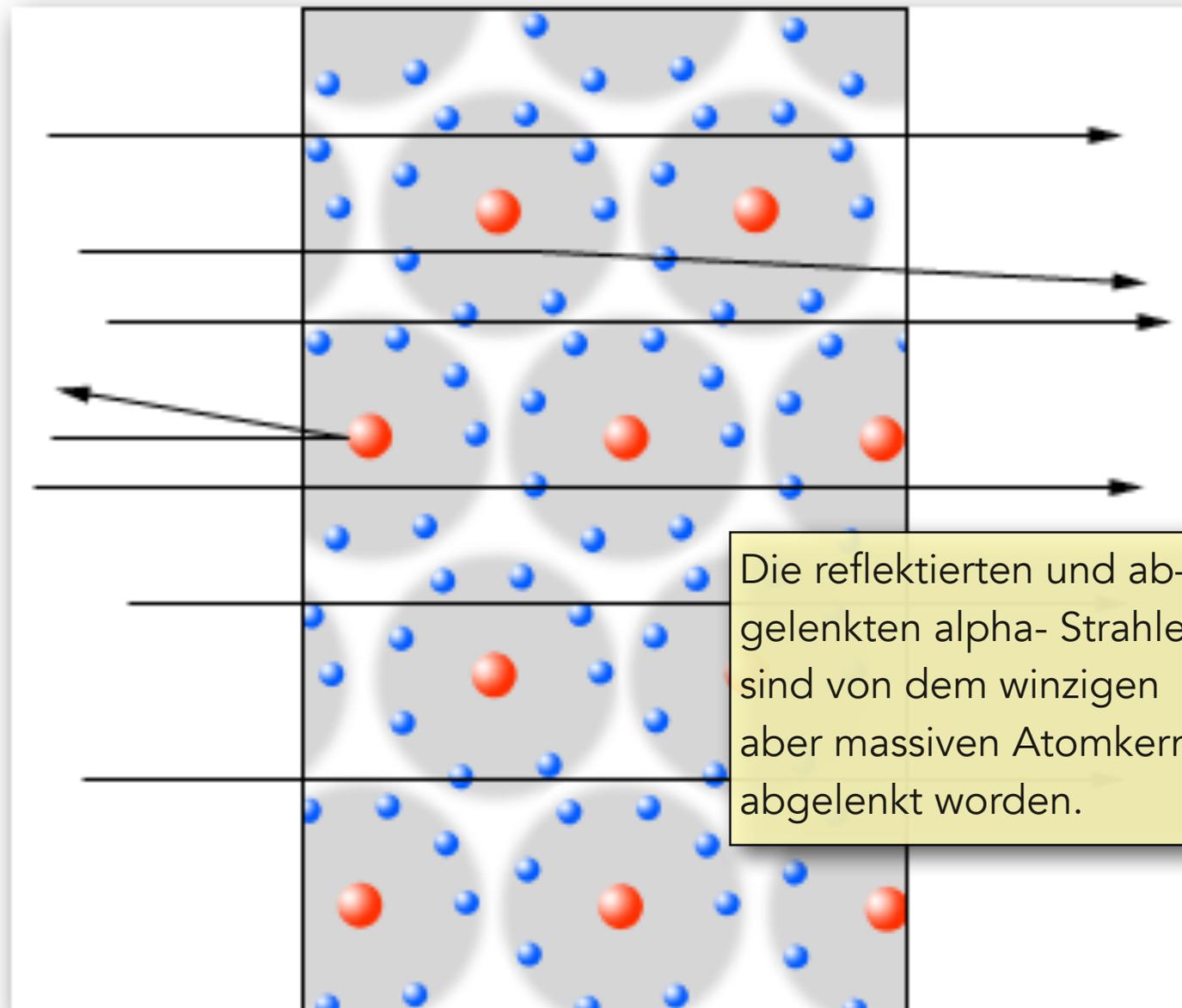


Atome bestehen aus positiven Protonen und negativen Elektronen, die in gleicher Anzahl vorhanden sind.

Die Protonen sind in einem winzigen Atomkern konzentriert.

Die Elektronen bilden eine Hülle um den Atomkern.

Das Kern-Hülle-Modell von RUTHERFORD



Die reflektierten und abgelenkten alpha-Strahlen sind von dem winzigen aber massiven Atomkern abgelenkt worden.

Atome bestehen aus positiven Protonen und negativen Elektronen, die in gleicher Anzahl vorhanden sind.

Die Protonen sind in einem winzigen Atomkern konzentriert.

Die Elektronen bilden eine Hülle um den Atomkern.

Versuch 5: Quantitative Analyse verschiedener Chloride

Durchführung:

verschiedene quantitative Analyse-Verfahren, deren Aufzählung hier zu weit führen würde.

Ergebnisse:

- Alkalimetalle wie Natrium und Kalium bilden Chloride der Art MeCl , also **NaCl**, **KCl** etc.
- Erdalkalimetalle wie Magnesium und Calcium bilden Chloride der Art MeCl_2 , also **MgCl₂**, **CaCl₂** etc.
- Metalle der dritten Gruppe des Periodensystems bilden Chloride der Art MeCl_3 , also **AlCl₃**, **GaCl₃** etc.
- Metalle der vierten Gruppe bilden Chloride der Art MeCl_4 , wie zum Beispiel **GeCl₄** oder **SnCl₄**. Der Kohlenstoff (4. Gruppe) bildet die Verbindung **CCl₄**.

Versuch 5: Quantitative Analyse verschiedener Chloride

Durchführung:

verschiedene quantitative Analyse-Verfahren, deren Aufzählung hier zu weit führen würde.

Ergebnisse:

- Alkalimetalle wie Natrium und Kalium bilden Chloride der Art MeCl , also **NaCl**, **KCl** etc.
- Erdalkalimetalle wie Magnesium bilden Chloride der Art MeCl_2 , also **MgCl₂**, **CaCl₂** etc.
- Metalle der dritten Gruppe bilden Chloride der Art MeCl_3 , also **AlCl₃**, **GaCl₃** etc.
- Metalle der vierten Gruppe bilden Chloride der Art MeCl_4 , wie zum Beispiel **GeCl₄** oder **SnCl₄**. Der Kohlenstoff (4. Gruppe) bildet die Verbindung **CCl₄**.

Welches Atommodell kann diese Befunde erklären, die unterschiedliche **Bindigkeit** der Elemente?

Versuch 5: Quantitative Analyse verschiedener Chloride

Durchführung:

verschiedene quantitative Analyse-Verfahren, deren Aufzählung hier zu weit führen würde.

Ergebnisse:

- Alkalimetalle wie Natrium und Kalium bilden Chloride der Art MeCl , also **NaCl**, **KCl** etc.
- Erdalkalimetalle wie Magnesium bilden Chloride der Art MeCl_2 , also **MgCl₂**, **CaCl₂** etc.
- Metalle der dritten Gruppe bilden Chloride der Art MeCl_3 , also **AlCl₃**, **GaCl₃** etc.
- Metalle der vierten Gruppe bilden Chloride der Art MeCl_4 , wie zum Beispiel **GeCl₄** oder **SnCl₄**. Der Kohlenstoff (4. Gruppe) bildet die Verbindung **CCl₄**.

Welches Atommodell kann diese Befunde erklären, die unterschiedlich der Elemente?

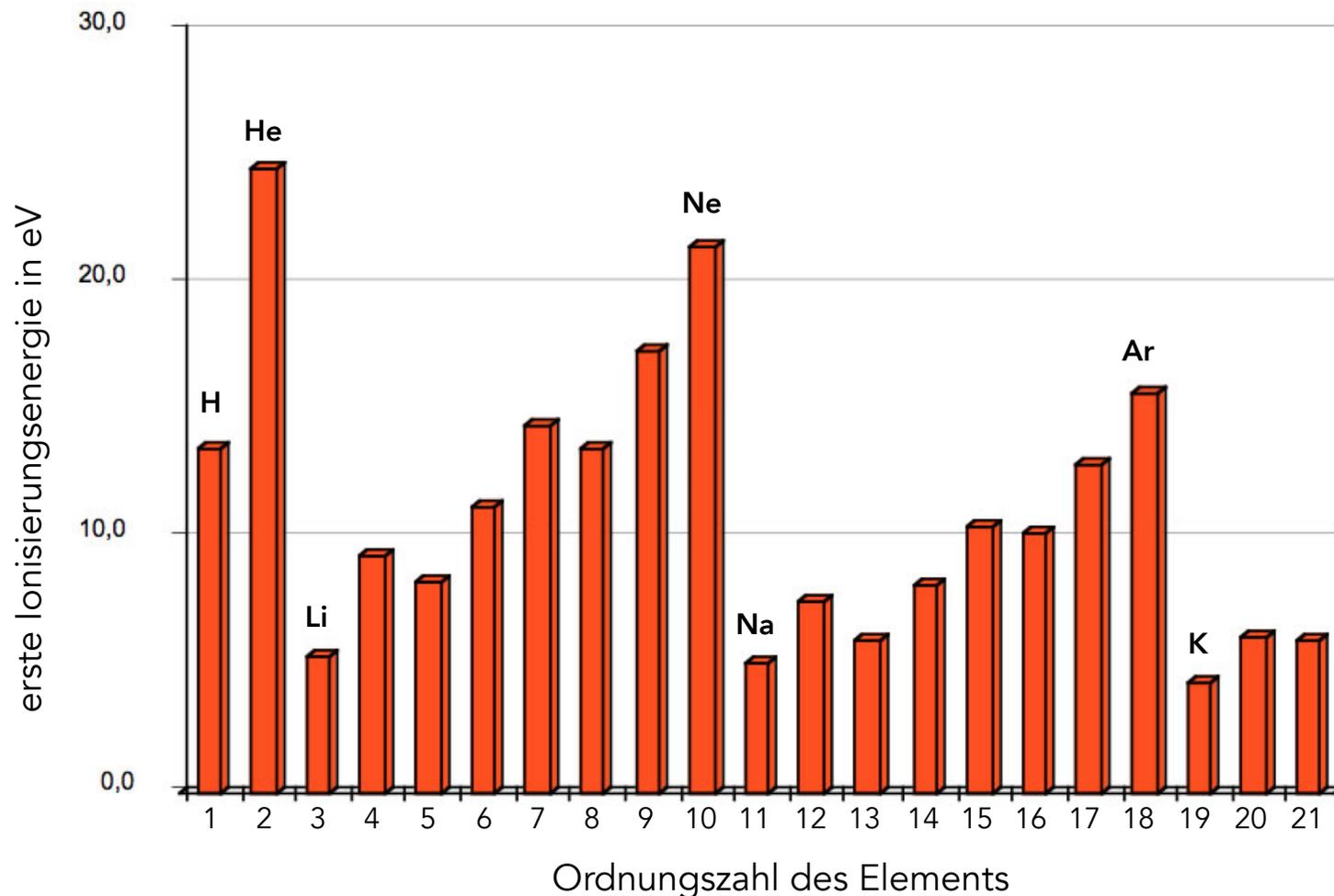
Keines der bisher genannten Atommodell kann diese Befunde erklären!

Versuch 6: Versuche zur Ionisierungsenergie der Elemente

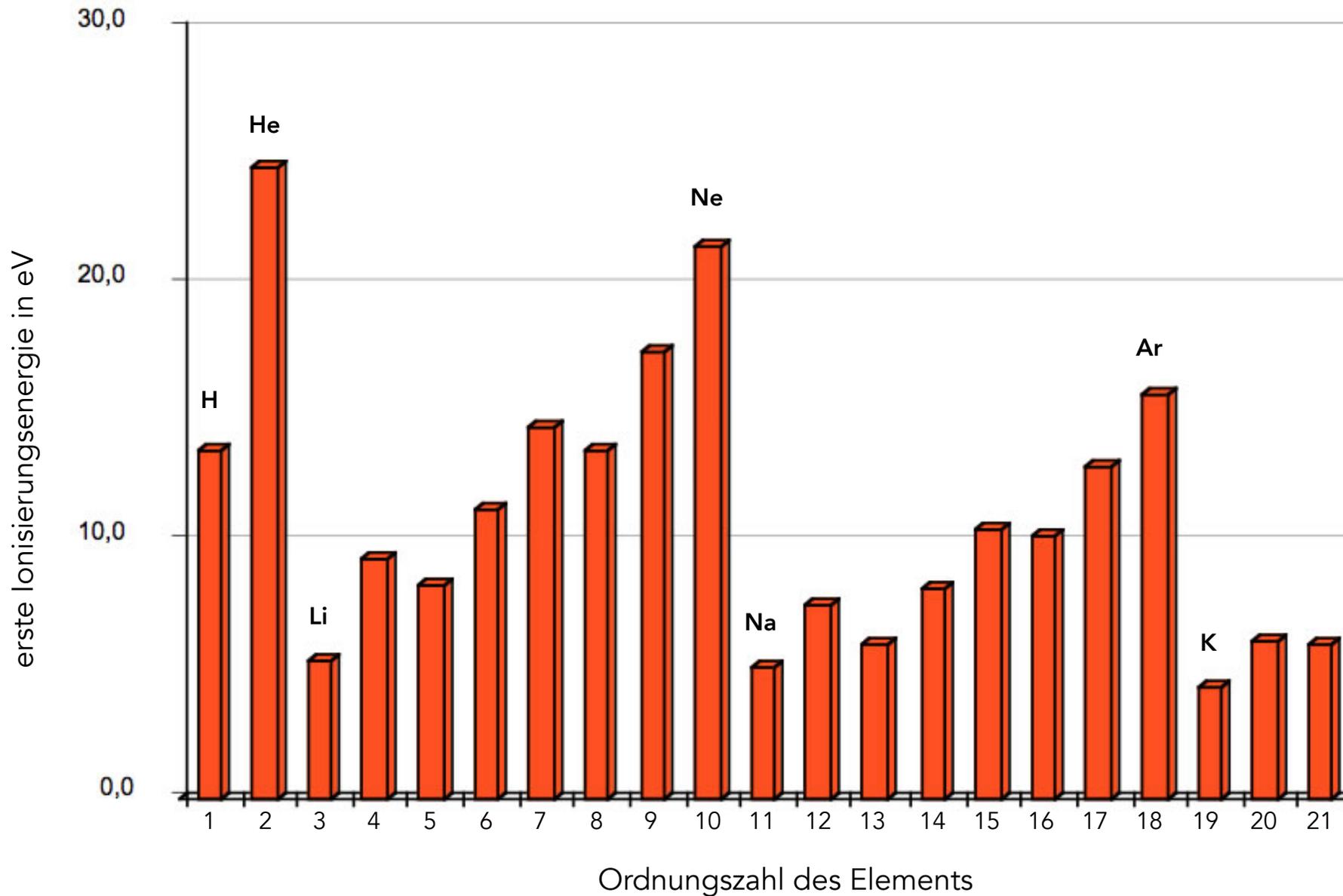
Durchführung:

Mit verschiedenen Verfahren ermittelt man, wie viel Energie benötigt wird, um ein Elektron aus der Elektronenhülle eines Atoms zu entfernen.

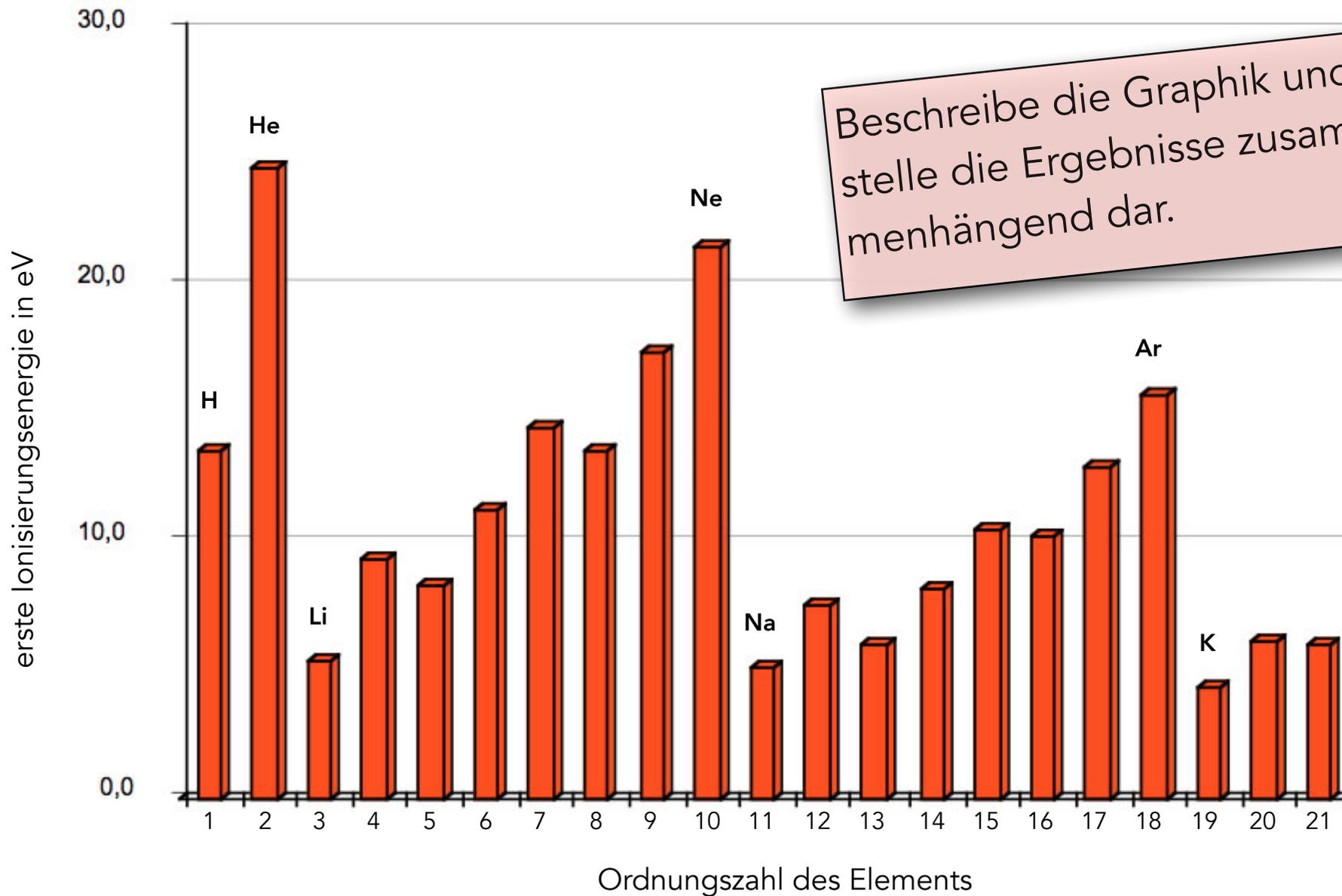
Ergebnisse:



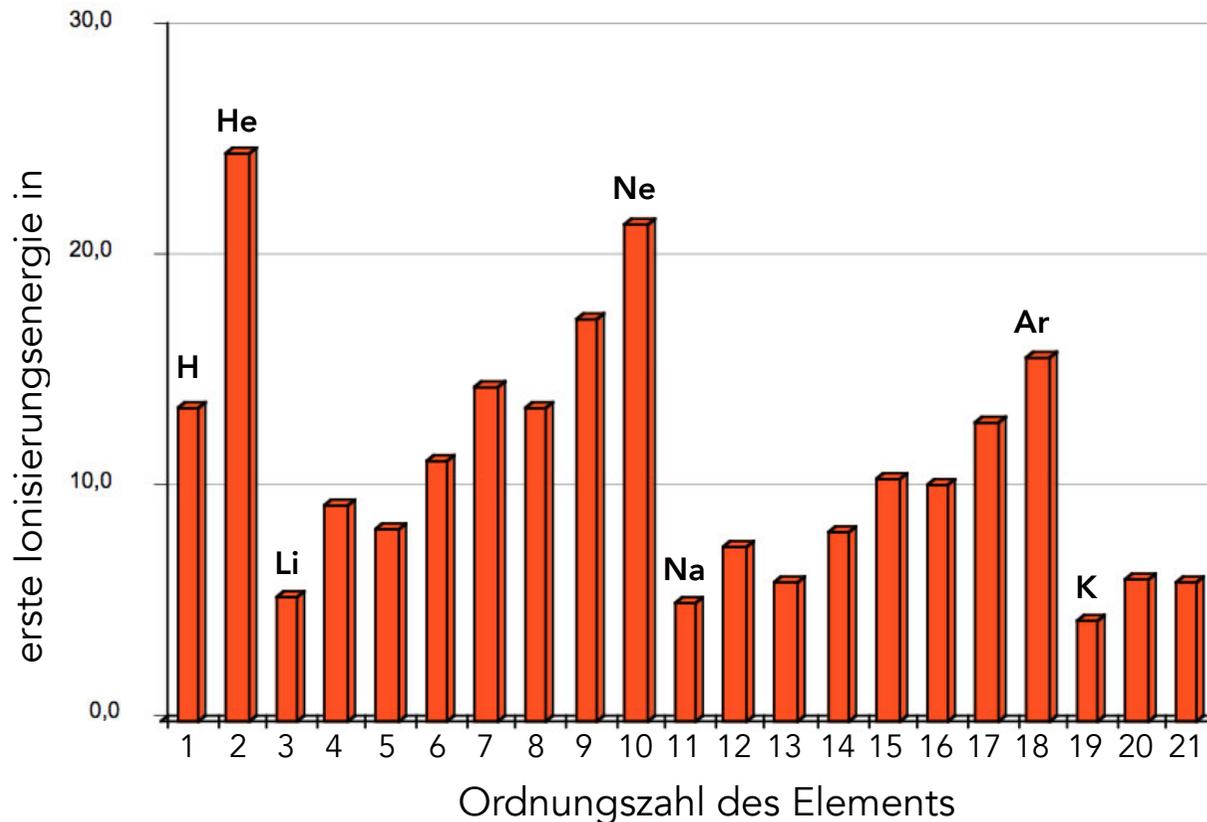
Versuch 6: Versuche zur Ionisierungsenergie der Elemente



Versuch 6: Versuche zur Ionisierungsenergie der Elemente



Versuch 6: Versuche zur Ionisierungsenergie der Elemente



Lösungsvorschlag:

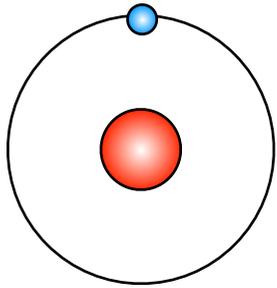
Innerhalb einer Periode des PSE steigt die Ionisierungsenergie an, zum Beispiel vom Lithium zum Neon.

Innerhalb einer Gruppe des PSE fällt die Ionisierungsenergie: Vergleiche He, Ne und Ar.

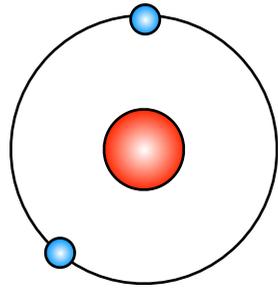
Die Edelgase haben eine besonders hohe, die Alkalimetalle eine besonders niedrige Ionisierungsenergie.

Nach jeweils 8 Elementen fällt die Ionisierungsenergie rapide ab.

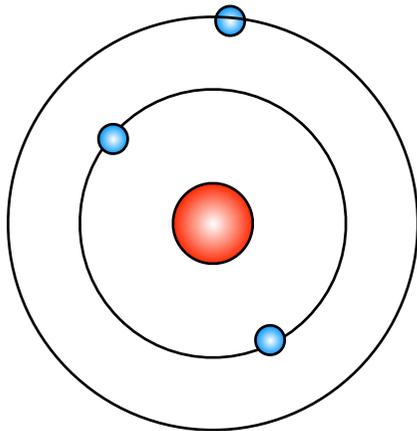
Das Schalenmodell von BOHR und anderen



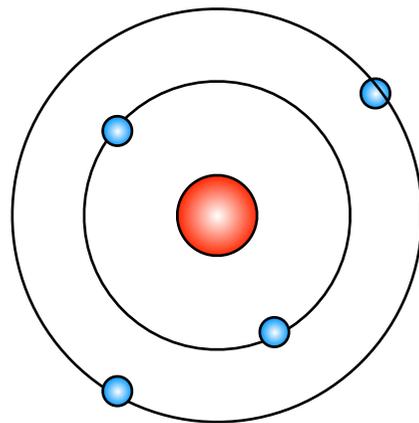
H



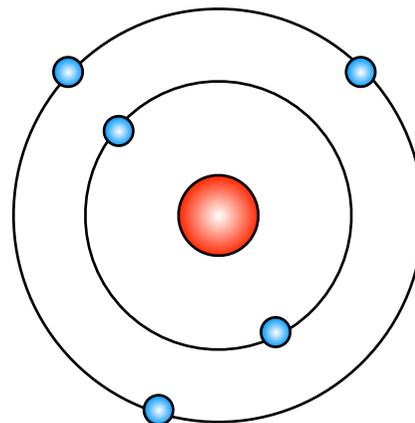
He



Li

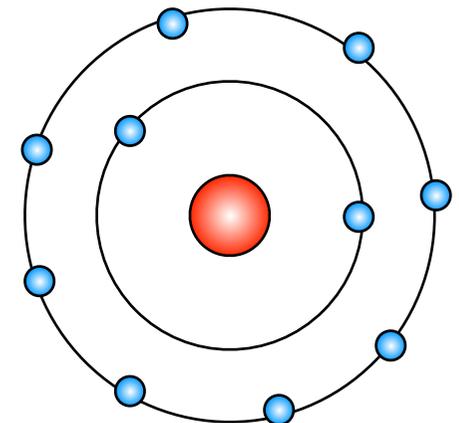


Be



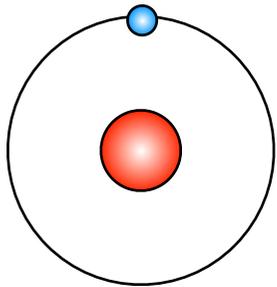
B

...

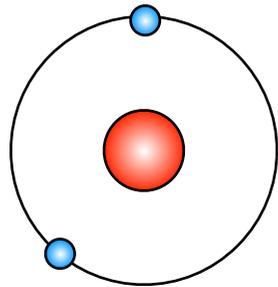


Ne

Das Schalenmodell von BOHR und anderen

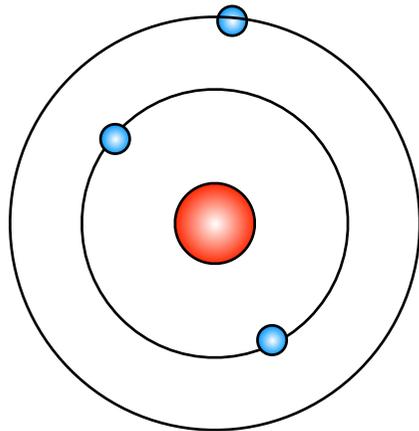


H

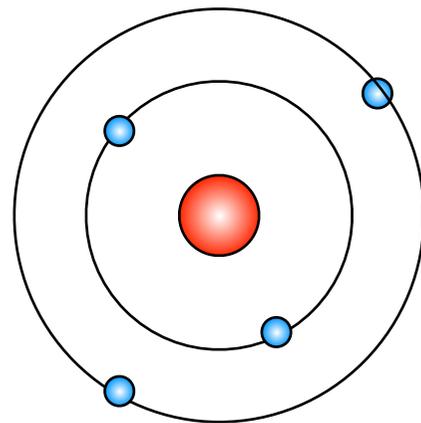


He

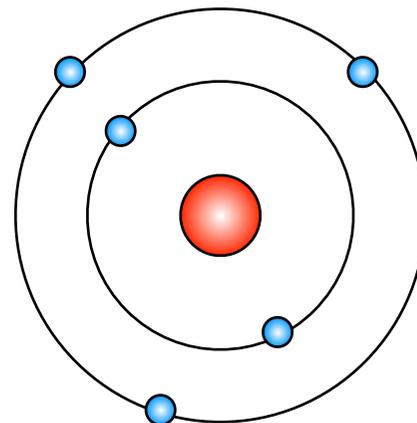
Die Aussagen des Kern-Hülle-Modells werden weitgehend übernommen. Die Elektronen bilden eine Hülle um den Atomkern. Aber die Hülle besteht aus mehreren **Schalen**. Die innere Schale kann zwei Elektronen aufnehmen, die weiter außen liegenden Schalen können jeweils acht Elektronen fassen.



Li

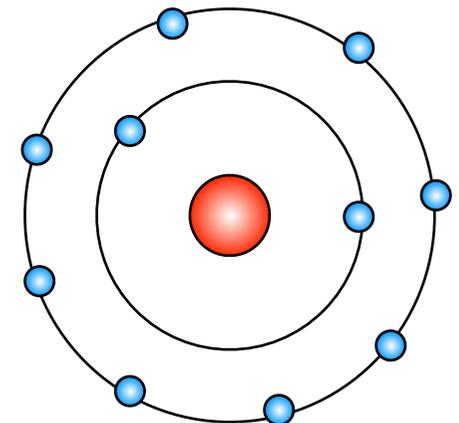


Be



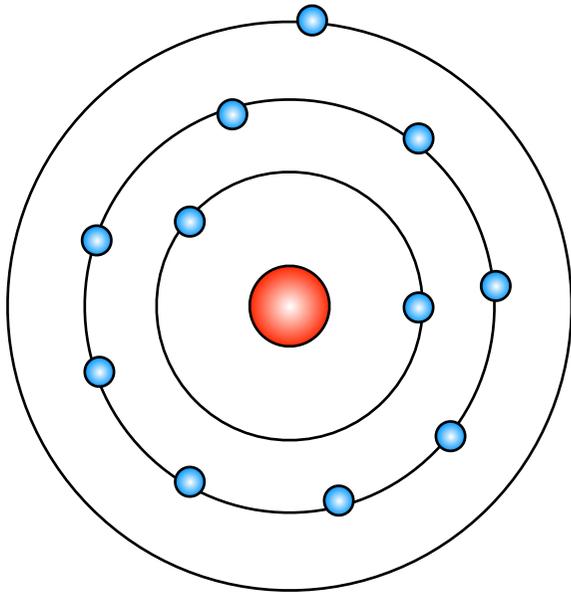
B

...



Ne

Das Schalenmodell von BOHR und anderen

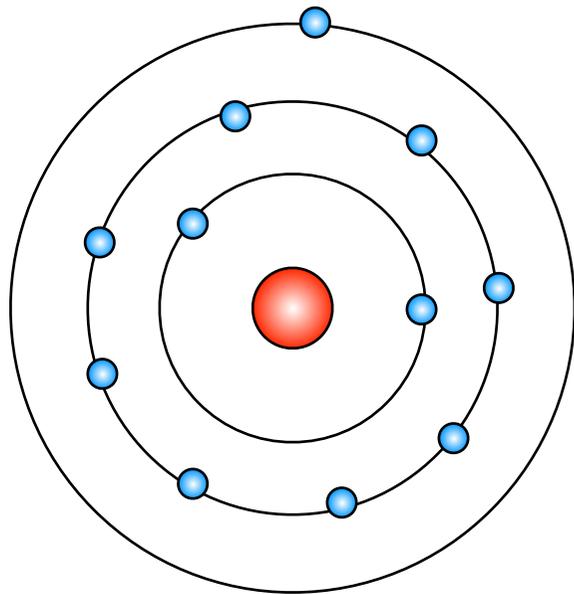


Na

Das Natrium-Atom besitzt drei Schalen. Auf der inneren Schale befinden sich zwei Elektronen, auf der mittleren acht, und auf der äußeren nur ein Elektron, das **Außenelektron**.

Begründe, wieso Natrium eine besonders niedrige Ionisierungsenergie hat.

Das Schalenmodell von BOHR und anderen



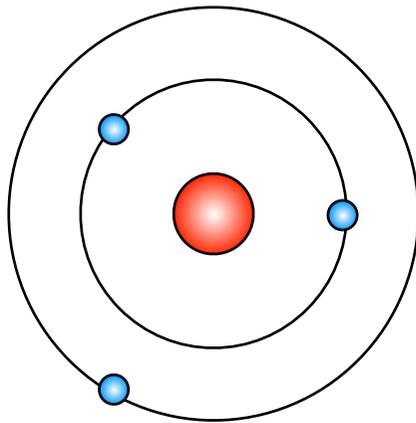
Na

Das Natrium-Atom besitzt drei Schalen. Auf der inneren Schale befinden sich zwei Elektronen, auf der mittleren acht, und auf der äußeren nur ein Elektron, das **Außenelektron**.

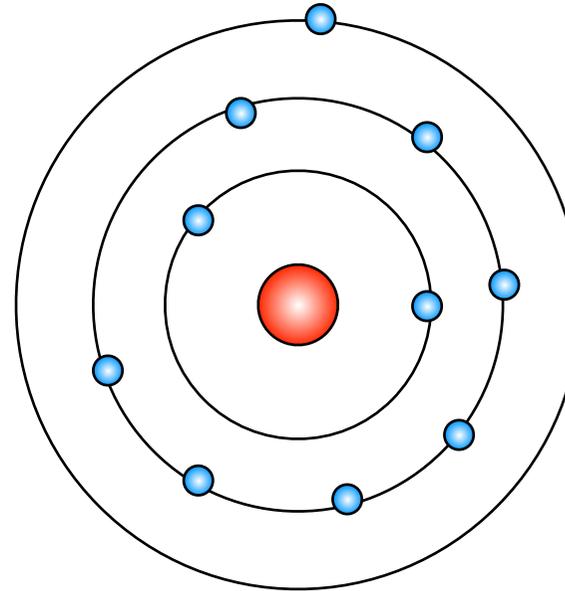
Lösungsvorschlag:

Das Außenelektron ist am weitesten vom Atomkern entfernt. Es wird daher am wenigsten stark von der positiven Ladung angezogen. Daher kann es besonders leicht aus dem Atom entfernt werden.

Das Schalenmodell von BOHR und anderen



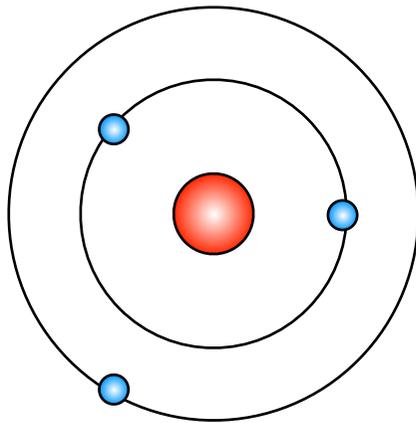
Li



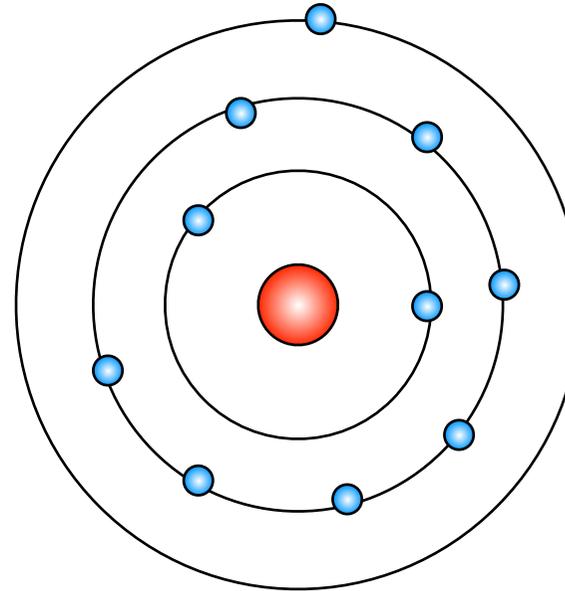
Na

Begründe, wieso Natrium eine niedrigere Ionisierungsenergie hat als Lithium.

Das Schalenmodell von BOHR und anderen



Li



Na

Lösungsvorschlag:

Das Außenelektron des Natrium-Atoms ist weiter vom Atomkern entfernt als das Außenelektron des Lithiums. Es wird daher nicht so stark vom Atomkern angezogen und kann leichter aus dem Atom entfernt werden.

Versuch 5 zum Zweiten: Analyse von Metallchloriden

Durchführung:

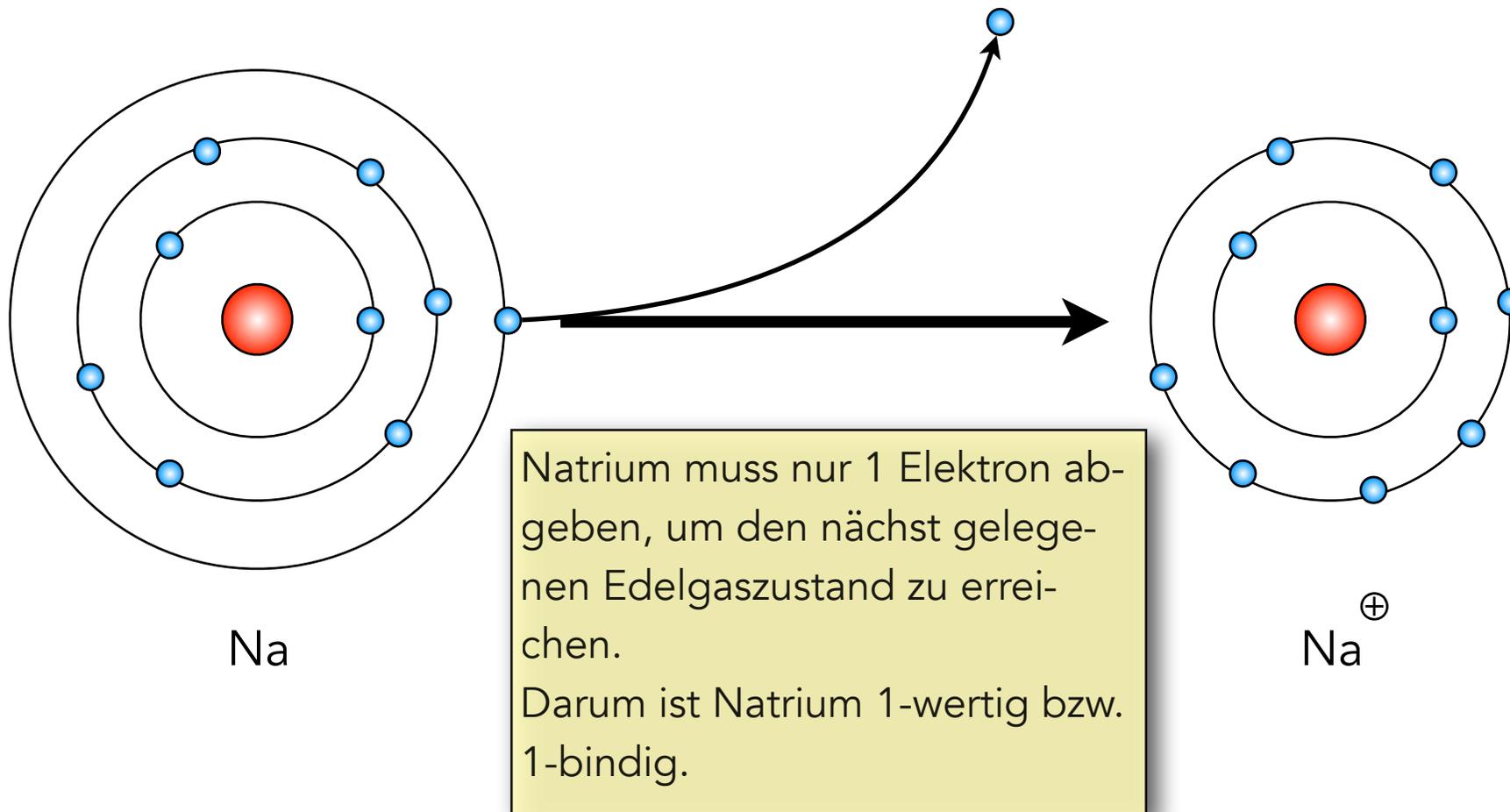
verschiedene quantitative Analyse-Verfahren, deren Aufzählung hier zu weit führen würde.

Ergebnisse:

- Alkalimetalle wie Natrium und Kalium bilden Chloride der Art MeCl , also **NaCl**, **KCl** etc.
- Erdalkalimetalle wie Magnesium und Calcium bilden Chloride der Art MeCl_2 , also **MgCl₂**, **CaCl₂** etc.
- Metalle der dritten Gruppe des Periodensystems bilden Chloride der Art MeCl_3 , also **AlCl₃**, **GaCl₃** etc.
- Metalle der vierten Gruppe bilden Chloride der Art MeCl_4 , wie zum Beispiel **GeCl₄** oder **SnCl₄**. Der Kohlenstoff (4. Gruppe) bildet die Verbindung **CCl₄**.

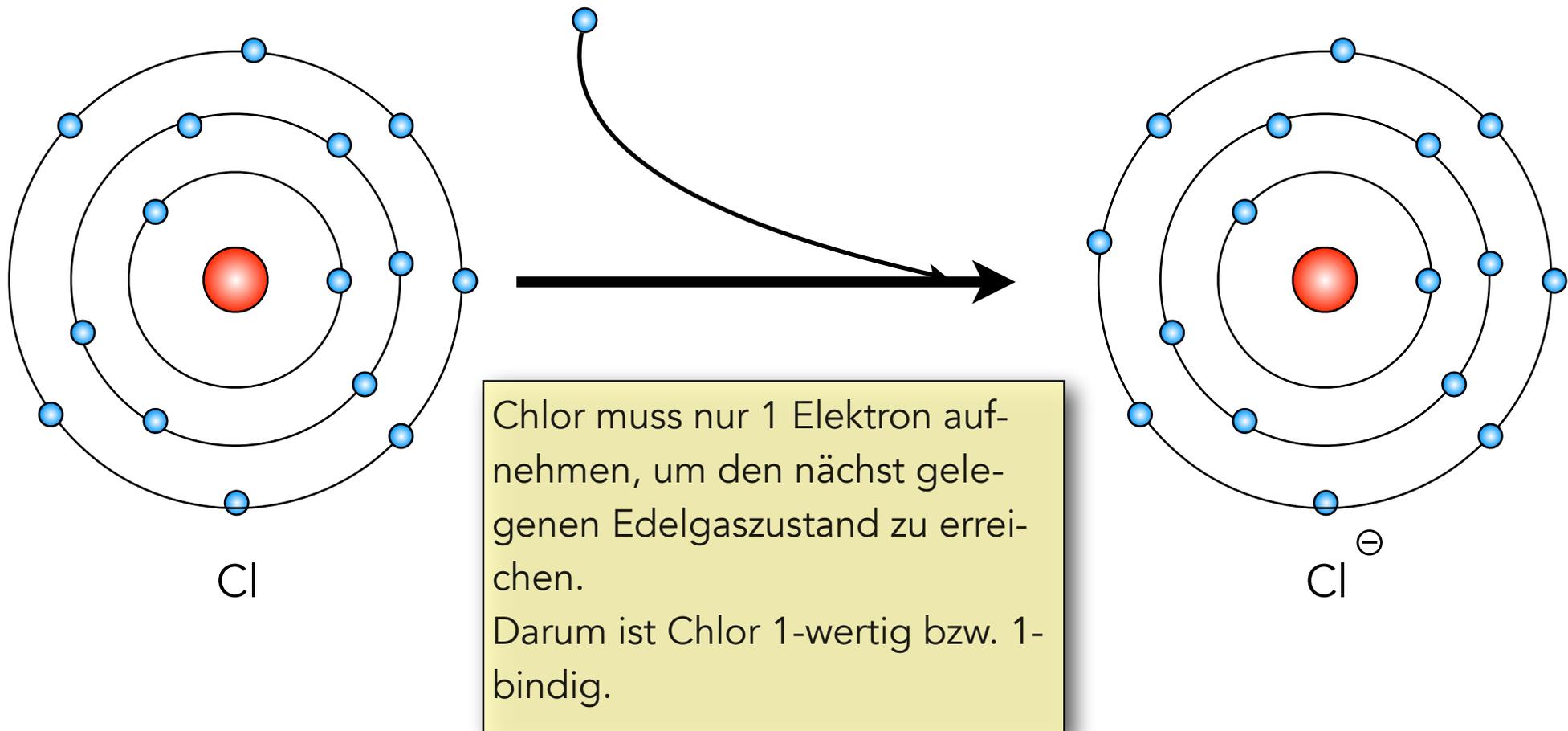
Versuch 5 zum Zweiten: Analyse von Metallchloriden

Erklärung:



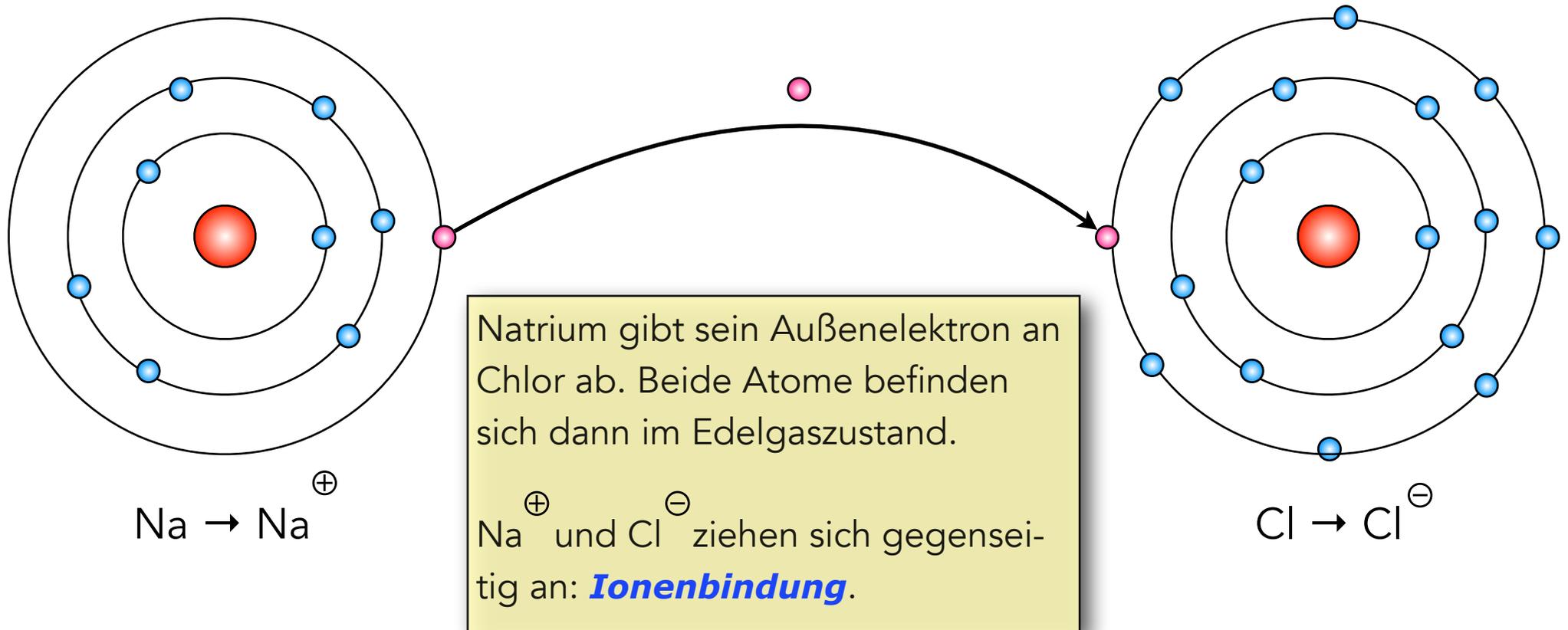
Versuch 5 zum Zweiten: Analyse von Metallchloriden

Erklärung:



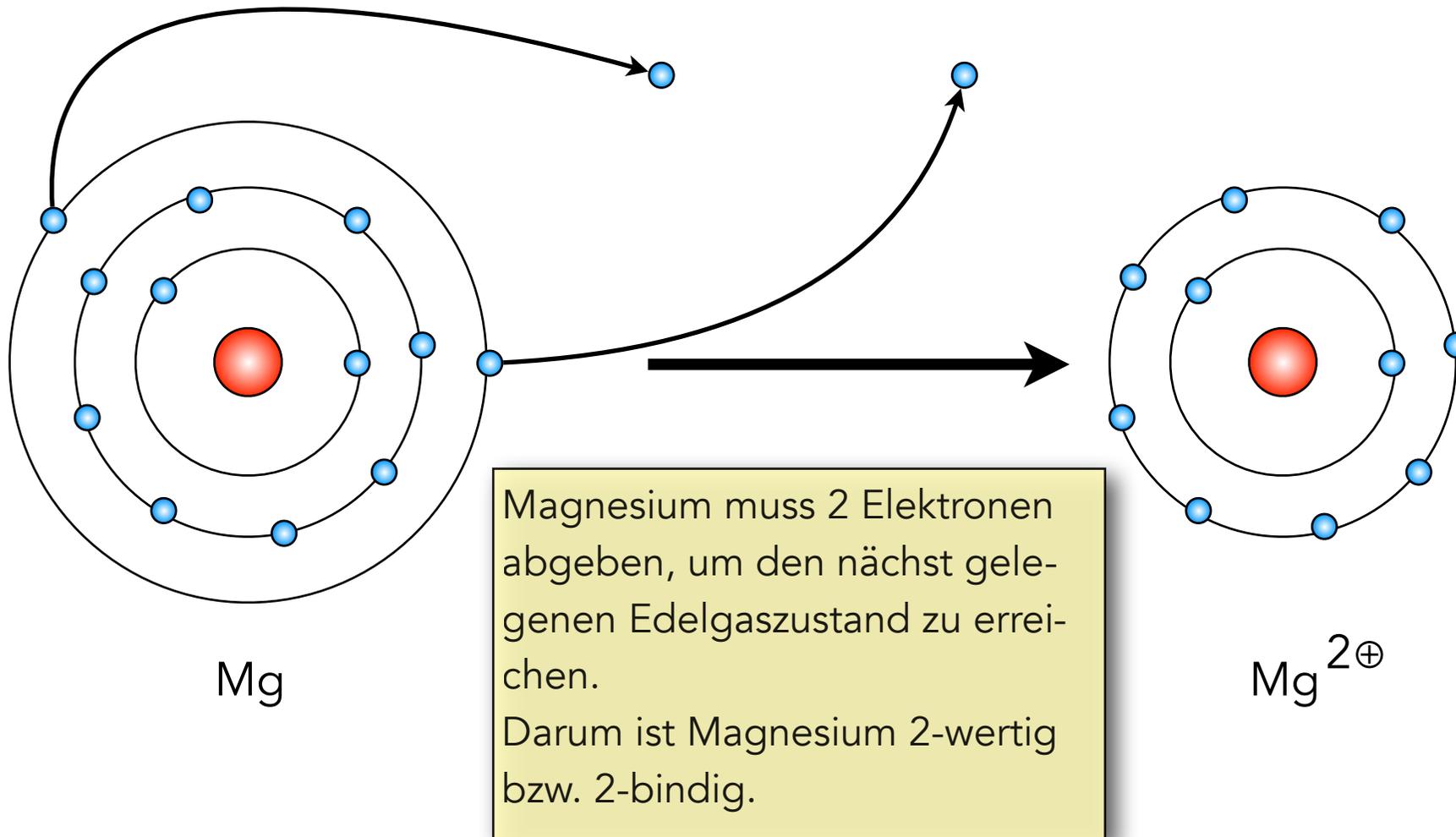
Versuch 5 zum Zweiten: Analyse von Metallchloriden

Erklärung:



Versuch 5 zum Zweiten: Analyse von Metallchloriden

Erklärung:

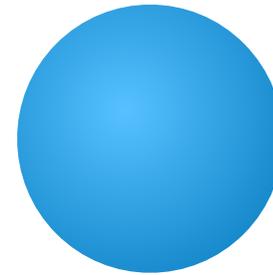


Zusammenfassung: Atommodelle

Kugelteilchenmodell von DALTON

Das Modell kann einige chemische und physikalische Phänomene gut erklären.

- Volumenreduktion beim Mischen von Wasser und Ethanol.
- Teilchenumsetzung bei chemischen Reaktionen.
- Gesetz von der Erhaltung der Masse.
- Änderung der Aggregatzustände.
- Und mehr...



Es kann aber viele Phänomene nicht erklären:

- Elektrolysen, Existenz von Ionen, Redoxreaktionen, Säure-Base-Reaktionen etc.
- Chemische Wertigkeit bzw. Bindigkeit.
- Unterschiedliche Ionisierungsenergien.
- Und mehr...

Zusammenfassung: Atommodelle

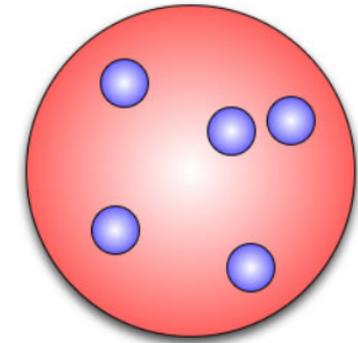
Rosinenkuchenmodell von THOMSON

Das Modell kann einige chemische und physikalische Phänomene gut erklären.

- Alle Phänomene, die auch das DALTON-Modell erklären kann.
- Elektrolysen, Existenz von Ionen, Redoxreaktionen, Säure-Base-Reaktionen etc.

Es kann aber viele Phänomene nicht erklären:

- Chemische Wertigkeit bzw. Bindigkeit
- Unterschiedliche Ionisierungsenergien
- Raumstruktur von Molekülen
- Und mehr...



Zusammenfassung: Atommodelle

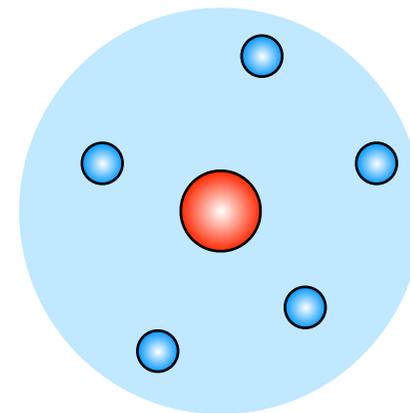
Kern-Hülle-Modell von RUTHERFORD

Das Modell kann einige chemische und physikalische Phänomene gut erklären.

- Alle Phänomene, die auch das THOMSON-Modell erklären kann.
- Existenz des Atomkerns und einer Elektronenhülle.

Es kann aber viele Phänomene nicht erklären:

- Chemische Wertigkeit bzw. Bindigkeit
- Unterschiedliche Ionisierungsenergien
- Raumstruktur von Molekülen
- Und mehr...



Zusammenfassung: Atommodelle

Schalenmodell von BOHR

Das Modell kann einige chemische und physikalische Phänomene gut erklären.

- Alle Phänomene, die auch das RUTHERFORD-Modell erklären kann.
- Chemische Wertigkeit bzw. Bindigkeit.
- Unterschiedliche Ionisierungsenergien

Es kann aber viele Phänomene nicht erklären:

- Raumstruktur von Molekülen
- Farbwechsel organischer Verbindungen bei pH-Änderungen
- Und mehr...

