

STUDIA I STOPNIA NA KIERUNKU ZASTOSOWANIA FIZYKI W BIOLOGII I MEDYCYNIE

specjalność *Neuroinformatyka*

1. CHARAKTERYSTYKA STUDIÓW

Studia pierwszego stopnia na kierunku **Zastosowania fizyki w biologii i medycynie**, specjalność *Neuroinformatyka* na Wydziale Fizyki UW trwają trzy lata i kończą się nadaniem tytułu licencjata (licencjat akademicki).

2. SYLWETKA ABSOLWENTA

Absolwent kierunku **Zastosowania fizyki w biologii i medycynie**, specjalność *Neuroinformatyka* powinien:

- posiadać wiedzę w zakresie podstaw fizyki, matematyki, biologii, chemii i technologii informatycznych oraz umiejętność stosowania metod i narzędzi nauk matematyczno-przyrodniczych w problemach biofizycznych i/lub biomedycznych, ze szczególnym uwzględnieniem pracy w zespołach interdyscyplinarnych oraz komunikacji z biologami i lekarzami;
- potrafić gromadzić, przetwarzać oraz przekazywać informacje;
- znać język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz umieć posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych;
- być przygotowany do pracy w instytucjach zajmujących się badaniami biofizycznymi i/lub biomedycznymi, a więc w placówkach badawczych, badawczo-rozwojowych, kontrolnych i diagnostycznych oraz w przemyśle, administracji, placówkach ochrony przyrody, instytucjach medycznych, a także w szkolnictwie po ukończeniu specjalności nauczycielskiej (zgodnie ze standardami kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela);
- być przygotowany do obsługi aparatury badawczej, samodzielnego rozwijania umiejętności oraz podjęcia studiów II stopnia na kierunkach pokrewnych;
- być przygotowany do samodzielnego projektowania i wykonywania eksperymentów i badań opartych o pomiar elektroencefalogramu (EEG), oraz do analizy wyników z użyciem nowoczesnych technik analizy sygnałów i statystyki.

3. PLAN STUDIÓW

Oznaczenia stosowane w tabelach: W – wykład, Ć – ćwiczenia, L – laboratorium, USOS – Uniwersytecki System Obsługi Studiów, ECTS - Europejski System Transferu Punktów (ang. European Credit Transfer System).

(Program pierwszych trzech semestrów wspólny ze specjalnością Fizyka medyczna.)

1 SEMESTR

| Nazwa przedmiotu | kod w USOS | Godziny zajęć w tygodniu | Forma zaliczenia | ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------------------|------|
| Matematyka I (180 h) | 1100-1AF11 | 4W+8Ć | egzamin | 14 |
| Fizyka I (90 h) | 1100-1B01 | 3W+3Ć | egzamin | 8 |
| Technologia informacyjna (75 h) | 1100-1B02 | 2W+3Ć | egzamin | 6 |
| Podstawy chemii z elementami biochemii (30 h) | 1200-1B09 | 2W | egzamin | 2 |
| BHP w laboratorium oraz ergonomia | 1100-1#BHP 0000-BHP-OG | | zaliczenie na ocenę | 0,5 |
| Podstawy oceny własności intelektualnej | 1100-1#POWI | | zaliczenie na ocenę | 0,5 |
| Wychowanie fizyczne (30 h) | | 2Ć | zaliczenie | |

Warunkiem zachowania praw studenckich po I semestrze jest:

- a) uzyskanie w I semestrze minimum 13 punktów ECTS
oraz
- b) zaliczenie zajęć z zakresu ochrony własności intelektualnej, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.

2 SEMESTR

| Nazwa przedmiotu | kod w USOS | Godziny zajęć w tygodniu | Forma zaliczenia | ECTS |
|--|------------|--------------------------|---------------------|------|
| Matematyka II | 1100-1015 | 6W+6Ć | egzamin | 14 |
| Fizyka II (75 h) | 1100-1BF21 | 3W+2Ć | egzamin | 6 |
| Analiza niepewności pomiarowych i pracownia wstępna (60 h) | 1100-1010 | 20W+40L w semestrze | zaliczenie na ocenę | 5 |
| Wnioskowanie statystyczne (60 h) | 1100-1BF22 | 2W+2Ć | egzamin | 5 |
| Wychowanie fizyczne (30 h) | | 2Ć | | |

Warunkowe zaliczenie I roku jest możliwe w przypadku uzyskania ze wszystkich zaliczonych w ciągu całego roku przedmiotów co najmniej 40 ECTS.

3 SEMESTR

| Nazwa przedmiotu | kod w USOS | Godziny zajęć w tygodniu | Forma zaliczenia | ECTS |
|--|------------|--------------------------|---------------------|------|
| Fizyka III (75 h) | 1100-2BF01 | 3W+2Ć | egzamin | 6 |
| Podstawy fizyki kwantowej z elementami termodynamiki(60 h) | 1100-2BF02 | 2W+2Ć | egzamin | 6 |
| Pracownia technik pomiarowych i podstaw fizyki (45 h) | 1100-2BF03 | 3Ć | zaliczenie na ocenę | 5 |
| Biologia komórki (30 h) | 1100-2BF04 | 2W | egzamin | 2,5 |
| Analiza sygnałów (60 h) | 1100-2BF05 | 2W+2Ć | egzamin | 6 |
| Histologia (30 h) | 1100-2BF06 | 1W+1Ć | egzamin | 2,5 |
| Język obcy (60 h) | | 4 | zaliczenie na ocenę | 2 |
| Wychowanie fizyczne (30 h) | | 2Ć | zaliczenie | |

4 SEMESTR

| Nazwa przedmiotu | kod w USOS | Godziny zajęć w tygodniu | Forma zaliczenia | ECTS |
|---|------------|--------------------------|---------------------|------|
| Pracownia fizyczna i elektroniczna (60 h) | 1100-2BF21 | 15W+45L w semestrze | zaliczenie na ocenę | 6 |
| Bioetyka dla biologów (30 h) | 1400-2BB26 | 2W | zaliczenie na ocenę | 2,5 |
| Podstawy anatomii i fizjologii człowieka (30 h) | 1100-2BF22 | 1W+1Ć | egzamin | 2,5 |
| Programowanie dla neuroinformatyków (90 h) | 1100-2BN27 | 6Ć | zaliczenie na ocenę | 8 |
| Pracownia sygnałów bioelektrycznych (60 h) | 1100-2BN28 | 4Ć | zaliczenie na ocenę | 5 |
| Sygnały bioelektryczne (15 h) | 1100-2BN29 | 1W | egzamin | 2 |
| Język obcy (60 h) | | 4 | zaliczenie na ocenę | 2 |
| Wychowanie fizyczne (30 h) | | 2Ć | zaliczenie | |
| Egzamin certyfikacyjny z języka angielskiego | | | egzamin | 2 |

5 SEMESTR

| Nazwa przedmiotu | kod w USOS | Godziny zajęć w tygodniu | Forma zaliczenia | ECTS |
|---|------------|--------------------------|---------------------|------|
| Obrazowanie medyczne (60 h) | 1100-3BF13 | 4W | egzamin | 6 |
| Prawa autorskie i ochrona danych osobowych (30 h) | 1100-3BB11 | 2W | zaliczenie na ocenę | 2,5 |
| Podstawy prezentacji naukowej (30 h) | 1100-3BB12 | 2W | zaliczenie na ocenę | 2 |
| Psychologia kontaktów z pacjentem i pierwsza pomoc (30 h) | 1100-2BO05 | 2W | zaliczenie na ocenę | 2 |
| Wstęp do technologii baz danych (60 h) | 1100-3BN15 | 1W+3Ć | zaliczenie na ocenę | 4 |
| Pracownia EEG (159 h) | 1100-3BN16 | 10Ć | zaliczenie na ocenę | 14 |

6 SEMESTR

| Nazwa przedmiotu | kod w USOS | Godziny zajęć w tygodniu | Forma zaliczenia | ECTS |
|--|------------|--------------------------|---------------------|------|
| Laboratorium EEG (120 h) | 1100-3BN20 | 8Ć | zaliczenie na ocenę | 10 |
| Neurobiologia (30 h) | 1100-3BN21 | 2W | egzamin | 2,5 |
| Sztuczne sieci neuronowe (50 h) | 1100-3BN22 | 25W+25Ć w semestrze | egzamin | 3,5 |
| Staże (60 h) | 1100-3BN23 | 4Ć | zaliczenie na ocenę | 4 |
| Pracownia licencjacka i przygotowanie pracy licencjackiej (90 h) | 1100-3BN24 | 6Ć | zaliczenie na ocenę | 10 |

SYLABUSY

Matematyka wstępna

Treści kształcenia: Wprowadzenie do języka matematyki (elementy logiki, liczby wymierne i niewymierne, liczby rzeczywiste). Indukcja matematyczna. Zbiory, relacje, odwzorowania, równoliczność zbiorów. Podstawowe funkcje elementarne (wielomiany). Funkcje elementarne cd. Funkcja wykładnicza i logarytmiczna. Funkcje trygonometryczne. Kresy zbiorów. Ciągi, granice ciągów. Przykłady granic. Przykłady obliczania granic. Twierdzenie o trzech ciągach. Rekurencja, dwumian Newtona. Ciąg Cauchy'ego, własności. Twierdzenie Bolzano-Weierstrassa. Zbiory otwarte i domknięte, definicje, własności. Gęstość. Zbieżność ciągu a ograniczoność. Podsumowanie własności liczb rzeczywistych.

Program ćwiczeń: Elementy logiki, indukcja matematyczna, dwumian Newtona. Funkcje liniowe i kwadratowe, wartość bezwzględna. Wielomiany, przekształcanie wyrażeń wymiernych. Funkcje potęgowe, wykładnicze i logarytmiczne, przekształcanie wyrażeń niewymiernych. Funkcje trygonometryczne. Planimetria, figury podobne, twierdzenie Talesa, twierdzenie Pitagorasa, pola figur płaskich, długość okręgu i łuku. Stereometria. Wielościany, bryły obrotowe. Wektory, iloczyn skalarny, długość wektora, rzutowanie. Iloczyn wektorowy. Geometria analityczna. Parametryczny opis prostej, okrąg, elipsa, hiperbola, parabola. Ciągi liczbowe, podstawowe ciągi elementarne.

Analiza I z algebrą

Treści kształcenia: Funkcje ciągłe, własności, działania. Funkcje nieciągłe, przykłady. Kresy, ciągłość jednostajna funkcji. Własność Darboux, granica funkcji w punkcie. Funkcje $\sin(x)$, $\cos(x)$. Funkcje $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\exp(x)$ – dokończenie. Rachunek różniczkowy. Def. pochodnej jako granicy ilorazu różnicowego. Własności pochodnej, pochodna superpozycji. Przykłady pochodnych. Pochodna logarytmiczna. Tw. Rolle'a, Lagrange'a, Cauchy'ego. Tw. O wartości średniej. Ciągłość i różniczkowalność a funkcja odwrotna (cztery własności). Funkcja pierwotna. Przykłady funkcji pierwotnych. Tw. Stolza. Reguły de l'Hospitala, typy i przykłady. Reguły de l'Hospitala, typy i przykłady – cd. Funkcje wypukłe, własności. Wypukłość, własności cd. Nierówność Schwartz'a i Jensena. Wzór Taylora z resztą Lagrange'a. Przykłady. Reszta postaci Cauchy, szacowanie. Ekstrema lokalne. Szeregi liczbowe. Szeregi, zbieżność, własności, szereg harmoniczny. Szeregi o wyrazach dodatnich, własności. Kryterium porównawcze, d'Alemberta, Cauchy'ego. Zbieżność a przestawienie wyrazów szeregu. Szeregi naprzemienne, przestawienie kolejności sumowania. Tw. Riemanna (o przestawianiu). Zbieżność bezwzględna. Mnożenie szeregów (przykład z $\exp(x)$). Podział przedziału, średnica, podział normalny. Całka Riemanna, definicja. Własności funkcji całkowalnych. Własności funkcji całkowalnych - dodawanie, podział odcinka. Funkcje niecałkowalne - przykłady (np. 1 dla wymiernych a 0 dla niewymiernych). Podstawowe twierdzenie rachunku różniczkowego i całkowego. Całkowanie przez części. Całka z wartości bezwzględnej, tw. o wartości średniej. Zamiana zmiennych, przykłady. Całkowanie funkcji wymiernych, tw. o rozkładzie na ułamki proste. Funkcja od górnej granicy całkowania, pochodna. Techniki całkowania, rekurencja, typy całek. Liczby zespolone, płaszczyzna zespolona, podstawowe własności. Postać trygonometryczna liczby zespolonej. Pierwiastki wielomianów. Funkcje na zbiorze liczb zespolonych, interpretacja geometryczna. Zasadnicze twierdzenie algebry.

Analiza II z algebrą

Treści kształcenia: Wstęp matematyczny do przedmiotu Elektryczność i magnetyzm (układy współrzędnych krzywoliniowych, operator nabla, rotacja, strumień, twierdzenie Gaussa itd.). Podstawowe struktury algebraiczne - działanie, element neutralny, element odwrotny, grupa (przykłady: grupa permutacji); wielomiany jako przykład pierścienia z jedyneką, stopień wielomianu, NWD; ciała liczb rzeczywistych i zespolonych. Przestrzenie wektorowe rzeczywiste i zespolone: Liniowa zależność i niezależność wektorów. Baza, współrzędne wektora. Układy równań liniowych. Odwzorowania liniowe, macierze i wyznacznik. Wartości i wektory własne. Funkcje od macierzy. Formy biliniowe i hermitowskie (dodatnia lub ujemna określoność formy kwadratowej, kryteria). Przestrzenie unitarne (norma, metryka). Równania różniczkowe zwyczajne: warunek Lipschitza, zasada Banacha. Twierdzenie o istnieniu rozwiązania (twierdzenie o istnieniu i jednoznaczność rozwiązania zagadnienia Cauchy, różne sposoby zadawania warunków brzegowych; przykład: struna nieskończona w jednym wymiarze). Elementarne metody rozwiązywania, metoda iteracyjna. Równania różniczkowe liniowe i układy równań liniowych: twierdzenie o istnieniu rozwiązania, baza w przestrzeni rozwiązań, problem niejednorodny, równania wyższych rzędów, uzmiennianie stałej. Równania o stałych współczynnikach, rozwiązania postaci $x(t) = e^{\{A(t-t_0)\}}x_0$. Wronskian; wzór Liouville'a. Rachunek różniczkowy i całkowity funkcji rzeczywistych wielu zmiennych: ciągłość funkcji wielu zmiennych; pochodne: mocna, kierunkowa, cząstkowa; pochodna funkcji złożonej, poziomicą, gradient, wzór Taylora dla funkcji wielu zmiennych. Lokalna odwracalność odwzorowań. Funkcje uwikłane (twierdzenie o funkcji uwikłanej). Ekstrema funkcji wielu zmiennych: ekstrema zwykłe, uwikłane, opis krzywej i powierzchni, zamiana zmiennych, przestrzeń styczna, jacobian. Ekstrema związane, norma operatora. Całki wielokrotne: zbiór miary Lebesgue'a zero, całka Riemanna na R^n ; funkcja

charakterystyczna zbioru; twierdzenie o zamianie zmiennych, twierdzenie Fubinięgo. Całki niewłaściwe i całki z parametrem.

Podstawy fizyki kwantowej z elementami termodynamiki

Dualizm falowo-korpuskularny: a) **Promieniowanie ciała czarnego, teoria Rayleigha-Jeansa, wzór Plancka.** b) **Zjawisko fotoelektryczne, zjawisko Comptona.** c) **Dyfrakcja i interferencja fotonów i mikrocząstek - omówienie eksperymentów. Mikroskop elektronowy.** d) Fale materii - hipoteza de Broglie'a, prędkość fazowa i prędkość grupowa fal de Broglie'a, paczka falowa. e) Interpretacja Borna funkcji falowej. Zasada nieoznaczoności Heisenberga, zasada odpowiedniości. Równanie Schrödingera w zastosowaniach do problemów jednowymiarowych: a) Cząstka swobodna. b) Próg potencjału, bariera, efekt tunelowy, rozpad α . Mikroskop tunelowy. c) Stany związane: cząstka w jednowymiarowej jamie potencjalnej, skończonej i nieskończonej. d) Deuteron. e) Poziomy energetyczne kwantowego oscylatora harmonicznego. Wartości własne dla kwadratu momentu pędu i jego rzutu. Atom wodoru: a) Poziomy energetyczne atomu wodoru. b) **Widma emisyjne i absorpcyjne, serie widmowe, energia jonizacji, Doświadczenie Francka-Hertza.** c) Porównanie modelu Bohra z modelem kwantowym. Spin cząstek: a) Doświadczenie Stern-Gerlacha, spin. b) Zakaz Pauliego. c) Atom helu (omówienie jakościowe). Struktura energetyczna jąder atomowych, cząsteczek, ciał stałych. **Kwantowy moment pędu i kwantowy moment magnetyczny. Sprzężenie spin-orbita. Atomy w zewnętrznym polu magnetycznym.**

Temperatura. Kinetyczna teoria gazów. Opis makroskopowy i mikroskopowy. Energia wewnętrzna. Równowaga termiczna. Pomiar temperatury. Skale temperatur. Rozszerzalność cieplna. Ciepło. Energia cieplna. Przewodnictwo cieplne. Ciepło właściwe. Mechaniczny równoważnik ciepła. I zasada termodynamiki. Gaz doskonały. Ciśnienie i z wiązek z kinetyczną teorią gazów. Ruchy Browna. Rozkład prędkości w gazie doskonałym. Rozkład Boltzmanna. Procesy odwracalne i nieodwracalne. Entropia. II zasada termodynamiki.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Opanowanie podstaw mechaniki kwantowej i termodynamiki konieczne do zrozumienia podstaw działania aparatury radiodiagnostycznej oraz oddziaływania promieniowania z materią.

Fizyka I

Treści kształcenia: Wprowadzenie do fizyki. Przedmiot badań, obserwacja, doświadczenie. Prawa fizyczne i zasady fizyczne. Wielkości fizyczne. Pomiar. Jednostki podstawowe i pochodne wielkości fizycznych. Matematyka jako narzędzie fizyki. Przypomnienie wybranych pojęć z zakresu szkoły średniej i uzupełnienie wiadomości. Układ współrzędnych prostoliniowych. Wektory i skalary. Operacje na wektorach. Pseudowektory. Wersory. Kinematyka punktu materialnego. Układ odniesienia. Ruchy prostoliniowe. Tor. Wektor położenia. Droga. Prędkość. Przyspieszenie. Rzuty poziomy i ukośny. Ruchy w dwóch i trzech wymiarach. Względność ruchu. Zasada względności Galileusza. Układ inercjalny i nieinercjalny. Zasada równoważności. Zasady dynamiki Newtona. Siły. Siły bezwładności. Równanie ruchu.

Układ obracający się. Siła odśrodkowa. Wahadło Foucaulta. Ruch harmoniczny, oscylator harmoniczny. Zasada zachowania pędu. Praca i energia: moc, energia kinetyczna, energia potencjalna, zasada zachowania energii mechanicznej dla sił zachowawczych. Układ środka masy dwóch ciał. Zderzenia. Bryła sztywne. Moment siły. Statyka bryły sztywnej. Kinematyka bryły sztywnej, ruch obrotowy jednostajny. Ruch obrotowy jednostajnie zmienny, prędkość kątowna, przyspieszenie kątowne. Dynamika bryły sztywnej, moment bezwładności, moment pędu. Równania ruchu bryły sztywnej. Zasada zachowania momentu pędu. Własności sprężyste materiałów. Prawo Hooke'a. Hydrostatyka. Prawo Archimedesza, Pascala. Ciśnienie atmosferyczne, doświadczenie Torricellego. Dynamika cieczy i gazów. Równanie ciągłości, prawo Bernoulliego, aerodynamiczna siła nośna. Lepkość. Napięcie powierzchniowe.

Fizyka II

Treści kształcenia: Ładunek elektryczny. Zasada zachowania ładunku. Prawo Coulomba. Indukcja elektryczna. Pole wielkości (skalarne, wektorowe). Linie sił pola, izopowierzchnie, pole centralne, strumień pola. Analiza pola – gradient, dywergencja, rotacja. Pole elektryczne, natężenie pola. Pole układu ładunków. Dipol. Prawo Gaussa. Potencjał (skalarne) elektryczny. Napięcie elektryczne. Przewodniki, pole w przewodniku, ładunki na powierzchni, klatka Faradaya, ostrze. Pojemność elektryczna. Kondensatory. Dielektryki. Praca w polu elektrycznym. Energia układu ładunków. Energia kondensatora. Prąd elektryczny stały. Opór elektryczny. Prawo Ohma. Prawa Kirchhoffa. Obwody. Praca prądu. Prądy w metalach, elektrolitach i gazach. Ogniwa. Pole magnetyczne. Pole magnetyczne poruszającego się ładunku. Oddziaływanie prądów. Bezźródłowość (solenoidalność) pola magnetycznego. Siła Lorentza. Prawo

Ampere'a. Prawo Biota-Savarta. Moment magnetyczny. Indukcyjność własna i wzajemna. Obwody prądu zmiennego z elementami R , L i C . Transformator. Silnik i prądnica. Magnetyzm materii. Praca i energia w polu magnetycznym. Równania Maxwella. Drgania elektromagnetyczne. Fale elektromagnetyczne. Anteny. Pola wokół poruszających się ładunków (promieniowanie hamowania).

Fizyka III

Treści kształcenia: Drgania mechaniczne. Układy drgające. Składanie drgań. Drgania gasnące i wymuszone. Rezonans. Fale w ośrodkach sprężystych. Fale mechaniczne. Fale podłużne i poprzeczne. Ruch falowy. Rozchodzenie się fal. Prędkość fali. Fala płaska. Propagacja energii. Superpozycja fal. Interferencja. Dyfrakcja. Zmiana ośrodka. Załamanie i odbicie. Polaryzacja. Dudnienia. Fala stojąca. Fala dźwiękowa. Struny, płyty, wnęki drgające. Natężenie dźwięku. Zjawisko Dopplera. Światło jako fala elektromagnetyczna. Optyka geometryczna, prawa optyki geometrycznej. Zwierciadła i soczewki, załamanie (pryzmat), aberracje. Polaryzacja światła. Dwójłomność. Aktywność optyczna. Własności sprężyste materiałów. Prawo Hooke'a. Hydrostatyka. Prawo Archimedesesa, Pascala. Ciśnienie atmosferyczne, doświadczenie Torricellego. Dynamika cieczy i gazów. Równanie ciągłości, prawo Bernoulliego, aerodynamiczna siła nośna. Lepkość. Napięcie powierzchniowe.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Kurs zajęć z fizyki dla Fizyki Medycznej i Neuroinformatyki (**Fizyka I, Fizyka II i Fizyka III**) zapoznaje studenta z podstawami zagadnień fizycznych, z jakimi będzie się on stykał w swojej pracy zawodowej (która obejmować może bardzo szeroki zakres tematyczny). Zapewnia szerokie tło wiadomości z różnych dziedzin fizyki, przygotowuje studenta do samodzielnej analizy problemu, zrozumienia i rozwiązania go z zastosowaniem poznanych praw fizycznych i metod obliczeniowych. Zakres materiału umożliwić ma studentowi także zrozumienie zagadnień wprowadzanych w ramach wykładów specjalistycznych oraz dać możliwość kontynuacji nauki na studiach II stopnia w ramach specjalizacji „Neuroinformatyka” i „Fizyka medyczna”.

Fizyka promieniowania jonizującego

Treści kształcenia: Energie wiązania cząsteczek, atomów i jąder atomowych. Promieniowanie elektromagnetyczne atomów i jąder atomowych. **Promieniowanie X, promieniowanie charakterystyczne, widmo promieniowania hamowania.** Mechanizm wytwarzania promieniowania X. Ogólne własności jąder atomowych (masy ładunki, izotopy, izobary, izotony izomery). Rozpady promieniotwórcze (alfa, beta, gamma, rodziny promieniotwórcze). Prawa zaniku promieniotwórczego. Naturalne i sztuczne źródła promieniowania w środowisku. Reakcje jądrowe - wytwarzanie sztucznych izotopów promieniotwórczych. Podstawy fizyczne technik pozwalających wytwarzać promieniowanie jonizujące. Akceleratory do produkcji izotopów promieniotwórczych akceleratory medyczne. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią (lekkie jony, promieniowanie beta – wiązki wysokoenergetycznych elektronów, fotony rentgenowskie i promieniowanie gamma. Rodzaje oddziaływań, pochłanianie promieniowania, osłabienie wiązek fotonowych. Promieniowanie jonizujące w diagnostyce i terapii medycznej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Wiedza o zastosowaniach fizyki promieniowania jonizującego w fizyce medycznej.

Obrazowanie medyczne

Treści kształcenia: Problematyka fizyczna w radiodiagnostyce. Powtórzenie wiadomości z "fizyki promieniowania jonizującego" oraz elementów fizyki kwantowej (rozpad alfa, beta, gamma, mechanizm powstawania promieniowania X, oddziaływanie promieniowania jonizującego z materia, w tym m.in efekt fotoelektryczny, zjawisko Comptona, zjawisko kreacji i anihilacji par, rozpraszanie Rayleigha, rozpraszanie Thompsona, detektory promieniowania). Scyntygrafia. Klasyczna diagnostyka rentgenowska. Podstawy matematyczne tomografii komputerowej. Tomografia promieniowania X. **Precesja Larmora.** Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego. Pozytonowa tomografia emisyjna. Matematyczne podstawy opisu i reprezentacji obrazów. Przetwarzanie danych w diagnostyce ilościowej i prezentacja danych. Metody statystyczne w technikach obrazowania. Ocena jakości obrazów diagnostycznych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: Znajomość podstaw fizycznych i matematycznych współczesnych metod obrazowania stosowanych we współczesnej medycynie i badaniach biomedycznych.

Technologie cyfrowe

Treści kształcenia: Zapis cyfrowy, sumy kontrolne i detekcja błędów. Program komputerowy: algorytm, kod źródłowy, program wykonywalny. Języki programowania, interpretery i kompilatory. Pakiet biurowy: edytor tekstów, arkusz kalkulacyjny i program do prezentacji. Funkcje graficzne i statystyczne w arkuszu kalkulacyjnym. System operacyjny. Obsługa urządzeń, kompatybilność, przenośność oprogramowania. Interfejs graficzny i powłoka. Klikanie ikon i uruchamianie programów z linii poleceń. Podstawowe polecenia powłoki Uniksa. Formaty plików i znaczenie

standardów. Pliki tekstowe i kodowanie polskich liter (ASCII, ISO 8859-2, UNICODE). Formaty biomedyczne (DICOM, EDF). XML i formaty przyszłości. Bity, bajty i gigabajty. Ile zajmuje na dysku zdjęcie, film, a ile książka? Kompresja bezstratna i stratna. JPEG, MP3, MPEG. Internet. Adres komputera (IP). DNS, struktura domen. URL, pakiety, droga informacji w Internecie. Dynamiczne IP, NAT. WWW, HTTP i HTML – jak to działa. Podstawy języka HTML. Email: WebMail vs. POP3. Pola adresowe do, dw, udw. Potwierdzenie dostarczenia. Jak się bronić przed spamem. Komunikatory (IM), VoIP (Skype). Wirusy komputerowe i bezpieczeństwo danych, kopie zapasowe. Administrator a „zwykły” użytkownik. Bazy danych: indeksy i szybkość przeszukiwania. Co tak naprawdę widać w google. Publikacje naukowe w Internecie: wyszukiwarki, pubmed i dostęp do płatnych baz danych wykupiony przez Uniwersytet. Biomedyczne bazy danych. Budowa komputera PC i znaczenie podstawowych elementów (procesor, pamięć RAM etc.). Poufność komunikacji przez Internet. Podpis elektroniczny: jak to działa? Kryptografia klucza publicznego i złożoność obliczeniowa. Kryptografia kwantowa. Modelowanie matematyczne: od gry "Life" do przewidywania pogody. Czy komputer myśli? Test Turinga, generator liczb losowych, sztuczne sieci neuronowe a modelowanie działania mózgu. Komercyjne i otwarte licencje oprogramowania. GNU/Linux i GPL. Prawa autorskie, DRM. Ochrona danych osobowych.

Podstawy chemii z elementami biochemii

Treści kształcenia: Stechiometria reakcji chemicznych oraz właściwości fazy gazowej, ciekłej i stałej. Równowaga chemiczna, prawo działania mas, stała równowagi. Równowagi jonowe w roztworach wodnych; pojęcie pH; iloczyn rozpuszczalności, stała dysocjacji kwasowej, reakcje redoks. Struktura elektronowa atomów i jej powiązanie z układem okresowym. Wiązania kowalencyjne, metaliczne i jonowe. Przewidywanie struktury geometrycznej molekuł kowalencyjnych. Podstawowe pojęcia i zasady termodynamiki; ciepło reakcji, entropia w ujęciu termodynamicznym i statystycznym. Swobodna entalpia i samorzutność reakcji; powiązanie z równowagą chemiczną. Wprowadzenie do kinetyki chemicznej. Energia aktywacji. Teoria stanu przejściowego. Katalizatory. Podstawy chemii organicznej. Klasyfikacja związków węgla, właściwości i reaktywność wybranych połączeń. Kwasy nukleinowe. Aminokwasy. Białka. Funkcje, struktura I-,II-, III- i IV-rzędowa, budowa. Wiązania i siły strukturotwórcze w białkach. Enzymy. Rola enzymu, teoria stanu przejściowego, model miejsca aktywnego. Model kinetyczny Michaelisa-Menten. Aktywacja i inhibicja enzymów (kinetyka). Metabolizm białek, węglowodanów i lipidów. Lokalizacja procesów w komórce i organizmie. Błony komórkowe i transport błonowy. Funkcje, skład chemiczny i budowa błon. Transport bierny i aktywny, mechanizmy.

Biologia komórki

Treści kształcenia: Ogólna charakterystyka komórek (liczba, kształt, rozmiar), struktura i organelle komórki (błona kom, organelle – struktura i funkcja, cytoszkielet, jądro), molekularna biologia jądra (struktura i funkcja DNA i RNA, replikacja DNA, synteza białek), podział komórki (mejoza, mitoz), inkluzje (metabolity, pigmenty, kryształy), potencjał komórkowy, mechanizmy transportu (dyfuzja, osmoza, filtracja), przestrzenie wewnątrz i zewnątrzkomórkowe (kompozycja płynów ustrojowych, mechanizm wymiany, regulacja objętości i osmotyczności), komunikacja wewnątrz i międzykomórkowa, zaburzenia, starzenie się i śmierć komórki (różnicowanie, niedotlenienie, niedożywienie, wpływ czynników fizycznych, chemicznych, mikrobiologicznych i leków, nekroza, apoptoza, kalcyfikacja)

Histologia

Treści kształcenia: Histologia ogólna ssaków. Budowa komórki. Sposoby kontaktu między komórkami oraz między komórkami i macierzą pozakomórkową. Polarność komórek. Przekazywanie informacji między komórkami. Powstawanie (rozwój zarodkowy) i różnicowanie komórek i tkanek. Tkanka nabłonkowa. Klasyfikacja tkanek nabłonkowych. Polarność nabłonka. Błona podstawna. Odnawianie się nabłonków. Twory nabłonka. Nabłonek wydzielniczy. Gruczoły wydzielnicze. Tkanka łączna. Rodzaje tkanki łącznej. Tkanki łączne właściwe i oporowe. Skład macierzy pozakomórkowej w różnego rodzaju tkankach łącznych. Komórki budujące tkankę łączną. Powstawanie chrząstki. Kostnienie. Budowa i funkcje skóry. Tkanka tłuszczowa i ścięgna. Tkanka mięśniowa. Mięśnie gładkie, szkieletowe, mięsień sercowy. Miogeneza. Krew. Składniki morfotyczne krwi. Szpik kostny. Grupy krwi, czynnik Rh, osocze, osmotyczność, sedymentacja, transport tlenu i dwutlenku węgla. Tkanka nerwowa. Budowa i funkcje neuronów i nerwów, receptory – zakończenia nerwowe Glej.

Podstawy anatomii i fizjologii człowieka

Treści kształcenia: Tkanki, narządy i układy narządów: części ciała i okolice; płaszczyzny, osie i linie ciała; jamy ciała (jama klatki piersiowej, jama brzuszna, jama miednicy); powłoka wspólna: naskórek, twory naskórka (włosy, paznokcie, gruczoły potowe, gruczoły łojowe, gruczoł mlekowy), skóra właściwa, utkanie podskórne; Układ ruchowy człowieka - charakterystyka anatomiczna i funkcjonalna a) postawa ciała i ruch - problemy związane

z pionizacją b) ogólna charakterystyka mięśni: topografia, podział, mechanika pracy c) budowa anatomiczna i morfologiczna mięśni d) charakterystyka wybranych grup mięśni e) charakterystyka funkcjonalna mięśni, typy metaboliczne; związek struktury z funkcją. Układ nerwowy człowieka - budowa anatomiczna i funkcjonalna a) rozwój układu nerwowego b) podział anatomiczny i funkcjonalny układu nerwowego c) drogi dośrodkowe i odśrodkowe; zwoje, jądra nerwowe i ośrodki nerwowe d) charakterystyka anatomiczna wybranych struktur: rdzeń kręgowy, pień mózgu, międzymózgowie, jądra podstawy mózgu, kora mózgowa e) informacja i jej przetwarzanie w układzie nerwowym.

Układ krążenia: a) układ krwionośny (budowa serca i naczyń krwionośnych, krążenie ustrojowe, krążenie płucne, krążenie wieńcowe, krążenie wrotne, skład krwi, powstawanie komórek krwi w szpiku kostnym – hematopoeza) b) układ limfatyczny (budowa narządów limfatycznych i naczyń limfatycznych, narządy limfatyczne centralne i obwodowe, krążenie limfocytów w układzie limfatycznym, miejsca styku układu limfatycznego z układem krwionośnym, układ odpornościowy); c) śledziona jako narząd krwiolimfatyczny. Układ pokarmowy (budowa, narządy i gruczoły wspomagające trawienie pokarmu: wątroba, trzustka, ślinianki, tkanka limfatyczna związana z błonami śluzowymi układu pokarmowego). Układ oddechowy (budowa płuc i dróg oddechowych, wymiana gazowa w pęcherzykach płucnych, tkanka limfatyczna związana z błonami śluzowymi dróg oddechowych). Układ moczowo-płciowy (budowa układu wydalniczego i układu płciowego, tkanka limfatyczna związana z błonami śluzowymi dróg moczowo-płciowych).

Analiza niepewności pomiarowych i pracownia wstępna

Treści kształcenia: podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa oraz własności rozkładów prawdopodobieństwa najczęściej występujących przy analizowaniu zagadnień fizycznych, interpretacja wyników doświadczalnych i ich porównanie z modelami teoretycznymi, mediana, średnia, średnie odchylenie standardowe, statystyczna interpretacja pomiaru i jego dokładności, wpływ efektów systematycznych na dokładność pomiaru: wprowadzanie poprawek i uwzględnianie dokładności przyrządów przy wyznaczaniu niepewności pomiaru, propagacja małych błędów, metoda najmniejszych kwadratów i jej zastosowania, najczęściej stosowane metody statystycznego testowania hipotez.

Wnioskowanie statystyczne

Treści kształcenia: Prawdopodobieństwo: zdarzenia niezależne, zmienna losowa. Gęstość prawdopodobieństwa, wartość oczekiwana, wariancja. Rozkłady: płaski, dwumianowy, Poissona, Gaussa. Centralne twierdzenie graniczne. Weryfikacja hipotez statystycznych. Test t Studenta i χ^2 . Repróbkowanie (Resampling statistics), bootstrap. Testy permutacyjne. Pobieranie próby, statystyka. Estymatory: nieobciążone i konsyistentne. Metoda największej wiarygodności. Rozkład Studenta, F , dwuwymiarowy rozkład normalny. Korelacja, macierz kowariancji. Regresja liniowa. Analiza wariancji jednej (ANOVA) i wielu zmiennych (MANOVA). Twierdzenie Bayesa i bayesowska szkoła statystyki. Analiza dyskryminacyjna. Analiza składowych głównych. Analiza skupień. Testy nieparametryczne.

Analiza sygnałów

Treści kształcenia: Systemy liniowe niezmiennicze w czasie (LTI). Szereg i transformata Fouriera, twierdzenie o splocie, funkcja odpowiedzi impulsowej. Procesy stochastyczne, estymacja widma mocy. Twierdzenie Nyquista. Teoria i praktyka konstrukcji filtrów cyfrowych. Zasada nieoznaczoności w analizie sygnałów. Metody czas-częstość: transformata Wignera i problem wyrazów mieszanych (cross-terms), spektrogram, falki (wavelets), matching pursuit. Pojęcie złożoności obliczeniowej algorytmu, notacja $O(\cdot)$, problemy NP-trudne. Podstawowe techniki analizy obrazów.

Pracownia sygnałów bioelektrycznych

Treści kształcenia: zapoznanie z podstawowymi technikami i problemami nieinwazyjnej rejestracji sygnałów bioelektrycznych: EKG, EMG i EEG. Amplitudy biopotencjałów dostępnymi drogami pomiarów nieinwazyjnych. Bezpieczeństwo pacjenta i podstawowe wymagania poprawnej rejestracji. Przetworniki AC, zapis i wizualizacja biomedycznych szeregów czasowych.

Pracownia EEG

Treści kształcenia: Podstawowe techniki elektroencefalografii, dające solidny wstęp zarówno do samodzielnego projektowania eksperymentów jak i standardowej rejestracji: (1) EEG spoczynkowego (2) podstawowych paradygmatów rejestracji potencjałów wywołanych (3) czynności elektrycznej mózgu związanej z bodźcem (event-related brain dynamics, event-related desynchronization ERD and synchronization ERS). Montaż elektrod: układ 10-20, dopuszczalne oporności. Problem artefaktów – minimalizacja na poziomie rejestracji i detekcja w zapisach. Podstawowe metody analizy sygnałów EEG.

Laboratorium EEG

Treści kształcenia: Neurofeedback i podstawy interfejsów mózg-komputer (Brain-Computer Interface, BCI). Zrealizowany samodzielnie pod okiem asystenta projekt, łączący samodzielną rejestrację EEG z zaawansowanymi metodami analizy sygnałów.

Sztuczne sieci neuronowe

Sieci liniowe ADALINE: powierzchnia błędu, uczenie gradientowe, filtrowanie, prognozowanie szeregów czasowych. Perceptron prosty. Nieliniowe sieci wielowarstwowe: metoda wstecznej propagacji błędu. Klasyfikacja przy pomocy sieci warstwowej i ocena jakości sieci neuropodobnych. Modelowanie układów dynamicznych. Sieci hybrydowe o symetrii kołowej (RBF). Klasyfikacja z użyciem sieci Kohonena i sieci RBF. Sieci Hopfielda - pamięć asocjacyjna i problemy optymalizacyjne.

Sygnaly bioelektryczne

Treści kształcenia: Biofizyczne podstawy generacji EEG i MEG – potencjał wewnątrz i zewnątrzkomórkowy pojedynczych neuronów, lokalny potencjał polowy, potencjał warstwy dipolowej, synchronizacja, pola otwarte i zamknięte, powierzchniowe EEG i MEG. Technologiczne aspekty EEG (aparatura, układy elektrod, remontaż, artefakty). Technologiczne aspekty MEG (aparatura, gradiometry, artefakty). Generatory rytmicznej czynności EEG/MEG. Potencjały wywołane (EP) – podstawy generacji i znaczenie diagnostyczne. Zmiany mocy wywołane zdarzeniem (ERD/ERS) – metodologia i interpretacja wyników. Przechwytowa stymulacja mózgu (TMS). Interfejs mózg-komputer. Biofizyczne podstawy generacji EKG i EMG. Technologiczne aspekty EKG i EMG. Znaczenie diagnostyczne i kliniczne EKG i EMG.

Neurobiologia

Treści kształcenia: Poziomy organizacji układu nerwowego, budowa mózgu. Neurony i komórki gładkie – struktura, działanie i funkcje. Błona neuronalna, mechanizmy transportu przez błonę. Generacja i propagacja impulsów elektrycznych. Komunikacja międzyneuronalna – przekaźnictwo objętościowe, elektryczne, chemiczne. Fizjologia zmysłów: zmysły chemiczne, czuciowe, propriocepcja, słuch, wzrok. Fizjologia mięśni i funkcje motoryczne. Autonomiczny układ nerwowy.

Programowanie dla neuroinformatyki

Treści kształcenia: Nauka programowania w języku wysokiego poziomu; w zależności od aktualnych potrzeb i sytuacji na rynku pracy, Java lub C++. Analiza wybranych pakietów oprogramowania dostępnych na zasadach Open Source.

Wstęp do technologii baz danych

Treści kształcenia: Zapoznanie z podstawowymi cechami systemów baz danych i głównymi stosowanymi współcześnie architekturami systemów baz danych, ze szczególnym uwzględnieniem relacyjnych systemów zarządzania bazami danych (RDBMS); oraz narzędziami służącymi do projektowania, implementacji i zarządzania bazami danych. Ćwiczenia obejmują m.in. elementy języka SQL (strukturalny język zapytań) oraz zagadnienia udostępniania informacji w Internecie i intranetach.

Pracownia technik pomiarowych i podstaw fizyki

Treści kształcenia: Elektryczność: Generator i oscyloskop. Obwody RC i RL. Pomiar charakterystyk częstotściowych układów całkujących i różniczkujących. Przebiegi harmoniczne i przebiegi prostokątne. Obwód RLC. Pomiar charakterystyk amplitudowych i fazowych. Pomiar za pomocą oscyloskopu. Układ oscylacji tłumionych. Wyznaczanie charakterystyki statycznej diody prostowniczej, diody świecącej i diody Zenera. Pomiar charakterystyki tranzystora. Generowanie zmiennego liniowo zasilania układu elektrycznego. Badanie charakterystyk napięciowych i częstotściowych wzmacniacza tranzystorowego w układzie wspólnego emitera. Wyznaczanie punktu pracy tranzystora. Optyka: Wyznaczanie ogniskowych soczewek i układów soczewek. Doświadczenie Younga. Badanie widm próbek gazowych przy pomocy spektrometru. Interferencyjny pomiar krzywizny soczewki (pierścienie Newtona). Wyznaczenie współczynnika załamania rutylu dla promienia zwyczajnego i nadzwyczajnego metodą kąta najmniejszego odchylenia przy użyciu spektrometru. Wyznaczanie współczynnika załamania interferometrem Michelsona. Wyznaczanie długości fali w mikrofalowym interferometrze Michelsona. Drgania: Badanie wahadeł sprzężonych. Badanie drgań struny. Badanie drgań poprzecznych pręta. Wyznaczanie prędkości dźwięku w powietrzu. Ciepło: Badanie promieniowania różnych ciał w funkcji temperatury (wyznaczanie stałej Stefana Boltzmanna). Wyznaczanie przewodnictwa cieplnego miedzi. Wyznaczanie ciepła topnienia lodu. Wyznaczanie ciepła właściwego ciał stałych.

Pracownia fizyczna i elektroniczna

Treści kształcenia: Pracownia fizyczna: Wyznaczanie grubości cienkiej warstwy krzemu metodami optycznymi. Wyznaczanie przewodnictwa właściwego i stałej Halla dla półprzewodników. Wyznaczanie przerwy energetycznej InSb. Badanie skręcenia płaszczyzny polaryzacji mikrofal o długości 3 cm pod wpływem pola magnetycznego (efekt Faradaya). Badanie polaryzacji fal elektromagnetycznych (światła i mikrofal o długości 3 cm). Mikrofalowe doświadczenie Younga. Statystyka zliczeń promieniowania jądrowego przy pomocy licznika Geigera-Müllera. Wyznaczanie stężenia radonu w powietrzu

Pracownia Elektroniczna: Kurs jest nastawiony przede wszystkim na problemy elektroniki stosowanej w laboratoriach fizycznych (techniki poprawy stosunku sygnału do szumu, detekcja selektywna pod względem częstości, detekcja fazowa, analiza kształtu sygnału, metody elektroniki jądrowej). Program wykładu obejmuje: podstawy cyfrowych układów scalonych, zastosowania komputera w eksperymencie, analogowe układy scalone (wzmacniacze operacyjne, stabilizatory), problemy szumów i zakłóceń. Zajęcia praktyczne w części związanej z badaniami charakterystyk wzmacniacza operacyjnego wykonywane są przez studentów z użyciem systemów pomiarowych kontrolowanych przez komputer (oscylloskopy cyfrowe, cyfrowe syntezy sygnału). Ćwiczenie z komputerowym systemem kontrolno-pomiarowym pozwala zapoznać się ze standardowymi pakietami numerycznego sterowania pomiarami specjalistycznymi. W trakcie zajęć poruszane są także problemy interpretacji wyników doświadczalnych i porównania ich z przewidywaniami modelowymi.