

| Sylabus na rok akademicki 2014/2015                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|
| Część A- Opis przedmiotu kształcenia                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| Nazwa modułu/przedmiotu:                                                                                                                                                                                                                                            | Biofizyka                                                                                                                                                                             | Kod modułu         |  |
| Wydział:                                                                                                                                                                                                                                                            | Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej                                                                                                                                        |                    |  |
| Kierunek studiów:                                                                                                                                                                                                                                                   | Analityka Medyczna                                                                                                                                                                    |                    |  |
| Specjalności:                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| Poziom studiów                                                                                                                                                                                                                                                      | jednolite magisterskie X<br>I stopnia <input type="checkbox"/><br>II stopnia <input type="checkbox"/><br>III stopnia <input type="checkbox"/><br>podyplomowe <input type="checkbox"/> |                    |  |
| Forma studiów                                                                                                                                                                                                                                                       | stacjonarne X niestacjonarne <input type="checkbox"/>                                                                                                                                 |                    |  |
| Rok studiów:                                                                                                                                                                                                                                                        | I                                                                                                                                                                                     | Semestr studiów: I |  |
| Typ przedmiotu                                                                                                                                                                                                                                                      | obowiązkowy X fakultatywny <input type="checkbox"/>                                                                                                                                   |                    |  |
| Rodzaj przedmiotu                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| Język wykładowcy:                                                                                                                                                                                                                                                   | polski X obcy <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                |                    |  |
| Forma kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                       | Godziny            |  |
| Wykład                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                       | 20                 |  |
| Seminarium                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| Ćwiczenia                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                       | 25                 |  |
| Zajęcia kliniczne                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| Zajęcia praktyczne                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| Praktyki zawodowe                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| E-learning                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| inne                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| Razem                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                       | 45                 |  |
| <b>Cele kształcenia:</b>                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| C1. poznanie fizycznych podstaw procesów odpowiedzialnych za zjawiska przebiegające w układach biologicznych na poziomie: biomolekuł, błon biologicznych, komórek i tkanek;                                                                                         |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| C2. poznanie fizycznych podstaw funkcjonowania narządów zmysłów, układu krążenia, pobudliwości elektrycznej komórek związanej z transmisją sygnałów w układzie nerwowym, transmisją nerwowo-mięśniową i aktywnością elektryczną serca;                              |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| C3. Poznanie fizycznych podstaw metod terapii i diagnostyki opartych o oddziaływanie czynników fizycznych z organizmem (USG, tomografia komputerowa, PET, tomografia jądrowego rezonansu magnetycznego, wykorzystanie laserów w medycynie);                         |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| C4. poznanie wpływu wybranych czynników fizycznych na organizm człowieka, szczególnie w kontekście zastosowania metod diagnostycznych i terapeutycznych;                                                                                                            |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| C5. zdobycie umiejętności posługiwania się aparaturą laboratoryjną, np. stosowaną w pomiarach metodami spektroskopowymi, elektrycznymi, optycznymi i in. oraz przeprowadzania poprawnej analizy wyników eksperymentalnych wykorzystując oprogramowanie komputerowe; |                                                                                                                                                                                       |                    |  |
| C6. Zapoznanie się z wybranymi najnowszymi metodami doświadczalnymi stosowanymi w badaniach układów biologicznych.                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |                    |  |

| <b>Macierz efektów kształcenia dla modułu/przedmiotu w odniesieniu do metod weryfikacji zamierzonych efektów kształcenia oraz formy realizacji zajęć.</b> |                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Numer efektu kształcenia                                                                                                                                  | Student, który zaliczy moduł (przedmiot) wie/umie/potrafi:                                                                                                                                       | Metody weryfikacji osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia: | Forma zajęć dydaktycznych:<br>* wpisz symbol |
| K_W 01                                                                                                                                                    | - Zna prawidłową budowę i funkcję komórek, tkanek i narządów (błony komórkowej, narządu wzroku, słuchu, układu krążenia, nerwowego) oraz podstawy biofizyczne ich funkcjonowania                 | Odpowiedź ustna, egzamin pisemny                                 | W, Ć                                         |
| K_W03                                                                                                                                                     | - Rozumie fizyczne podstawy transportu przez błony komórkowe<br>- Zna mechanizmy fizyczne procesu widzenia, słyszenia, czynności serca, przewodnictwa nerwowego                                  | Odpowiedź ustna, egzamin pisemny                                 | W, Ć                                         |
| K_W08                                                                                                                                                     | - Zna i rozumie zastosowanie zjawisk fizycznych i związanych z nimi metod badania układów ożywionych                                                                                             | Odpowiedź ustna, egzamin pisemny                                 | W, Ć                                         |
| K_W16                                                                                                                                                     | -rozumie zasady funkcjonowania aparatury diagnostycznej stosowanej w badaniach naukowych i medycynie laboratoryjnej                                                                              | Odpowiedź ustna, egzamin pisemny                                 | W, Ć                                         |
| K_UO6                                                                                                                                                     | -Potrafi dobrać procedury badawcze do oceny danego zjawiska biofizycznego<br>-Potrafi przedstawić fizyczne podstawy procesów odpowiedzialnych za zjawiska przebiegające w układach biologicznych | Odpowiedź ustna, egzamin pisemny                                 | W, Ć                                         |
| K_U39                                                                                                                                                     | - Umie scharakteryzować wpływ wybranych czynników fizycznych na organizm człowieka                                                                                                               | Odpowiedź ustna, egzamin pisemny                                 | W, Ć                                         |
| K_K01                                                                                                                                                     | -rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie                                                                                                                                                   | -Obserwacja postawy i pracy studenta                             | Ć                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                             |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| K_K02                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -aktywnie pracuje w zespole |                                |
| * W- wykład; S- seminarium; Ć- ćwiczenia; EL- e-learning; ZP- zajęcia praktyczne; PZ- praktyka zawodowa;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             |                                |
| Proszę oznaczyć krzyżykami w skali 1-3 jak powyższe efekty lokują państwa zajęcia w działach: przekaz wiedzy, umiejętności czy kształtowanie postaw np.:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             |                                |
| Wiedza + + +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                             |                                |
| Umiejętności + +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             |                                |
| Postawy +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             |                                |
| <b>Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                             |                                |
| <b>Forma nakładu pracy studenta</b><br>(udział w zajęciach, aktywność, przygotowanie sprawdzianu, itp.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                             | <b>Obciążenie studenta (h)</b> |
| 1. Godziny kontaktowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             | 50                             |
| 2. Czas pracy własnej studenta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                             | 77                             |
| Sumaryczne obciążenie pracy studenta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             | 127                            |
| <b>Punkty ECTS za moduł/przedmiotu</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                             | <b>5</b>                       |
| Uwagi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |                                |
| <b>Treść zajęć:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                             |                                |
| <u><b>Wykłady:</b></u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                             |                                |
| <b>I. Termodynamika i jej zastosowanie do opisu procesów zachodzących w układach ożywionych i nieożywionych.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             |                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parametry makroskopowe układu, bilans energii (pierwsza zasada termodynamiki) i kierunkowość procesów zachodzących w układach złożonych (druga zasada termodynamiki). Pojęcie makro- i mikrostanu oraz statystyczna interpretacja drugiej zasady termodynamiki.</li> <li>- Pojęcie entropii jako miary nieuporządkowania (chaosu) w układzie.</li> <li>- Podstawowe funkcje termodynamiczne (energia, entalpia, energia i entalpia swobodna, potencjał chemiczny i elektrochemiczny) i ich zastosowanie do opisu procesów termodynamicznych i stanów równowagi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ciśnienie osmotyczne (prawo Van't Hoffa)</li> <li>- potencjał równowagowy Nernsta i Donnana</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             |                                |
| <b>II. Procesy transportu przez błony biologiczne i związane z nimi procesy fizjologiczne</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                             |                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Budowa błony – model mozaikowy Singera i Nicholsona.</li> <li>- Podstawowe mechanizmy transportu: dyfuzja, migracja i konwekcja (unoszenie)</li> <li>- Opis makroskopowy dyfuzji – prawo Ficka, współczynnik dyfuzji, współczynnik rozdziálu, współczynnik przepuszczalności.</li> <li>- Molekularny obraz procesu dyfuzji – ruch błędny molekuł.</li> <li>- Dyfuzja ułatwiona – definicja podstawowe własności i przykłady występowania w układach żywych.</li> <li>- Transport bierny jonów przez błony czyli złożenie dyfuzji i migracji w polu elektrycznym (elektrodyfuzja).</li> <li>- Struktury odpowiadające za bierny transport jonów w błonach: kanały jonowe napięciowo zależne i aktywowane ligandami</li> <li>- Transport aktywny: jego rola, struktura, funkcja i regulacja pompy sodowo-potasowej, schemat Albersa-Posta.</li> <li>- Napięcie błonowe (zwane również potencjałem błonowym) i geneza potencjału spoczynkowego błony komórkowej</li> <li>- Generacja potencjału czynnościowego: <ul style="list-style-type: none"> <li>- potencjał progowy (od czego zależy ?)</li> <li>- rola kanałów napięciowo-zależnych sodowych i potasowych</li> <li>- mechanizmy propagacji potencjału czynnościowego wzdłuż aksonu mielinowanego i</li> </ul> </li> </ul> |                             |                                |

niemelinowanego

- mechanizmy (pre- i postsynaptyczne) transmisji synaptycznej.
- Metody pomiaru prądów jonowych („voltage-clamp” i „patch-clamp”). Przykłady zastosowań do badania wpływu czynników farmakologicznych (np. leków) na prądy synaptyczne.

### III. Biofizyka zmysłów

- Procesy widzenia.
  - Model optyczny oka i powstawanie obrazu na siatkówce.
  - Molekularny mechanizm widzenia (od absorpcji kwantu w rodopsynie do przekazania sygnału elektrycznego do ośrodkowego układu nerwowego)
- Mechanizmy słyszenia
  - Opis falowy dźwięków i Prawo Webera i Fechnera
  - Analiza harmoniczna dźwięku
  - Transformacja sygnału akustycznego na elektryczny w uchu wewnętrznym i teoria Bekesy'ego – analogia do analizy harmonicznej fali dźwiękowej.

### IV. promieniowanie jonizujące, jego pomiar i zastosowanie

- Rodzaje promieniowania i ich źródła
- Prawo absorpcji promieniowania. Podstawowe mechanizmy i efekty związane z oddziaływaniem promieniowania X i  $\gamma$  z materią.
- Dozymetria promieniowania jonizującego: aktywność, dawka ekspozycyjna i pochłonięta, równoważnik dawki, względna skuteczność biologiczna,
- Metody pomiaru promieniowania jonizującego (licznik Geigera-Mullera, licznik scyntylicyjny i gamma kamera)
- Zastosowania promieniowania jonizującego
  - w medycynie: (np. prześwietlenia, tomografia, badania przepływowe np. renografia)
  - w biologii: np. wyznaczanie szybkości transportu przy zastosowaniu znaczników izotopowych, oznaczanie białek i innych struktur za pomocą cząsteczek radioaktywnych).

### V. Przykłady zastosowań zjawisk fizycznych i związanych z nimi technik pomiarowych do badań nad układami żywionymi:

- Zjawisko fluorescencji
  - Podstawy fizyczne zjawiska (diagram Jabłońskiego)
  - Techniki spektroskopowe – badania widm fluorescencyjnych i ich zastosowania do badań strukturalnych.
  - Oznaczanie struktur przy pomocy przeciwciał znakowanych fluorescencyjnie (immunohistochemia fluorescencyjna)
  - Zastosowanie zjawiska fluorescencji do wyznaczania:
    - Stężenia wewnątrzkomórkowego jonów wapnia (np. przy zastosowaniu sondy fluorescencyjnej Fura-2)
    - Zmian napięcia błonowego (np. sonda bis-oxonol)
- Magnetyczny Rezonans Jądrowy (NMR)
  - Podstawy fizyczne zjawiska NMR
  - Co to jest widmo NMR i jakie są jego parametry ?
  - Obrazowanie przestrzenne przy zastosowaniu NMR (rola gradientów pola magnetycznego)
- Elektrokardiografia: układ elektryczny i model dipolowy serca, połączenia i analiza standardowych zapisów EKG
- Zastosowanie ultradźwięków w medycynie
  - Własności fizyczne ultradźwięków i metody ich wytwarzania, efekt Dopplera

Diagnostyka ultradźwiękowa (typy prezentacji i zastosowanie efektu Dopplera w badaniach przepływu krwi)

#### **VI. Fizyczny opis przepływu krwi w układzie krążenia**

- Fizyczny Opis przepływu cieczy przez naczynia. Fizyczny model układu krążenia
- Lepkość w współczynnik lepkości
- Lepkość krwi
- Laminarny przepływ cieczy newtonowskiej przez naczynia cylindryczne, opór objętościowy. Ciecze nienewtonowskie. Łączenie oporów.
- Sprężystość naczyń krwionośnych. Fala tętna.

#### **Ćwiczenia:**

- I. Badanie progu pobudliwości ucha ludzkiego
- II. Analiza harmoniczna fal akustycznych
- III. Wyznaczanie ciężaru cząsteczkowego makrocząsteczek z pomiaru lepkości roztworu koloidalnego
- IV. Wyznaczanie punktu izoelektrycznego amfolitów w koloidalnych roztworach białek
- V. Transport nieelektrolitów przez błony –wyznaczanie współczynnika przepuszczalności
- VI. Mikrokalorymetryczna metoda badań przemian fazowych lipidów
- VII. Detekcja promieniowania jonizującego na przykładzie licznika Geigera-Mullera
- VIII. Wyznaczenie różnicy potencjałów na błonie selektywnej w warunkach równowagi
- IX. Dipolowy model serca
- X. Wyznaczanie współczynnika pochłaniania promieniowania jonizującego
- XI. Analogowy model transmisji synaptycznej
- XII. Analiza widm emisyjnych różnych pierwiastków za pomocą spektroskopu
- XIII. Pomiar stężenia roztworu koloidalnego metoda nefelometryczną
- XIV. Badanie skręcalności optycznej roztworów i wyznaczenie ich stężeń za pomocą polarymetru
- XV. Fluorescencja barwników organicznych i jej zastosowanie w ilościowej analizie luminescencyjnej
- XVI. Absorpcja roztworów barwników organicznych. Analiza składu roztworu
- XVII. Badanie właściwości światła laserowego i białego
- XVIII. Komputerowa symulacja potencjału czynnościowego aksonu (Elektrofizjologia impulsu nerwowego, Farmakokinetika impulsu nerwowego)
- XIX. Fizyczne podstawy stosowania promieniowania jonizującego w medycynie
- XX. Zastosowanie metod rezonansu magnetycznego (NMR) w medycynie i biologii.

#### **Literatura podstawowa i uzupełniająca, inne pomoce dydaktyczne:**

1. S. Miękiś, A. Hendrich „Wybrane zagadnienia z Biofizyki”, Volumed
2. F. Jaroszyk „Biofizyka”, PZWL 2001
3. B. Kędzia „Materiały do ćwiczeń z biofizyki i fizyki”
4. J. Terlecki „Ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki i fizyki”, PZWL 1999
5. Sobczyk, Kisza „Chemia fizyczna dla przyrodników”
6. A. Longstaff „Neurobiologia”
7. K. Michalak, A. Hendrich „Ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki. Skrypt dla studentów medycyny” Matthews Neurobiologia, PZWL, 2000

#### **Wymagania dotyczące pomocy dydaktycznych:**

Pracownia studencka ze stanowiskami pomiarowymi do ćwiczeń laboratoryjnych, rzutnik multimedialny.

#### **Warunki uzyskania zaliczenia przedmiotu:**

Aby uzyskać zaliczenie z ćwiczeń student jest zobowiązany zaliczyć wszystkie ćwiczenia za wyjątkiem dopuszczanej regulaminem kwoty procentowej godzin nieobecności na zajęciach. Aby uzyskać zaliczenie należy wykonać część eksperymentalną ćwiczenia oraz wykazać się wiedzą przewidzianą do opanowania dla każdego ćwiczenia.

Aby zdać egzamin pisemny należy prawidłowo odpowiedzieć na przynajmniej 50% pytań +1 pytanie.  
Oceny powyżej dostatecznej są wystawiane w proporcji do uzyskanych punktów powyżej progu zdania egzaminu.

**Nazwa i adres jednostki prowadzącej moduł/przedmiot, kontakt (tel./email)**

**Katedra Biofizyki**

ul. Chałubińskiego 10, 50-368 Wrocław, tel: 71 784 14 00, 71 784 14 01

email: [krystyna.michalak@umed.wroc.pl](mailto:krystyna.michalak@umed.wroc.pl) lub [jerzy.mozrzymas@umed.wroc.pl](mailto:jerzy.mozrzymas@umed.wroc.pl)

**Nazwisko osoby prowadzącej/osób prowadzących zajęcia**

Osoba prowadząca wykłady: Prof. dr hab. Jerzy Mozrzymas

**Osoby prowadzące ćwiczenia:**

dr hab. Andrzej Teisseyre

dr hab. Olga Wesołowska

dr Michał Bartoszkiewicz

dr Tomasz Wójtowicz

**Podpis Kierownik jednostki prowadzącej zajęcia**

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

KATEDRA BIOFIZYKI

ZAKŁAD BIOFIZYKI

Kierownik

*K. Michalak*  
prof. dr hab. Krystyna Michalak

Data sporządzenia sylabusu 12.09.2014 r.

**Podpis Dziekana**

.....