

Proteine – Eine haarige Sache

Haare bestehen aus Keratin, das eine α -Helix-Struktur zeigt. Jeweils zwei α -Helices sind zu einer Doppelhelix zusammen gelagert und zwei Doppelhelices umwinden sich zu einem Protofilament. Acht dieser Protofilamente bilden eine Mikrofibrille, die im Elektronenmikroskop als Längseinheit der Faserschicht des Haares zu erkennen ist.

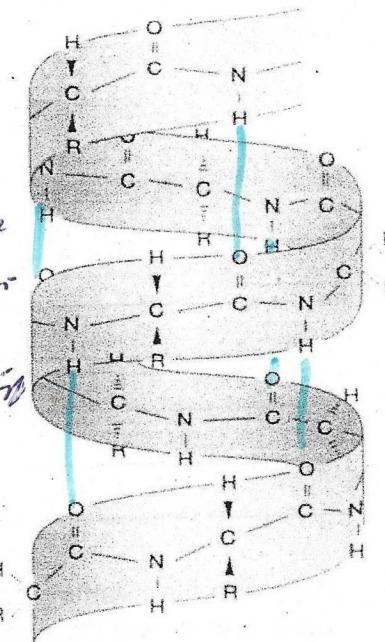
- Die räumliche Struktur der α -Helix wird durch Wasserstoffbrückenbindungen stabilisiert. Zeichnen Sie Wasserstoffbrückenbindungen in die Abbildung ein und erklären Ihre Entstehung.

Das Protein ist rechtsgängig gewunden. Dabei liegen die N-H Gruppe mit der vorher darauf folgenden C=O Gruppe übereinander. Es entstehen Wasserstoffbrückenbindungen zwischen dem O Atoms der, welche negativ polarisiert ist und dem H Atom, welches positiv polarisiert ist.

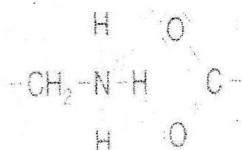
- Erklären Sie die relative Dehnbarkeit und Elastizität von Haaren.

Durch das Dehnen der Haare werden die Wasserstoffbrückenbindungen zerstört und die Helix wird "lang" gezogen. Durch das Loslassen werden die Wasserstoffbrücken wieder neu ausgebildet.

- Die Peptidketten im Keratin des Haars werden durch unterschiedliche Bindungen miteinander verbunden. Beschriften Sie die Abbildung mit dem Namen der jeweiligen Bindungstypen.



Disulfidbindung



Ionenbindung



Wasserstoffbrückenbindungen



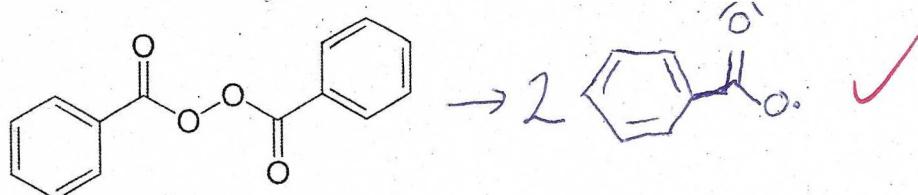
Wasserstoffbrückenbindung



van-der-Waals-Kräfte

Kurztest Polymerisation

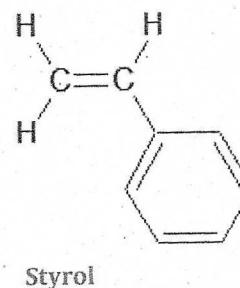
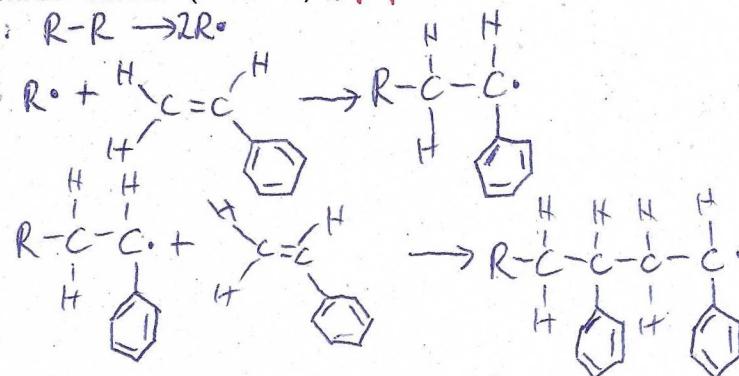
- 1.) Dibenzoylperoxid ist ein klassischer Radikalstarter für die Polymerisation von Styrol. Formulieren Sie eine mögliche Radikalbildung ausgehend von diesem Molekül. (3) 13



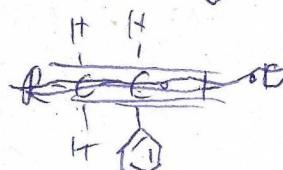
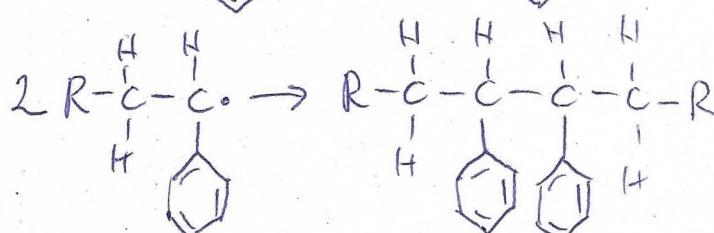
- 2.) Notieren Sie den gesamten Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation ausgehend vom Styrol. Für die weiteren Reaktionsschritte dürfen Sie das Radikal mit R abkürzen. Formulieren Sie mindestens zwei verschiedene Kettenabbruchreaktionen. (3+ 5 +6). 114

Stossreaktion: $R-R \rightarrow 2R\cdot$

Kettenaddition: $R\cdot + \text{Styrol} \rightarrow \text{Styrol-R}\cdot$



Kettenabbruch: $R\cdot + R\cdot \rightarrow R-C-C-R$



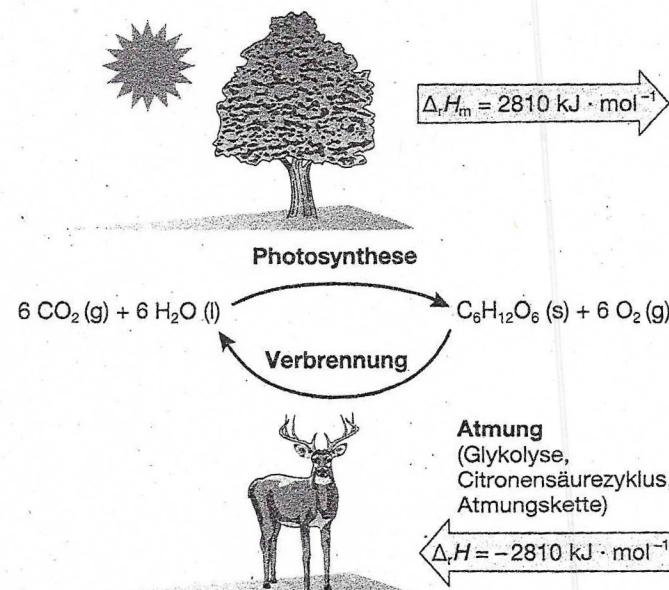
- 3.) Entscheiden Sie begründet, ob es sich bei dem vorliegenden Polymer um ein Thermoplast, Duroplast oder Elastomer handelt. (3) 13

Der vorliegende Polymer Bei dem vorliegenden Polymer handelt es sich um ein Thermoplast, da es eine lineare Struktur hat und nicht vernetzt ist.

1. Formulieren Sie den Satz von HESS.

Die Reaktionsenthalpie ist unabhängig vom Reaktionsweg, sie hängt nur vom Ausgangs- und Endzustand des Systems ab.

2. Erläutern Sie mit der Abbildung den Satz von HESS.



Für die Reaktionsenthalpie ist der Reaktionsweg unwichtig. Da bei der Verbrennung und der Photosynthese der Ausgangszustand des einen der Endzustand des anderen ist haben die gleiche Reaktionsenthalpie, bloß mit unterschiedlichem Vorzeichen.

3. Zur Überprüfung des HESSschen Satzes wurden folgende Versuche in einem Kalorimeter durchgeführt:

Versuch	Durchführung	Messwert
1	4 g Natriumhydroxid wurden in 100 ml Wasser gelöst.	ΔT ₁ = 9,0 K
2	100 ml Salzsäure (1 mol · l⁻¹) und 100 ml Natronlauge (1 mol · l⁻¹) wurden vermischt.	ΔT ₂ = 7,0 K
3	4 g Natriumhydroxid wurden in 200 ml Salzsäure (0,5 mol · l⁻¹) gelöst.	ΔT ₃ = 11,5 K

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen.
- Berechnen Sie jeweils die molare Reaktionsenthalpie.
Hinweis: Die Wärmekapazität der Lösungen stimmt annähernd mit der von Wasser überein:
 $c_p = 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Vergleichen Sie den Wert der molaren Standardreaktionsenthalpie von 3 mit der Summe der Werte von 1 und 2.
- Zeichnen und beschriften Sie das zugehörige Enthalpiediagramm.

Das Massenwirkungsgesetz

Arbeitsblatt

Durch das **MASSENWIRKUNGSGESETZ (MWG)** werden Gleichgewichtsprozesse quantitativ erfasst.

1. Formulieren Sie das MWG für die Reaktion $2 A + 2 B \rightleftharpoons C + D$. Setzen Sie für die Edukte und Produkte die Konzentrationen ein und geben Sie die Einheit der Gleichgewichtskonstanten K_c für dieses Beispiel an. Wovon ist die Gleichgewichtskonstante K_c abhängig?

$$K_c = \frac{c(C) \cdot c(D)}{c(A)^2 \cdot c(B)^2}$$

Einheit für K_c :

$$\cancel{\frac{mol}{l}} \quad \cancel{\frac{mol}{l}} \quad \frac{l^2}{mol^2}$$

2. Vervollständigen Sie die Tabelle, indem Sie anhand der Gleichgewichtskonstanten die Lage des Gleichgewichts ermitteln, die passenden Gleichgewichtspfeile einzeichnen \leftarrow oder \rightleftarrows und das Massenwirkungsgesetz für jede Reaktion formulieren.

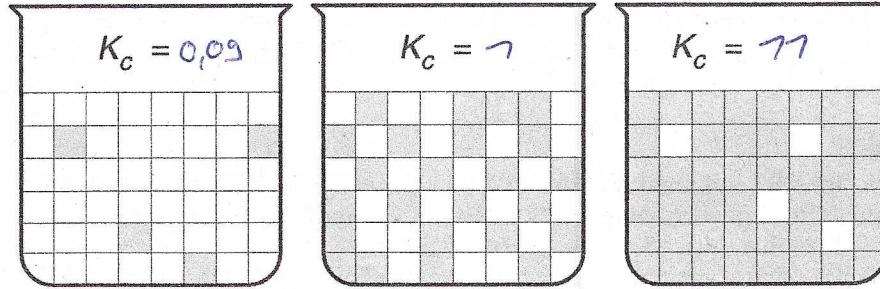
K_c	Reaktionsgleichung	MWG
54,5	$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$	$K_c = \frac{c(HI)^2}{c(H_2) \cdot c(I_2)}$
0,97	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$	$K_c = \frac{c(NO_2)^2}{c(N_2O_4)}$
36,9	$2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g)$	$K_c = \frac{c(SO_3)^2}{c(SO_2)^2 \cdot c(O_2)}$

3. Für die Reaktion $A \rightleftharpoons B$ werden die folgenden Angaben gemacht:

Ordnen Sie die K_c -Werte in der Abbildung den Bechergläsern zu. Beurteilen Sie, ob diese Reaktion exotherm oder endotherm abläuft und begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe des MWG.

T in K	273	315	401
K_c	0,09	1	11

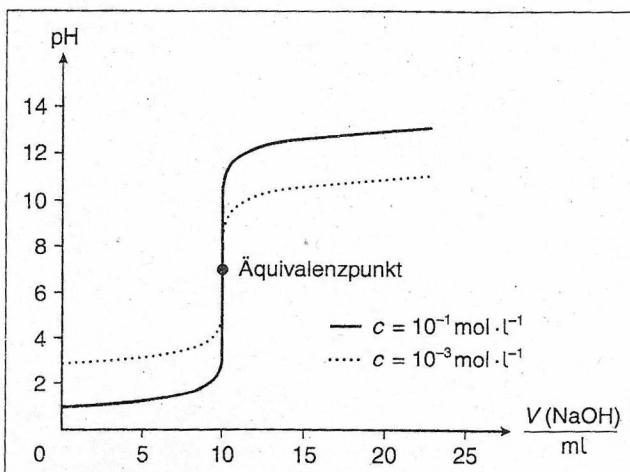
- Edukt:
 Produkt:



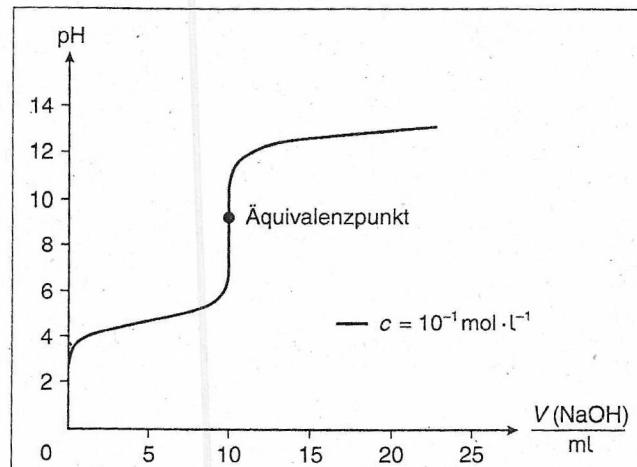
Die Reaktion scheint endotherm zu sein, da bei höheren Temperaturen (größerer Energierücksatz) auch der Anteil der Produkte steigt.

Arbeitsblatt: Titrationskurven von Salzsäure und Essigsäure

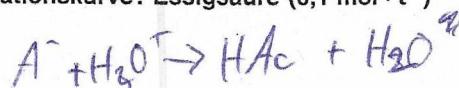
Ein bestimmtes Volumen einer Säure wird mit gleichkonzentrierter Natronlauge titriert. Dabei notiert man die pH-Werte und erstellt dann die jeweilige Titrationskurve.



Titrationskurve: Salzsäure ($10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ und $10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$)



Titrationskurve: Essigsäure ($0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$)



1. Titration von Salzsäure:

- a) Berechnen Sie die pH-Werte der Anfangspunkte beider Kurven.

$$1. \text{ pH} = -\log(10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}}) = 1$$

$$2. \text{ pH} = -\log(10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}) = 3$$

- b) Welcher Säureanteil muss mit Natronlauge umgesetzt werden, damit der pH-Wert der Lösung jeweils um eine Einheit zunimmt?

~~90%~~ 90%

- c) Warum liegt der Äquivalenzpunkt beider Kurven bei pH 7?

Da Salzsäure und Natronlauge beide starke Säuren bzw. Basen sind, sind im Äquivalenzpunkt die Konzentrationen von H^+ -Ionen und OH^- -Ionen gleich, weshalb sie sich neutralisieren.

$\text{NaCl} \rightarrow \text{neutral}$

2. Titration von Essigsäure:

- a) Warum beginnt die Titrationskurve der Essigsäure bei pH 3 und nicht bei pH 1?

Da Essigsäure eine deutlich schwächere Säure ist als Salzsäure (Salzsäure: $p_{\text{les}} = 1$, Essigsäure: $p_{\text{les}} = 4,75$)

- b) Zeigen Sie, dass die Beziehung $\text{pH} = \text{p}K_s(\text{HAc})$ gilt, wenn die Hälfte der vorgelegten Essigsäure umgesetzt ist.

$$\text{c}(\text{Ac}^-) = \text{c}(\text{HA}) \quad \text{wenn die Hälfte umgesetzt ist}$$

$$\text{p}K_s = -\log(K_s) = -\log\left(\frac{\text{c}(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot \text{c}(\text{Ac}^-)}{\text{c}(\text{HAc})}\right)$$

$$= -\log(\text{c}(\text{H}_3\text{O}^+)) = \text{pH}$$

- c) Warum liegt der Äquivalenzpunkt bei der Titration der Essigsäure im alkalischen Bereich? Berechnen Sie diesen pH-Wert.

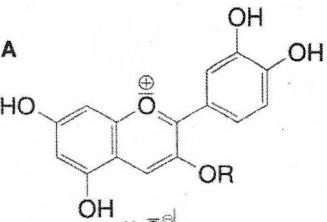
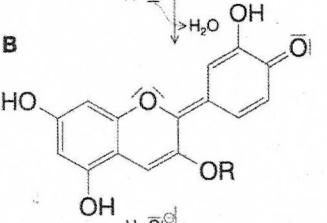
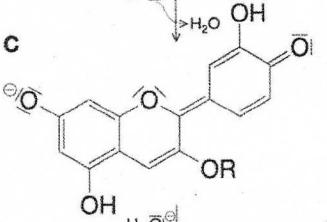
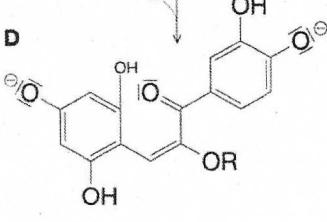
Da Essigsäure eine schwache Säure ist und Natronlauge eine starke Base, liegt der pH-Wert bei gleicher Stoffmengenkonzentrationen im alkalischen Bereich.

Rotkohl – ein Säure-Base-Indikator

Rotkohl ist in rohem Zustand violett, auch Rotkohlsaft hat eine violette Farbe. Kocht man Rotkohl und gibt etwas Essig dazu, ändert sich die Farbe, sie wird rot. Gibt man aber während des Kochens Natron (Natriumhydrogencarbonat) hinzu, färbt sich der Kohl violett bis blau. Je nach Zubereitungsart bezeichnet man das Gemüse deshalb als Rotkohl oder Blaukraut.

Im Zellsaft der Rotkohlblätter finden sich Farbstoff-Moleküle, bei denen ein Cyanidin-Molekül mit einem Oligosaccharid-Molekül verknüpft ist. Hauptsächlich findet man Cyanidin-3-triglucosid. Die Oligosaccharid-Reste erhöhen die Wasserlöslichkeit der Farbstoffe haben aber keinen Einfluss auf die Farbigkeit. Letztgenannte wird von der Struktur des Cyanidin-Rests beeinflusst. In Abhängigkeit vom pH-Wert ändert sich die Farbe der Lösung. In stark alkalischer Lösung werden Cyanidinlösungen gelb.

- 1 Ergänzen Sie die Angaben in der Tabelle.

Struktur des Cyanidin-Rests	Zugabe von	pH-Wert	Milieu	Farbe
A 	säuerl. Lösung	<3	sauer	rot
B 	Säure / alkalische Lösung	6-7	neutral	purpur
C 	Säure / alkalische Lösung	8	stark alkalisch	blau
D 	Säure / alkalische Lösung	>10	stark alkalisch	gelb

3

- 2 Begründen Sie, warum man Rotkohlsaft als pH-Indikator verwenden kann.

- 3 Erklären Sie, in welchen Wellenlängenbereichen die vier Lösungen Licht absorbieren.

- 4 Bei pH = 9 ist die Farbe der Lösung grün. Erklären Sie die Entstehung dieser Farbe.

2. Rotkohlsaft kann als Indikator verwendet werden, da es Cyanidin enthält, welches in unterschiedlichen Milieus unterschiedliche Farben hat.

4.