

„ZATWIERDZAM”

.....

.....

KARTA INFORMACYJNA PRZEDMIOTU/ZAJĘĆ
(wersja anglojęzyczna w przypadku przedmiotu/zajęć w j. angielskim)

nazwa przedmiotu	<i>Materiały wysokoenergetyczne</i>	<i>High-energy materials</i>
Kod przedmiotu	WTCCXWSJ-MW	
Język wykładowy	polski	
Profil studiów	<i>ogólnoakademicki</i>	
Forma studiów	<i>stacjonarne</i>	
Poziom studiów	<i>jednolite studia magisterskie</i>	
Rodzaj przedmiotu	<i>wybieralny</i>	
Obowiązuje od naboru	2019/2020	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS	W 20/+, C 4/-, L 22/+, razem: 46 godz., 5 pkt ECTS	
Przedmioty wprowadzające	<i>Chemia ogólna i nieorganiczna.</i> <i>Wymagania wstępne: znajomość podstawowych pojęć, wielkości i zależności termodynamiki i termodynamiki chemicznej oraz statyki i kinetyki chemicznej.</i> <i>Chemia organiczna.</i> <i>Wymagania wstępne: znajomość mechanizmów podstawowych reakcji w chemii organicznej, znajomość metod syntezy i właściwości najważniejszych grup związków organicznych.</i> <i>Chemia stosowana i gospodarowanie chemikaliami.</i> <i>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.</i>	
Semestr/kierunek studiów	V / chemia	
Autor	Prof. dr hab. inż. Stanisław Cudziło	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za przedmiot	Wydział Nowych Technologii i Chemii, Instytut Chemii	
Skrócony opis przedmiotu	<i>Przedmiot obejmuje prezentację aktualnego stanu wiedzy z zakresu materiałów wybuchowych, prochów i paliw rakietowych oraz mieszanin pirotechnicznych wykorzystywanych we współczesnej technice uzbrojenia oraz w górnictwie. Po ogólnej charakterystyce wybuchu chemicznego omawiane są kolejno: termochemia przemian wybuchowych; podstawowe właściwości użytkowe materiałów wybuchowych; współcześnie używane związki wybuchowe – składniki inicjujących, kruszących i miotających mieszanin wybuchowych; formy użytkowe</i>	

	<i>kruszących materiałów wybuchowych; prochy i paliwa raketowe oraz mieszaniny i wyroby pirotechniczne.</i>
Pełny opis przedmiotu (treści programowe)	Wykłady / klasyczny 2-godzinny wykład ilustrowany prezentacjami komputerowymi / 1. Ogólna charakterystyka wybuchu chemicznego i rodzaje przemian wybuchowych. <i>Wybuchy fizyczne, chemiczne i jądrowe. Pochodzenie i ilość energii uwalnianej podczas wybuchu chemicznego. Ogólna charakterystyka i cechy wybuchu chemicznego oraz warunki konieczne wybuchowości, na przykładzie wybuchu w roztworze wodoru i tlenu. Definicja użytecznego materiału wybuchowego. Omówienie wspólnych cech i różnic przebiegu procesów spalania, wybuchu i detonacji materiałów wybuchowych.</i> 2. Podstawowe właściwości użytkowe materiałów wybuchowych i metody ich badań. <i>Zdefiniowanie pojęć wrażliwości MW, trwałości MW, prędkości, ciśnienia i ciepła detonacji MW, kruszności MW i zdolności MW do wykonania pracy oraz omówienie metod wyznaczania/pomiaru tych właściwości/parametrów.</i> 3. Podział i ogólna charakterystyka materiałów wybuchowych. <i>Podział i ogólna charakterystyka aktualnie użytkowanych związków i mieszanin wybuchowych. Cechy charakterystyczne i zastosowania materiałów wybuchowych inicjujących, kruszących i miotających (MWI, MWK i MWM). Kierunki poszukiwań nowych MWI, MWK i MWM oraz charakterystyka kompozycji będących na etapie wdrażania do produkcji i wprowadzania na uzbrojenie w Polsce oraz w innych krajach.</i> 4. Otrzymywanie i właściwości inicjujących materiałów wybuchowych oraz związków z grupy C-NO₂. <i>Charakterystyka piorunianów, azydów i nitrorezorcynianów metali ciężkich oraz tetrazenu. Metody otrzymywania, właściwości i zastosowania trotylu, nitrobenzenów, TATB, NTO, DADNE.</i> 5. Otrzymywanie i właściwości związków wybuchowych z grup nitroamin i azotanów alkoholi (N-NO₂ i O-NO₂). <i>Metody otrzymywania, właściwości i zastosowania heksogenu, oktogenu, HNIW, amoniowych soli dinitroamidu (ADN, GUDN), pentrytu, nitrogliceryny i nitrocelulozy.</i> Sprawdzian pisemny (1 godz. ćwiczeń) 6. Formy użytkowe materiałów wybuchowych i sposoby formowania ładunków oraz ich elaboracji do głowic bojowych. <i>Rodzaje mieszanin wybuchowych, cele tworzenia mieszanin wybuchowych, podstawowe zasady doboru składników oraz najważniejsze sposoby formowania ładunków z mieszanin wybuchowych. Plastikowe i flegmatyzowane materiały wybuchowe. Mieszaniny paliwowo-powietrzne. Piany wybuchowe – sposoby wytwarzania i przeznaczenie.</i> 7. Górnicze materiały wybuchowe. <i>Składy, otrzymywanie, właściwości i zastosowania saletrolu, amonitów, amonali, dynamitów oraz zawieszinowych i emulsyjnych materiałów wybuchowych.</i> 8. Miotające materiały wybuchowe – proch czarny i prochy bezdymne. <i>Prochy strzelnicze, omówienie składów i sposobów produkcji prochu czarnego – rys historyczny i współczesne znaczenie prochu czarnego. Prochy bezdymne obecnie wykorzystywane w amunicji</i>

	strzeleckiej i artyleryjskiej – typowe składy i charakterystyka trwałości oraz właściwości energetyczno-balistycznych. 9. Miotające materiały wybuchowe – homogeniczne i heterogeniczne stałe paliwa raketowe. <i>Podział, ogólna charakterystyka i przeznaczenie stałych paliw raketowych. Podstawowe składniki stałych paliw raketowych i rola, którą pełnią w kompozycjach. Najważniejsze charakterystyki balistyczne stałych paliw raketowych i sposoby ich określania.</i> 10. Współczesne mieszaniny i wyroby pirotechniczne. <i>Klasyfikacja i przeznaczenie mieszanin pirotechnicznych. Najważniejsze utleniacze, paliwa i wzmacniacze efektu pirotechnicznego wykorzystywane we współczesnych mieszaninach pirotechnicznych. Produkcja mieszanin pirotechnicznych i sposoby wytwarzania z nich ładunków. Omówienie składów i właściwości mieszanin i środków (wyrobów) o działaniu oświetlającym, smugowym, sygnalizacyjnym dziennym i nocnym oraz maskującym i pozorującym.</i> Sprawdzian pisemny (1 godz. ćwiczeń) Ćwiczenia rachunkowe (2 godz.) 1. Podstawy termochemii przemian wybuchowych. <i>Pojęcie bilansu tlenowego. Obliczanie składu mieszanin wybuchowych. Zapisywanie przybliżonych równań rozkładu wybuchowego i obliczanie ciepła wybuchu.</i> Laboratoria / zajęcia w formie pokazu polegające na obserwacji przez grupę studentów badań wrażliwości materiałów wybuchowych, syntezy próbek materiałów wybuchowych, przygotowania ładunków do pomiaru prędkości detonacji i ładunków kumulacyjnych, wykonania ładunków pirotechnicznych oraz omówienie wyników badań / 1. Omówienie spraw organizacyjnych i szkolenie BHP podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych (2 godz.) 2. Pomiar wrażliwości materiałów wybuchowych na bodźce mechaniczne i termiczne (4 godz.). 3. Wykonanie ładunków i pomiar prędkości detonacji i średnicy krytycznej (4 godz.). 4. Synteza, wydzielanie i oczyszczanie heksogenu lub pentrytu (4 godz.). 5. Formowanie ładunków wybuchowych i badanie efektu kumulacyjnego (4 godz.). 6. Wykonanie mieszanin i ładunków pirotechnicznych o działaniu dymotwórczym i hukowym oraz ocena poprawności ich działania (4 godz.).
Literatura	podstawowa: 1. T. M. Klapotke, <i>Chemistry of High-Energy Materials</i>, 4th Ed., Walter de Gruyter, Berlin/Boston 2019. 2. S. Cudziło i inni, <i>Wojskowe materiały wybuchowe</i>, Wyd. Pol. Czesłochowskiej 2000. 3. A. Maranda, <i>Przemysłowe materiały wybuchowe</i>, Wyd. WAT, Warszawa 2010. uzupełniająca: 4. G. I. Brown, <i>Historia materiałów wybuchowych</i>, KiW, Kraków, 2001. 5. J. A. Conkling, Ch. J. Mocella, <i>Chemistry of Pyrotechnics</i>, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2010.
Efekty uczenia się	Symbol i nr efektu przedmiotu / efekt uczenia się / odniesienie do efektu kierunkowego 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. W2 / Zna sposoby syntezy, wydzielania i oczyszczania nieorganicznych i organicznych związków wybuchowych. / K_W03, K_W13. W3 / Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące podczas pracy z materiałami wysokoenergetycznymi. / KW_14. 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. U1 / Potrafi znaleźć rozwiązanie prostego problemu z zakresu syntezy związków wybuchowych i komponowania materiałów wysokoenergetycznych. / K_U03. U2 / Umie zaprojektować i zbudować prostą instalację laboratoryjną oraz przeprowadzić syntezę prostych związków wybuchowych. / K_U05. U3 / Umie posługiwać się podstawową aparaturą i urządzeniami pomiarowymi przystosowanymi do badania materiałów wybuchowych i zjawiska wybuchu. / K_U06, K_U07. U4 / Dostrzega społeczne, ekonomiczne, prawne i inne pozatechniczne skutki wytwarzania i użytkowania materiałów wysokoenergetycznych. / K_U12. K1 / Ma świadomość poziomu swej wiedzy i umiejętności w zakresie wytwarzania i posługiwania się materiałami wysokoenergetycznymi. / K_K01. K2 / Potrafi pracować w zespole i ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. / K_K02, 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 (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się)	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 kolokwium po wykładach nr 5 i 10. Zaliczenie ustne 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 termodynamiczne przemian wybuchowych wykorzystując znajomość stanu początkowego i końcowego. 4,0 (db) Umie obliczyć podstawowe parametry termodynamiczne przemian wybuchowych wykorzystując znajomość stanu początkowego i końcowego oraz potrafi wskazać sposoby maksymalizacji (optymalizacji) tych parametrów. 5,0 (bdb) Umie obliczyć podstawowe parametry termodynamiczne 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.
Bilans ECTS (nakład pracy studenta)	Aktywność / obciążenie studenta w godz. 1. <i>Udział w wykładach:</i> 20 2. <i>Samodzielne studiowanie tematyki wykładów:</i> 40 3. <i>Udział w ćwiczeniach:</i> 4 4. <i>Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń:</i> 18 5. <i>Udział w laboratoriach:</i> 22 6. <i>Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów:</i> 36 7. <i>Udział w seminariach:</i> - 8. <i>Samodzielne przygotowanie się do seminariów:</i> - 9. <i>Realizacja projektu:</i> - 10. <i>Udział w konsultacjach:</i> 8 11. <i>Przygotowanie do egzaminu:</i> - 12. <i>Udział w egzaminie:</i> - Godz./ECTS <i>Sumaryczne obciążenie pracą studenta:</i> 148/5 <i>Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+3+5+7+9+10+12):</i> 54/2 <i>Zajęcia o charakterze praktycznym: (5+6+9):</i> 58/2 <i>Zajęcia powiązane z działalnością naukową (1+2+3+4+7+8):</i> 62/2

autor

kierownik
jednostki organizacyjnej odpowiedzialnej za przedmiot

.....

.....