

Versuch: Darstellung des Dibenzalacetons

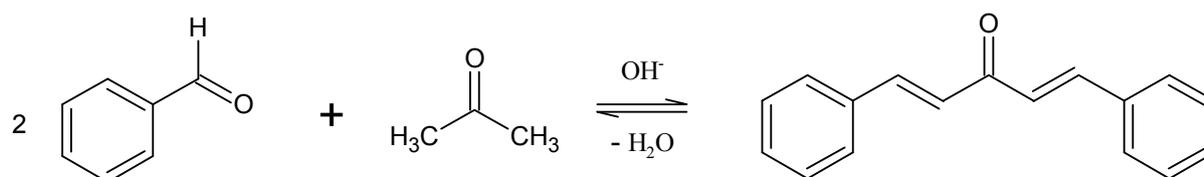
Zeitbedarf:

Vorbereitung: 5 Minuten

Durchführung: 10 – 15 Minuten, nach Umkristallisation noch mal 5 Minuten +
Trocknungszeit

Nachbereitung: 5 Minuten

Reaktionsgleichungen:



Chemikalien:

Chemikalie	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Bemerkung
Benzaldehyd C ₆ H ₅ CHO	2 mL	22	24	Xn	Sek. I
Aceton C ₃ H ₆ O	1 mL	11-36-66-67	9-16-26	F, Xi	Sek.I
Ethanol C ₂ H ₅ OH	200 mL	11	7-16	F	Sek.I
Natriumhydroxid NaOH	1 mL	35	26-37/39-45	C	Gesättigte Lösung, Sek.I

Geräte:

Reagenzglas

Messpipette

Peleusball

3 50 mL-Bechergläser

Glasstab

Reagenzglasständer

Büchnertrichter

Absaugflasche

Membranpumpe

Filterpapier

Spatel

Magnetrührer mit Rührfisch

Kapillare zur Schmelzpunktsbestimmung

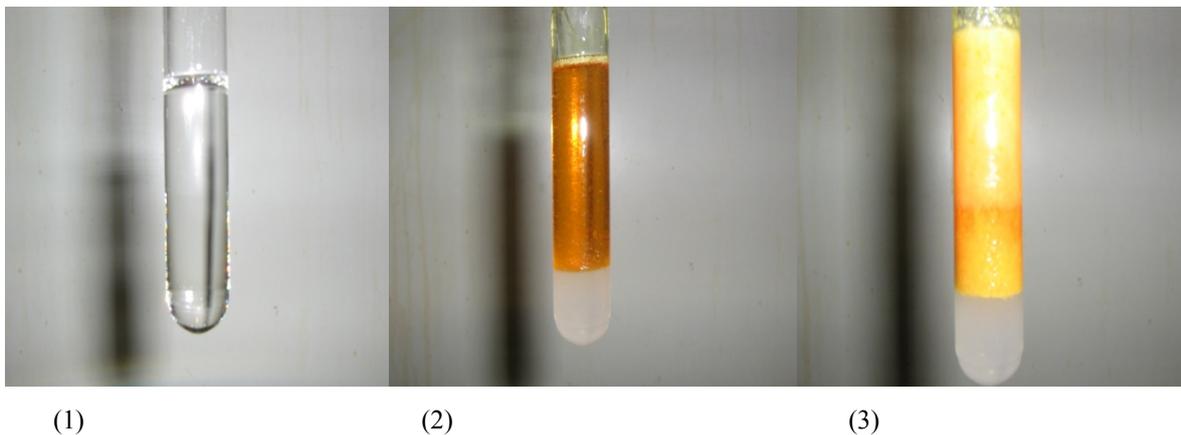
Gerät zur Schmelzpunktsbestimmung

Durchführung:

In einem Reagenzglas gibt man zu etwa 2 mL Benzaldehyd 1 mL Aceton und als Lösungsmittel ca. 4 mL Ethanol. Durch Zugabe von 1 mL gesättigter Natronlauge wird die Reaktion gestartet. Nach einigen Minuten reibt man die Reagenzglaswand vorsichtig mit einem Glasstab. Was beobachtet man im Verlauf von etwa 5 Minuten? Das Reaktionsprodukt wird auf einem Büchnertrichter abgesaugt, mit Ethanol gewaschen und durch Umkristallisation aus Ethanol gereinigt. Bestimmen Sie anschließend den Schmelzpunkt! (Literaturwert: 112 °C)

Beobachtung:

Die Zugabe von Natronlauge bewirkt, dass die anfangs durchsichtige, klare Lösung (1) sich über gelblich nach intensiv orange (2) verfärbt und ein orangefarbener Stoff ausfällt. Es liegen dann drei klar voneinander getrennte Phasen vor, die unterschiedlich gefärbt (3) sind:



Das Reiben mit dem Glasstab verursachte keine sichtbare Veränderung.

Gießt man das Gemisch auf das Filterpapier des Büchnertrichters, so enthält die mittlere, orange Schicht eine gummiartige Substanz (4).

Durch das Absaugen kann diese jedoch nicht komplett getrocknet werden. Beim Umkristallisieren mit Ethanol fiel das Produkt nicht wieder aus, so dass weder Ausbeute noch Schmelzpunkt ermittelt werden konnten.



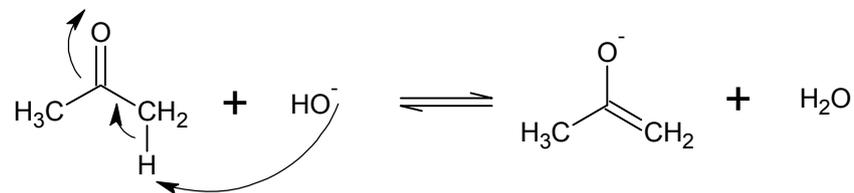
(4)

Entsorgung:

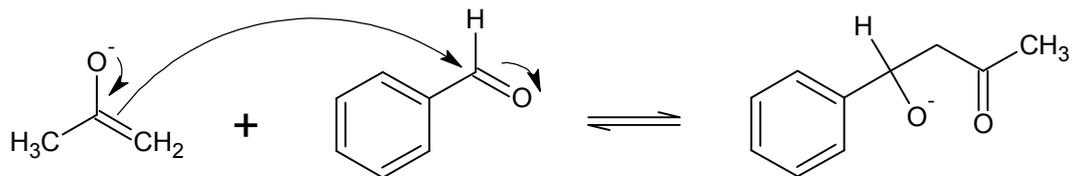
Die Filtrate werden neutral in die organischen Lösungsmittelabfälle gegeben. Der (eigentlich) erhaltene Feststoff kommt nach dem Trocknen in die Feststofftonne.

Fachliche Analyse:

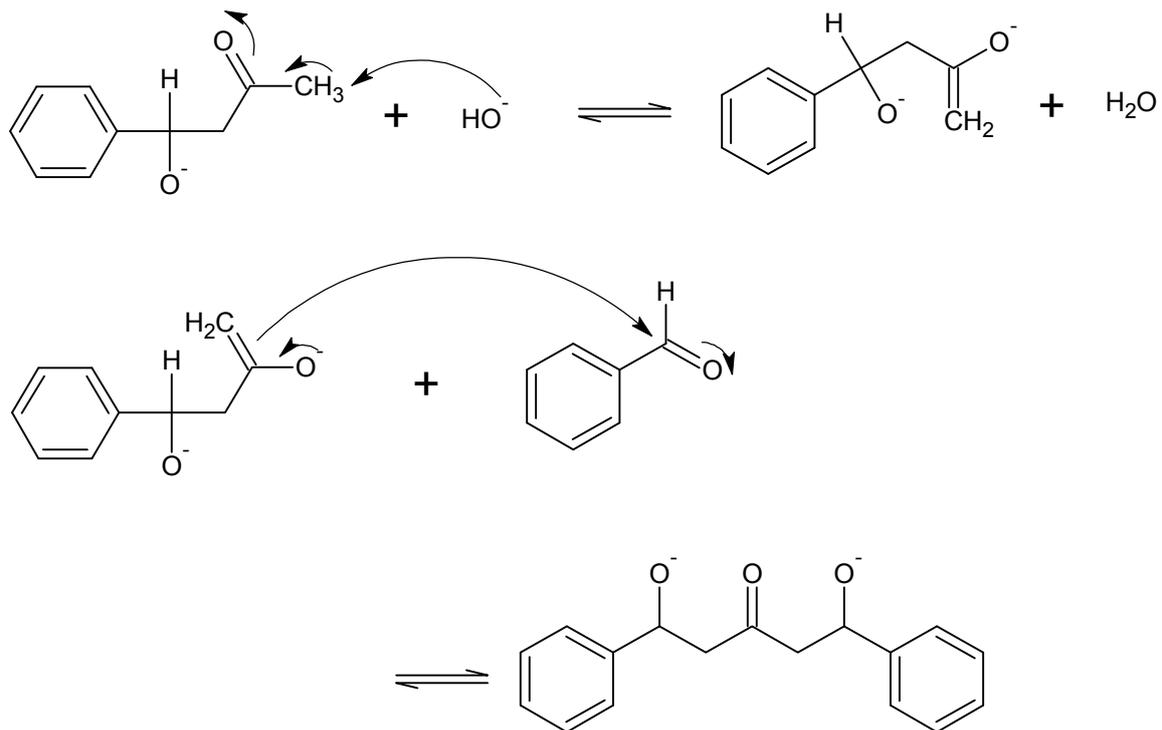
Das Produkt Dibenzalacetone entsteht durch Reaktion von Benzaldehyd mit Aceton. Formal handelt es sich dabei um eine Aldolkondensationsreaktion. Hier spielt die doppelte Funktionalität von Carbonylverbindungen eine Rolle: Sie sind zum einen elektrophil am Carbonylkohlenstoff und zum anderen potentiell nucleophil am benachbarten α -C-Atom. Um neue Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen zu erzeugen, lässt man ein Enolat am Carbonylkohlenstoff angreifen. Ein Enolat entsteht formal durch Abspaltung eines Protons am α -C eines Aldehyds oder Ketons, da dieses leicht sauer ist und mit einer starken Base, hier NaOH, abstrahiert werden kann:



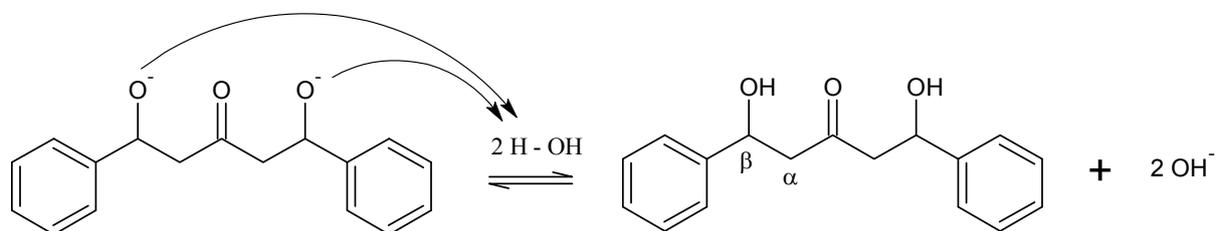
Es stellt sich unter basischen Bedingungen ein Gleichgewicht zwischen Aldehyd und dem entsprechenden Enolation ein. Im nächsten Schritt greift das Enolation nucleophil am positiv polarisierten Carbonylkohlenstoff des Benzaldehyds an, von dem es im Überschuss umgeben ist. Dadurch wird das Gleichgewicht in den nächsten Schritten auf die Seite des Produktes gezogen:



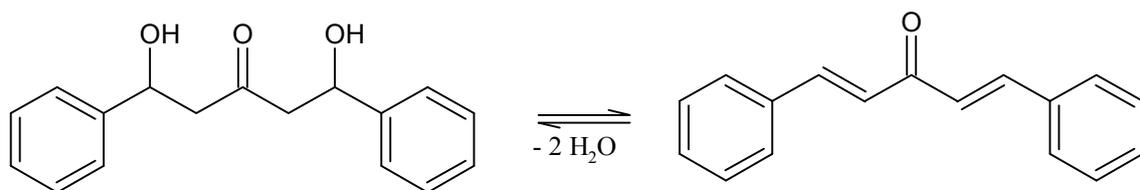
Durch weitere Hydroxidionen wird wieder ein Enolation gebildet, das wiederum nucleophil am Benzaldehyd angreifen kann:



Das entstehende Wasser protoniert das Addukt, es entsteht formal ein Aldehydalkohol, das sogenannte Aldol, eine β -Hydroxycarbonylverbindung:



Durch langsame Kondensation entsteht das Produkt Dibenzalacetone, ein α - β -ungesättigtes Keton:



Die Hydroxidionen fungieren bei dieser Reaktion als Katalysator, verbraucht werden während der Reaktion nachgebildet.

Dibenzalaceton findet Anwendung in der Organometallchemie, zum Beispiel als Ligand an Palladium.

Auch in der Natur sind Aldolkondensationen von Bedeutung: Das am häufigsten in Säugetieren vorkommende Faserprotein Collagen entsteht ebenfalls nach diesem Mechanismus, dabei werden Lysinreste durch Enzyme zu Aldehydderivaten umgeformt, die dann durch Aldolkondensation zwei solcher Derivate zu einer mehr oder weniger vernetzten Polypeptidkette führt. Die Polypeptidkette an sich besteht aus Tropocollagenmolekülen.

Der Versuch wurde insgesamt dreimal durchgeführt, jedoch wurde stets nur der nach Bittermandel riechende gummiartige Feststoff erhalten. Laut eigener Recherchen sollte man aber eigentlich ein kristallines Produkt erhalten, wobei das Reiben mit dem Glasstab an der Reagenzglaswand zur Impfkristallerzeugung dann auch Sinn machen würde. Ein möglicher Fehler könnte sein, dass die Natronlauge nicht gesättigt war und somit der Katalysator für diese Reaktion nicht in ausreichender Form vorhanden war und somit nur ein geringer Teil der Edukte zum erforderlichen Endprodukt reagiert hätte, was auch den typischen Bittermandelgeruch des Benzaldehyds beim erhaltenen Produkt erklären würde. Eine weitere Fehlerquelle war auch, dass zum Umkristallisieren zu viel Lösungsmittel verwendet wurde.

Didaktisch-methodische Analyse:

Einordnung:

Dieser Versuch trägt sicher stark weiterführenden Charakter. Im Lehrplan ist die Aldolkondensation nicht festgehalten, könnte aber in einem Leistungskurs bei genügend Zeit durchaus behandelt werden. Dies könnte entweder beim Thema Carbonyle oder beim Thema Makromoleküle in der Natur anhand des Beispiels Kollagen (siehe oben) geschehen. Doch zuvor müssen die Schüler die Reaktivität der eigentlichen Carbonylgruppe hinreichend verstehen, bevor auf das α -C-Atom eingegangen wird. Anwendung würde das Thema in Hinsicht auf den Mechanismus wahrscheinlich nur im Leistungskurs finden und könnte dort in Form eines (interessant gestalteten!) Lehrervortrags präsentiert werden oder als

weiterführende Aufgabe auch von den Schülern entwickelt werden. Hier gelingt die Verknüpfung zum Fach Biologie.

Aufwand:

An sich ist der Versuch sehr unkompliziert, was durchaus für eine Durchführung im Unterricht sprechen könnte. Die Trocknung des erhaltenen Feststoffes ist nicht unbedingt von Nöten, um mit den Ergebnissen weiterarbeiten zu können. Alle verwendeten Chemikalien dürfen problemlos in der Schule verwendet werden.

Durchführung:

Hier war das Problem, dass der Versuch leider nicht zum gewünschten Produkt oder zumindest nicht zur gewünschten Konsistenz geführt hat, somit ist die Einsatzfähigkeit schwer zu beurteilen. An sich sind die Effekte gut erkennbar und der Versuch kann sowohl als Lehrer- oder auch als Schülerversuch durchgeführt werden. Allerdings sollte man überlegen, ob dieser Versuch nicht eher wertvolle Unterrichtszeit verbraucht, da er nicht einleuchtend ein bestimmtes Reaktionsprinzip auf den ersten Blick verdeutlicht. Das ganze Thema der Aldolkondensation wird, wenn überhaupt, nur beschränkt Anwendung im Chemieunterricht finden, so dass dieser Versuch nicht unbedingt als nützlicher oder geeigneter Schulversuch einzustufen ist.

Literaturangaben:

Aurich, Rinze: *Chemisches Praktikum für Mediziner*, 5. Auflage, Teubner Studienbücher, Wiesbaden, 2007

Vollhardt, K.P.C., Schore, N.E., *Organische Chemie*, 4. Aufl., Wiley-VCH Weinheim, 2005

Soester Liste

Hessischer Lehrplan Chemie für den gymnasialen Bildungsgang, Klasse 7G bis 12G