



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez  
Unię Europejską w ramach  
Europejskiego Funduszu  
Społecznego

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



<b>Nazwa przedmiotu</b>		<b>Kod ECTS</b>	
Podstawy fizyki dla fizyki medycznej II		13.2.0366	
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b>			
Instytut Fizyki Doświadczalnej			
<b>Studia</b>			
<b>wydział</b>	<b>kierunek</b>	<b>poziom</b>	<b>pierwszego stopnia</b>
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Fizyka medyczna	<b>forma</b>	stacjonarne
		<b>moduł</b>	wszystkie
		<b>specjalnościowy</b>	wszystkie
		<b>specjalizacja</b>	wszystkie
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b>			
prof. dr hab. Stanisław Pogorzelski; dr Paweł Rochowski			
<b>Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin</b>		<b>Liczba punktów ECTS</b>	
<b>Formy zajęć</b>		6	
Wykład, Ćw. audytoryjne		45 godz. wykładu, 30 godz. ćwiczeń, + praca własna	
<b>Sposób realizacji zajęć</b>			
zajęcia w sali dydaktycznej			
<b>Liczba godzin</b>			
Wykład: 45 godz., Ćw. audytoryjne: 30 godz.			
<b>Termin realizacji przedmiotu</b>			
2021/2022 letni			
<b>Status przedmiotu</b>		<b>Język wykładowy</b>	
obowiązkowy		polski	
<b>Metody dydaktyczne</b>		<b>Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rozwiązywanie zadań</li> <li>- Wykład z prezentacją multimedialną</li> <li>- praca własna - rozwiązywanie zadań domowych, przygotowywanie rozwiązań na podstawie dostarczonych materiałów</li> <li>- wykład z demonstracjami doświadczeń;</li> <li>praca własna - przygotowanie się do egzaminu</li> </ul>		<b>Sposób zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zaliczenie na ocenę</li> <li>- Egzamin</li> </ul>	
		<b>Formy zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- egzamin ustny</li> <li>- kartkówki</li> <li>aktywność na zajęciach</li> <li>- egzamin pisemny z pytaniami (zadaniami) otwartymi</li> <li>- ustalenie oceny zaliczeniowej na podstawie ocen cząstkowych otrzymywanych w trakcie trwania semestru</li> <li>- kolokwium</li> </ul>	
		<b>Podstawowe kryteria oceny</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Egzamin składa się z zagadnień wymienione w treściach programowych wykładu, 20-25 pytań testowych i 3-5 pytań otwartych oraz części ustnej.</li> <li>• Kolokwia obejmują stopień opanowania danej części materiału obowiązującego na ćwiczeniach – 5 zadań otwartych.</li> <li>• Kartkówki obejmują stopień opanowania materiału obowiązującego na danych ćwiczeniach w formie pisemnej -1 zadanie, 2 zagadnienia (do 10 minut).</li> </ul> <p>Ocena zaliczeniowa jest ustalana na podstawie średniej arytmetycznej ocen uzyskanych za poszczególne formy sprawdzenia wiedzy studentów.</p> <p>Jeżeli student nie uzyska średniej wynoszącej przynajmniej 3.0 jest zobowiązany do napisania kolokwium z całego materiału obejmującego ćwiczenia wg wskaźnika procentowego („Regulamin Studiów UG”).</p>	
<b>Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się</b>			

**Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi****A. Wymagania formalne**

Pozytywne przejście przez procedurę rekrutacyjną na kierunek "Fizyka medyczna"

**B. Wymagania wstępne**

Wiedza z fizyki i matematyki, biologii na poziomie szkoły średniej.

**Cele kształcenia**

Poznanie na poziomie akademickim podstawowych działów fizyki: termodynamiki, hydrostatyki i hydrodynamiki, fal mechanicznych z elementami akustyki ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk fizycznych i problemów technicznych występujących w środowisku medycznym.

Ukazanie fizyki jako nauki fundamentalnej dla całej grupy nauk przyrodniczych - czyli medycyny, chemii, biologii.

**Treści programowe**

A. Problematyka wykładu:

**1. Termodynamika**

Temperatura i jej pomiar

Zerowa zasada termodynamiki

Wpływie temperatury na biomolekuły i żywe organizmy

Model gazu doskonałego

Prawa gazów doskonałych

Energia wewnętrzna

Ciepło a praca

I zasada termodynamiki

Pojemność cieplna

Procesy: izochoryczny, izobaryczny, izotermiczny i adiabatyczny

Ciepło właściwe

Kinetyczna teoria gazów

Podstawowe prawo kinetycznej teorii gazów

Prawo rozkładu prędkości cząsteczek

Wzór barometryczny i eksperyment Perrina

Średnia droga swobodna

Zasada ekwipartycji energii

Teoria pojemności cieplnej gazów

Zjawiska transportu w gazach

Cykl Carnota

Procesy odwracalne i nieodwracalne

II zasada termodynamiki

Entropia

Energia swobodna

Fluktuacje i ruchy Browna

Gazy rzeczywiste

Oddziaływania międzycząsteczkowe w fazie gazowej

Równanie Van der Waalsa

Izotermy gazów rzeczywistych

Przejścia fazowe

Efekt Joule'a-Thomsona

Skraplanie gazów

Ciśnienie atmosferyczne

Ciecze: budowa i wybrane właściwości fizyczne

Hydrostatyka

Prawo Archimedesesa

Dyfuzja w cieczech

Tarcie wewnętrzne

Napięcie powierzchniowe

Związki powierzchniowo czynne

Adsorpcja

Właskowatość

Menisk wklęsły i wypukły

Para nasycona

Zjawiska parowania i wrzenia

Budowa i wybrane własności ciał stałych

Ciała krystaliczne i bezpostaciowe

Rozszerzalność cieplna

Przewodnictwo cieplne i ciepło właściwe ciał stałych

Przemiany fazowe w ciałach stałych

## 2. Elementy mechaniki cieczy i gazów

Przepływ cieczy

Równanie ciągłości i równanie Bernoulliego

Przepływ cieczy w rurze

Ruch ciał w cieczach

Dyfuzja molekuł w membranach biologicznych

Fizyczne aspekty obiegu krwi

Ciśnienie krwi i zależność od czynników zewnętrznych.

## 3. Fale

Fale w ośrodkach sprężystych

Fale mechaniczne

Fale podłużne i poprzeczne

Prędkość fazowa fal sprężystych

Równanie fali płaskiej

Propagacja energii

Zasada Huyghensa

Superpozycja i interferencja

Fale stojące

## 4. Elementy akustyki

Podstawowe własności fal dźwiękowych

Efekt Dopplera

Źródła dźwięku

Ultradźwięki i infradźwięki

Fala uderzeniowa

Wytwarzanie i detekcja dźwięku przez człowieka – struny głosowe i ucho

Wpływ dźwięku na żywe organizmy

Zastosowanie ultradźwięków w medycynie – zasada działania USG

## Wykaz literatury

A. Literatura wymagana do ostatecznego zaliczenia zajęć (zdania egzaminu):

A.1. wykorzystywana podczas zajęć:

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, „Podstawy fizyki” Tom II, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003.
2. A. Wróblewski, J. Zakrzewski, „Wstęp do fizyki”, PWN, Warszawa 1984.
3. B. Jaworski, A. Dietlaf, L. Miłkowska, G. Siergiejew, „Kurs fizyki”, Tom I, PWN Warszawa 1984.

A.2. studiowana samodzielnie przez studenta:

Pozycje 1-3 z p.A1 oraz

1. J. Orear, „Fizyka”, Tom I, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1979.
2. J. Kalisz, M. Massalska, J. M. Massalski, „Zbiór zadań z fizyki z rozwiązaniami”, PWN, 1974.
3. A. Hennel, W. Krzyżanowski, W. Szuszkiewicz, K. Wódkiewicz, „Zadania i problemy z fizyki”, PWN, 1974.  
A. Hennel, W. Szuszkiewicz, „Zadania i problemy z fizyki”, PWN, 1993.
4. J. Jędrzejewski, W. Kruczek, A. Kujawski, „Zbiór zadań z fizyki dla kandydatów na wyższe uczelnie”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1984.
5. H. Szydłowski, „Pracownia fizyczna”, PWN, 1997.
6. T. Dryński, „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”, t. 1-4, PWN 1980
7. K. Jezierski, B. Kołdka, K. Sierański, „Skrypt do ćwiczeń z fizyki dla studentów I roku Wyższych Uczelni”, cz.2. Scripta, 2000.
8. C. Malinowska-Adamska, „Zbiór zadań z fizyki z rozwiązaniami”, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 1993.
9. R. Hołyst, A. Poniewierski, „Termodynamika w zadaniach”, Wydawnictwo UKSW, 2007.
10. R. Hołyst, A. Poniewierski, A. Ciach, „Termodynamika dla chemików, fizyków i inżynierów”, Wydawnictwo Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego, 2005.
11. A. Januszajtis, J. Kalinowski, „Molekularna budowa ciał”, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1988.
12. John R. Taylor, „Wstęp do analizy błędów pomiarowych”, PWN, 1995.
13. G. L. Squires, „Praktyczna fizyka”, PWN, 1992.

C. Literatura uzupełniająca

1. A. McCormick, A. Elliot, "Health Physics", Cambridge University Press, 2001.
2. M. Hollins, "Medical Physics", 1990.
3. M. C. Cedrik, Zadania z fizyki, PWN, 1975.
4. A. V. Heuvelen, Physics, HCP, 1986.
5. R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, "Feynmana wykłady z fizyki", Tom I cz.2, Tom II, PWN, 2011/2012.
6. R. Splinter, "Physics in medicine and biology", CRC Press, 2010.
7. P. Davidovits, „Physics in Biology and Medicine”, Academic Press, 2008.

Kierunkowe efekty uczenia się	Wiedza
<p>K_W01 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji, zasad i teorii fizycznych, rozumie ich historyczny rozwój i znaczenie nie tylko dla fizyki, ale i dla nauk ścisłych i przyrodniczych oraz poznania świata</p> <p>K_W02 rozumie rolę eksperymentu fizycznego, matematycznych modeli teoretycznych przybliżających rzeczywistość oraz symulacji komputerowych w metodologii badań naukowych; ma świadomość ograniczeń technologicznych, aparaturowych i metodologicznych w badaniach naukowych</p> <p>K_W08 zna i rozumie podstawowe zjawiska i procesy termodynamiczne oraz ich opis na gruncie termodynamiki fenomenologicznej i fizyki statystycznej, a także aparat fizyki statystycznej jako reprezentacji termodynamicznych procesów w biologii</p> <p>K_W10 definiuje najważniejsze prawa fizyki i reguły rządzące reakcjami chemicznymi leżącymi u podstaw procesów biologicznych oraz opisuje właściwości pierwiastków i związków chemicznych</p> <p>K_U04 potrafi stosować formalizm termodynamiki fenomenologicznej i fizyki statystycznej do opisu układów złożonych</p> <p>K_U07 posiada umiejętność ilościowej analizy ruchu drgającego i falowego oraz opisu zjawisk optycznych, akustycznych oraz oddziaływania światła z materią</p> <p>K_U11 potrafi stosować podstawowe pakiety oprogramowania użytkowego do prezentacji wyników i analizy danych</p> <p>K_K05 rozumie potrzebę i znaczenie popularyzacji wiedzy fizycznej</p> <p>K_K07 ma poczucie odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania; potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role</p> <p>K_K08 potrafi kompetentnie wypowiadać się na temat podstawowych problemów fizyki i jej zastosowań</p> <p>K_K09 potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy</p>	<p>Student zna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- definicję temperatury jako miarę średniej energii kinetycznej;</li> <li>- zakres stosowalności teorii gazu doskonałego oraz równania stanu;</li> <li>- sposoby opisu przemian gazu doskonałego;</li> <li>- statystyczne podejście prowadzące do rozkładu Maxwella;</li> <li>- opis ośrodków ciągłych - zjawiska transportu;</li> <li>- koncepcję ciepła;</li> <li>- zasady termodynamiki (szczególnie pierwszej jako zasady zachowania energii);</li> <li>- mikroskopową interpretację przejść fazowych;</li> <li>- ciepło właściwe przemian fazowych;</li> <li>- zasady bilansu cieplnego;</li> </ul> <p>Udział procesów fizycznych w utrzymywaniu parametrów życiowych ciała</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prawo Archimedesesa, Pascala</li> <li>- pojęcie napięcia powierzchniowego,</li> <li>- zjawisko dyfuzji,</li> <li>- podstawowe metody opisu ośrodków ciągłych – hydrodynamika,</li> <li>- fizyczne aspekty obiegu krwi w organizmie człowieka,</li> <li>- molekularną strukturę materii i jej znaczenie dla opisu własności ciał makroskopowych;</li> <li>- typy fal mechanicznych i ich podstawowe własności;</li> <li>- zasadę Huygensa i jej zastosowanie do opisu zjawisk interferencji i dyfrakcji;</li> <li>- zjawisko Dopplera;</li> <li>- zastosowanie ultradźwięków w medycynie,</li> <li>- proces wytwarzania i detekcji dźwięku przez człowieka,</li> <li>- wpływ dźwięku na organizmy żywe.</li> </ul>
	Umiejętności
	<p>Student pogłębił umiejętność analizowania i wyjaśniania obserwowanych zjawisk i procesów fizycznych w przyrodzie;</p> <p>Potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tworzyć i weryfikować modele zjawisk ze świata rzeczywistego oraz posługiwania się nimi w celu prognozowania zdarzeń;</li> <li>- rozwiązywać zadania rachunkowe (kilkoma metodami) z fizyki na poziomie wyższym niż szkolny posługując się przy tym odpowiednim aparatem matematycznym, stosując poznane prawa i zasady fizyki;</li> <li>- weryfikować wiarygodność informacji uzyskanych z zewnątrz w oparciu o poznane prawa i zasady fizyki;</li> <li>- posiada umiejętność krytycznej selekcji informacji;</li> <li>- dostrzec znaczenie fizyki dla medycyny, techniki itp.;</li> </ul>
	Kompetencje społeczne (postawy)
	<p>Student ma świadomość ograniczeń i braków wiedzy wyniesionej ze szkoły średniej. Powinien również wiedzieć, na czym polega różnica pomiędzy uczeniem się w szkole a studiowaniem na uczelni wyższej i poznać ogromną rolę pracy własnej (wyrabianie umiejętności samokształcenia).</p> <p>Student powinien wdrożyć się do pracy w zespole poprzez wspólne rozwiązywanie problemów oraz poszukiwania informacji koniecznej do jego rozwiązywania.</p> <p>Student powinien kształcić logiczne, twórcze i krytyczne myślenie. Powinien zdobyć umiejętność dyskusji, oceny informacji oraz precyzyjnego sformułowania wypowiedzi. Powinien mieć świadomość, że prawa i zasady fizyki określają przebieg zjawisk wokół nas.</p> <p>Znajomość podstaw zagadnień fizycznych, obejmująca zakres realizowanego</p>

materiału, pozwala na rozwiązywanie problemów technicznych, diagnostykę czy też samodzielną pracę naukową, przygotowuje do samodzielnej analizy problemu, zrozumienia i rozwiązania go z zastosowaniem poznanych praw fizycznych i metod obliczeniowych.

Student otrzymuje niezbędną znajomość fizycznych podstaw działania sprzętu medycznego stosowanego w diagnostyce lekarskiej oraz różnych rodzajach terapii.

## Kontakt

[stanislaw.pogorzelski@ug.edu.pl](mailto:stanislaw.pogorzelski@ug.edu.pl)