



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Thermodynamics, PG_00036982						
Kierunek studiów	Nanotechnologia (studia w jęz. angielskim)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2023 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	1	Język wykładowy			angielski		
Semestr studiów	1	Liczba punktów ECTS			3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Katedra Fizyki Ciała Stałego						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	prof. dr hab. inż. Jarosław Rybicki					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	prof. dr hab. inż. Jarosław Rybicki					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	15.0	0.0	0.0	0.0	45
W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0							
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	45		5.0		25.0	75
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami termodynamiki fenomenologicznej, ze szczególnym naciskiem na ogólność i uniwersalność zasad termodynamiki zerowej, pierwszej i drugiej. Zasady termodynamiki zilustrowane będą różnorodnymi przykładami zastosowań.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu		Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K7_W04] Posiada pogłębioną praktyczną i teoretyczną znajomość fizycznych i chemicznych metod eksperymentalnych nanotechnologii .		Program zajęć obejmuje termodynamikę materiałów magnetycznych i dielektrycznych		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		
	[K7_W09] Posiada poszerzoną znajomość terminologii angielskiej z zakresu fizyki i matematyki, a także chemii, informatyki, techniki.		Program zajęć obejmuje termodynamikę materiałów magnetycznych i dielektrycznych		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		
[K7_U06] Potrafi planować i przeprowadzać obliczenia teoretyczne, numeryczne i symulacje zjawisk i procesów, krytycznie analizować ich wyniki, wyciągać wnioski i formułować umotywowane opinie – w ramach specjalności.		Umiejętność rozwiązywania zadań rachunkowych i analizy procesów termodynamicznych		[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu			
Treści przedmiotu	WYKŁAD: Pojęcia podstawowe. Zerowa zasada termodynamiki. Pierwsza zasada termodynamiki jako prawo zachowania energii. Druga zasada termodynamiki. Entropia. Potencjały termodynamiczne. Podstawy termodynamiki układów chemicznych. Potencjał chemiczny. Prawo działania mas. Reguła faz Gibbsa. ĆWICZENIA: Własności gazów doskonałych, półdoskonałych i rzeczywistych. Prawa gazowe. Termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany termodynamiczne gazu doskonałego. Obiegi termodynamiczne. Entropia. Warunki równowagi. Potencjały termodynamiczne i ich właściwości. Przykłady zastosowań termodynamiki w fizyce materiałów						

Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawowa wiedza w zakresie przedmiotów: fizyka i matematyka.		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Egzamin pisemny z teorii	51.0%	50.0%
	Sprawdzian z rozwiązywania zadań	51.0%	50.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. 1. K. Gumiński, Termodynamik, PWN 1982	
	Uzupełniająca lista lektur	1. Mayhew R., Engineering thermodynamics/Work & Heat Transfer. J. Wiley & Sons Inc. 1993. USA.	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie: Thermodynamics - Moodle ID: 26532 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=26532	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zdefiniować pojęcia układu termodynamicznego, fazy termodynamicznej, fazy jednolitej i niejednolitej. 2. Zdefiniować i omówić pojęcie równowagi termodynamicznej. 3. Zdefiniować pojęcia osłony adiabatycznej i osłony diatermicznej. 4. Sformułować tzw. zerową zasadę termodynamiki. Zdefiniować temperaturę empiryczną. 5. Omówić szczegółowo pojęcie procesów kwazistatycznych. Wyjaśnić na czym polega ich doniosłość w termodynamice. 6. Sformułować i omówić postulat istnienia energii wewnętrznej. Sformułować pierwszą zasadę termodynamiki. 7. Omówić pojęcia pracy elementarnej i ciepła. Jaki jest związek tych wielkości ze infinitezmalnymi zmianami energii wewnętrznej? Zwrócić uwagę na matematyczny charakter omawianych małych przyrostów. 8. Podać klasyczny (kontr)przykład Plancka dowodzący, że ciepło elementarne Q_{el} nie jest różniczką zupełną. 9. Zdefiniować pojęcie entalpii. Wyrazić pierwszą zasadę termodynamiki za pomocą entalpii. 10. Omówić bezpośrednie wnioski wynikające z pierwszej zasady termodynamiki zastosowanej do przemian izochorycznych w układach jednofazowych. 11. Sformułować i wyprowadzić prawa Hessa i Kirchhoffa dla przemian izochorycznych. 12. Omówić bezpośrednie wnioski wynikające z pierwszej zasady termodynamiki zastosowanej do przemian izobarycznych w układach jednofazowych. 13. Sformułować i wyprowadzić prawa Hessa i Kirchhoffa dla przemian izobarycznych. 14. Omówić pojęcia ciepła właściwego przy stałej objętości i przy stałym ciśnieniu. Wyprowadzić ogólny związek między nimi i podać jego fizyczne znaczenie. Zastosować uzyskane wyniki do gazu doskonałego. 15. Omówić równanie stanu gazu doskonałego. Co to jest stała gazowa? Czemu fizycznie odpowiada jej wartość liczbowa? 16. Przytoczyć twierdzenie Caratheodorego i wyjaśnić jego fundamentalne znaczenie dla formalizmu matematycznego termodynamiki fenomenologicznej. 17. Sformułować postulat istnienia entropii i czynnika całkującego dla DQ. Jaki jest sens fizyczny czynnika całkującego? 18. Wykazać, że w przemianie odwracalnej entropia przyrody nie ulega zmianie. 19. Wykazać, że w przemianie nieodwracalnej entropia przyrody wzrasta. 20. Omówić bezpośrednie wnioski wynikające z drugiej zasady termodynamiki zastosowanej do przemian izotermicznych (łącznie 6 wniosków). 21. Omówić bezpośrednie wnioski wynikające z drugiej zasady termodynamiki zastosowanej do przemian izotermiczno-izochorycznych 22. Omówić bezpośrednie wnioski wynikające z drugiej zasady termodynamiki zastosowanej do przemian izotermiczno-izobarycznych. 23. Omówić bezpośrednie wnioski wynikające z drugiej zasady termodynamiki zastosowanej do przemian izentropowych i izentropowo-izobarycznych 24. Omówić warunki równowagi termodynamicznej w świetle drugiej zasady termodynamiki i zdefiniować potencjały termodynamiczne. 25. Omów związki pomiędzy potencjałami termodynamicznymi $U(V,S)$, $H(S,p)$, $F(V,T)$, $G(p,T)$. 26. Zakładając, że znana jest entalpia swobodna w funkcji T i p wyliczyć S i V oraz F, H i U. 27. Zakładając, że znana jest energia swobodna w funkcji T i V wyliczyć S i p oraz G, U i H. 28. Zdefiniować funkcje termodynamiczne dla układów chemicznych. 29. Scharakteryzować w ogólności wielkości intensywne i ekstensywne. 30. Wprowadzić pojęcie potencjału chemicznego. 31. Zdefiniować pojęcia aktywności chemicznej i współczynników aktywności Lewisa. 32. Omówić warunki równowagi względem przechodzenia składników pomiędzy fazami. 33. Sformułować, wyprowadzić i przedyskutować regułę faz Gibbsa. 		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		