

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:

Wykłady / klasyczny 2-godzinny wykład ilustrowany prezentacjami komputerowymi /

1. Ogólna charakterystyka wybuchu chemicznego i rodzaje przemian wybuchowych.

Wybuchy fizyczne, chemiczne i jądrowe. Pochodzenie i ilość energii uwalnianej podczas wybuchu chemicznego. Ogólna charakterystyka i cechy wybuchu chemicznego oraz warunki konieczne wybuchowości, na przykładzie wybuchu w roztworze wodoru i tlenu. Definicja użytecznego materiału wybuchowego. Omówienie wspólnych cech i różnic przebiegu procesów spalania, wybuchu i detonacji materiałów wybuchowych.

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

Zdefiniowanie pojęć wrażliwości MW, trwałości MW, prędkości, ciśnienia i ciepła detonacji MW, kruszności MW i zdolności MW do wykonania pracy oraz omówienie metod wyznaczania/pomiaru tych właściwości/parametrów.

3. Podział i ogólna charakterystyka materiałów wybuchowych.

Podział i ogólna charakterystyka aktualnie użytkowanych związków i mieszanin wybuchowych. Cechy charakterystyczne i zastosowania materiałów wybuchowych inicjujących, kruszących i miotających (MWI, MWK i MWM). Kierunki poszukiwań nowych MWI, MWK i MWM oraz charakterystyka kompozycji będących na etapie wdrażania do produkcji i wprowadzania na uzbrojenie w Polsce oraz w innych krajach.

4. Otrzymywanie i właściwości inicjujących materiałów wybuchowych oraz związków z grupy C-NO₂.

Charakterystyka piorunianów, azydów i nitrorezorcynianów metali ciężkich oraz tetrazenu. Metody otrzymywania, właściwości i zastosowania trotylu, nitrobenzenów, TATB, NTO, DADNE.

5. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grup nitroamin i azotanów alkoholi (N-NO₂ i O-NO₂).

Metody otrzymywania, właściwości i zastosowania heksogenu, oktogenu, HNIW, amoniowych soli dinitroamidu (ADN, GUDN), pentrytu, nitrogliceryny i nitrocelulozy.

Sprawdzian pisemny (1 godz. ćwiczeń)

6. Formy użytkowe materiałów wybuchowych i sposoby formowania ładunków oraz ich elaboracji do głowic bojowych.

Rodzaje mieszanin wybuchowych, cele tworzenia mieszanin wybuchowych, podstawowe zasady doboru składników oraz najważniejsze sposoby formowania ładunków z mieszanin wybuchowych. Plastyczne i flegmatyzowane materiały wybuchowe. Mieszaniny paliwowo-powietrzne. Piany wybuchowe – sposoby wytwarzania i przeznaczenie.

7. Górnicze materiały wybuchowe.

Składy, otrzymywanie, właściwości i zastosowania saletroli, amonitów, amonali, dynamitów oraz zawieszinowych i emulsyjnych materiałów wybuchowych.

8. Miotające materiały wybuchowe – proch czarny i prochy bezdymne.

Prochy strzelnicze, omówienie składów i sposobów produkcji prochu czarnego – rys historyczny i współczesne znaczenie prochu czarnego. Prochy bezdymne obecnie wykorzystywane w amunicji strzeleckiej i artyleryjskiej – typowe składy i charakterystyka trwałości oraz właściwości energetyczno-balistycznych.

9. Miotające materiały wybuchowe – homogeniczne i heterogeniczne stałe paliwa rakietowe.

Podział, ogólna charakterystyka i przeznaczenie stałych paliw rakietowych. Podstawowe składniki stałych paliw rakietowych i rola, którą pełnią w kompozycjach. Najważniejsze charakterystyki balistyczne stałych paliw rakietowych i sposoby ich określania.

10. Współczesne mieszaniny i wyroby pirotechniczne.

Klasyfikacja i przeznaczenie mieszanin pirotechnicznych. Najważniejsze utleniacze, paliwa i wzmacniacze efektu pirotechnicznego wykorzystywane we współczesnych mieszaninach pirotechnicznych. Produkcja mieszanin pirotechnicznych i sposoby wytwarzania z nich ładunków. Omówienie składów i właściwości mieszanin i środków (wyróbów) o działaniu oświetlającym, smugowym, sygnalizacyjnym dziennym i nocnym oraz maskującym i pozorującym.

Sprawdzian pisemny (1 godz. ćwiczeń)

Ćwiczenia rachunkowe (2 godz.)

1. Podstawy termochemii przemian wybuchowych.

Pojęcie bilansu tlenowego. Obliczanie składu mieszanin wybuchowych. Zapisywanie przybliżonych równań rozkładu wybuchowego i obliczanie ciepła wybuchu.

Laboratoria / zajęcia w formie pokazu polegające na obserwacji przez grupę studentów badań wrażliwości materiałów wybuchowych, syntezy próbek materiałów wybuchowych, przygotowania ładunków do pomiaru prędkości detonacji i ładunków kumulacyjnych, wykonania ładunków pirotechnicznych oraz omówienie wyników badań /

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

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

3. Wykonanie ładunków i pomiar prędkości detonacji i średnicy krytycznej (4 godz.). 4. Synteza, wydzielanie i oczyszczanie heksogenu lub pentrytu (4 godz.). 5. Formowanie ładunków wybuchowych i 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 kolokwium 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 dobrać skład 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 dobrać skład 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 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. 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: 12 5 Udział w laboratoriach: 22 6 Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów: 30 Godz./ECTS Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 118/4 Zajęcia z udziałem nauczycieli: 46/2 Zajęcia o charakterze praktycznym: 52/2 Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 118/4
Dane dotyczące przedmiotu cyklu:
Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:
Zaliczenie na ocenę