



Klasyfikacja tworzyw sztucznych

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Mapa pojęć
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Klasyfikacja tworzyw sztucznych

Przykładem powszechnie stosowanych produktów z tworzyw sztucznych są zabawki, kubeczki, woreczki oraz opakowania i butelki.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Obroty branży tworzyw sztucznych w Polsce przekraczają rocznie wartość 85 mld zł (dane z 2017 roku). Ma to związek ze stale rosnącym popytem na przedmioty użytkowe wykonane z polimerów, np. z: polietylenu (PE), polipropylenu (PP), polistyrenu (PS), poli(tereftalanu etylenu) (PET) oraz z poli(chlorku winylu) (PVC). Mnogość rodzajów polimerów i szereg ich unikalnych właściwości przyczyniają się do podnoszenia jakości życia ludzi, a nawet ich bezpieczeństwa. Mając to na uwadze, nie powinien dziwić nas fakt, że tworzywa sztuczne stanowią integralną część naszego życia, a wiele z ich kluczowych zastosowań towarzyszy nam codziennie. Jakie właściwości tworzyw sztucznych poprawiają komfort życia ludzi? Według jakich kryteriów dokonuje się klasyfikacji tworzyw sztucznych?

Twoje cele

- Zapoznasz się z różnymi klasyfikacjami tworzyw sztucznych.
- Wymienisz właściwości technologiczne tworzyw sztucznych.

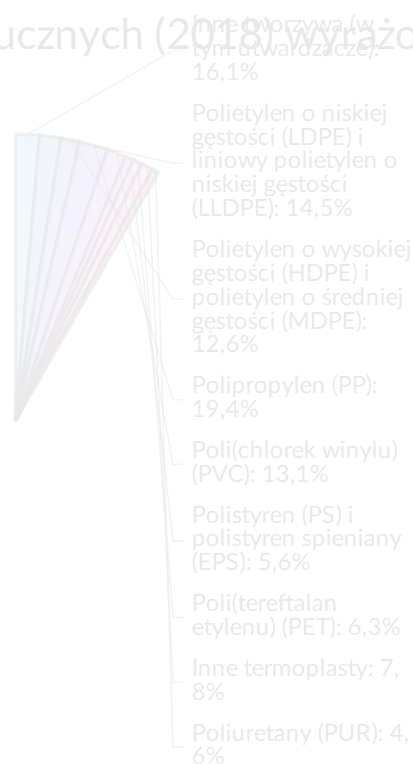
- Sklasyfikujesz tworzywa sztuczne pod względem ich właściwości technologicznych.

Przeczytaj

Tworzywa sztuczne

Przemysł [tworzyw sztucznych](#) to młody dział gospodarki, ponieważ ich masowa produkcja rozpoczęła się dopiero w latach 50. XX wieku. Pomimo tego innowacyjne produkty z tworzyw sztucznych gwałtownie i nieodwracalnie zmonopolizowały współczesny świat, sprawiając, że codzienne życie ludzi stało się wygodniejsze i prostsze. Przykładem powszechnie stosowanych produktów z tworzyw sztucznych są: woreczki, opakowania (PE, PET), styropian, pianki izolacyjne (PS), butelki.

Światowa produkcja tworzyw sztucznych (2018) wyrażona w tonach



Światowa produkcja tworzyw sztucznych, wg typów polimerów, wyrażona w tonach. Całość produkcji tworzyw sztucznych wyniosła 359 mln ton (2018).

Źródło: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG)/Conversio Market&Strategy GmbH.

Tworzywa sztuczne to produkty użytkowe otrzymane z polimerów oraz różnych dodatków, np. stabilizatorów, barwników, wypełniaczy. Dodatki te modyfikują ich właściwości, co pozwala na zastosowanie ich do ściśle określonych celów.

Kryteria podziału tworzyw sztucznych

Istnieje wiele sposobów klasyfikacji tworzyw sztucznych. Są to m.in. klasyfikacje ze względu na właściwości przetwórcze i sprężyste polimeru, ze względu na jego pochodzenie czy strukturę cząsteczek. Klasyfikację oraz cechy charakterystyczne polimerów przedstawione zostały w poniższej tabeli.

Tabela 1. Rodzaje polimerów

Kryterium	Rodzaje	Cechy charakterystyczne
Właściwości przetwórcze	polimery termoplastyczne	pod wpływem ogrzewania mięknią i topią się, dają się przerabiać termicznie, a także nadają się do ponownego przerobu
	polimery termoutwardzalne	pod wpływem ogrzewania stają się nietopliwe i nierozpuszczalne, po utwardzeniu nie nadają się do ponownego przerobu
Właściwości sprężyste	plastomery	pod wpływem naprężeń wykazują małe odkształcenia (poniżej 1%)
	elastomery	pod wpływem naprężeń wykazują duże odkształcenia (100% i więcej)
Pochodzenie	naturalne modyfikowane	występują w przyrodzie już jako polimery, które człowiek poddaje tylko modyfikacjom
	syntetyczne	otrzymywane przez człowieka z monomerów w reakcji polimeryzacji

Kryterium	Rodzaje	Cechy charakterystyczne
Liczba rodzajów monomerów	homopolimer	polimer utworzony z jednego rodzaju monomeru
	heteropolimer	polimer utworzony z więcej niż jednego rodzaju monomeru
Struktura cząsteczek	polimer liniowy	polimer, którego cząsteczki mają postać nierozgałęzionego łańcucha
	polimer rozgałęziony	w cząsteczkach są łańcuchy boczne, których jedno końce są swobodne
	polimer usieciowany	łańcuchy połączone są wiązaniami poprzecznymi, tworzą jedną sieć
Stereochemia	polimery ataktyczne, izotaktyczne, syndiotaktyczne	
Stan skupienia	polimery krystaliczne, szkliste, wysokoelastyczne	

Źródło: Mizerski W., *Tablice Chemiczne*, Warszawa 2004*,*

Przyjrzyjmy się bliżej podziałowi według właściwości sprężystych.

Elastomery

Elastomery to związki wielkocząsteczkowe, które w temperaturze pokojowej w wyniku niewielkich naprężeń są w stanie wydłużyć się o więcej niż 100%. Te duże odkształcenia są odwracalne, czyli mogą powrócić do pierwotnej formy. Na odwracalność odkształceń wpływa budowa elastomerów (długie usieciowane łańcuchy o nieregularnej strukturze) – ich sprężystość jest związana z długością łańcuchów, stopniem zwinięcia oraz liczbą połączeń mostkowych między łańcuchami. Tworzywa te dzielą się na wulkanizacyjne i niewulkanizacyjne. Przykładami elastomerów wulkanizacyjnych są chociażby kauczuk naturalny, silikony (SI), gumy, a niewulkanizacyjnych, np. zmiękczonego polichlorek winylu (PVC), elastomery poliuretanowe (PU/PUR). Zastosowanie elastomerów to głównie produkcja uszczelek,

podkładek, izolatorów, taśm, materiałów silikonowych (przemysł: budowlany, spożywczy oraz w medycynie, farmacji).

Plastomery

Plastomery to związki wielkocząsteczkowe, które w temperaturze pokojowej w wyniku niewielkich naprężeń rozciągają się (zazwyczaj nie więcej niż o 1%). Zbyt duże obciążenie skutkuje mechanicznym zniszczeniem tych materiałów. Zastosowanie tych materiałów służy do produkcji np. włókien syntetycznych (PP, PE); folii, płyt, rur (PVC); nakrętek, styropianu, materiałów piankowych (PS). Dzieli się na termoplasty i duroplasty.

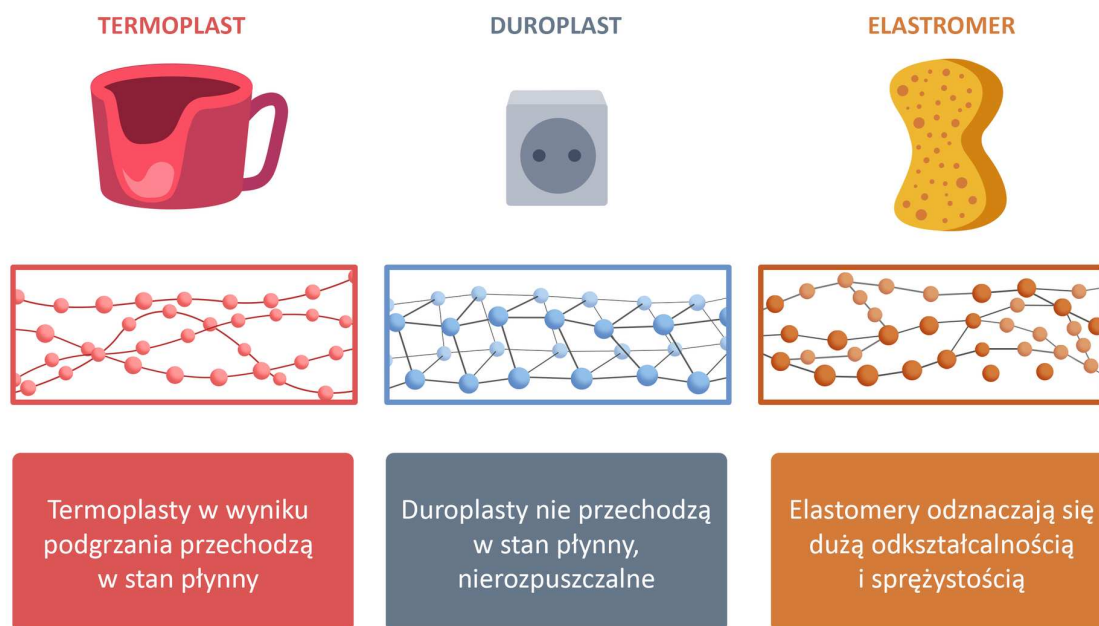
- **Termoplasty (plastomery termoplastyczne)** – tworzywa, które – pod wpływem wysokiej temperatury – stają się plastyczne (tzn. miękną i można je dowolnie kształtować). Po ochłodzeniu są twardymi ciałami stałymi, które zachowują swój kształt. Uplastycznianie można wykonywać wielokrotnie bez zniszczenia materiału. Dzieli się na krystaliczne (w postaci lamelarnej lub rektałnej) i amorficzne (w postaci kłęбка).

Należą do nich np.: [polietylen \(PE\)](#), polipropylen (PP), polistyren (PS), polichlorek winylu (PVC), poli(tlenek metylenu) (PMO), poli(tereftalan etylenu) (PET), polimetakrylan metylu (PMMA), poliamid (PA).

- **Duroplasty (plastomery termoutwardzalne)** – tworzywa, które – pod wpływem wysokiej temperatury i/lub utwardzaczy – początkowo stają się miękkie i plastyczne, a z czasem gęstnieją i twardnieją. Materiały te są nietopliwe i nierozpuszczalne i nie można ich powtórnie zmiękczyć. Ich ponowne ogrzanie może wywołać rozkład tworzącego je polimeru.

Należą do nich np.: żywica epoksydowa (EP), żywica fenolowo-formaldehydowa, poli(tlenek etylenu) (PEG), poliacetylen (PEC), poliakrylonitryl (PAN).

Poniżej zaprezentowano porównawcze grafiki termoplastów, duroplastów i elastomerów.



Grafiki porównujące termoplasty, duroplasty i elastomery

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. <http://www.tworzywa.pwr.wroc.pl/pl/dydaktyka/identyfikacja-tworzyw>, licencja: CC BY-SA 3.0.

W poniższej tabeli zaprezentowano przykłady polimerów, które należą do wyżej wymienionych klas tworzyw sztucznych.

PLASTOMERY			
TERMOPLASTY		DUROPLASTY	
KRYSTALICZNE	AMORFICZNE	TERMOUTWARDZALNE	CHEMOUT
polietylen (PE)	polistyren (PS)	żywice fenolowo-formaldehydowe (PF)	żywice epoksydowe (E)
polipropylen (PP)	poli(chlorek winylu) (PVC)		
poliamidy (PA)	poliwęglan (PC)		poliestry i akrylate (A)
poli(tereftalan etylenu) PET	poli(metakrylan metylu) (PMMA)	żywice mocznikowe (UF)	

		PLASTOMERY	
poli(tereftalan butylenu) (PBT)	poli(tlenek fenylenu) (PPO)		sili (

Słownik

polimeryzacja

reakcja łączenia się małych cząsteczek zawierających wiązania podwójne-monomerów w duże związki-polimery (łańcuchowe lub sieciowe), które posiadają wielokrotnie większe masy cząsteczkowe; do jej przeprowadzenia stosuje się katalizatory i czasem także wysokie ciśnienie

mer

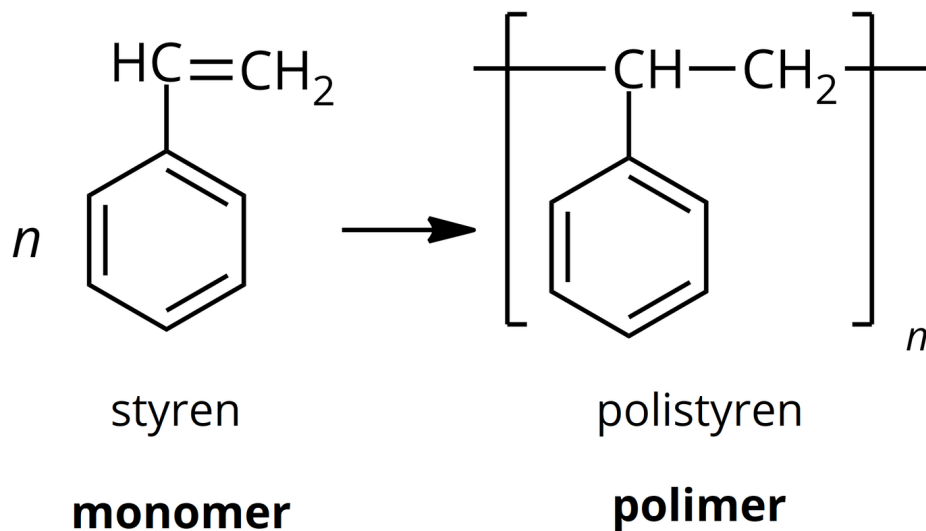
najmniejszy powtarzający się w polimerze fragment łańcucha

inicjator polimeryzacji

związek chemiczny, który jest zdolny do wytworzenia wysokoenergetycznych rodników na skutek rozpadu termicznego, kwantu światła lub reakcji redoks

monomer

(grec. *mono* - „jeden” - mer „część”, „pojedyncza cząsteczka”) związek, którego cząsteczki mogą ulegać polimeryzacji np.



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

oligomer

jednostka strukturalna, przejściowa (przed polimerem właściwym), złożona z jednakowych merów w liczbie od 1000 do 10000

polimer

związek wielkocząsteczkowy, w postaci łańcucha lub sieci powtarzających się merów w liczbie od 10000 do 1000000 i więcej

tworzywa sztuczne

materiały składające się z polimerów syntetycznych lub zmodyfikowanych polimerów naturalnych oraz różnych dodatków, które wpływają na określone właściwości użytkowe

polietylen (PE)

polimer, stosowany do wyrobu: folii (worki, torby), pojemników, butelek, rur, opakowań, nakrętek, nart, markerów zmywaczy do paznokci, żagli. Występuje w kilku rodzajach, które różnią się właściwościami fizycznymi np. LDPE i HDPE, różniących się gęstością polimeru, w przypadku folii wykonanej z LDPE wynosi od 0,917 do 0,930 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, a dla foli z HDPE od 0,942 do 0,930 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

wulkanizacja

proces chemiczny towarzyszący sieciowaniu polimeru, którego produktem jest guma; wulkanizacja kauczuków polega na addycji siarki do podwójnych wiązań chemicznych występujących pomiędzy atomami węgla

Bibliografia

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Węglowodory. Repetytorium i zadania*, Kraków 2020.

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Kraków 2020.

Kozera-Szałkowska A., *Rynek tworzyw sztucznych – produkcja, zapotrzebowanie, zagospodarowanie odpadów*, „Polimery” 2019, t. 64, s. 11-12.

Rabek J. F., *Współczesna wiedza o polimerach*, Warszawa 2008.

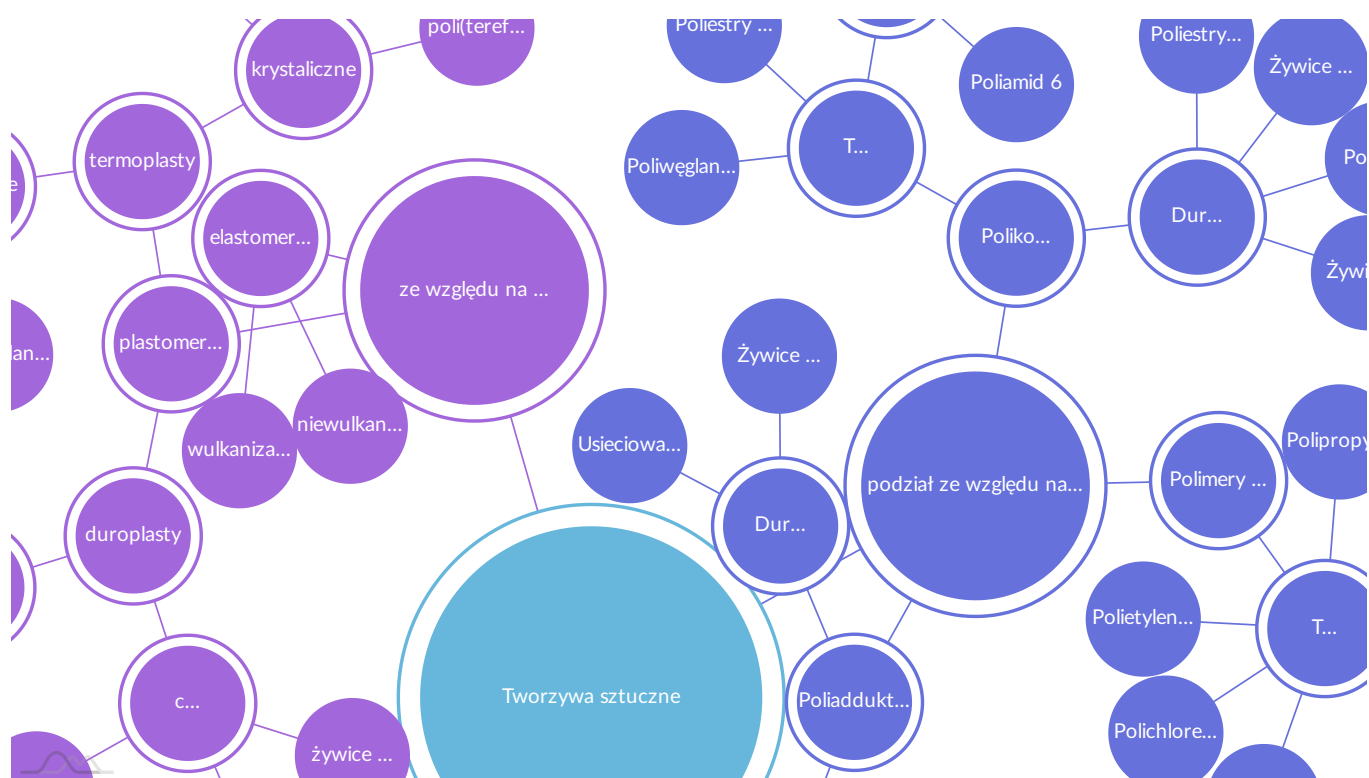
Tworzywa sztuczne. Otrzymywanie polistyrenu metodą perełkową. Oznaczanie masy cząsteczkowej polimeru. Ćwiczenie nr 15, Zakład Technologii Chemicznej, online: http://www.ztch.umcs.lublin.pl/materialy/cw_15_ztch.pdf, dostęp: 11.10.2021.

Identyfikacja tworzyw. Zespół tworzyw sztucznych, Katedra Odlewnictwa, Tworzyw sztucznych i Automatyki, online: <http://www.tworzywa.pwr.wroc.pl/pl/dydaktyka/identyfikacja-tworzyw>, dostęp: 01.03.2022.

Mapa pojęć

Polecenie 1

Jak wygląda klasyfikacja tworzyw sztucznych? Co to są duroplasty? Zapoznaj się z mapą pojęć na temat klasyfikacji tworzyw sztucznych, a następnie wykonaj ćwiczenia zamieszczone poniżej.



Mapa interaktywna pt. „Klasyfikacja tworzyw sztucznych”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Korzystano z materiałów dostępnych pod adresem: <http://www.tworzywa.pwr.wroc.pl/> oraz <http://www.tworzywa.pwr.wroc.pl/pl/dydaktyka/tabela-skrotow-nazw-polimerow>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Przyporządkuj odpowiedni polimer do typu tworzywa sztucznego.

Polikondensaty

Żywnice fenolowe

Poliuretany

Poliwęglany

Polistyren

Polimery addycyjne

Żywnice epoksydowe

Polimetakrylan metylu

Poliaddukty

Ćwiczenie 2

Połącz skrót tworzywa sztucznego z jego nazwą.

Poli(fluorek winylidenu)

PE

Polifluorek winylu

PTFE

Polietylen

PVF

Polimetakrylan metylu

PVC

Poli(tetrafluoroetylen)

PMM

Polistyren

PS

Polichlorek winylu

PP

Polipropylen

PVDF

Ćwiczenie 3

Jaka jest różnica pomiędzy termoplastem a duroplastem w kontekście wytrzymałościowym?

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Tworzywo sztuczne, które w temperaturze pokojowej na skutek działania naprężeń ulega wydłużeniu o ponad 100%, to:

- ☐ PVC.
- ☐ polipropylen.
- ☐ duroplast.
- ☐ kauczuk.

Ćwiczenie 2



Dopasuj rodzaje polimerów do odpowiednich kryteriów ich podziału.

Właściwości przetwórcze

heteropolimer

polimer rozgałęziony

polimery termoplastyczne

plastomery

homopolimer

syntetyczne

polimery termoutwardzalne

Pochodzenie

polimer liniowy

polimer usieciowany

naturalne modyfikowane

Struktura cząsteczek

elastomery

Właściwości sprężyste

Liczba rodzajów monomerów

Ćwiczenie 3

Wiedząc, że popularne woreczki foliowe (jednorazówki), stosowane często podczas codziennych zakupów, są wytwarzane z polietylenu (PE) o wyższej gęstości, wskaż jego oznaczenie. 



☐ PS

☐ PET

☐ HDPE

☐ LDPE

Źródło: dostępny w internecie: www.pxhere.com, domena publiczna.

Ćwiczenie 4



Podaj po pięć przykładów zastosowań elastomerów oraz plastomerów.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Wiedząc, że temperatura zeszklenia elastomerów, w odróżnieniu do plastomerów, jest niższa od temperatury pokojowej, wskaż, które z poniżej wskazanych tworzyw sztucznych posiadają temperaturę zeszklenia wyższą niż temperatura pokojowa.

☐ PMO

☐ PEG

☐ PA

☐ PU

Ćwiczenie 6



Przeprowadzono test w temperaturze pokojowej i podwyższonej w celu sprawdzenia, z jakiego typu tworzywa sztucznego wykonane są dane materiały. Na podstawie zamieszczonych poniżej zdjęć odpowiedz na pytania.

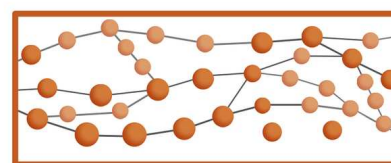
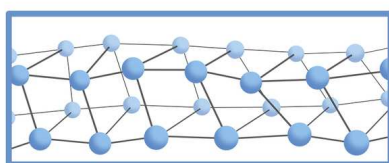
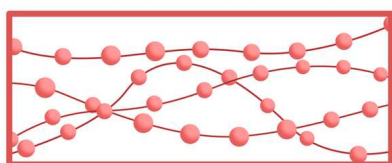
TERMOPLAST



DUROPLAST



ELASTROMER



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

1. Jakie typy tworzyw sztucznych można odróżnić w wyniku działania naprężeń w temperaturze pokojowej?
2. Jakie typy tworzyw sztucznych można odróżnić, porównując ich zachowanie po podgrzaniu?
3. Jak zachowa się elastomer w wyniku działania silnych naprężeń w obniżonej temperaturze?
4. Który z powyższych tworzyw sztucznych – termoplast, duroplast czy elastomer – ulegnie uszkodzeniu po kilkukrotnym podgrzaniu?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 7



Gumka do mazania waży 6,5 g. Oblicz, ile cząsteczek chlorku winylu uległo polimeryzacji w celu jej wyprodukowania, jeśli oprócz PVC do jej wytworzenia użyto 2,625 g plastyfikatora i 19,23% masowych wypełniacza.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Oblicz, ile gramów polietylenu (PE) powstało, jeśli do polimeryzacji użyto $5 \cdot 10^{24}$ cząsteczek etenu? Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Klasyfikacja tworzyw sztucznych

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XIII. Węglowodory. Uczeń:

6) klasyfikuje tworzywa sztuczne w zależności od ich właściwości (termoplasty i duroplasty); wskazuje na zagrożenia związane z gazami powstającymi w wyniku spalania się np. PVC.

Zakres rozszerzony

XIII. Węglowodory. Uczeń:

8) klasyfikuje tworzywa sztuczne w zależności od ich właściwości (termoplasty i duroplasty); wskazuje na zagrożenia związane z gazami powstającymi w wyniku spalania się np. PVC.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- podaje różne klasyfikacje tworzyw sztucznych;
- klasyfikuje tworzywa sztuczne pod względem ich właściwości;
- wymienia właściwości tworzyw sztucznych.

Strategie nauczania:

- problemowa;
- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- sketchnotka;
- obserwacja;
- analiza materiału źródłowego;
- kieszeń i szuflada.

Formy pracy:

- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca indywidualna;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami/tablety, smartfony z Internetem;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zainteresowanie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.
3. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel pokazuje różne przedmioty z tworzyw sztucznych. Uczniowie odczytują skróty, kojarzą je z zastosowaniem, następnie próbują je podzielić i określić kryterium podziału

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy zadaniowe, rozdaje arkusze papieru A3/A4, mazaki. Uczniowie mają za zadanie opracować w grupach po jednym z podanych tworzyw sztucznych (mogą losować lub nauczyciel przydziela): elastomery, termoplasty, duroplasty. Uwzględniają ich właściwości, zastosowanie i przykłady. Po wyznaczonym czasie, liderzy grup prezentują na forum klasy efekty pracy. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi.

2. Uczniowie wykonują w zeszytach sketchnotkę w odniesieniu do omówionego materiału. Chętne osoby mogą zaprezentować na forum klasy swoje efekty.
3. Nauczyciel proponuje uczniom pracę w parach z mapą pojęć. Uczniowie zapoznają się z poleceniem i wykonują zawarte w medium ćwiczenia.
4. Następnie uczniowie proszeni są o przeprowadzenie obserwacji porównawczej właściwości różnych tworzyw sztucznych (nauczyciel przygotowuje różne przedmioty). Uczniowie mają za zadanie odróżnić organoleptycznie (dotyk, wzrok) termoplast od duroplastów oraz plastomer od elastomeru, np.:

Plik o rozmiarze 658.58 KB w języku polskim

5. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: Jakie gazy mogą powstawać podczas spalania np. PVC i jakie niesie to konsekwencje? Uczniowie mogą wesprzeć się dostępnymi źródłami informacji.
6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Kieszeń i szuflada. Nauczyciel rozdaje uczniom samoprzylepne kolorowe karteczki. Prowadzący zajęcia rysuje na tablicy kieszeń, a obok niej zapisuje: „Co zabieram ze sobą?”. Tutaj uczeń ma wpisać to, co wyniósł z zajęć, co do niego szczególnie przemówiło, co się spodobało lub co mu się przyda w przyszłości. Poniżej nauczyciel rysuje szufladę i białą plamę. Obok szuflady zapisuje: „Co mi się nie przyda?”, a obok białej plamy: „Czego zabrakło?”. Poniższe rysunki uczeń wypełnia samoprzylepnymi kolorowymi karteczkami z zapisanymi krótkimi zdaniami, równoważnikami zdań lub kluczowymi słowami. Jest to okazja także do analizy przebiegu zajęć i szybkiej powtórki.

Praca domowa:

1. Uczniowie proszeni są o wypisanie przykładów przedmiotów znalezionych w ich domach należących do każdej klasy tworzyw sztucznych.

2. Uczniowie wykonują w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Mapa pojęciowa może być pomocnym narzędziem w przygotowaniu notatki na zajęciach.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje:

- samoprzylepne karteczki
- arkusze papieru A3/A4;
- mazaki;
- masę wielokrotnie klejącą;
- różne przedmioty wykonane z różnych tworzyw sztucznych.