

POLIMERY

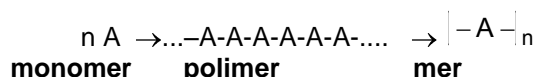
Opracowanie: dr Urszula Lelek-Borkowska

Wstęp

Polimeryzacją nazywamy reakcję łączenia się cząsteczek niektórych związków organicznych w długie łańcuchy bądź sieci – makrocząsteczki o masie cząsteczkowej przekraczającej 10 000u. Cząsteczki mające zdolność do takich reakcji nazywamy **monomerami**, a powstające w wyniku reakcji makrocząsteczki – **polimerami**. Monomerami mogą być wyłącznie cząsteczki posiadające:

- ▶ **wiązanie wielokrotne**, najczęściej podwójne, które może ulec rozerwaniu dając dwa elektrony zdolne do tworzenia nowych wiązań,
- ▶ **dwie grupy funkcyjne**, zdolne do reakcji.

Ogólne równanie reakcji polimeryzacji można zapisać następująco:

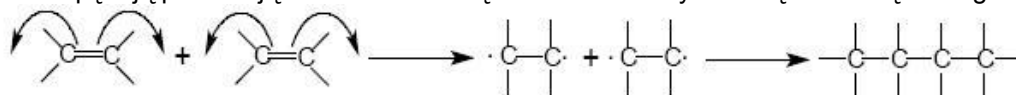


mer - najmniejszy, powtarzający się element łańcucha.

Ze względu na mechanizm reakcje polimeryzacji dzielimy na:

- ▶ polimeryzację łańcuchową,
- ▶ poliaddycję,
- ▶ polimeryzację kondensacyjną.

Polimeryzacja łańcuchowa (najczęściej rodnikowa) zachodzi dla monomerów posiadających wiązania wielokrotne, które pękają pozwalając na tworzenie się rodników zdolnych do łączenia się w długie łańcuchy:

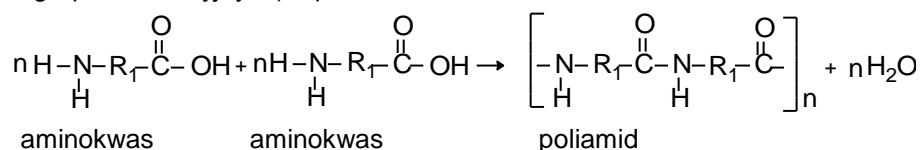


Reakcja polimeryzacji rodnikowej musi być inicjowana.

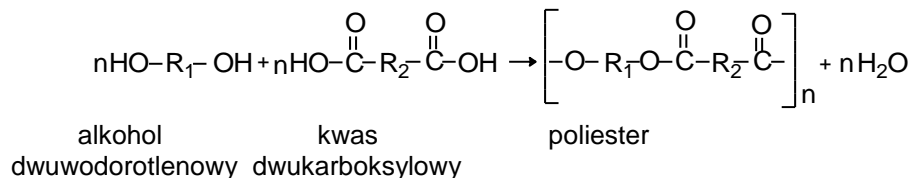
Poliaddycja (polimeryzacja stopniowa) polega na takim przegrupowaniu się atomów pomiędzy cząsteczkami monomerów, że polireakcja zachodzi bez wydzielenia produktu ubocznego.

W odróżnieniu od polimeryzacji addycyjnej ma charakter stopniowy, a nie łańcuchowy, np. poliuretany)

Polimeryzacja kondensacyjna zachodzi dla monomerów posiadających co najmniej dwie grupy funkcyjne, które reagują z wydzieleniem produktu ubocznego (najczęściej wody). Jeżeli monomer posiada dwie różne grupy funkcyjne, mogące reagować ze sobą – mamy do czynienia z **homopolikondensacją** (jeden monomer z dwiema różnymi grupami funkcyjnymi), np.:



W przypadku, gdy monomer posiada dwie takie same grupy funkcyjne, może reagować tylko z **komonomerem**, czyli drugim monomerem, który posiada dwie inne grupy funkcyjne – mamy wówczas do czynienia z **heteropolikondensacją** (dwa komonomery), np.:



Ze względu na własności fizykochemiczne polimery można podzielić na:

- ▶ elastomery – zwane gumami, posiadają zdolność wielokrotnego rozciągania i powrotu do poprzednich wymiarów (np. usieciowany polibutadien),
- ▶ duromery – twarde, nieelastyczne, trudnotopliwe o wysokiej wytrzymałości mechanicznej, służące jako materiały konstrukcyjne. Trudnotopliwe duromery są nazywane duroplastami (np. bakelit, żywice poliestrowe, epoksydowe).
- ▶ plastomery – zwane termoplastami, mniej sztywne od duromerów, można je przetwarzać poprzez topienie i wtryskiwanie do form lub wytłaczanie (np. polietylen, polipropylen, polimetakrylan metylu). Wielokrotne przerabianie termiczne pogarsza właściwości mechaniczne i użytkowe.

Ze względu na pochodzenie dzielimy polimery na:

- ▶ naturalne,
- ▶ sztuczne.

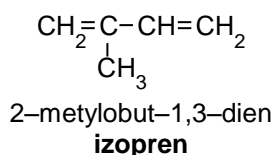
1. POLIMERY NATURALNE

Polimery naturalne są to polizwiązki występujące naturalnie w przyrodzie. Od tysięcy lat są wykorzystywane przez człowieka w postaci naturalnej, bądź zmodyfikowanej. Najczęściej spotykane polimery naturalne:

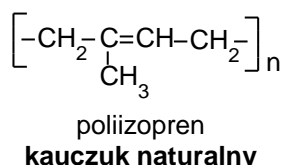
- ▶ kauczuk naturalny,
- ▶ polisacharydy (wielocukry): skrobia, celuloza.
- ▶ polipeptydy (białka).

1.1. Kauczuk naturalny

Monomer:

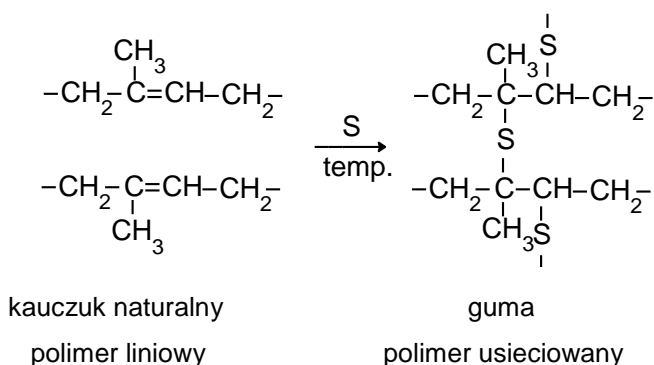


Polimer:



Kauczuk naturalny poddawany jest procesowi wulkanizacji za pomocą siarki, w wyniku którego uzyskuje się gumę (ok. 3% siarki) oraz ebonit (guma twarda, ok. 25–30% siarki).

Wulkanizacja – jest to chemiczny proces sieciowania cząsteczek polimeru polegający na addycji siarki do podwójnych wiązań węgiel-węgiel prowadzący do otrzymania gumy.

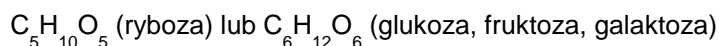


Właściwości: guma – duroplast, odporna na wysoką temperaturę, nieprzepuszczalna dla wody, elastyczna w szerokim zakresie temperatur, wytrzymała na rozciąganie, palna (wydziela się gryzący dym), pod wpływem światła ulega procesowi starzenia; ebonit – duroplast, twardy, kruchy, dobry izolator ciepła i elektryczności, odporny na działanie czynników chemicznych.

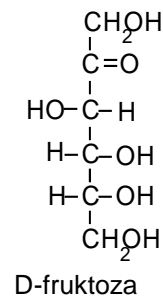
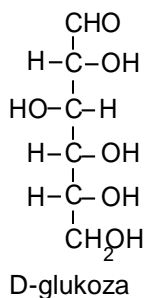
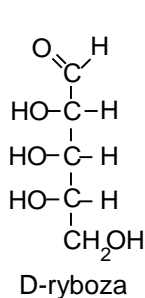
Zastosowanie: guma – uszczelki, opony, zabawki, artykuły gospodarstwa domowego, sprzęt sportowy, sprzęt medyczny, elastyczne tkaniny, liny, kleje; ebonit – skrzynki akumulatorowe, wykładziny ochronne i antykorozyjne, ustniki do fajek, drobny sprzęt elektrotechniczny, części aparatury chemicznej, materiał izolacyjny w przemyśle elektrotechnicznym, chemicznym i radiotechnicznym.

1.2. Polisacharydy (wielocukry)

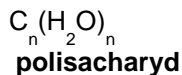
Monomer:



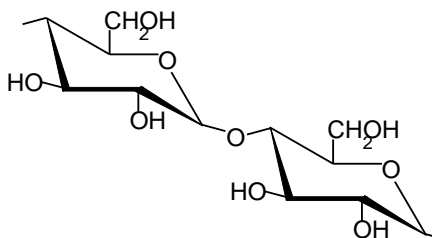
monosacharyd



Polimer:



Cząsteczki monosacharydów łączą się za pomocą wiązania glikozydowego (mostek tlenowy) **-O-**



fragment łańcucha skrobi (amyloza)

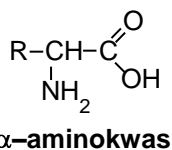
Właściwości: Do polisacharydów należą skrobia (materiał zapasowy roślin, gromadzony w owocach, nasionach, korzeniach, liściach, bulwach, rdzeniu łodygi i kłączach), celuloza (drewno, słoma, bawełna, juta), glikogen (materiał zapasowy tkanek zwierzęcych i ludzkich, gromadzony w wątrobie i tkance mięśniowej), chityna (budulec pancerzy owadów i skorupiaków).

Zastosowanie: Z celulozy wyrabia się papier, kleje, lakiery, celofan, błony fotograficzne i sztuczny jedwab. Octan celulozy służy do wyrobu błon fotograficznych, tworzyw sztucznych, lakierów i włókien.

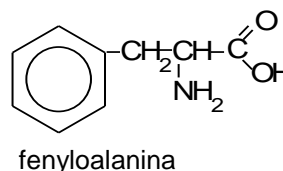
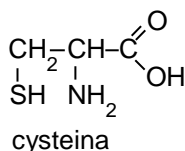
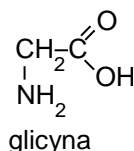
Skrobia i jej pochodne – przemysł włókienniczy, farmaceutyczny, kosmetyczny, papierniczy, tekstylny oraz do produkcji klejów.

1.3. Białka (proteiny, polipeptydy)

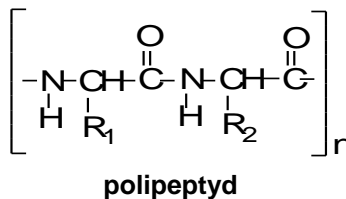
Monomery:



Przykłady:



Polimer:



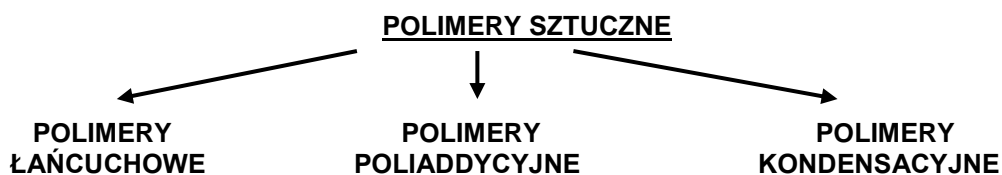
Właściwości: Białka to podstawowe, wielocząsteczkowe składniki wszystkich organizmów żywych, zbudowane z reszt aminokwasowych połączonych wiązaniami peptydowymi. Białka utrzymują strukturę organizmów żywych i biorą udział we wszystkich procesach w nich zachodzących.

Podział białek ze względu na ich funkcje biologiczne: enzymy, transportowe (hemoglobina, albumina), strukturalne (kolagen, elastyna, keratyna), odpornościowe (globulina), biorące udział w skurczach mięśni (miozyna), błony komórkowe, hormony (insulina, oksytocyna), toksyny (jad węża).

Zastosowanie: przemysł spożywczy, medycyna.

2. POLIMERY SZTUCZNE

Polimery sztuczne są to związki otrzymywane przez człowieka na drodze syntezy chemicznej.



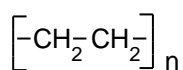
2.1. POLIMERY ŁAŃCUCHOWE

2.1.1. Polietylen (PE)

Monomer:

eten
(etylen)

Polimer:



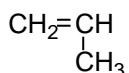
polietylen

Właściwości: termoplast, giętki, woskowaty, przezroczysty, odporny na działanie roztworów kwasów, zasad i soli oraz niską temperaturę.

Zastosowanie: folie, opakowania, zabawki, materiały izolacyjne, artykuły gospodarstwa domowego.

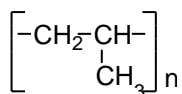
2.1.2. Polipropylen (PP)

Monomer:



propen
(propylen)

Polimer:



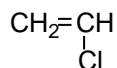
polipropylen

Właściwości: termoplast, palny, bezbarwny, bezwonny, niewrażliwym na działanie wody, odporny na działanie kwasów, zasad i soli oraz rozpuszczalników organicznych.

Zastosowanie: przewody do wody i cieczy agresywnych, zbiorniki zderzaki, części karoserii, butelki, pojemniki, folie, opakowania, zabawki, materiały izolacyjne, artykuły gospodarstwa domowego.

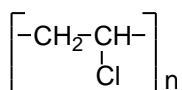
2.1.3. Polichlorek winylu (PCW, PVC)

Monomer:



chloroeten
(chlorek winylu)

Polimer:



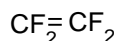
poli(chlorek winylu)

Właściwości: termoplast, wytrzymały mechanicznie, odporny na działanie wielu rozpuszczalników.

Zastosowanie: wykładziny podłogowe, stolarka drzwiowa i okienna, rury, materiały elektroizolacyjne, artykuły gospodarstwa domowego, jako igelit – pokrywanie skoczni i stoków narciarskich.

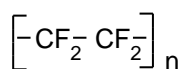
2.1.4. Politetrafluoroetylen (PTFE, Teflon, Tarflen)

Monomer:



tetrafluoroeten
(tetrafluoroetylen)

Polimer:



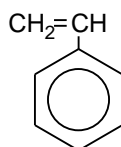
poli(tetrafluoroetylen)
teflon

Właściwości: nietopliwy, odporny na ciepło, na działanie odczynników chemicznych i rozpuszczalników, posiada dobre właściwości dielektryczne, niski współczynnik tarcia, obojętny fizjologicznie.

Zastosowanie: smary, elementy uszczelniające, powłoki nieprzywierające (antyadhezyjne), antykorozyjne, powlekanie ubrań ochronnych dla straży pożarnej i ratownictwa chemicznego, elementy urządzeń stosowanych w przemyśle chemicznym, medycznych, części maszyn (łożyska).

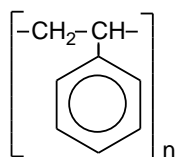
2.1.5. Polistyren (PS)

Monomer:



styren
(winylobenzen)

Polimer:



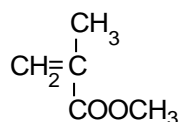
polistyren

Właściwości: termoplastyczny, bezbarwny, twardy, kruchy.

Zastosowanie: sztuczna biżuteria, szczoteczki do zębów, pudełka do płyt CD, elementy zabawek, w formie spienionej (styropian) - płyty izolacyjne i dźwiękochłonne, opakowania (również do żywności), jako kopolimery z akrylonitrylami i butadienami (ABS-akrylonitrylo-butadieno-styren) – części samochodowe

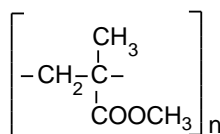
2.1.6. Polimetakrylan metylu (PMMA)

Monomer:



metakrylan metylu

Polimer:



poli(metakrylan metylu)

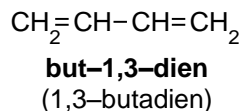
Właściwości: termoplast o wysokiej przezroczystości, odporny na działanie ultrafioletu, odporny mechanicznie.

Zastosowanie: płyty pleksiglasowe, pręty, guziki, okna samolotów, światłowody, zadaszzenia, świetliki, elewacje, ekrany akustyczne (autostrady), łóżka opalające (solaria).

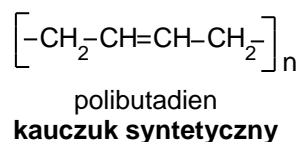
2.1.7. Kauczuki syntetyczne

2.1.7.1. Polibutadien (PB, PBA)

Monomer:



Polimer:

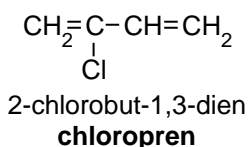


Właściwości: odporny na wysoką temperaturę, nieprzepuszczalny dla wody, elastyczny w szerokim zakresie temperatur, wytrzymały na rozciąganie, palny (wydziela się gryzący dym).

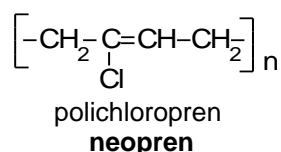
Zastosowanie: sztuczna guma (uszczelki, opony, artykuły gospodarstwa domowego, itd.), elastyczne żele, farby lateksowe, elastyczne tkaniny, liny, kleje.

2.1.7.2. Polichloropren (Neopren)

Monomer:



Polimer:



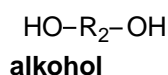
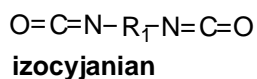
Właściwości: większą odporność na oleje i inne rozpuszczalniki organiczne, niż kauczuki polibutadienowe, wolniej ulega starzeniu, palny, samogasnący.

Zastosowanie: jak kauczuki butadienowe, ponadto tkaniny podgumowane (pontony ratunkowe), skafandry nurkowe, odzież ochronna do uprawiania sportów wodnych, opaski rehabilitacyjne.

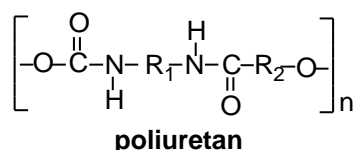
2.2. POLIMERY POLIADDYCYJNE

2.2.1. Poliuretany (PU)

Komonomery:



Polimer:

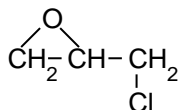


Właściwości: duroplasty, odporne na działanie wody, czynników atmosferycznych, olejów, smarów, rozpuszczalników organicznych, rozcieńczonych kwasów i zasad, dobre izolatory ciepła i elektryczności, wykazują lepszą wytrzymałość mechaniczną niż kauczuki oraz lepsze wskaźniki elastyczności i wydłużenia.

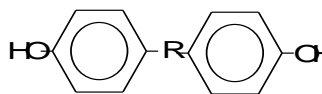
Zastosowanie: produkcja włókien elastycznych typu lycry i elastanu, przemysł meblarski (gąbki tapicerskie i materacowe), samochodowy (gąbki tapicerskie, sztywne pianki do zderzaków, elementów wystroju wnętrza i amortyzatorów), obuwniczy i tekstylny (podeszwy, tkaniny z podszewkami gąbczastymi, tkaniny ociepleniowe), gąbki do kąpieli, materiały izolacyjne, kity uszczelniające, spoiwa, kleje.

2.2.2. Żywice epoksydowe

Komonomery:

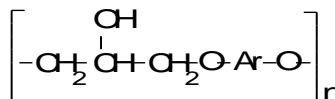


epichlorhydryna



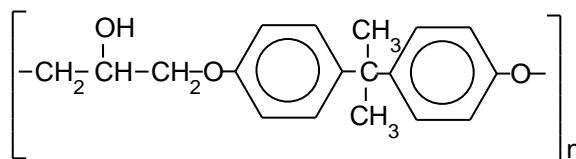
bisfenol

Polimer:



żywica epoksydowa

Przykład:



żywica epoksydowa epichlorhydryny z bisfenolem A

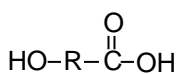
Właściwości: duroplasty, nierozpuszczalne i nietopliwe, bardzo przyczepne do prawie wszystkich materiałów, odporne na czynniki chemiczne.

Zastosowanie: laminaty, kleje do metali, kleje, kompozyty (lotnictwo, motoryzacja, szkutnictwo, sport wyczynowy).

2.3. POLIMERY KONDENSACYJNE

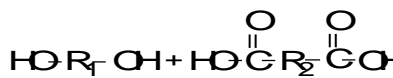
2.3.1. Poliestry

Monomer, komonomery:



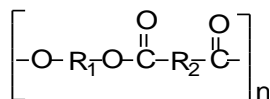
hydroksykwas

lub



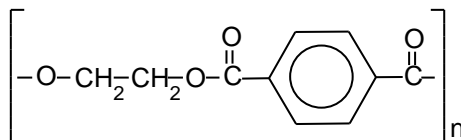
glikol i kwas dwukarboksylowy

Polimer:



poliester

Przykład:



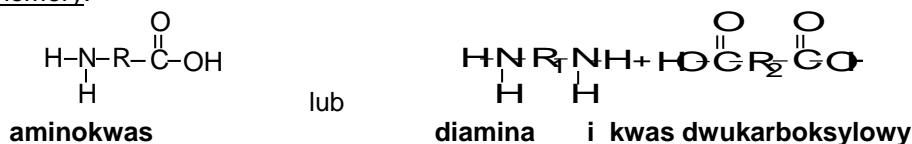
poli(tereftalan etylu) PET

Właściwości: najszerszej stosowany – PET – termoplast, o wysokiej krystaliczności, wytrzymały mechanicznie, odporny na działanie wody, kwasów, części rozpuszczalników organicznych. Podczas spalania produktów wytworzonych z PET wytwarzają się duże ilości silnie toksycznych dioksyn.

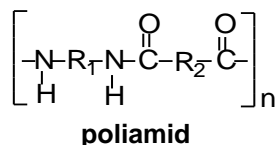
Zastosowanie: produkcja naczyń, butelek, opakowań, niewielkich kształtek, włókna (elana, polartec - polar), sztuczne futra.

2.3.2. Poliamidy

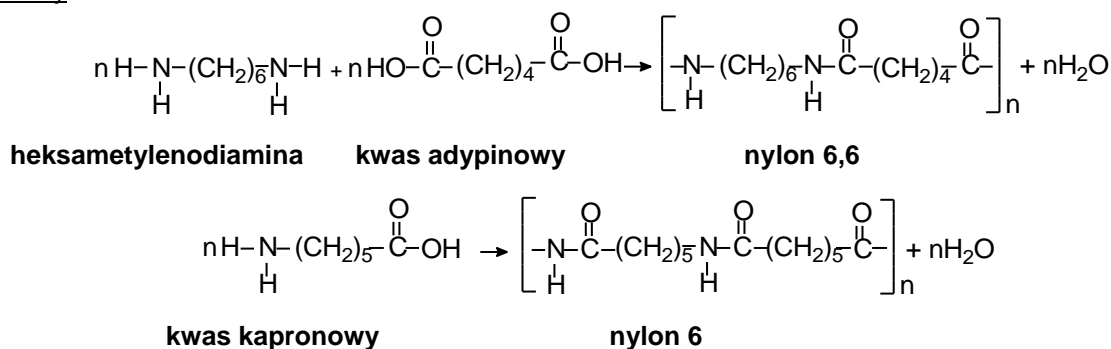
Monomer, komonomery:



Polimer:



Przykłady:

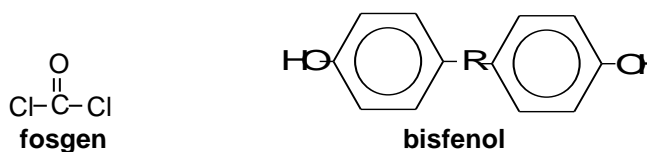


Właściwości: termoplasty, rozpuszczalne w kwasach i fenolach, mogą zaabsorbować do kilku procent wody, bardziej twarde i trudniej topliwe niż poliestry.

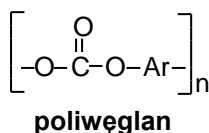
Zastosowanie: najczęściej stosowany – nylon – do produkcji pończoch, rajstop, sieci rybackich, spadochronów, lin, poduszek powietrznych, szczoteczek do zębów, wykładzin dywanowych, strun gitarowych, kevlaru (materiału stosowanego w kamizelkach kuloodpornych, kaskach i hełmach ochronnych, trampolinach, kablach światłowodowych).

2.3.3. Poliwęglany

Monomer, komonomery:

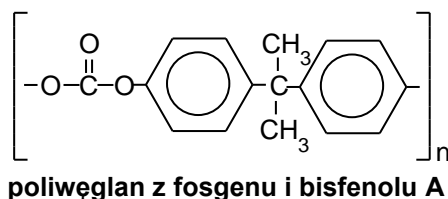


Polimer:



(nazwa pochodzi od grupy CO₃ – jak w reszcie kwasu węglowego)

Przykład:

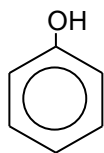


Właściwości: przezroczyste termoplasty o bardzo dobrych własnościach mechanicznych (udarność, odporność na ściskanie), odporne na znaczne różnice ciśnień.

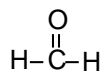
Zastosowanie: warstwy uodparniające szklane szyby na stłuczenie, czy przestrzelenie, szyby w batyskafach, samolotach, hełmach astronautów, kierowców rajdowych, butelki dla niemowląt, płyty CD, DVD.

2.3.4. Fenoplasty

Komonomery:

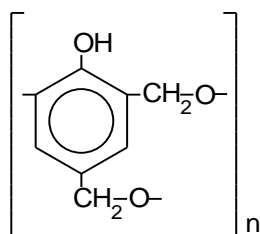


fenol



formaldehyd

Polimer:



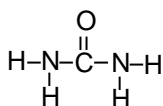
żywica fenolowo–formaldehydowa (PF)

Właściwości: duroplasty, niepalne, nietopliwe, nierozpuszczalne, o niskim przewodnictwie elektrycznym, słabej przewodności cieplnej, odporne chemicznie.

Zastosowanie: najczęściej stosowany – bakelit – obudowy aparatów telefonicznych, radiowych i fotograficznych, produkcja okładzin ciernych hamulców i sprzęgieł, dodatki do lakierów, klejów.

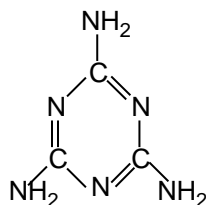
2.3.5. Aminoplasty

Komonomery:

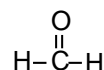


mocznik

lub

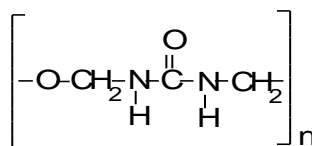


melamina

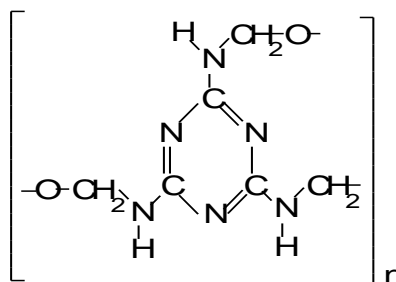


formaldehyd

Polimer:



żywica mocznikowo–formaldehydowa (UF)



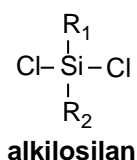
żywica melaminowo–formaldehydowa (MF)

Właściwości: duroplasty, bezwonne, bezbarwne, odporne na działanie wody i rozpuszczalników organicznych, posiadają dobre własności elektroizolacyjne, odporność cieplną do 120°C.

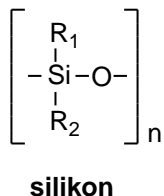
Zastosowanie: laminaty dekoracyjne, artykuły AGD, artykuły elektrotechniczne (gniazdka, wtyczki, włączniki).

2.3.6. Silikony

Monomer:



Polimer:



Właściwości: żywice, zależnie od stopnia usieciowania, przypominają w konsystencji żełe, albo są litymi elastomerami.

Zastosowanie: oleje, smary, pasty, kauczuki, żywice, folie, lakiery hydrofobowe, materiały elektroizolacyjne, środki do impregnacji tkanin, hydrożele stosowane jako implanty tkanek miękkich.

PYTANIA KONTROLNE

1. Podaj rodzaje polimeryzacji.
2. Scharakteryzować polimeryzację łańcuchową i kondensacyjną (wzory, nazewnictwo, reakcje).
3. Co to jest guma?
4. Podaj przykłady polimerów naturalnych.
5. Podaj przykłady polimerów sztucznych.
6. Jakich polimerów używamy na co dzień?
7. Co to są poliamidy?
8. Jakie zastosowanie mają poliestry?
9. Jak wygląda wiązanie peptydowe?
10. Czym różni się kauczuk naturalny od syntetycznego?