

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S1-T-308a
	studia niestacjonarne:	M#2-N1-T-308a
Nazwa przedmiotu	Podstawy nanotechnologii	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Basics of nanotechnology	
Obowiązuje od roku akademickiego	2024/2025	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	TRANSPORT
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	wszystkie
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Eksploatacji, Technologii Laserowych i Nanotechnologii
Koordynator przedmiotu	dr hab. inż. Monika Madej, prof. PŚk
Zatwierdził	Dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan WMiBM

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy	
Status przedmiotu	Wybieralny	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	Semestr III
	studia niestacjonarne	Semestr III
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	NIE	
Liczba punktów ECTS	2	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	15		15		
	studia niestacjonarne:	9		9		



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Posiada wiedzę niezbędną do organizowania pracy zgodnie z przepisami BHP, ochrony środowiska i ergonomii.	TR1_W03
	W02	Ma wiedzę w zakresie fizyki (w tym: mechaniki, termodynamiki i mechaniki płynów) i chemii.	TR1_W02
	W03	Ma wiedzę na temat nowoczesnych materiałów inżynierskich oraz metod ich badań	TR1_W05 TR1_W15
	W04	Ma wiedzę z zakresu maszynoznawstwa, elektrotechniki, elektroniki, automatyki dla formułowania i rozwiązywania prostych problemów technicznych w transporcie.	TR1_W06
Umiejętności	U01	Potrafi korzystać z literatury polskiej i obcojęzycznej oraz pozyskiwać wiedzę z innych źródeł.	TR1_U01
	U02	Potrafi zorganizować stanowisko, obsługiwać przyrządy, urządzenia i maszyny zgodnie z obowiązującymi zasadami zachowania bezpieczeństwa	TR1_U03
	U03	Potrafi dokonać wyboru odpowiedniego materiału do pełnionej funkcji eksploatacyjnej, klasyfikować procesy zużyciowe i sposoby ich minimalizacji.	TR1_U22
	U04	Potrafi pracować w grupie, działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	TR1_U23
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość konieczności rozwoju osobistego i rozumie potrzebę stałego uzupełniania wiedzy z nauki o materiałach w celu podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych	TR1_K02
	K02	Ma świadomość konsekwencji działalności inżynierskiej, jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	TR1_K03
	K03	Rozumie konieczność przestrzegania zasad bhp, etyki zawodowej oraz dostrzega konieczność dbałości o tradycję i dorobek wykonywanego zawodu	TR1_K06

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	Historia nanotechnologii. Nanotechnologie – klasyfikacja obszarów badawczych i aplikacyjnych. Przykłady procesów zachodzących w przyrodzie w skali „nano”. Sposoby otrzymywania nanomateriałów i nanokompozytów. Budowa i zasada działania urządzeń wykorzystywanych do wytwarzania warstw wierzchnich i powłok technikami próżniowymi: fizycznym i chemicznym osadzaniem z fazy gazowej PVD i CVD oraz osadzaniem warstw atomowych ALD. Nanostruktury węglowe – właściwości, otrzymywanie i przykłady zastosowań w transporcie. Metody badań nanomateriałów: obserwacja nanostruktur i ocena ich właściwości. Korzyści oraz zagrożenia wynikające z zastosowania nanotechnologii w transporcie. Rozwój nanotechnologii w Polsce i na świecie.





laboratorium	Metodyka przygotowania powierzchni materiałów do uzyskiwania nanomateriałów. Dobór technik wytwarzania nanomateriałów w zależności od ich funkcji eksploatacyjnej. Dobór parametrów wytwarzania warstw wierzchnich i powłok technikami próżniowymi do zastosowań w transporcie. Badania mikroskopowe. Ocena właściwości mechanicznych i tribologicznych materiałów inżynierskich stosowanych w transporcie.
--------------	---

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			
K02			x			
K03					x	

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Osiągnięcie min. 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego
laboratorium	zaliczenie z oceną	Osiągnięcie min. 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15			9		9			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			2		2			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	34					22					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,4					0,9					ECTS





5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	16	28	h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,6	1,1	ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	25	25	h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,0	1,0	ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	50	50	h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2		ECTS

LITERATURA

1. Sheeja D., Tay B.K., Leong K.W., Lee C.H., Effect of film thickness on the stress and adhesion of diamond-like carbon coatings. *Diamond and Related Materials* 11, 1643-1647, 2002.
2. Bull S.J., Bhat D. G., Staia M.H., Properties and performance of commercial TiCN coatings, *Surface and Coatings Technology* 163-164, 507-514, 2003.
3. Balzani V., Credi A., Venturi M., *Molecular devices and machines : concepts and perspectives for the nanoworld*. Weinheim: Wiley-VCH, 2008.
4. Kubiński W., *Materiałoznawstwo. Tom 1. Podstawowe materiały stosowane w technice*. Wyd. AGH, Kraków, 2012.
5. Mądziel M., Nanotechnology as a future of road transport development. *Autobusy*, 17, 12, 2016.
6. Krzyńska A., Kaczorowski M., *Konstrukcyjne materiały metalowe, ceramiczne i kompozytowe*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2020.
7. Li H., Lv S., Fang Y., Bio-inspired micro/nanostructures for flexible and stretchable electronics. *Nano Research*, 13(5): 1244–1252, 2020.
8. Kan C.W., Lam Y.L., Future Trend in Wearable Electronics in the Textile Industry. *Applied Science*, 11, 1-17, 2021.

