

Gruppenunterricht zum Thema Stereoisomerie

Unterlagen

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. Aufgabenblätter	3
1.1. Isomerie I - Konstitutionsisomerie	3
1.2. Isomerie II – CIP-Nomenklatur	3
2. Arbeitsblätter und Folien	8
2.1. CIP-Nomenklatur	8
2.2. Unterteilung von Isomeren	8
2.3. Strukturelemente der Stereoisomerie	8
2.4. Stereoisomere Verbindungsklassen in der Biologie	8
2.5. Unterschiedliche biologische Reaktivität von Spiegelbildisomeren	8
3. Gruppenanleitungen	14
3.1. Isomerie I - Schüleranleitung	14
3.2. Isomerie II - Schüleranleitung	14
3.3. Isomerie II - Lösungen	14
4. Literatur	21

1. AUFGABENBLÄTTER

1.1. Isomerie I - Konstitutionsisomerie

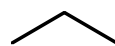
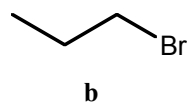
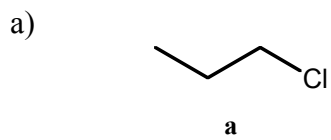
1.2. Isomerie II – CIP-Nomenklatur

Isomerie I

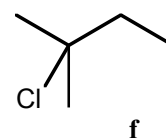
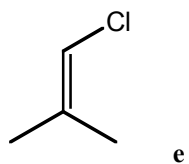
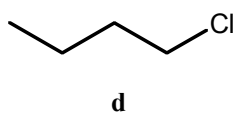
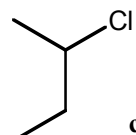
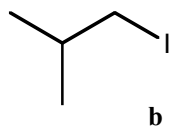
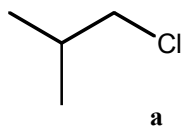
Konstitutionsisomerie

Identifizieren Sie alle Konstitutionsisomere.

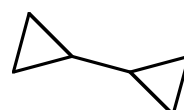
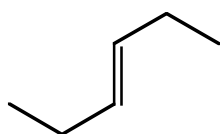
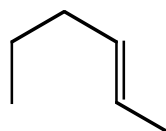
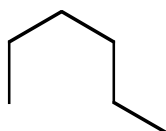
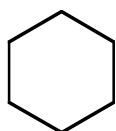
1.



2.



3.



Isomerie I - Lösungen

Konstitutionsisomerie

1.

- a) Verschiedene Summenformeln
- b) Verschiedene Summenformeln
- c) Verschiedene Summenformeln

2. **a,c,d** sind Konstitutionsisomere (Summenformel: C_4H_9Cl)

3. **a,c,e** und **d,f,g** sind Konstitutionsisomere (Summenformeln: C_6H_{12} und C_6H_{10})

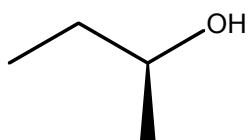
Isomerie II

CIP-Nomenklatur

Identifizieren Sie alle absoluten Konfigurationen der Stereozentren und Doppelbindungen.

1.

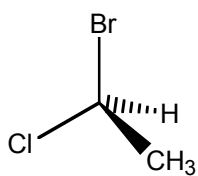
a)



b)



c)



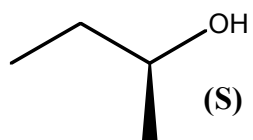
Isomerie II - Lösungen

CIP-Nomenklatur

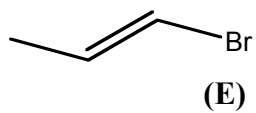
Identifizieren Sie alle absoluten Konfigurationen der Stereozentren und Doppelbindungen.

1.

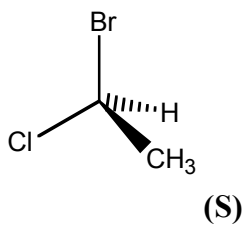
a)



b)



c)



2.ARBEITSBLÄTTER UND FOLIEN

2.1. CIP-Nomenklatur

2.2. Unterteilung von Isomeren

2.3. Strukturelemente der Stereoisomerie

2.4. Stereoisomere Verbindungsklassen in der Biologie

2.5. Unterschiedliche biologische Reaktivität von Spiegelbildisomeren

R,S-Nomenklatur

Bestimmen der absoluten Konfiguration am Chiralitätszentrum:

Regeln:

Alle Substituenten am Chiralitätszentrum erhalten eine Priorität. Diese Priorität wird nach folgenden Kriterien bestimmt.

- 1) Je höher die Ordnungszahl, desto höher die Priorität
- 2) Falls 2 oder mehr gleiche Atome am Chiralitätszentrum gebunden sind, wird die Priorität mithilfe von 1) im zweiten Glied bestimmt.
- 3) Im Falle einer Doppelbindung werden die beteiligten Atome doppelt, im Falle einer Dreifachbindung dreifach gezählt.
- 4) R-Konfiguration geht vor S-Konfiguration
- 5) Z-Konfiguration geht vor E-Konfiguration

Nachdem man die Sequenz nach obigen Regeln bestimmt hat, schaut man das Molekül entlang der Achse „Chiralitätszentrum - Ligand niedrigster Priorität“ an. Man geht nun in Gedanken vom Substituenten mit der höchsten Priorität zum Substituenten der nächst niedrigeren Priorität und dann zum dritten Substituenten. Die Drehrichtung, die man ausgeführt hat, bestimmt die absolute Konfiguration.

R: Uhrzeigersinn (rechtsdrehend)

S: Gegenuhrzeigersinn (linksdrehend)

E,Z-Nomenklatur

Bestimmen der absoluten Konfiguration einer Doppelbindung.

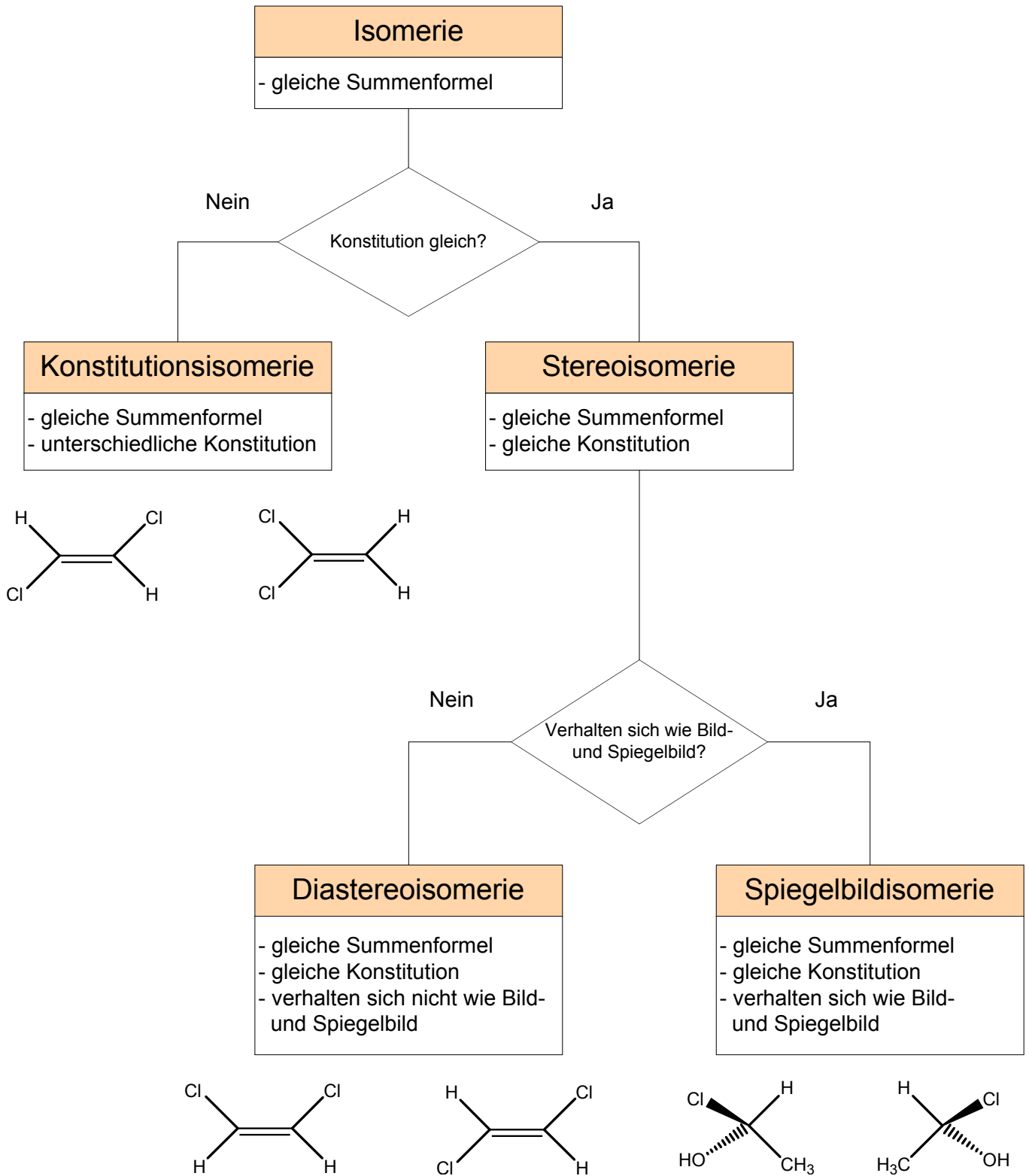
Regeln:

Die Priorität der Substituenten der Doppelbindung wird analog zur R,S-Nomenklatur bestimmt.

Z: Substituenten höchster Priorität am jeweiligen Ende der Doppelbindung liegen beisammen.

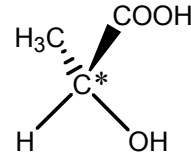
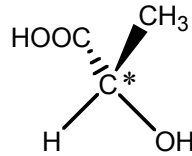
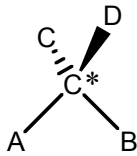
E: Gegenteil von Z.

Unterteilung von Isomeren



Strukturelemente der Stereoisomerie

Spiegelbildisomerie

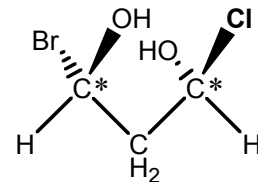
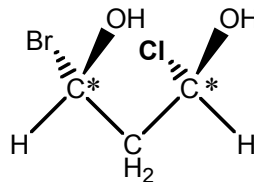
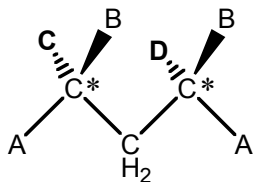
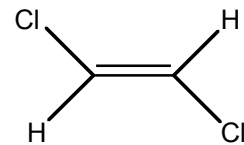
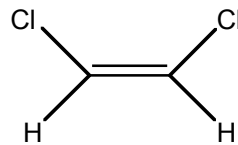
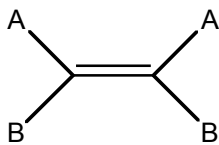


(Milchsäuren: Moleküle aus Gruppenarbeit)

Merke: Ein C-Atom mit 4 verschiedenen Substituenten nennt man ein chirales C-Atom (markiert mit einem *).

Hat ein Molekül nur ein chirales C-Atom, so gibt es von ihm ein Spiegelbildisomer.

Diastereoisomerie

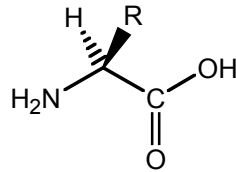


Merke: Hat ein Molekül mehr als ein verschieden substituiertes chirales C-Atom, so ist dies ein Indiz für Diastereoisomerie.

Stereoisomere Verbindungsklassen in der Biologie

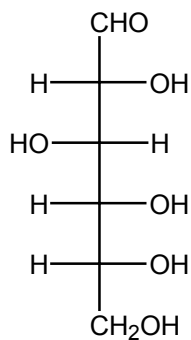
1) Aminosäuren (Proteinbausteine):

Proteinogene Aminosäure

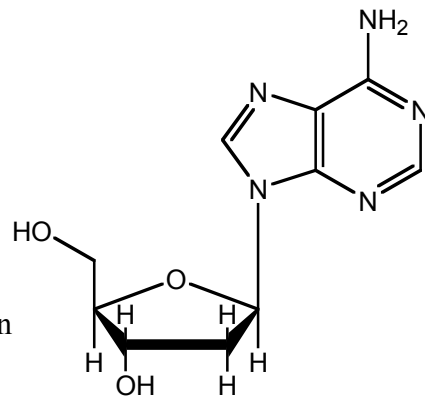


2) Zucker (DNA- und Proteinbestandteile):

Glukose

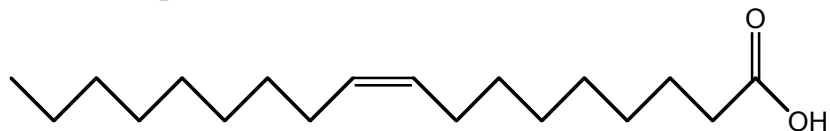


Adenosin



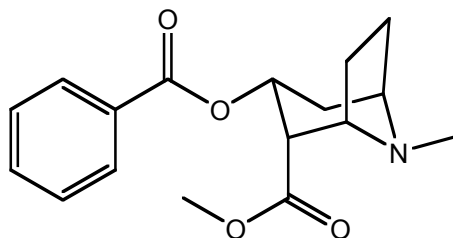
3) Ungesättigte Fettsäuren (Lipidbausteine):

Oleinsäure

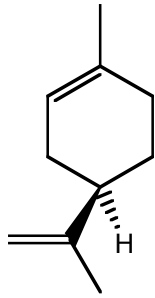


4) Alkaloide (=Stickstoffhaltige Naturstoffe, Vertreter: Viele Drogen, Medikamente):

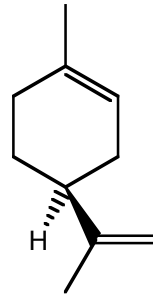
Kokain



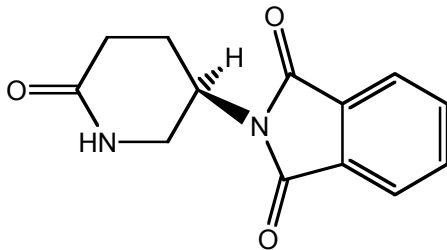
Unterschiedliche biologische Reaktivität von Spiegelbildisomeren



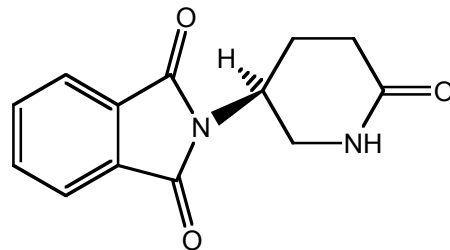
R-Limonen
(Orangenduft)



S-Limonen
(Zitronenduft)



R-Thalidomid
(Schlafmittel)



S-Thalidomid
(teratogen: löst schwere
Missbildungen bei Embryos
aus)

3.GRUPPENANLEITUNGEN

3.1. Isomerie I - Schüleranleitung

3.2. Isomerie II - Schüleranleitung

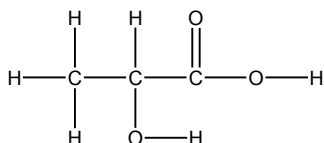
3.3. Isomerie II - Lösungen

Kleingruppenarbeit Isomerie I

Sie werden mithilfe dieses Arbeitsblattes einen neuen Aspekt der Isomerie kennenlernen.

Viel Spass!

1. Konstruieren Sie mithilfe eines Modellbaukastens das Milchsäure-Molekül mit der folgenden Lewis-Formel:



Zeit: 15'

2. a) Prüfen sie alle Modelle innerhalb ihrer Gruppe auf Unterschiede. Falls sie Unterschiede entdecken, prüfen sie zuerst, ob das Modell der angegebenen Lewis-Formel entspricht. Ist dies der Fall, so notieren sie sich den Unterschied.

b) Entdeckt in den ersten 3 Minuten niemand in der Gruppe einen Unterschied, rufen sie den Lehrer zu sich. Dieser händigt ihnen ein weiteres Milchsäure-Molekül aus. Lösen sie nun Aufgabenteil a).

Zeit: 6'

3. Notieren sie gemeinsam in der Gruppe den Unterschied, den sie in der vorherigen Aufgabe gefunden haben. Tun sie dies in einem prägnanten Satz.

Zeit: 5'

4. Sie erstellen unter Leitung des Lehrers eine Liste aller Antwortsätze. Jeder nennt seinen persönlichen Favoriten, bzw. den Antwortsatz, den er für den besten hält. Am Ende gibt der Lehrer die Auflösung bekannt.

Zeit: 5'

Sie nehmen sich eines der Moleküle, dass sie gebaut haben und versuchen eine Bauanleitung zu schreiben. Es besteht kein Anspruch auf vollständiges Lösen.

Die Bauanleitung sollte so geschrieben sein, dass ein Kollege ohne fremde Hilfe ihr Molekülmodell **eindeutig** nachbauen kann. Konzentrieren sie sich bei ihrer Anleitung auf den Knackpunkt und beschreiben sie zum Beispiel nicht wie man eine Carboxyl- (COOH), eine Methyl- (CH₃) oder eine Hydroxy-Gruppe (OH) modelliert. Dies wird vorausgesetzt. Es reicht zu schreiben: „Nun hängt man an das C-Atom eine Methyl-Gruppe an“.

Zeit: 10'

Kleingruppenarbeit Isomerie II

Diese Kleingruppenarbeit soll ihnen die Möglichkeit geben, zu lernen, wie man Stereoisomere korrekt klassifiziert. Sie benutzen dazu die CIP-Nomenklatur. Ausserdem werden sie sehen, dass Stereoisomerie durchaus auch ihre Bedeutung im alltäglichen Leben haben kann.

Sie werden mithilfe dieses Arbeitsblattes die folgenden Tätigkeiten erlernen:

- 1) Moleküle klassifizieren (R,S-/E,Z-Nomenklatur)
- 2) Stereoisomere Moleküle erfinden und klassifizieren (und danach ihren Gruppenmitgliedern zur Klassifikation geben).
- 3) Alltagsgegenstände klassifizieren (Wie sie sehen werden, ist Stereoisomerie nicht nur ein Thema in der Chemie).
- 4) Alltagsgegenstände suchen, welche Diastereoisomere oder Spiegelbildisomere sind.

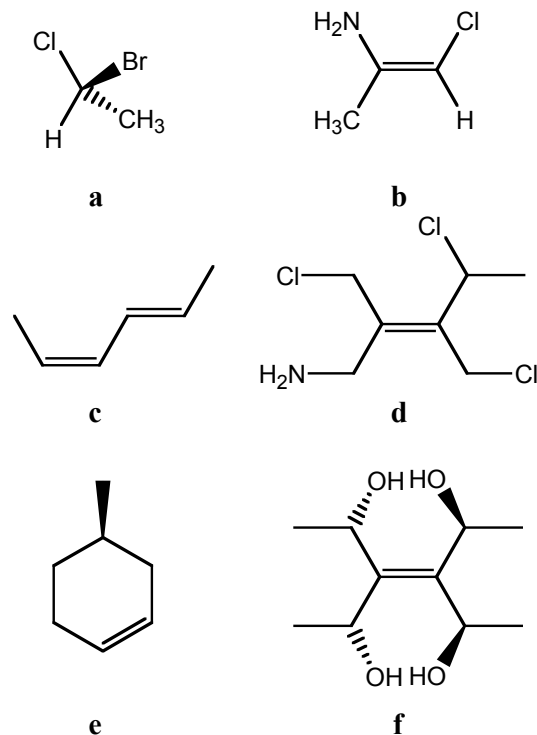
Viel Spass!

1. a) Bestimmen Sie die absolute Konfiguration der untenstehenden Moleküle (R oder S / E oder Z).

Zeit: 5'

- b) Besprechen sie die Lösungen in der Gruppe.

Zeit 5'



2. a) Erfinden Sie ein stereoisomeres Molekül und bestimmen dessen absolute Konfiguration (R, S und/oder E,Z). Es ist dabei nicht wichtig, ob das Molekül existiert, bzw. bei Raumtemperatur stabil ist. Halten sie aber die Regeln des Kimball-Atommodells ein. Denken sie daran, dass ihr Molekül nicht zu kompliziert für andere Gruppenmitglieder wird.

Hilfe: Wenn sie wollen, können sie sich ein Molekül aus Aufgabe 1) als Vorlage nehmen. Dann sollten sie aber mindestens 2 Atome ändern.

Zeit: 5'

- b) Spezifizieren sie die absolute Konfiguration eines Moleküls, welches von einem der Gruppenmitglieder erfunden wurde und lassen sie sich die Lösung bestätigen.

Zeit: 4'

- c) Geben sie das Molekül mit bestimmter Konfiguration auf einem separaten Blatt dem Lehrer zur späteren Korrektur ab.

Zeit: 1'

3.

Sie bekommen Definitionen zu Diastereoisomerie und Spiegelbildisomerie. Diese sollen sie dann anwenden, um die untenstehenden Gegenstände zu klassifizieren.

Definitionen der Stereoisomerie zweier Gegenstände:

Stereoisomerie: Zusammengesetzt aus gleichen Bauteilen die unterschiedlich angeordnet sind.

Diastereoisomerie: Stereoisomer, aber nicht wie Bild- und Spiegelbild.

Spiegelbildisomerie: Stereoisomer, wie Bild- und Spiegelbild.

a) Linkes und rechtes Ohr eines Menschen: Welcher obige Isomeriebegriff trifft zu?

b) Einfarbiges/Zweifarbiges Klebeband auf Rolle (siehe Bilder). Sind diese chiral, d.h. gibt es ein nicht-deckungsgleiches Spiegelbild?



c) Filzstiftstrich auf einem Papier. Ist dieser „Gegenstand“ chiral, d.h. gibt es ein nicht-deckungsgleiches Spiegelbild?

d) Gilt ihre Antwort für d) immer noch, wenn man zum zeichnen einen Filzstift verwenden würde, welcher vollständig „durchdrückt“ (d.h. die Farbe ist auf der Blattseite entgegengesetzt zur Malseite genau gleichstark [sichtbar]).

e) Eine Wendeltreppe. Ist sie chiral, d.h. gibt es ein nicht deckungsgleiches Spiegelbild?

Zeit: 15'

4.

a) Suchen sie (in Gedanken) einen chiralen Alltagsgegenstand. Chiral heisst, es gibt von ihm ein nicht-deckungsgleiches Spiegelbild.

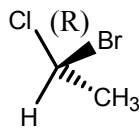
b) Falls sie unsicher sind, ob ihr Gegenstand tatsächlich chiral ist, fragen sie den Lehrer.

Zeit: 5'

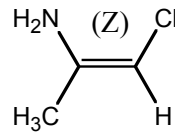
Kleingruppenarbeit Isomerie II - Lösungen

1.

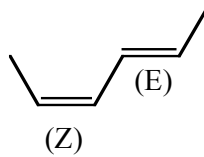
Lösung:



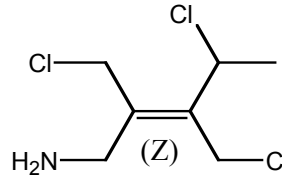
a (Priorität: Br>Cl>CH₃)



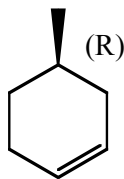
b (Priorität: Cl>NH₂>CH₃)



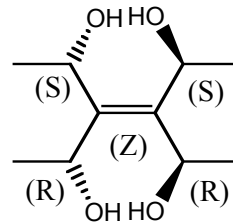
c



**d (Priorität:
1-Chlorethyl>
Chlormethyl>
Aminomethyl)**



**e (Priorität:
Rechte Seite des 6-Ringes>
linke Seite des 6-Ringes>
CH₃)**



**f (Priorität:
R-Konfiguration>
S-Konfiguration
und
OH>Doppelbindungsrest>
CH₃)**

3.

Lösung:

a) Spiegelbildisomere (Bild- und Spiegelbild)

b) Einfarbiges Klebeband: achiral (= nicht chiral), da Spiegelbild deckungsgleich.

Zweifarbiges Klebeband: chiral, bei Spiegelung und anschließendem Versuch zur Deckung zu bringen, merkt man, dass die Farbstreifen dann vertauscht sind!q

c) chiral

d) achiral, da Spiegelbilder identisch

e) chiral, Spirale kann links- oder rechtsdrehend sein.

4. LITERATUR

- 1) Jäckel M., Risch K. T.: Chemie heute –
Sekundarbereich II. Hannover 1988 (Schroedel
Verlag GmbH).