

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Materiały wysokoenergetyczne (WTCCNCI-MW)**

Nazwa w języku polskim:

Nazwa w jęz. angielskim: **High-energy materials**

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:

Zaliczenie na ocenę

Język wykładowy:

polski

Strona WWW:

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

Skrócony opis:

Przedmiot obejmuje prezentację aktualnego stanu wiedzy z zakresu chemicznych materiałów wybuchowych. Po ogólnej charakterystyce wybuchu omawiane są kolejno: termochemia przemian wybuchowych, podstawowe właściwości użytkowe materiałów wybuchowych i metody ich badań, otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grup C-nitro, N-nitro i O-nitro, inicjujące materiały wybuchowe, formy użytkowe materiałów wybuchowych, w tym materiały o obniżonej wrażliwości oraz materiały termobaryczne, górnicze materiały wybuchowe, prochy i paliwa rakietowe oraz mieszaniny i środki pirotechniczne.

Opis:

1. Definicje i pojęcia podstawowe – ogólna charakterystyka wybuchu chemicznego, rodzaje przemian wybuchowych.

2. Podstawowe właściwości użytkowe materiałów wybuchowych i metody ich badań.

3. Podział i ogólna charakterystyka materiałów wybuchowych (MW).

4. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grup C-NO₂, N-NO₂ i O-NO₂.

5. Inicjujące materiały wybuchowe, środki inicjowania palenia i detonacji.

Sprawdzian pisemny (1 godz. ćwiczeń).

6. Mieszaniny wybuchowe – odlewane, plastyczne i flegmatyzowane MW, o obniżonej wrażliwości, termobaryczne MW i nanostrukturalne MW.

7. Górnicze materiały wybuchowe, rodzaje, podstawowe składniki i właściwości.

8. Prochy homogeniczne i złożone, produkcja, przeznaczenie i właściwości.

9. Stałe paliwa rakietowe, składy produkcja, przeznaczenie i właściwości

10. Mieszaniny i środki pirotechniczne.

Sprawdzian pisemny (1godz. ćwiczeń).

Ćwiczenia rachunkowe (2 godz.):

1. Bilans energetyczny przemiany wybuchowej, równania rozkładu, ciepło wybuchu.

Tematyka zajęć laboratoryjnych:

1. Omówienie spraw organizacyjnych i szkolenie z zakresu BHP podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych (2 godz.).

2. Pomiar wrażliwości materiałów wybuchowych na bodźce cieplne i mechaniczne (4 godz.).

3. Pomiar średnicy krytycznej i prędkości detonacji (4 godz.).

4. Synteza, wydzielanie i oczyszczanie (krystalizacja) heksogenu lub pentrytu (4 godz.).

5. Formowanie ładunków wybuchowych, badanie efektu kumulacyjnego (4 godz.).

6. Wykonanie mieszanin i ładunków pirotechnicznych o działaniu dymotwórczym i hukowym oraz ocena poprawności ich działania (4 godz.).

Literatura:

podstawowa:

T. M. Klapotke, Chemistry of High-Energy Materials, 6th Ed., Walter de Gruyter, Berlin/Boston 2022.

S. Cudziło i inni, Wojskowe materiały wybuchowe, Wyd. Polit. Częstochowskiej 2000.

A. Maranda, Przemysłowe materiały wybuchowe, Wyd. WAT, Warszawa 2010.

uzupełniająca:

G. I. Brown, Historia materiałów wybuchowych, KiW, Kraków, 2001.

J. A. Conkling, Ch. J. Mocella, Chemistry of Pyrotechnics, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2010.

Efekty uczenia się:

Symbol / Efekty uczenia się / Odniesienie do efektów kierunku

W1. Zna cechy wybuchu chemicznego, rodzaje przemian wybuchowych oraz ma wiedzę z zakresu podstawy termochemii przemian wybuchowych. Zna klasyfikację i nazewnictwo materiałów wysokoenergetycznych. Zna sposoby syntezy, wydzielania i oczyszczania nieorganicznych i organicznych związków wybuchowych. K_W03, K_W13.

W2. Zna podstawy teoretyczne oraz budowę i zasady działania podstawowej aparatury laboratoryjnej i naukowo-pomiarowej wykorzystywanej do badań właściwości materiałów wysokoenergetycznych. K_W11, K_W13.

W3. Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące podczas pracy z materiałami wysokoenergetycznymi. KW_14.

U1. Potrafi znaleźć rozwiązanie prostego problemu z zakresu syntezy związków wybuchowych i komponowania materiałów wysokoenergetycznych. K_U03.

U2. Umie zaprojektować i zbudować prostą instalację laboratoryjną oraz przeprowadzić syntezę i dokonać analizy jakościowej prostych związków wybuchowych. K_U05, K_U07.

U3. Umie posługiwać się podstawową aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania materiałów wybuchowych i zjawiska wybuchu. K_U06.

U4. Potrafi dokonać wstępnej oceny ekonomicznej działań inżynierskich w sferze wytwarzania i użytkowania materiałów wysokoenergetycznych. K_U12.

K1. Ma świadomość poziomu swej wiedzy i umiejętności w zakresie wytwarzania i posługiwania się materiałami wysokoenergetycznymi. 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 materiałów wysokoenergetycznych i wyrobów je zawierających. K_K07.
Metody i kryteria oceniania:
Przedmiot kończy się zaliczeniem pisemno-ustnym. Laboratorium – zaliczenie ćwiczenia wymaga uzyskania pozytywnych ocen ze sprawdzianu przed rozpoczęciem ćwiczenia oraz wykonania preparatu lub pomiaru i oddania pisemnego sprawozdania z ćwiczenia. Zaliczenie przedmiotu wymaga uzyskania co najmniej 51 pkt. na 100 pkt. możliwych, z czego 50 pkt. będzie można zdobyć na dwóch kolokwiah po wykładach nr 5 i 10. Egzamin ustny umożliwi uzyskanie pozostałych 50 pkt. Osiągnięcie efektów W1, W3, U1, U4, K1 i K3 weryfikowane jest podczas kolokwiiów cząstkowych i rozmowy końcowej, natomiast efekty W2, U1, U2 i U3 sprawdzane są w podczas kontroli stopnia przygotowania do zajęć laboratoryjnych i obserwacji pracy studenta w laboratoriach preparatyki i badań MW: 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 W1, U1, K1: 3,0 (dst) Umie obliczyć podstawowe parametry termochemiczne przemian wybuchowych wykorzystując znajomość stanu początkowego i końcowego. 4,0 (db) Umie obliczyć podstawowe parametry termochemiczne przemian wybuchowych wykorzystując znajomość stanu początkowego i końcowego oraz potrafi wskazać sposoby maksymalizacji (optymalizacji) tych parametrów. 5,0 (bdb) Umie obliczyć podstawowe parametry termochemiczne przemian wybuchowych wykorzystując znajomość stanu początkowego i końcowego oraz potrafi wskazać sposoby maksymalizacji (optymalizacji) tych parametrów, a także wyjaśnić ze zrozumieniem ich podłoże fizykochemiczne. Efekty W2, W3, U1, U2 3,0 (dst) Umie przeprowadzić proste reakcje syntezy związków wybuchowych i potrafi przekształcać je w formy użytkowe. Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. 4,0 (db) Umie przeprowadzić proste reakcje syntezy związków wybuchowych i przekształcać je w formy użytkowe. Umie właściwie dobierać składniki mieszanin aby uzyskać zakładane (pożądane) właściwości użytkowe. Stosuje ze zrozumieniem zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. 5,0 (bdb) Umie przeprowadzić proste reakcje syntezy związków wybuchowych i przekształcać je w formy użytkowe. Umie właściwie dobierać składniki mieszanin aby uzyskać zakładane (pożądane) właściwości użytkowe. Umie zaprojektować skład kompozycji (mieszaniny wybuchowej, prochu, paliwa raketowego, mieszaniny pirotechnicznej) stosownie do wymagań stawianych przez użytkownika. Stosuje ze zrozumieniem zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, dając przykład innym. Efekty U3, K3: 3,0 (dst) Umie zaplanować i przeprowadzić badania eksperymentalne głównych właściwości użytkowych materiałów wybuchowych, prochów i paliw raketowych. Nie umie analizować wyników badań. Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. 4,0 (db) Umie zaplanować i przeprowadzić badania eksperymentalne głównych właściwości użytkowych materiałów wybuchowych prochów i paliw raketowych. Nie tylko prezentuje wyniki, ale również dokonuje ich analizy. Stosuje ze zrozumieniem zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. 5,0 (bdb) Umie zaplanować i przeprowadzić badania eksperymentalne głównych właściwości użytkowych materiałów wybuchowych, prochów i paliw raketowych. Nie tylko prezentuje wyniki, ale również dokonuje ich analizy i prowadzi pogłębioną dyskusję uzyskanych wyników. Stosuje ze zrozumieniem zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, dając przykład innym. Efekty U4, K2, K3 3,0 (dst) Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną. Jest świadomy wpływu produkcji i użytkowania MW na środowisko, ale nie rozumie w pełni ich gospodarczego i militarnego znaczenia. 4,0 (db) Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz jest gotowy podporządkować się zasadom pracy w zespole. Jest świadomy wpływu produkcji i użytkowania MW na środowisko i rozumie ich gospodarcze i militarne znaczenie. 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. Jest świadomy wpływu produkcji i użytkowania MW na środowisko i w pełni rozumie ich gospodarcze i militarne znaczenie.
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 termodynamiki i kinetyki chemicznej. Chemia organiczna. Wymagania wstępne: znajomość mechanizmów podstawowych reakcji w chemii organicznej, znajomość metod syntezy i właściwości najważniejszych grup związków organicznych. Chemia stosowana i gospodarowanie chemikaliami. Wymagania wstępne: znajomość koncepcji zrównoważonego rozwoju i podstawowych zagadnień dotyczących chemii przyjaznej człowiekowi i otoczeniu, znajomość negatywnego oddziaływania wyrobów przemysłu chemicznego na środowisko naturalne, znajomość najważniejszych zasad ochrony środowiska związanych z produkcją przemysłową związków chemicznych.
Programy
chemia, materiały niebezpieczne i ratownictwo chemiczne
Forma zajęć liczba godzin/rygor
wykłady 20 godz. / zaliczenie na ocenę ćwiczenia 4 godz. laboratoria 22 godz. / zaliczenie na ocenę
Autor
prof. dr hab. inż. Stanisław Cudziło
Bilans ECTS
1 Udział w wykładach: 20 2 Samodzielne studiowanie tematyki wykładów: 30 3 Udział w ćwiczeniach: 4 4 Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń: 8 5 Udział w laboratoriach: 22 6 Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów: 26 7 Udział w seminariach 8 Samodzielne przygotowanie się do seminariów 9 Realizacja projektu 10 Udział w konsultacjach: 8 11 Przygotowanie do egzaminu 12 Udział w egzaminie Godz./ECTS Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 118/4 Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+3+5+7+9+10+12): 54/2 Zajęcia o charakterze praktycznym: (5+6+9): 48/2 Zajęcia powiązane z działalnością naukową (1+2+3+4+7+8): 62/2
Dane dotyczące przedmiotu cyklu:
Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:
Zaliczenie na ocenę