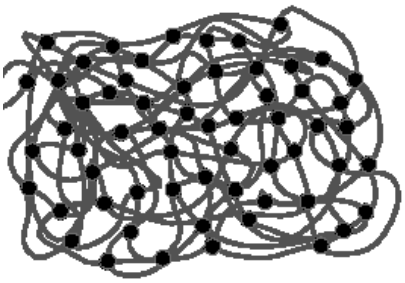
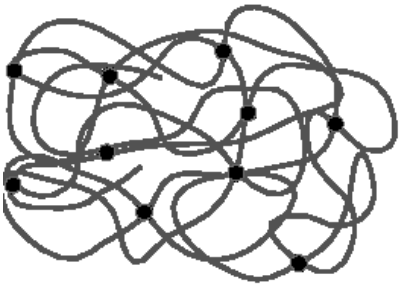
Beispielaufgaben für Polymerklausuren

1.1 Skizzieren Sie die Struktur (Spaghetti Modell) eines Thermoplasten, eines Elastomers und eines Duroplasten. Berücksichtigen Sie dabei, wenn erforderlich, auch Untergruppierungen.

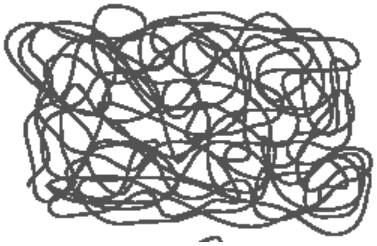
Geben Sie zu jeder Gruppe zwei Beispiele, bitte keine Abkürzungen wie z.B. PS
(6Pt.)



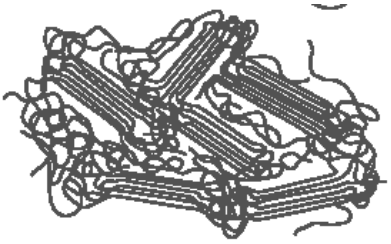
Duroplaste=hochvernetzt (Harz (Resin): Phenol-formaldehyde Resin, Epoxy Resins, Urea-Formaldyde resins)



Elastomere=schwach vernetzt (Polyisoprene, Polybutadiene)



Thermoplaste amorph (Polystyrol, Polymethylmethacrylat, Polycarbonat)



Thermoplaste teilkristallin (PP, LDPE, HDPE, PET)

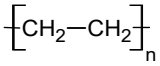
(Punkte: je 0,5 für Name Gruppe und Skizze, je 0,5 für jedes Beispiel (keine Zusatzpunkte bei mehr Beispielen als zwei), hier sind nur alle Beispiele aus dem Skript genannt)

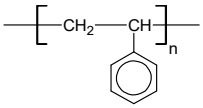
1.2 Topologie: Welche verschiedenen Möglichkeiten gibt es (4 Stück).
(2Pt.)

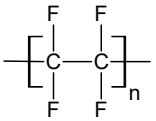
Linear, Kammpolymer, verzweigtes Polymer, Netzwerk

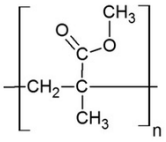
1.3 Typische Polymere:
Geben Sie die Strukturformeln (bitte mit H-Atomen, außer an einem Phenylgruppe) und die ausführlichen Namen von PE, PS, PTFE, PMMA an.
(4Pt.)

(0,25 Pt pro Name, 0,75 pro Strukturformel)

Polyethylen: 

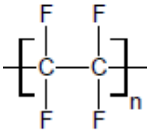
Polystyrol: 

Polytetrafluorethylene: 

Polymethylmethacrylate: 
PMMA

1.4 PTFE: Eigenschaften und Anwendung
a) Geben Sie den vollständigen Namen, die Strukturformel und einen Handelsnamen an
b) was sind besondere Eigenschaften (mögliche Verwendungstemperatur + 2 weitere)
c) typische Anwendung (zwei)
(4 Pt.)

a) (1.5 Pt: 0,25 Name, 0,75 Strukturformel, 0,5 Handelsname)

Polytetrafluorethylen  , Teflon®

b) (1.5 Pt, je 0.5 für die Temp und die zwei Eigenschaften, keine Zusatzpunkte bei mehr Eigenschaften)

T-use up to 350 °C (Skript, dauerverwendbar bis 260° (Dominghaus)+ ,,excellent elctric isolation" or ,,low sliding friction"

weitere (Dominghaus): universelle Chemikalienbeständigkeit, nicht brennbar (selbsterlöschend), unlöslich in allen Lösungsmitteln (bis 300°C), Beständigkeit gegen Spannungsrisse und Witterungseinflüsse, niedriges E-Modul

c) 1 Pt: je Beispiel 0,5

Zwei Beispiele aus Skript: Antihaftbeschichtungen, in Goretex-Membranen

weitere: wartungsfreie Gleitlager, Dichtfolien

1.5 Nennen Sie die beiden Haupttypen der Polymersynthese.
(2Pt.)

Kettenwachstum und Stufenwachstum

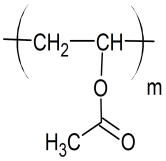
1.6 Radikalische Polymerisation:
Was sind die drei wichtigen Teilschritte der Reaktion?
Wie hängt das erzielte Molgewicht von der Monomer- und der Initiatorkonzentration ab (Proportionalität genügt)?
Welchen PDI erwartet man für die radikalische Polymerisation im optimalen Fall?
(3Pt.)

1,5 Pt: Initiierung, Wachstum, Abbruch

1 Pt: Mn~[M], Mn~[I]^-0.5

0,5 Pt: PDI=2

1.7 Heterogene radikalische Polymerisationsverfahren:
Es gibt zwei radikalische Verfahren, die eine Flüssigkeit verwenden, jedoch keine Lösungspolymerisation darstellen, die Emulsions- und eine weitere Polymerisation.
a) Was ist der wichtigste gemeinsame Vorteil beider Verfahren gegenüber Polymerisation in Substanz oder Lösung?
b) Zeichnen Sie schematisch alle Elemente, die bei der Emulsionspolymerisation im Reaktor vorliegen und beschriften Sie diese korrekt.
Was wird hierbei auch als Latex bezeichnet und wo liegt überall Monomer vor?
c) Nennen Sie ein Beispiel für einen Initiator in der Emulsionspolymerisation.
d) Was ist der typische Bereich der Produktgröße (Partikel, nicht das Polymer) am Ende der Reaktion bei der Emulsions- und was bei der Suspensionspolymerisation?
e) Wodurch ergibt sich die andere Produktgröße bei der Suspension ? (Tip: welche wichtige Komponente der Reaktion liegt in einer anderen Phase vor?)
(7 Pt.)



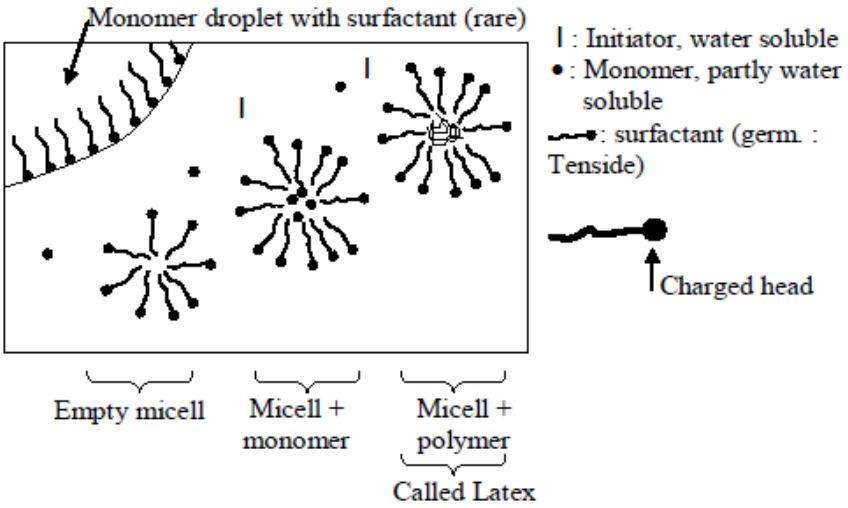
a) 1 Pt

Bessere Wärmeabfuhr durch Wasser (Skript)

Alternative: besseres Handling von klebrigen oder Teilvernetzten Polymeren

(bei Klebstoffen oder Acrylaten für Farben, auch bei PVC)

b) 3 Pt: je 0,5 für Monomertropfen (mit Tensid), Monomer in Wasser, Initiator in Wasser, Mizelle, Monomer in Mizelle, Mizelle+Polymer (=Latex) jeweils mit Beschriftung (leere Micelle nicht wichtig, da diese nicht wirklich existiert. Freies Tensid fehlt im Skript, daher wird dieses hier auch nicht verlangt)



c) 1 Pt.
Kaliumperoxidisulfat $K_2S_2O_8$

d) 1 Pt. zusammen, Angaben müssen so ungefähr stimmen, vor allem bei der Suspension, hier ist hauptsächlich die untere Grenze wichtig

Emulsion: 100-300 nm

Suspension: 10 µm-5mm

e) 1Pt.

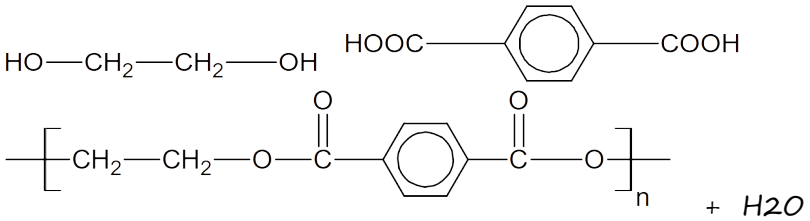
Hydrophober Initiator: Monomertröpfchen werden direkt durchpolymerisiert (und nicht, wie bei der Emulsion, umverteilt auf feiner verteilte Mizellen)

1.8 Was entsteht aus der Reaktion von Ethylengylkol und Terephthalsäure?
Wie heißt diese spezielle Reaktion und zu welcher Methode der Polymersynthese wird diese gezählt?
Zeichnen Sie die Monomere und die Wiederholungseinheit des entstehenden Polymers.
(4Pt.)

Polyethylenterephtalat, (PET) und Wasser (1Pt)

Veresterung, gehört zur Polykondensation (1Pt) (auch Polykondensation, gehört zu Stufenwachstum)

Strukturen Monomere (1 Pt), Struktur PET (1Pt)



1.9 Sie haben 9 g eines ungesättigten Polyester aus Maleinsäure und Ethylenglykol ($M_{Wiederholungseinheit}$=152 g/mol) via Polykondensation hergestellt.
a) Mit einer Titration bestimmen Sie die Menge an COOH-Gruppen in ihrer Probe zu 3e-3 mol. Welches Molekulargewicht (Mn) haben sie synthetisiert? Welche Annahme(n) müssen Sie für diese Berechnung machen?
b) Welchen Umsatz (wie wird dieser spezielle Umsatz genannt?) haben sie erreicht (Formel und Namen dazu angeben)
(6 Pt.)

a) 2 Pt. für Rechnung: Mn=Endgruppenzahl Masse Polymer/Mol-Konz COOH.*

Mn=9/3e-3=1.5e3=3000 g/mol

2 Pt. Für Annahmen: a) jede zweite Endgruppe ist COOH, die andere OH
b) Polykondensation zeigt keine Verzweigung, also 2 Endgruppen pro Kette

b) Pn=1/1-p (Caruthers) (Formel+Name=1Pt.)
Pn=20 , Endgruppenumsatz p = 95% (Rechnung + Name Umsatz=1 pt)

1.10 Radikalik, Rechenbeispiel:

Polymerisation von Styrol (M≈100 g/mol) bei 60 °C und einer anfänglichen Initiatorkonzentration von AIBN von 0.02 mol/l. Alle Konstanten zusammengefasst ergeben bei dieser Temperatur eine Proportionalitätskonstante von 12 $(dm^3/mol)^{0.5}$. Die Dichte von Styrol kann bei 60° C mit 0,8 g/cm^3 angenähert werden.

a) Berechnen Sie den entstehenden Polymerisationsgrad und das Molgewicht zu Beginn der Reaktion.

b) Was passiert mit dem Polymerisationsgrad mit fortschreitendem Umsatz und wieso?

(4 Pt.)

Übergangskonstante (Studenten können und müssen das nicht rechnen): $P_N = \frac{k \cdot k_W}{\sqrt{2 f k_Z k_{Ab}}} [M] \cdot [I]^{-1/2}$

k=2 (Rekombination bei niedrigen Temperaturen)

kw= 1,76e2 $dm^3/(mol\ s)$

Kz=1,24e-5 1/s

Kab=7,2e7 $dm^3/(mol\ s)$

f ca 0,5 → Konstante=11.87 ≈ 12 $(dm^3/mol)^{0.5}$

Studenten:

2,5 PT: [M] in mol/l: 0.8 g/cm^3 = 800 g/dm^3 = 800 g/l mit 100g/mol folgt [M]=8 mol/l

$Pn = 12 * [M] * [I]^{-0.5} = 12 * 8 / 0.2 = 480$

0,5Pt: Mn= 48000 g/mol

1PT: Polymerisationsgrad im Laufe der Reaktion sinkt, da die Monomerkonzentration abnimmt.

1.11 Wieso sind Polymermoleküle nicht einheitlich, sondern liegen als meist recht breite Verteilungen vor? Begründen sie dies am Beispiel der radikalischen Polymerisation in einem Satz.

(1Pt.)

Der Abbruch des Kettenwachstums erfolgt rein statistisch zu einem beliebigen Zeitpunkt und damit nach einer beliebigen Wachstumdauer der Kette nach der Initierung, hieraus ergibt sich die Verteilung der verschiedenen Kettenlängen.

1.12 Was ist die in der Polymerchemie übliche Darstellung der Breite der Verteilung (Name und Formel)

(1Pt.)

Dispersität Đ oder Polydispersitätsindex PDI (alt) PDI=Mw/Mn

1.13 Gegeben ist die folgende Polymerverteilung. Geben Sie M_n, M_w und die Breite der Verteilung an und wie sie diese Werte jeweils berechnen. Sie dürfen hierbei geschickt Runden oder Zwischenergebnisse zum besseren Weiterrechnen leicht anpassen. Eine Genauigkeit von 5% genügt.

Molgewicht:	*20.000*	*Anzahl der Moleküle:*	*10*
[g/mol]	*25.000*		*10*
	33.300		*6*
	50.000		*3*
	100.000		*1*

(6Pt.)

Berechnung komplett in kg/mol, also 20.000 = 20k

(2Pt. Je 1Pt Formel und Rechnung)

$Mn = \Sigma nM/\Sigma n = (20*10 + 25*10 + 33*6 + 50*3 + 100*1)/(10+8+6+4+2) =$

$=(200 + 250 + 200 + 150 +100)/30 = 900/30 = 30K$

Mn= 30.000 g/mol (2Pt. Je 1Pt Formel und Rechnung)

(3Pt. 1 Pt Formel, 2Pt. Rechnung)

$Mw= \Sigma wM/\Sigma w = \Sigma nM^2/\Sigma nM$

Berechnung Mw:

$\Sigma nM*M= 200 *20 + 250*25 + 200*33 + 150*50 + 100*100$

$= 4K + 6,25K + 6,6K + 7,5K + 10K = 34,35 K$

$\Sigma n*M= 900$ (siehe oben bei Mn)

$Mw=34.350/900 \approx 34.200/900 = 38K$

Mw= 38.000 g/mol

1Pt:

$PDI=Mw/Mn =38.000/30.000 \approx 39.000/30.000= 1,3$

1.14 Lichtstreuung I: Physikalische Grundlagen der Lichtstreuung:

a) Welchen Bereich des gesamten elektromagnetischen Spektrums bezeichnet man als sichtbares Licht (konkrete Werte für Wellenlänge)?

b) Wie nennt man die Bereiche des elektromagnetischen Spektrums unterhalb und oberhalb des sichtbaren Bereiches (mit Angabe unter/oberhalb)?

c) Aus welchen beiden Anteilen besteht eine elektromagnetische Welle?
Welcher Anteil der elektromagnetischen Welle ist für die Lichtstreuung der wichtigere?
Geben sie eine Formel für die Amplitude einer linearen Welle als Funktion der Zeit an (vollständige Formel enthält 3 Parameter)

d) Wie erhält man aus der Amplitude einer Welle die gemessene Intensität (Formel)

e) Welcher physikalische Prozess in der Materie bestimmt die Stärke des gestreuten Lichtes?

f) Welche Winkelabhängigkeit zeigt die Streuintensität eines einzelnen Streuzentrums (z.B. ein Monomer) in Lösung?

g) Durch welchen grundlegenden physikalischen Effekt ergibt sich die beobachtete Winkelabhängigkeit größerer streuender Objekte (z.B. ein Polymerknäul)?

(8Pt.)

a) sichtbares Licht (1Pt.)

Licht= für das Auge sichtbarer Teil des elektromagnetischen Spektrums:

~400 nm – 700nm

b) angrenzende Bereiche (1,5 Pt. , je 0,5 für Namen und je 0,25 Pt für korrekte Zuordnung unter/oberhalb)

Unterhalb: Ultraviolett

Oberhalb: Infrarot

c) Elektromagnetische Welle (1,5 Pt.)

Magnetische und Elektrische Feldstärke/ Welle (je 0,25 Pt)

Wichtig ist die Elektrische Welle (0,25 Pt)

$\vec{E}(t) = \vec{E}_0 \cdot \sin(\omega t + \phi)$ *(0,75 Pt, auch allgemeine Formel mit A(t)=Ao…. Möglich, 4 wichtige Elemente (3 Parameter + Vektoreigenschaft), je fehlendes Element 0,25 Abzug, nicht kleiner null)*

d) Intensität (1 Pt.)

$I = |(\vec{E}(t))|^2$

e) Gesuchter Prozess: die Polarisation (1 Pt.)

f) Winkelabhängigkeit Streuzentrum (1 Pt.)

keine, Isotrop

(zur Not auch Bild des Dipolspektrums akzeptal, auch wenn das in Lsg. eigentlich nicht stimmt.

g) Winkelabhängigkeit Polymer (1 Pt.), nur Stichwort Interferenz gefordert

Durch die Interferenz der einzelnen Streuzentren des größeren Teilchens, die Interferenz (Gangunterschied) ist winkelabhängig, auch wenn die Streuung eines Streuzentrums (Kugelwelle) dies nicht ist.

1.15 Grundlagen IR

a) Unterschiede zur Lichtstreuung: Welche Strahlung wird verwendet (Name, Wellenlänge), ist deren Energie höher oder niedriger? Was wird gemessen im Gegensatz zur Lichtstreuung?

b) Was kann man mit IR-Strahlung in Molekülen anregen, was muss hierzu vorhanden sein?

c) Was sind die Namen der beiden wichtigsten Modelle/Potentiale für diese Anregung?

d) In der klassischen IR-Spektroskopie (spektral aufgelöst) wird dieses Diagramm direkt durch Variation der unabhängigen Variablen gemessen oder "durchgescannt". Heutige IR-Spektrometer verwenden eine andere Technik, wie heißt diese? Was für eine Strahlung wird hier im Gegensatz zur klassischen IR-Spektroskopie verwendet? (Nur Namen)

e) Was ist die wichtigste Anwendung der IR-Spektroskopie bei Polymeren? Nennen sie vier weitere mögliche Anwendungen.

(13 Pt.)

Unterschiede zur LS (2 Pt.)

Infrarotstrahlung (0,5 Pt.) (λ≈ 800nm – 3µm (Nah-IR), 3-50µm M-IR 0,5 Pt, muss nur ungefähr stimmen). Wellenlänge ist größer, daher ist die Frequenz ν (λ =c/ν) und damit die Energie (E=hν) niedriger (0,5 Pt).

Gemessen wird die Transmission, nicht die Streuung (0,5 Pt.)

Anregung, Modelle (3Pt.)

Schwingung von Bindungen (1Pt.), d.h. von Atomkernen gegeneinander, Voraussetzung ist die Existenz eines Dipols in der Bindung (1Pt.) (genauer: bei der Schwingung muss sich der Dipol ändern, Beispiel: Streckschwingung eines symetrischen Moleküls wie z.B, O2 ist daher nicht IR-Aktiv)

Modelle sind der Harmonische (0,5 Pt.) und der anharmonische Oszillator (0,5 Pt.)

Heutige IR-Spektroskopie und Strahlung 1Pt.

Fouriertransformations-IR-Spektroskopie (Abkürzung FT genügt nicht !)

Verwendet wird polychromatisches, weißes Licht, nicht monochromatisch (einer der Gründe, warum die FT-IR deutlcih schneller und sensitiver ist)

Anwendung 3 Pt. (wichtigste 1Pt und vier weitere (je 0,5 Pt))

Wichtiges Anwendung ist die Identifikation von Polymeren oder die chemische Zusammensetzung.

Weitere Anwendungen: Hier im Skript genannte, andere sind auch möglich, wenn belegt)

- additives
- kinetics (IR is very fast) of polymerization
- analysis of sequences in copolymers, changes of resonance
- detection of small amount of branches, e.g. in PE (dimension 1 per 1000 CH2)
- semi quantitative using Lambert-Beer (concentration, extinction coefficient)
- stereo regularity (e.g. a-PP, i-PP)
- blend composition
- orientation via rotation of sample along second Legendre polynom
- detection and quantification of crystallinity
- characterisation of polymer surfaces

1.16 Welche thermischen Übergänge können Thermoplaste aufweisen, wo liegt die maximal mögliche Anwendungstemperatur? Unterscheiden Sie hierbei die Unterklassen der Thermoplaste.

(2 Pt.)

Amorphe Thermoplaste: Glasübergang Tg, Ta <Tg

Teilkristalline Thermoplaste: Glasübergang Tg, Schmelzpunkt Tm, Ta < Tm

1.17 Welche weiteren Einflüsse auf den Glaspunkt von Homopolymeren gibt es neben dem Molgewicht? Geben sie jeweils die Richtung der Änderung an

(3 Pt., 4 Einflüsse sind gefragt)

(0,5 Pt pro Effekt, 0,25 Punkte für Richtung)

Flexible Seitenkette erniedrigt TG

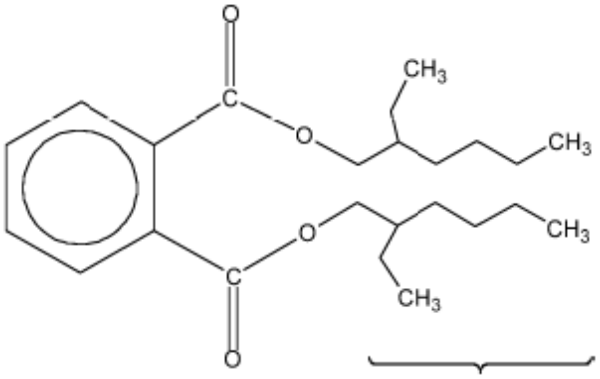
Steifheit der Hauptkette (gegenständige CH3-Gruppe) erhöht TG

Größe der Seitengruppe (Steifheit der Kette vermindert Beweglichkeit) erhöht TG,

Wechselwirkung (Elektrischer Dipol) erhöht TG

1.18 Wofür wird das unten gezeigte Molekül verwendet? Erläutern Sie die Funktion der Teilelemente (einmal Phenylring und C=0-Gruppe, einmal CH-Seitenkette). Wieso ist die Seitenkette nicht linear, sondern verzweigt?

(4Pt.)



1 Pt. Für die Funktion: Weichmacher in Polymeren

2 Pt. Für die Teilfunktionen: Phenylring = Erhöhung der Wechselwirkung mit dem Polymer, C=O Gruppe dito, Seitenkette: Unterdrückung Kristallisation.

1Pt. Verzweigte Seitenkette, da lineare Ketten selbst untereinander kristallisieren können.

1.19 Eigenschaften von Polymeren: Bestätigen Sie für jede Aussage (Kreis um JA oder NEIN) , ob diese korrekt ist oder nicht.

(4 Pt.)

(Studenten erhalten 8 Fragen für 4 Punkte)

Die Glastemperatur von Elastomeren liegt oberhalb der Anwendungstemperatur.

JA / NEIN

Teilkristalline Thermoplaste werden nicht oberhalb der Glastemperatur eingesetzt.

JA / NEIN

Polystyrol ist ein Beispiel für einen teilkristallinen Thermoplast:

JA / NEIN

Bei Duroplasten verringert sich die Belastbarkeit deutlich mit steigender Temperatur (immer unterhalb der Zersetzungstemperatur):

JA / NEIN

Die maximale Anwendungstemperatur von amorphen Thermoplasten entspricht der Glastemperatur:

JA / NEIN

Die Viskosität sinkt bei mechanischer Belastung (Scherung) als Funktion der Scherrate.

JA / NEIN

Polyelektrolyte müssen negative Ladungen in der Hauptkette tragen.

JA / NEIN

Pearl-necklace ist eine Struktur, die sich bei Polyelektrolyten bilden kann

JA / NEIN

Superabsorber sind unvernetzte Polyektrolyte mit negativer Ladung.

JA / NEIN

Anionische Polymerisation führt zu engeren Verteilungen als die Radikalische Polymerisation

JA / NEIN

Radikalische Polymerisation führt zu engeren Verteilungen als Polykondensation

JA / NEIN

1.20 Längen zur Beschreibung von Polymeren 1:

Welche Längen kennen Sie, die die Struktur eines Polymers beschreiben und eine unterschiedliche Eigenschaft beschreiben? Bitte geben Sie den Namen an und eine kurze Erläuterung.

(3Pt., 3 Längen zu drei verschiedenen Eigenschaften gefragt)

Kontourlänge, End-zu-End-abstand (oder Gyrationsraduis) und Persistenzlänge (oder Kuhnlänge)

1.21 Reptationsmodell

a) Was ergibt sich aus der Reptationstheorie für die Relaxationszeit als Funktion des Molekulargewichtes (nur Gleichung)?

(1 Pt.)

$$\lambda \propto M^3$$

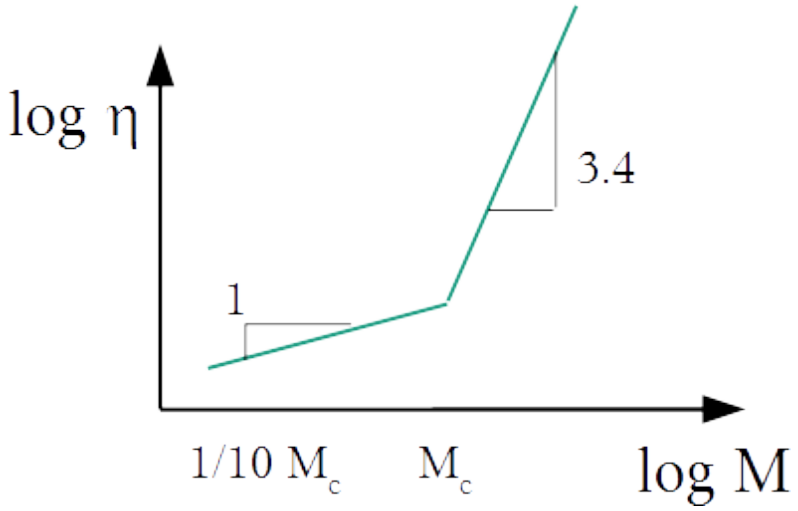
b) Was ergibt sich aus der Reptationstheorie für die Null-Scherviskosität als Funktion des Molekulargewichtes (nur Gleichung)?

$$\eta \propto M^3 \quad (De\ Gennes\ 1971; \quad exp: \eta \propto M^{3.4}$$

(1 Pt.)

c) Skizzieren Sie die Abhängigkeit der Viskosität vom Molekulargewicht für lineare Polymerketten und erläutern Sie die Regel „3 fingers needed to hold a stick“ Erwähnen Sie bei dieser Erklärung auch die Namen der beiden speziellen Molgewichte, die heir eine Rolle spielen.

(3 Pt.)



*Kristisches Molgewicht Mc=3*Me, das Entanglement-Molgewicht, das man aus der Masterkurve ermitteln kann. Erst ab mindestens 3 Entanglementspunkten ist die Kette wirklich in ihrer Bewegung gehindert, daher die Regel ,, 3 fingers....“*

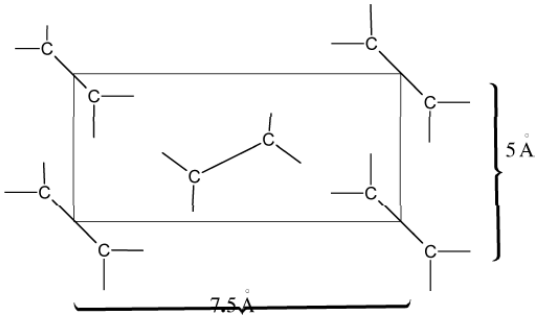
(Punktevergabe: 2 PT für Diagramm mit Beschriftung (1Pt), 1PT für Erläuterung, wenn beide Namen in Erläuterung oder Diagramm erwähnt sind)

1.22 Welche Eigenschaft (gehört zu Konfiguration) gibt es bei Polypropylen, Polystyrol und vielen anderen Polymeren, die einen Einfluss auf die Kristallinität (=Kristallisationsgrad) hat? (Polyethylen ist eines der wenigen Polymere bei denen diese Eigenschaft nicht existiert) Benennen Sie diese Eigenschaft und skizzieren Sie die drei möglichen Zustände.
(4 Pt.)

Taktizität (1PT), je 1Pt auf die drei Skizzen und ihre Benennung (jeweils 0,5)

1.23 Skizzieren Sie die Querschnittsprojektion (d.h. zweidimensional) der Elementarzelle von PE (orthorhombisch) und die Lage der PE-Ketten (-C-C-) und geben Sie die ungefähren Abmessungen der 2 Dimensionen an.
(3 Pt.)

2 Pt. Auf Skizze, 1Pt. Auf Abmessungen



1.24 Methoden zur Bestimmung der Kristallisation (1): Mit welchen Methoden (4 St.) außer der Röntgenstreuung kann man noch die Kristallinität bestimmen? Nennen Sie einfach nur die Namen der Methoden .

(2Pt.)

IR, Dilatometrie, NMR, DSC

1.25 Oszillierende Scherrheologie 1:

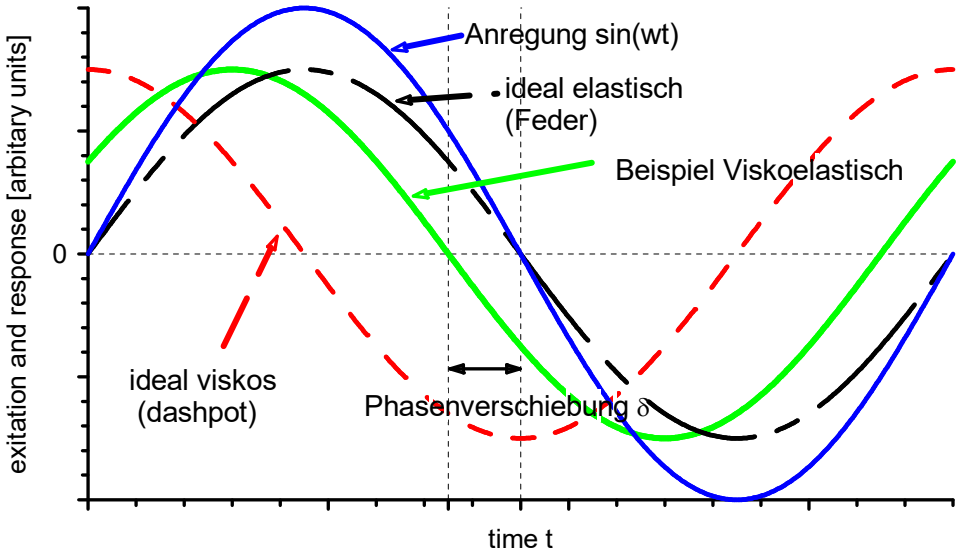
a) Geben Sie in einem Diagramm die Deformation der Probe (=Anregung) als Funktion der Zeit wieder und tragen Sie ebenso ein: die beiden grundlegenden idealen Systeme und ein reales System mit gemischten Verhalten ein.

b) Wie nennt man die beiden idealen Verhalten und mit welchen Grundelementen kann man sie beschreiben (jeweils Name und Bild)?

c) Welcher Parameter, der direkt aus der Grafik in a) ablesbar ist, ist für das gemischte System wichtig und was beschreibt er (Formel und Beschreibung in Text)?

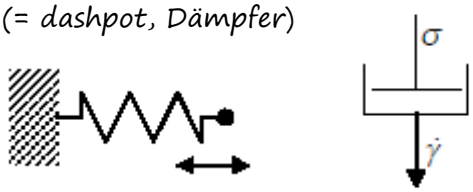
(7 Pt.)

a) Diagramm (2Pt.: 0,5 Pt. auf jede Kurve mit korrekter Beschriftung, Phasenverschiebung muss in Diagramm nicht eingezeichnet sein, nur in Teilfrage c)



b) (3Pt., je Begriff/Bild 0,5 Pt.)

elastisch (= Feder) und viskos (= dashpot, Dämpfer)



c) (2 Pt.: 1 Pt auf Name und Gleichung, 1Pt auf Beschreibung)

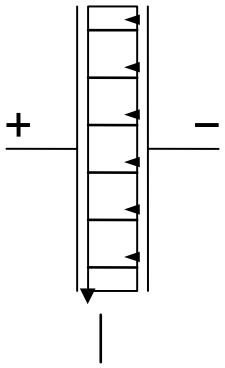
Phasenverschiebung δ: tan δ = G''/G' = Verhältnis zwischen Speicher- und Verlustmodul bzw. zwischen elastischen und viskosen Materialeigenschaften

1.26 Dielektrische Spektroskopie, Übersicht:

Skizzieren Sie den prinzipiellen Aufbau einer dielektrischen Messung. Was legen Sie an, was messen Sie?
Wieso können Sie hiermit die *relative Permittivität (relative Dielektrizitätskonstante)* ε_r bestimmen (entweder Formel oder qualitativer Zusammenhang)?
Was ist ein Typ A Polymer (Wie heißt die Klassifizierung, schematische Skizze Typ A + Beispiel eines Typ-A Polymers (Name genügt)) ?
Skizzieren Sie ein typisches dielektrisches Spektrum eines amorphen Typ-A Polymers. Kennzeichnen und benennen Sie die wichtigsten Strukturen (4 Stück) im Diagramm.

(9Pt.)

1,5Pt: 0,5 Pt für Skizze, 0,5 Pt für Wechselspannung und Strom, 0,5 Pt für richtige Zuordnung (Anlegen, Messen)



$U = U_0 \cdot e^{i\omega t}$ applied voltage

$I = I_0 \cdot e^{i(\omega t + \varphi)}$ electric current (Messgröße)

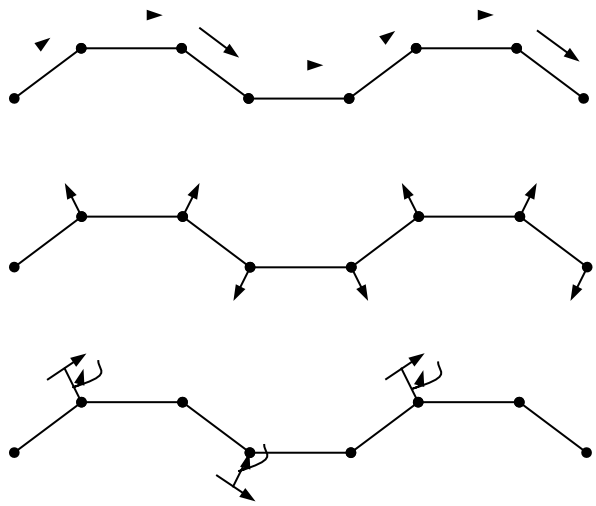
2 Pt. Für Zusammenhang zu ε_r::

a) qualitativ: U und I liefern den Widerstand R (URI), die Kapazität eines Kondensators bestimmt dessen Widerstand, in der Kapazität steckt die relative Permittivität des Dieelektrikums im Kondensator:

b) Formeln: kapazitiver Widerstand bei Wechselstrom $R_c = U/I = 1/\omega C$

$C = \varepsilon_0 \, \varepsilon_r * A/d$

1,5 Pt für Name Stockmayer, Skizze und Name Polyisopren (je 0,5 Pt) (natürlich nur oberer Teil dieser Skizze)



Type "A" e.g. 1,4 cis Polyisoprene

end-to-end vector! Normal mode!

Type "B" e.g. PVC

Type "C"e.g. PMMA

4Pt für Skizze und Erläuterung:

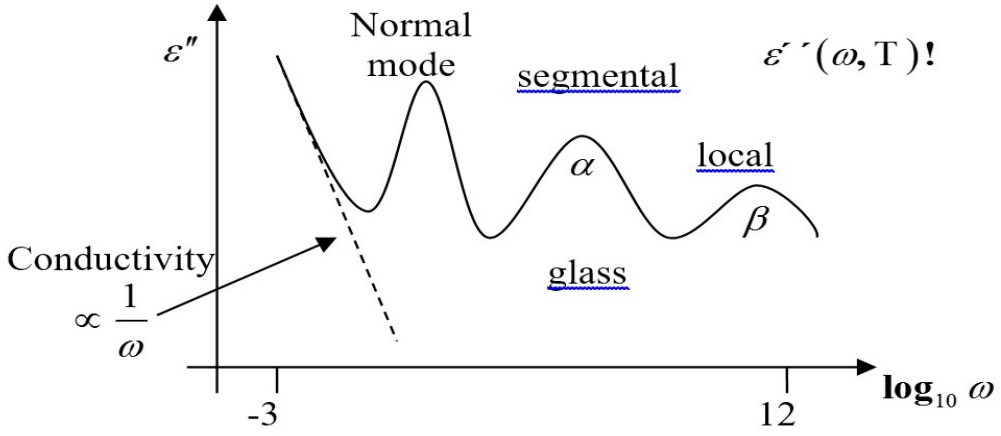


Diagramm 2 Pt: 1 Pt auf Kurve, je 0,5 Pt auf Achsenbeschriftung (log w ist wichtig!)
(Gerade und Frequenzabhängigkeit ist nicht notwendig)

Benennung je 0,5 Pt

1.27 Polymerverarbeitung 1:

Wie stellen sie ein Rohrmaterial durch eine kontinuierliche Verarbeitungsmethode her? (Skizze und Namen des grundlegenden Apparates)
Wie funktioniert Spritzguss (Was benötigen Sie zur Einspeisung in das Werkstück?, + Benennung der 3 Prozessschritte)

(5 Pt.)

Extruder (3Pt, 1 Pt für Name, 2Pt für Skizze)

Spritzguss (2Pt., je 0,5 Pt)):

Extruder wird zur Einspeisung verwendet, die drei Schritte sind:

Füllen des Werkzeuges

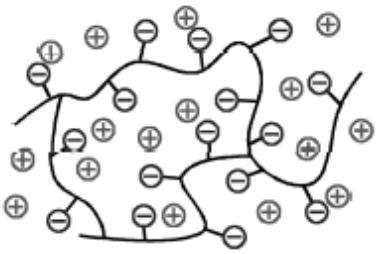
Abkühlen des Werkzeuges

Öffnen des Werkzeuges und Auswerfen des Kunststoffteils

1.28 Superabsorber:

Skizzieren Sie schematisch die Struktur eines Superabsorbers.
Wieso quillt ein Superabsorber mit Wasser sehr stark auf, wieso ist Wasser hierfür besonders geeignet?
Wie werden die Polymere genannt, aus denen man Superabsorber herstellen kann?
Geben Sie ein Beispiel eines derartigen Polymers.
Wo liegen die Anwendungsgebiete von Superabsorbern (3 Stück)?

(7 Pt.)

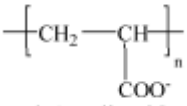


1,5 Pt. (wichtig: Ladung, Gegenladung und Vernetzung)

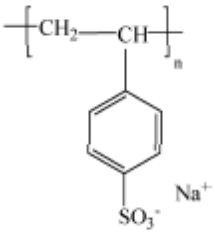
Quellen (2 Pt.) Elektrostatik: **Größere Abstände** und die **hohe Dielektrizitätskonstante** verringern die elektrostatische Abstoßung.

Polymere sind die Polyelektrolyte (1Pt.)

Beispiele (eins wird benötigt, 1 Pt)

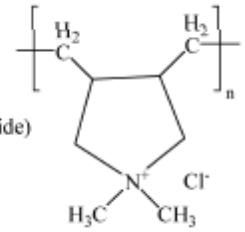


poly(acrylicacid)



poly(styrolsulfonicacid)

poly(diallyldimethyl-ammoniumchloride)
poly(DADMAC)



Anwendungsgebiete: (3 Stück, 1,5 Pt.)

- baby diapers
- packing (food)
- sealant
- agriculture: