

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Chemia i technologia materiałów wybuchowych (WTCCWCSI-ChiTMW1)**

Nazwa w języku polskim:

Nazwa w jęz. angielskim: **Chemistry and technology of explosives**

Dane dotyczące przedmiotu:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii
Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii
Cykl dydaktyczny: Semestr zimowy 2025/2026
Koordynator przedmiotu cyklu: prof. dr hab. inż. Stanisław Cudziło

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

Egzamin

Język wykładowy:

polski

Strona WWW:

<http://www.wtc.wat.edu.pl>

Skrócony opis:

Przedmiot obejmuje prezentację aktualnego stanu wiedzy z zakresu chemii i technologii materiałów wybuchowych, z elementami historii, a także perspektyw rozwoju tej grupy materiałów. Koncentruje się zwłaszcza na: (i) teoretycznych i technologicznych podstawach procesu nitrowania; (ii) sposobach otrzymywania i właściwościach związków wybuchowych z grupy C-nitro, N-nitro i O-nitro; (iii) inicjujących materiałów wybuchowych; (iv) termostabilnych i mało wrażliwych związkach i mieszaninach wybuchowych; (v) prochach i paliwach rakietowych; (vi) górniczych materiałach wybuchowych oraz toksyczności i oddziaływaniu materiałów wybuchowych na środowisko.

Opis:

1. Podział i ogólna charakterystyka materiałów wybuchowych.
2. Teoretyczne podstawy procesu nitrowania – czynniki nitrujące, metody i mechanizm nitrowania związków aromatycznych.
3. Metody i mechanizmy nitrowania związków alifatycznych, alkoholi i amin.
4. Technologiczne podstawy procesu nitrowania – zasady technologiczne, aparatura i typowe ciągi technologiczne.
5. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grupy C-nitro – nitrobenzeny, nitrotolueny.
6. Halogenonitrobenzeny, nukleofilowa substitucja chlorowca grupą nitrową, nitrofenole.
- Sprawdzian pisemny
7. Termostabilne materiały wybuchowe.
8. Nitroalkany, nitrowe pochodne alkenów i związków heterocyklicznych DADNE, NTO, TNAZ, BTNEM, BTNENA.
9. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grupy N-nitro – RDX i HMX.
10. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grupy N-nitro – NiGu, DINGU, TENGU, HNIW, TEX, ADN, GUDN.
11. Otrzymywanie i właściwości związków z grupy O-nitro – nitrogliceryna, nitroglikole.
12. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grupy O-nitro – pentryt nitroceluloza.

Sprawdzian pisemny

13. Inicjujące materiały wybuchowe – związki nieorganiczne.
14. Inicjujące materiały wybuchowe – związki organiczne.
15. Mieszaniny wybuchowe – zasady doboru składników.
16. Proch czarny i prochy bezdymne.
17. Stałe paliwa rakietowe.
18. Górnicze materiały wybuchowe.
19. Toksyczność i oddziaływanie MW na środowisko. Schematy biodegradacji podstawowych MW.

Sprawdzian pisemny.

Tematyka ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Przydział stanowisk pracy, wydanie sprzętu laboratoryjnego i szkolenie z zakresu BHP podczas syntezy związków wybuchowych (2 godz.)
2. Synteza wybranych związków wybuchowych z grupy C-NO₂ (16 godz.)
3. Synteza wybranych związków wybuchowych z grupy N-NO₂ (16 godz.)
4. Synteza wybranych związków wybuchowych z grupy O-NO₂ (8 godz.)
5. Synteza wybranych inicjujących materiałów wybuchowych (4 godz.)

Literatura:

Podstawowa:

1. J. P. Agrawal, R. D. Hodgson, Organic Chemistry of Explosives, Wiley, Chichester, 2007 oraz J. P. Agrawal, High Energy Materials, Wiley-VCH, Weinheim, 2010.
2. T. M. Klapotke, Energetic Materials Encyclopedia, Vol. 1-3, Walter de Gruyter, Berlin/Boston 2021.
3. S. Cudziło i inni, Wojskowe materiały wybuchowe, Wyd. Polit. Częstochowskiej, 2000.
4. N. Kubota, Propellants and Explosives, Wiley-VCH, Weinheim, 2007.

Uzupełniająca:

1. U. Teipel, ed., Energetic Materials, Particle Processing and Characterization, Wiley-VCH, Weinheim, 2005.
2. T. M. Klapotke, Chemistry of High-Energy Materials, Walter de Gruyter, Berlin/Boston, 2022.
3. R. Matyas, J. Pachman, Primary Explosives, Springer-Verlag, Berlin, 2013.

Efekty uczenia się:

Symbol / Efekty uczenia się / Odniesienie do efektów kierunku

W1 Zna klasyfikację i nazewnictwo związków wybuchowych. Zna metody, mechanizmy oraz reagenty wykorzystywane w reakcjach nitrowania. K_W03, K_W13.

W2 Zna metody syntezy, wydzielania i oczyszczania nieorganicznych i organicznych związków wybuchowych. Zna składy i zasady komponowania mieszanin wybuchowych, prochów i paliw rakietowych. K_W11, K_W13.

W3 Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące podczas syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych. KW_13.

W4 Zna podstawowe aspekty budowy i działania aparatury oraz instalacji chemicznych do produkcji najważniejszych związków i

wytwarzania mieszanin wybuchowych. K_W11.
 U1 Potrafi znaleźć rozwiązanie problemu z zakresu syntezy związków wybuchowych i komponowania mieszanin wybuchowych. K_U03.
 U2 Umie zaprojektować i zbudować instalację laboratoryjną oraz przeprowadzić syntezę związków wybuchowych, a także zaprojektować i wykonać mieszaninę wybuchową (proch, paliwo rakietowe). K_U05.
 U3 Umie posługiwać się aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania i analizy związków wybuchowych. K_U06, K_U07.
 U4 Potrafi ocenić istniejące rozwiązania z zakresu syntezy i technologii związków i mieszanin wybuchowych. K_U13.
 U5 Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi do rozwiązania prostego zadania z zakresu syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych. K_U14.
 K1 Ma świadomość poziomu swej wiedzy i umiejętności oraz potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i efektywnie realizować proces samokształcenia. K_K01
 K2 Potrafi pracować w zespole i ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. K_K02.
 K3 Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów i skutków wytwarzania i użytkowania związków i mieszanin wybuchowych oraz wyrobów je zawierających. K_K07

Metody i kryteria oceniania:

Przedmiot kończy się egzaminem pisemno-ustnym.
 Pierwsza część egzaminu przeprowadzana jest w formie trzech testów pisemnych po wykładach 6, 12 i 19, w których student musi udzielić minimum 50% poprawnych odpowiedzi, aby być dopuszczonym do egzaminu ustnego.
 Laboratorium – zaliczenie ćwiczenia wymaga uzyskania pozytywnych ocen ze sprawdzianu przed rozpoczęciem ćwiczenia oraz wykonania preparatu i oddania pisemnego sprawozdania z ćwiczenia. Warunkiem koniecznym zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie zaliczenia ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych.
 Efekty W1, W2, W3, W4, U1, U4, K1 i K3 sprawdzane są na teście pisemnym i podczas egzaminu ustnego:
 ocena 2 – poniżej 50% poprawnych odpowiedzi;
 ocena 3 – 50 ÷ 60% poprawnych odpowiedzi;
 ocena 3,5 – 61 ÷ 70% poprawnych odpowiedzi;
 ocena 4 – 71 ÷ 80% poprawnych odpowiedzi;
 ocena 4,5 – 81 ÷ 90% poprawnych odpowiedzi;
 ocena 5 – powyżej 91% poprawnych odpowiedzi.
 Efekty W2, W3, W4, U2, U3 i U5 sprawdzane są w trakcie oceny stopnia przygotowania do zajęć laboratoryjnych i obserwacji pracy studenta w laboratorium syntezy związków wybuchowych
 3,0 (dst) Umie zaprojektować i zbudować prostą instalację laboratoryjną do syntezy związków wybuchowych. Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi do rozwiązania prostego zadania z zakresu syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych, prochów i paliw rakietowych. Umie posługiwać się aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania i analizy związków wybuchowych.
 4,0 (db) Umie zaprojektować i zbudować średnio złożoną instalację laboratoryjną do syntezy związków wybuchowych. Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi do rozwiązania średnio złożonego zadania z zakresu syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych, prochów i paliw rakietowych. Umie posługiwać się aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania i analizy związków wybuchowych.
 5,0 (bdb) Umie zaprojektować i zbudować złożoną instalację laboratoryjną do syntezy związków wybuchowych. Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi do rozwiązania złożonego zadania z zakresu syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych, prochów i paliw rakietowych. Biegłe posługuje się aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania i analizy związków wybuchowych.
 Efekty W2, W3, W4 i U1 sprawdzane są w trakcie oceny stopnia przygotowania do zajęć laboratoryjnych i obserwacji pracy studenta w laboratorium syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych
 3,0 (dst) Umie przeprowadzić proste reakcje syntezy związków wybuchowych. Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. Potrafi znaleźć rozwiązanie prostego problemu z zakresu syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych, prochów i paliw rakietowych.
 4,0 (db) Umie przeprowadzić średnio złożone reakcje syntezy związków wybuchowych. Stosuje ze zrozumieniem zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. Potrafi znaleźć rozwiązanie średnio złożonego problemu z zakresu syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych, prochów i paliw rakietowych.
 5,0 (bdb) Umie przeprowadzić złożone reakcje syntezy związków wybuchowych. Stosuje ze zrozumieniem zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, dając przykład innym. Potrafi znaleźć rozwiązanie złożonego problemu z zakresu syntezy związków i komponowania mieszanin wybuchowych, prochów i paliw rakietowych.
 Efekt K2 sprawdzany jest podczas obserwacji pracy studentów na zajęciach laboratoryjnych.
 3,0 (dst) Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną.
 4,0 (db) Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz jest gotowy podporządkować się zasadom pracy w zespole.
 5,0 (bdb) Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz jest gotowy podporządkować się zasadom pracy w zespole i ponosić odpowiedzialność za wspólnie realizowane zadania.

Praktyki zawodowe:

brak

Forma studiów

stacjonarne

Rodzaj studiów

I stopnia

Rodzaj przedmiotu

obowiązkowy

Przedmioty wprowadzające
Chemia ogólna i nieorganiczna. Wymagania wstępne: znajomość podstawowych pojęć, wielkości i zależności termochemii i termodynamiki chemicznej oraz statyki i kinetyki chemicznej. Chemia organiczna. Wymagania wstępne: znajomość mechanizmów podstawowych reakcji w chemii organicznej, znajomość metod syntezy i właściwości najważniejszych grup związków organicznych. Teoria materiałów wybuchowych. Wymagania wstępne: znajomość teoretycznych podstaw inicjacji i przebiegu procesów spalania i detonacji, znajomość podstawowych charakterystyk materiałów wybuchowych i eksperymentalnych metod ich wyznaczania, znajomość termochemii przemian wybuchowych.
Programy
Kierunki studiów: chemia,
Forma zajęć liczba godzin/rygor
wykład 38 godz. / egzamin ćwiczenia 6 godz. / zaliczenie laboratoria 46 godz. / zaliczenie na ocenę
Autor
prof. dr hab. inż. Stanisław Cudziło
Bilans ECTS
1 Udział w wykładach: 38 2 Samodzielne studiowanie tematyki wykładów: 32 3 Udział w ćwiczeniach: 6 4 Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń: 18 5 Udział w laboratoriach: 46 6 Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów: 56 7 Udział w seminariach 8 Samodzielne przygotowanie się do seminariów 9 Realizacja projektu 10 Udział w konsultacjach: 6 11 Przygotowanie do egzaminu: 10 12 Udział w egzaminie: 2 Godz./ECTS Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 214/7 Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+3+5+7+9+10+12): 98/3,5 Zajęcia o charakterze praktycznym (5+6+9): 102/3,5 Zajęcia powiązane z działalnością naukową (1+2+3+4+7+8): 94/3
Dane dotyczące przedmiotu cyklu:
Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:
Egzamin