

2.5. Fragen zu Alkoholen und Ethern

Struktur und Benennung

Erkläre den Begriff der homologen Reihe anhand der ersten vier Alkanole.

Gib die Namen und Strukturformeln von drei Alkoholen an. Es soll mindestens ein mehrwertiger Alkohol dabei sein.

Elementarnachweise

Beschreibe den Nachweis von Kohlenstoff und Wasserstoff in Methanol anhand einer Reaktionsgleichung. Benenne alle Produkte und beschreibe ihre Identifizierung.

Beschreibe den Nachweis von Sauerstoff in Methanol anhand einer Reaktionsgleichung. Benenne alle Produkte und beschreibe ihre Identifizierung.

Zwischenmolekulare Kräfte (4)

Vergleiche die Eigenschaften von Glykol und Sorbitol anhand der Strukturformeln.

Zwischenmolekulare Kräfte (4)

- Zeichne die Strukturformel von Glycerin. (1)
- Wieviele Wasserstoffbrücken kann dieses Glycerinmolekül mit anderen Teilchen ausbilden? (1)
- Zeichne die möglichen Wasserstoffbrücken in die Strukturformel ein. (2)

Zwischenmolekulare Kräfte und Siedepunkte (4)

Ordne die drei Stoffe Propan, Propen und Propanol nach Siedepunkten und begründe anhand der Strukturformeln und der zwischenmolekularen Kräfte

Ordne die drei Stoffe Wasser, Ethanol und Ethan nach aufsteigendem Siedepunkt. Begründe Deine Antwort anhand der drei Strukturformeln und der zwischenmolekularen Kräfte.

Ordne die drei Stoffe Propan, Glycerin und Propanol nach Siedepunkten und begründe an Hand der Strukturformeln und der zwischenmolekularen Kräfte.

Zwischenmolekulare Kräfte und Löslichkeit (4)

- Zeichne die Strukturformeln von Methanol und Dekanol. (2)
- Markiere jeweils den polaren und den unpolaren Anteil des Moleküls. (2)
- Gib für die beiden Alkohole jeweils ein passendes Lösungsmittel an. (1)

Zwischenmolekulare Kräfte und Löslichkeit (4)

Begründe anhand der Strukturformeln, warum Wasser und Methanol ineinander löslich sind.

Zwischenmolekulare Kräfte und Löslichkeit (4)

Begründe anhand der Strukturformeln, warum Nonan und Nonanol ineinander löslich sind.

Zwischenmolekulare Kräfte und Löslichkeit (4)

Ein Laborgerät soll von Salzresten gereinigt werden. Als Reinigungsmittel stehen Methanol und Hexanol zur Verfügung. Welcher Alkohol ist besser geeignet? Begründe Deine Antwort!

Zwischenmolekulare Kräfte und Löslichkeit (4)

Ein Laborgerät soll von Fettresten gereinigt werden. Als Reinigungsmittel stehen Methanol und Hexanol zur Verfügung. Welcher Alkohol ist besser geeignet? Begründe Deine Antwort!

Herstellung der Alkohole

Was bedeuten die Begriffe Oxidation und Reduktion?

Beschreibe die Reaktion von Kalkwasser mit Kohlensäure mit einer Reaktionsgleichung. Gib außerdem die Namen aller beteiligten Stoffe an.

Ethandiol lässt sich in drei Schritten aus Ethan herstellen. Gib die Reaktionsgleichungen und die Reaktionstypen mit Strukturformeln und Namen für die drei Schritte an.

Herstellung der Alkohole

- Beschreibe die Entstehung von Trinkalkohol durch alkoholische Gärung mit einer Reaktionsgleichung und benenne alle beteiligten Stoffe sowie den Reaktionstyp.
- Beschreibe die Rolle des Gärrohrs bei der alkoholischen Gärung.

Herstellung der Alkohole

Bei der alkoholischen Gärung wird ein Gärrohr als Ventil verwendet. Es verhindert das Eintreten von Gasen, erlaubt dagegen den Austritt von Gasen.

Gib jeweils mit Begründung an

- welche Gase austreten müssen
- welche Gase nicht eintreten dürfen.

Nukleophile Substitution

Beschreibe anhand einer Reaktionsgleichung mit Strukturformeln und Namen

- die Umwandlung eines Chloralkans in den entsprechenden Alkohol
- die Umwandlung eines Alkohols in das entsprechende Chloralkan

Eliminierung

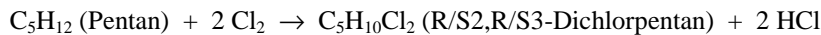
Beschreibe die Herstellung von 2-Methyl-Prop-1-en durch eine Reaktionsgleichung mit Strukturformeln und benenne alle beteiligten Stoffe.

Herstellung von ungesättigten Alkoholen (7,5)

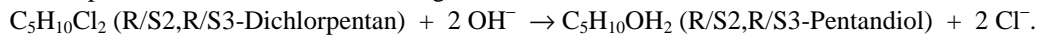
Beschreibe die Herstellung von L-Pent-1-en-3-ol aus Pentan. Gib Reaktionsgleichungen, Reaktionstypen und die Strukturen aller Zwischenprodukte an.

Lösung

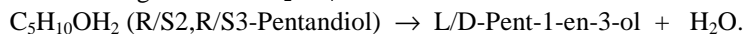
- Radikalische Substitution mit UV-Licht:



- Nukleophile Substitution mit Natronlauge:

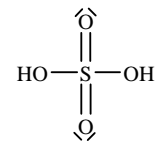


- Eliminierung mit konz. H_2SO_4 :

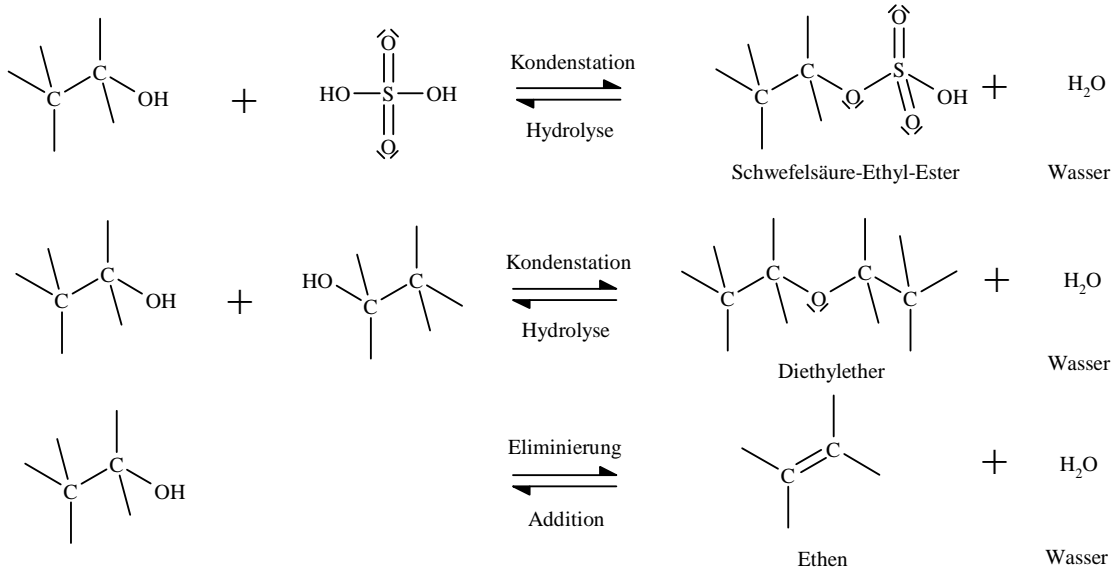


Reaktion von Alkohol mit Säure

Ethanol wird mit Schwefelsäure H_2SO_4 erwärmt (Strukturformel links abgebildet). Beschreibe drei verschiedene Reaktionen mit Strukturformeln, gib die Reaktionstypen an und benenne die Endprodukte.



Lösung



Reaktion von Alkohol mit Säuren

Ein Gemisch aus Propanol-1 und Ethanol wird mit etwas Schwefelsäure erwärmt. Gib die Strukturformeln und Namen von vier möglichen Produkten an.

R-2-Butanol reagiert mit Chlorwasserstoffgas. Gib die Reaktionsgleichungen und die Reaktionstypen mit Strukturformeln und Namen für die Entstehung von vier verschiedenen Produkten an.

S-2-Pentanol reagiert mit Chlorwasserstoffgas. Gib die Reaktionsgleichungen und die Reaktionstypen mit Strukturformeln und Namen für die Entstehung von vier verschiedenen Produkten an.

Ethanol reagiert mit Phosphorsäure. Gib die Reaktionsgleichungen und die Reaktionstypen mit Strukturformeln und Namen für die Entstehung von zwei verschiedenen Produkten an.

Reaktion von ungesättigten Alkoholen mit Salzsäure(7,5)

Trans-But-2-en-1-ol wird mit konzentrierter Salzsäure versetzt und erwärmt. Formuliere drei mögliche Reaktionen mit Reaktionsgleichung und gib jeweils den Reaktionstyp sowie die Namen und Strukturen der Produkte an.

Lösung

1. Elektrophile Addition:
 $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCH}_2\text{OH}$ (L/D-2-Chlorbutenol-1)
oder
 $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (L/D-3-Chlorbutenol-1)
2. Elektrophile Addition:
 $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (L/D-3-Methylhept-5-en-1-ol)
oder
 $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{OH}$ (L/D-2-Ethylhex-4-en-1-ol)
3. Nukleophile Substitution:
 $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{OCH}_2\text{CHCHCH}_3$ (Di-2-Butenyl-ether)

Herstellung der Ether

Beschreibe die Herstellung von Methyl-Butyl-ether durch eine Reaktionsgleichung mit Strukturformeln und benenne alle beteiligten Stoffe. Es sollen keine weiteren Ether bei der Synthese entstehen.

Beschreibe die Herstellung von Ethyl-Propyl-ether durch eine Reaktionsgleichung mit Strukturformeln und benenne alle beteiligten Stoffe. Es sollen keine weiteren Ether bei der Synthese entstehen.

Diethylether läßt sich in drei Schritten aus Ethan herstellen. Gib die Reaktionsgleichungen und die Reaktionstypen mit Strukturformeln und Namen für die drei Syntheseschritte an.

Ethylpropylether läßt sich auf drei verschiedene Arten herstellen. Gib die Reaktionsgleichungen und die Reaktionstypen mit Strukturformeln und Namen für alle drei Synthesen an.

Herstellung der Ether (7,5)

Beschreibe drei Synthesemöglichkeiten für Methyl-Ethyl-Ether. Gib Reaktionsgleichungen, Reaktionstypen und die Strukturen aller Zwischenprodukte an.

Lösung

1. Nukleophile Substitution mit konz. Schwefelsäure über Methyl- oder Ethyloxoniumion:
 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
2. Nukleophile Substitution mit Natrium über Methanolat: $\text{CH}_3\text{O}^-\text{Na}^+ + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{NaBr}$
3. Nukleophile Substitution mit Natrium über Ethanolat: $\text{CH}_3\text{Br} + \text{C}_2\text{H}_5\text{BO}^-\text{Na}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{NaBr}$

Reaktion von Ether mit Säure

Ethylpropylether reagiert mit Phosphorsäure. Gib die Reaktionsgleichungen und die Reaktionstypen mit Strukturformeln und Namen für die Entstehung von sechs verschiedenen Produkten an.

Diethylether reagiert mit konzentrierter Salzsäure. Gib die Reaktionsgleichungen und die Reaktionstypen mit Strukturformeln und Namen für die Entstehung von zwei verschiedenen Produkten an.

Oxidation der Alkohole

a) Beschreibe die Oxidation von Propanol durch Kupferoxid mit einer Reaktionsgleichung und benenne die Reaktionsprodukte.

b) Gib die Strukturformeln der beiden Isomeren von Propanol an.

Oxidation der Alkohole

Beschreibe die Oxidation von Pentanol durch Luftsauerstoff mit einer Reaktionsgleichung. Gib außerdem die Namen aller beteiligten Stoffe an.

Oxidation der Alkohole

Beschreibe die Oxidation von Pentan-2-ol mit heißem Kupferoxid CuO mit Hilfe von Strukturformeln. Gib die Oxidationszahlen aller C- und O-Atome an und beschreibe den Elektronenübergang mit Pfeilen. Benenne außerdem alle Edukte und Produkte. Nenne ein Isomeres von Pentan-2-ol, welches sich **nicht** mit heißem CuO oxidieren lässt.

Reaktion von Alkoholen mit Chromsäure (7,5)

Cyclopentanol wird mit konzentrierter Chromsäure H_2CrO_4 versetzt und erwärmt. Formuliere drei mögliche Reaktionen mit Reaktionsgleichung und gib jeweils den Reaktionstyp sowie die Namen und Strukturen der Produkte an. Hinweis: Chromsäure kann zu Chromtrioxid Cr_2O_3 und Wasser H_2O reduziert werden

Lösung

1. Nukleophile Substitution: $C_5H_9OH + H_2CrO_4 \rightarrow C_5H_9OCrO_3H$ (Chromsäure-Cyclopentylester) + H_2O
2. Nukleophile Substitution: $C_5H_9OH + C_5H_9OH \rightarrow C_5H_9OC_5H_9$ (Dicyclopentylether) + H_2O
3. Eliminierung: $C_5H_9OH \rightarrow C_5H_8$ (Cyclopenten) + H_2O
4. Oxidation: $3 C_5H_9OH + 2 H_2CrO_4 \rightarrow 3 C_5H_8O + Cr_2O_3 + 5 H_2O$

Funktionelle Gruppen im Vergleich

Gib für die folgenden Stoffklassen für jede typische Reaktion ein Beispiel an. Formuliere je eine Reaktionsgleichung mit den Strukturformeln und Namen aller Edukte und Produkte:

- a) Alkane (2x)
- b) Alkene (4x)
- c) Alkine (4x)
- d) Halogenalkane (4x)
- e) Aminoalkane (1x)
- f) Alkohole (5x)
- g) Ether (1x)

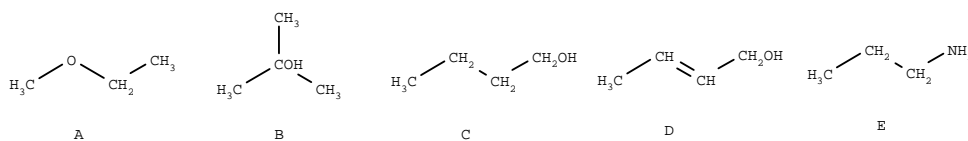
Funktionelle Gruppen im Vergleich

Gib Sie für die folgenden Stoffklassen einen Nachweis an. Formuliere je eine Reaktionsgleichung mit den Strukturformeln und Namen aller Edukte und Produkte oder verweise auf die entsprechende Gleichung aus Aufgabe 1.

- a) Alkane (1x)
- b) Alkene (1x)
- c) Halogenalkane (1x)
- d) Aminoalkane (1x)
- e) Alkohole (4x)
- f) Ether (1x)

Aufgabe 1: Identifizierung funktioneller Gruppen

Fünf unbeschriftete Bechergläser enthalten die folgenden fünf Verbindungen A, B, C, D und E:



- a) Benenne die fünf Verbindungen! (4)
- b) Mit welchen Nachweisen lassen sich die fünf Verbindungen den fünf Bechergläsern zuordnen? Formuliere vier Nachweisreaktionen mit Reaktionsgleichung und gib jeweils den Reaktionstyp sowie die Struktur eines möglichen Produktes an. (11)

Lösung

Teil a)

A: Methylethylether, B: 2-Methylpropan-2-ol, C: Butan-1-ol, D: trans-2-Buten-1-ol, E: Propylamin

Teil b)

1. Indikator: Säure-Base-Reaktion bei Propylamin:
 $C_3H_7NH_2 + H_2O \rightarrow C_3H_7NH_3^+$ (Propylammonium) $+ OH^-$.
2. Zugabe von Brom: Elektrophile Addition bei 2-Butenol-1:
 $CH_3CH=CHCH_2OH + Br_2 \rightarrow CH_3CHBrCHBrCH_2OH$ (R/S2,R/S3-Dibrombutan-2-ol)
3. Zugabe von Natrium: Redoxreaktion bei den Alkoholen, z.B.:
 $2 C_4H_9OH + 2 Na \rightarrow 2 C_4H_9O^-$ (Butanolat-1) + $2 Na^+$ + H_2
und beim Amin, z.B. $2 C_3H_7NH_2 + 2 Na \rightarrow 2 C_3H_7NH^-$ (Propylamid) + $2 Na^+$ + H_2 .
4. Reaktion mit heißem Kupferoxid: Die beiden primären Alkohole werden oxidiert, z.B.
 $C_4H_9OH + CuO \rightarrow C_3H_7CHO$ (Propenal) + $Cu + H_2O$

Identifizierung funktioneller Gruppen (15)

Fünf unbeschriftete Bechergläser A, B, C, D und E enthalten die folgenden fünf Verbindungen:

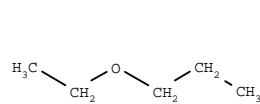
- Ethyl-Propylether
- 2-Methylbutanol-2
- Cyclopentanol
- L-Pent-1-en-3-ol
- 1-Aminopentan

a) Gib die Strukturformeln der fünf Verbindungen an.

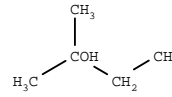
b) Mit welchen Nachweisen lassen sich die fünf Verbindungen den fünf Bechergläsern zuordnen? Formuliere vier Nachweisreaktion mit Reaktionsgleichung und gib jeweils den Reaktionstyp sowie die Struktur eines möglichen Produktes an.

Lösung

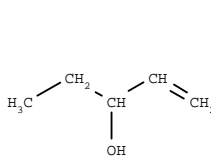
Teil a)



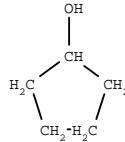
Ethyl-Propylether



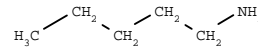
2-Methyl-Butanol-2



L/D-Pent-1-en-3-ol



Cyclopentanol



1-Aminopentan

Teil b)

1. Indikator:

Säure-Base-Reaktion bei Pentylamin: $C_5H_{11}NH_2 + H_2O \rightarrow C_5H_{11}NH_3^+ + OH^-$ (Pentylammonium) + OH^- .

2. Zugabe von Brom:

Elektrophile Addition bei L-Pent-1-en-3-ol:

$CH_3CH_2CHOHCH=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_3CH_2CHOHCHBrCH_2Br$ (R/S2,R/S3-1,2-Dibrompentanol-3)

3. Zugabe von Natrium:

Redoxreaktion bei den Alkoholen, z.B.: $2 C_5H_9OH + 2 Na \rightarrow 2 C_5H_9O^- + 2 Na^+ + H_2$ (Cyclopentanolat) + $2 Na^+ + H_2$

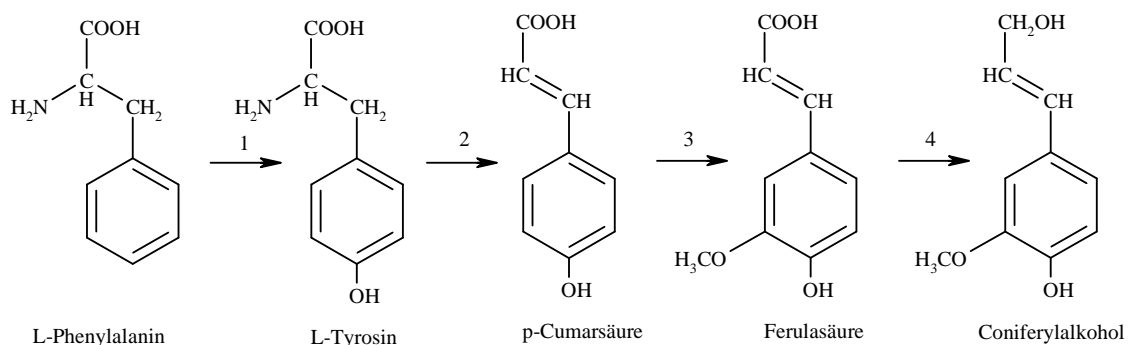
und beim Amin, z.B. $2 C_5H_{11}NH_2 + 2 Na \rightarrow 2 C_5H_{11}NH^- + 2 Na^+ + H_2$.

4. Reaktion mit heißem Kupferoxid:

Die beiden sekundären Alkohole werden oxidiert, z.B. $C_5H_9OH + CuO \rightarrow C_5H_8O$ (Cyclopropenon) + $Cu + H_2O$

Reaktionen bei der Synthese von Lignin (11)

Lignin, der Gerüststoff des Holzes, wird aus der Aminosäure Phenylalanin synthetisiert. Dabei entsteht zunächst in 4 Schritten der Coniferylalkohol:



a) Kennzeichne jeden der vier Schritte mit Hilfe von Oxidationszahlen als Oxidation oder Reduktion. (4)

b) Ergänze bei jedem Schritte die fehlenden Edukte oder Produkte (Wasser, Sauerstoff oder Methanol) (4)

c) Der Coniferylalkohol lässt sich an drei Stellen über C-C-Bindungen und Etherbrücken mit anderen Coniferylalkohol-Molekülen vernetzen. Markiere diese drei Stellen und nenne den Typ der dabei stattfindenden Reaktionen (3)

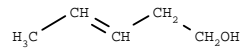
Aufgabe 1: Identifizierung funktioneller Gruppen

Drei Bechergläser A, B und C enthalten drei Verbindungen mit der Summenformel $C_5H_{10}O$. Es werden zwei Experimente durchgeführt:

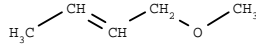
- Zugabe von Natrium: Verbindung A entwickelt Wasserstoff, B und C zeigen keine Reaktion.
 - Zugabe von Bromwasser: A und B entfärben Bromwasser, C zeigt keine Reaktion.
- Zeichne je eine mögliche Strukturformel für A, B und C und benenne eine davon. (4)
 - Ordne die drei Verbindungen nach Siedepunkten und begründe. (2)
 - Beschreibe die drei obigen Reaktionen durch eine Reaktionsgleichung und gib den Reaktionstyp an. (6)

Lösung

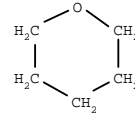
a)



A: 3-Pentanol



B: 2-Butenyl-Methyl-Ether



C: Oxacyclohexan

- A kann H-Brücken bilden und besitzt daher den höchsten Siedepunkt. Die kettenförmige Verbindung B hat eine größere Oberfläche als die ringförmige Verbindung C. Sie kann daher stärkere Van-der-Waals-Kräfte ausüben und besitzt den zweithöchsten Siedepunkt.
- $2 C_5H_9OH + 2 Na \rightarrow 2 C_5H_9O^- + 2 Na^+ + H_2$ (Redoxreaktion)
 $C_5H_9OH + Br_2 \rightarrow C_5H_9Br_2OH$ (elektrophile Addition)
 $C_4H_7OCH_3 + Br_2 \rightarrow C_4H_7Br_2OCH_3$ (elektrophile Addition)

Aufgabe 2: Reaktion mit Salzsäure

Die drei Bechergläser aus Aufgabe 1 werden mit konzentrierter Salzsäure versetzt und erwärmt.

- Beschreibe je eine mögliche Reaktion der Verbindungen A, B und C durch eine Reaktionsgleichung und gib den Reaktionstyp an. (6)
- Gib die Strukturformeln und die Namen der jeweiligen Endprodukte an. (6)
- Formuliere den Mechanismus für eine der drei Reaktionen aus a). (3)

Lösung

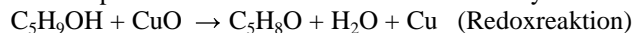
- $C_5H_9OH + HCl \rightarrow C_5H_{10}ClOH$ (elektrophile Addition zu 3-Chlorpentanol oder 4-Chlorpentanol)
 $C_5H_9OH + HCl \rightarrow C_5H_9Cl + H_2O$ (nukleophile Substitution zu 1-Chlorpenten-3)
 $2 C_5H_9OH \rightarrow C_5H_9OC_5H_9 + H_2O$ (nukleophile Substitution zu Di-3-Pentenylether)
 $C_4H_7OCH_3 + H_2O \rightarrow C_4H_7OH + CH_3OH$ (nukleophile Substitution zu 2-Butenol und Methanol)
 $C_5H_{10}O + H_2O \rightarrow HOC_5H_{10}OH$ (nukleophile Substitution zu 1,5-Pentandiol)
- Alle nukleophilen Substitutionen verlaufen über (Di)-Alkyloxonium-Ionen.

Aufgabe 3: Sanfte Oxidation

Die drei Verbindungen aus Aufgabe 1 werden mit Kupfer-II-oxid versetzt und erwärmt. Erkläre anhand von Reaktionsgleichungen, wie sich die drei Verbindungen bei diesem Experiment verhalten. (3)

Lösung

Nur der primäre Alkohol A lässt sich zum Aldehyd oxidieren, wobei elementares Kupfer entsteht:



Die beiden Ether B und C lassen sich dagegen nicht oxidieren.