



Synteza poli(tereftalan etylenu) znanego jako PET

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Synteza poli(tereftalan etylenu) znanego jako PET

W naszej codzienności mamy nieustanny kontakt z PET. Większość butelek jest zrobiona właśnie z tego materiału.

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

Politereftalan etylenu (PET) to przezroczyste, elastyczne i podobne do szkła tworzywo sztuczne, wykonane z poliestru. Politereftalan etylenu to jedno z najbardziej powszechnych tworzyw sztucznych. Najbardziej znane z tego surowca są butelki na napoje, stanowią aż ok. 80% wszystkich wyrobów PET. Czy wiesz, że gdybyśmy zebrali z całego świata te wszystkie butelki zużyte w ciągu roku i ułożyli z nich wieżę, to jej wysokość wynosiłaby około 28 mln km? Z politereftalanu etylenu produkuje się także odzież, na przykład znane każdemu polary, ale także buty, plecaki oraz namioty. Czy wiesz, że aby wyprodukować jedną bluzę z polaru, potrzeba około 35 butelek z PET? W tym rozdziale poznasz, jak syntezuje się ten ciekawy polimer.

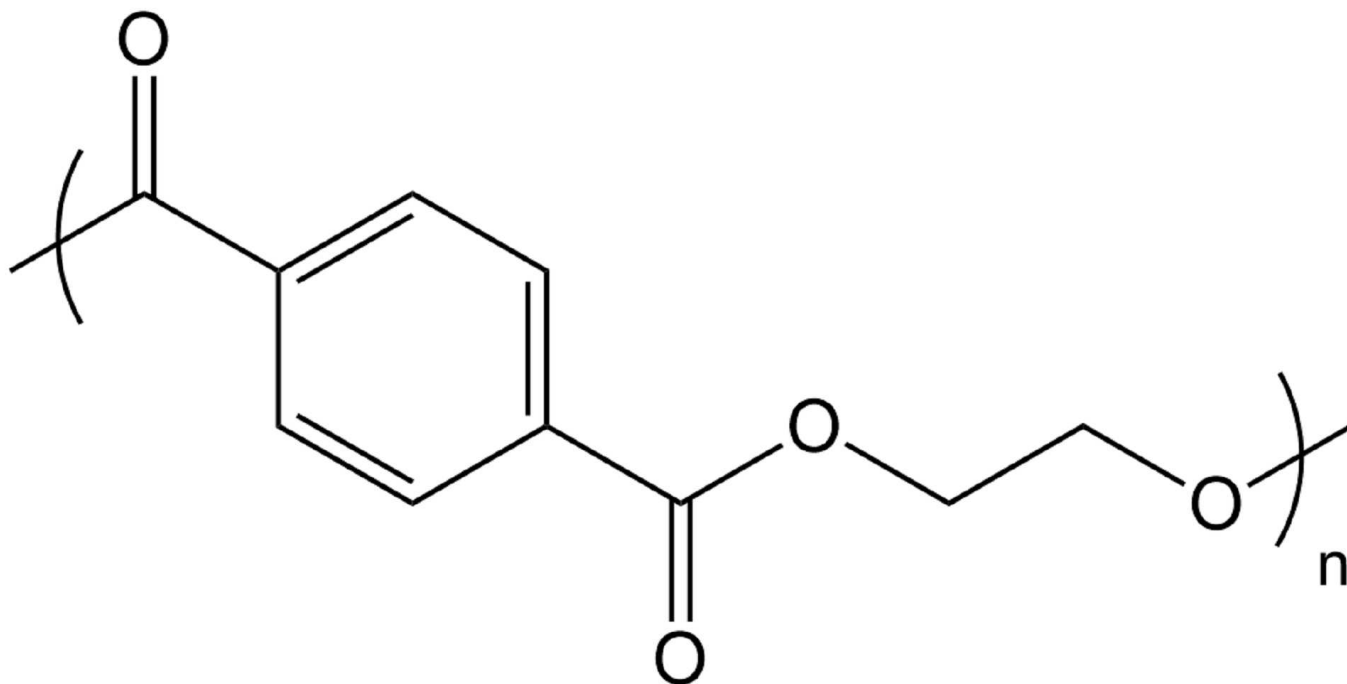
Twoje cele

- Przedstawisz równania reakcji otrzymywania politereftalanu etylenu oraz przykłady jego zastosowania.
- Wymienisz przykłady katalizatorów stosowanych do otrzymywania politereftalanu etylenu.
- Przedstawisz przykłady reakcji estryfikacji.

Przeczytaj

Czym jest PET?

Politereftalan etylenu (PET) to rodzaj tworzywa sztucznego. Został odkryty w latach 50. PET to przezroczysty, podobny do szkła **poliester**, ale znacznie lżejszy niż szkło. Jest elastyczny, nie przepuszcza gazów oraz jest odporny mechanicznie, przez co używany jest do produkcji odpornych na stłuczenia opakowań, przeznaczonych do żywności i napojów. Z tego materiału najbardziej znane są butelki oraz odzież. Dodatek PET do tekstyliów wzmacnia znacząco wytrzymałość tkanin.



Wzór strukturalny PET

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

W jaki sposób otrzymać politereftalan etylenu (PET)?

Synteza laboratoryjna

Estryfikacja kwasu tereftalowego



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

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

Jakie stosujemy katalizatory do produkcji PET?

Katalizatory transestryfikacji:

- magnez;
- etanolan sodu;
- sole cynku;
- związki kompleksowe i inne.

Katalizatory polikondensacji:

- trójtlenek antymonu;
- sole metali ciężkich (octany): tytanu, germanu, kobaltu, manganu, ołowiu magnezu i cynku.

Zwykle stosuje się mieszaninę katalizatorów, odpowiednich dla obu etapów. Katalizator w niewielkich ilościach może pozostać w produkcie, co może przynieść negatywne skutki w jakości wyrobów wytwarzanych z polimeru, oddziałujących tym samym na nasze zdrowie. Ważny jest zatem jego wybór.

Produkty uboczne reakcji

Podczas reakcji otrzymywania PET powstają produkty uboczne: aldehyd octowy, wolne glikole, a także pozostałości glikolu etylenowego oraz kwasu tereftalowego. Produkty te są usuwane m.in. za pomocą krystalizacji i [destylacji próżniowej](#).

Słownik

polikondensacja

polimeryzacja stopniowa; reakcja polimeryzacji przebiegająca stopniowo, której towarzyszy wydzielenie produktu ubocznego, np. wody, metanolu albo glikolu; najczęściej metodą tą otrzymuje się poliestry

poliestry

polimery zawierające wiązania estrowe w sztywniejszych niż polimery winylowe łańcuchach głównych, używane jako tworzywa do opakowań, materiał budowlany, lepiszcza i włókna

estryfikacja

reakcja między kwasami karboksylowymi, bezwodnikami lub chlorkami kwasowymi a alkoholami, prowadząca do powstawania estrów

transestryfikacja

reakcja pomiędzy estrami a alkoholami, kwasami lub innymi estrami, prowadząca do powstawania innych estrów

etanolan sodu

organiczny związek chemiczny; alkohol, powstający na skutek reakcji alkoholu metylowego z sodem

krystalizacja

egzotermiczny proces wyodrębnienia związku chemicznego w postaci krystalicznej zazwyczaj z roztworu

destylacja próżniowa

destylacja pod zmniejszonym ciśnieniem; metoda rozdziału substancji podatnych na rozkład termiczny, w której, dzięki zmniejszonemu ciśnieniu, możliwe jest obniżenie temperatury wrzenia tej substancji

Bibliografia

Ashby R., *Migration from polyethylene terephthalate under all condition of use*. Fd Add. Contam. 5, 1988.

Szlezynghier W., *Tworzywa sztuczne*, Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1996.

Czerniawski B., Michniewicz M., *Opakowania żywności*. Agro Food Technology, Czeladź, 1998.

De Cort S., Godts F., Moreau A., *Packaging Materials. 1. Polyethylene Terephthalate (PET) for Food Packaging Applications*, ILSI Europe Report Series, Bruksela 2000.

Szlezynghier W., *Poliestry. W.; Tworzywa sztuczne. Tom 1*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej. Rzeszów 1996.

Piekacz H., *Ocena higieniczna politereftalanu etylenowego*. Roczn. PZH, 25, 281–285, 1974.

Animacja

Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją opisującą syntezę poli(tereftalanu etylenu). Zastanów się, jak zachodzi reakcja chemiczna, w której powstaje ten związek, a następnie rozwiąż zadania.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D18jLp2ld>

Animacja pt. „Synteza PET”

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej budowy oraz syntezy PET.

Ćwiczenie 1

Poniżej przedstawiono fragment równania reakcji. Wskaż produkty tejże reakcji.



Ćwiczenie 2

Jakiego kwasu użyjesz aby otrzymać podany ester $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{OCH}_2\text{CH}_3$?

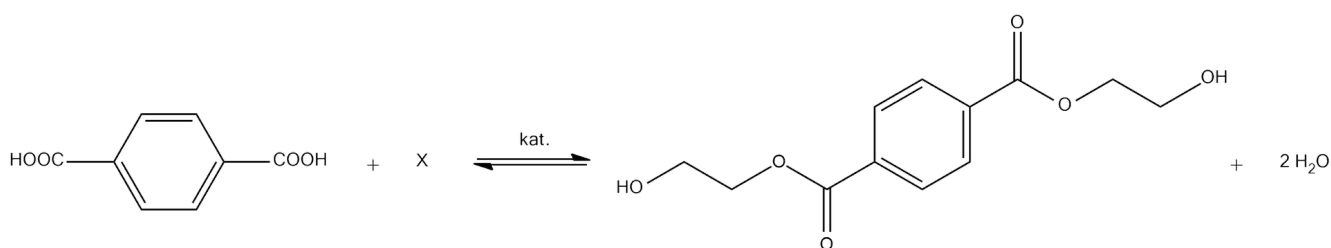
☐ kwasu octowego

☐ kwasu propionowego

☐ kwasu masłowego

Ćwiczenie 3

Uzupełnij poniższą reakcję, wstawiając za X właściwy związek:



Równanie reakcji do uzupełnienia przez ucznia

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

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Co oznacza symbol PET?

☐ tereftalan dimetylu

☐ poli(tereftalan dimetylu)

☐ poli(tereftalan etylenu)

☐ tereftalan etylenu

Ćwiczenie 2



Przyporządkuj pojęcie do definicji.

Estryfikacja

polimery zawierające wiązania estrowe w łańcuchach głównych.

Poliestry

reakcja pomiędzy estrami a alkoholami, kwasami lub innymi estrami, prowadząca do powstawania innych estrów.

Polikondensacja

pochodne węglowodorów, które zawierają grupę —C(O)O— i powstają w wyniku reakcji estryfikacji.

Estry

reakcja między kwasami karboksylowymi, bezwodnikami lub chlorkami kwasowymi a alkoholami, prowadząca do powstawania estrów.

Transestryfikacja

polimeryzacja przebiegająca stopniowo, której towarzyszy wydzielenie niskocząsteczkowego produktu ubocznego.

Ćwiczenie 3



Etanolan sodu to:

☐ ester.

☐ alkoholan.

☐ $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$.

☐ alkohol.

☐ katalizator transestryfikacji

Ćwiczenie 4



Uzupełnij poniższe zdania wybierając właściwe określenia.

Symbol PET oznacza . PET jest polimerem, a dokładnie .

Otrzymuje się go za pomocą reakcji glikolu z kwasem .

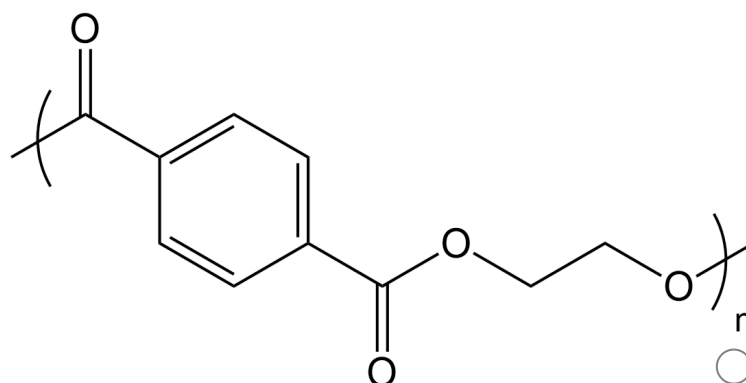
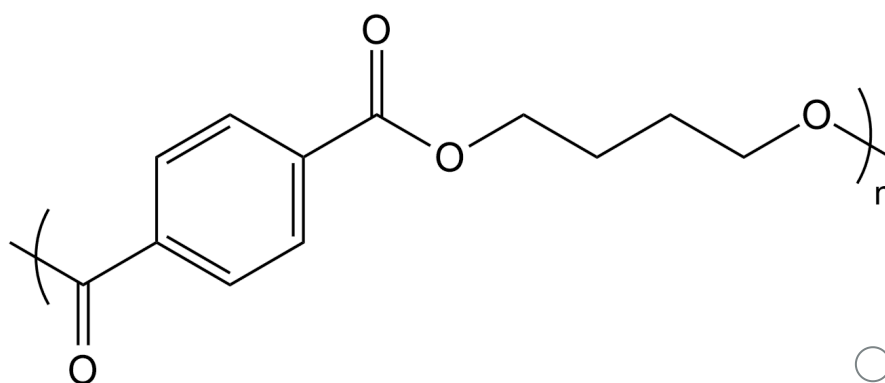
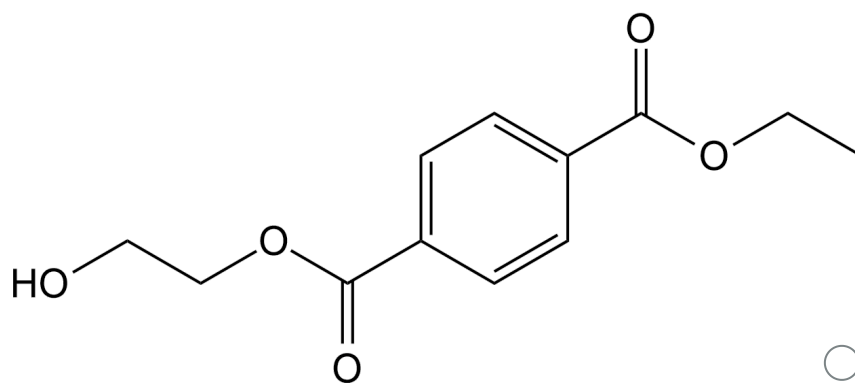
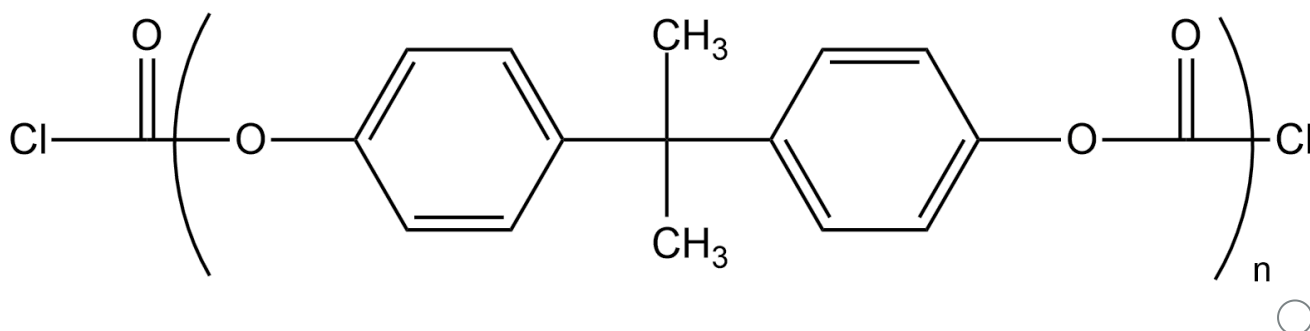
Takie reakcje prowadzi się w wysokiej temperaturze, przy zmniejszonym ciśnieniu oraz z użyciem różnych .

Z PET-u wytwarzane są głównie , ponieważ materiał ten jest lekki, elastyczny i podobny do szkła. Niestety czas rozkładu tego polimeru wynosi około 500 lat.

Ćwiczenie 5



Wskaż wzór strukturalny poli(tereftalanu etylenu).



Ćwiczenie 6



Wymień co najmniej trzy katalizatory estryfikacji.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 7



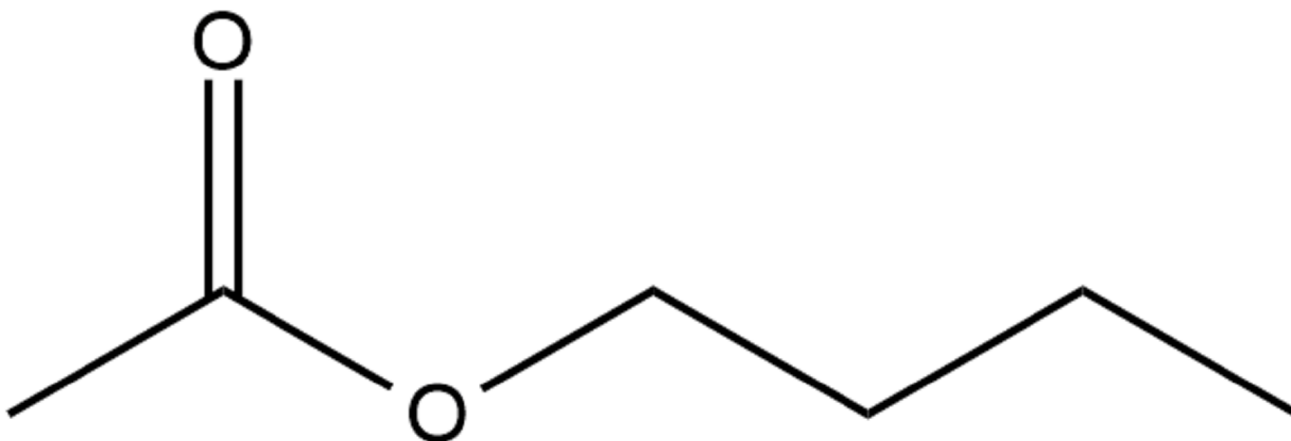
Wymień zalety oraz wady PET.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Zaproponuj syntezę poniższego estru.



Wzór kreskowy estru

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

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: Marcin Maćkiewicz, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Synteza poli(tereftalan etylenu) znanego jako PET

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

13) planuje ciągi przemian chemicznych wiążące ze sobą właściwości poznanych węglowodorów i ich pochodnych; pisze odpowiednie równania reakcji.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne:

Uczeń:

- przedstawia reakcje otrzymywania politereftalanu etylenu oraz przykłady jego zastosowania;
- wymienia przykłady katalizatorów stosowanych do otrzymywania politereftalanu etylenu;
- przedstawia przykłady reakcji estryfikacji.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- dywanik pomysłów;
- technika gadająca ściana;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu/smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica;
- aplikacja Mentimeter i Kahoot! lub Quizizz.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytanie: z czego produkuje się bluzy polarowe? Co to są poliestry? Z czym się kojarzy Wam PET?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół terminu PET. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z wykorzystaniem tabletów/smartfonów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Analiza tekstów w dostępnych źródłach informacji, w tym i e-materiale, dotyczących otrzymywania politereftalanu etylenu (PET). Po minionym czasie chętni uczniowie zapisują na tablicy wzory strukturalne: kwasu tereftalowego i glikolu etylenowego oraz reakcję estryfikacji tych dwóch związków chemicznych w obecności katalizatora metalicznego z objaśnieniem. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi ucznia i uzupełnia ewentualne luki. Uczniowie wskazują na katalizatory, jakie mogą być stosowane do otrzymywania politereftalanu etylenu. Uczniowie zapisują równanie reakcji w zeszytach.

2. Nauczyciel odsyła uczniów do animacji, by zapoznali się z syntezą poli(tereftalanuetylu), znanego jako PET, na poziomie mikroświata.
3. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy, rozdaje arkusze papieru A3 i mazaki. Uczniowie losują karteczki z przykładowym kwasem dikarboksylowym i diolem (patrz materiał pomocniczy). Zadaniem każdej grupy będzie napisanie równania reakcji estryfikacji wylosowanych związków chemicznych (kwasu dikarboksylowego z diolem). Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów i wspiera ich. Po pracy liderzy grup z wykorzystaniem techniki gadająca ściana zaprezentują swoje reakcje estryfikacji. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną prezentowanych zapisów i ewentualnie koryguje popełnione błędy.
4. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje arkusze papieru A3 i sklerotki, a następnie uczniów odsyła do dostępnych źródeł informacji, w tym do e-materiału, by opracowali zastosowanie PET. Uczniowie na sklerotkach zapisują swoje propozycje zastosowań (jeden pomysł na jednej sklerotce) i przyklejają na arkusz A3 – dywanik. Po zakończonej pracy liderzy z wykorzystaniem techniki gadająca ściana prezentują efekty pracy grupowej. Nauczyciel weryfikuje poprawność wykonanego zadania.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: co oznacza skrót PET? W jakiej reakcji można otrzymać PET? Gdzie znalazł zastosowanie PET? Jakie znasz przykłady katalizatorów stosowanych do otrzymywania politereftalanu etylenu? Na czym polega reakcja polikondensacji? Nauczyciel może stworzyć quiz i wykorzystać aplikację Kahoot! lub Quizizz.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa: Nauczyciel prosi uczniów o wykonanie pozostałych ćwiczeń zawartych w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Multimedium może być wykorzystane przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji lub sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Co oznacza skrót PET?
- W jakiej reakcji można otrzymać PET?
- Gdzie znalazł zastosowanie PET?
- Jakie znasz przykłady katalizatorów stosowanych do otrzymywania politereftalanu etylenu?
- Na czym polega reakcja polikondensacji?

2. Arkusze papieru A3, mazaki, glutaki, sklerotki (karteczki samoprzylepne).

3. Nauczyciel przygotowuje karteczki do rozlosowania z przykładowymi kwasami dikarboksylowymi z diolami:

- kwas szczawiowy i etano-1,2-diol;
- kwas propanodiowy i propano-1,3-diol;
- kwas bursztynowy i etano-1,2-diol;
- kwas szczawiowy i propano-1,3-diol.