

## KARTA PRZEDMIOTU

**Nazwa przedmiotu:** Instrumentalne metody analizy materiałów wybuchowych (WTCCWCSM-IMAMW)

**Nazwa w języku polskim:**

**Nazwa w jęz. angielskim:** Instrumental Methods of Explosives Analysis

### 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:** dr inż. Mateusz Szala

### Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

Zaliczenie na ocenę

### Język wykładowy:

polski

### Strona WWW:

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

### Skrócony opis:

W ramach przedmiotu omówione zostaną współczesne metody analizy i wykrywania materiałów wybuchowych. Część z tych metod, wcześniej omawiana w ramach innych przedmiotów, będzie omawiana bardziej szczegółowo. Zdobyta wcześniej wiedza zostanie zastosowana rozwiązywania problemów związanych z wykrywaniem i analizą materiałów wybuchowych. Studenci powinni nie tylko uzyskać wiedzę dotyczącą możliwości metod analitycznych, ale także istotnych ograniczeń, co umożliwi im właściwie interpretować uzyskane wyniki.

### Opis:

Wprowadzenie do analizy materiałów wybuchowych (MW)

- Obszary zastosowania analiz MW
- Właściwości fizykochemiczne materiałów wybuchowych istotne z analitycznego punktu widzenia.
- Proces analityczny – uwagi ogólne
- Podział metod wykrywania

Zastosowanie promieniowania do wykrywania MW

Promieniowanie niejonizujące

- Podczerwień
- Fale submilimetrowe
- Mikrofale

Promieniowanie jonizujące

- Badania rentgenowskie
- Pomiar jednoenergetyczny
- Pomiar dwuenergetyczny
- Tomografia komputerowa
- Rozpraszanie wsteczne
- Dyfrakcja rentgenowska

Pomiary transmisji promieniowania gamma

Zastosowanie neutronów do wykrywania MW

- Neutronowa analiza aktywacyjna
- Z użyciem neutronów termicznych
- Z użyciem neutronów szybkich
- Analiza impulsowa z użyciem neutronów termicznych
- Analiza impulsowa z użyciem neutronów szybkich
- Rozpraszanie wsteczne neutronów

Zastosowanie rezonansu elektromagnetycznego do wykrywania MW

- Jądrowy rezonans kwadrupolowy
- Magnetyczny rezonans jądrowy
- Elektronowy rezonans paramagnetyczny

Wprowadzenie do analizy śladów

- Uwagi ogólne
- Pobieranie i przygotowanie próbek
- Tresowane zwierzęta

Zastosowanie spektroskopii wibracyjnej w analizie śladów MW

- Spektroskopia absorpcyjna w podczerwieni
- Spektroskopia strat we wnęce optycznej
- Spektroskopia fotoakustyczna
- Spektroskopia Ramana

Powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana

Zastosowanie metod UV-Vis w analizie śladów MW

- Kolorymetria
- Luminescencja
- Chemiluminescencja
- Fluorescencja
- Reflektometria różnicowa
- Spektroskopia emisyjna ze wzbudzeniem laserowym

Zastosowanie metod opartych o analizę jonów w analizie śladów MW

- Detektor wychwytu elektronów
- Spektrometria mas

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektrometria ruchliwości jonów</li> </ul> <p>Zastosowanie metod opartych o zjawiska powierzchniowe w analizie śladów MW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Czujnik akustyczny</li> <li>• Czujnik mikromechaniczny</li> </ul> <p>Chromatograficzne metody analiz MW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krótka charakterystyka chromatograficznych metod analiz (TLC, GC, HPLC i SFC)</li> <li>• Rodzaje detektorów</li> <li>• Detektory wykorzystywane w chromatografii kolumnowej</li> <li>• Przegląd wybranych metod</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Literatura:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>podstawowa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Field Detection Technologies for Explosives, Yin Sun, ILM Publications, 2010, 69492.</li> </ul> <p>uzupełniająca:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existing and Potential Standoff Explosives Detection Techniques (2004), Board on Chemical Sciences and Technology (BCST), [http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10998]</li> <li>- J David and A M Lewis, Explosive Detection Equipment and Technology for Border Security, (2007), [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/13326?]</li> <li>- Maurice Marshall and Jimmie C. Oxley, Aspects of Explosives Detection, Elsevier, 2009</li> <li>- Beveridge A. (1998): Forensic Investigation of Explosions, CRC PRESS, Boca Raton - London - New York - Washington D.C.</li> <li>- Davies A. G. (2008): Terahertz spectroscopy of explosives and drugs, Materials Today, vol. 11, nr 3, March 2008</li> <li>- Yinon J., Zitrin S. (1993): Modern Methods and Applications Analysis of Explosives, John Wiley&amp;Sons, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore</li> <li>- Yinon J. (1999): Forensic and Environmental Detection of Explosives, John Wiley&amp;Sons Ltd, Chichester - New York - Weinheim Brisbane - Singapore - Toronto</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Efekty uczenia się:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Student/ka:</p> <p>K_W11 Zna wymagania i ogólne zasady wykrywania materiałów wybuchowych.</p> <p>K_W12 Zna możliwości i ograniczenia współczesnych metod wykorzystywanych do wykrywania materiałów wybuchowych.</p> <p>K_U04 Potrafi wskazać optymalne rozwiązania dla konkretnej sytuacji w zakresie wykrywania materiałów wybuchowych.</p> <p>K_U06 Potrafi posługiwać się wybranymi metodami analitycznymi i urządzeniami do wykrywania materiałów wybuchowych.</p> <p>K_U10 Potrafi korzystać ze współczesnej literatury naukowo technicznej dotyczącej metod i urządzeń do wykrywania materiałów wybuchowych, przygotowywać wystąpienia i uczestniczyć w dyskusji na ten temat.</p> <p>K_U13 Umie samodzielnie poszukiwać źródeł wiedzy w celu samokształcenia.</p> <p>K_U14 Sprawnie rozwiązuje zadania jako członek zespołu.</p> <p>K_U16 Rozumie swoją rolę jako członek zespołu</p> <p>K_K04 Rozumie ważność zagadnień związanych z przedmiotem dla zapewniania bezpieczeństwa publicznego.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Metody i kryteria oceniania:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>Przedmiot kończy się zaliczeniem na ocenę.</p> <p>Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest otrzymanie pozytywnej oceny z kolokwium (w postaci testu wielokrotnego wyboru) oraz zaliczenie ćwiczeń.</p> <p>Pytania testu dotyczą wiedzy przekazywanej na wykładach i zdobytej samodzielnie przez studenta w czasie studiowania tematyki wykładów. Test zawiera 10 pytań z przypisanymi czterem odpowiedziami. Zadaniem studenta jest wskazanie odpowiedzi poprawnych. Za wskazanie każdej poprawnej odpowiedzi student otrzymuje 1 pkt, za wskazanie odpowiedzi niepoprawnej - zero. Maksymalna liczba punktów za test wynosi 10. Oceny: 5 pkt. – dst, 6 pkt. – dst +, 7 pkt.- db, 8 pkt. – db+, 9-10 pkt. – bdb.</p> <p>Zaliczenie ćwiczeń wymaga uzyskania pozytywnych ocen ze sprawdzianów, bądź poprawnych odpowiedzi na zadawane pytania przed rozpoczęciem każdego z ćwiczeń, pełnego i poprawnego wykonania zadań określonych przez prowadzącego oraz oddania pisemnego sprawozdania.</p> <p>Osiągnięcie efektów W11 i W12 weryfikowane jest podczas kolokwium z wykładów oraz sprawdzianów i udzielania odpowiedzi na pytania w czasie ćwiczeń.</p> <p>Osiągnięcie efektów U4, U6, U10-16 oraz K04 sprawdzane jest w trakcie ćwiczeń, na podstawie realizacji powierzonych zadań oraz w wyniku oceny wykonanych sprawozdań.</p> <p>Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami uczenia w stopniu bardzo dobrym, a ponadto wykazuje zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych zadań i wykazuje się samodzielnością w zdobywaniu wiedzy. Wykazuje się wytrwałością i samodzielnością w pokonywaniu trudności oraz systematycznością pracy.</p> <p>Ocenę dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane efektami uczenia w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy o średnim stopniu trudności.</p> <p>Ocenę dostateczną otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane efektami uczenia 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.</p> <p>Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań.</p> <p>Na końcową ocenę z przedmiotu składają się: ocena z kolokwium, oceny z ćwiczeń oraz zaangażowanie i sposób podejścia studenta do nauki.</p> |
| <b>Praktyki zawodowe:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nie przewidziano praktyk do przedmiotu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Forma studiów</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| stacjonarne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Rodzaj studiów</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| II stopnia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Przedmioty wprowadzające</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Materiały wysokoenergetyczne</p> <p>Chemia i technologia materiałów wybuchowych</p> <p>Chemia analityczna</p> <p>Analiza instrumentalna</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Programy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Kierunek: chemia</p> <p>Specjalność: Materiały wybuchowe i pirotechnika</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Forma zajęć liczba godzin/rygor</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 46 (razem) 20+ (wykłady) 12 + (ćwiczenia) 14 + (ćwiczenia laboratoryjne)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Autor</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| dr inż. Mateusz Szala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Bilans ECTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>1. Udział w wykładach 20</p> <p>2. Udział w laboratoriach 14</p> <p>3. Udział w ćwicz. audytoryjnych 16</p> <p>4. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów 10</p> <p>5. Samodzielne przygotowanie do laboratoriów 15</p> <p>6. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń 10</p> <p>7. Przygotowanie do zaliczenia 5</p> <p>Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 90 / 3</p> <p>Zadania z udziałem nauczycieli: 50 /1,5</p> <p>Zadania powiązane z działalnością naukową: 90/ 3,0 pkt ECTS</p> |
| <b>Dane dotyczące przedmiotu cyklu:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Zaliczenie na ocenę                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |