

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Materiały wybuchowe nowej generacji (WTCCWCSM-MWNG)**

Nazwa w języku polskim:

Nazwa w jęz. angielskim: **Advanced Explosives**

### Dane dotyczące przedmiotu:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii

Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii

Cykl dydaktyczny: Semestr letni 2024/2025

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 chemii i technologii nowoczesnych materiałów wybuchowych, prochów i paliw rakietowych. Wykłady i zajęcia laboratoryjne dotyczą w szczególności: (i) małowrażliwych materiałów wybuchowych; (ii) nanostrukturalnych mieszanin wybuchowych, (iii) sposobów flegmatyzacji materiałów wybuchowych; (iv) podstaw krystalizacji materiałów wybuchowych, (v) termobarycznych materiałów wybuchowych; (vi) wybuchowych związków kompleksowych; (vii) wysokoenergetycznych i wysokoazotowych soli i cieczy jonowych oraz (viii) lepiszczy polimerowych wykorzystywanych w materiałach wybuchowych, prochach i paliwach rakietowych.

### Opis:

1. Współczesne i przyszłe materiały wybuchowe.
2. Nowe materiały wybuchowe do małowrażliwej amunicji.
3. Nanostrukturalne materiały wybuchowe, otrzymywanie i właściwości.
4. Sposoby redukcji wrażliwości znanych materiałów wybuchowych.
5. Materiały wybuchowe termobaryczne, o podwyższonej zdolności podmuchowej, materiały reaktywne i pianki wybuchowe.
6. Inicjujące materiały wybuchowe z grupy związków kompleksowych.
7. Wysokoazotowe i wysokoenergetyczne sole oraz cieczy jonowe.
8. Polimery w stałych paliwach rakietowych i w kruszących MW typu PBX.

Tematyka zajęć laboratoryjnych:

1. Szkolenie z zasad bhp na pracowniach syntezy i badania materiałów wybuchowych (2 godz.).
2. Synteza wybranych wysokoazotowych związków wybuchowych, np. soli azotetrazolu lub pochodnych azoksyfurazanu (4 godz.).
3. Granulacja emulsyjna lub mikrokapsułkowanie materiałów wybuchowych (4 godz.).
4. Otrzymywanie energetycznych związków wielkocząsteczkowych lub ich prekursorów (4 godz.).

### Literatura:

1. Artykuły ze specjalistycznych czasopism: Propellants, Explosives, Pyrotechnics, Journal of Energetic Materials, Combustion and Flame
2. H. G. Ang, S. Pisharath, Energetic polymers, Wiley-VCH, Weinheim 2012.
3. T. M. Klapotke, Chemistry of High-Energy Materials, 6th Ed., Walter de Gruyter, Berlin/Boston 2022.
4. M. J. Mezger, Energetic Materials, Advanced Processing Technologies for Next-Generation Materials, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton 2018.
5. M. K. Shukla, Energetic Materials, From Cradle to Grave, Springer, Switzerland, 2017.
6. C. E. Needham, Blast waves, Springer-Verlag, Berlin, 2010.
7. U. Teipel (ed.), Energetic Materials, Particle Processing and Characterization, Wiley-VCH, Weinheim 2005.

### Efekty uczenia się:

Symbol / Efekty uczenia się / Odniesienie do efektów kierunku

W1 Ma pogłębioną znajomość rodzajów, sposobów otrzymywania i właściwości materiałów wybuchowych nowej generacji. K\_W02, K\_W03, K\_W17.

W2 Zna najnowsze trendy w chemii organicznej oraz strategię i taktyki prowadzenia syntezy związków wysokoazotowych. K\_W03.

W3 Ma rozszerzoną wiedzę na temat technik syntezy organicznej i nieorganicznej, metod wydzielania i oczyszczania wybuchowych związków chemicznych oraz ich identyfikacji z zastosowaniem metod klasycznych i instrumentalnych. K\_W04, K\_W10, K\_W11

W4 Zna metody i sposoby detekcji, analizy i znakowania materiałów wybuchowych. K\_W12.

U1 Umie projektować skład i mikrostrukturę materiałów wybuchowych pod kątem optymalizacji efektów działania urządzeń, układów i zespołów zawierających te materiały. K\_U03, K\_U04.

U2 Umie posługiwać się aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania i analizy związków i mieszanin wybuchowych. K\_U05, K\_U06, K\_U07.

U3 Umie korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania danych niezbędnych do rozwiązania zadania z zakresu otrzymywania nowych materiałów wybuchowych. K\_U10.

U4 Potrafi przystępnie przedstawić najnowsze osiągnięcia z dziedziny chemii związków i mieszanin wybuchowych. K\_U12, K\_U13, K\_U15.

U5 Ma świadomość poziomu swej wiedzy i umiejętności oraz potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i efektywnie realizować proces samokształcenia. K\_U14.

U6 Potrafi pracować w zespole i ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. K\_U16.

K1 Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych oraz potrafi krytycznie oceniać odbierane treści. K\_K01.

K2 Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów i skutków wytwarzania i użytkowania związków wybuchowych. K\_K04.

### Metody i kryteria oceniania:

Przedmiot kończy się zaliczeniem pisemno-ustnym.

Laboratorium – zaliczenie ćwiczenia wymaga uzyskania pozytywnej oceny ze sprawdzianu przed rozpoczęciem ćwiczenia, wykonania ćwiczenia i oddania pisemnego sprawozdania z ćwiczenia.

Zaliczenie przedmiotu wymaga uzyskania pozytywnych ocen z ćwiczeń laboratoryjnych oraz zdania pisemnego sprawdzianu zawierającego pytania otwarte oraz testowe wielokrotnego wyboru.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Osiągnięcie efektów W1, W2, W3, W4, U3, U4, U5 i K2 weryfikowane jest podczas sprawdzianu końcowego, natomiast efekty U1, U2, U6 i K1 sprawdzane są w trakcie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.<br>ocena 2 – poniżej 50% poprawnych odpowiedzi;<br>ocena 3 – 50 ÷ 60% poprawnych odpowiedzi;<br>ocena 3,5 – 61 ÷ 70% poprawnych odpowiedzi;<br>ocena 4 – 71 ÷ 80% poprawnych odpowiedzi;<br>ocena 4,5 – 81 ÷ 90% poprawnych odpowiedzi;<br>ocena 5 – powyżej 91% poprawnych odpowiedzi.<br>Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami kształcenia, a ponadto wykazuje zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych zadań i wykazuje się samodzielnością w zdobywaniu wiedzy, jest wytrwały w pokonywaniu trudności oraz systematyczny w pracy.<br>Ocenę dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy o średnim stopniu trudności.<br>Ocenę dostateczną otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dostatecznym. Samodzielnie rozwiązuje zadania i problemy o niskim stopniu trudności. W jego wiedzy i umiejętnościach zauważalne są luki, które potrafi jednak uzupełnić pod kierunkiem nauczyciela.<br>Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań.<br>Na końcową ocenę składają się oceny uzyskane na sprawdzianie końcowym, ocena z ćwiczeń laboratoryjnych oraz zaangażowanie i sposób podejścia studenta do nauki. |
| <b>Praktyki zawodowe:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| brak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Forma studiów</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| stacjonarne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Rodzaj studiów</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| II stopnia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Rodzaj przedmiotu</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| obowiązkowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Przedmioty wprowadzające</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Teoria materiałów wybuchowych: znajomość teoretycznych podstaw inicjacji i przebiegu procesów spalania i detonacji, znajomość podstawowych charakterystyk materiałów wybuchowych i eksperymentalnych metod ich wyznaczania, znajomość termochemii przemian wybuchowych.<br><br>Chemia i technologia materiałów wybuchowych: znajomość metod, mechanizmów oraz reagentów wykorzystywanych w reakcjach nitrowania, znajomość metod syntezy, wydzielania i oczyszczania nieorganicznych i organicznych związków wybuchowych, umiejętność projektowania i zestawienia prostej instalacji laboratoryjnej oraz przeprowadzenia syntezy średnio złożonych związków wybuchowych, umiejętność oceny przydatności rutynowych metod i narzędzi do rozwiązania prostego zadania z zakresu syntezy związków wybuchowych, umiejętność posługiwania się aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania i analizy związków wybuchowych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Programy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kierunki studiów:<br>Chemia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Forma zajęć liczba godzin/rygor</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| wykład 16 godz. / zaliczenie na ocenę<br>laboratoria 14 godz. / zaliczenie na ocenę                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Autor</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| prof. dr hab. inż. Stanisław Cudziło                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Bilans ECTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1 Udział w wykładach 16<br>2 Samodzielne studiowanie tematyki wykładów 24<br>3 Udział w ćwiczeniach<br>4 Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń<br>5 Udział w laboratoriach 14<br>6 Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów 20<br>7 Udział w seminariach<br>8 Samodzielne przygotowanie się do seminariów<br>9 Realizacja projektu<br>10 Udział w konsultacjach 6<br>11 Przygotowanie do egzaminu<br>12 Udział w egzaminie<br>Godz. ECTS<br>Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 80/3<br>Zajęcia z udziałem nauczycieli: (1+5+10): 36/1<br>Zajęcia o charakterze praktycznym: (5+6): 34/1<br>Zajęcia powiązane z działalnością naukową: (1+2+10): 46/2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| <b>Dane dotyczące przedmiotu cyklu:</b>             |
| <b>Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:</b> |
| Zaliczenie na ocenę                                 |