



Poz. 276

**UCHWAŁA NR 18/2019/2020**  
**RADY DYDAKTYCZNEJ DLA KIERUNKÓW STUDIÓW ASTRONOMIA,**  
**EUROPEJSKIE STUDIA OPTYKI OKULAROWEJ I OPTOMETRII, FIZYKA,**  
**NAUCZANIE FIZYKI, OPTOMETRIA, PHYSICS (STUDIES IN ENGLISH),**  
**ZASTOSOWANIA FIZYKI W BIOLOGII I MEDYCYNIE, GEOFIZYKA W GEOLOGII,**  
**INŻYNIERIA NANOSTRUKTUR**

z dnia 30 kwietnia 2020 r.

**w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku studiów**  
**zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, drugiego stopnia**

Na podstawie § 68 ust. 2 Statutu Uniwersytetu Warszawskiego (Monitor UW z 2019 r. poz. 190) oraz § 5 ust. 1 pkt. 8 Regulaminu Studiów na Uniwersytecie Warszawskim (Monitor UW z 2019 r. poz. 186) Rada Dydaktyczna Wydziału Fizyki postanawia, co następuje:

§ 1

1. Formułuje się szczegółowe zasady dyplomowania na kierunku studiów zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, drugiego stopnia.
2. Zasady, o których mowa w ust. 1, stanowią załącznik nr 1 do uchwały.

§ 2

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący rady dydaktycznej:  
K. Turzyński

## **Szczegółowe zasady dyplomowania dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, drugiego stopnia**

### **§1**

#### **Postanowienia ogólne**

Użyte w niniejszych Szczegółowych zasadach dyplomowania dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, drugiego stopnia określenia oznaczają:

- 1) APD – Archiwum Prac Dyplomowych Uniwersytetu Warszawskiego,
- 2) KJD – kierownik jednostki dydaktycznej organizującej kierunek studiów,
- 3) Rada Dydaktyczna – rada dydaktyczna, do której przyporządkowany jest kierunek studiów,
- 4) Regulamin studiów – Regulamin Studiów na Uniwersytecie Warszawskim (Monitor UW z 2019 r., poz. 186)
- 5) UW – Uniwersytet Warszawski

#### **I. Szczegółowe zasady przygotowania i oceny pracy dyplomowej**

### **§2**

#### **Zasady i procedury wyboru kierującego pracą dyplomową**

1. Do kierowania przygotowaniem prac magisterskich upoważnieni są nauczyciele akademicki mający co najmniej stopień naukowy doktora.
2. Osoby spoza UW mogą współkierować przygotowaniem prac magisterskich pod warunkiem upoważnienia przez Radę Dydaktyczną, przy jednoczesnym powołaniu uprawnionego nauczyciela akademickiego do pełnienia funkcji kierującego pracą.
3. W danym roku akademickim nauczyciel akademicki może kierować nie więcej niż pięcioma pracami dyplomowymi realizowanymi na UW. W uzasadnionych przypadkach Rada Dydaktyczna może wyrazić zgodę na zwiększenie tej liczby.
4. Student może wybrać kierującego pracą dyplomową spośród nauczycieli akademickich zatrudnionych na Uniwersytecie Warszawskim spełniających kryteria, o których mowa w ust. 1 i ust. 3.
5. Student może przedłożyć Przewodniczącemu Rady Dydaktycznej wniosek o upoważnienie osoby, o której mowa w ust. 2, do współkierowania przygotowaniem pracy dyplomowej.
6. Zmiana kierującego pracą dyplomową wymaga zgody KJD.

### **§3**

#### **Zasady i procedury wyboru tematu pracy dyplomowej**

1. Temat pracy magisterskiej jest formułowany przez kierującego pracą z uwzględnieniem zainteresowań i przygotowania studenta.
2. W przypadku, o którym mowa w §2 ust. 5, wniosek zawiera propozycję tematu pracy magisterskiej.

3. Student przekazuje KJD deklarację wyboru kierującego pracą i tematu pracy magisterskiej, podpisaną przez kierującego pracą, w terminie jednego miesiąca od rozpoczęcia semestru, w którym realizowana jest praca magisterska.
4. Student przekazuje Przewodniczącemu Rady Dydaktycznej wnioski, o którym mowa w §2 ust. 5, w terminie jednego miesiąca od rozpoczęcia semestru, w którym realizowana jest praca magisterska.
5. W uzasadnionych przypadkach KJD może wyrazić zgodę na złożenie deklaracji, o której mowa w ust. 3, lub wniosku, o którym mowa w ust. 4, w terminie późniejszym.
6. Zmiana tematu pracy dyplomowej wymaga zgody KJD, z zastrzeżeniem §4 ust. 1.

#### **§4**

#### **Zasady i procedury zatwierdzania tematów prac dyplomowych**

1. Rada Dydaktyczna zatwierdza tematy prac dyplomowych:
  - 1) w przypadku, o którym mowa w §2 ust. 1, gdy osoba kierująca pracą dyplomową jest zatrudniona na stanowisku badawczym lub badawczo-dydaktycznym i prowadzi badania naukowe w dyscyplinie innej niż nauki fizyczne, nauki chemiczne, nauki biologiczne, nauki medyczne lub nauki o zdrowiu,
  - 2) w przypadku, o którym mowa w §2 ust. 1, gdy osoba kierująca pracą dyplomową jest zatrudniona na stanowisku dydaktycznym,
  - 3) w przypadku, o którym mowa w §2 ust. 2, przy czym upoważnienie Rady Dydaktycznej do współkierowania pracą, powołanie uprawnionego nauczyciela akademickiego do pełnienia funkcji kierującego pracą i zatwierdzenie tematu pracy odbywa się łącznie.
  - 4) w przypadku, gdy kierujący pracą pełni funkcję kierującego pracą w odniesieniu do pięciu lub więcej prac dyplomowych realizowanych na UW, przy czym zgoda, o której mowa w §2 ust. 3 i zatwierdzenie tematu pracy odbywa się łącznie.
2. KJD przedstawia Radzie Dydaktycznej wykaz tematów prac magisterskich niewymagających zatwierdzenia przez Radę Dydaktyczną.

#### **§5**

#### **Wymagania merytoryczne wobec pracy dyplomowej**

1. Praca magisterska dowodzi umiejętności prowadzenia badań naukowych w dyscyplinie nauki fizyczne lub interdyscyplinarnych badań naukowych, łączących nauki fizyczne z co najmniej jedną z dyscyplin: nauki chemiczne, nauki biologiczne, nauki medyczne, nauki o zdrowiu.
2. Umiejętność prowadzenia badań naukowych, o której mowa w ust. 1, może być w szczególności stwierdzona na podstawie:
  - 1) zaangażowania w badania naukowe, w tym prowadzone przez kierującego pracą lub
  - 2) omówienia w oparciu o istniejącą literaturę problemu badawczego w dyscyplinie nauki fizyczne lub na pograniczu dyscypliny nauki fizyczne i co najmniej jednej z dyscyplin: nauki chemiczne, nauki biologiczne, nauki medyczne, nauki o zdrowiu.

## §6

### Wymagania formalne wobec pracy dyplomowej

1. Praca magisterska może być przygotowana w języku polskim lub angielskim.
2. Praca magisterska powinna zawierać:
  - 1) uzasadnienie wyboru problematyki i usytuowanie tematu pracy w szerszej perspektywie dziedziny, której dotyczy praca,
  - 2) opis metod badawczych i uzyskanych wyników,
  - 3) podsumowanie wyników i płynące z nich wnioski.
3. Gotowa praca magisterska powinna złożona przez studenta:
  - 1) w formie elektronicznej – w APD w postaci pliku PDF,
  - 2) w formie papierowej – w Sekcji ds. obsługi studiów w postaci zbindowanego dokumentu wydrukowanego dwustronnie, z wyjątkiem pierwszych trzech stron, które drukuje się jednostronnie.
4. Wraz z pracą magisterską student dostarcza propozycje osiągnięć do uwzględnienia w suplemencie do dyplomu, w języku polskim i angielskim.

## §7

### Zadania kierującego pracą dyplomową

Kierujący pracą magisterską:

- 1) formułuje koncepcję pracy,
- 2) sprawuje opiekę merytoryczną nad studentem przygotowującym pracę,
- 3) wspiera studenta w prowadzeniu badań naukowych,
- 4) czuwa nad dostępem studenta do odpowiednich narzędzi badawczych i literatury.

## §8

### Kryteria oceny pracy dyplomowej

1. Oceny pracy dyplomowej dokonuje kierujący pracą oraz co najmniej jeden recenzent. Recenzenta wyznacza KJD.
2. W przypadku, gdy kierujący pracą magisterską nie prowadzi badań naukowych w dyscyplinie nauki fizyczne, recenzent musi być nauczycielem akademickim ze stopniem co najmniej doktora, zatrudnionym na stanowisku badawczym lub badawczo-dydaktycznym, prowadzącym badania naukowe w dyscyplinie nauki fizyczne.
3. W przypadku, gdy kierujący pracą magisterską nie ma stopnia naukowego doktora habilitowanego oraz nie jest zatrudniony na stanowisku profesora uczelni lub profesora wizytującego, recenzent musi mieć co najmniej stopień naukowy doktora habilitowanego.
4. Przy ocenie pracy magisterskiej uwzględnia się następujące kryteria:
  - 1) zgodność treści pracy z tematem pracy,
  - 2) poprawność układu pracy,
  - 3) stopień realizacji celu pracy,
  - 4) poprawność uzyskanych wyników,
  - 5) nowatorstwo uzyskanych wyników,
  - 6) dobór i wykorzystanie źródeł literaturowych,
  - 7) poprawność języka pracy.

## **§9**

### **Termin udostępnienia studentom recenzji prac dyplomowych**

1. Recenzje prac dyplomowych są udostępniane studentowi nie później niż na 3 dni przed terminem egzaminu magisterskiego.
2. W przypadku niedotrzymania terminu, o którym mowa w ust. 1, KJD wyznacza nowy termin egzaminu magisterskiego, przypadający nie wcześniej niż 3 dni po udostępnieniu studentowi recenzji prac dyplomowych, z zastrzeżeniem §48 ust. 2 Regulaminu studiów.
3. Na pisemny wniosek studenta KJD może odstąpić od wyznaczenia nowego terminu egzaminu magisterskiego, o którym mowa w ust. 2.

## **§10**

### **Zasady oceny pracy dyplomowej przygotowanej przez więcej niż jednego studenta**

1. Przygotowanie pracy magisterskiej przez więcej niż jednego studenta wymaga zgody Rady Dydaktycznej.
2. Udzielając zgody, o której mowa w ust. 1, Rada Dydaktyczna określa zasady oceny pracy magisterskiej, uwzględniając specyfikę pracy.
3. KJD przedkłada Radzie Dydaktycznej wniosek o zgodę, o której mowa w ust. 1, na podstawie deklaracji, o której mowa w §3 ust. 3.

## **II. Szczegółowe zasady przeprowadzania egzaminu dyplomowego**

### **§11**

#### **Zasady tworzenia komisji egzaminacyjnej**

1. Ogólne zasady tworzenia komisji egzaminacyjnej określa §49 ust. 1-3 Regulaminu studiów.
2. KJD może wyznaczyć nauczycieli akademickich do przewodniczenia komisjom egzaminacyjnym w danym roku akademickim i podać listę tych osób do publicznej wiadomości. Nie ogranicza to uprawnień KJD do wyznaczenia przewodniczącego komisji egzaminacyjnej spośród innych osób.
3. W uzasadnionych przypadkach KJD może powołać członków komisji egzaminacyjnej niepełniących funkcji przewodniczącego, kierującego pracą lub recenzenta.
4. Przestankę do wyznaczenia członków komisji egzaminacyjnej, o której mowa w ust. 3, mogą stanowić w szczególności
  - 1) zaangażowanie w badania naukowe przedstawione w pracy magisterskiej osób innych niż kierujący pracą,
  - 2) interdyscyplinarny charakter pracy magisterskiej,
  - 3) powtórne przystąpienie studenta do egzaminu magisterskiego.

### **§12**

#### **Wymagania merytoryczne na egzamin dyplomowy**

Lista zagadnień na egzamin licencjacki stanowi:

- 1) dla specjalności biofizyka molekularna: załącznik nr 2 do niniejszej uchwały,
- 2) dla specjalności fizyka medyczna załącznik nr 3 do niniejszej uchwały,

- 3) dla specjalności neuroinformatyka: załącznik nr 4 do niniejszej uchwały,
- 4) dla specjalności projektowanie molekularne i bioinformatyka: załącznik nr 5 do niniejszej uchwały.

### **§13**

#### **Procedura przeprowadzenia egzaminu dyplomowego**

1. Egzamin magisterski przeprowadzany jest w obecności wszystkich członków komisji egzaminacyjnej.
2. Egzamin magisterski może odbywać się przy użyciu urządzeń technicznych pozwalających kierującemu pracą, recenzentowi lub członkowi komisji na zdalny udział w egzaminie, z bezpośrednim przekazem obrazu i dźwięku,
3. Egzamin magisterski jest prowadzony przez przewodniczącego komisji egzaminacyjnej, który udziela głosu członkom komisji egzaminacyjnej.
4. Egzamin magisterski jest prowadzony w języku polskim, z zastrzeżeniem, że
  - 1) jeżeli co najmniej jeden z członków komisji egzaminacyjnej nie posługuje się językiem polskim w stopniu wystarczającym do oceny egzaminu magisterskiego, egzamin jest prowadzony w języku angielskim,
  - 2) na pisemny wniosek studenta złożony razem z pracą magisterską komisja egzaminacyjna może zdecydować, że egzamin jest prowadzony w języku angielskim.
5. Prezentacja głównych tez pracy magisterskiej przygotowanej w języku angielskim może być prowadzona w języku angielskim.
6. Podczas egzaminu magisterskiego student przedstawia w formie wypowiedzi ustnej odpowiedzi na trzy pytania:
  - 1) prezentacja głównych tez pracy magisterskiej, która powinna trwać około 10 minut; student może podczas tej części egzaminów wykorzystać przygotowaną wcześniej prezentację komputerową,
  - 2) jedno pytanie dotyczące obszaru badawczego związanego z pracą magisterską, ale nieodnoszące się bezpośrednio do wyników przedstawionych w pracy,
  - 3) jedno pytanie z listy zagadnień na egzamin magisterski stanowiącej:
    - a) załącznik nr 2 do niniejszej uchwały w przypadku studentów specjalności biofizyka molekularna,
    - b) załącznik nr 3 do niniejszej uchwały w przypadku studentów specjalności fizyka medyczna,
    - c) załącznik nr 4 do niniejszej uchwały w przypadku studentów specjalności neuroinformatyka,
    - d) załącznik nr 5 do niniejszej uchwały w przypadku studentów specjalności projektowanie molekularne i bioinformatyka.
7. Pytanie, o którym mowa w ust. 6 pkt 2), jest formułowane przez komisję egzaminacyjną.
8. Określenie pytania, o którym mowa w ust. 6 pkt. 3), odbywa się w drodze losowania.
9. Podczas wypowiedzi studenta członkowie komisji mogą zadawać dodatkowe pytania i wskazówki oraz uściślać wypowiedź, z zastrzeżeniem ust. 1.
10. Po zakończeniu każdej części wypowiedzi studenta członkowie komisji mogą zadawać dodatkowe pytania i formułować uwagi do wypowiedzi, z zastrzeżeniem ust. 1.

11. Ustalenie oceny z egzaminu magisterskiego odbywa się bez obecności studenta.
12. O ocenie z egzaminu magisterskiego student informowany jest bezpośrednio po ustaleniu oceny.
13. W przypadku, o którym mowa w ust. 2, przewodniczący komisji egzaminacyjnej sporządza odpowiednią adnotację w protokole z egzaminu.

### **III. Szczegółowe zasady monitorowania procesu dyplomowania**

#### **§14**

#### **Zasady przeprowadzania analizy recenzji i ocen prac dyplomowych oraz zasady przeprowadzania analizy pytań dyplomowych i ocen z egzaminu dyplomowego**

1. Rada Dydaktyczna powołuje komisję do przeprowadzenia analizy recenzji i ocen prac dyplomowych oraz pytań dyplomowych i ocen z egzaminu dyplomowego.
2. Analiza recenzji i ocen prac dyplomowych oraz pytań dyplomowych i ocen z egzaminu dyplomowego jest przeprowadzana co najmniej raz w roku w odniesieniu do poprzedniego roku akademickiego.
3. Komisja zapoznaje się z dokumentacją związaną pracami magisterskimi i egzaminami magisterskimi co najmniej 10% studentów, którzy przystąpili do egzaminu magisterskiego w roku akademickim podlegającym analizie, w tym z dokumentacją wszystkich prac, dla których:
  - 1) nie został dotrzymany termin, o którym mowa w §9 ust. 1,
  - 2) różnica między najwyższą i najniższą oceną pracy wynosi więcej niż jeden.
4. Komisja przedstawia Radzie Dydaktycznej raport z analizy, o której mowa w ust. 1, odnoszący się w szczególności do:
  - 1) przestrzegania terminu, o którym mowa w §9 ust 1,
  - 2) rzetelności, kompletności i trafności uzasadnienia ocen pracy dyplomowej, wystawionych przez kierującego pracą i recenzenta,
  - 3) zasadność ewentualnych różnic w ocenach pracy dyplomowej, wystawionych przez kierującego pracą i recenzenta
  - 4) przestrzegania zakresu merytorycznego i procedury przeprowadzania egzaminu dyplomowego
5. KJD udziela komisji, o której mowa w ust. 1, informacji umożliwiających przygotowanie raportu.

#### **§15**

#### **Procedury wdrażania działań naprawczych lub doskonalących proces dyplomowania**

1. Na podstawie raportu, o którym mowa w §14 ust. 4, Rada Dydaktyczna formułuje propozycję działań naprawczych lub doskonalących proces dyplomowania.
2. W przypadku stwierdzenia przez Radę Dydaktyczną jednostkowych uchybień związanych z przygotowaniem recenzji i wystawianiem ocen pracy magisterskiej oraz wystawianiem ocen z egzaminu dyplomowego Rada Dydaktyczna przekazuje informacje o uchybieniach KJD oraz kierownikowi jednostki organizacyjnej, w której osoba dopuszczająca się uchybień jest zatrudniona.
3. W przypadku stwierdzenia niedoskonałości systemowych związanych z procesem dyplomowania Rada Dydaktyczna dokonuje zmian w szczegółowych zasadach dyplomowania prowadzących do usunięcia tych niedoskonałości.

4. Raport, o którym mowa w §14 ust. 4, oraz propozycję działań naprawczych lub doskonalących proces dyplomowania, o której mowa w §15 ust. 1-3, Rada Dydaktyczna przesyła do Uniwersyteckiej Rady ds. Kształcenia do końca semestru następującego po roku akademickim będącym przedmiotem analiz przedstawionych w raporcie.



**Lista zagadnień na egzamin magisterski dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, drugiego stopnia, specjalność biofizyka molekularna**

1. Oddziaływania stabilizujące struktury molekularne; relacja między entropią konformacyjną i entalpią swobodną.
2. Analiza zwijania białek i RNA w ujęciu lejka zwijania (*energetic landscape*); błędne zwijanie.
3. Klasyczne pole siłowe i jego uzasadnienie kwantowe.
4. Wyznaczanie struktur przestrzennych biopolimerów w kryształach metodą dyfrakcji rentgenowskiej.
5. Magnetyczny rezonans jądrowy (NMR) w wyznaczaniu struktur przestrzennych biopolimerów w roztworze i ciele stałym.
6. Mikroskopowe metody wyznaczania struktur przestrzennych makromolekuł.
7. Sekwencjonowanie białek i kwasów nukleinowych.
8. Fizyczne podstawy wyznaczania masy cząsteczkowej na podstawie wybranej metody: spektrometria mas, ultrawiórowanie analityczne, elektroforeza.
9. Procesy związane z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego z układem molekularnym i prawdopodobieństwo ich zachodzenia; diagram Jabłońskiego.
10. Rezonansowy transfer energii wzbudzenia elektronowego FRET i jego zastosowanie w badaniu makromolekuł.
11. Wysoceprzepustowa (*high throughput*) analiza proteomu.
12. Badania molekuł *in vivo* w warunkach „załoczenia” molekularnego (*molecular crowding*).
13. Struktura i dynamika błony biologicznej; białka błonowe.
14. Wyznaczanie stałych asocjacji (dysocjacji) kompleksów molekularnych i stałych szybkości kinetyki asocjowania.
15. Komplementarność zasad kwasów nukleinowych i jej znaczenie biologiczne.
16. Modele i parametry charakteryzujące dynamikę ruchów molekularnych oraz metody ich wyznaczania.
17. Modele procesów tworzenia kompleksów molekularnych; białka natywnie rozwinięte.
18. Pojęcia chromoforu (fluoroforu) w spektroskopii UV-VIS i częstości grupowej (charakterystycznej) w spektroskopii w podczerwieni.
19. Eksperymentalne badania pojedynczej makromolekuły (kompleksu).
20. Wyznaczanie struktury chemicznej i właściwości związków bioorganicznych metodami spektroskopowymi.
21. Fizykochemiczne podstawy zmienności genomu: mutagenеза, kancerogenеза, naprawa DNA.
22. Reprezentacje makromolekuł i rozpuszczalnika wodnego w modelowaniu molekularnym.
23. Metody analizy i porównywania sekwencji biopolimerów oraz przykłady ich zastosowań.
24. Komputerowo wspomagane projektowanie leków i miejsce metod modelowania biomolekularnego w procesie uzyskiwania nowych leków.
25. Przykłady analizy i interpretacji wyników symulacji w kontekście danych eksperymentalnych.

26. Modelowanie komputerowe struktur makromolekuł; metody i zastosowania.
27. Kataliza enzymatyczna: podstawy fizyczne, modele molekularne, zastosowania biologiczne.
28. Dokładny opis wiązania peptydowego, czyli przestrzennego sposobu ułożenia dwóch aminokwasów w łańcuchu peptydowym.
29. W modelowaniu molekularnym istnieją dwa podejścia do otrzymania modelu struktury trzeciorzędowej białka na podstawie jego sekwencji aminokwasowej. Podaj główne założenie każdego podejścia, na podstawie którego dana metoda została rozwinięta.
30. Co oznacza, że lek musi być specyficzny i selektywny?

**Lista zagadnień na egzamin magisterski dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, drugiego stopnia, specjalność fizyka medyczna**

1. Układy inercjalne, zasady względności, transformacja Galileusza, transformacja Lorentza i jej konsekwencje.
2. Oddziaływania fundamentalne; nośniki i zasięg oddziaływań, ładunki i charakterystyczne skale energii.
3. Zasady zachowania w fizyce.
4. Zasady dynamiki Newtona i granice ich stosowalności; mechanika klasyczna jako graniczna postać mechaniki kwantowej; nierelatywistyczna mechanika klasyczna jako granica relatywistycznej mechaniki klasycznej.
5. Postulaty mechaniki kwantowej; pomiar, opis stanu układu.
6. Zasada nieoznaczoności Heisenberga.
7. Zasady termodynamiki.
8. Efekt Dopplera: opis zjawiska i zastosowanie w medycynie.
9. Doświadczenia wskazujące na dualizm korpuskularno-falowy.
10. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią.
11. Równania Maxwella w próżni i w materii i ich interpretacja fizyczna.
12. Fale elektromagnetyczne, podstawowe własności.
13. Energia wiązania atomu, energia wiązania jądra atomowego, energie separacji protonu i neutronu w jądrze.
14. Modele budowy atomu.
15. Prawo rozpadu promieniotwórczego; rozpad sekwencyjny.
16. Rozpad alfa i beta: warunki energetyczne, parabole mas.
17. Metody wytwarzania izotopów promieniotwórczych dla medycyny nuklearnej.
18. Otrzymywanie i zastosowanie radiofarmaceutyków do diagnostyki.
19. Fizyczne podstawy tworzenia obrazu diagnostycznego w pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) oraz tomografii emisyjnej pojedynczego fotonu (SPECT).
20. Wytwarzanie promieniowania rentgenowskiego i charakterystyka jego widma.
21. Fizyczne podstawy tworzenia obrazu diagnostycznego w rentgenowskiej tomografii komputerowej.
22. Fizyczne podstawy tomografii magnetycznego rezonansu jądrowego.
23. Skutki biologiczne promieniowania jonizującego.
24. Podstawowe metody dozymetrii biologicznej.
25. Cykl komórkowy i jego etapy; apoptoza i śmierć mitotyczna.
26. Komórkowy test przeżywalności: na czym polega i jakie ma znaczenie; krzywe przeżycia.
27. Model liniowo-kwadratowy w radiobiologii, możliwości i ograniczenia.
28. Liniowy przekaz energii (LET) i względna efektywność biologiczna (RBE) promieniowania: definicje i własności.
29. Radiofarmaceutyki terapeutyczne: wytwarzanie i własności.
30. Podstawowe techniki teleradioterapii, definicje obszarów tarczowych oraz narządów krytycznych.
31. Dozymetria terapeutycznych wiązek promieniowania.
32. Wytwarzanie i własności wiązek fotonowych, elektronowych i protonowych.

**Lista zagadnień na egzamin magisterski dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, drugiego stopnia, specjalność neuroinformatyka**

1. Układy inercjalne, zasady względności, transformacja Galileusza, transformacja Lorentza i jej konsekwencje.
2. Oddziaływania fundamentalne; nośniki i zasięg oddziaływań, ładunki i charakterystyczne skale energii.
3. Zasady zachowania w fizyce.
4. Zasady dynamiki Newtona i granice ich stosowalności; mechanika klasyczna jako graniczna postać mechaniki kwantowej; nierelatywistyczna mechanika klasyczna jako granica relatywistycznej mechaniki klasycznej.
5. Postulaty mechaniki kwantowej; pomiar, opis stanu układu.
6. Zasada nieoznaczoności Heisenberga.
7. Zasady termodynamiki.
8. Efekt Dopplera: opis zjawiska i zastosowanie w medycynie.
9. Doświadczenia wskazujące na dualizm korpuskularno-falowy.
10. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią.
11. Równania Maxwella w próżni i w materii i ich interpretacja fizyczna.
12. Fale elektromagnetyczne, podstawowe własności.
13. Opis potencjalny pola elektrycznego oraz magnetycznego. Równania na potencjały.
14. Rozwinięcie multipolowe potencjału elektrycznego i magnetycznego.
15. Wektor Poyntinga, gęstość energii.
16. Potencjały opóźnione: elektryczny i magnetyczny.
17. Pojęcie dipola prądowego i źródeł prądowych w przewodniku objętościowym.
18. Problem wprost i problem odwrotny w EEG i MEG.
19. Fizyczne podstawy generacji sygnału EEG.
20. Artefakty w EEG — definicja, źródła i podstawy fizyczne
21. Twierdzenie Bayesa, znaczenie, wnioski i zastosowania
22. Analiza wariancji (ANOVA).
23. Problem porównań wielokrotnych w statystyce — konsekwencje i metody przeciwdziałania.
24. Potencjał spoczynkowy błony komórkowej. Równanie Nernsta.
25. Teoria Hodgkina-Huxleya powstawania potencjału czynnościowego.
26. Komunikacja między neuronami — synapsy elektryczne i chemiczne.
27. Rodzaje modeli stosowanych do opisu układów neuronalnych.

**Lista zagadnień na egzamin magisterski dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, drugiego stopnia, specjalność projektowanie molekularne i bioinformatyka**

1. Rozwiązywanie elektronowego równania Schrödingera z wykorzystaniem przybliżonej metody Hartree-Focka-Roothana (SCF-LCAO) dla układów atomowych i molekularnych.
2. Przybliżenie –elektronowe w metodzie Huckela dla równań SCF-LCAO.
3. Metody wyznaczania energii korelacji (post-SCF) dla układów atomowych i molekularnych.
4. Podział energii oddziaływania układów molekularnych w przybliżeniu polaryzacyjnym. Podać przybliżoną interpretację fizyczną poszczególnych wkładów.
5. Mikroskopowy (na atomowym poziomie) opis energii potencjalnej układów (bio)molekularnych i nanoukładów w mechanicznym modelu (bio)molekuł.
6. Gruboziarnisty (na mezoskopowym poziomie) opis energii potencjalnej układów (bio)molekularnych i nanoukładów w mechanicznym modelu (bio)molekuł.
7. Energia wewnętrzna oraz energia swobodna w fizyce statystycznej. Opisać jedną z wybranych metod symulacji pozwalających na wyznaczanie tych energii dla układów atomowych lub molekularnych.
8. Związek stałej równowagi między stabilnymi stanami układów (bio)molekularnych oraz energii swobodnej tych stanów.
9. Szacowanie szybkości przejść pomiędzy stabilnymi stanami strukturalnymi układów (bio)molekularnych z wykorzystaniem modelu Arrheniusa lub jego uogólnień.
10. Podstawy metod dynamiki molekularnej (MD) w badaniach układów (bio)molekularnych i nanoukładów. Opisać symulowane lub obserwowane eksperymentalnie skale czasowe ruchów wewnątrz-molekularnych.
11. Podstawy metod Monte-Carlo (MC) w badaniach układów (bio)molekularnych i nanoukładów. Przykłady zastosowań.
12. Struktura przestrzenna i elektronowa grafenu lub nanorurek (do wyboru) oraz ich potencjalne zastosowania.
13. Wyznaczanie struktur przestrzennych biopolimerów z rozdzielczością atomową na podstawie wybranej metody, eksperymentalnej lub teoretycznej.
14. Współczesne metody wizualizacji 3D oraz wirtualnej rzeczywistości w badaniach układów (bio)molekularnych, nanoukładów i układów (bio)medycznych. Przykłady zastosowań.
15. Równanie Fockera-Plancka – postać, interpretacja i wybrane zastosowania.
16. Problem fazowy w rentgenografii i metody jego rozwiązywania.
17. Podstawy fizyki wiązania wodorowego. Wykorzystanie tej fizyki do opisu komplementarności zasad kwasów nukleinowych.
18. Fizyczne modele otoczenia molekularnego (m.in. roztworu) badanego układu używane w komputerowych symulacjach metodami dynamiki molekularnej lub Monte-Carlo.
19. Metody teoretyczne pozwalające na badania mechanizmów reakcji (bio)chemicznych. Ilustracja zagadnienia na podstawie wybranego przykładu.
20. Porównywanie sekwencji biopolimerów (multiple-alignment) z wykorzystaniem wybranej bioinformatycznej metody. Opisać jej schemat.

21. Zmienność genomu - mutageneza, naprawa DNA i rekombinacja.
22. W jaki sposób można zmienić powinowactwo „molekuły leku” do miejsca jego działania w biomolekularnym „targecie”?
23. Na jakich założeniach opierają się metody komputerowego przewidywania struktury białek?
24. Co to są metody modelowania wielowymiarowych zależności QSAR (Quantitative Structure- Activity Relationship)? Porównać znane metody.
25. Jakie oddziaływania fizyczne decydują o stabilności struktury białka, a jakie o stabilności struktury kwasów nukleinowych ? Opisać te oddziaływania w przybliżony sposób.
26. Opisać procedurę modelowania homologicznego biopolimerów, np. białek.
27. Modelowanie rzeczywistości i projektowanie systemów informacyjnych.
28. Scharakteryzować paradygmaty programowania.
29. Co to oznacza pojęcie "data-mining" ? Wymienić i krótko scharakteryzować metody i algorytmy przetwarzania i analizy dużych zbiorów danych.
30. Jakie wymagania musi spełniać system zarządzający bazą danych? Wymienić i krótko scharakteryzować modele baz danych.

**Formularz recenzji pracy magisterskiej dla kierunku fizyka, stacjonarne, drugiego stopnia**

Pola formularza:

1. zgodność treści pracy z tematem pracy (500 znaków),
2. poprawność układu pracy (500 znaków),
3. stopień realizacji celu pracy (1000 znaków),
4. poprawność uzyskanych wyników (1000 znaków),
5. nowatorstwo uzyskanych wyników (1000 znaków),
6. dobór i wykorzystanie źródeł literaturowych (1000 znaków),
7. poprawność języka pracy (500 znaków).
8. inne uwagi (4000 znaków)
9. ocena (wybór ze skali ocen określonej w §34 ust. 2 Regulaminu studiów)