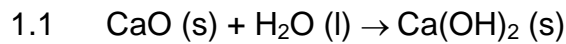


Aufgabe 1



$$\begin{aligned} \Delta_r H^0 &= \Delta_f H^0 (\text{Ca(OH)}_2) - (\Delta_f H^0 (\text{CaO (s)}) + \Delta_f H^0 (\text{H}_2\text{O (l)}) \\ &= -986 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-635 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \\ &= -986 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-921 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \\ &= \underline{-65 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}} \end{aligned}$$

3 VP

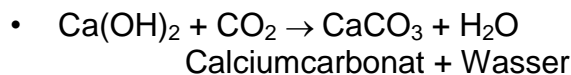
1.2 $Q = -(C + c_w \cdot m_w) \cdot \Delta\theta$
 $= -(449 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} + 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 400 \text{ g}) \cdot 75 \text{ K}$
 $= -449 \cdot 75 \text{ J} - 4,18 \cdot 400 \cdot 75 \text{ J}$
 $= -33,675 \text{ kJ} - 125,4 \text{ kJ}$
 $= \underline{-159,075 \text{ kJ}}$
 $|Q| = 159,075 \text{ kJ}$

$$\begin{aligned} \Delta_r H^0 &= Q / n = -65 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (vgl. Aufgabe 1.1)} \\ n (\text{CaO}) &= n (\text{H}_2\text{O}) = Q / \Delta_r H_m^0 \\ &= -159,075 \text{ kJ} / -65 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 2,447 \text{ mol} \\ m (\text{CaO}) &= M (\text{CaO}) \cdot n (\text{CaO}) \\ &= (40,1 + 16,0) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 2,447 \text{ mol} = 56,1 \text{ g} \cdot 2,447 = \underline{137,277 \text{ g}} \\ m (\text{H}_2\text{O}) &= M (\text{H}_2\text{O}) \cdot n (\text{H}_2\text{O}) \\ &= (2 + 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 2,447 \text{ mol} = 18 \text{ g} \cdot 2,447 = \underline{44,046 \text{ g}} \end{aligned}$$

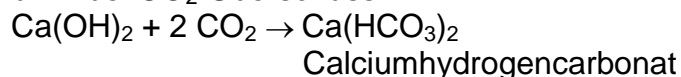
4 VP

1.3 • $n (\text{OH}^-) = 2 \cdot n (\text{Ca(OH)}_2)$
 $= 2 \cdot m (\text{Ca(OH)}_2) / M (\text{Ca(OH)}_2)$
 $= 2 \cdot 1,7 \text{ g} / 74,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $= 0,04588 \text{ mol}$
 $= 4,588 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$$\begin{aligned} c (\text{OH}^-) &= 4,588 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ \text{pOH} &= -\lg (c (\text{OH}^-)) \\ &= -\lg (4,588 \cdot 10^{-2}) \\ &= 1,3 \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ &= 14 - 1,3 \\ &= \underline{12,7} \end{aligned}$$



bzw. bei CO_2 -Überschuss:



Die Konzentration von Ca(OH)_2 ist relativ groß ($1,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, pH 12,7)
 die Konzentration von CO_2 in Luft ist relativ gering (0,03 Vol-%).

Damit ist mit einer relativ langen Dauer
 für die Umsetzung des Ca(OH)_2 zu rechnen.

5 VP

- 2.1 Der Äquivalenzpunkt liegt bei pH 7, weil Salzsäure eine starke Säure und Natronlauge eine starke Base ist. Beide reagieren quantitativ, die Salzlösung ist am Äquivalenzpunkt neutral.

Am Äquivalenzpunkt gilt:

$$V(\text{NaOH(aq)}) = 30 \text{ mL}$$

$$n(\text{OH}^-) = 0,03 \text{ mol} = n(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$\text{In } 1000 \text{ mL: } 1 \text{ mol OH}^-$$

$$\text{In } 1 \text{ mL: } 0,001 \text{ mol OH}^-$$

$$\text{In } 30 \text{ mL: } 0,030 \text{ mol OH}^-$$

$$c(\text{HCl(aq)}) = c(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{H}_3\text{O}^+) / V_0(\text{HCl(aq)})$$

$$= 0,03 \text{ mol} / 0,02 \text{ L}$$

$$= \underline{1,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Wenn weiterhin Natronlauge zugetropft wird, wird sich auf lange Sicht ein pH-Wert von 14 einstellen. Der Verdünnungseffekt durch die neutrale Salzlösung nimmt bei weiterer Zugabe von Natronlauge wieder ab.

4 VP

- 2.2 Bei jeder Neutralisation entsteht Wasser, das eine sehr energiearme Verbindung ist und stark exotherm gebildet wird. Deshalb nimmt während der Neutralisation die Temperatur bis zum Äquivalenzpunkt zu. Ist der Äquivalenzpunkt erreicht, wird kein weiteres Wasser mehr gebildet, die weitere Zugabe von Natronlauge führt zu einer Absenkung der Temperatur.

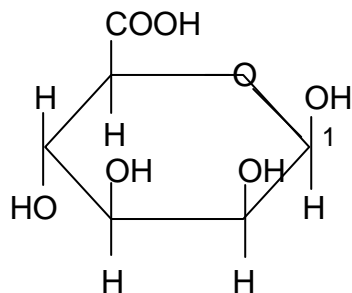
Bei nur geringen Konzentrationen an Säure und Base wird nur wenig Wasser gebildet, bei einem entsprechend schwachen Anstieg der Temperaturkurve lässt sich das Kurvenmaximum und damit der Äquivalenzpunkt nur näherungsweise bestimmen.

4 VP

20 VP

Aufgabe 2

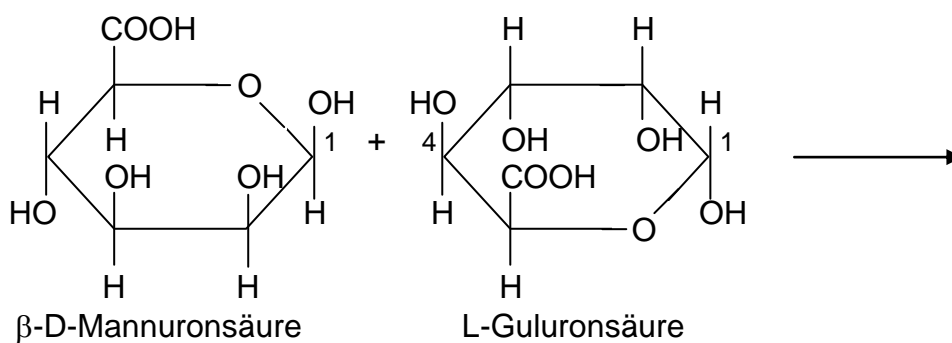
1.1



β -D-Mannuronsäure

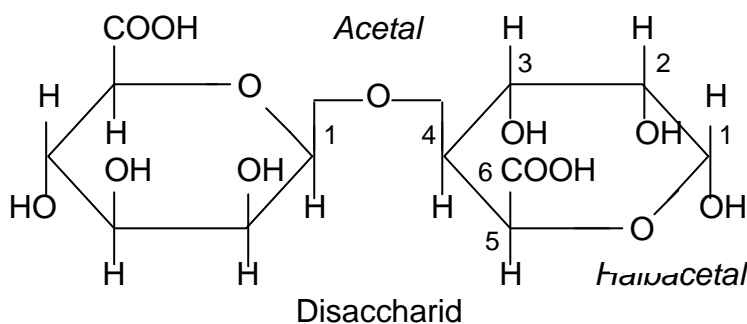
2 VP

1.2 •



β -D-Mannuronsäure

L-Guluronsäure



Disaccharid

Reaktionstyp: Kondensationsreaktion

- Das gebildete Disaccharid wirkt reduzierend, weil die L-Guluronsäure im Disaccharid halbacetalisch vorliegt (C₅-O-C₁-OH).
- Die reduzierende Wirkung kann mit der FEHLING-Probe oder der TOLLENS-Probe (= Silberspiegelprobe) nachgewiesen werden.

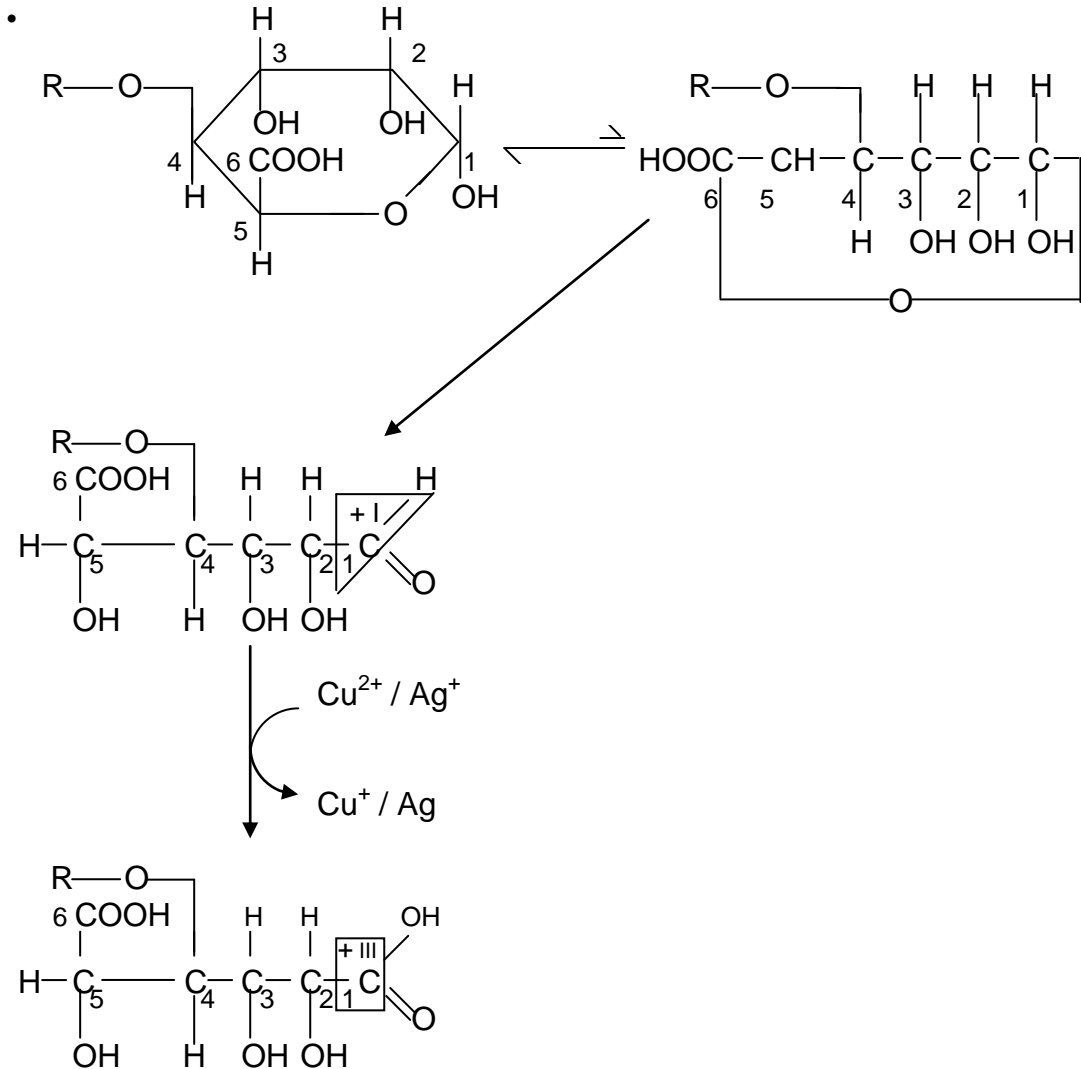
FEHLING-Probe:

Cu²⁺ wird zu ziegelroten Cu⁺ reduziert, es entsteht Cu₂O. Die Fällung von Cu(OH)₂ durch die alkalische Lösung wird durch Komplexbildung des Cu²⁺ im Kupfertartratkomplex verhindert. Im tiefblauen Komplex wird das Cu²⁺ in Lösung gehalten und kann seine oxidierende Wirkung ungestört ausüben.

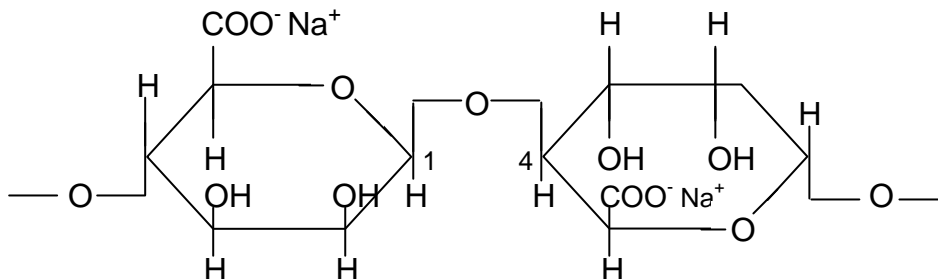
TOLLENS-Probe:

Ag⁺ wird zu grauschwarzem Ag (bzw. zu einem Silberspiegel) reduziert, es entsteht Ag. Die Fällung von AgOH (und Alterung zu Ag₂O)

durch die alkalische Lösung wird durch Komplexbildung des Ag^+ im Silberdiamminkomplex verhindert. Im farblosen Komplex wird das Ag^+ in Lösung gehalten und kann seine oxidierende Wirkung ungestört ausüben.



2.1



Die Ausbildung der Carboxylat-Ionen erhöht die Polarität des Polysaccharids sehr stark, so dass Hydrathüllen verstärkt ausgebildet werden können.

3 VP

2.2 Die Calcium-Ionen sind zweifach positiv geladen, die Natrium-Ionen nur einfach positiv. Über COULOMBSche Wechselwirkungen der Ca^{2+} -Ionen mit den Carboxylat-Ionen benachbarter Monomere werden die Polymerketten stabilisiert, die Beweglichkeit nimmt deutlich ab, der Geliereffekt tritt ein. 2 VP

3 • Es handelt sich um die Stoffklasse der Proteine.

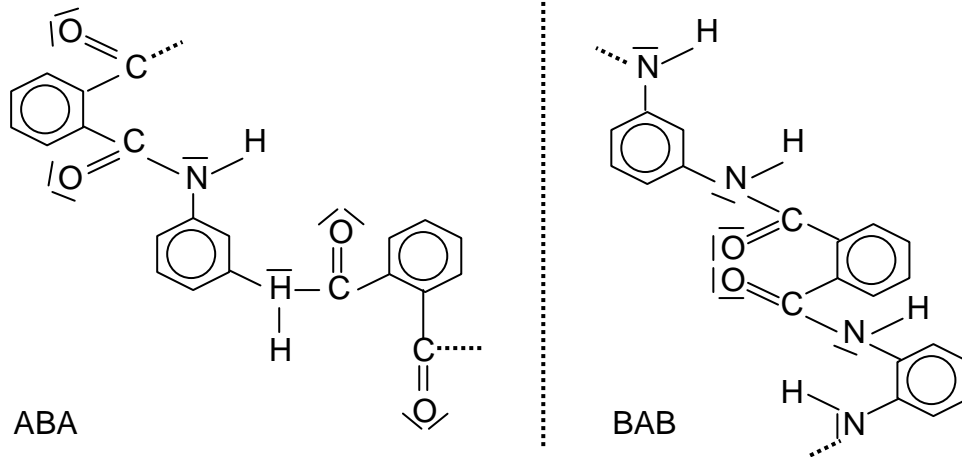
Monomere der Proteine	Monomere der Alginsäure
Aminosäuren, verknüpft über Peptidbindungen; in den Seitenketten treten Aminogruppen und Carboxylgruppen auf	Monosaccharide, verknüpft über glykosidische Bindungen; in den Seitenketten treten Hydroxylgruppen auf

• Die polaren basischen und sauren Seitenketten der Aminosäurebausteine der Proteine erlauben die Ausbildung vieler Hydrathüllen und vieler zwischenmolekularer Kräfte. Dies erleichtert die Gelierung. 6 VP

20 VP

Aufgabe 3

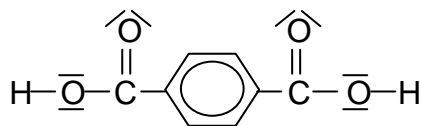
1.1 Strukturformelausschnitt von NOMEX[®] (Monomerenabfolge ABA oder BAB):



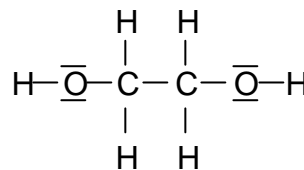
Reaktionstyp der NOMEX[®]-Synthese: Polykondensation

3 VP

1.2 Strukturformeln der Monomeren von PET:



Stoffklasse: Dicarbonsäuren
Stoffklasse des Polymers: Polyester



Stoffklasse: Diole

4 VP

1.3 • PET (Smp. ca. 235°C)

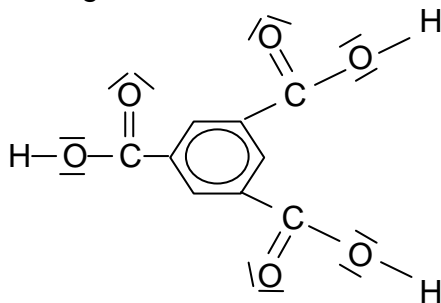
Zwischen den polaren Gruppen bilden sich schwächere Dipol-Dipol-Wechselwirkungen aus;

PET lässt sich also verflüssigen und ist somit ein Thermoplast.

NOMEX[®] (Zersetzung bei ca. 400°C)

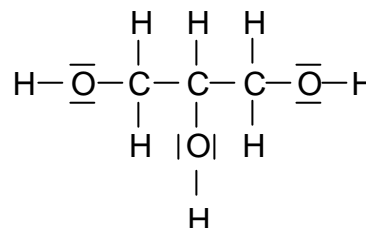
Zwischen den NH- und den CO-Gruppen bilden sich stärkere Wasserstoffbrücken aus, die in der Summe stärker sind, als die Elektronenpaarbindungen der Linearketten; NOMEX[®] schmilzt also nicht, sondern zersetzt sich.

• Wenigstens eines der Monomeren muss trifunktionell sein, z.B:



1,3,5-Benzoltricarbonsäure

oder



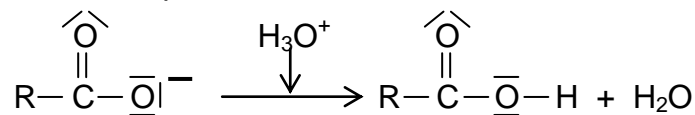
1,2,3-Propantriol

Die Stabilität steigt und die thermoplastische Eigenschaft nimmt bei Verwendung trifunktioneller Monomere wie Trimesinsäure oder Glycerin ab, weil Quervernetzungen möglich werden.

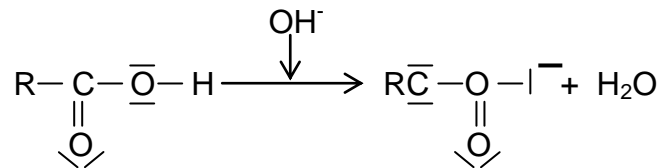
5 VP

1.4	NOMEX [®]	PET
	Wiederverwertung durch rohstoffliche Verwertung: - NOMEX [®] wird durch saure Hydrolyse in seine Monomeren zerlegt, - diese dienen als Rohstoffe für neue Synthesen.	Wiederverwertung durch werkstoffliche Verwertung: - Der Werkstoff PET wird zerkleinert, - geschmolzen - und in eine neue Form gebracht.
		3 VP

- 2 • Kaliumhydrogenphthalat kann über die Carboxylatgruppe Oxonium-Ionen ebenso abpuffern,



wie über die Carboxylgruppe Hydroxid-Ionen.



$$\begin{aligned}
 \bullet \quad M(\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}) &= (8 \cdot 12,0 + 5 \cdot 1,0 + 4 \cdot 16,0 + 39,1) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\
 &= 204,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}
 \end{aligned}$$

$$204,1 \text{ g C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K} \triangleq 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$1 \text{ g C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K} \triangleq 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} / 204,1$$

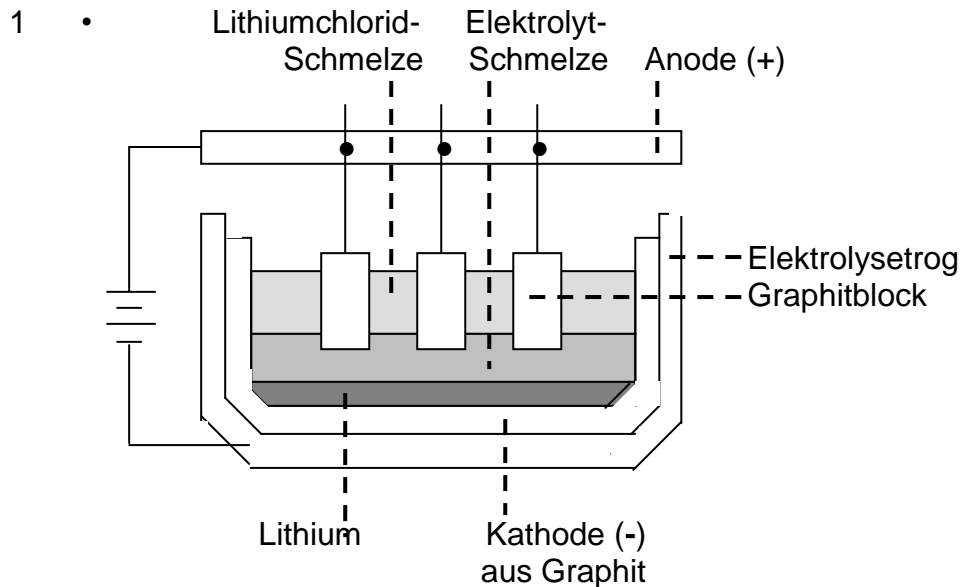
$$50 \text{ g C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K} \triangleq 50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} / 204,1$$

$$c(\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}) = \underline{0,245 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

5 VP

 20 VP

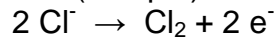
Aufgabe 4



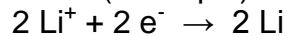
LiCl wird geschmolzen:



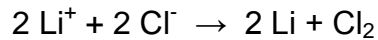
Die Anode (Pluspol) oxidiert 2Cl^- zu Cl_2 :



Die Kathode (Minuspole) reduziert Li^+ zu Li:



Gesamtreaktion:

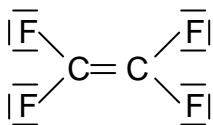


- Das Redoxpaar Li / Li^+ hat mit $E^0 = -3,04 \text{ V}$ ein extrem niedriges Standardelektrodenpotenzial: Lithium ist ein sehr unedles Metall. Deshalb liefert das galvanische Element mit einer Lithiumhalbzelle als Donator mit einer geeigneten Akzeptorhalbzelle eine hohe Spannung.

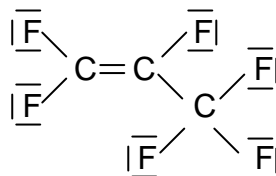
Batterie (Primärelement)	Akkumulator (Sekundärelement)
Z.B.: LECLANCHÉ-Element: Batterie wird entladen, der Vorgang ist irreversibel.	Z.B. Bleiakkumulator (Auto-„Batterie“): Akkumulator wird entladen und kann durch Anlegen einer Spannung regeneriert werden. Das Laden ist eine Umkehrung der Reaktionen der Entladung.

8 VP

- 2 • Monomere:

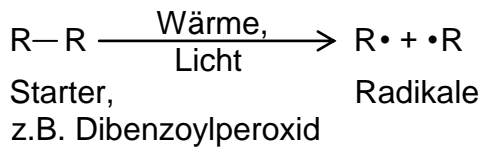
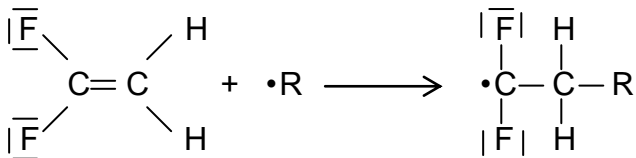
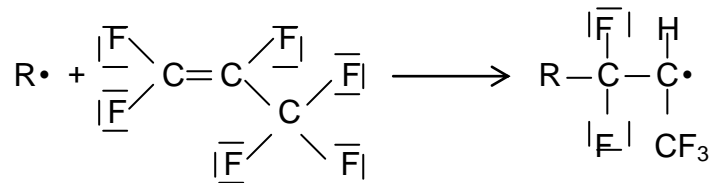
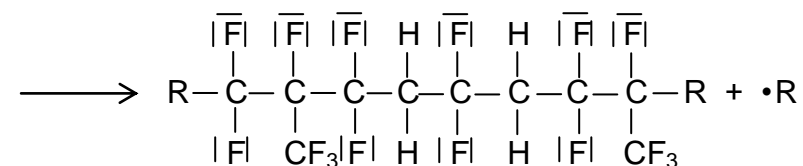
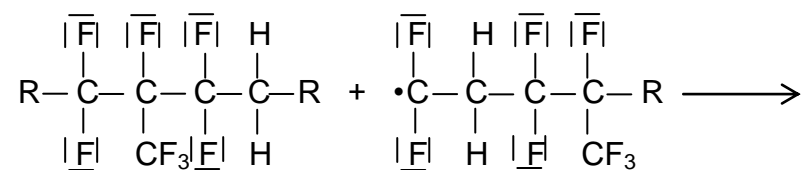
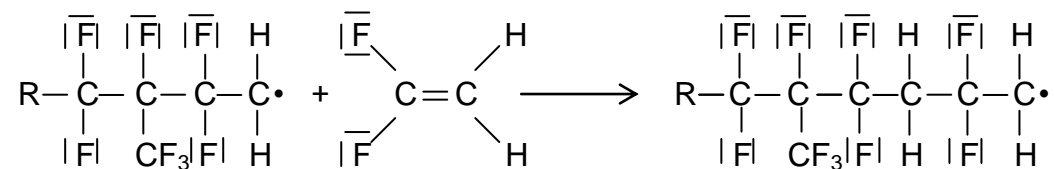
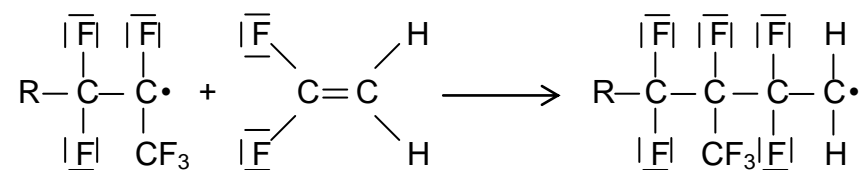
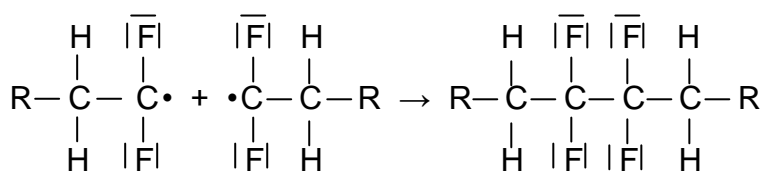
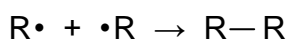


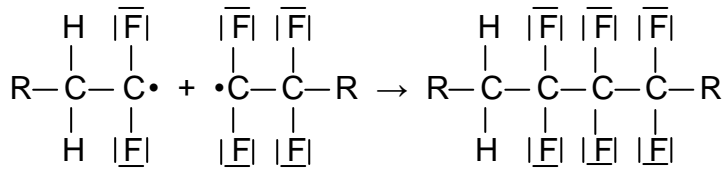
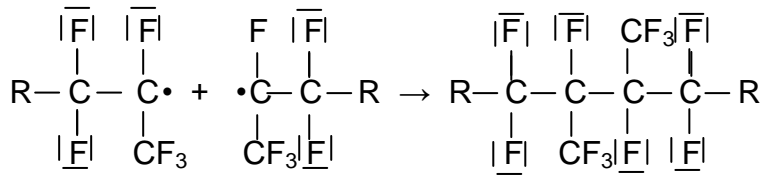
1,1-Difluorethen



Hexafluorpropen

- Bei dem Reaktionstyp handelt es sich um eine radikalische Polymerisation. Reaktionsmechanismus:

Bildung von Radikalen

Kettenstartreaktionen (z.B.)

Verschiedene Kettenfortpflanzungsreaktionen (z.B.)

Verschiedene Kettenabbruchreaktionen (z.B.)


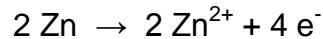


6 VP

- 3 • Die Uhr wird durch ein galvanisches Element angetrieben, das aus einer Kupferhalbzelle und einer Zinkhalbzelle besteht.

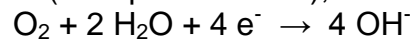
Zinkhalbzelle:

Zink wirkt als Elektronendonator (Donatorhalbzelle), es wird von Zn zu Zn²⁺ oxidiert.



Kupferhalbzelle:

Luftsauerstoff diffundiert in die Lösung ein und wirkt als Elektronenakzeptor (Akzeptorhalbzelle), er wird zu OH⁻ reduziert.



Die Bildung von Hydroxid-Ionen erklärt die Rotfärbung des Indikators Phenolphthalein.

- Das Uhrwerk zieht die Energie nicht aus dem Salzwasser, sondern aus der Spannungsdifferenz zwischen den beiden Halbzellen. Das Salz dient hier nur als Elektrolyt zur Verbesserung der Leitfähigkeit.

Das Wasser ist an der Kathodenreaktion beteiligt.

Angeblich reicht die Energie der Tankfüllung ungefähr zwei Wochen, weil dann das Wasser nachgefüllt werden muss. Die Batterie erschöpft sich aber nicht durch Wassermangel, sondern durch abnehmende Sauerstoffkonzentration in der Lösung. Deshalb darf der Tank auch nur zu maximal zwei Dritteln mit Wasser gefüllt werden.

6 VP

 20 VP