

# Probeklausur zum Thema POLYMERISATION

## praktischer Teil

1. folgende Polymere verändern ihre Form, wenn Druck auf sie ausgeübt wird

- A. Thermoplaste
- B. Elastomere
- C. Duroplaste
- D. Duroplaste und Elastomere

2. folgende Polymere beginnen sich beim Erhitzen zu verformen

- A. Thermoplaste
- B. Elastomere
- C. Duroplaste
- D. Duroplaste und Elastomere

3. die Makromoleküle liegen hauptsächlich nebeneinander vor bei

- A. Thermoplasten
- B. Elastomeren
- C. Duroplasten
- D. Thermoplasten und Elastomeren

4. Makromolekülen werden aufgebaut, die engmaschig miteinander vernetzt sind. Das ist der Fall bei

- A. Thermoplasten
- B. Elastomeren
- C. Duroplasten
- D. Thermoplasten und Elastomeren

5. Die Makromoleküle der Elastomere bilden dichte "Knäule" bei

- A. Thermoplasten
- B. Elastomeren
- C. Duroplasten
- D. Thermoplasten und Elastomeren

6. Folgende Stoffe sind typische Thermoplaste:

- A. Polyethen, Polyvinylchlorid und Polyurethan
- B. Polyethen, Formaldehyd-Harz und Polyurethan
- C. Polyethen, Polyvinylchlorid und Polystyrol
- D. Polyesterharze, Formaldehyd-Harz und Polystyrol

7. Folgende Stoffe sind typische Elastomere:

- A. Styrol-Butadien-Kautschuk, Polyurethan, und Butadien-Kautschuk
- B. Polyamid, Polystyrol und Polyethen
- C. Polyethen, Polyvinylchlorid und Polystyrol
- D. Polyesterharze, Formaldehyd-Harz und Polystyrol

8. Erste chemische Entwicklungen rund um Polymere begann etwas in Jahren ...

- A. 1550
- B. 1740
- C. 1860
- D. 1946

9. Die meisten heute bekannte Polymere waren bereits bekannt und hergestellt in ...

- A. 1780
- B. 1900
- C. 1930
- D. 1990

10. Lückentext. Fügen Sie die richtige Begriffe rein. Benutzen Sie nur alle oder einige der Wörter „Thermoplast“, „Duroplast“ oder „Elastomer“.

Während \_\_\_\_\_ durch Erwärmung eingeschmolzen werden können und nach der Abkühlung wieder die ursprünglichen Materialeigenschaften einnehmen, ändert sich bei \_\_\_\_\_ die chemische Zusammensetzung, wenn man sie erwärmt. Daher können diese Kunststoffe nicht eingeschmolzen und wiederverwertet werden.

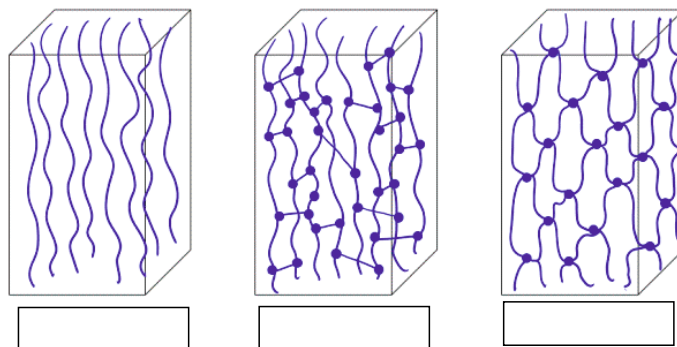
11. Die folgende Eigenschaften: **hohe Viskosität, bedingt Lösemittelbeständig, sind schweißbar, Unbeschränkte Haltbarkeit** können zugeschrieben werden

- A. den Duroplasten
- B. den Thermoplasten
- C. Elastomeren
- D. Elastomeren und Duroplasten

12. Die folgende Eigenschaften: **Chemische Aushärtungsreaktion, niedrige Viskosität, Eingeschränkte Haltbarkeit (Lagerung), Recycling bedingt möglich** können zugeschrieben werden

- A. den Duroplasten
- B. den Thermoplasten
- C. Elastomeren
- D. Elastomeren und Duroplasten

13. Duroplast? Thermoplast oder Elastomer? Welche Struktur ist wo dargestellt?



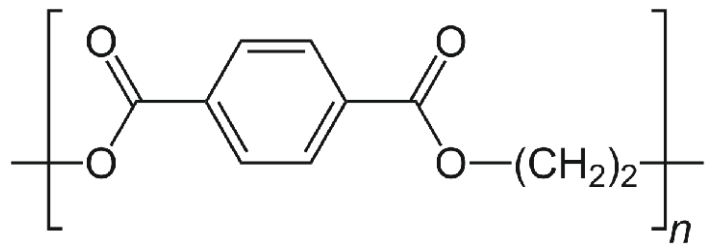
# Probeklausur zum Thema POLYMERISATION

## praktischer Teil

1. Schreiben Sie die Produkte der freiradikalischen Polymerisation für folgende Substanzen auf:

- A. Ethen
- B. Tetrafluorethen
- C. Vinylchlorid

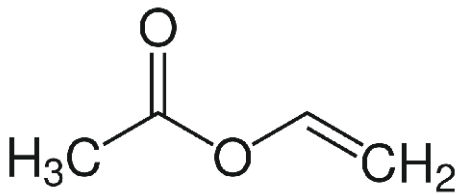
2. Polyethylenterephthalat (PET) ist ein thermoplastischer Kunststoff aus der Familie der Polyester. PET hat vielfältige Einsatzbereiche und wird unter anderem zur Herstellung von Kunststoffflaschen (PET-Flaschen), Folien und Textilfasern verwendet. Im Jahr 2008 lag die Produktion bei 40 Millionen Tonnen. Schreiben Sie die Monomer-Formel des PETs.



Polyethylenterephthalat (PET)

3. Alanin, abgekürzt Ala oder A, ist eine nicht-essentielle  $\alpha$ -Aminosäure. Alanin wird nach IUPAC als 2-Aminopropansäure genannt.
- A. Schreiben Sie die Strukturformel von Ala.
  - B. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Polymerisation zu Polyalanin.
  - C. Wie heißt die Polymerisationsart dieser Reaktion und warum?
4. Jährlich werden in Deutschland etwa 20.000 Tonnen Kaugummi verkauft. Derzeit verwendet man in der Regel Polyisobuten (PIB), das durch radikalische Polymerisation von Methylpropen synthetisiert wird.
- A. Geben Sie die Strukturformel von Methylpropen an.
  - B. Zeichnen Sie die Repetiereinheit von Polyisobuten.
  - C. (LK) Formulieren Sie, ausgehend von einem organischen Peroxid (R-O-O-R) als Starter, den Mechanismus der radikalischen Polymerisation von Methylpropen!

5. Im Jahre 1955 wurde Haarspray erfunden und erstmals vermarktet. Einer der Inhaltsstoffe, der als Filmbildner für die Haarform dient, ist Polyvinylacetat, das aus Vinylacetat hergestellt wird.



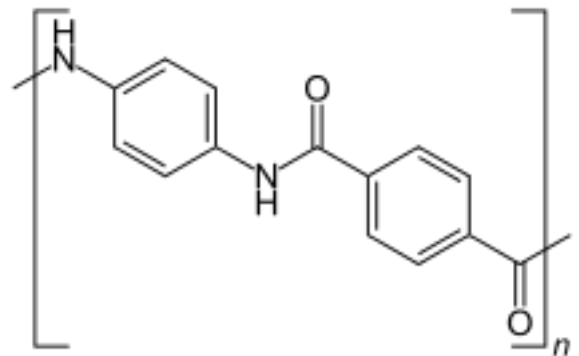
Vinylacetat



Polyvinylacetat

- A. Zeichnen Sie eine Repetiereinheit von Polyvinylacetat  
 B. (LK) Formulieren Sie, ausgehend von einem Starter (R-R), den Mechanismus der Synthese dieses Kunststoffs!

6. Aus aromatischen Monomerbausteinen können synthetische Polymere, die Aramide, hergestellt werden, die zum Beispiel zur Herstellung von schusssicheren Westen eingesetzt werden. Die folgende Abbildung zeigt einen Strukturformelausschnitt aus einem Aramid-Molekül:



Aramid-Molekül

- A. Formulieren Sie eine Strukturformelgleichung der Polyreaktion, die der Synthese dieses Aramids zugrunde liegt.  
 B. Benennen Sie den Polyreaktionstyp  
 C. Welche Merkmale der Molekülstruktur von Aramid könnten die Gründe für eine besondere Festigkeit sein?
7. Aus Polyethylen können sowohl weiche Folien als auch harte Formteile wie z.B. Rohre hergestellt werden. Erklären Sie die unterschiedlichen Eigenschaften von HDPE und LDPE mit Hilfe ihrer Struktur und beschreiben Sie ihre Herstellung.
8. Polyesterharze bestehen aus zwei Komponenten: Das eigentliche Harz erhält man durch Reaktion von Glykol (Ethandiol) mit Bernsteinsäure (Butandisäure). Formulieren Sie die Reaktionsgleichung!

9. LK. Makromolekulare Stoffe können durch verschiedenartige Polyreaktionen hergestellt werden. Nennen Sie drei Typen von Polyreaktionen, geben Sie jeweils eine Strukturformelgleichung an, in der das Produkt drei Monomere umfaßt, und benennen Sie die zugehörigen Polymeren!

10. Welche Monomere werden eingesetzt um die folgenden Polymere herzustellen:

A. Polycaprolactam (Perlon)

B. Polyvinylchlorid (PVC)

C. Plexiglas (PMMA)

D. Teflon

E. Polyamid

F. Polyester

G. Polystyren (Styropor)

11. Nylon ist ein Vertreter der Polyamide.

Das erste synthetisch hergestellte Polyamid, das Nylon, gewann man aus Hexamethylendiamin und Hexandisäure bei Du Pont in den USA. Es ist der bekannteste Kunststoff dieser Gruppe. Es handelt sich um einen sehr beständigen Stoff, die meisten Chemikalien greifen ihn nicht an, er ist kochfest und mechanisch relativ hoch belastbar.

Die Hauptverwendung liegt in der Herstellung von Wasser abweisenden Geweben, z. B. für Rucksäcke, Regenjacken aber auch Damenstrümpfen.

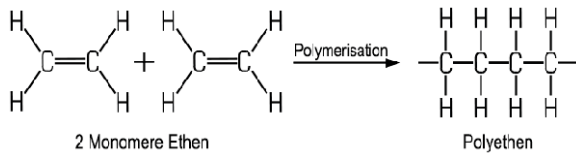
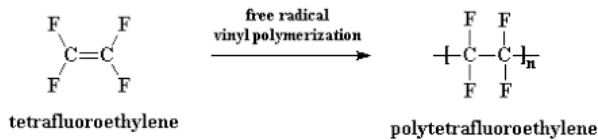
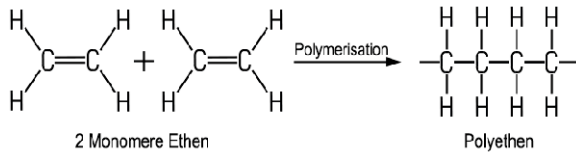
A. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Herstellung von Nylon

B. Erklären Sie die chemische sowie physikalische Eigenschaften des Nylons anhand von ihrer Strukturformel.

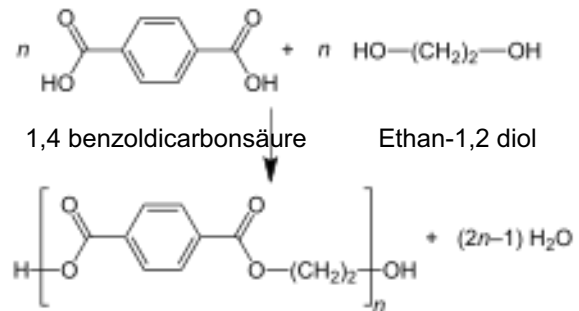
12. Polivinylnchlorid kann auf mindestens DREI aus der chemischen Sicht unterschiedenen Methoden hergestellt werden. Nennen Sie diese.

# ERGEBNISSE

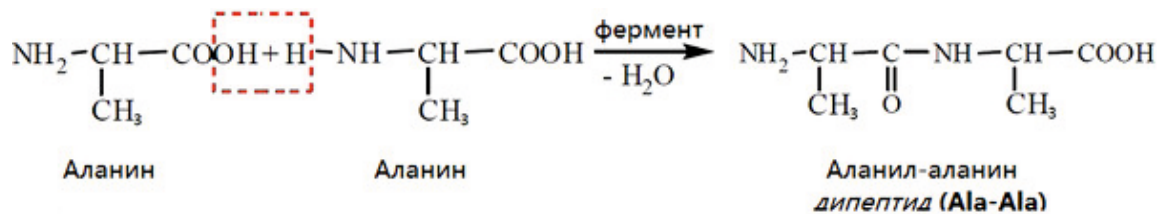
# A1



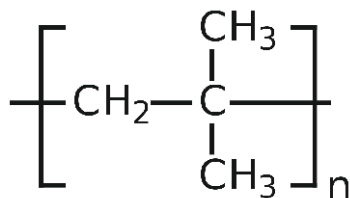
## A2



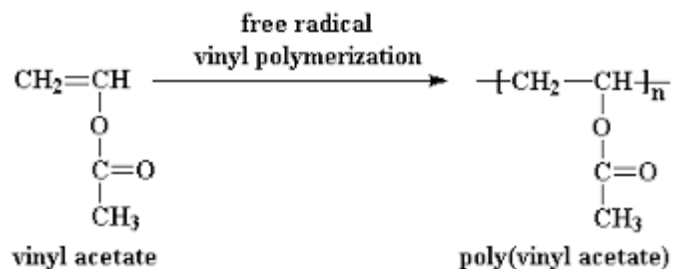
# A3



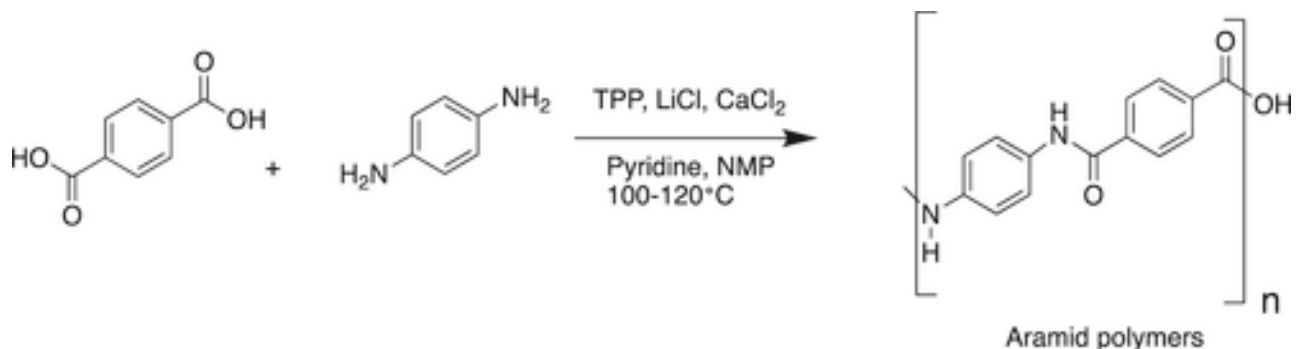
# A4



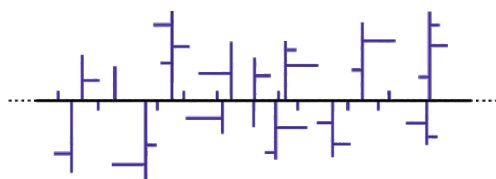
# A5



# A6

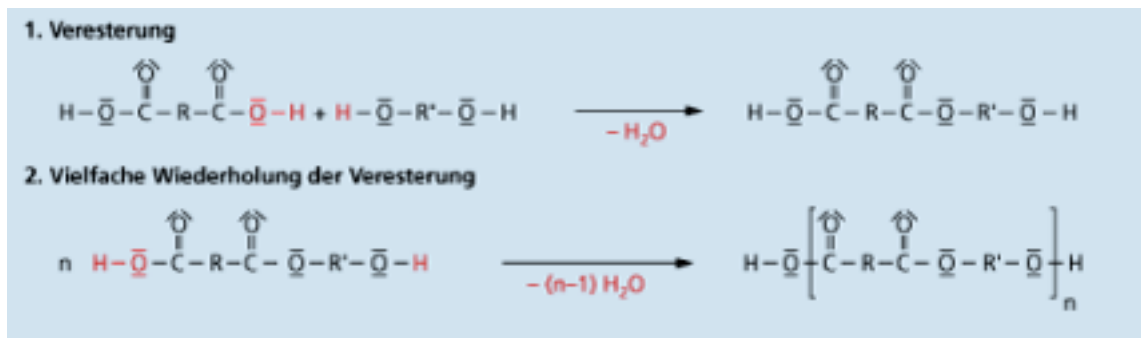


# A7



Das unterschiedliche Werkstoffverhalten der verschiedenen Polyethylen-Typen lässt sich durch ihren molekularen Aufbau erklären. Die größte Rolle spielen dabei molare Masse und Kristallinität, wobei die Kristallinität wiederum von der molaren Masse und dem Verzweigungsgrad abhängig ist. Je weniger die Polymerketten verzweigt sind und je geringer die molare Masse ist, desto höher ist der kristalline Anteil im Polyethylen.

A8



A9

### Polymerisation

Polymerisation ist die Zusammenlagerung einfacherer chemischer Verbindungen (also Monomere) unter Bildung echter homöopolarer Bindungen zu polymeren, kettenförmigen Großmolekülen (=Makromolekülen), z. B. Ethylen zum Kunststoff Polyethylen. Eine Polymerisation verläuft in 4 Phasen:

*Initiation.* Die Reaktion, die die Kettenreaktion und damit das Bilden von Polymeren startet (als Kettenstart oder Primärreaktion bezeichnet).

*Wachstumsreaktion.* Hier baut sich die Länge der Molekülketten auf (als Aufbaureaktion, Fortpflanzungsreaktion bezeichnet).

*Kettenübertragung.* Die Verzweigung der Molekülketten wird gebildet.

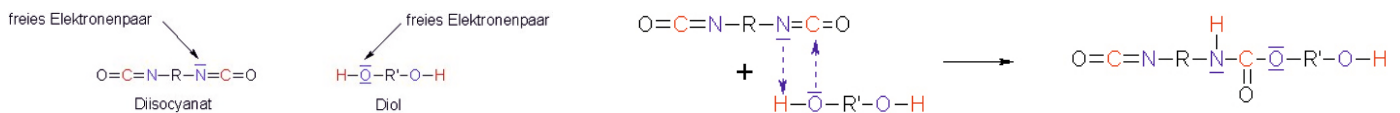
*Kettenabbruch:* Diese Reaktion führt zum Abbruch der Kettenreaktion (auch als Termination bezeichnet).

### Polykondensation

Polykondensation ist die chemische Verknüpfung einfacherer chemischer Verbindungen (=Monomere) unter Abspaltung von Wasser oder anderen kleinen Molekülen zu polymeren Molekülen (=Makromolekülen). Das Polykondensat bildet sich als Schmelze aus. Aus der Schmelze werden dünne Stränge gezogen, die nach dem Abkühlen granuliert werden. Wir verarbeiten Granulate aus Polykondensaten meist als Spritzgussteile oder extrudierte Halbzeuge und Profile aus Thermoplasten und aus den Duroplasten Polyesterharze und Phenolharze. Bereits 1872 gelang Adolf Ritter von Baeyer die Polykondensation von Phenol und Formaldehyd und schaffte damit die Grundlage für Baekelands Erfindung und die heutige Polymerchemie.

### Polyaddition

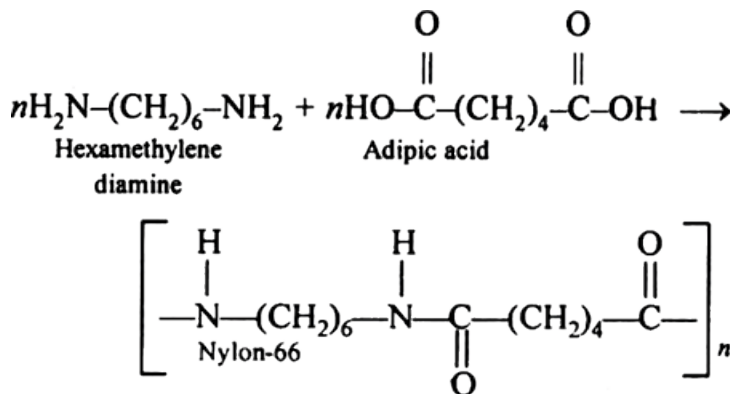
Polyaddition ist die chemische Verknüpfung einfacherer chemischer Verbindungen (=Monomere) durch Reaktion zwischen funktionalen Gruppen zu polymeren Molekülen (=Makromolekülen). Im Gegensatz zur Polymerisation werden die Monomere nicht aufgrund der C=C-Doppelbindung, sondern unter Wanderung von Wasserstoff (H) verknüpft. Auch werden nicht wie bei der Polykondensation niedermolekulare Verbindungen (also Wasser oder kleine Moleküle) abgespalten. Wir verarbeiten Polyaddukte vorwiegend in Form von Polyurethanen.



A10

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| A. Polycaprolactam (Perlon) | ε-Aminocapronsäure reagiert zusammen mit ε-Caprolactam            |
| B. Polyvinylchlorid (PVC)   | wird aus dem Monomer Vinylchlorid (H <sub>2</sub> C=CHCl) erzeugt |
| C. Plexiglas (PMMA)         | Methacrylsäuremethylester   |
| D. Teflon                   | Tetrafluorethylen   |
| E. Polyamid                 | Aminocarbonsäure  |
| F. Polyester                | Carbonsäure + Diol  |
| G. Polystyren (Styropor)    | Styrol (auch Vinylbenzol oder Phenylethylen)                      |

A11



A12

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| Radikalische Polymerisation | z.B. mit Benzoylperoxid                  |
| Anionische Polymerisation   | z.B. mit Cyanoacrylatmolekül             |
| Kationische Polymerisation  | z.B. mit Schwefelsäure und Styrolmolekül |