

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Dozymetria promieniowania niejonizującego

Rok akademicki: 2017/2018 Kod: JFM-2-102-DE-s Punkty ECTS: 5

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Fizyka Medyczna Specjalność: Dozymetria i elektronika w medycynie

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 1

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: dr hab. Matuszak Zenon (Zenon.Matuszak@fis.agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr inż. Matusiak Katarzyna (Katarzyna.Matusiak@fis.agh.edu.pl)
dr hab. inż. Jung Aleksandra (Aleksandra.Jung@fis.agh.edu.pl)
dr hab. Matuszak Zenon (Zenon.Matuszak@fis.agh.edu.pl)

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student posiada wiedzę o promieniowaniu elektromagnetycznymi, falach ultradźwiękowych i ich oddziaływaniach z organizmami. O sposobach pomiaru podstawowych wielkości fizycznych oraz teoretycznym opisie oddziaływania w/w promieniowań z materią.	FM2A_W20, FM2A_W03, FM2A_W06, FM2A_W01, FM2A_W02	Kolokwium, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W002	Student posiada wiedzę o zastosowaniach biomedycznych w/w promieniowań- w diagnostyce i terapii. Zna podstawy fizyczne oraz biofizyczne norm bezpieczeństwa ustalonych dla ultradźwięków, promieniowania elektromagnetycznego oraz UV-VIS	FM2A_W20, FM2A_W15, FM2A_W04, FM2A_W13, FM2A_W02	Kolokwium, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności			

M_U001	Student potrafi posługiwać się aparaturą pomiarową rozumiejąc związek wykonywanych czynności pomiarowych z teorią oraz zastosowaniami.	FM2A_U01, FM2A_U08, FM2A_U06, FM2A_U07, FM2A_U09, FM2A_U02	Aktywność na zajęciach, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Student potrafi prawidłowo opracować dane pomiarowe doświadczenia dozymetrycznego. Samodzielnie wskazać wielkości fizyczne, które należy wyznaczyć by opisać badane zjawisko oddziaływania promieniowania z ośrodkiem.	FM2A_U03, FM2A_U06, FM2A_U07, FM2A_U09	Aktywność na zajęciach, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Student zna i potrafi stosować podstawowe techniki obliczeniowe dla wielkości dozymetrycznych promieniowania niejonizującego w najprostszych przypadkach	FM2A_U10, FM2A_U08	Kolokwium, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student potrafi konstruktywnie współpracować w zespole wykonującym ćwiczenie laboratoryjne	FM2A_K02, FM2A_K06	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_K002	Student angażuje się w dyskusję w grupie, jak również z prowadzącym, i potrafi dobrze sformułować swoje argumenty.	FM2A_K02, FM2A_K06, FM2A_K07	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student posiada wiedzę o promieniowaniu elektromagnetycznymi, falach ultradźwiękowych i ich oddziaływaniach z organizmami. O sposobach pomiaru podstawowych wielkości fizycznych oraz teoretycznym opisie oddziaływania w/w promieniowań z materią.	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Student posiada wiedzę o zastosowaniach biomedycznych w/w promieniowań- w diagnostyce i terapii. Zna podstawy fizyczne oraz biofizyczne norm bezpieczeństwa ustalonych dla ultradźwięków, promieniowania elektromagnetycznego oraz UV-VIS	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi posługiwać się aparaturą pomiarową rozumiejąc związek wykonywanych czynności pomiarowych z teorią oraz zastosowaniami.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi prawidłowo opracować dane pomiarowe doświadczenia dozymetrycznego. Samodzielnie wskazać wielkości fizyczne, które należy wyznaczyć by opisać badane zjawisko oddziaływania promieniowania z ośrodkiem.	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student zna i potrafi stosować podstawowe techniki obliczeniowe dla wielkości dozymetrycznych promieniowania niejonizującego w najprostszych przypadkach	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student potrafi konstruktywnie współpracować w zespole wykonującym ćwiczenie laboratoryjne	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student angażuje się w dyskusję w grupie, jak również z prowadzącym, i potrafi dobrze sformułować swoje argumenty.	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

1. Wprowadzenie do teorii pomiaru (1 godz.)

2. Wprowadzenie do fizyki drgań (2 godz.)

- Oscylator liniowy: swobodny, tłumiony.
- Oscylator harmoniczny tłumiony z wymuszeniem.
- Rezonans, krzywa rezonansowa, współczynnik dobroci, absorpcja i dyspersja.
- Reakcja na impuls. Transformata Fouriera.

- Analogia elektryczno-mechaniczna.

3.Wprowadzenie do fizyki ruchu falowego(3 godz.)

- Oscylatory sprzężone. Współrzędne normalne.
- Jednowymiarowe równanie falowe. Pojęcie fali. Rodzaje fal.
- Odbicie i transmisja fali. Impedancja falowa. Energia modów.

4. Fale elektromagnetyczne(2 godz.)

- Podstawy elektrodynamiki. Równania Maxwella.
- Praca i moc w polu elektromagnetycznym. Wektor Poyntinga.
- Równanie falowe. Fala elektromagnetyczna płaska- energia i pęd.
- Fala elektromagnetyczna na granicy ośrodków – odbicie, załamanie, dyspersja.

5. Promieniowanie optyczne (2 godz.)

- Wielkości radiometryczne i fotometryczne.
- Podstawowe źródła promieniowania optycznego i ich charakterystyka. Lasery.
- Detektory promieniowania optycznego: oko, detektory termiczne i fotonowe.
- Wielkości charakteryzujące detektory optyczne. Optyczny tor pomiarowy.

6. Oddziaływanie promieniowania z zakresu UV-VIS z materią (2 godz.)

- Absorpcja, rozproszenie, fluorescencja.
- Równanie transportu promieniowania. Prawo Lamberta-Beera.

7. Oddziaływanie promieniowania z zakresu UV-VIS z tkankami (4 godz.)

- Charakterystyka optyczna komórek i tkanek. Metody pomiarowe.
- Oddziaływanie promieniowania UV-VIS z tkankami
- Podstawowe metody diagnostyczne i terapeutyczne wykorzystujące promieniowanie optyczne.
- Normy prawne i zasady bezpieczeństwa pracy z promieniowaniem UV-VIS.

8. Promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu radioczęstości i mikrofal (4 godz.)

- Źródła i detektory pól elektromagnetycznych wysokich częstości
- Oddziaływanie pól elektromagnetycznych z materią. Przenikalność elektryczna. Relaksacja.
- Własności dielektryczne komórek i tkanek. Bioelektrolity w polach zmiennych.
- Dozymetria pól elektromagnetycznych. Rola własności dielektrycznych i geometrii. SAR.

- Generacja ciepła. Równanie bio ciepła (bioheat equation)

- Dozymetria pól dalekich i bliskich

- Medyczne zastosowania pól wysokiej częstości – terapia elektromagnetyczna i hipertermia

- Normy prawne i zasady bezpieczeństwa pracy z promieniowaniem elektromagnetycznym wysokich częstości

9. Stałe i wolnozmiennie pola elektryczne i magnetyczne (4 godz.)

- Bioelektrochemia. Dielektryki i przewodnictwo elektrolityczne. Polaryzacja i prądy jonowe.
- Elektrody i biosensory elektrochemiczne. Elektroporacja i elektrofuzja.
- Metody rejestracji naturalnych sygnałów bioelektrycznych. Schematy zastępcze dla tkanek
- Elektroterapia: elektroliza, elektroforeza, jontoforeza.

10. Ultradźwięki (4 godz.)

- Fala ultradźwiękowa. Propagacja ultradźwięków w cieczech ciałach stałych. Impedancja akustyczna.
- Wytwarzanie i rejestracja fal ultradźwiękowych. Metody pomiarowe parametrów fali akustycznej.

- Charakterystyka ultradźwiękowa tkanek.
- Efekty biologiczne fal ultradźwiękowych. Kawitacja.
- Zastosowanie medyczne ultradźwięków: obrazowanie akustyczne, metody dopplerowskie.
- Zasady bezpieczeństwa pracy z ultradźwiękami. Normy prawne.

Ćwiczenia laboratoryjne

1. Wyznaczanie prędkości fali ultradźwiękowej w wodzie destylowanej oraz roztworach silnych elektrolitów w zależności od temperatury (4 godz.).

Efekty kształcenia:

- Student zna metody generacji fal ultradźwiękowych oraz pomiaru prędkości fal ultradźwiękowych
- Student potrafi opisać zachowanie fali ultradźwiękowej w cieczy i zinterpretować pomiar
- Potrafi obliczyć liczę hydratacji jonu na podstawie pomiarów

2. Badanie własności magnetostrykcyjnego generatora ultradźwięków oraz efektów fizycznych działania ultradźwięków o dużej amplitudzie (4 godz.).

Efekty kształcenia:

- Student potrafi zmierzyć podstawowe parametry generatora magnetostrykcyjnego i obliczyć częstotliwość rezonansową
- Student potrafi wyjaśnić rolę impedancji akustycznej w propagacji ultradźwięków.
- Student zna i umie wyjaśnić efekt kawitacyjny.

3. Moc i skutki termiczne silnych pól mikrofalowych (4 godz.)

Efekty kształcenia:

- Student potrafi obliczyć rozkład pola stojącej elektromagnetycznej w rezonatorze prostopadłościennym
- Student umie zmierzyć rozkład pola elektromagnetycznego w obszarze zamkniętym i porównać z obliczeniami
- Student potrafi opisać działanie podstawowych źródeł i detektorów promieniowania mikrofalowego
- Student potrafi wyznaczyć moc promieniowania absorbowanego w cieczach i zinterpretować wyniki

4. Wyznaczenie elektronowych widm absorpcyjnych barwników naturalnych i syntetycznych. Prawo Lamberta-Beera-Bourgera (4 godz.)

Efekty kształcenia:

- Student potrafi wyznaczać widma absorpcyjne i rozumie rolę wpływu metody pomiarowej (niepewności pomiarowych) na uzyskiwane wyniki.
- Student potrafi interpretować proste widma absorpcyjne różnych związków i wyznaczać ich stężenia.
- Student rozumie rolę podstawowych wielkości optycznych tkanek i jak one wpływają na transport światła w tkankach

5. Badanie widm fluorescencji związków naturalnych, syntetycznych i fotouczulaczy (4 godz.)

- Student potrafi wyznaczyć widma fluorescencyjne związków i rozumie związek pomiędzy ich budową a zdolnością do emisji światła
- Student potrafi określić stężenie związku na podstawie widm fluorescencji
- Student potrafi mierzyć natężenia światła i stosować jednostki radiometryczne do opisu toru optycznego i propagacji światła

6. Badanie widm odbicia stałych substancji barwnych (4 godz.)

- Student potrafi wyznaczać widma odbiciowe i rozumie rolę faktury powierzchni w ich powstawaniu
- Student potrafi wyznaczyć stężenie związku na podstawie pomiarów roztworów

stałych oraz roztworów ciekłych nieprzezroczystych. Rozumie rolę rozproszenia w procesach transportu światła w środowiskach nieprzezroczystych.

• Student potrafi obliczyć składowe trójkolorowe i określić kolor próbki

7. Konduktometria i miareczkowanie potencjometryczne (4 godz.)

• Student potrafi zmierzyć przewodnictwo elektrolityczne i wyznaczyć na tej podstawie stężenia jonów. Rozumie zjawiska towarzyszące przepływowi jonów w polach stałych i zmiennych.

• Student zapoznał się zasadami pomiaru stałych napięć, potrafi wyznaczać stężenia jonów metodami miareczkowania potencjometrycznego zużyciem elektrod jonoselektywnych.

Ćwiczenia projektowe

Przewidziana jest realizacja **dwu krótkich projektów**, które winien zrealizować każdy student.

Projekt pierwszy jest projektem o charakterze rachunkowym lub symulacyjnym i ma na celu uzyskanie sprawności w obliczeniach podstawowych wielkości dozymetrycznych charakteryzujących omawiane rodzaje promieniowania. Efekt kształcenia: student potrafi samodzielnie obliczyć podstawowe wielkości dozymetryczne

Projekt drugi, w którym student dokładniej opracuje wybraną metodę dozymetryczną posługując się danymi literaturowymi podającymi parametry tkanek właściwe dla opracowywanej w projekcie metody diagnostycznej lub terapeutycznej.

Efekt kształcenia: student potrafi obliczyć podstawowe wielkości fizyczne dla konkretnej metody posługując się danymi literaturowymi.

Sposób obliczania oceny końcowej

Oceny z ćwiczeń laboratoryjnych (L), projektu (P) oraz ocena opanowania materiału wykładu w formie kolokwium zaliczeniowego (Z) obliczane są następująco: procent uzyskanych punktów przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

Ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z zaliczenia (Z), z ćwiczeń laboratoryjnych (L) oraz projektu (P):

$$OK = 0.4 \times Z + 0.4 \times L + 0.2 \times P$$

Uzyskanie pozytywnej oceny końcowej (OK) wymaga uzyskania pozytywnej oceny z ćwiczeń projektowych (P), kolokwium zaliczeniowego (Z) i ćwiczeń laboratoryjnych (L).

Ocena C,L lub Z uzyskana w drugim terminie nie może być wyższa niż 4.0.

Ocena C,L lub Z uzyskana w trzecim terminie nie może być wyższa niż 3.0.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Nie podano wymagań wstępnych lub dodatkowych.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

- A. Śliwiński, Ultradźwięki i ich zastosowanie, WNT, W-wa, 1993
- A. Juskiewicz, J. Antosiewicz, Spektroskopia ultradźwiękowa w biofizyce molekularnej, w. Biospektroskopia, p. red. J. Twardowskiego., PWN, W-wa, 1990.
- A.S. Presman, Pola elektromagnetyczne a żywa przyroda, PWN, W-wa., 1971
- M. Zahn, Pole elektromagnetyczne, PWN, W-wa, 1989
- R. Litwin, R. Suski, Technika mikrofalowa, WNT, W-wa, 1972
- S. Paszyc, Podstawy Fotochemii, PWN, W-wa, 1992
- Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT, W-wa, 2001
- H. Podbielska, A. Sieroń, W. Stręk, Diagnostyka i terapia fotodynamiczna. Wrocław, Elsevier & Partner, 2004.
- Red. M. Nałęcz, Fizyka medyczna, tom 8, Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, , Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, W-wa 2002.

- B.H. Brown et al, Medical Physics and Biomedical Engineering, Bristol and Philadelphia, Institute of Physics Publishing, 1999
- Red. F.Jaroszyk, Biofizyka., Wydawnictwo Lekarskie PZWL, W-wa, 2001.
- A.V. Vorst, A. Rosen, Y. Kotsuka, RF/Microwave interaction with biological tissues. Hoboken, IEEE Press, Wiley Interscience, 2006.
- Nowicki, Wstęp do ultrasonografii-podstawy fizyczne i instrumentacja., Medipage, W-wa 2003.
- A. Nowicki, Diagnostyka ultradźwiękowa-Podstawy fizyczne ultrasonografii i metod dopplerowskich., MAKMed, W-wa 2000.
- K. Meyer-Waareden , Wprowadzenie do biologicznej i medycznej techniki pomiarowej, WKŁ, W-wa, 1980.
- J.Koryta, J. Dvořák, V. Boháčková, Elektrochemia, PWN, W-awa 1980.

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Nie podano dodatkowych publikacji

Informacje dodatkowe

I – Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Ćwiczenia projektowe:

Nieobecność na jednych ćwiczeniach zajęciach wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału. Nieobecność na więcej niż jednych zajęciach wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału i jego zaliczenia w formie pisemnej w wyznaczonym przez prowadzącego terminie lecz nie później jak w ostatnim tygodniu trwania zajęć. Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż 20% zajęć i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości wyrównania zaległości.

Ćwiczenia laboratoryjne:

Pod koniec semestru przewidziany jest dodatkowy termin ćwiczeń (ogłaszany 2 tygodnie wcześniej na tablicy ogłoszeń i przez prowadzących), w którym można wykonać pomiary, których student z przyczyn losowych nie mógł wykonać w pierwotnym terminie. Studenci mogą wówczas odrabiać ćwiczenia po uprzednim uzyskaniu zgody prowadzącego zajęcia w jego grupie oraz odpowiedzi z części teoretycznej, potwierdzonej wpisem do protokołu.

Obecność na wykładzie: zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	30 godz
Wykonanie projektu	14 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	28 godz
Przygotowanie do zajęć	28 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe z nauczycielem	14 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	144 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS