



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	<b>M#1-N2-MiBM-KWTLiP-107</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Fizyka laserów i generowanie energii promieni- stej</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Laser physics and generation of radial energy</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2019/2020</b>

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>
Poziom kształcenia	<b>II stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>studia niestacjonarne</b>
Zakres	<b>komputerowo wspomagane technologie laserowe i pla- zmowe</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Inżynierii Eksploatacji i Przemysłowych Sys- temów Laserowych</b>
Koordinator przedmiotu	<b>dr inż. Piotr Sęk</b>
Zatwierdził	

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>przedmiot specjalnościowy</b>
Status przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>semestr 1</b>
Wymagania wstępne	
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	<b>18</b>	<b>9</b>			

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Zna podstawowe pojęcia z mechaniki kwantowej fizyki laserowej i zasady efekty działania wiązki laserowej na metale i niemetale oraz zna charakterystyczne właściwości promieniowania laserowego	MiBM2_W02 MiBM2_W04
	W02	Zna zasady działania lasera jako urządzenia kwantowego.	MiBM2_W02 MiBM2_W04
	W03	Zna zjawiska emisji wymuszonej jako podstawy wzmacniania promieniowania i budowa rezonatora laserowego	MiBM2_W05 MiBM2_W10
	W04	Zna zjawisko kanałowe w metalach powstające pod działaniem zogniskowanej wiązki laserowej	MiBM2_W05 MiBM2_W10
Umiejętności	U01	Potrafi spawać różne metale i dobierać parametry spawania i programować procesy spawania.	MiBM2_U01
	U02	Umie ciąć płyty i blachy wykonane z różnych metali oraz dobierać parametry wiązki laserowej i programować procesy cięcia	MiBM2_U08
	U03	Umie obliczać średnicę ogniska i długość Rayleigh'a ogniska dla zadanych soczewek lub zwierciadeł skupiających.	MiBM2_U10
	U04	Potrafi wyprowadzić zależności między różnymi współczynnikami jakości wiązki dla różnych rodzajów laserów.	MiBM2_U08 MiBM2_U10
Kompetencje społeczne	K01	Potrafi pracować w zespole	MiBM2_K04

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowe pojęcia z zakresu podstaw mechaniki kwantowej i fizyczne podstawy działania lasera.</li> <li>2. Wprowadzenie pojęcia poziomów energetycznych wzbudzonych, metastabilnych i populacji obsadzeń oraz wymuszonej absorpcji promieniowania, spontanicznej emisji i inwersji obsadzeń.</li> <li>3. Wyjaśnienie zjawiska emisji wymuszonej jako podstawy wzmacniania promieniowania i budowa rezonatora laserowego.</li> <li>4. Zasada działania laserów molekularnych, jonowych, na ciele stałym, diodowych i światłowodowych.</li> <li>5. Właściwości wiązki laserowej: kierunkowość, monochromatyczność, koherencja i polaryzacja i ich rola w zastosowaniach. Kaustyka wiązki laserowej w obszarze ogniska soczewki skupiającej lub zwierciadła., minimalna średnica wiązki w ognisku, długość Rayleigh'a.</li> <li>6. Wprowadzenie współczynników jakości wiązki: bezwymiarowego i uniwersalnego –wymiarowego.</li> <li>7. Oddziaływanie promieniowania laserowego z materiałami dielektrycznymi, metalami.</li> <li>8. Opis zjawiska kanałowego w metalach pod działaniem zogniskowanej wiązki laserowej i rola plazmy w powstałym kanale.</li> <li>9. Działanie promieniowania laserowego na tkankę skóry i na oko w zależności od typu lasera i długości fali laserowej oraz zasady bezpieczeństwa pracy z urządzeniami laserowymi.</li> <li>10. Budowa i działanie lasera impulsowego excimerowego nanosekundowego i jego zastosowania.</li> <li>11. Budowa i działanie impulsowego lasera piko-sekundowego i jego zastosowania do teksturowania i honowania powierzchni metalowych.</li> <li>12. Opis spawania konduktywnego, powierzchniowego i kanałowego, głębokiego z wykorzystaniem zjawiska kanałowego.</li> <li>13. Metody laserowego cięcia materiałów, wyniki cięcia metali w zależności od parametrów wiązki laserowej i od prędkości cięcia oraz od rodzaju stosowanych gazów roboczych i ich wydatków.</li> <li>14. Metody laserowego hartowania stali poruszającą się wiązką o przekroju prostokątnym i efekty hartowania.</li> <li>15. Bezdotykowe, laserowe gięcie i kształtowania płyt i blach poruszającą się wiązką laserową. Powstawanie trwałych i nietrwałych deformacji termicznych. Objasnienie mechanizmów laserowego trwałego gięcia i spęczania płyt.</li> </ol>
ćwiczenia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wyprowadzenie głównych zależności z mechaniki kwantowej, pojęcie poziomu energetycznego, prawo Boltzmana dotyczące rozkładu obsadzeń poziomów energetycznych.</li> <li>2. Budowa atomu wodoru powiązana z postulatami Bohra, które nadają trwałość tego atomu wbrew prawom klasycznej elektrodynamiki.</li> <li>3. Rozszerzenie pojęcia zjawiska emisji wymuszonej, absorpcji wymuszonej i emisji spontanicznej, poparte przykładami.</li> <li>4. Właściwości optyczne wiązki laserowej: kierunkowość, monochromatyczność, koherencja i polaryzacja. Zadania z optyki promieniowania laserowego.</li> <li>5. Optyka promieniowania laserowego i przykłady obliczeń średnicy ogniska i długości Rayleigh'a ogniska dla zadanych soczewek lub zwierciadeł skupiających.</li> <li>6. Wyprowadzenie związków między różnymi współczynnikami jakości wiązki dla różnego rodzaju laserów.</li> <li>7. Metody wyznaczania parametrów laserowej obróbki spawania i cięcia dla danego typu lasera CO<sub>2</sub>.</li> <li>8. Kolokwium zaliczeniowe.</li> </ol>

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
W03			X			
W04			X			
U01			X			
U02			X			
U03			X			
U04			X			
K01						X

## FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	18	9				h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2	2				h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	31					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	1,2					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	19					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	0,8					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	17					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	0,7					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	50					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2					

## **LITERATURA**

1. Wiliam Steen, Laser Material Processing,
2. Jan Kusiński, Lasery I ich zastosowania w inżynierii materiałowej, Wydawnictwo Naukowe „Akapit” Kraków 2000
3. Adam Kujawski, Paweł Szczepański, Lasery podstawy fizyczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
4. J. M. Dowden, The Mathematical of Thermal Modeling – An Introduction to the Theory of Laser Material Processing, Chapman and Hall/CRC, London, 2001.