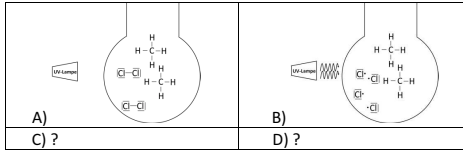


DIE RADIKALISCHE SUBSTITUTION ( $S_R$ )

In dieser Station sollst du den Mechanismus der  $S_R$  üben.

- Lies den Text → *Zusammenfassung* „Kapitel 9“ Punkt 3 „Reaktionen der Alkane: Die radikalische Substitution“ genau durch.
- Formuliere die Teilschritte der  $S_R$  (Strukturformeln) der Reaktion von Brom ( $Br_2$ ) mit Butan zu 2-Brombutan.
- Übertrage die zwei Bilder auf dein Lösungsblatt und setze die Bildfolge fort:



- Formuliere die Teilschritte der  $S_R$  (Strukturformeln) der Reaktion von Chlor ( $Cl_2$ ) mit Propan zu 1,2-Dichlorpropan. (Erstelle zuerst das 1-Chlorpropan und dann das dichlorierte Produkt)
- Wie kann in der Reaktion von Chlor mit Methan *Ethan* entstehen? Versuche den Reaktionsweg zu formulieren.
- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

## CRACKEN UND VERBRENNUNG

Cracken ist ein Verfahren der Petrochemie (=Erdölverarbeitende Industrie): Da bei der Destillation von Erdöl mehr langkettige Alkane gewonnen werden als benötigt, werden diese in kleinere Bruchstücke zerlegt.

- Lies den Text → *Zusammenfassung* „Kapitel 9“ Punkt 3 „Reaktionen der Alkane: Die vollständige Verbrennung und Cracken“ genau durch.
- Beim Cracken von Butan kann theoretisch a) Methan und Propen oder b) Ethan und Ethen entstehen. Welche theoretischen Produktkombinationen (Strichformel) sind beim Cracken von Hexan möglich? (Es sind auch mehr als zwei Produkte möglich!)
- Erstelle die zwei Reaktionsgleichungen wenn a) Octan vollständig verbrennt bzw. b) wenn Octan nur bis zum Kohlenmonoxid verbrennt (der Wasserstoff wird weiterhin zu  $H_2O$  oxidiert).
- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

## DIE ADDITION

- Lies den Text → *Zusammenfassung* „Kapitel 9“ Punkt 4 und 5 „Die elektrophile und die nucleophile Addition“ genau durch.
- Vervollständige folgende Tabelle:

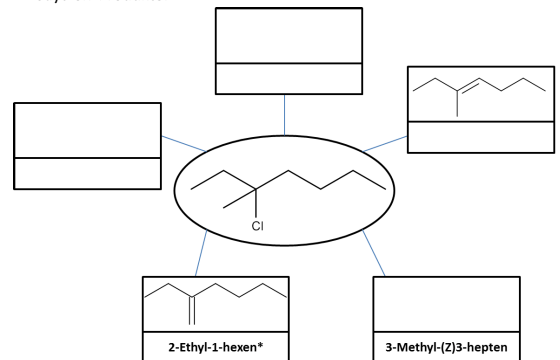
Edukte	Produkte	Mechanismus
		$A_E$
(E)2-Buten + Chlor	2,3-Dichlorbutan	
	2-Methyl-2-butanol	
		$A_N$
	2-Propoxy-2-pentanol	
Propanal + Ethanol	1-Ethoxy-1-propanol	

- Ein wichtiger Benzinzusatz wird industriell durch Addition von Methanol an 2-Methylpropen hergestellt.
  - Ist dies eine nucleophile oder eine elektrophile Addition?
  - Welche Regel greift bei dieser Reaktion?
  - Erstelle die Reaktionsgleichung a) mit Strukturformeln und b) mit Strichformeln.
  - Welche funktionelle Gruppe enthält das Produkt?
  - Versuche das Produkt systematisch zu benennen.
  - Der Handelsname dieses Produkts ist MTBE „Methyl-tertiär-butylether“. Versuche diesen (nicht systematischen) Namen zu erklären.

- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

## DIE ELIMINIERUNG

- Lies den Text → *Zusammenfassung* „Kapitel 9“ unter Punkt 6 „Die Eliminierung“ genau durch.
- Bei der Eliminierung von 3-Chlor-3-methylheptan können 5 verschiedene Alkene entstehen. Vervollständige das Diagramm und kennzeichne die Saytzeff-Produkte.



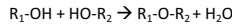
\*Hier zählt die **längste durchgehende C-Kette mit Doppelbindung** als Grundname, nicht die allgemein längste C-Kette.

- Die Umkehrreaktion der Eliminierung ist die Addition.
  - Entsteht bei der Addition von  $HBr$  an 3-Methyl-1-buten und anschließender Eliminierung wieder das Edukt? (unter Beachtung der Regeln von Markovnikow und Saytzeff)
  - Formuliere die Reaktionssequenz mit Strichformeln.
- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

## Carbonyle und Alkohole

Carbonylverbindungen (Carbonyle sind C=O Doppelbindungen) wie Aldehyde bzw. Ketone können ein Alkoholmolekül zu einem Halbacetal bzw. Halbketal addieren.

Diese Halbacetale bzw. Halbketale können mit einem weiteren Alkoholmolekül zu einem Acetal bzw. Ketal kondensieren. Hier wird zwischen den beiden OH-Gruppen ein Molekül Wasser abgespalten:



Aldehyde und Alkohole:	Ketone und Alkohole
Aldehyd + Alkohol $\rightarrow$ Halbacetal (nucleophile Addition $A_N$ )	Keton + Alkohol $\rightarrow$ Halbketal (nucleophile Addition $A_N$ )
Halbacetal + Alkohol $\rightarrow$ Acetal + Wasser (Kondensation)	Halbketal + Alkohol $\rightarrow$ Ketal + Wasser (Kondensation)

Diese Reaktionen treten z.B. bei Zuckermolekülen sehr häufig auf.

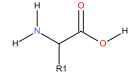
- Lies obigen Text und den Text  $\rightarrow$  Zusammenfassung „Kapitel 9“ unter Punkt 5 „Die nucleophile Addition“ und unter Punkt 9 „die Kondensation“ genau durch.
- Erstelle eine Reaktionsgleichung mit Strukturformeln für die Bildung eines Halbketals aus Butanon mit Ethanol und eines Ketals aus Butanon mit 2 Molekülen Ethanol.
- Baue die Produkte aus Aufgabe 2 als Molekülmodelle und zeige sie der Lehrperson.
- Moleküle mit einer Aldehyd- und einer Alkoholfunktion können ringförmige Halbacetale bilden. Erstelle die Reaktionsgleichung mit Strichformeln und baue das Produkt der Halbacetalbildung aus 4-Hydroxy-2-methyl-butanal als Molekülmodell.

- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

## Bei der Reaktion von Aminen mit Carbonsäuren entstehen „Amide“.

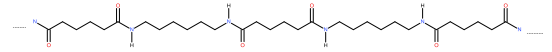
- Lies den Text  $\rightarrow$  Zusammenfassung „Kapitel 9“ Punkt 9 „Die Kondensation und Hydrolyse“ genau durch.
- Baue ein Amid als Molekülmodell welches aus Propansäure und Methylamin entstanden ist und zeige es deinem Lehrer. Notiere die Reaktionsgleichung (mit Strukturformeln) auf dein Lösungsblatt.

- Eiweißmoleküle sind lange Ketten aus „Aminosäuren“ folgender Struktur: (wobei  $R_1$  unterschiedliche Molekülgruppen sind).



Die Aminosäuren im Eiweiß sind über Kondensation miteinander verbunden. Zeichne ein Eiweißmolekül welches aus 3 Aminosäuren entstanden ist.

- Kunststoffe bestehen aus sehr langen Molekülen. Eine sehr wichtige Kunststoffgruppe sind die Polyamide. (z.B.: Strümpfe, Fallschirme, Gitarrensaiten, Kunststoffschrauben) Das erste PA war Nylon. Hier ein Ausschnitt des Moleküls:



- Aus welchen Molekülen wird Nylon hergestellt?
- Warum wird dieses Molekül auch „Polyamid 6.6“ genannt?

- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

## Bei der Reaktion von Alkoholen mit Carbonsäuren entstehen „Ester“.

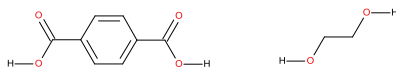
- Lies den Text  $\rightarrow$  Zusammenfassung „Kapitel 9“ Punkt 9 „Die Kondensation und Hydrolyse“ genau durch.
- Baue einen Ester als Molekülmodell welcher aus Propansäure und 2-Propanol entstanden ist und zeige das Modell deinem Lehrer. Notiere die Reaktionsgleichung (mit Strukturformeln) auf dein Lösungsblatt.
- Fette sind Moleküle mit 3 Estergruppen folgender Struktur: (wobei  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  unterschiedliche lange Kohlenwasserstoffketten sein können; mit meist 11 bis 23 Kohlenstoffen).



In den Fetten sind Glycerin (1,2,3-Propantriol) mit 3 Fettsäuren (langkettige Carbonsäuren) über Kondensation miteinander verbunden. Zeichne ein Fettmolekül (Strichformel) welches 3 Carbonsäuren mit je 12 Kohlenstoffen enthält.

- Kunststoffe bestehen aus sehr langen Molekülen. Eine sehr wichtige Kunststoffgruppe sind die Polyester: z.B. Getränkeflaschen aus PET (= Polyethylenterephthalat), CDs oder DVDs aus Polycarbonat.

PET wird aus den Molekülen Terephthalsäure (1,4-Benzoldicarbonsäure) und Glykol (1,2-Ethandiol) hergestellt:



Zeichne einen Ausschnitt des Polymers in Strichformel mit mindestens 3 Einheiten.

- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

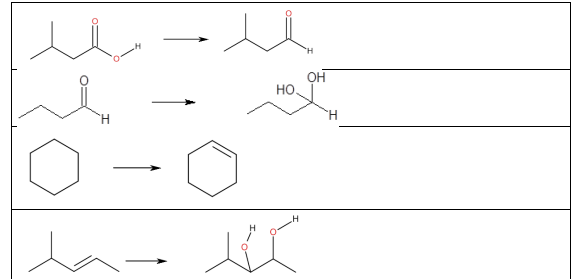
## REDUKTION UND OXIDATION IN DER ORGANISCHEN CHEMIE

- Lies den Text  $\rightarrow$  Zusammenfassung „Kapitel 9“ Punkt 8 „Die Oxidation und Reduktion in der organischen Chemie“ genau durch.

Ein Schritt einer Oxidation bzw. Reduktion lässt sich in der OC vereinfacht betrachten:

Oxidation	Reduktion
Aufnahme von einem Sauerstoffatom oder Abgabe von zwei Wasserstoffatomen	Abgabe von einem Sauerstoffatom oder Aufnahme von zwei Wasserstoffatomen

- Welche der folgenden Reaktionen sind Oxidationen und welche Reduktionen? (Vorsicht: Eine Reaktion ist weder Oxidation noch Reduktion)





- Bei einer häufig verwendeten Flasche mit der Flüssigkeit Benzaldehyd bilden sich im Laufe der Zeit Kristalle am Boden. Erkläre dieses Phänomen und versuche eine Reaktionsgleichung dazu zu erstellen

- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

## VERSUCH: OXIDATION IN DER ORGANISCHEN CHEMIE

- Bearbeite zuerst das Arbeitsblatt *Oxidation und Reduktion in der Organischen Chemie*.
- Führe folgende Versuche durch:

**Vorsicht! Die Lösungsmittel sind leicht brennbar und gesundheitsschädlich! Etikett beachten!**

An deinem Arbeitsplatz befinden sich ein Kupferdraht; Kartuschenbrenner, Pinzette, 1-Propanol  und 2-Propanol  Pipetten, kleine Reagenzgläser, sowie RGG-Ständer.

**Achte auf genügend Abstand zwischen Bunsenbrenner und Lösungsmittel! Schutzbrille tragen! lange Haare zusammenbinden!**

Fülle ein Reagenzglas zur Hälfte mit 1-Propanol und eines zur Hälfte mit 2-Propanol.

Halte einen Kupferdraht in eine kleine blaue Bunsenbrennerflamme, bis er eine dunkle Farbe angenommen hat und tauche den noch glühenden Draht anschließend in ein Reagenzglas mit 1-Propanol.

Wiederhole diesen Versuch mit 2-Propanol.

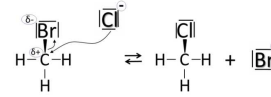
- Gib die Strukturformeln der zwei organischen Edukte an. Was bedeutet die „2“ in 2-Propanol?
- Welche Produkte (Name, Struktur- und Strichformel) entstehen bei den Reaktionen? Erstelle die Reaktionsgleichungen.

*(Zusatzinformation 1: Wenn Kupferblech erhitzt wird, entsteht Kupfer(II)oxid CuO. Wenn CuO unter diesen Bedingungen reagiert, entsteht als Nebenprodukt Wasser; Zusatzinformation 2: Die Reaktion läuft immer an dem Kohlenstoff mit der funktionellen Gruppe ab)*







- Lösungsblatt mit Versuchsbeschreibung und Skizze in die Mappe einheften.

## DIE NUCLEOPHILE SUBSTITUTION

- Lies den Text  $\rightarrow$  *Zusammenfassung* „Kapitel 9“ unter Punkt 6 „Die nucleophile Substitution ( $S_N$ )“ genau durch.
- Bei einer Substitution wird ein Molekülteil durch einen anderen ersetzt (= substituiert). Bei der  $S_N$  greift dabei ein meist negativ geladenes Teilchen an einer positivierten Stelle an („nucleophiler Angriff“ = Angriff an einer positivierten Stelle). Diese positivierte Stelle wird durch einen Rest mit hoher Elektronegativität (= zieht Bindungselektronen stark an sich) erzeugt.



- Vervollständige folgende Tabelle:

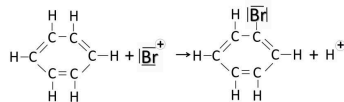
Edukte	Produkte
 + Br <sup>-</sup>	
2-Iod-Butan + Bromid	2-Brombutan +
 + Cl <sup>-</sup>	
..... + OH <sup>-</sup>	 + Hydroxid
	2-Methyl-2-butanol + Chlorid
 + NH <sub>3</sub>	
+ Ammoniak	Propylammonium + Bromid
 + 	
1-Brompropan + Ethanolat	Ethoxypropan + Bromid

- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

DIE ELEKTROPHILE SUBSTITUTION ( $S_E$ )







Diese Reaktion läuft an „aromatischen“ Molekülen wie z. B. Benzen ab.

- Lies den Text  $\rightarrow$  *Zusammenfassung* „Kapitel 9“ unter Punkt 7 „Die elektrophile Substitution ( $S_E$ )“ genau durch.
- Bei einer Substitution wird ein Molekülteil durch einen anderen ersetzt (= substituiert). Bei der  $S_E$  greift dabei ein meist positiv geladenes Teilchen an einer negativierten Stelle an („elektrophiler Angriff“ = Angriff an einer negativierten Stelle). Die Kohlenstoffe im Aromaten sind durch die vielen Doppelbindungselektronen leicht negativiert. Z.B.:



Das Br<sup>+</sup> stammt dabei aus der Spaltung von Br<sub>2</sub>  $\rightarrow$  Br<sup>+</sup> + Br<sup>-</sup>  
Als zweites Produkt entsteht also exakt: H<sup>+</sup> + Br<sup>-</sup>  $\rightarrow$  HBr

- Vervollständige folgende Tabelle:

Edukte	Produkte
 + Br <sub>2</sub>	 + H-Br
+ Brom	Brombenzen + Wasserstoffbromid
 + 	..... + H-Cl
	(1-Methyl)-ethylbenzen +
 + 	..... + H-Cl
+ Acetylchlorid	Acetylbenzen + Wasserstoffchlorid

- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

## ÜBERBLICKSWISSEN ZUM KAPITEL 8

## „GRUNDLAGEN DER ORGANISCHEN CHEMIE“

- Zeichne die Strichformeln und benenne alle Isomere mit der Summenformel
  - C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O (3 Isomere)
  - C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> (6 Isomere, ringförmige nicht vergessen!)
- Zeichne die Strichformeln und benenne alle isomeren Aldehyde und Ketone mit der Summenformel C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O. (3 Isomere)
- Zeichne die Strichformeln und benenne alle isomeren Carbonsäuren und Ester mit der Summenformel C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>. (6 Isomere)
- Bestimme die molare Masse folgender Moleküle, ordne sie nach steigendem Siedepunkt an und begründe deine Lösung: 2-Butanol, Pentan, Propansäure, Butanal, 2-Hydroxyethansäure.
- Lösungsblatt in die Mappe einheften.

DIE ELEKTROPHILE ZWEITSUBSTITUTION AM AROMATEN(S<sub>E</sub>)

- Lies den Text → *Zusammenfassung* „Kapitel 9: Die elektrophile Substitution (S<sub>E</sub>)“ und „die Zweitsubstitution“ genau durch.
- Wenn ein Benzenring bereits einen Substituenten enthält, kann eine weitere elektrophile Substitution an drei verschiedenen Positionen erfolgen: „ortho, meta und para“. Wo dieser Angriff erfolgt, bestimmt der „Erstsubstituent“.

Wenn der Erstsubstituent einen +M-Effekt hat, erfolgt der Angriff in ortho und para-Position und schneller als bei reinem Benzen. +M bedeutet: Der Rest kann Elektronen in den Ring liefern. (M kommt von **M**esomerie)



„+M-Reste sind ortho, para-dirigierend und aktivierend“

Solche Reste sind z.B. Amino- oder Hydroxygruppen

Bei einem –M-Effekt erfolgt der Angriff in meta-Position und langsamer als bei reinem Benzen. –M bedeutet: Der Rest entzieht dem Ring Elektronen.

„–M-Reste sind meta-dirigierend und deaktivierend“

Solche Reste sind z.B. Oxo- oder Carboxygruppen.

- Vervollständige folgende Tabelle:

Edukte	Produkte
	..... + H–Br
	..... + H–Cl oder ..... + H–Cl
	..... + H–Cl oder ..... + H–Cl

- Lösungsblatt in die Mappe einheften.