

Gruppenunterricht zum Thema Stereoisomerie

Anleitung

Fach:	Chemie
Institution:	Gymnasium
Adressaten:	Maturanden im letzten Jahr des Chemieunterrichtes
Kurs:	Schwerpunktfach Chemie
Gruppenarbeitsform:	Kleingruppenarbeit
Dauer:	3 Lektionen
Autor:	Philipp Killer
	PhilippKiller@gmx.ch
Betreuer:	Roger Deuber
Erprobungsstatus:	noch nicht erprobt

Fassung vom
23. September 2002

Inhaltsverzeichnis

1. Lernziele.....	3
1.1. Leitidee.....	3
1.1.1. Situation.....	3
1.1.2. Konsequenz.....	3
1.2. Dispositionsziel.....	3
1.3. Operationalisierte Lernziele	3
2. Unterrichts- und Kleingruppenarbeit.....	5
2.1. Phase A: Lerntätigkeiten der Schüler/innen vor Lektionsbeginn	5
2.1.1. Hausaufgaben.....	5
2.2. Phase B: Lerntätigkeit bis zum Beginn der Gruppenarbeit.....	6
2.3. Phase C: Kleingruppenaktivität	7
2.4. Phase D: Lerntätigkeit bis zum Beginn der nächsten Lektion.....	8
2.5. Phase E: Lerntätigkeiten bis zum Beginn der nächsten Kleingruppenarbeit ...	11
2.6. Phase F: Kleingruppenaktivität.....	13

1. LERNZIELE

1.1. Leitidee

1.1.1. Situation

Die Schüler/innen sind mit der Konstitutions-Isomerie vertraut.

Nun wird den Schüler/innen eine Konstitutionsformel (Lewis-Formel) vorgestellt, welche zwei unterschiedlichen Stoffen zugeordnet werden kann.: Diese beiden Stoffe weisen unterschiedliche physikalische Eigenschaften und – unter bestimmten Bedingungen – unterschiedliches chemisches Verhalten auf.

1.1.2. Konsequenz

Es muss also eine den Schüler/innen noch unbekannte Form der Isomerie geben. Die Charakterisierung dieser Form ist somit zwingend für ein komplettes Verständnis der Isomerie. Zudem verlangt die entdeckte Isomerieform eine systematische Beschreibung und Unterteilung aller Isomeren.

1.2. Dispositionsziel

- Die Schülerin zeigt Interesse und eine Faszination für Stereoisomerie-Probleme. Sie sieht, dass diese Probleme nicht nur in der Chemie, sondern auch im alltäglichen Leben von ausgeprägter Bedeutung sind.
- Die Schülerin begreift die Wichtigkeit der dreidimensionalen Struktur von Molekülen. Sie sieht, dass diese in Bezug auf die Reaktivität ebenso wichtig sein kann, wie die Zusammensetzung eines Moleküls.
- Wenn die Schülerin in Zukunft auf stereoisomere Moleküle oder Gegenstände trifft, weiss sie, dass sie in der Chemie dieses Phänomen behandelt hat. Sie weiss also, wo systematische Informationen zum Thema existieren.

1.3. Operationalisierte Lernziele

- Die Schülerin bekommt eine Summenformel. Die Summenformel zählt weniger als 16 Atome. Es gibt mindestens ein Stereoisomeren-Paar mit der genannten Summenformel. Die Schülerin hat maximal 15 Minuten Zeit und darf keine Theorieunterlagen brauchen. Mithilfe eines Modellbaukastens ist sie in der Lage, mindestens 2 Stereoisomere korrekt zu bauen (K3).

- Die Schülerin muss die 2 Hauptformen von Isomerie (Konstitutions- und Stereo-Isomerie), und die beiden Unterformen der Stereo-Isomerie (Diastereo- und Spiegelbild-Isomerie) nennen. Sie darf keine Hilfsmittel verwenden. Zusätzlich ist sie in der Lage, eine korrekte Definition der 4 Formen aufzusagen (K1).
Ausserdem kann sie erklären, weshalb Stereoisomere unterschiedliche biologische Reaktivität haben (K1).
- Die Schülerin erhält den Auftrag, die Regeln zur Einteilung von enantiomeren und diastereoisomeren Verbindungen zu lernen. In der nachfolgenden Schullektion erhält sie 10 Stereoisomere, dargestellt in der Keil/Strich-Schreibweise (max. 10 Nicht-Wasserstoff-Atome). Sie hat 10 Minuten Zeit. Sie kann ohne Hilfsmittel mindestens 3 Stereoisomeren-Paare korrekt klassifizieren. Klassifizieren heisst, ein Stereoisomeren-Paar als Spiegelbildisomeren- oder Diastereoisomeren-Paar identifizieren(K3). Zudem ist sie in der Lage, die absolute Konfiguration von den klassifizierten Molekülen zu bestimmen (E,Z und/oder R,S nach CIP-Nomenklatur) (K3).

2. UNTERRICHTS- UND KLEINGRUPPENARBEIT

2.1. Phase A: Lerntätigkeiten und Leistungen der Schüler/innen vor Lektionsbeginn

Vorangegangene Stunde

15'

Die Schüler haben einen Lehrervortrag über die Begriffe Isomerie und Konstitutionsisomerie gehört und sind mit Beispielen vertraut.

- 6'
Die Schüler haben die Definitionen der Begriffe Isomerie und Konstitutionsisomerie schriftlich festgehalten.
- 20'
Die Schüler haben eine Summenformel bekommen. Sie mussten zwei Modelle von Konstitutionsisomeren mit der genannten Summenformel mithilfe eines Modellbaukastens nachbauen.
- 4'
Den Schüler/innen wurden 10 Moleküle in der Keil/Strich-Schreibweise gezeigt. Sie versuchten, Konstitutionsisomere zu identifizieren. Das Beenden dieser Übung war eine ihrer Hausaufgaben. Am Ende der Lektion bekamen die Schüler schriftliche Musterlösungen vom Lehrer.
- *Verhaltensdisposition:*
Wenn die Schüler das nächste mal eine Summenformel betrachten, wissen sie, dass unterschiedliche Moleküle zu dieser einen Summenformel existieren können.

2.1.1. Hausaufgaben

- 5-10'
Beenden der Aufgaben der vorangegangenen Lektion.
- 5'
Die Schüler erhielten die Aufgabe, Definitionen zu den Begriffen Isomerie und Konstitutionsisomerie auswendig zu lernen. Allenfalls sollten sie Fragen, welche sie zu den Definitionen hatten, notieren. Diese Fragen werden am Anfang der nachfolgenden Stunde vom Lehrer beantwortet.
- 15'
Die Schüler bekamen das *Aufgabenblatt Isomerie I*, welches sie lösen sollten. Dieses dient der Wissenssicherung. Die Lösungen werden ebenfalls am Anfang der nachfolgenden Lektion besprochen.

2.2. Phase B: Lerntätigkeit bis zum Beginn der Gruppenarbeit

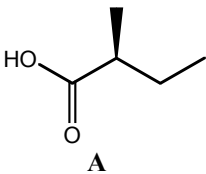
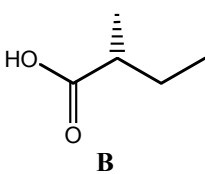
Lehrinhalt	Lehrform	Hilfsmittel	Zeit
1. Besprechung der Hausaufgaben Die Schüler erhalten Gelegenheit, allfällige Fragen zu den Isomerie-Definitionen zu stellen. Der Lehrer beantwortet diese. Das Aufgabenblatt Isomerie I – Konstitutionsisomerie wird besprochen.	Lehrervortrag, Diskutieren im Klassenverband	Wandtafel, Aufgabenblatt Isomerie I mit Lösungen	7'
2. Überführung zur Kleingruppenarbeit ACHTUNG: Die Schüler wissen noch nicht, dass sie eine neue Form der Isomerie, die Stereoisomerie, entdecken sollen. Man sagt ihnen nur, es gehe darum, einen neuen Aspekt der Isomerie zu beleuchten. Überführen in Kleingruppenarbeit: Den Schülern wird nun folgendes gesagt: - Es soll ein Molekülmodell gebaut werden. - Zu diesem werden sie ein paar Fragen beantworten. - Molekül, welches modelliert werden soll: Milchsäure $\text{HOCH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ Verteilen der Modellbaukästen.	Lehrervortrag	Wandtafel, Modellbaukasten (1 pro Schüler)	5'
3. Kleingruppenarbeit Isomerie I	Kleingruppenarbeit	Gruppenanleitung Isomerie I	41'

2.3. Phase C: Kleingruppenaktivität

Titel	Isomerie I	
Zielsetzung	1. Die Schüler sollen die Stereoisomerie am Modell entdecken. 2. Weiterhin sollen sie erfahren, welche Schwierigkeit darin besteht, ein stereoisomeres Molekül eindeutig zu beschreiben. Dies geschieht, indem sie versuchen eine Anleitung zum Bau eines von zwei Spiegelbildisomeren zu verfassen.	
Organisatorisches	Dauer:	41 Minuten
	Material:	1 Modellbaukasten pro Schüler
	Gruppengrösse:	4 Personen (28) Falls die Anzahl Teilnehmer nicht durch 4 teilbar ist, hilft man sich mit möglichst wenig 3er-Gruppen aus.
	Gruppenzusammensetzung:	Leistungsinhomogen (24) Jede Gruppe enthält Schüler mit unterschiedlichen Leistungen
Wissenschaftliche Erkenntnisse und Erfahrungen	Angewandte wissenschaftliche Erkenntnisse:	- (19): Unspezifische Zusammenarbeit vermeiden - (20): Schüler dürfen andere Schüler nicht fragen - (24): Leistungsmässig gemischte Gruppen aktivieren alle Schüler - (28): 3-4 Personen pro Gruppe - (32): Gruppenarbeit (ohne Noten) verbessert das Problemlösen
	Erfahrungen von Coppes:	- (3): Eng gefasste, leicht überschaubare Aufträge - (7): Ergebnis wird ernst genommen und kontrolliert

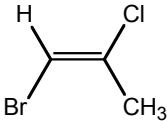
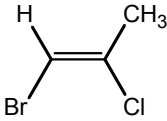
2.4. Phase D: Lerntätigkeit bis zum Beginn der nächsten Lektion

1. Nachbearbeitung der Kleingruppenarbeit Isomerie I <u>2 Schwerpunkte:</u> - Neue Isomerieform: Fachausdruck Stereoisomerie: verschiedene räumliche Anordnung der Substituenten bei gleicher Konstitution. Zeigen der Spiegelbild-Molekül-Modelle der Milchsäure. Ankündigung, dass eine systematische Behandlung der Spiegelbild-Isomerie folgt. - Realisierung, dass eindeutige Beschreibung eines Stereoisomeren nicht leicht (Kleingruppenarbeit Isomerie I, Aufgabe 5.). Besprechen/Vervollständigen einer Bauanleitung aus 5. eines Schülers mit der ganzen Klasse.	Lehrervortrag	Wandtafel	10'
2. Weiteres Programm Stereoisomerie - Systematische Einteilung - Stereoisomerie in Biologie - Nomenklatur	Lehrervortrag	Wandtafel	2'
3. Systematische Einteilung 2 Formen von Stereoisomerie - Spiegelbildisomerie - Diastereoisomerie (Abgeben von Kopien der Folien Unterteilung von Isomeren und Strukturelemente der Stereoisomerie an die Schüler. Erklären der Folien.)	Lehrervortrag	Wandtafel, Hellraumprojektor, Folien Unterteilung von Isomeren und Strukturelemente der Stereoisomerie	7'
4. Stereoisomerie in Biologie a) Biologische Reaktivität Stereoisomere haben meistens versch. biologische Reaktivität. Warum? Prakt. immer: biol. Reaktivität abhängig	Lehrervortrag	Wandtafel, Hellraumprojektor, Folien Stereoisomere Verbindungs-	10'

von Stärke der Bindung einer Substanz an biol. Makromoleküle (Proteine). Bsp. Rezeptor: Protein, welches spezifisch Substanzen bindet und somit andere Vorgänge ermöglicht (öffnen von Membrankanälen, Aktivierung eines Enzyms, usw.). Proteine (und somit oft ihre Bindungsstellen) sind grossteils aufgebaut aus Aminosäuren. In Natur nur eine Form von Aminosäuren: L-Form oder nach CIP-Nomenklatur (s. nächstes Kapitel) S-Form (Ausnahme (R)-Cystein). Somit sind Bindungsstellen stereospezifisch (vgl. linker Handschuh = Proteinbindungsstelle, Hände = chirale Moleküle). b) Stereoisomere Verbindungsklassen in Biologie (Folie Stereoisomere Verbindungsklassen in der Biologie: Kopie an Schüler verteilen und erklären) (Folie Unterschiedliche biologische Reaktivität von Spiegelbildisomeren: Kopie an Schüler verteilen und erklären) Zu Thalidomid: Handelsname: Contergan Führte Mitte 50-er Jahre zu Tragödie. War als Racemat käuflich. Führte bei Einnahme durch schwangere Frauen zu schweren Missbildungen ihrer Kinder. Später stellt sich in Tierversuchen heraus: R-Form wirkt beruhigend, S-Form teratogen.		klassen in der Biologie, Unterschiedliche biologische Reaktivität von Spiegelbildisomeren	
5. Nomenklatur Teil I (R,S) (Arbeitsblatt CIP-Nomenklatur abgeben) R,S-Nomenklatur (CIP-Nomenklatur) erklären mithilfe der Verbindungen A und B:  A  B	Lehrervortrag	Wandtafel, Arbeitsblatt CIP-Nomenklatur für jeden Schüler	8'

Vereinfachte Regeln: - Substituenten am Chiralitätszentrum erhalten Priorität: Zunehmende Ordnungszahl, zunehmende Priorität. - Falls 2 oder mehr gleiche Atome mit dem asymmetrischen C-Atom gebunden sind, wird die Prioritätsregel mit den Atomen im zweiten Glied bestimmt. - Im Falle einer Doppelbindung werden die beteiligten Atome doppelt, im Falle einer Dreifachbindung dreifach gezählt. - R-Konfiguration geht vor S-Konfiguration - Z-Konfiguration geht vor E-Konfiguration Nachdem man die Sequenz nach obigen Regeln festgelegt hat: Drehsinn nach abnehmender Priorität bei Betrachtung Entlang der Achse Stereozentrum—Ligand niedrigster Priorität. R: rechtsdrehend (Uhrzeigersinn) S: linksdrehend (Gegenuhrzeigersinn)			
Während der Stunde an die Schüler abgegebene Unterlagen: - Folie: Unterteilung von Isomeren - Folie: Strukturelemente der Stereoisomerie - Folie: Stereoisomere Verbindungsklassen in der Biologie - Folie: Unterschiedliche biologische Reaktivität von Spiegelbildisomeren - Arbeitsblatt CIP-Nomenklatur Hausaufgaben: Abgeben des Aufgabenblattes Isomerie II - CIP-Nomenklatur. 1. Verstehen der Folien Unterteilung von Isomeren und Strukturelemente der Stereoisomerie. 2. Aufgabenblatt Isomerie II - CIP-Nomenklatur, Aufgaben 1) und 3) versuchen zu lösen.			
Ende der ersten 2 von 3 Lektionen			

2.5. Phase E: Lerntätigkeiten bis zum Beginn der nächsten Kleingruppenarbeit

1. Zusammenfassung der letzten Lektion Stereoisomerie Systematische Einteilung (Folie: Unterteilung von Isomeren) Stereoisomerie in Biologie (Folien: Stereoisomere Verbindungsklassen in der Biologie, Unterschiedliche biologische Reaktivität von Spiegelbildisomeren) Nomenklatur CIP-Nomenklatur Teil I: besprechen anhand der Hausaufgaben 1) und 3) des Aufgabenblattes Isomerie II - CIP-Nomenklatur	Lehrervortrag	Wandtafel, Hellraumprojektor, Folien Unterteilung von Isomeren, Stereoisomere Verbindungsklassen in der Biologie, Unterschiedliche biologische Reaktivität von Spiegelbildisomeren, Aufgabenblatt Isomerie II - CIP-Nomenklatur	7'
2. Nomenklatur Teil II (E,Z) E,Z-Nomenklatur erklären mithilfe der Verbindungen A und B:  A  B Regeln: - Priorität aller Substituenten bestimmen (siehe Regeln zu R,S-Nomenklatur) Z: Substituenten höchster Priorität am jeweiligen Ende der Doppelbindung liegen beisammen (cis). E: Gegenteil von Z.	Lehrervortrag	Wandtafel, Arbeitsblatt CIP-Nomenklatur für jeden Schüler	4'

A: Cl und Br sind E B: Cl und Br sind Z Erwähnen von cis/trans-Nomenklatur (Nur die Begriffe mit einem Beispiel)			
3. Übungen zur Nomenklatur (Aufgabenblatt: Isomerie II – CIP-Nomenklatur) Lösen der Aufgabe 2) des Aufgabenblattes Isomerie II. Besprechen der Aufgabe Verteilen der Lösungen	Aufgabenblatt	Hellraumprojektor, Aufgabenblatt: Isomerie II – CIP-Nomenklatur	4'
4. Kleingruppenarbeit Isomerie II	Kleingruppenarbeit	Gruppenanleitung Isomerie II	30'

2.6. Phase F: Kleingruppenaktivität

Titel	Isomerie II	
Zielsetzung	1. Die Schüler sollen die absoluten Konfigurationen von Molekülen bestimmen können. 2. Weiterhin sollen sie an Übungen sehen, dass Stereoisomerie auch im Alltag eine Bedeutung hat.	
Organisatorisches	Dauer:	30 Minuten
	Material:	-
	Gruppengrösse:	4 Personen (28) Falls die Anzahl Teilnehmer nicht durch 4 teilbar ist, hilft man sich mit möglichst wenig 3er-Gruppen aus.
	Gruppenzusammensetzung:	Leistungsinhomogen (24) Jede Gruppe enthält Schüler mit unterschiedlichen Leistungen
Wissenschaftliche Erkennttnisse und Erfahrungen	Angewandte wissenschaftliche Erkenntnisse:	- (19): Unspezifische Zusammenarbeit vermeiden - (20): Schüler dürfen andere Schüler nicht fragen - (24): Leistungsmässig gemischte Gruppen aktivieren alle Schüler - (28): 3-4 Personen pro Gruppe - (32): Gruppenarbeit (ohne Noten) verbessert das Problemlösen
	Erfahrungen von Coppes:	- (3): Eng gefasste, leicht überschaubare Aufträge - (7): Ergebnis wird ernst genommen und kontrolliert

Die Besprechung der Kleingruppenarbeit erfolgt zu Beginn der nächsten Lektion

Ende der 3. von 3 Lektionen