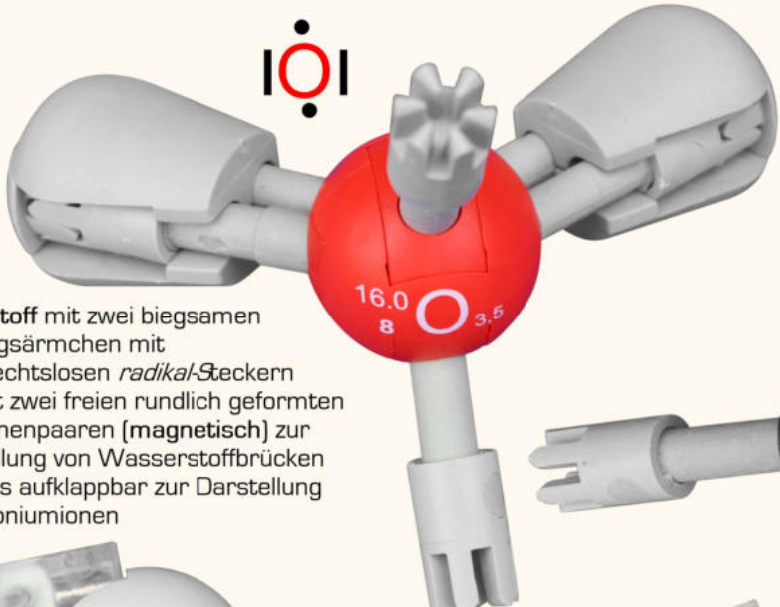
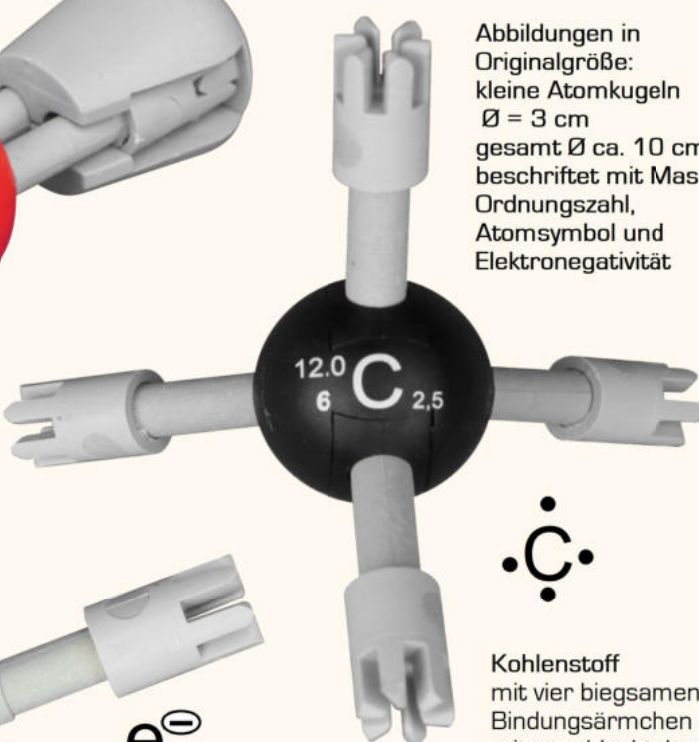


Valenzelektronen-Molekülbaukästen

Basic Set *MAGNETIC*



Sauerstoff mit zwei biegsamen Bindungsärmchen mit geschlechtslosen *radikal*-Steckern und mit zwei freien rundlich geformten Elektronenpaaren (*magnetisch*) zur Darstellung von Wasserstoffbrücken und teils aufklappbar zur Darstellung von Oxoniumionen



Kohlenstoff mit vier biegsamen Bindungsärmchen mit geschlechtslosen *radikal*-Steckern



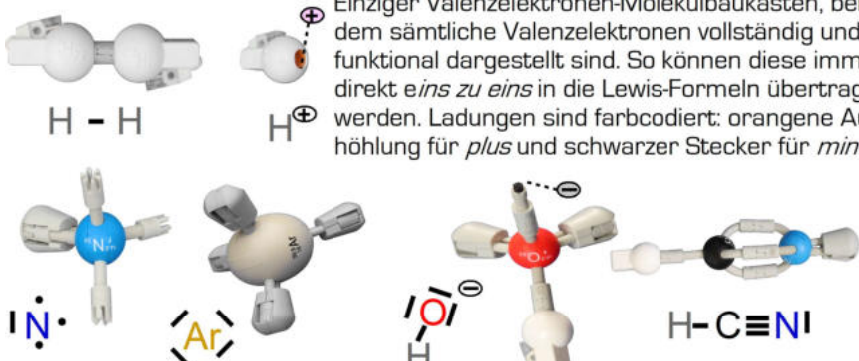
Wasserstoff mit herausnehmbarem Einzelelektron zur Bildung von H^+ und e^- ; ausklappbarer **Magnet** zur Darstellung von Wasserstoffbrücken



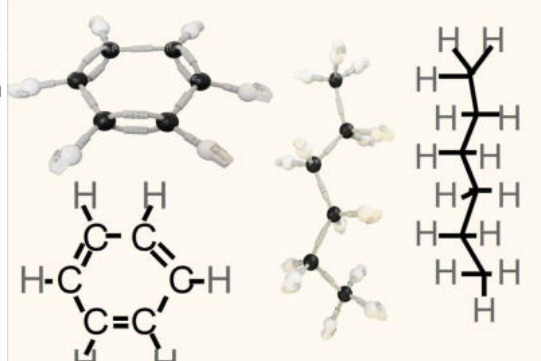
Einzelelektron mit geschlechtslosem *radikal*-Stecker und schwarzem *minus*-Stecker

Abbildungen in Originalgröße: kleine Atomkugeln $\varnothing = 3\text{ cm}$ gesamt $\varnothing$ ca. 10 cm beschriftet mit Masse, Ordnungszahl, Atomsymbol und Elektronegativität

Grundlagenunterricht: Elektronenstrichschreibweise (nach Lewis)



Einzigster Valenzelektronen-Molekülbaukasten, bei dem sämtliche Valenzelektronen vollständig und funktional dargestellt sind. So können diese immer direkt *eins zu eins* in die Lewis-Formeln übertragen werden. Ladungen sind farbcodiert: orangene Ausbuchtung für *plus* und schwarzer Stecker für *minus*.



Grundlagenunterricht: Verbrennungsreaktionen (Gleichungen)



$$:\text{C}: + \text{<O=O>} \rightarrow :\text{O}: + :\text{C}: + :\text{O}: \rightarrow \text{<O=C=O>}$$

Durch spielerisches Ausprobieren können chemische Reaktionen erarbeitet werden, indem einfach der Stecklogik der Modelle gefolgt wird. Zudem können die Elektronenstrichformeln der Gleichungen einfach und direkt von den Toytomics Modellen übertragen werden.

Valenzelektronen-Molekülbaukästen

Basic Set *MAGNETIC*



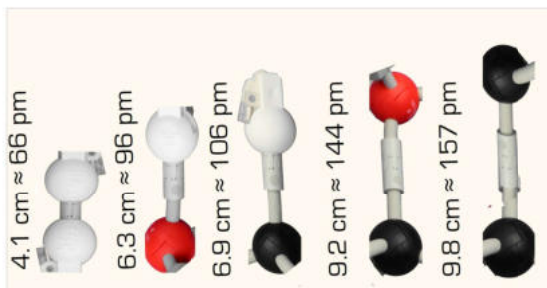
12 Vorteile gegenüber allen anderen Molekülbaukästen

- Funktionale Darstellung aller einzelnen Elektronen
- Anschauliche Darstellung aller Bindungen, Kräfte und Ladungen
- Elektronenpaarbindungen werden mit einem innovativen geschlechtslosen Stecksystem gebildet, jedes Elektron paart sich mit einem anderen Elektron
- Elektrostatische Kräfte (Wasserstoffbrücken, Ionenbindungen oder Hydratisierungen) werden als magnetische Kräfte erfahrbare
- Freie Elektronenpaare werden mit allen funktionalen Eigenschaften repräsentiert
- Alle Atome und Moleküle sind exakt maßstabsgetreu

- Elektronenstrichformeln (nach Lewis) können immer direkt von den Molekülen, Ionen oder Atomen abgezeichnet werden
- Sämtliche chemische Reaktionen lassen sich schrittweise durchspielen. Reaktionsmechanismen können dadurch nachvollzogen werden
- H^+ -Ionen können bei Säure/Base-Reaktionen übertragen werden
- Bei Red/Ox-Reaktionen können einzelne Elektronen übertragen werden
- Ladungen, erkenntlich durch Farbcodierung und Form: orangene Aushöhlung für *plus*, schwarzer Stift für *minus*
- Kästen können individuell zusammengestellt werden

Maßstabsgetreueigkeit, Maßstab: 1 cm = 16 pm

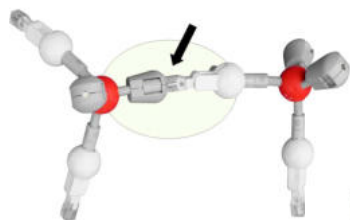
Alle Bindungslängen sind maßstabsgetreu. Die anteiligen Bindungslängen eines Modellatoms jeden Typs sind so gewählt, dass diese den Bindungslängen der realen Atome im Maßstab 1 cm = 16 pm entspricht. Auch die größeren Atome der höheren Schalen haben maßstabsgetreue Bindungsabstände, siehe S. 4ff.



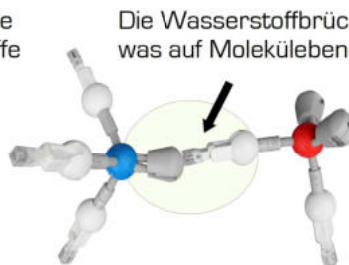
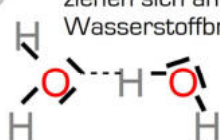
Doppel- und Dreifachbindungen verkürzen sich maßstabsgetreu durch die Biegungskrümmung.



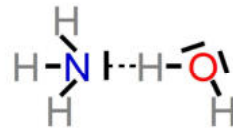
Wasserstoffbrücken (magnetisch): Wasser und Ammoniak



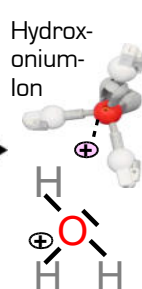
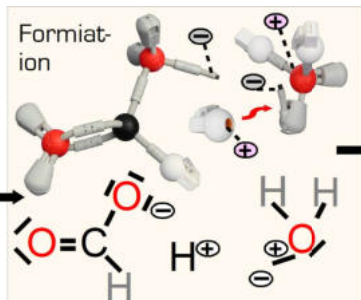
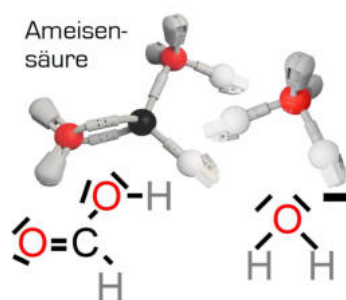
Magnete der freien Elektronenpaare und Klappmagnete der Wasserstoffe ziehen sich an und stellen so Wasserstoffbrücken dar.



Die Wasserstoffbrücken sind 11,5 cm lang, was auf Molekülebene 184 pm entspricht.



Säure/Base: Ameisensäure in Wasser



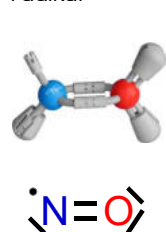
Im ersten Schritt wird das H^+ von dem Elektron heruntergezogen. Das Elektron verbleibt am Formiat-Ion. Die *minus*-Ladung ist am schwarzen Stift zu erkennen. Das H^+ -Ion zeigt seine *plus*-Ladung durch die orangene Aushöhlung. Das H^+ wird dann an jenes Elektron gesteckt, welches sich aus dem freien Elektronenpaar des H_2O ausgeklappt hat. Das nun gebildete Hydroxonium-Ion zeigt eine orangene Aushöhlung (*plus*-Ladung) in der roten Kugel des Sauerstoffs.

Besondere Moleküle: Radikale, mesomere Grenzformen

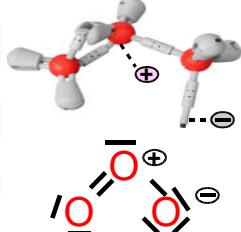
Hydroxylradikal



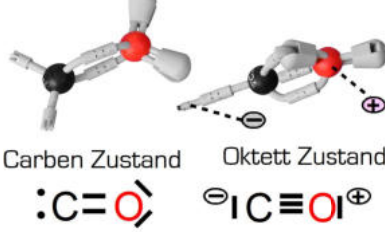
Nitroxylradikal



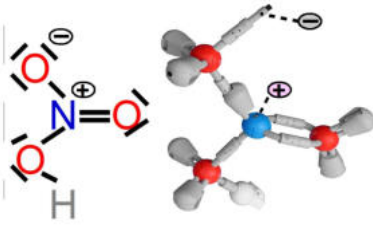
Ozon



Kohlenstoffmonoxid Mesomerie



Salpetersäure mit Elektronen Oktett

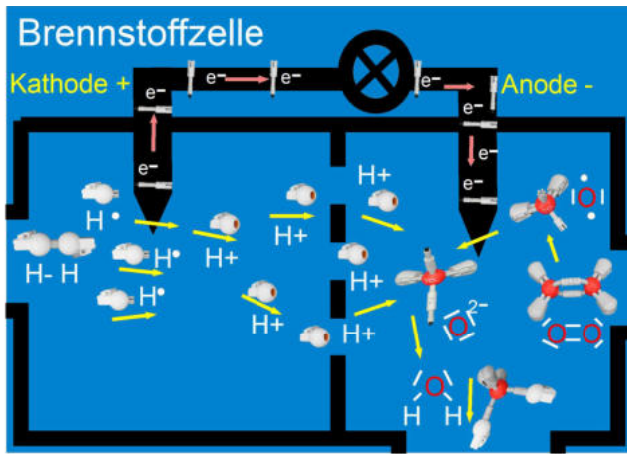


Valenzelektronen-Molekülbaukästen

Basic Set *MAGNETIC*



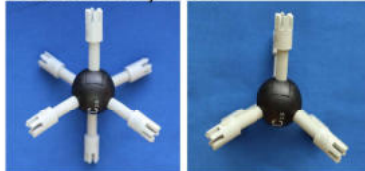
Brennstoffzelle, H₂-Elektrolyse, Knallgasreaktion



Mit der Darstellung von abnehmbaren Elektronen ist es möglich, jeden einzelnen Schritt von elektrochemischen Reaktionen (hier bei der Brennstoffzelle gezeigt) genau durchzuspielen. Die Abgabe von Elektronen des Wasserstoffs an der Elektrode und das Diffundieren der H⁺-Ionen durch die Membran kann im Detail nachvollzogen werden. Die einzelnen Elektronen wandern von der linken Elektrode über den Leiter zur anderen Elektrode. In der Kammer rechts kann man durchexerzieren, wie der Sauerstoff gespalten wird und die Elektronen von der Anode aufnimmt. Die entstandenen Oxid-Ionen können dann mit den H⁺-Ionen zu Wassermolekülen zusammengesteckt werden. Jetzt ist es für die Schüler möglich, die einzelnen Teilgleichungen der Red/Ox-Reaktion am Modell zu begreifen und direkt in die Elektronenstrich-Schreibweise zu übertragen. *Im Kontrast dazu könnte auch der eher radikalische Verlauf der Knallgasreaktion am Modell nachvollzogen werden.*

Winkelgenauigkeit (60° Winkel)

Newman Projektion



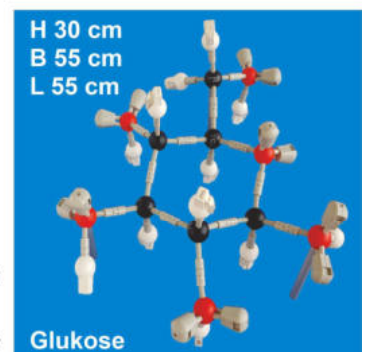
gestaffelt

verdeckt

Durch die sechs Zähne des *radikal*Steckers sind exakte 60° Winkel vorgegeben. Daraus folgt, dass drei verdeckte und drei gestaffelte Bindungs-Steckungen möglich sind. So ergeben sich in der Newman Projektion exakte 60° Winkel. Nun können genaue sterische Anordnungen, wie z.B. die Sesselkonfiguration oder die Wannenkonfiguration, in Kohlenstoffsechsringen oder anderen zyklischen Molekülen (s.u. Glukose) dargestellt werden. So können exakt planare Bindungsverhältnisse in Doppelbindungen oder Benzolsystemen (o.ä.) gezeigt werden. Dreifachbindungen ergeben genaue lineare Bindungsverhältnisse.

Glukosemolekül (präzise, multifunktional)

Das Toytomics Glukose Molekül stellt mit hoher Genauigkeit alle Winkel und Bindungsabstände dreidimensional und maßstabsgetreu dar. Mit den Aufstellstäben fixiert, kann die genaue Sessel-Struktur des Zuckerrings mit allen Details gezeigt werden. Da auch die freien Elektronenpaare der Sauerstoffatome mit ihrer Ausdehnung repräsentiert sind, kann nun die sterische Sesselkonfiguration durch den Platzbedarf und Abstoßung der OH-Gruppen untereinander verdeutlicht werden. Mit weiteren Wassermolekülen können die magnetischen Wasserstoffbrücken zu den OH-Gruppen des Glukose-Moleküls dargestellt, und so die Löslichkeit in Wasser erklärt werden. Wenn man das Molekül in die Hand nimmt, verhält sich dieses Molekül realistisch beweglich. Die Schüler/innen haben beim selbstständigen Zusammenbauen so einen wesentlich höheren Lerneffekt im Vergleich zu einem statischen Standmolekül oder schlichter Papierchemie.



Anwendungsmöglichkeiten

- Elektronenstrichformeln von: Ionen, Molekülen, Radikalen mit allen Ladungen und freien Elektronenpaaren
- Bindigkeiten von Atomen, Oktettregel
- Verbrennungsreaktionen; H₂, Kohlenstoff, CH₄, C₂H₆
- Kohlenwasserstoffe: Alkane, Alkene, Alkine, Benzol
- Organische Moleküle: Alkohole, Aldehyde, Ketone, Ester
- Glucosemolekül, Hexosen, Furanosen und andere Zucker
- Magnetische Wasserstoffbrücken-Darstellung von Wasser, Alkoholen, Kohlensäure und Carbonsäuren
- Erklärung: hydrophil / lipophil (durch Anziehungskräfte)
- Kohlensäure: Lösen von CO₂ in Wasser, Hydrogencarbonat
- Ameisensäure, Essigsäure, Propansäure, Buttersäure, HCN
- Protolyse der genannten Säuren und des Wassers, NH₃
- Brennstoffzelle, Elektrolyse von Wasser, Knallgasreaktion
- Radikalische Reaktionen und Moleküle
- Mesomere Grenzformen z.B.: CO, Ozon, Benzol, ...
- Luftmoleküle: N₂, O₂, Ar, H₂O, CO₂, ...
- Elektronenstrichformel von HNO₃ mit Oktetterhaltung
- NH₃ mit Protolyse von H₂O
- Amine: Mesomere Grenzformen
- Stickoxide mit radikalischen Eigenschaften
- Aminosäuren (ggf. mit Zwitterionen)

Basic Set *MAGNETIC*



Nettopreis
167.32 €
Bruttopreis incl.
19% MwSt.
199.00 €

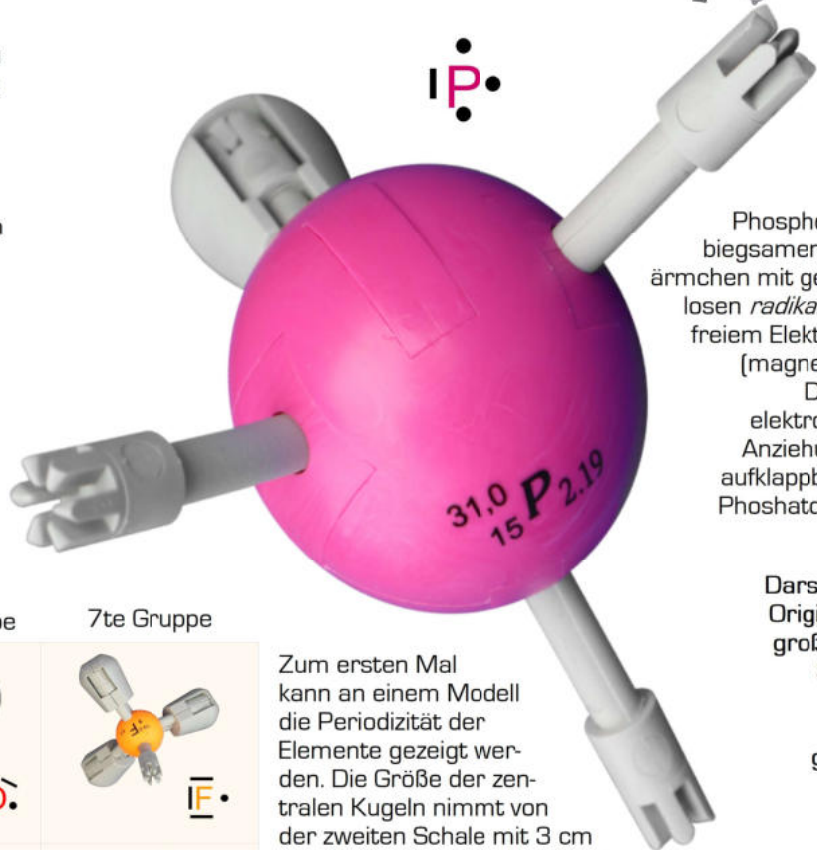
- 1 Weiße Stapelbox: (30 x 12 x 21 cm, 4 mm Wand)
- 14 Wasserstoff *magnetisch*
- 6 Kohlenstoff
- 3 Sauerstoff *magnetisch*
- 3 Sauerstoff *magnetisch*, (kann Oxonium bilden)
- 2 Stickstoff *magnetisch*, (kann Nitronium bilden)
- 1 Argon
- Modell-Atome ausreichend für 1 Glukosemolekül,
- 3 Alu- Aufstellstangen für Glukosemolekül

Alle Toytomics Kästen können flexibel zusammengestellt oder mit einzelnen Atomen erweitert werden!
Bitte fragen Sie bei uns an!

Valenzelektronen-Molekülbaukästen

Multi Function Set *MAGNETIC* Toy *tonics*

Im Multi Function Set *MAGNETIC* sind neben den Atomen des Basic Sets *MAGNETIC* noch die großen Atome der dritten Schale, Chlor, Schwefel, Phosphor, das Halogen Fluor und weitere Sauerstoffe enthalten. Durch die maßstabsgetreu größer geformten Atome der dritten Schale wird der Schalenbau im Perioden-System verdeutlicht. Mit diesen Atomen können nun noch erheblich mehr Themenbereiche unterrichtet werden: Sauerstoffsäuren (HClO_4 , H_2SO_4 , H_3PO_4 , ...), Wasserstoffsäuren (wie z.B.: SH_2 , HCl , HF), radikalische Reaktionen mit den Halogenen Fluor und Chlor. Des Weiteren kann mit den Halogenid-Ionen die Oktettregel erläutert werden.

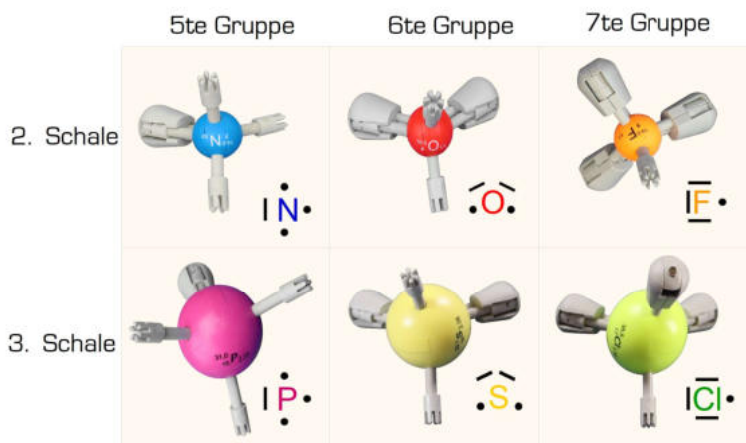


Phosphor mit drei biegsamen Bindungsarmchen mit geschlechtslosen *radikal* Steckern, freiem Elektronenpaar (magnetisch), zur Darstellung elektrostatischer Anziehungskräfte, aufklappbar, für die Phosphatdarstellung.

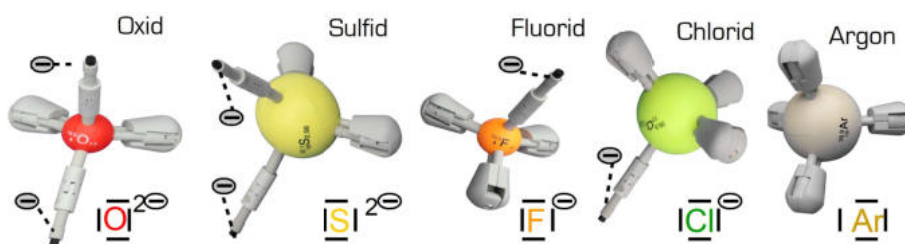
Darstellung in Originalgröße
große Atome
3. Schale
Kugel Ø
= 6 cm
gesamt Ø
= 13 cm

Zum ersten Mal kann an einem Modell die Periodizität der Elemente gezeigt werden. Die Größe der zentralen Kugeln nimmt von der zweiten Schale mit 3 cm auf 6 cm in der dritten Schale zu. Die Anzahl und Art der Valenzelektronen sind innerhalb der Gruppen erkennbar identisch. Die Länge der Bindungsarmchen ist immer maßstabsgetreu und wird von Gruppe 5 zu Gruppe 7 hin erkennbar kürzer (siehe S. 2 Maßstabsgetreue). Die Verkürzung entspricht somit auch erkennbar der zunehmenden Elektronegativität.

Schalenaufbau

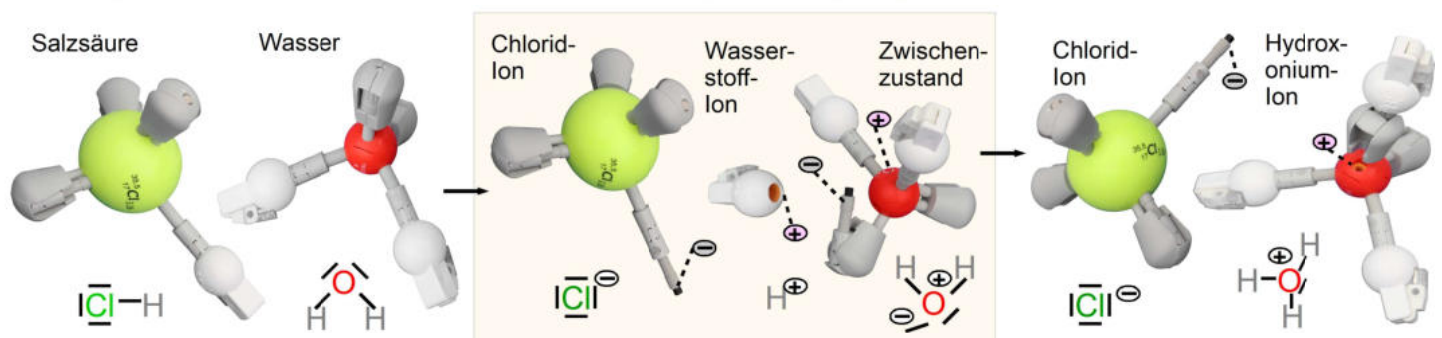


Oktettregel (id-Ionen), Edelgase



Durch das Aufstecken von Einzelelektronen können jetzt erstmalig Oktett-Ionen dargestellt werden. Aus der Anzahl der freien Stecker der jeweiligen Atome erschließt sich für die Schüler/innen selbstständig, wie viele extra *minus*-Elektronen die Ionen haben, und damit auch wievielfach diese geladen sind.

Säure/Base: Salzsäure in Wasser (Protolyse)



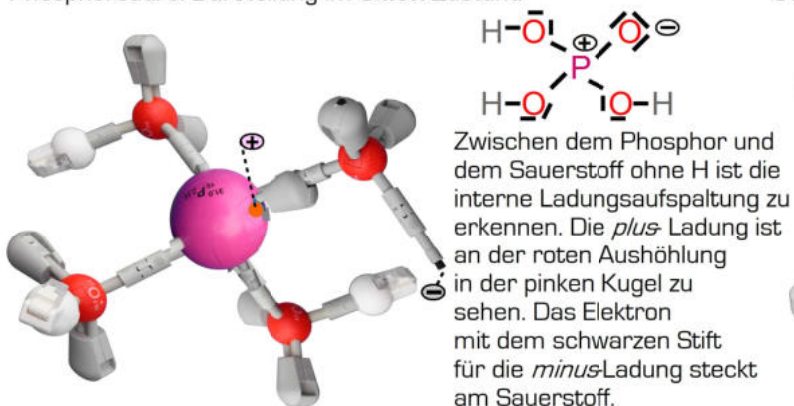
HCl spaltet ein H^+ -Ion ab. Die *plus*-Ladung ist an der orangenen Aushöhlung im weißen Grundkörper zu erkennen. Das Chlorid-Ion wird durch ein Chlor-Atom, bei dem das Elektron mit seinem schwarzem Stift zur Darstellung der *minus*-Ladung verblieben ist, dargestellt. Das Hydroxonium-Ion entsteht, indem das H^+ -Ion an das aufgeklappte Elektronenpaar des Sauerstoffs gesteckt wird. Die *plus*-Ladung kann man an der orangenen Aushöhlung in der roten Kugel erkennen.

Valenzelektronen-Molekülbaukästen

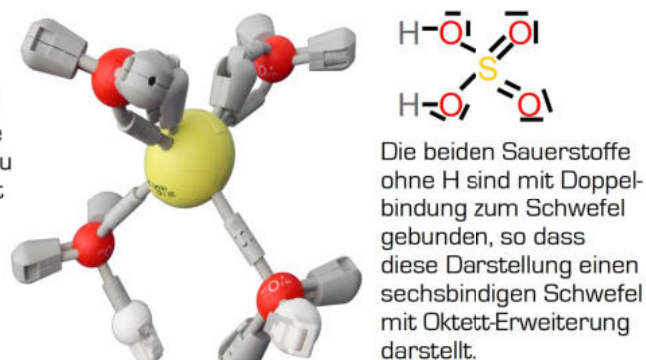
Multi Function Set *MAGNETIC* Toytonics

Sauerstoffsäuren (z.B. Phosphorsäure und Schwefelsäure)

Phosphorsäure: Darstellung im Oktett-Zustand



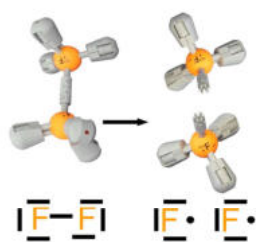
Schwefelsäure: Darstellung mit Oktett-Erweiterung



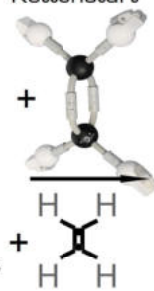
Sämtliche Sauerstoffsäuren (H_2SO_4 , H_2SO_3 , ..., HClO_4 , HClO_3 , ..., oder H_3PO_4 ...) und genauso sämtliche Sauerstoffverbindungen (SO_3 , SO_2 , ..., Cl_2O_7 , Cl_2O_5 ..., P_4O_6 , P_4O_{10} ...) können, wie hier gezeigt, je nach Wunsch der Lehrkraft, sowohl mit Oktett-Erweiterung, als auch im Oktett-Zustand mit ionischer Aufspaltung gezeigt werden (siehe auch Ladungsaufspaltung bei Salpetersäure S. 2).

Radikalische Polymerisation

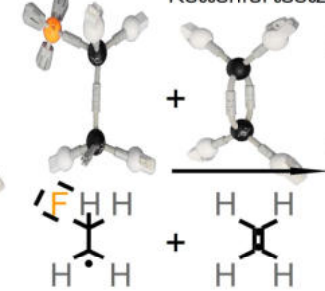
Spaltung in Fluor-Radikale



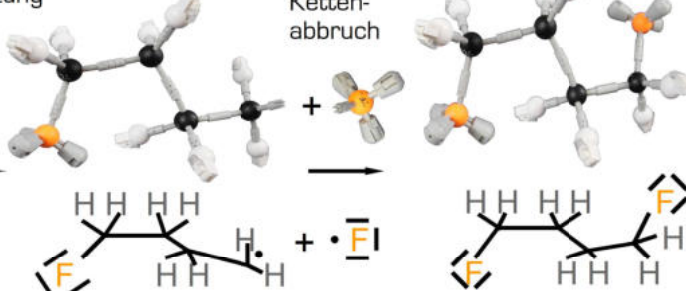
Kettenstart



Kettenfortsetzung



Kettenabbruch



Durch das weltweit einzigartige *radikal*Steckersystem können jetzt zum ersten Mal homolytische Bindungsspaltungen und damit radikalische Zustände an einem Modell gezeigt werden. Insbesondere bei den Halogenen kann man mit dem Multi Function Set jetzt die Spaltung der Halogendimere F_2 und Cl_2 thematisieren. In dem oben gezeigten Beispiel zieht man das Fluor-Molekül auseinander (homolytische Spaltung). Die dann vereinzelt Fluor-Radikale dienen als Radikalstarter. Im zweiten Schritt wird die Doppelbindung des Ethens in der Mitte auseinander gesteckt (homolytisch gespalten). Ein Fluor-Atom wird dann an die Seite des Moleküls angesteckt. Auf der anderen Seite ist noch der zweite *radikal*Stecker frei. Dieser *radikal*Stecker kann dann an eine homolytisch gesplattene Doppelbindung eines weiteren Ethen-Moleküls gesteckt werden (Kettenfortsetzung). Der Kettenabbruch wird gezeigt, indem das Fluor-Atom mit seinem *radikal*Stecker an den freien *radikal*Stecker des Kettenmoleküls gesteckt wird.

Anwendung Multi Function Set *MAGNETIC* Multi Function Set *MAGNETIC*

Alle Anwendungen des Basic Sets *MAGNETIC* (S. 1-3)

+

- Atombau: Einfach-Besetzungsregel (Hund Regel), freie Elektronenpaare, periodische Eigenschaften
- Elementgruppen mit identischen Valenzen
- Oktettregel: Vollbesetzung der Schalen
- Ionenbildung, z.B. Cl^- , F^- , Hydrogen-Sulfid
- Wasserstoffbrücken (von Halogenen, Zuckern, Ammoniak, ...)
- Sauerstoffsäuren der 3. Periode, z.B.: H_3PO_4 , H_2SO_4 , HClO_4 ,
- Oktetterhalt im Sulfat durch Ladungsaufspaltung
- Oxide der 3. Periode (Nichtmetalle): SO_2 , SO_3 , Cl_2O , Hydrolyse zu den Säuren
- Wasserstoffsäuren HCl , HF , H_2S , mit Protolyse
- Halogene: F_2 , Cl_2 , radikalische Spaltung, Reaktionen
- Radikalische Halogen-Substitution
- Radikalische Addition: Ethylen, Acetylen oder Benzol- oder Butadien-Reaktionen
- Radikalische Polymerisation: Vinylchlorid
- Wasserstoffsäuren: HCl , H_2S , Protolyse



Nettopreis
293.28 €
Bruttopreis
incl. 19% MwSt.
349.00 €

- 1 Koffer mit Sortiereinlage (45 x 38 x 18 cm)
- 14 Wasserstoff *magnetisch*
- 2 Fluor *magnetisch*
- 4 Sauerstoff *magnetisch*
- 4 Sauerstoff *magnetisch*, (kann Oxonium bilden)
- 2 Stickstoff *magnetisch*, (kann Nitronium bilden)
- 2 Chlor *magnetisch*, (kann Chloronium bilden)
- 1 Schwefel *magnetisch*, (kann Sulfonium bilden)
- 1 Phosphor *magnetisch*, (kann Phosphonium bilden)
- 3 Aufstellstangen für Glucose
- Modellatome ausreichend für 1 Glukose Molekül
- 1 Argon
- 6 Kohlenstoff

Alle Toytonics Sets können individuell zusammengestellt oder mit Einzelatomen erweitert werden. Bitte fragen Sie bei uns an!

Valenzelektronen Molekülbaukästen

Maxi Set

MAGNETIC

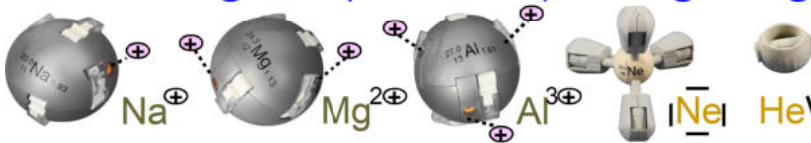


Das Periodic System Set **MAGNETIC** umfasst zusätzlich zu dem Multi Function Set **MAGNETIC** die Metall-Atome K/Na, Mg/Ca und Al und die Edelgase Ne und He. Mit den Metall-Atomen lassen sich jetzt viele weitere grundlegende Prinzipien der Chemie erklären. Nun können Red/Ox-Reaktionen durchgespielt werden, bei denen die abnehmbaren Einzelelektronen abgegeben und von anderen Atomen aufgenommen werden. Zu jedem Metall lassen sich mindestens zwei Zustände darstellen:

- der **metallisch-elementare Zustand** mit allen Elektronen des Atoms und
- der **ionische Zustand**, bei dem die abnehmbaren Elektronen heruntergenommen und dadurch die Plusladungen (als orangene Aushöhlung) zu erkennen sind. Mit Hilfe der sechs Ausklappmagnete können bei den Ionendarstellungen elektrostatische Anziehungskräfte wie in Salzen, Hydrathüllen oder Metallkomplexverbindungen dargestellt werden. Bei Alkalimetall-Atomen Na/K, Erdalkalimetall-Atomen Mg/Ca und Aluminium-Atomen lassen sich alle Valenzelektronen bis auf das darunterliegende Elektronen-Oktett abgeben. Die Edelgas-Atome Ne und He zeigen acht bzw. zwei Valenzelektronen. Somit lässt sich jetzt die Edelgasregel und die Oktettregel noch besser erklären.

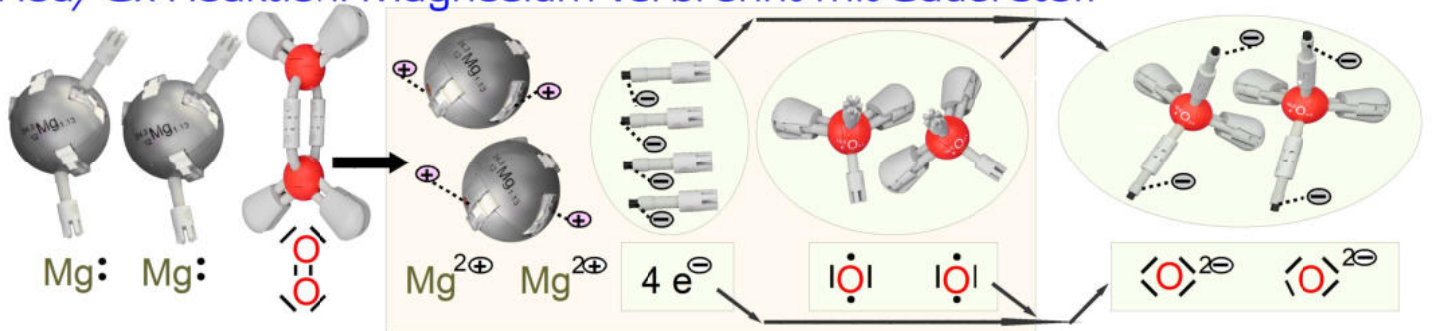


Anwendungsbeispiel Oktett/ Edelgasregel Alkalimetalle



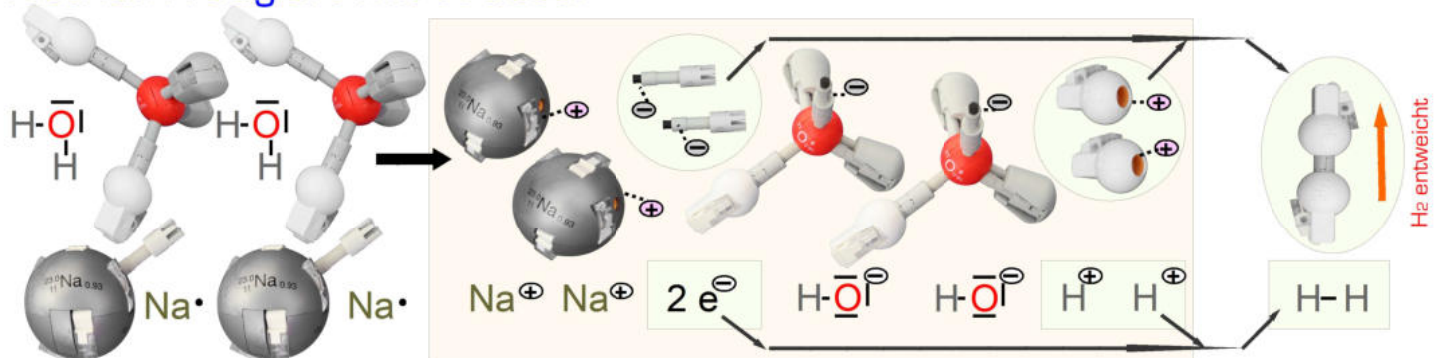
An den Metall-Atomen Na/K, Mg/Ca, Al lässt sich erkennen, dass nur die Valenzelektronen (bei Na: 1, bei Mg: 2, bei Al: 3) abgegeben werden können und sonst keine weiteren Elektronen. Bei den Edelgasen können weder Elektronen abgezogen noch angesteckt werden.

Red/Ox Reaktion: Magnesium verbrennt mit Sauerstoff



Zum ersten Mal lassen sich Red/Ox-Reaktionen von den Schüler/-innen am Modell durchspielen und Gleichungen stöchiometrisch (einfach durch Abzählen der Elektronen) ausgleichen. Magnesium-Atome können zwei Elektronen abgeben, Sauerstoff-Moleküle können je 4 Elektronen aufnehmen. Jetzt erschließt sich durch die hohe Anschaulichkeit des Modells selbst für schwache Schüler, dass man $[2 \times 2e^-]$ und somit $4e^-$ von 2 Magnesium-Atomen benötigt, um die Gleichung auszugleichen.

Natrium reagiert mit Wasser



Erstmalig kann an einem Modell gezeigt werden, wie Natrium-Atome Elektronen abgeben und Wasser-Moleküle H^+ -Ionen abgeben. Dann werden die Elektronen und die H^+ -Ionen zu einem H_2 -Molekül zusammengebaut (Erklärung dafür, dass H_2 entweicht). In der Reaktionslösung verbleiben die Na^+ -Ionen und die basischen OH^- -Ionen.

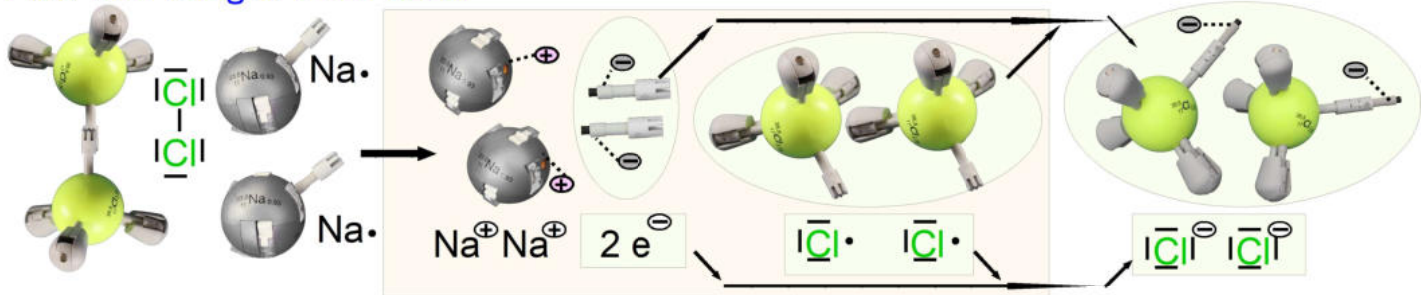
Valenzelektronen Molekülbaukästen

Maxi Set

MAGNETIC

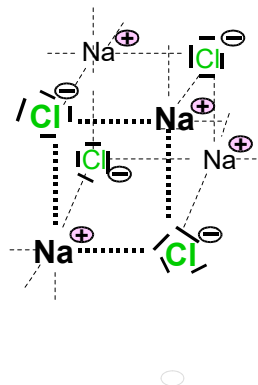
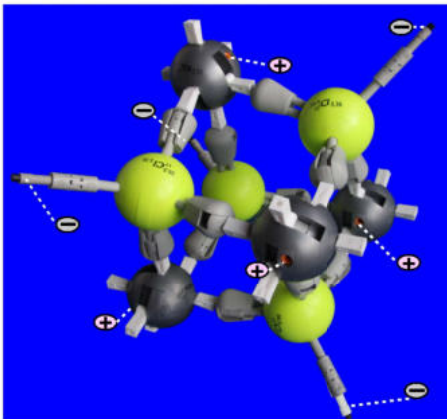


Natrium reagiert mit Chlor



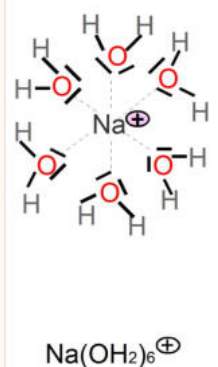
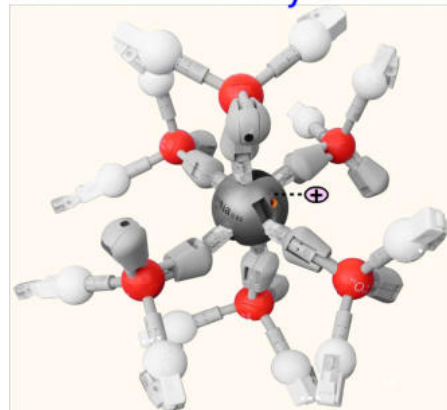
Bei der Reaktion von Natrium mit Chlor kann mit den Modellen gezeigt werden, wie Natrium-Atome Elektronen abgeben (*plus*-Ladung des Na-Ions an der orangenen Aushöhlung erkennbar). Genauso sieht man die homolytische Spaltung des Chlor-Moleküls in zwei Radikale. Dann ergeben die Elektronen mit den Chlor-Radikalen Chlorid-Ionen (schwarze Stifte: Symbol für *minus*-Ladung).

NaCl - Struktur



Die Magnete der freien Elektronenpaare der Chlorid-Ionen werden von den Ausklapp-Magneten der Na^+ -Ionen magnetisch angezogen und stellen so den Ausschnitt eines kubischen NaCl-Kristalls dar. **Um die NaCl-Struktur aufzubauen, wird entweder ein zweites Periodic System Set benötigt oder 2 zusätzliche Na/K und 2 extra Cl!**

Na^+ -Ion mit Hydrathülle



Die Ladung des Na^+ -Ions ist erkennbar an der orangenen Aushöhlung. Von den sechs ausgeklappten Magneten werden sechs magnetische freie Elektronenpaare von sechs Wassermolekülen angezogen (Hydrathülle mit 6 H_2O).

Anwendung Periodic System Set MAGNETIC

Alle Anwendungen des Basic Set MAGNETIC (Seite 1-3)
+
Alle Anwendungen des Multi Function Set MAGNETIC (Seite 4, 5)
+
- Edelgaszustand, Oktett: He, Ne, Ar, Mg^+, Na^+ - Elektronenübertragung: Red/Ox- Reaktionen - Metall + Halogen zu Metallionen, Halogenidionen - Red/Ox- Gleichungen mit stöchiometrischem Ausgleichen, z.B. $\text{Na} + \text{Cl}_2$, $\text{Mg} + \text{O}_2$, $\text{Na} + \text{O}_2$ - Elektrolysereaktionen, Gleichung aufstellen, z.B. von NaCl, Al_2O_3, MgO Elektrolysen - Ionenbindung in Salzen magnetisch - Ionengitter, Komplexverbindung (magnetisch) - Löslichkeit Salze: Metall-Ionen Hydrathülle mit sechs Wassermolekülen (magnetisch) - Alkali-Metall-Reaktionen in Wasser, z.B.: Na in H_2O zu H_2 - Mg-Verbrennung, danach MgO in Wasser zu Base - Komplexbildung: Koordination von freien Elektronenpaaren mit Metall-Ionen (magnetisch) oktaedrisch, tetraedrisch, quadratisch planar

Maxi Set MAGNETIC



Nettopreis
419,33 €

Bruttopreis incl.
19% MwSt.
499,00 €

1 Koffer mit Sortiereinlage (45 x 38 x 118 cm)

14 Wasserstoff magnet.	6 Kohlenstoff
4 Sauerstoff magnet.	2 Fluor magnet.
4 Sauerstoff magnet. (kann Oxonium bilden)	
2 Stickstoff magnet. (kann Nitronium bilden)	
1 Phosphor magnet. (kann Phosphonium bilden)	
1 Schwefel magnet. (kann Sulfonium bilden)	
2 Chlor magnet. (kann Chloronium bilden)	
2 Aluminium magnet. (kann Ionen bilden)	
2 Na /Ka [Kombi-Atom] magnet. (kann Ionen bilden)	
2 Ma /Ca [Kombi-Atom] magnet. (kann Ionen bilden)	
1 Helium	1 Neon
1 Argon	
3 Aufstellstäbe [Alu] für Glukose	

Modellatome ausreichend für 1 Glukosemolekül

Alle Toytonics Sets können individuell konfiguriert oder mit weiteren Atomen erweitert werden. Bitte fragen Sie bei uns an!

Valenzelektronen Molekülbaukästen

Periodische Stapelkästen

Maxi Set *Magnetic* In Periodischen Stapelkästen



Bei der Verwendung der periodischen Stapelkästen kann die Periodizität der einzelnen Atome (Elemente) besonders gut erkannt werden. Die Schüler/innen können jetzt beim Betrachten, Herausnehmen und Einsortieren der verschiedenen Atome lernen, dass die Zahl der Valenzelektronen von Periode zu Periode zunimmt und dass Elemente derselben Periode die selbe Valenzelektronen-Konfiguration haben, welche den in klarer Weise auf der Front aufgezeichneten Lewis Grundformeln entspricht. In den Periodischen Stapelkästen ist mehr Platz als in den blauen Koffern mit Sortiereinlage. Deswegen können diese Kästen besser mit zusätzlichen Atomen bestückt werden (*siehe unterschiedliche Kästen unten*). Durch die Stapelbarkeit können die Kästen ggf. besser in Schränken verstaut werden.



Nebeneinander gestellt, sind die Kästen 52 cm breit (2x 26 cm), 37cm lang und 13 cm hoch. Auf der Front sind periodisch die Lewis Grundformeln aufgeführt.



Aufeinander gestapelt, sind die Kästen 26 cm breit, 37cm lang und 26 cm hoch (2 x 13 cm). Die Kästen sind ggf. besser verstaubar.

Sets im Neuen Periodischen Stapelkasten Format **Sonderatome**

Maxi Set *Magnetic*

2 Periodische Stapelkästen (HV und V-VIII)
(26 x 37 x 13 cm)
14 Wasserstoff *mag.* (H⁺ mögl.)
6 Kohlenstoff
4 Sauerstoff *mag.*
4 Sauerstoff *mag.* (Oxonium mögl.)
2 Fluor *mag.*
2 Stickstoff *mag.* (Nitronium mögl.)
1 Phosphor *mag.* (Phosphonium mögl.)
1 Schwefel *mag.* (Sulfonium mögl.)
2 Chlor *mag.* (Chloronium mögl.)
2 Aluminium *mag.* (3+ Ionen mögl.)
2 Na / Ka (Kombi-Atom) *mag.* (+Ion mgl.)
2 Ma / Ca (Kombi-Atom) *mag.* (2+Ion mgl.)
1 Helium 1 Neon 1 Argon
3 (Alu) Aufstellstäbe für Glukose
Atome ausreichend für 1 Glukosemolekül

Nettopreis
419,33 €
Bruttopreis incl.
19% MwSt.
499,00 €

Three Periods Set *Magnetic*

2 Periodische Stapelkästen (HV und V-VIII)
(26 x 37 x 13 cm)
22 Wasserstoff *mag.* (H⁺ mögl.)
10 Kohlenstoff
5 Sauerstoff *mag.*
5 Sauerstoff *mag.* (Oxonium mögl.)
2 Fluor *mag.*
2 Stickstoff *mag.* (Nitronium mögl.)
1 Silizium
1 Phosphor *mag.* (Phosphonium mögl.)
1 Schwefel *mag.* (Sulfonium mögl.)
2 Chlor *mag.* (Chloronium mögl.)
2 Aluminium *mag.* (3+ Ionen mögl.)
2 Na / Ka (Kombi-Atom) *mag.* (+Ion mgl.)
2 Ma / Ca (Kombi-Atom) *mag.* (2+Ion mgl.)
1 Helium 1 Neon 1 Argon
3 (Alu) Aufstellstäbe für Glukose
Atome ausreichend für 1 Glukosemolekül

Nettopreis
503,36 €
Bruttopreis incl.
19% MwSt.
599,00 €

Sonderatome

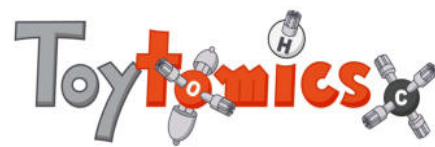
Sonderatome und Atome aller Sets können beliebig zu allen Sets dazu bestellt werden. Sets können auch beliebig vom Kunden selber zusammengestellt werden.

Kupfer <i>mag.</i> (2+Ionen mögl.) Farbe Kupfer Metallic	Netto 20,43 € Brut. 24,31 €
Zink <i>mag.</i> (2+ Ion mögl.) Farbe Hell Silbrig Metalllic	Netto 20,42 € Brut. 24,31 €
Eisen <i>mag.</i> (3+ Ion mögl.) Farbe Dunkel Metallic	Netto 21,92 € Brut. 26,09 €
Silizium 6 cm (4 Valenzen) Farbe Steingrau	Netto 11,47 € Brut. 13,65 €
Brom <i>mag.</i> (Bromonium mögl.) Siehe auch S. 11 (Reaction Mechanism Set)	Netto 24,19 € Brut. 28,79 €
Neue Atome ab Sommer 2026 erhältlich:	
Lithium <i>mag.</i> (1+ Ion mögl.) Farbe Metallic	Netto 21,00 € Brut. 24,99 €
Beryllium <i>mag.</i> (2+Ion mögl.) Farbe Metallic	Netto 21,00 € Brut. 24,99 €
Bor 2 Elektronen -3 Zentren Bindung mögl. dunkel Metallic	Netto 22,00 € Brut. 26,18 €

Bitte kontaktieren Sie uns, wenn Sie Fragen zu unseren Produkten haben. Für weitere Atome fordern Sie die Einzelatom- Preisliste an. Wir unterstützen Sie gerne, Ihre maßgeschneiderte Lösung zusammenzustellen.

Toytoomics - das Spiel

Prof. Minerals & Prof. Chemicals



Chemie-
Wissen
spielerisch
intelligent
mit viel
Spaß
lernen!



Dieses Spiel
hat es
faustdick
hinter den
Ohren!

Einfacher Einstieg

Das Spiel fängt mit Level 1 ganz einfach an! Zu jedem Element gibt es je ein, zwei oder Drei Frage-Booklets (je nach der Anzahl der alltagsrelevanten RedOx-Zustände). Diese Booklets müssen den vier Farbbereichen des periodischen Redox-Systems zugeordnet werden.

Pink Elektronenräuber (Oxidationsmittel) oben

Weiß: Stabiler Zustand (unreaktiv) Mitte

Blau: Metallisch, elektronengebend (Reduktionsmittel) unten

Grün: Nichtmetallisch elektronengebend (Reduktionsmittel) unten

Wenn der richtige Abdeck-Chip aufgedeckt wird, erhält man damit einen Punkt. Das Frage-Booklet wird dann auf die die Position des periodischen RedOx-Spielplans gestellt. Das Level1 schafft jeder egal ob jung oder alt.

Schon bei Level 1 wirklich viel gelernt

Bei Level 1 bekommt man ein gutes Gefühl für das Zusammenspiel der alltagsrelevanten RedOx-Zustände, z. B. zum Fluor gibt es ein Booklett zum Fluorid und ein zweites zum elementaren Fluor. Das Fluorid wird dann als die stabile Verbindung in den mittleren Bereich (weiß) der 7. Hauptgruppe zugeordnet. Das elementare Fluor hat seinen Platz dann oberhalb der 7. Hauptgruppe, aber im pinken Bereich der elektronenziehenden Oxidationsmittel. Wenn ein Booklett richtig zugeordnet ist, bekommt man die Punktemarke mit der das Feld abgedeckt ist, z.B. bei Natrium gibt es auch zwei Booklets: Eines für den stabilen Zustand als Natrium-Ion (weißer mittlerer Bereich 1. Gruppe) und eines für Natrium im metallischen Zustand (unterer blauer Bereich der normalen metallischen elektronengebenden Reduktionsmittel) in der ersten Gruppe. Argon hat nur einen RedOxzustand (stabil, weißer Bereich 8. Gruppe). Z.B. Kohlenstoff hat drei Booklets. Erstens: Carbonat, stabil weißer Bereich 4. Hauptgruppe. Zweitens: Kohle elementar / (Kohlen-Hydrate,) elektronengebend grün 4. HG. Drittens: Kohlenwasserstoffe dunkelgrün, unten, stark elektronengebendes Reduktionsmittel 4. HG. Bei der Jagd nach den Punkten, nur durch Zuordnen der RedOx-Zustände, zudem RedOx-Spielplan verinnerlicht man das chemische Grundgefüge und erwirbt spielend ein Verständnis der Chemie.

Level 2: Mit spannenden Alltags- und Allerlei- Fragen zu den Chemischen Elementzuständen

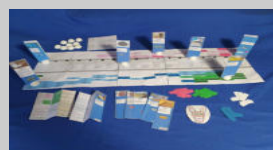
Auf dem Level 2 geht es jetzt richtig los. Um auf Level 2 die Punkte zu bekommen, muss man zusätzlich zu Level 1 auch noch Fragen zu jedem spezifischen RedOx-Zustand beantworten. Die Fragen erstrecken sich über Vorkommen, technische Anwendungen, globale Produktionsmengen, Herstellungskosten, besondere Substanz-Eigenschaften, Härte, Farben, Flammenfärbungen, Giftigkeiten, Verrücktheiten, Erstaunliches, Chemische Aggressivität, Lebensmitteleigenschaften, Verwendung als Baumaterialien, Verwendung in Alltagsgegenständen, Astrochemische Tatsachen und vieles mehr! Das ist richtig spannend! Schade nur, dass auch der wirklich bösartige Professor Minerals an den Antwortmöglichkeiten mitgewirkt hat. Er versucht, die Kombattanten aus Übelste aufs Glatteis zu führen. Für die dümmsten falschen Antworten bekommst Du die Eselskarte mit Punktabzug - hoffentlich wirst Du sie wieder los :). Man erkennt, wie vielfältig und bedeutend die Chemie ist und bekommt Lust auf den Chemie-Unterricht!

Level 3, 4 und 5 Chemische Fragen

Bei dem nächsten **Level 3** müssen die Spieler zusätzlich noch Fragen zu den Atomeigenschaften Neutronen, Protonen, Elektronen, Elektronegativität und Lewis Grundformen! beantworten. Bei **Level 4** kommt es dann zum Aufstellen einfacher Reaktionsgleichungen. Z. B. Was passiert mit Kohlenstoff und Chlor? Bei **Level 5** müssen dann zusätzlich noch Fragen zu Bindungsverhältnissen, Dipolen, Ionen und zwischenmolekularen Kräften usw. beantwortet werden.

Spiel! Prof. Minerals & Prof. Chemicals

Einsatzmöglichkeiten



Netto 29,40 €

Brutto incl. 19% MwSt
34,99 €

Grundversion ab

August 2026 erhältlich !

- 1 Spielplan mit periodischem RedO- System
- 52 Frage-Booklets zu den 26 schulrelevanten Elementen mit je über 20 Fragen (Insgesamt über 1.000 Fragen mit 4.000 Antwortmöglichkeiten)
- 12 Frage-Booklets zu chemischen Verfahren und zu chemischen Grundprinzipien
- 90 Spielmarken
- 64 Booklet-Halter

Erweiterungen 2027 erhältlich

Einsatz in der Schule

Das Spiel eignet sich für Schüler ab der 7. Klasse. Es kann gezielt als spielerische Ergänzung im Unterricht, in Endjahresstunden und z.B. Vertretungsstunden eingesetzt werden. Oder es könnte in der Schulbibliothek oder Ganztagsbetreuung einen Platz finden.

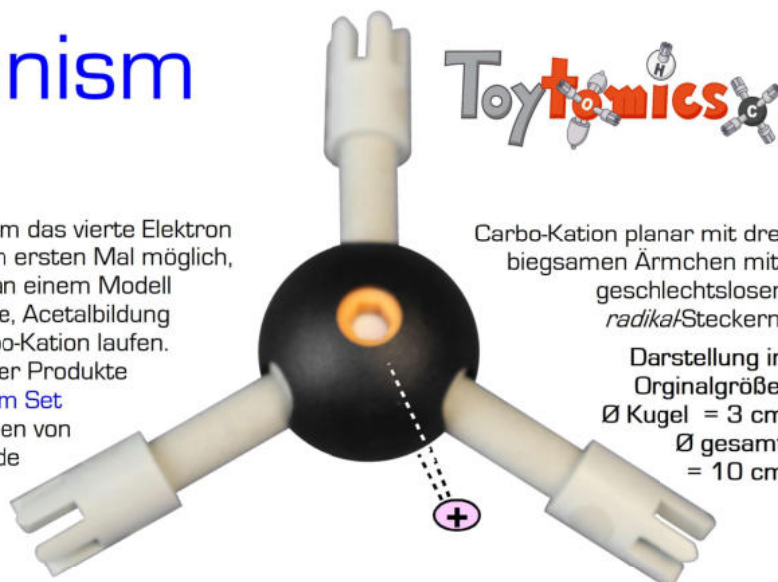
Zu Hause

Im Prinzip kann das Spiel jeder ab 10 Jahren auch zu Hause mit Freunden, Eltern oder Großeltern spielen!

Valenzelektronen Molekülbaukästen

Reaction Mechanism Set *MAGNETIC*

Durch die Entwicklung des **Faltenden Carbo-Kations**, bei dem das vierte Elektron von beiden Seiten eingesteckt werden kann, ist es jetzt zum ersten Mal möglich, die anspruchsvollen Reaktionen der Organischen Chemie an einem Modell durchzuspielen: *SN1*-/ *SN2*-Reaktionen, mesomere Effekte, Acetalbildung und alle möglichen weiteren Reaktionen, die über das Carbo-Kation laufen. Insbesondere wird so auch die stereochemische Bildung der Produkte verdeutlicht. Genauso können mit dem **Reaction Mechanism Set *MAGNETIC*** auch radikalische oder anionische Mechanismen von den Schülern am Modell durchgespielt und die Unterschiede zwischen den sich grundlegend unterscheidenden Mechanismen gezeigt werden.

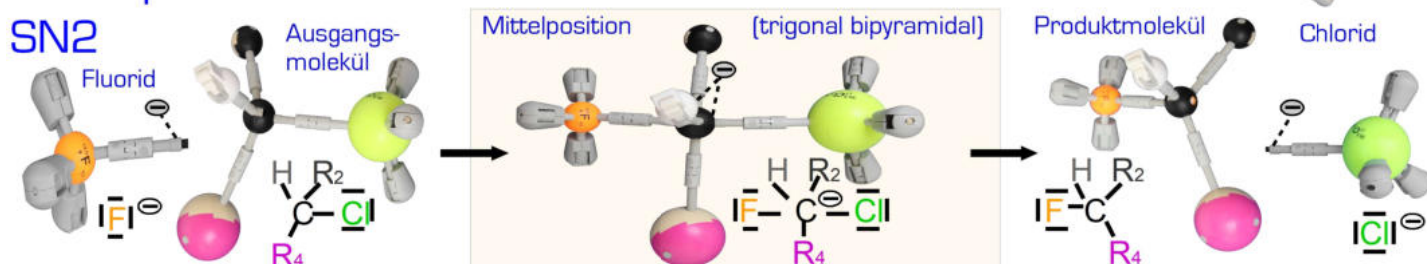


Carbo-Kation planar mit drei biegsamen Ärmchen mit geschlechtslosen radikalSteckern.

Darstellung in Originalgröße:
Ø Kugel = 3 cm
Ø gesamt = 10 cm

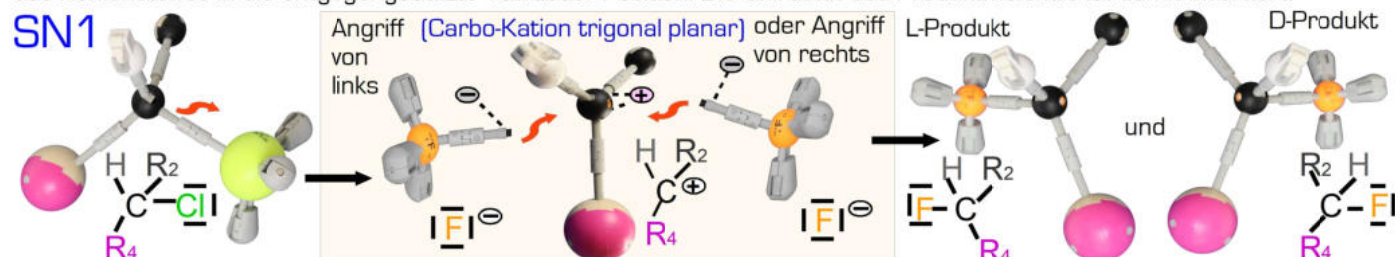
Nukleophile Substitution 1 und 2

SN2



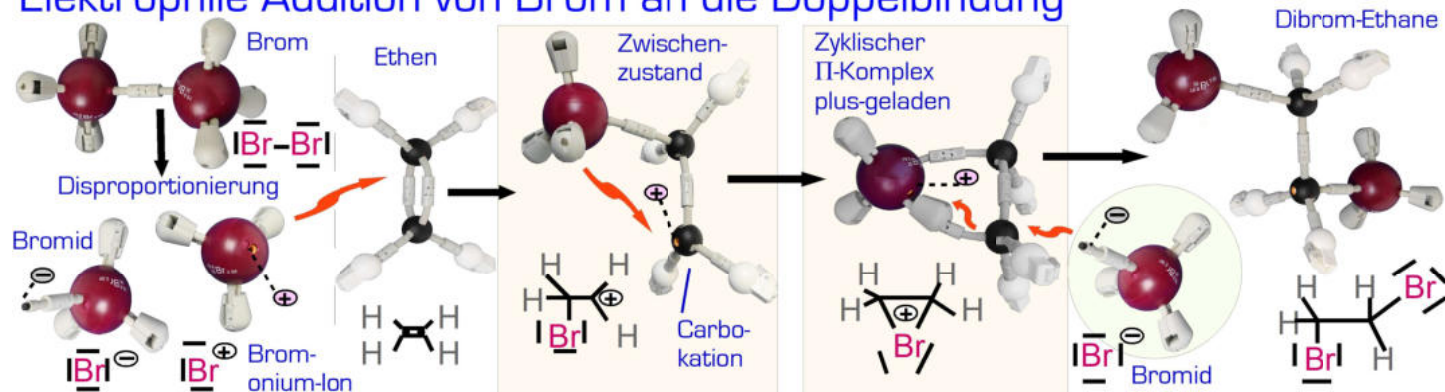
Mit dem Carbenium-Kohlenstoff, welcher wie ein Regenschirm umklappen kann, kann jetzt die nukleophile Substitution II mit allen Zwischenstufen an einem Modell gezeigt werden: Das Fluorid greift das Ausgangsmolekül mit seiner negativen Ladung an der Rückseite des Kohlenstoffes an. Wenn man den Stift des Elektrons einsteckt, dann drückt dieser die faltenden Arme in die Mittelposition (Trigonale Bipyramide). In der Fortsetzung wird dann das Chlorid auf der anderen Seite herausgedrückt. Dabei klappen die Ärmchen des Kohlenstoffes in die entgegengesetzte Tetraeder-Position. Die Chiralität des Produktmoleküls ist damit invertiert.

SN1



Mit dem Carbenium-Kohlenstoff kann jetzt auch die Nukleophile Substitution I gezeigt werden: Durch das Herausziehen des Chlorids entsteht das triplanare Carbo-Kation. Die Schüler/innen können dann durchspielen, wie dieses Carbo-Kation entweder von der einen oder der anderen Seite von dem Fluorid angegriffen wird. Sie können jetzt anschaulich und haptisch verstehen, wie der Fluorid-Angriff von den beiden entgegengesetzten Seiten zu zwei unterschiedlich chiralen Produkten (L und D) führt.

Elektrophile Addition von Brom an die Doppelbindung



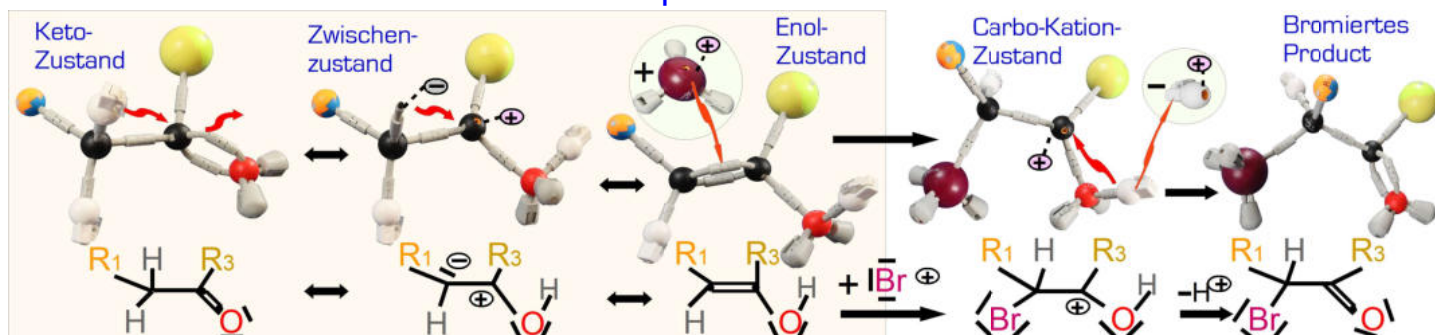
In einem ersten Schritt kann man mit den Modellen die Disproportionierung von Brom zum Bromonium und Bromid zeigen. Danach greift das Bromonium-Ion das Doppelbindungs-Elektronenpaar an, indem die Doppelbindung aufklappt und dieses Elektronenpaar eine Bindung zum Bromonium-Ion bildet. In diesem Zwischenzustand bildet sich ein Carbo-Kation. Dabei wird an dem Kohlenstoff eine orangene Aussparung als *plus*-Ladung erkennbar. Der π -Komplex formt sich daraufhin, indem in einer innermolekularen Reaktion ein freies Elektronenpaar des Broms zum Carbo-Kation hinklappt. Die *plus*-Ladung des π -Komplexes ist unten am aufgeklappten Elektronenpaar des Broms zu erkennen. Abschließend findet ein nukleophiler Angriff eines Bromid-Ions auf die Rückseite einer der beiden Kohlenstoffe des π -Komplexes statt. Dabei drückt der schwarze minus-Stift das Elektronenpaar in einem *SN2*-artigen Mechanismus auf der anderen Seite heraus. Das freie Elektronenpaar des Broms schließt sich wieder. Es entsteht Dibrom-Ethan.

Valenzelektronen Molekülbaukästen

Reaction Mechanism Set *MAGNETIC*



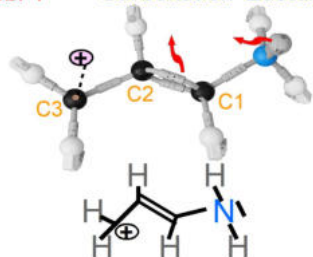
Keto-Enol-Tautomerie mit Elektrophiler Substitution



An dem Toytonics Modell lässt sich präzise durchspielen, wie der Keto-Zustand durch Keto-Enol-Umlagerung in den Enol-Zustand übergeht. Das Bromonium-Ion kann seinen elektrophilen Angriff nur auf die Doppelbindung des Enol-Zustandes ausführen. Am Ende formt sich der bromierte Carbo-Kationen-Zustand zurück in die Keto-Form, in welcher dann das bromierte Produkt vorliegt. (Ähnlich ließe sich auch die **Elektrophile Substitution an Aromaten** zeigen.)

Mesomeric Effects (Plus-M-Effekt)

Abb. 1 Carbokation- Zustand



Zwischen-Zustand



Immin-onium-Zustand

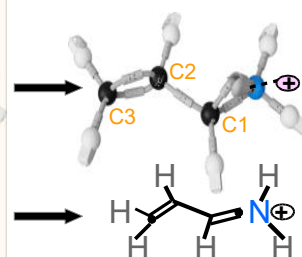
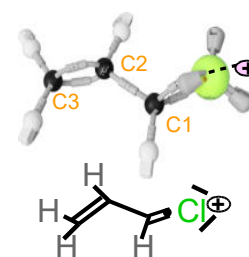


Abb. 2 Chloronium Zustand



Zu Abb. 1: Im Carbo-Kation-Zustand liegt das Carbenium-Ion am C3 und ist durch Mesomerie (+-M-Effekt) stabilisiert. Um zum Zwischenzustand zu gelangen, wird die Doppelbindung zwischen C1 und C2 und das freie Elektronenpaar am Stickstoff aufgeklappt. Um dann zum Immin-onium-Zustand zu gelangen, bildet man mit den aufgeklappten Elektronenpaaren zwei neue Doppelbindungen zwischen C3 und C2 und zwischen C1 und dem Stickstoff. In dem Immin-onium-Zustand liegt die *plus*-Ladung dann am Stickstoff. Alle *plus*-Ladungen sind als orangene Aushöhlungen in den kugelförmigen Atomgrundkörpern zu erkennen. Schüler/-innen können jetzt Umlagerungen von Doppelbindungen und Ladungen erstmals an einem Modell durchspielen und bekommen dadurch ein besseres Verständnis der Resonanzstabilisierung. Zu Abb. 2: Diese Umlagerungen passieren analog beim +M-Effekt von Chlor).

Anwendungsbereich

Reaction Mechanism Set *MAGNETIC*

Alle Anwendungen des Basic Sets *MAGNETIC* (Seite 1-3)

+

viele Anwendungen des Periodic System Sets *MAGNETIC*. (Seite 6, 7)

- Substitutionsreaktionen SN1 und SN2 (Racemisierung vs. Chiralitäts-Umkehr)
- Radikalische Substitution
- Ionische Elimination
- Ionische Brom-Addition an die Doppelbindung (Bromonium-IT-Komplex)
- Acetalbildung, ionischer Mechanismus
- Veresterung, ionischer Mechanismus
- Radikalische Addition
- *plus-M*- und *minus-M*-Effekte z.B. N, Cl, O, ...
- *plus-I*- und *minus-I*-Effekte
- Direktive Effekte
- Mesomerie Stabilisierung von Säuren und Basen
- Mesomere Grenzformen CO, O₃, Benzol, Imine, Imidazol, ...
- Resonanzstabilisierung von Carbo-Kationen
- Chromophore Effekte von Substituenten
- Indikatorfarbumschläge durch Ionen-Anlagerung
- Radikalische Polymerisation mit Halogenen
- Ionische Polymerisation



Nettopreis
469.75 €
Bruttopreis
incl. 19% MwSt.
559.00 €

- 1 Koffer mit Sortiereinlage (45 x 38 x 18 cm)
- 14 Wasserstoff *magnetisch*
- 4 Carbenium Kohlenstoff (kann Carbenium bilden)
- 4 Kohlenstoff (flexibel, standard)
- 2 Fluor *magnetisch*
- 6 Sauerstoff *magnetisch* (kann Oxonium bilden)
- 4 Brom *magnetisch* (kann Bromonium bilden)
- 2 Chlor *magnetisch* (kann Chloronium bilden)
- 3 Stickstoff *magnetisch* (kann Nitronium bilden)
- 4 Darstellungen von Resten: R1, R2, R3, R4
- 1 Natrium *magnetisch* (kann Ionen bilden)
- 3 Aufstellstangen (Alu) für Glucose Molekül
- Material ausreichend für 1 Glucose Molekül

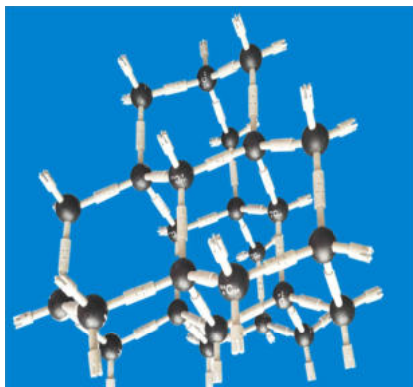
Alle Toytonics Kästen können flexibel erweitert oder individuell zusammengestellt werden. Bitte fragen Sie bei uns an!

Valenzelektronen Molekülbaukästen

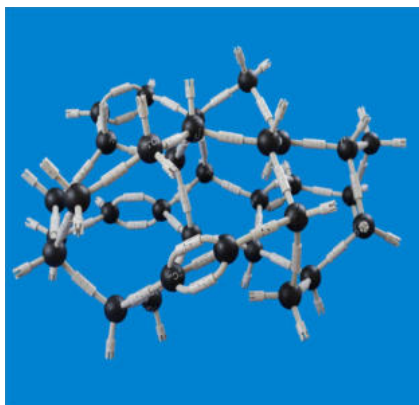
Kohlenstoff Modifikationen Set

Die verschiedenen Modifikationen, die mit dem **Kohlenstoff Modifikationen Set** gebaut werden können, stellen mit hoher Genauigkeit alle Winkel und Bindungsabstände dreidimensional und maßstabsgetreu dar. Im Gegensatz zu vielen herkömmlichen statischen Modellen können an den Toytomics Modellen die genauen Bindungsverhältnisse, Doppelbindungen und Einfachbindungen mit genauen unterschiedlichen Bindungsabständen erkannt werden. Im Diamant sind die genauen 60° Winkel (Newman-Projektion) und die genauen 109° Bindungswinkel dargestellt, im Graphit und Graphen die genau planare Struktur mitsamt der Bindungsverkürzung der Doppelbindungen. Somit sind die Modelle auch als wissenschaftlich anspruchsvolle Ausstellungsstücke geeignet. In die Hand genommen, verhalten sich die Moleküle realistisch beweglich. So können mit den Modellen Vorstellungen von den Materialeigenschaften der Substanzen abgeleitet werden. Dadurch haben die Schüler/-innen einen wesentlich höheren Lerneffekt durch selbstständiges Zusammenbauen und Handhaben im Vergleich zu rein statischen Standmolekülen.

Diamant

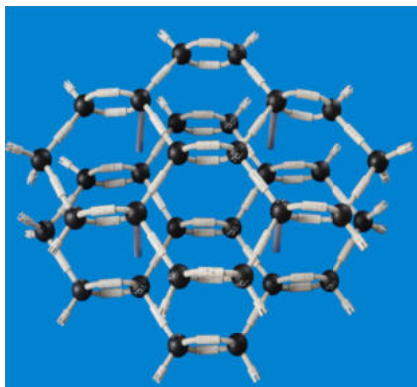


Kohlenstoff

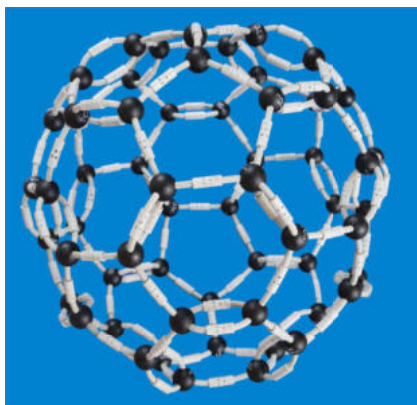


In Kohle (Braun-, Stein- oder Holzkohle) gibt es im Gegensatz zu Diamant, Fulleren, Graphen oder Graphit keine geordneten Strukturen. Die Kohlenstoff-Atome sind hier ungeordnet miteinander verbunden.

Graphit

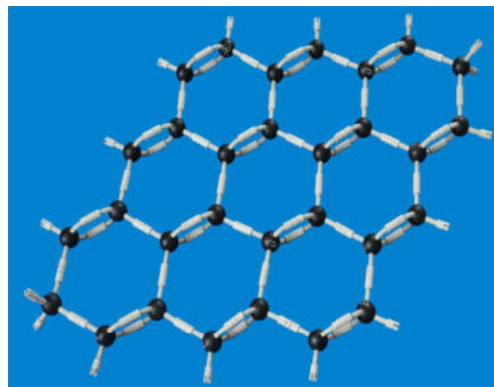


Fulleren



Das Fulleren (Fußball-Molekül) umfaßt 60 Kohlenstoff-Atome. Hierfür werden entweder zwei Kohlenstoff Modifikationen Sets benötigt, oder es müssen 28 zusätzliche Kohlenstoff-Atome aus anderen Toytomics Sets verwendet werden!

Graphen



Kohlenstoff Modifikationen Set



Nettopreis

209,24 €

Bruttopreis incl. 19% MwSt.

249,00 €

Weißer Stapelbox

[30 x 21 x 12 cm, 4 mm Wand]

32 Kohlenstoffatome

4 Aufstellstäbe (Alu, für Graphit)

Generelle Vorteile durch Toytomics

- Effiziente Unterrichtsgestaltung
- Chemische Formeln, Moleküle Atome und deren Reaktionen werden einfach verstanden
- Sämtliche Bindungen, Kräfte und Ladungen sind zum ersten Mal anschaulich dargestellt
- Das Lernen mit Toytomics läuft visuell, haptisch und spielerisch ab.
- Toytomics benötigt keine Computerinfrastruktur oder Softwareupdates - bleibt über Jahrzehnte aktuell

Einsatzbereich Toytomics

- Chemieunterricht **7. -13. Klasse**
- Kombinierbar mit allen Unterrichtsformen und Lehrmaterialien
- Sämtliche relevante Reaktionen und Prinzipien der Chemie sind darstellbar und modellierbar
- Ein Modell führt die Schüler/-innen als strukturierter Roter Faden durch alle Stufen der Schulchemie
- Toytomics wird heute schon weltweit in **über 1.000 Schulen** und Institutionen eingesetzt

Unterrichtsformen und Unterrichtsmaterialien

- Optimal für Toytomics ist die Arbeit in kleinen Gruppen, so dass alle Schüler/-innen Aufgaben mit den Modellen in haptischer Selbstarbeit lösen können.
- Bei Stationenarbeit könnten Schüler/-innen in einem Zirkel neben dem Live-Experiment dann auch die entsprechenden Reaktionen mit den Modellen durchführen.
- Genauso ist Toytomics auch als Demonstrationsmodell für Lehrer geeignet.
- Arbeitsblätter und Unterrichtsmaterialien von Toytomics sind frei verfügbar unter: <http://www.toytomics.de/unterrichtsmaterial>

Low Cost Gas-Chromatograph

Vom AK Kappenberg im neuen Gewand



Die Technik des Gas-Chromatographen wurde von Dr. Kappenberg entwickelt und optimiert und hat sich jahrelang hunderte Male in Schulen bewährt. Der Low Cost Gas-Chromatograph wurde nun von Toytomics funktional und optisch neu gestaltet.

**Übersichtliches klares Design
der Funktionsfläche des GC**



An der Funktionsoberfläche (50 x 32 cm) befinden sich die Pumpe, das Probeninjektionsseptum, die Trennsäule, der Wärmeleitfähigkeitssensor (Ausgang der Trennsäule) und der Microcontroller, der die Signale des Sensors prozessiert und an die Geräte der Schüler /innen weiterleitet. Die resultierenden Chromatogramme können dann auf allen einzelnen Schülergeräten analysiert und interpretiert werden.

**Zusammenklappbar zu kompakter Box
(platzsparendes Lagern)**



Die Funktionsfläche wird an ihren beiden Seiten eingeklappt und dann magnetisch mit dem Rückseitenteil (Utensilienfächern mit der darübersitzenden Gas-Bar) zu einer kompakten Box zusammengesteckt. Diese lässt sich platzsparend verstauen.



Die Fächer für die Geräteutensilien werden durch Herüber-schieben der Gas-Bar verschlossen. Gas-Proben können aus der Gas-Bar von den Schülern aus den Spritzen entnommen werden.

- Lehrer können GC-Demonstrationsexperimente einfach und anschaulich vorführen
- Schüler können ungefährliche GC-Experimente selbst in nur einer Schulstunde durchführen

Diverse Trägergase

Als ungefährliches Trägergas können Luft oder andere ungefährliche Gase bzw. einfach verfügbare Standardgase aus der Chemikaliensammlung verwendet werden. Es kann auch einfach Wasserstoff aus dem Hydrostick eingesetzt werden.

Verwendete Proben

Als Probe können allgemein verfügbare Gase wie Feuerzeug-Gas oder einfach Atemluft verwendet werden. Mit Hilfe der Gas-Bar lassen sich Gase, die schwierig zu handeln sind, vorher in Spritzen abfüllen. So können auch Schüler mit sonst schwer zugänglichen Gasen in Kleinstmengen experimentieren.

- Einfache Auswertung der Signal-Daten des Mikrocontrollers mit der GC-Software
- Optional: Daten per WLAN auf individuelle Schülercomputer mit Teacher's Helper senden

Signalverarbeitung / Auswertung

Signale der Detektoren für Wärmeleitfähigkeit und Alkohol werden vom Mikrocontroller verarbeitet und über ein USB-Kabel an einen Computer geleitet, wo die Daten mit der GC-Software ausgewertet und grafisch zu Chromatogrammen aufbereitet werden. Optional kann das USB-Signal aber auch mit Hilfe des Teacher's Helpers (welcher zusätzlich erworben werden kann) in ein lokales WLAN-Signal, welches an bis zu 60 Endgeräte gesendet werden kann, umgewandelt werden.

Low-Cost Gas-Chromatograph, AK Kappenberg **Zusatzmöglichkeiten**



Nettopreis 755,46 € Bruttopreis incl. 19% MwSt 899,00 €

Aufgrund von Unsicherheiten in den globalen Lieferketten von Elektronikbauteilen ist der genannte Preis unter Vorbehalt und Lieferzeiten müssen abgestimmt werden!

- 1 Weiße Klappbox (32 x 30 x 14 cm) Aufklappbar zu Funktionsoberfläche abnehmbare Fächerbox mit Gasbar (hinten magnetisch an Box angeheftet)
- 1 Silicagel Trennsäule (70 cm Länge)
- 1 Leitfähigkeitssensor
- 1 Auswertungs-MicroController
- 1 Auswertungssoftware für Schüler
- 1 Pumpe
- 1 Brenndüse

Weitere verfügbare Sensoren

Hochsensibler Alkoholsensor

Weitere verfügbare Trennsäulen

- S2: Silconöl: Trennung höherer Alkane, kleiner, halogenierter Kohlenwasserstoffe und kurzkettiger Alkohole
S3: Kieselgel60: Trennung kleiner KW's z.B. CH₄, C₂H₆, C₂H₂ und H₂ ...
S4: Chromosorb: Trennung H₂, CH₄, CO₂, (Erdgas, Biogas)
S5: Molekularsieb 5Å: Trennung von O₂, N₂, (Luft)

Bei Fragen zum Low-Cost Gas-Chromatographen (AK Kappenberg) sprechen Sie uns bitte an:

pfeiffer@toytomics.de
0174-7756557

oder informieren Sie sich beim AK Kappenberg:
www.kappenberg.com

Molekülbaukästen **Toytonics** **NEU!**

NaCl Chrystal Set **MAGNETIC**

Mit dem magnetischen NaCl Chrystal Set können Schüler/innen begreifen, wie sich entgegengesetzt geladene Ionen, wie Na^+ und Cl^- gegenseitig durch elektrostatische Kräfte (hier mit Magnetkräften dargestellt) anziehen und ein kubisches Kristallgitter bilden. Die Ionen und Molekülgrößen sind dabei Millimeter genau maßstabsgetreu dargestellt; Na^+ mit $\varnothing = 3,4 \text{ cm}$ (204 pm), Cl^- mit $\varnothing = 6 \text{ cm}$ (362 pm) und Wassermoleküle mit einer Länge von 5 cm (300 pm). Die Toytonics Modelle werden somit höchsten wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht und sind auch als Exponate für Vitrinen geeignet. Im Schulunterricht eröffnen sie einen optimal spielerisch haptischen Zugang für Lernende zum Verständnis von Löslichkeit (Hydrathüllenbildung) von Cl^- und Na^+ und im Allgemeinen von Salzeigenschaften wie Sprödigkeit, Kristallbildung oder z.B. den sechseckigen Formen von Schneekristallen.

Magnetischer NaCl-Kristall



3 x 3 x 3 (27) Teile:
14 Cl^-
13 Na^+

In der 3 x 3 x 3-Elementarzelle eines NaCl-Ionenkristalls haften die Na^+ und die Cl^- -Ionen magnetisch abwechselnd aneinander und bilden aufgrund der Position der Magnete auf den Oktaeder-Eckpositionen ein präzises kubisches Gitter

Maßstab der Modelle 1 cm $\triangleq$ 60 pm



Cl^- -Ion $\varnothing = 6 \text{ cm}$
6 südpolte Magnete auf Oktaeder-Eckpositionen, beschriftet mit: $\text{Cl}^- \varnothing 360 \text{ pm}$



Na^+ -Ion $\varnothing = 3,4 \text{ cm}$
6 nordpolte Magnete in Oktaederecken, beschriftet mit: $\text{Na}^+ \varnothing 204 \text{ pm}$



Wasser Molekül
Länge = 5 cm
2 südpolte Magnete am Sauerstoff, 2 nordpolte Magnete am Wasserstoff, beschriftet mit: $\text{H}_2\text{O} \angle 104,5^\circ \varnothing 300 \text{ pm}$

Hydrathüllen der Ionen Solvatation, H_2O -6-Ring



Cl^- -Ion mit 6 H_2O -Molekülen ummantelt, die an den Oktaeder-Eckpositionen magnetisch angeheftet sind



H_2O -6-Ring (in Sesselkonformation) erklärt die sechseckigen Formen von Schneekristallen



Na^+ -Ion mit 6 H_2O -Molekülen ummantelt, die an den Oktaeder-Eckpositionen magnetisch angeheftet sind

Two Chrystals Set **MAGNETIC**

Das Two Chrystals Set **MAGNETIC** beinhaltet ein vollständiges 27 teiligen NaCl-Ionenkristall (siehe oben). Zusammen mit den 27 Wassermolekülen des Eis-Kristallmodells (Siehe rechts) sind somit auch alle Darstellungen des obigen NaCl Chrystal Set **MAGNETIC** enthalten.

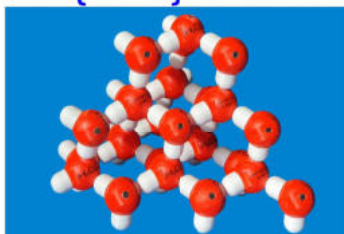
NaCl Chrystal Set **MAGNETIC**



Nettopreis 251,26 € **Bruttopreis incl. 19% MwSt** 299,00 €

- 1 Weiße Stapelbox (30 x 21 x 12 cm)
- 13 Natrium-Ionen (magnetisch, 3,4 cm)
- 14 Chlorid-Ionen (magnetisch, 6 cm)
- 6 Wassermoleküle (magnetisch, 5 cm)

Eis-(H_2O)- Kristall



Der Eis-Kristall besteht aus 27 H_2O Molekülen, die sich magnetisch zu dem Kristall zusammenheften lassen. Der Toytonics Eis-Kristall zeigt die genaue räumliche Struktur (Diamantstruktur, leicht gekippt durch $104,5^\circ$ Winkel des Wassers mit O-Atomen auf den Diamantpositionen und die Wasserstoff-Atome auf den Diamant Bindungspositionen) und ist somit als wissenschaftliches Exponat geeignet. Der Raumbedarf der Wassermoleküle im Eiskristall erklärt die Abnormalität, dass Eis auf flüssigem Wasser schwimmt.

Two Chrystals Set **MAGNETIC**



Nettopreis 406,72 € **Bruttopreis incl. 19% MwSt** 484,00 €

- 1 Weiße Stapelbox (30 x 21 x 12 cm)
- 13 Natrium-Ionen (magnetisch, 3,4 cm)
- 14 Chlorid-Ionen (magnetisch, 6 cm)
- 27 Wassermoleküle (magnetisch, 5 cm)



Toytonics GmbH
Egerländer Str. 37 a
65779 Kelkheim
+49-174-7756557
pfeiffer@toytonics.de
www.toytonics.de

Auch individuelle Zusammenstellungen der Sets sind möglich! Bitte fragen Sie bei uns an!

**Förder-
Möglich-
keiten**

Für sämtliche Sets von Toytonics können Förderanträge an den Fonds der Chemischen Industrie gestellt werden. Bei Genehmigung der Förderung können einzelne Schulen bis zu 2.500 € Förderung erhalten. Außerdem gibt es etliche (Chemie-)Unternehmen, die in ihrem lokalen Umfeld Unterrichtsmaterialien fördern, z.B. Merck, Bayer oder ähnliche Unternehmen. Des Weiteren gibt es auch Stiftungen bei welchen ggf. Förderungen erhalten werden können.