

# CHEMIA MATERIAŁÓW

## I, II POLIMERYZACJA RODNIKOWA

### *Wymagania teoretyczne:*

- mechanizm reakcji polimeryzacji rodnikowej,
- wzory chemiczne monomerów winylowych (styren, metakrylan metylu, akrylonitryl, akrylamid, diwinylobenzen, dimetakrylan glikolu etylenowego, etc.),
- skróty nazw monomerów i polimerów,
- polimeryzacja w masie, zawiesinie, emulsji i roztworze,
- inicjatory stosowane w reakcjach polimeryzacji,
- otrzymywanie usieciowanych polimerów,
- zasady BHP obowiązujące w pracy ze związkami chemicznymi stosowanymi w trakcie ćwiczeń.

### *I a) Polimeryzacja styrenu w toluenie jako przykład polimeryzacji w roztworze.*

#### Odczynniki:

- styren ( $d=0,9\text{g}/\text{dm}^3$ )
- inicjator (AIBN lub nadtlenek benzoilu)
- toluen
- metanol

#### Sprzęt:

- mieszadło magnetyczne
- łaźnia olejowa
- statyw do probówek do łaźni
- statyw do probówek
- 5 probówek
- łaźnia lodowa
- 4 elementy mieszające
- 2 zlewki (100 ml)
- 2 pipety Paustera i smoczki
- lejek ze spiekim
- kolba ssawkowa

Do pięciu probówek odmierzyć po 3 g styrenu, do 4 probówek dodać po 1,5 ml toluenu a do piątej dodać 2 ml toluenu. Inicjator (5 porcji np. 5x20) rozpuścić w 2,5 ml toluenu. Do czterech probówek dodać po 0,5 ml tak przygotowanego roztworu. **UWAGA: Sumaryczna objętość dodanego toluenu musi wynosić 2 ml.** Cztery probówki z inicjatorem umieścić w łaźni olejowej, ogrzanej do temp 110°C. **Reakcje przerywać kolejno po 30, 50, 70 i 90 minutach, dodając kryształek hydrochinonu.** Piątą probówkę ze styrenem w 2 ml toluenu również umieścić w łaźni olejowej i prowadzić polimeryzację inicjowaną temperaturowo przez 90 min.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie stopnia konwersji (stopnia przereagowania) styrenu, w rozpuszczalniku (toluen), w zależności od czasu polimeryzacji oraz metodą polimeryzacji, inicjowanej temperaturowo. Do wyznaczania stopnia konwersji należy zastosować metodę grawimetryczną.

#### Metoda grawimetryczna:

Metoda polega na ilościowym wytrąceniu polimeru z roztworu, jego wysuszeniu i określeniu masy.

W zlewce umieścić 30 ml alkoholu metylowego, ochłodzić w łaźni lodowej i dodać roztwór polistyrenu w toluenie. W każdej ze zlewek powinien wytrącić się biały osad polistyrenu, który należy po dokładnym wymieszaniu przesączyć.

Uwaga: Osad należy przenieść ilościowo na lejek, stosując w tym celu alkohol metylowy.

Sączki z osadem polistyrenu pozostawić do wysuszenia do stałej wagi (temperatura suszenia 65–70°C) i umieścić w eksykatorze.

Z uzyskanych mas polistyrenu (po kolejnych czasach polimeryzacji) obliczyć zawartość procentową styrenu w roztworach po czasie polimeryzacji (t) wg wzoru:

$$\% \text{ styrenu} = 100(m_o - m_t)/m_o$$

gdzie:  $m_o$  – masa styrenu w 5ml roztworu niespolimeryzowanego,  
 $m_t$  – masa polistyrenu po czasie polimeryzacji (t).

Na podstawie uzyskanych wyników procentowej zawartości styrenu obliczyć procenty konwersji. Jest to różnica między procentową zawartością styrenu w roztworze niepolimeryzowanym ( $t=0$ ) i procentową zawartością styrenu w roztworze po czasie polimeryzacji t. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli. Sporządzić wykres zależności obliczonych % konwersji od czasu polimeryzacji t. Dodatkowo na wykres należy nanieść % konwersji polistyrenu uzyskanego w wyniku polimeryzacji inicjowanej temperaturą.

Dokonać oceny uzyskanych rezultatów i sformułować wynikające z nich wnioski. W sprawozdaniu dodatkowo należy wyjaśnić rolę, jaką spełniają stosowane do tej reakcji związki chemiczne.

Lp.	Czas polimeryzacji (min)	Masa polimeru	Masa styrenu niepolimeryzowanego	% konwersji
1.	0			
2.	30			
3.	50			
4.	70			
5.	90			

### ***I b) Polimeryzacja perłkowa styrenu (polimeryzacja w zawieszynie) – ćwiczenie pokazowe***

Odczynniki:

- poli(alkohol winylowy)
- AIBN
- styren
- NaOH

Sprzęt:

- kolba dwuszyjna (250ml)
- mieszadło mechaniczne
- termostat

120 ml wodnego roztworu poli(alkoholu winylowego) (o stężeniu 5.7 g/l) umieścić w kolbie dwuszyjnej zaopatrzonej w mieszadło mechaniczne. Dodać NaOH – tak aby otrzymać 1% roztwór (ok. 1,2 g). Włączyć mieszadło oraz ogrzewanie i doprowadzić mieszaninę do temperatury 90°C. Odważyć AIBN (0.60 g) i rozpuścić w 60ml (54.3 g) świeżo przedestylowanego styrenu. Wprowadzić monomer wraz z inicjatorem do kolby. Polimeryzację prowadzić w temperaturze 90°C -przez 16 godzin. Podczas polimeryzacji należy zapewnić równomierne mieszanie, gdyż od tego zależy wielkość i kształt powstających perłek polistyrenu.

Po zakończeniu polimeryzacji i wyłączeniu mieszadła powstałe perłki polistyrenu opadają na dno kolby. Roztwór po ochłodzeniu do temperatury pokojowej należy zdekantować, a perłki przemyć w kolbie kilkakrotnie wodą, następnie odsączyć na lejku, wysuszyć w temp. 80°C i zważyć.

W sprawozdaniu należy wyjaśnić rolę, jaką spełniają stosowane do tej reakcji związki chemiczne, oraz obliczyć wydajność polimeryzacji w %.

W sprawozdaniu należy porównać wyniki polimeryzacji inicjowanej przez AIBN oraz nadtlenek benzoilu.

## **II a) Polimeryzacja metakrylanu metylu, jako przykład polimeryzacji w masie**

Odczynniki:

- metakrylan metylu
- inicjator rodnikowy np. nadtlenek benzoilu, nadtlenek wodoru
- woda

Sprzęt:

- łaźnia wodna
- zlewka
- 2 probówki
- drobny przedmiot, koralik lub owad

**Uwaga !!!**

**Na zajęcia proszę przynieść niewielki przedmiot do zatopienia w bloku szkła organicznego.**

W probówce umieścić metakrylanu metylu (około 2/3 objętości probówki) i wprowadzić niewielką porcję inicjatora rodnikowego (np. nadtlenku benzoilu). Uwaga – ilość probówek z metakrylanem metylu należy dostosować do wielkości zatapianego przedmiotu. Po rozpuszczeniu inicjatora należy ogrzać w łaźni wodnej, sprawdzając, co pewien czas jej temperaturę (nie dopuścić do zbyt gwałtownej reakcji - reakcja egzotermiczna). W przypadku zbyt dużego wzrostu temperatury, probówkę zanurzyć w naczyniu z zimną wodą. Po pewnym czasie zawartość probówki gęstnieje. Można wówczas umieścić jakiś drobny przedmiot wewnątrz masy, która ulegnie zestaleniu. Po rozbiciu probówki otrzymujemy mały przezroczysty blok szkła organicznego z zatopionym przedmiotem.

*1. Piękne efekty otrzymamy po wsypaniu do gęstniejącej masy luminoforu. Po zastygnięciu powstaje twardy blok świecący w nocy, który można odpowiednio uformować na drodze obróbki mechanicznej.*

*2. Polerowanie da dobre efekty, tylko wtedy, gdy powierzchnia będzie wstępnie wygładzona. Miejsce dużych rys, czy cięć należy wygładzić pilnikiem o drobnych ząbkach, a następnie oszlifować drobnoziarnistym papierem ściernym. Do polerowania można zastosować pastę do zębów i miękki filc.*

*3. W przypadku umieszczania w masie szkła organicznego eksponatów takich jak kwiaty czy motyle należy je odpowiedni przygotować poprzez wysuszenie, po czym usztywnienie przez spryskanie lakierem nitro, lub lakierem do włosów.*

## **II b) Otrzymywanie żeli polimerowych**

Odczynniki:

- styren
- 1,4-diwinylbenzen
- nadtlenek benzoilu
- metakrylan metylu
- dimetakrylan glikolu etylenowego
- toluen
- metanol
- dichlorometan

Sprzęt:

- mieszadło magnetyczne
- łaźnia olejowa
- statyw do probówek
- 2 probówki
- łaźnia lodowa
- 2 zlewki (100 ml)
- 2 lejki ze spiekami

a) Do probówki odmierzyć 3g styrenu (S), dodać 1g diwinylbenzenu (DVB) i 10 mg nadtlenku benzoilu. Probówkę umieścić w łaźni olejowej, i ogrzewać w temp 110°C, przez max. 2 godz. Probówkę rozbić, polimer przenieść na lejek, przepłukać metanolem, po wysuszeniu zważyć i obliczyć wydajność polimeryzacji.

b) Do probówki odmierzyć 3g metakrylanu metylu (MM), dodać 1g dimetakrylan glikolu etylenowego (EGDMA) i 10 mg AIBN. Probówkę umieścić w łaźni olejowej, ogrzewać w temp 80°C przez max. 2 godz.

Zbadać rozpuszczalność powstałych PS i kopolimerów PS-PDVB oraz PMM i kopolimeru PMM-PEGDMA w dichlorometanie, metanolu i acetonie.

W sprawozdaniu należy podać różnice we właściwościach pomiędzy polimerami liniowymi a usieciowanymi (rozpuszczalność, inne właściwości fizyczne). Dodatkowo należy porównać wady i zalety polimeryzacji w masie, roztworze, zawiesinie i emulsji.

### III REAKCJE POLIKONDENSACJI:

#### *Wymagania teoretyczne:*

- polikondensacja i poliaddycja,
- fenoplasty: żywice fenolowo-formaldehydowe (nowolaki, rezole),
- aminoplasty: żywice aminowe, żywice mocznikowe, żywice melaminowe
- żywice epoksydowe
- sieciowanie żywic
- poliestry (np. PET)

#### *a) Otrzymywanie fenoplastu:*

Odczynniki:

- formalina
- fenol
- stężona woda amoniakalna

Sprzęt:

- 2 probówki
- pipety
- łaźnia wodna

Do probówki wprowadza się ok. 3ml formaliny (40%), ok. 1 g fenolu i ok. 0.5 ml stężonej wody amoniakalnej, a następnie lekko podgrzewa się w łaźni wodnej. Ponieważ następuje gwałtowna reakcja, połączona z wydzielaniem par formaliny, dlatego doświadczenie należy prowadzić pod wyciągiem. W wyniku polikondensacji powstaje żywica koloru czerwonego. Jest ona spieniona, gdyż w czasie reakcji wydziela się woda w postaci pary. Otrzymany fenoplast jest usieciowaną żywicą fenolowo-formaldehydową.

#### *b) Otrzymywanie żywicy mocznikowo-formaldehydowej w środowisku kwaśnym*

Odczynniki:

- mocznik
- formalina
- kwas solny

Sprzęt:

- pojemnik PP

W pojemniku PP sporządza się roztwór 3 g mocznika z 5 ml formaliny i dodaje dwie krople HCl. Mieszanina mętnieje i w szybkim tempie zestala się przybierając konsystencję ciała stałego.

#### *c) Otrzymywanie żywicy mocznikowo-formaldehydowej w środowisku zasadowym*

Odczynniki:

- mocznik
- formalina
- kwas solny
- wodorotlenek sodu

Sprzęt:

- kolba (25 ml)
- chłodnica zwrotna
- płaszcz grzejny
- transformator
- kawałki drewna

W kolbie zaopatrzonej w chłodnicę zwrotną ogrzewa się do wrzenia mieszaninę o składzie 3 g mocznika, 5 ml formaliny i dwie krople stężonego NaOH (20%). Wrzenie podtrzymywano przez dziesięć minut. Po ochłodzeniu, gdy zawartość w kolbie przybrała konsystencję miodu wykorzystano otrzymany produkt do klejenia drewna. W tym celu jedną łączoną powierzchnię drewna posmarowano ciekłą żywicą, drugą zaś kwasem solnym. Kwas solny pełni rolę katalizatora.

**We wnioskach należy podać różnice we właściwościach otrzymanych żywic mocznikowo-formaldehydowych w zależności od środowiska.**

#### ***d) Sieciowanie żywicy epoksydowej EPIDIAN 5***

Odczynniki:

- Epidian 5
- TECZA (Z1)
- 10% roztwory barwników mineralnych w Epidianie 5

Sprzęt:

- strzykawki
- kubki z polietylenu lub polipropylenu
- piec do suszenia
- waga

Ogrzać substraty (Epidian 5 oraz żywice z pigmentami) w piecu do temp 60-70°C.

Do dwóch naczyń z polipropylenu (uprzednio zważonych) dodać strzykawką po ok. 3 ml żywicy z barwnikiem (A, B, C lub D) i czysty Epidian 5. Można mieszać kolory uzyskując różne zabarwienia kształtek. Zważyć pojemnik i dodać odpowiednią ilość Z1\*.

Składniki należy bardzo dobrze wymieszać, następnie żywicę wlać do strzykawki zatkanej od dołu śrubką lub do kształtki silikonowej. Pozostawić do wstępnego usieciowania na 30 minut w temperaturze pokojowej, a następnie w celu całkowitego usieciowania wstawić do pieca (60-70°C) na ok. 2 godziny. Po tym czasie uformowaną kształtkę wypchnąć ze strzykawki lub formy.

\*Z1 dodaje się w stosunku wagowym 10g Z1 na 100g żywicy epoksydowej.

# IV RECYKLING I WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW

## **Wymagania teoretyczne:**

- Degradacja polimerów (termiczna, fotodegradacja)
- Recykling tworzyw sztucznych: materiałowy, energetyczny, chemiczny, organiczny.
- Chemiczna depolimeryzacja PET
- Polimery biodegradowalne i biodegradacja.
- Zależność szybkości biodegradacji od długości łańcucha, liniowości oraz usieciowania.

## **Uwaga !!!**

**Na zajęcia proszę przynieść plastikowe opakowania (np. pojemniki na sałatki, przezroczyste kubki na napoje) oraz balony.**

### **a) Depolimeryzacja poli(metakrylanu metylu).**

#### Odczynniki:

- wiórki poli(metakrylanu metylu) otrzymane np. w reakcji polimeryzacji metakrylanu metylu lub inne.
- hydrochinon

#### Sprzęt:

- kolba 250 ml
- chłodnica Lebiega
- 2 x kolba elrenmajerka (100 ml)
- płaszcz grzejny
- transformator

Do kolby wprowadzić 10 g wiórków szkła organicznego kolbę połączyć z chłodnicą zaopatrzoną w odbieralnik umieszczony w łaźni lodowej. Kolbę z poli(metakrylanem metylu) ogrzewać na płaszczu grzejnym, aż do stopienia próbki, z której po pewnym czasie wydzielają się białe pary skraplającego się w chłodnicy monomeru. Destylację kończy się, gdy w kolbie pozostaje niewielka ilość czarnej masy. Skroplony metakrylan metylu jest cieczą bezbarwną o przenikliwym zapachu. W celu dokładnego oczyszczenia metakrylanu metylu można go jeszcze dodatkowo przedestylować, zbierając frakcję wrzącą w temp. 100-110°C (destylacji nie wykonujemy na zajęciach).

Jeżeli monomer ma być przechowywany przez dłuższy czas należy do niego dodać 0.1 g hydrochinonu, który pełni rolę inhibitora (stabilizatora), nie dopuszczając do polimeryzacji.

### **b) Depolimeryzacja polistyrenu.**

#### Odczynniki:

- próbki polistyrenu
- hydrochinon

#### Sprzęt:

- kolba 250 ml
- chłodnica Lebiega
- 2 x kolba elrenmajerka (100 ml)
- transformator
- płaszcz grzejny

Do kolby wprowadzić 10g wiórków polistyrenu kolbę połączyć z chłodnicą zaopatrzoną w odbieralnik umieszczony w łaźni lodowej. Kolbę z polistyrenem ogrzewać na płaszczu grzejnym, aż do stopienia próbki, z której po pewnym czasie wydzielają się białe pary skraplającego się w chłodnicy monomeru. Destylację kończy się, gdy w kolbie pozostaje niewielka ilość czarnej masy. Skroplony styren jest cieczą bezbarwną o przenikliwym zapachu. W celu dokładnego oczyszczenia styrenu można go jeszcze dodatkowo przedestylować, zbierając frakcję wrzącą w temp. 140-150°C (destylacji nie wykonujemy na zajęciach).

Jeżeli monomer ma być przechowywany przez dłuższy czas należy do niego dodać 0.1 g hydrochinonu, który pełni rolę inhibitora (stabilizatora), nie dopuszczając do polimeryzacji.

We wnioskach należy wyjaśnić z jakim rodzajem recyklingu mieliśmy do czynienia na zajęciach.

## Właściwości tworzyw sztucznych

### a) Otrzymywanie i wykorzystanie polistyrenu do wykonania papieru gazo- i wodoszczelnego

Odczynniki:

- klej polistyrenowy
- rozpuszczalnik nitro

Sprzęt:

- słoik

#### Wykonanie papieru gazo- i wodoszczelnego

Odmierzamy 10 ml kleju polistyrenowego (przygotowanego wcześniej) i zanurzamy paski papieru i bibuły, wyjmujemy je i czekamy aż wyschną. Podać wnioski z ćwiczenia. Wypunktować zastosowanie otrzymanego kleju. W sprawozdaniu należy podać metodę sprawdzania wodoszczelności papieru.

UWAGA:

#### Przygotowanie kleju polistyrenowego:

Do zamykanego, szklanego pojemnika wsypać 3 g polistyrenu (mogą to być perełki, lub wszelkiego rodzaju odpadki), dodać 20 ml rozpuszczalnika nitro. Polistyren wypływa natychmiast na powierzchnię cieczy i jego kawałeczki zaczynają się sklejać, nie dopuszczając do sklejenia się ich w jedną bryłę, mieszać aż rozpuszczenia polistyrenu (lub pozostawić na kilka godzin, dni). Gdy zawartość pojemnika osiągnie wygląd kleistego syropu można nim łączyć papier i tekturę.

### b) Zmniejszanie opakowań wykonanych z tworzyw polimerowych:



Wiele typów polimerów ulega „skurczeniu” podczas ogrzewania w piecu.

Celem ćwiczenia jest zmniejszenie takiego pojemnika pod wpływem ogrzewania, określenie procentu zmniejszenia i próba wyjaśnienia procesu.

Wyciąć z pojemnika wykonanego z tworzywa polimerowego kawałek o gładkiej powierzchni, zmierzyć długość i szerokość, ewentualnie promień próbki (lub odrysować kształt polimeru na kartce), zważyć próbkę.

Próbkę ułożyć na folii aluminiowej lub kawałku papieru do pieczenia ciasta, podpisać imieniem i wstawić do pieca (170°C) na ok. 5 min. Wyciągnąć z pieca przy pomocy metalowych szczypiec, odczekać aż ostygnie i zmierzyć wszystkie pobrane wymiary oraz masę.

- Podać % zmiany długości lub szerokości, wyliczając je według wzoru:

$$\% \text{ zmiany długości (lub szerokości)} = \frac{\text{różnica długości (lub szerokości)}}{\text{długość (lub szerokość) przed ogrzewaniem}} \times 100$$

- Podać % zmiany masy:

$$\% \text{ zmiany masy} = \frac{\text{różnica masy}}{\text{masa przed ogrzewaniem}} \times 100$$

Próbka	Przed ogrzewaniem	Po ogrzewaniu	Różnica	% zmiany
długość				
szerokość				
masa				

### c) Spieniony polistyren – ćwiczenie pokazowe

Sprzęt i odczynniki:

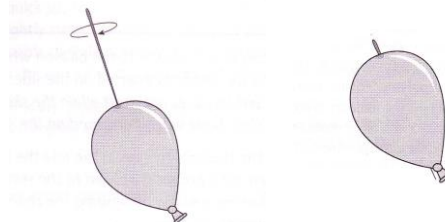
- spieniony polistyren
- zlewka 200ml
- aceton

Do zlewki wlać kilka ml acetonu i dodawać spieniony polistyren. Z powstałej masy uformować pożądany kształt i zostawić do wyschnięcia w temperaturze pokojowej. Doszuszyć w piecu.

#### **d) Czary mary czyli przetykanie drutu przez balon**

Sprzęt i odczynniki:

- balonik
- drut lub długa igła (30-35 cm)
- olej mineralny lub płyn do mycia naczyń



Napompuj balonik tak, aby był on dość dobrze naciągnięty. Nie może być on większy niż długość igły lub drutu. Zanurz koniec drutu lub igły w oleju lub płynie do mycia naczyń. Rozprowadź go dokładnie na całej powierzchni drutu. Wprowadź delikatnie koniec drutu do balonu lekko go obracając (drut). Zaczynij od strony szerszej balonu (warstwa gumy jest tu cieńsza). Kontynuuj wprowadzanie drutu i okręcanie go, aż do chwili, gdy przebije on balon z drugiej strony. Balon nie pęknie. Przeciągnij drut przez cały balon zatykając powstałą dziurę palcem, zaobserwuj wydobywające się powietrze.

Możesz wprowadzić w miejsce igły ołówek, ciśnienie panujące wewnątrz balonu utrzyma ołówek w miejscu.

#### **e) Wylewanie folii oraz formowanie włókien z PVA:**

Odczynniki:

- poli(alkohol winylowy) (PVA)
- woda
- gliceryna

Sprzęt:

- zlewka 250 ml
- fiolka 50 ml
- płaszczyk grzejny
- płytki szklane
- piec do suszenia
- pęseta

FOLIA:

Przygotować 50 g 10% wodnego roztworu PVA. W tym celu odważyć odpowiednią ilość PVA, zalać wodą i całość pozostawić na 30 min., aby polimer spęczniał. Następnie ogrzać roztwór w płaszczyku grzejnym, intensywnie mieszając w celu rozpuszczenia polimeru.

W drugiej grupie należy przygotować roztwór PVA, w taki sam sposób jak opisany wyżej, z dodatkiem 1 ml gliceryny.

Przygotowane roztwory podzielić na pół. Z jednej połowy uformować folię, drugą pozostawić do formowania włókien.

Tak przygotowane roztwory wylać na wcześniej dokładnie wymytą i wypoziomowaną płytkę szklaną. Po upływie doby folię zdjąć z płyty. Od stężenia polimeru zależy grubość folii, im większe stężenie przetwarzanego tworzywa tym większa grubość folii. Natomiast odpowiednie wypoziomowanie płyty sprawia, że folia ma jednakową grubość na całej powierzchni.

We wnioskach należy porównać właściwości folii otrzymanej z dodatkiem plastyfikatora i bez niego.

WŁÓKNA:

Rozcieńczyć przygotowany w poprzednim punkcie roztwór poli(alkoholu winylowego) do stężenia 4%. Wlać roztwór poli(alkoholu winylowego) do fiolki na 50ml. Poziom roztworu powinien wynosić ok. 2cm. Delikatnie przechylić zlewkę i wlać do niej 5ml acetonu, aceton powinien utworzyć warstwę na powierzchni poli(alkoholu winylowego). Natychmiast po dodaniu acetonu tworzy się biały film pomiędzy warstwami. Chwycić szczypcami (pęsetą) tą warstwę i wyciągać delikatnie z naczynia. Rozłożyć włókienka na folii aluminiowej i pozostawić do wyschnięcia.

W drugiej grupie należy przygotować r-ór PVA, w taki sam sposób jak opisany wyżej, z dodatkiem 1 ml gliceryny. Sprawdzić rozciągalność włókien po wyschnięciu. Zanurzyć włókno w wodzie i porównać jego rozciągalność przed i po wyjęciu z wody. Należy porównać właściwości włókna z gliceryną i bez plastyfikatora.

Włókno z poli(alkoholu winylowego) można także wykonać poprzez wypuszczanie niewielkiego strumienia polialkoholu do zlewki z acetonem. 20 cm włókno może być wyjęte po paru minutach z roztworu i pozostawione do wyschnięcia na folii.

W sprawozdaniu należy:

- podać, które z wymienionych tworzyw są biodegradowalne?
- podać symbole stosowane do oznaczenia przydatności do recyklingu odpowiednich tworzyw sztucznych.

# V IDENTYFIKACJA MATERIAŁÓW

## **Wymagania teoretyczne:**

Rodzaje tworzyw sztucznych i ich właściwości:

- polietylen, polipropylen
- polistyren
- poli(chlorek winylu)
- poliakrylonitryl
- poli(metakrylan metylu)
- polimery fluorowe
- poli(octan winylu)
- poli(alkohol winylowy)
- poliuretany
- fenoplasty
- aminoplasty
- żywice epoksydowe
- poliamidy
- poliestry

Pojęcia: żywica, winidur, igelit, pleksi, polikondensat, duroplast, aminoplast, rezol, nowolak, bakelit, celulozoid, bawełna strzelnicza, ebonit, galalit, teflon, guma, ABS, kauczuk, gliptal.

Jaka rolę w produkcji tworzyw sztucznych spełniają: talk, piasek drewno, włókno szklane?

## **Uwaga !!!**

**Na zajęcia proszę przynieść 2 próbki polimerów (tworzyw sztucznych) do analizy.**

## **Wiadomości teoretyczne**

Przed rozpoczęciem jakiegokolwiek obróbki tworzyw sztucznych musimy znać rodzaj tworzywa. Różne gatunki tworzywa sztucznego są do siebie podobne, a rozróżnianie ich w sposób organoleptyczny jest często niemożliwe.

W celu ustalenia przynależności danej substancji do grupy tworzyw termoutwardzalnych lub termoplastycznych próbkę tworzywa sztucznego ogrzewa się lekko w płomieniu. Tworzywa termoplastyczne pod wpływem ciepła stają się miękkie i plastyczne, tworzywa termoutwardzalne pozostają sztywne i nieelastyczne.

Odczynniki:

- próbki tworzyw sztucznych do analizy
- alkohol etylowy
- woda
- NaCl
- chloroform

Sprzęt:

- palnik spirytusowy
- 5 probówek
- szczypce metalowe
- szalka Petriego

## **a) Przybliżone określenia ciężaru właściwego**

Do 5 probówek wlać ciecze o różnych ciężarach właściwych i wrzucić do nich kawałeczek tworzywa wielkości ziarna grochu. Jeżeli próbka tonie, oznacza to, że jej ciężar właściwy jest większy od ciężaru właściwego cieczy.

Zestaw cieczy:	ciężar właściwy w g/ml
alkohol etylowy	0,79
woda	1,00
10% roztwór NaCl	1,07
20% roztwór NaCl	1,15
chloroform	1,49

## **b) Ogrzewanie próbki bezpośrednio w płomieniu:**

Ogrzewanie badanej próbki bezpośrednio w płomieniu i obserwacja, czy topi się ona, zmienia zabarwienie, rozkłada lub zwęglą.

### **c) Spalanie w płomieniu i po wyjęciu z płomienia i identyfikacja na podstawie zapachu:**

Obserwacja jak zachowuje się badana próbka podczas spalania w płomieniu i po wyjęciu z płomienia. Należy tu zwrócić uwagę, czy w czasie palenia odrywają się od próbki krople i czy po oderwaniu dalej się palą.

Uwaga: podczas ogrzewania i spalania wydzielają się pary i spaliny. Zapach ich określa się stosując wszystkie środki ostrożności przewidziane przy wachaniu chemikaliów. Należy wachać pary w dużym rozcieńczeniu, co sprzyja ich identyfikacji. Dla określenia odczynu par i spalin należy zbliżyć do podgrzewanej lub palącej się próbki zwilżony papierek wskaźnikowy.

Charakterystyczne właściwości (zachowanie się w płomieniu, wygląd płomienia, wygląd pozostałości po spalaniu, zapach) tworzywo sztucznych ilustruje załączona tabela.

### **Wyniki identyfikacji tworzywo sztucznych.**

Na podstawie palności tworzywo, wyglądu płomienia oraz zapachu można stwierdzić, że do identyfikacji użyto następujących tworzywo sztucznych:

Lp.	Tworzywo	Palność	Wygląd płomienia	Wygląd pozostałości po spalaniu	Zapach	Przybliżony ciężar właściwy w g/ml	Rodzaj tworzywo (termoplastyczne /termoutwardzalne)
1.							
2.							
3.							

W sprawozdaniu należy podać reakcje polimeryzacji, które prowadzą do otrzymania zidentyfikowanych tworzywo sztucznych oraz ich zastosowanie.

### **BHP:**

- podczas podgrzewania badaną próbkę należy umocować w uchwytach ze względu na łatwość palenia niektórych tworzywo,
- należy chronić oczy, gdyż niektóre tworzywo podczas spalania iskrzą się, np. bakelit (żywica lana),
- badania należy przeprowadzić na podłożu niepalnym, gdyż niektóre tworzywo podczas ogrzewania topią się i spadają palącymi się kroplami,
- spalanie należy przeprowadzić pod wyciągiem, ze względu na wydzielające się podczas spalania, szkodliwe dla zdrowia, gazy.

Lp.	Tworzywo*	Palność próbki	Wygląd płomienia	Wygląd pozostałości po spaleniu	Zapach
1.	Poli(chlorek winylu)	mała łatwość palenia, po usunięciu płomienia gaśnie	żółty, zielona smuga u podstawy płomienia, biały dym (po usunięciu płomienia)	mięknie, czernieje	ostry zapach HCl
2.	Polistyren	duża łatwość palenia, pali się po usunięciu płomienia	żółtopomarańczowy, gęsty, czarny dym	mięknie i nadtopia się	charakterystyczny dla styrenu, lekko słodkawy
3.	Polietylen, Polipropylen	duża łatwość palenia, pali się po usunięciu płomienia	wierzchołek żółty, dół niebieskawy	topi się, spływa kroplami	palonej parafiny
4.	Poli(metakrylan metylu)	średnia łatwość palenia, pali się po usunięciu płomienia	wierzchołek żółtawy, cały niebieski, drobne iskry	mięknie, lekko ciemnieje	charakterystyczny dla MMA, woń kwiatowa hiacyntów (przy dużym rozcieńczeniu)
5.	Tworzywa poliamidowe	średnia łatwość palenia, gaśnie po usunięciu płomienia	biały z żółtym wierzchołkiem	topi się, kapiące pienne krople	charakterystyczny dla palonych włosów
6.	Bakelit/Bakelit z trocinami	mała łatwość palenia, bez płomienia nie pali się	żółty	zwęglą się, pęcznieje	fenolu i formaldehydu, palonego drewna
7.	Kauczuk lub Guma	duża łatwość palenia, bez płomienia nie pali się	ciemnożółty, czarny dym	mięknie dając lepka masę	charakterystyczny dla palonej gumy
8.	Celuloza, celofan	łatwo zapala się, bez płomienia gaśnie	żółty, nieco szarego dymu	spala się całkowicie	charakterystyczny gdy zgaśnie (zapach palącego się papieru)
	Octan celulozy	średnia łatwość palenia, bez płomienia pali się	żółty płomień, nieco czarnego dymu, iskrzy się	topi się i spływa płonącymi kroplami	charakterystyczny dla kwasu octowego i palącego się papieru
9.	Teflon	prawie nie pali się	nie zmienia się	skręca się, odparowuje	brak

\*do identyfikacji mogą być użyte kopolimery, w takim przypadku obserwacje mogą być inne niż zamieszczone w tabeli

## Warunki zaliczenia:

- Obecność na 6 pracowniach:
  - I i II Polimeryzacja rodnikowa (2 pracownie)
  - III Reakcje polikondensacji
  - IV Recykling i właściwości polimerów
  - V Identyfikacja polimerów
  - VI Pracownia mikroskopowa
- 4 wejściówki po 8 pkt – 10 minut na początku zajęć (zaliczenie od 4 pkt, poprawa do następnych zajęć (na 6 pkt) tylko w godzinach konsultacji prowadzącego)
- 5 sprawozdań pisanych ręcznie w zeszytach za 2 pkt (oddawane na następnych zajęciach)
- pracownia V identyfikacja – 4 pkt
- Punktacja:
  - 32 pkt wejściówki
  - 10 pkt sprawozdania
  - 4 pkt identyfikacja
  - 4 pkt zaliczenie pracownia mikroskopowa
  - Ogółem 50 pkt**

WARUNKIEM UZYSKANIA POZYTYWNEJ OCENY Z CHEMII MATERIAŁÓW JEST ZALICZENIE WSZYSTKICH WEJŚCIÓWEK, SPRAWOZDAŃ ORAZ ĆWICZENIA DODATKOWEGO (PRACOWNIA VI).