

## Fizykochemia spalania

The Physicochemistry of Combustion

|               |                                                                                                                |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| profil        | ogólnoakademicki                                                                                               |
| kierunek      | inżynieria bezpieczeństwa                                                                                      |
| poziom        | jednolite magisterskie                                                                                         |
| program       | SM-K: jednolite studia magisterskie dla strażaków w służbie kandydackiej na kierunku inżynieria bezpieczeństwa |
| semestr       | 4                                                                                                              |
| forma studiów | stacjonarne                                                                                                    |
| ECTS          | 4                                                                                                              |
| koordynator   | st. kpt. mgr inż. Łukasz Zubek                                                                                 |

### forma zajęć: ćwiczenia

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| godzin            | 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| wymagania wstępne | Znajomość podstaw chemii i fizyki, w szczególności w zakresie teorii sposobu przekazywania ciepła, termodynamiki, promieniowania elektromagnetycznego, kinetyki reakcji chemicznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| cele              | Nabywanie umiejętności interpretacji zjawisk, pojęć, wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego związanych ze spalaniem gazów, cieczy, ciał stałych oraz obliczeń parametrów ważnych z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego. Ponadto poznanie metod badawczych umożliwiających pomiar podstawowych właściwości palnych i cech pożarowych cieczy palnych i materiałów budowlanych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| metody            | Ćwiczenia rachunkowe audytoryjne polegające na grupowym rozwiązywaniu zadań rachunkowych w oparciu o metody analityczne w celu opanowania efektów kształcenia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| praca własna      | Studiowanie i analiza dostępnych źródeł literaturowych. Ponadto w oparciu o badania eksperymentalne realizowane w Pracowni Procesów Spalania i Wybuchu w ramach zajęć laboratoryjnych oraz ćwiczeń rachunkowych możliwa jest weryfikacja metod badań palności materiałów i wyrobów, badań reakcji na ogień materiałów budowlanych i wyposażenia wnętrz (Euroklas), skuteczności modyfikacji ognioochronnej materiałów i skuteczności stałych urządzeń gaśniczych, oznaczanie parametrów pożarowych i wybuchowych par cieczy/gazów palnych lub pyłów z powietrzem. Równolegle z badaniami przeprowadzana jest analiza toksyczności środowiska pożarowego (w tym dymotwórczości i ograniczenia zasięgu widzialności w dymie) oraz analiza środowiskowa w oparciu o metody analizy cyklu życia. Obserwacje zjawisk zachodzących w przyrodzie i technice oraz próby ich modelowania. Próby doboru metodyk badawczych lub analitycznych w celu opisu procesów spalania i w konsekwencji klasyfikacji materiału. Rozwiązywanie dostępnych w literaturze zadań celem ugruntowania zdobytej wiedzy i wyrobienia umiejętności szybkiej oceny zjawisk pożarowych. Próby wskazania możliwych zagrożeń pożarowych i wybuchowych w otoczeniu i możliwości ograniczenia ich niepożądanego działania. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| literatura podst.   | 1. Gałązka E., Piechocka E., Metody obliczeniowe wybranych parametrów palności, wybuchowości i dymotwórczości substancji chemicznych, Warszawa 2004. 2. M. Gieras, Spalanie: wybrane zagadnienia w zadaniach, OWPW, Warszawa 2011. Spalanie : wybrane zagadnienia w zadaniach / 3. Janowska G., Przygocki W., Włochowicz A., Palność polimerów i materiałów polimerowych, Warszawa Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2007. 4. Szkarowski Aleksander, Spalanie gazów: teorie, praktyka, ekologia, Wydawnictwo WNT, 2014. |
| literatura uzupeł.  | 1. Bulewicz E. M. i inni, Spalanie, Wyd. 5 popr. i uzupeł., Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2008. 2. Kordylewski, W. Spalanie i Paliwa; Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej: Wrocław, Poland, 2005. 3. Floriańczyk Z., Penczka S., Chemia polimerów, Warszawa : Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1997. 4. Bobacz D., Behavior of wood in case of fire : proposal for stochastic dimensioning of structural elements, VDM Verlag Dr. Müller, 2008.                        |
| weryfikacja efektów | Sprawdzian, Prezentacja, Dyskusja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| treści                                                                                                                                          | efekty                              | godziny |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| Rozwiązywanie wybranych problemów z zakresu fizykochemii spalania tj. prawidłowy zapis równań reakcji spalania związków chemicznych w powietrzu | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 2       |
| Obliczanie ilości powietrza i suchych oraz wilgotnych produktów spalania reakcji chemicznych.                                                   | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 3       |
| Obliczanie ilości powietrza i produktów spalania związków chemicznych w pożarach przy nadmiarze powietrza.                                      | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 3       |
| Obliczanie szybkości wydzielania związków chemicznych w pożarach.                                                                               | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 2       |
| Umiejętność obliczania parametrów charakteryzujących wydzielanie dymu tj. stężenie masowe, gęstość optyczna dymu i zasięg widzialności.         | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 4       |
| Obliczanie prężności par i stężenia par.                                                                                                        | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 2       |
| Obliczanie temperatury zapłonu cieczy jednorodnych i mieszanin.                                                                                 | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 4       |
| Obliczanie dolnej i górnej granicy wybuchowości par i gazów oraz mieszanin.                                                                     | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 4       |
| Obliczanie temperatury spalania.                                                                                                                | U03,U22,U23,U25,U35,U40,W03,W09,W10 | 4       |
| Kolokwium zaliczeniowe                                                                                                                          | W03                                 | 2       |

## forma zajęć: wykład

|                   |                                                                                                                                                                                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| godzin            | 15                                                                                                                                                                                   |
| wymagania wstępne | Znajomość podstaw chemii i fizyki, w szczególności w zakresie teorii sposobu przekazywania ciepła, termodynamiki, promieniowania elektromagnetycznego, kinetyki reakcji chemicznych. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| cele                | Nabycie umiejętności interpretacji zjawisk, pojęć, wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego związanych ze spalaniem gazów, cieczy, ciał stałych oraz obliczeń parametrów ważnych z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego. Ponadto poznanie metod badawczych umożliwiających pomiar podstawowych właściwości palnych i cech pożarowych cieczy palnych i materiałów budowlanych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| metody              | Wykłady - prezentacje multimedialne (power piont) w celu dostarczenia wiedzy określonej efektami FS_W01, FS_W02, FS_W03, FS_W04, FS_W07.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| praca własna        | Studiowanie i analiza dostępnych źródeł literaturowych. Ponadto w oparciu o badania eksperymentalne realizowane w Pracowni Procesów Spalania i Wybuchu w ramach zajęć laboratoryjnych oraz ćwiczeń rachunkowych możliwa jest weryfikacja metod badań palności materiałów i wyrobów, badań reakcji na ogień materiałów budowlanych i wyposażenia wnętrz (Euroklas), skuteczności modyfikacji ognioochronnej materiałów i skuteczności stałych urządzeń gaśniczych, oznaczanie parametrów pożarowych i wybuchowych par cieczy/gazów palnych lub pyłów z powietrzem. Równolegle z badaniami przeprowadzana jest analiza toksyczności środowiska pożarowego (w tym dymotwórczości i ograniczenia zasięgu widzialności w dymie) oraz analiza środowiskowa w oparciu o metody analizy cyklu życia. Obserwacje zjawisk zachodzących w przyrodzie i technice oraz próby ich modelowania. Próby doboru metodyk badawczych lub analitycznych w celu opisu procesów spalania i w konsekwencji klasyfikacji materiału. Rozwiązywanie dostępnych w literaturze zadań celem ugruntowania zdobytej wiedzy i wyrobienia umiejętności szybkiej oceny zjawisk pożarowych. Próby wskazania możliwych zagrożeń pożarowych i wybuchowych w otoczeniu i możliwości ograniczenie ich niepożądanego działania. |
| literatura podst.   | 1. Gałązka E., Piechocka E., Metody obliczeniowe wybranych parametrów palności, wybuchowości i dymotwórczości substancji chemicznych, Warszawa 2004. 2. Szczepańska M., Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów, Kraków, 1994 3. Rozporządzenie MSWiA z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dziennik Ustaw 2010 r. nr 109, poz. 719) 4. Janowska G., Przygocki W., Włochowicz A., Palność polimerów i materiałów polimerowych, Warszawa Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2007                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| literatura uzupeł.  | 1. Androsov A. S., Begišev I. R., Saleev Te E. P., Teoria gorenija i vzryva, Moskva : Akademiya GPS MČS Rossii, 2007. 2. Bulewicz E. M. i inni, Spalanie, Wyd. 5 popr. i uzup., Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2008. 3. Kordylewski, W. Spalanie i Paliwa; Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej: Wrocław, Poland, 2005. 4. Floriańczyk Z., Penczka S., Chemia polimerów, Warszawa : Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1997. 5. Horrocks A.R., Fire Retardant Materials, Cambridge : Woodhead Publishing Limited; CRC Press Boca Raton, 2007. 6. D. Drysdale, An introduction to Fire Dynamics, John Wiley and Sons, New York 1985. 7. V. Babrauskas, Ignition Handbook: Principles and application to fire safety engineering fire investigation, risk management and forensic science, 2001.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| weryfikacja efektów |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| treści                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | efekty | godziny |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|
| Omówienie pojęć podstawowych z zakresu teorii procesów spalania: spalanie, pożar, środowisko pożarowe, procesy utleniania, paliwo, inicjatory spalania, typy inicjatorów. Omówienie rodzajów substancji palnych. Cecha pożarowa. Promieniowanie cieplne – charakterystyka warunków cieplnych, które tworzą się w czasie spalania w środowisku pożarowym. |        | 2       |
| Opis spalania się cieczy, gazów i ciał stałych w różnych warunkach magazynowania i eksploatacji. Spalanie jednofazowych układów palnych. Mechanizmy inicjacji reakcji spalania gazów w warunkach normalnych. Modelowanie uwolnienia masy i/lub energii. Typy szybkości spalania mieszanin gazowych. Spalanie układów wielofazowych.                      |        | 2       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---|
| Spalanie się rozlewisk cieczy palnych. Spalanie się chmur par cieczy i gazów. Zasadnicze różnice między sposobem spalania się rozlewisk cieczy palnych. Spalanie cieczy w zbiornikach.                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | 2 |
| Spalanie się materiałów stałych (tworzywa sztuczne, drewno, materiały drewnopochodne). Stabilność i reaktywność materiałów stałych, ich własności kinetyczne i termodynamiczne. Różnice między spalaniem się materiałów stałych, zwęglających się i nie zwęglających się w procesie spalania. Obciążenia cieplne powstałe w wyniku spalania materiałów stałych. Tlenie. Spalanie materiałów rozdrobnionych - pyłów. Wpływ środków ognioochronnych na proces spalania. |  | 2 |
| Elementy teorii pożarów, w tym oddziaływanie środowiska pożarowego na środowisko naturalne. Analiza toksyczności produktów rozkładu termicznego i spalania materiałów budowlanych. Ocena zdolności do tworzenia dymu podczas spalania materiałów budowlanych.                                                                                                                                                                                                         |  | 4 |
| Elementy teorii wybuchu – rodzaje, typy wybuchów, zagrożenia związane z wybuchami                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | 3 |

## realizowane efekty

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| W01 | Zna i rozumie wybrane działy z matematyki, fizyki i chemii, mechaniki i wytrzymałości materiałów – niezbędne dla zrozumienia problemów związanych z inżynierią środowiska i inżynierią bezpieczeństwa i ich rozwiązywaniem                                                                                                                                                                                      |
| W03 | Zna i rozumie podstawowe zjawiska z zakresu termodynamiki i mechaniki płynów, umożliwiające zrozumienie problematyki wymiany ciepła i masy, a także z zakresu mechaniki i wytrzymałości materiałów, umożliwiające zrozumienie problematyki nauk technicznych                                                                                                                                                    |
| W04 | Zna i rozumie zagadnienia z zakresu stosowania podstawowych metod analitycznych, technik i narzędzi służących rozwiązywaniu zadań inżynierskich związanych z bezpieczeństwem konstrukcji, urządzeń i instalacji                                                                                                                                                                                                 |
| W09 | Zna i rozumie zagadnienia z zakresu rozpoznawania i identyfikowania oraz przyczyn zjawisk niepożądanych w szczególności zagrożeń pożarowych, wybuchowych, zagrożeń związanych z awariami przemysłowymi i klęskami żywiołowymi oraz modeli rozprzestrzeniania się zagrożeń; a także zagadnień o sposobach zabezpieczenia przeciwpożarowego oraz sposobach i środkach gaszenia pożarów, a także likwidacji skażeń |
| W10 | Zna i rozumie zagadnienia w zakresie modeli rozwoju i rozprzestrzeniania się pożarów, wybuchów i dyspersji gazów                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| W22 | Zna i rozumie zagadnienia z zakresu działania i budowy sprzętu ratowniczego oraz o środkach zwalczania pożarów i likwidacji zagrożeń                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| U03 | Potrafi stosować podstawowe metody analityczne, techniki i narzędzia służące rozwiązywaniu zadań inżynierskich związanych z bezpieczeństwem konstrukcji, urządzeń i instalacji                                                                                                                                                                                                                                  |
| U09 | Potrafi stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| U16 | Potrafi napisać sprawozdanie z przeprowadzonych działań                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| U21 | Potrafi korzystać z profesjonalnego oprogramowania, prowadzić badania, analizować, oceniać i porównywać alternatywne rozwiązania z zakresu inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa                                                                                                                                                                                                                    |
| U22 | Potrafi proponować i optymalizować nowe rozwiązania oraz samodzielnie analizować problemy z zakresu inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa                                                                                                                                                                                                                                                           |
| U23 | Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne — w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując — do analizy i rozwiązywania zadań z inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa                                                                                                                                                                                                                   |
| U25 | Potrafi formułować, symulować i testować hipotezy związane z zadaniami inżynierii bezpieczeństwa i prostymi problemami badawczymi występującymi w inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa                                                                                                                                                                                                             |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| U35 | Potrafi korzystać z modeli matematycznych i fizycznych rozwoju i rozprzestrzeniania się pożarów i wybuchów oraz dyspersji gazów                                                                                                                                       |
| U40 | Potrafi pracować samodzielnie i współpracować w zespole nad wyznaczonym zadaniem; jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo pracy własnej i zespołu, ocenić czasochłonność zadania, kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie |
| K01 | Jest gotów do opisu i interpretacji wyników prac własnych, odpowiedzialnej i rzetelnej analizy i oceny wyników prac własnych                                                                                                                                          |
| K02 | Jest gotów do formułowania wniosków i opinii na temat zagadnień z zakresu inżynierii środowiska i inżynierii bezpieczeństwa oraz komunikatywnego ich przekazania w sposób powszechnie zrozumiały                                                                      |