

2 up.   
prof. dr hab. inż. Stanisław Cudziło

Nazwa przedmiotu: **Materiały Wysokoenergetyczne**  
Nazwa w jęz. angielskim: **High-energy materials**  
Kod przedmiotu: WTCCNCSI-MW

**Dane dotyczące przedmiotu:**

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii  
Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii  
Obowiązuje od naboru: październik 2016

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zaliczenie na ocenę                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Język wykładowy:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| polski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Skrócony opis:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Definicje i pojęcia podstawowe. Bilans energetyczny przemiany wybuchowej. Podstawowe właściwości użytkowe materiałów wybuchowych. Podział i ogólna charakterystyka materiałów wysokoenergetycznych. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grup C-nitro, N-nitro i O-nitro. Inicjujące materiały wybuchowe. Mieszaniny wybuchowe. Górnicze materiały wybuchowe. Prochy i paliwa raketowe. Mieszaniny pirotechniczne..                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Opis:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definicje i pojęcia podstawowe – ogólna charakterystyka wybuchu chemicznego, rodzaje przemian wybuchowych.</li> <li>2. Bilans energetyczny przemiany wybuchowej, równania rozkładu, pojęcie ciepła wybuchu.</li> <li>3. Podstawowe właściwości użytkowe materiałów wysokoenergetycznych i metody ich badań.</li> <li>4. Podział i ogólna charakterystyka materiałów wysokoenergetycznych.</li> <li>5. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych: inicjujące MW oraz związki C-nitro.</li> <li>6. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grup N-NO<sub>2</sub> i O-NO<sub>2</sub>.</li> <li>7. Środki inicjowania palenia i detonacji – budowa i zasada działania.</li> <li>8. Mieszaniny wybuchowe – odlewane, plastyczne i flegmatyzowane MW, termobaryczne MW, nanostrukturalne MW.</li> <li>9. Górnicze materiały wybuchowe, rodzaje, podstawowe składniki i właściwości.</li> <li>10. Prochy i paliwa raketowe, produkcja, przeznaczenie i właściwości.</li> <li>11. Mieszaniny i środki pirotechniczne.</li> </ol> <p>Tematyka zajęć laboratoryjnych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Omówienie spraw organizacyjnych i szkolenie z zakresu BHP podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych (2 godz.).</li> <li>2. Pomiar wrażliwości materiałów wybuchowych na bodźce cieplne i mechaniczne (4 godz.).</li> <li>3. Pomiar średnicy krytycznej i prędkości detonacji (4 godz.).</li> <li>4. Synteza, wydzielanie i oczyszczanie (krystalizacja) heksogenu lub pentrytu (4 godz.).</li> <li>5. Formowanie ładunków wybuchowych, badanie efektu kumulacyjnego (4 godz.).</li> <li>6. Wykonanie mieszanin i ładunków pirotechnicznych o działaniu dymotwórczym i hukowym oraz ocena poprawności ich działania (4 godz.).</li> </ol> |
| <b>Literatura:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>podstawowa:</p> <p>S. Cudziło i inni, Wojskowe materiały wybuchowe, Wyd. Polit. Częstochowskiej, 2000.</p> <p>A. Maranda, Przemysłowe materiały wybuchowe, Wyd. WAT, Warszawa, 2010.</p> <p>uzupełniająca:</p> <p>G. I. Brown, Historia materiałów wybuchowych, KiW, Kraków, 2001.</p> <p>J. Akhavan, The Chemistry of Explosives, RSC Cambridge, 2004.</p> <p>J. A. Conkling, Ch. J. Mocella, Chemistry of Pyrotechnics, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2010.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Efekty kształcenia:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>W1 Zna cechy wybuchu chemicznego, rodzaje przemian wybuchowych oraz ma wiedzę z zakresu podstawy termochemii przemian wybuchowych. Zna klasyfikację i nazewnictwo materiałów wysokoenergetycznych. K_W03, K_W13.</p> <p>W2 Zna sposoby syntezy, wydzielania i oczyszczania nieorganicznych i organicznych związków wybuchowych. K_W03, K_W13.</p> <p>W3 Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące podczas pracy z materiałami wysokoenergetycznymi. KW_14.</p> <p>W4 Zna podstawy teoretyczne oraz budowę i zasady działania podstawowej aparatury laboratoryjnej i naukowo-pomiarowej wykorzystywanej do badań właściwości materiałów wysokoenergetycznych. K_W11, K_W13.</p> <p>U1 Potrafi znaleźć rozwiązanie prostego problemu z zakresu syntezy związków wybuchowych i komponowania materiałów wysokoenergetycznych. K_U03.</p> <p>U2 Umie zaprojektować i zbudować prostą instalację laboratoryjną oraz przeprowadzić syntezę prostych związków wybuchowych. K_U05.</p> <p>U3 Umie posługiwać się podstawową aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania materiałów wybuchowych i zjawiska wybuchu. K_U06, K_U07.</p> <p>U4 Dostrzega społeczne, ekonomiczne, prawne i inne pozatechniczne skutki wytwarzania i użytkowania materiałów wysokoenergetycznych. K_U12.</p> <p>K1 Ma świadomość poziomu swej wiedzy i umiejętności w zakresie wytwarzania i posługiwania się materiałami</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

wysokoenergetycznymi. K\_K01.

K2 Potrafi pracować w zespole i ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. K\_K02, K\_K03.

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 możliwych z czego 50 będzie można zdobyć na dwóch kolokwiach po wykładach nr 5 i 10. Egzamin ustny umożliwi uzyskanie pozostałych 50 pkt.
- Osiągnięcie efektów W1, W2, W3, U1, U4, K1 i K3 weryfikowane jest podczas kolokwium częściowych i rozmowy końcowej, natomiast efekty W2, W4, U2, U3 i K2 sprawdzane są w trakcie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych. Efekty W2, W3, W4, U1, U2 i U3 sprawdzane są w trakcie oceny stopnia przygotowania do zajęć laboratoryjnych i obserwacji pracy studenta w laboratorium syntezy związków wybuchowych.

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 W4, U3

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.

Efekt K2

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

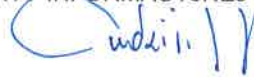
obowiązkowy

#### Przedmioty wprowadzające

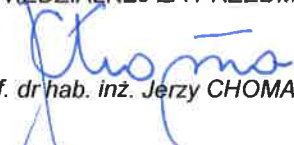
- Chemia ogólna i nieorganiczna

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                               |         |           |             |         |            |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|-----------|-------------|---------|------------|--------------------|
| Wymagania wstępne: znajomość podstawowych pojęć, wielkości i zależności termochemii i termodynamiki chemicznej oraz statyki i kinetyki chemicznej.                                                                                                                                                                                                                                                       |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| ▪ Chemia organiczna<br>Wymagania wstępne: znajomość mechanizmów podstawowych reakcji w chemii organicznej, znajomość metod syntezy i właściwości najważniejszych grup związków organicznych.                                                                                                                                                                                                             |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| ▪ Chemia stosowana i gospodarowanie chemikaliami<br>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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| semestr studiów V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| kierunek: chemia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| specjalność: materiały niebezpieczne i ratownictwo chemiczne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| Forma zajęć liczba godzin/rygor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| semestr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | x- egzamin, + zaliczenie, # projekt           |         |           |             |         |            | ECTS               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | razem                                         | wykłady | ćwiczenia | laboratoria | projekt | seminarium |                    |
| V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 46                                            | 20 / +  | 4         | 22 / +      |         |            | 4                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| Autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| prof. dr hab. inż. Stanisław CUDZIŁO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| Bilans ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                               |         |           |             |         |            |                    |
| Lp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Aktywność                                     |         |           |             |         |            | Obciążenie w godz. |
| 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         | 1,5                |
| Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 1+2+3+4+7+8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                               |         |           |             |         | 62         | 2                  |

AUTOR  
KARTY INFORMACYJNEJ

  
prof. dr hab. inż. Stanisław CUDZIŁO

KIEROWNIK JEDNOSTKI ORGANIZACYJNEJ  
ODPOWIEDZIALNEJ ZA PRZEDMIOT

  
prof. dr hab. inż. Jerzy CHOMA