



Poz. 275

**UCHWAŁA NR 17/2019/2020**  
**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, pierwszego 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, pierwszego 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 zastosowanie fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, pierwszego  
stopnia**

**§1**

**Postanowienia ogólne**

Użyte w niniejszych Szczegółowych zasadach dyplomowania dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, pierwszego 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 licencjackich upoważnieni są nauczyciele akademicki mający co najmniej stopień naukowy doktora.
2. Osoby z tytułem zawodowym magistra mogą kierować przygotowaniem prac licencjackich pod warunkiem upoważnienia przez KJD za zgodą Rady Dydaktycznej.
3. Osoby spoza UW mogą współkierować przygotowaniem prac licencjackich pod warunkiem upoważnienia przez Radę Dydaktyczną, przy jednoczesnym powołaniu uprawnionego nauczyciela akademickiego do pełnienia funkcji kierującego pracą.
4. 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.
5. Student może wybrać kierującego pracą dyplomową spośród nauczycieli akademickich zatrudnionych na Uniwersytecie Warszawskim spełniających kryteria, o których mowa w ust. 1 i ust. 4.
6. Student może przedłożyć KJD wniosek o upoważnienie osoby, o której mowa w ust. 2, do kierowania przygotowaniem pracy dyplomowej.
7. Student może przedłożyć Przewodniczącemu Rady Dydaktycznej wniosek o upoważnienie osoby, o której mowa w ust. 3, do współkierowania przygotowaniem pracy dyplomowej.
8. Zmiana kierującego pracą dyplomową wymaga zgody KJD.

### **§3**

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

1. Temat pracy dyplomowej jest formułowany przez kierującego pracą z uwzględnieniem zainteresowań i przygotowania studenta.
2. W przypadkach, o których mowa w §2 ust. 6 i 7, wniosek zawiera propozycję tematu pracy dyplomowej.
3. Student przekazuje KJD deklarację wyboru kierującego pracą i tematu pracy licencjackiej, podpisaną przez kierującego pracą, w terminie jednego miesiąca od rozpoczęcia semestru, w którym realizowana jest praca licencjacka.
4. Student przekazuje Przewodniczącemu Rady Dydaktycznej wniosek, o którym mowa w §2 ust. 7, w terminie jednego miesiąca od rozpoczęcia semestru, w którym realizowana jest praca licencjacka.
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 zgoda Rady Dydaktycznej i zatwierdzenie tematu pracy odbywa się łącznie.
  - 4) w przypadku, o którym mowa w §2 ust. 3, przy czym upoważnienie Rady Dydaktycznej do współkierowania pracą, powołanie uprawnionego nauczyciela akademickiego do pełnienia funkcji kierującego pracą i zatwierdzenie tematu pracy odbywa się łącznie.
  - 5) 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. 4 i zatwierdzenie tematu pracy odbywa się łącznie.
2. KJD przedstawia Radzie Dydaktycznej wykaz tematów prac licencjackich niewymagających zatwierdzenia przez Radę Dydaktyczną.

### **§5**

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

1. Praca licencjacka dowodzi przygotowania do 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. Przygotowanie do prowadzenia badań naukowych, o którym mowa w ust. 1, może być w szczególności stwierdzone 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 licencjacka może być przygotowana w języku polskim lub angielskim.
2. Praca licencjacka 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. Objętość pracy licencjackiej nie powinna przekraczać 30 000 znaków.
4. Gotowa praca licencjacka powinna być 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.
5. Wraz z pracą licencjacką student dostarcza propozycje osiągnięć do uwzględnienia w suplemencie do dyplomu, w języku polskim i angielskim.

## **§7**

### **Zadania kierującego pracą dyplomową**

Kierujący pracą licencjacką:

- 1) formułuje koncepcję pracy,
- 2) sprawuje opiekę merytoryczną nad studentem przygotowującym pracę,
- 3) 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 licencjacką 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. Przy ocenie pracy licencjackiej 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 licencjackiego.
2. W przypadku niedotrzymania terminu, o którym mowa w ust. 1, KJD wyznacza nowy termin egzaminu licencjackiego, 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 licencjackiego, o którym mowa w ust. 2.

### **§10**

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

1. Zespołowa praca licencjacka może być przygotowana przez zespół złożony z trzech studentów.
2. Każdy ze współautorów zespołowej pracy licencjackiej musi być autorem, co najmniej jednego znaczącego rozdziału. W szczególności rozdział opisujący główny wkład danego współautora musi być napisany wyłącznie przez niego. Osoba ta może być także współautorem innych rozdziałów.
3. Zespołowa praca licencjacka musi zawierać rozdział pt. "Określenie wkładu współautorów". W rozdziale tym muszą być wymienieni współautorzy pracy w porządku alfabetycznym według nazwiska wraz z precyzyjnym opisem wkładu każdej osoby w formacie:
  - imię nazwisko,
  - opis wkładu w powstanie wyników przedstawionych w pracy (analiza problemu, przeprowadzenie doświadczeń, opracowanie modelu, stworzenie programu komputerowego, przegląd literatury, wnioski itp.),
  - opis wkładu w przygotowanie tekstu pracy (lista rozdziałów, rysunków, tabel itp.).
4. Każdy znaczący element pracy (rozdział, wykres, rysunek, zdjęcie, tabela itp.) powinien być oznaczony w sposób pozwalający na jednoznaczną identyfikację twórców.
5. Każdy ze współautorów otrzymuje indywidualną ocenę.
6. Do zespołowej pracy licencjackiej nie stosuje się zapisów §6 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. Przesłankę do wyznaczenia członków komisji egzaminacyjnej, o której mowa w ust. 3, mogą stanowić w szczególności
  - 1) zaangażowanie w badania naukowe przedstawione w pracy licencjackiej osób innych niż kierujący pracą,
  - 2) interdyscyplinarny charakter pracy licencjackiej,
  - 3) powtórne przystąpienie studenta do egzaminu licencjackiego.

## **§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 licencjacki przeprowadzany jest w obecności wszystkich członków komisji egzaminacyjnej.
2. Egzamin licencjacki 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 licencjacki jest prowadzony przez przewodniczącego komisji egzaminacyjnej, który udziela głosu członkom komisji egzaminacyjnej.
4. Egzamin licencjacki 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 licencjackiego, egzamin jest prowadzony w języku angielskim,
  - 2) na pisemny wniosek studenta złożony razem z pracą licencjacką komisja egzaminacyjna może zdecydować, że egzamin jest prowadzony w języku angielskim.
5. Prezentacja głównych tez pracy licencjackiej przygotowanej w języku angielskim może być prowadzona w języku angielskim.
6. Podczas egzaminu licencjackiego student przedstawia w formie wypowiedzi ustnej odpowiedzi na trzy pytania:
  - 1) prezentacja głównych tez pracy licencjackiej, która powinna trwać około 10 minut; student może podczas tej części egzaminów wykorzystać przygotowaną wcześniej prezentację komputerową,

- 2) jedno pytanie z części A listy zagadnień na egzamin licencjacki 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,
  - załącznik nr 4 do niniejszej uchwały w przypadku studentów specjalności neuroinformatyka,
  - załącznik nr 5 do niniejszej uchwały w przypadku studentów specjalności projektowanie molekularne i bioinformatyka.
- 3) jedno pytanie z części B listy zagadnień na egzamin licencjacki 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. Określenie pytań, o których mowa w ust. 6 pkt 2) i 3), odbywa się w drodze losowania.
8. W przypadku specjalności biofizyka molekularna oraz projektowanie molekularne i bioinformatyka stosuje się dodatkowo następujące reguły
  - a) jeśli pytanie, o którym mowa w ust. 6 pkt. 2 pochodzi z sekcji I, to pytanie, o którym mowa w ust. 6 pkt. 3 pochodzi z sekcji II,
  - b) jeśli pytanie, o którym mowa w ust. 6 pkt. 2 pochodzi z sekcji II, to pytanie, o którym mowa w ust. 6 pkt. 3 pochodzi z sekcji I.
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 licencjackiego odbywa się bez obecności studenta.
12. O ocenie z egzaminu licencjackiego 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 z pracami licencjackimi i egzaminami licencjackimi co najmniej 10% studentów, którzy przystąpili do

egzaminu licencjackiego 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 licencjackiej 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 licencjacki dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, pierwszego stopnia, specjalność biofizyka molekularna**

**Część A**

**Sekcja I**

1. Model przestrzeni trójwymiarowej.
2. Wielkości wektorowe w fizyce oraz przykłady wykorzystania pojęcia gradientu funkcji.
3. Wyjaśnienie paradoksu Achillesa i żółwia.
4. Zasady dynamiki Newtona.
5. Przykłady wykorzystania pojęcia pochodnej w fizyce.
6. Sposoby obliczania pola powierzchni, objętości, drogi, pracy, środka ciężkości, momentu bezwładności.
7. Zasady zachowania: energii mechanicznej, pędu oraz momentu pędu.
8. Zależność między pracą a drogą w polu sił zachowawczych.
9. I i II zasada termodynamiki.
10. Pojęcia ciepła i pracy oraz energii wewnętrznej.
11. Zależność między zmianami entalpii i entropii w spontanicznych procesach izotermiczno-izobarycznych.
12. Prawo rozkładu Boltzmanna.
13. Omówienie i porównanie procesów relaksacji i rezonansu.
14. Zespół statystyczny i rozkład mikrokanoniczny.
15. Równania Maxwella.
16. Prawo Gaussa i prawo Ampere'a w elektromagnetyzmie.
17. Właściwości elektryczne i magnetyczne materii w ujęciu makroskopowym i mikroskopowym.
18. Odbicie i załamanie fal (elektromagnetycznych lub mechanicznych) na granicy ośrodków.
19. Zjawisko interferencji na przykładzie fal mechanicznych lub elektromagnetycznych.
20. Energia i pęd promieniowania elektromagnetycznego w opisie falowym i kwantowym.
21. Zjawisko indukcji magnetycznej.
22. Model atomu wodoru.

**Sekcja II**

23. Właściwości roztworów elektrolitów, typy reakcji jonowych oraz proces elektrolizy.
24. Związek między strukturą elektronową metali i niemetali a ich właściwościami chemicznymi.
25. Roztwory buforowe i pojęcie pH.
26. Przejścia fazowe w układach jedno- i dwuskładnikowych.

27. Teorie kinetyczne oraz metody wyznaczania parametrów kinetycznych reakcji chemicznych (stała szybkości, rząd reakcji).
28. Różnice między układem idealnym i rzeczywistym (na przykładzie gazu lub roztworu).
29. Stan hybrydyzacji atomu węgla a budowa przestrzenna związków organicznych. Wpływ oddziaływań międzycząsteczkowych na temperatury wrzenia związków organicznych ze szczególnym uwzględnieniem wiązań wodorowych.
30. Właściwości kwasowe związków organicznych na przykładzie kwasu octowego, fenolu i alkoholu etylowego.
31. Wpływ wiązania peptydowego oraz łańcuchów bocznych aminokwasów na strukturę i funkcjonowanie białek.
32. Istotne elementy budowy chemicznej nukleozydów, nukleotydów i kwasów nukleinowych wpływające na ich strukturę i funkcjonowanie.
33. Metody oczyszczania, analizowania i wyznaczania struktury białek i kwasów nukleinowych.
34. Sposoby pozyskiwania i magazynowania energii w komórce.
35. Transport biomolekuł i jonów przez błony komórkowe.
36. Metabolizm i katabolizm; dowolnie wybrany szlak metaboliczny.
37. Kataliza enzymatyczna, jej znaczenie biologiczne, teoria stanu przejściowego, model Michaelisa-Menten.
38. Współczesny podział organizmów żywych na domeny i królestwa. Najważniejsze różnice pomiędzy komórką prokariotyczną a eukariotyczną.
39. Podstawowe założenia teorii ewolucji drogą doboru naturalnego Darwina.
40. Sekrecja białek i ich transport w komórce. Organelle szlaku sekrecyjnego.
41. Cytoskielet komórkowy – jego najważniejsze elementy strukturalne (mikrotubule mikrofilamenty, filamenty pośrednie, białka towarzyszące) i funkcje.
42. Cykl komórkowy komórki eukariotycznej i jego regulacja.
43. Budowa i najważniejsze funkcje błon biologicznych; model płynnej mozaiki dwuwarstwy białkowo-lipidowej.

## **Część B**

### **Sekcja I**

44. Funkcje falowe i równanie Schrödingera. Statystyczna interpretacja funkcji falowej.
45. Stacjonarne równanie Schrödingera. Stany związane i rozproszeniowe. Warunki ciągłości dla funkcji falowych.
46. Rozwiązanie równania Schrödingera dla cząstki w prostokątnej studni potencjału.
47. Kwantowy oscylator harmoniczny.
48. Rozpraszanie na jednowymiarowej barierze potencjału. Zjawisko tunelowe.
49. Pomiar w mechanice kwantowej. Obserwable i operatory. Zasada nieoznaczoności.
50. Orbitalny moment pędu w mechanice kwantowej.
51. Atom wodoropodobny w mechanice kwantowej.

52. Przybliżenie jednoelektronowe w układach wieloelektronowych. Spin i symetria wieloelektronowej funkcji falowej. Wyznacznik Slatera.
53. Metoda pola samouzgodnionego.
54. Rozdzielenie ruchu jąder i elektronów w cząsteczkach na przykładzie molekuly dwuatomowej. Rozdzielnie rotacji i oscylacji, i postać wartości własnych Hamiltonianu molekuly w przybliżeniu harmonicznym.
55. Teoria orbitali molekularnych i jej zastosowanie do prostych cząsteczek. Jon  $H_2^+$ . dwuatomowe cząsteczki homojądrowe. Klasyfikacja orbitali molekularnych.
56. Teoria orbitali molekularnych i jej zastosowanie do prostych cząsteczek. Dwuatomowe cząsteczki heterojądrowe. Moment dipolowy.
57. Teoria orbitali molekularnych i jej zastosowanie do cząsteczek wieloatomowych. Kierunkowość wiązań chemicznych w cząsteczkach.  
Orbitale zhybrydowane na przykładzie molekuł  $H_2O$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$
58. Stan równowagi termodynamicznej, procesy termodynamiczne – definicja, rodzaje, przykłady.
59. Energia wewnętrzna, praca i ciepło. I zasada termodynamiki.
60. Fenomenologiczna i statystyczna definicja entropii. II zasada termodynamiki
61. Potencjały termodynamiczne.
62. Właściwości fizyczne wody.
63. Rodzaje oddziaływań międzycząsteczkowych i ich rola w układach biologicznych.
64. Oddziaływania hydrofobowe – definicja, podstawy molekularne, znaczenie biologiczne.
65. Mikroskopowy i makroskopowy opis dyfuzji.
66. Chromatograficzne i elektroforetyczne metody separacji białek i podstawy fizyczne tych metod.
67. Metody wyznaczania mas cząsteczek biologicznych i podstawy fizyczne tych metod.
68. Typy eksperymentów, które można wykonać metodą ultrawiwiania; podstawy fizyczne.
69. Metody wyznaczania struktury chemicznej lub przestrzennej białek, podstawy fizyczne metod.
70. Podstawy fizyczne spektrometrii mas i możliwości tej metody w zastosowaniu do obiektów biologicznych.
71. Podstawy fizyczne i zastosowanie w badaniach cząsteczek spektroskopii rotacyjnej, oscylacyjnej i oscylacyjno-rotacyjnej.
72. Diagram Jabłońskiego z uwzględnieniem poziomów elektronowych, oscylacyjnych i rotacyjnych. Wyjaśnij zjawiska absorpcji, fluorescencji i fosforescencji w oparciu o diagram Jabłońskiego.
73. Scharakteryzuj czynniki wpływające na wygląd widma  $^1H$  NMR prostej cząsteczki chemicznej. Można omówić na przykładzie widma mrówczanu etylu.

## Sekcja II

74. Jakie są typowe wymiary obiektów, które są przedmiotem zainteresowania biofizyki molekularnej? Podaj przykłady takich obiektów z ich orientacyjnymi wymiarami.
75. Wymień najważniejsze typy polimerów biologicznych i scharakteryzuj ogólną zasadę ich budowy chemicznej. Jakie oddziaływania decydują o ich stabilności?
76. Jakie są najważniejsze, z punktu widzenia funkcjonowania organizmów żywych, molekularne cechy cząsteczek wody? Wymień, opisz i uzasadnij.
77. Przedstaw odkrycia przełomu XIX i XX wieku, które są podstawą współczesnych biofizycznych metod badawczych.
78. Przedyskutuj pojęcia prawidłowego fałdowania i agregacji białek. Dlaczego opisuje się je jako zjawiska konkurencyjne? Co to jest paradoks Levinthala?
79. Podaj przykłady i omów zastosowanie markerów biologicznych w badaniach biofizycznych.
80. Pojęcie genu i genomu. Budowa genomu eukariotycznego, jego elementy składowe.
81. Charakterystyka porównawcza poszczególnych etapów ekspresji genu i jej regulacji u prokariota i eukariota.
82. Dojrzewanie informacyjnego RNA (mRNA) w komórkach eukariotycznych.
83. Etapy klonowania fragmentu DNA w *E. coli* na wektorze plazmidowym.
84. Zastosowanie techniki PCR i jej wariantów w diagnostyce chorób dziedzicznych na wybranych przykładach chorób.
85. Specyficzne, wzajemne rozpoznanie biomolekuł i jego wpływ na stabilność kompleksu.
86. Oddziaływania stabilizujące struktury natywne biopolimerów i ich kompleksów.
87. Hierarchiczny charakter („rzędowość”) struktury biopolimerów na przykładzie białka lub kwasu nukleinowego
88. Metody zwiększenia powinowactwa potencjalnego niskocząsteczkowego leku do miejsca jego wiązania w molekułę białka, będącego molekularnym celem ("targetem").
89. Metody uzyskiwania modeli przestrzennych białka, dla którego znana jest sekwencja aminokwasowa.
90. Konstrukcja, zastosowania i ograniczenia empirycznych pól siłowych klasycznej mechaniki molekularnej.
91. Oddziaływania w białku najbardziej istotne z punktu widzenia stabilności jego struktury.

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

**Część A**

1. Zasady względności Galileusza i Einsteina; układy inercjalne.
2. Jednoczesność zdarzeń i przyczynowość w szczególnej teorii względności.
3. Transformacja Lorentza czasu i położenia i jej konsekwencje (skrócenie Lorentza, dylatacja czasu); przykłady wielkości podlegających transformacji Lorentza podobnie jak czas i położenie (czterowektory).
4. Pęd, energia całkowita i energia wewnętrzna cząstek relatywistycznych.
5. Zasady zachowania w fizyce.
6. Oddziaływania fundamentalne: nośniki i zasięg oddziaływania, ładunki.
7. Zasady dynamiki Newtona i granice ich stosowalności.
8. Niezmienniczość równań Newtona względem transformacji Galileusza.
9. Siły potencjalne i niepotencjalne, przykłady.
10. Prawo powszechnego ciężenia.
11. Rozwiązania równań Newtona ruchu punktu materialnego dla potencjału harmonicznego.
12. Opis ruchu układu punktów materialnych, w tym zagadnienie dwóch ciał i problem Keplera (środek masy i zasada zachowania momentu pędu).
13. Moment bezwładności i zasady dynamiki ruchu bryły sztywnej.
14. Hydrostatyka: ciśnienie, prawo Pascala, prawo Archimedesesa i pływanie ciał.
15. Ładunek elementarny i doświadczenie Millikana.
16. Prawo Coulomba, prawo Gaussa, potencjał pola elektrycznego.
17. Prąd elektryczny, prawo Ohma, rozkład prądu i pola elektrycznego w przewodniku, zasada zachowania ładunku elektrycznego, równanie ciągłości dla prądu.
18. Metale, półprzewodniki.
19. Obwody elektryczne: prawo Ohma i prawa Kirchhoffa.
20. Pole magnetyczne prądu stałego, prawo Biot-Savarta.
21. Siła Lorentza i ruch cząstek naładowanych w polach elektrycznym i magnetycznym.
22. Wyznaczanie stosunku ładunku i masy, spektroskop masowy i wyznaczanie mas atomów (izotopów).
23. Prawo indukcji Faradaya i reguła Lenza.
24. Obwody LC i RLC: drgania, drgania tłumione i wymuszone oraz zjawisko rezonansu.
25. Równania Maxwella.
26. Fale elektromagnetyczne jako rozwiązanie równań Maxwella.
27. Prawa odbicia i załamania fal elektromagnetycznych; współczynnik odbicia, polaryzacja fali odbitej i załamanej (kął Brewstera).
28. Ruch okresowy (parametry); rozkład na drgania proste (analiza Fouriera).
29. Oscylator harmoniczny: drgania swobodne, tłumione i wymuszone oraz zjawisko rezonansu.

30. Rozkład drgań układów o wielu stopniach swobody (np. układu punktów materialnych połączonych sprężynami) na drgania własne.
31. Prawa odbicia i załamania fal na granicy ośrodków.
32. Zjawisko Dopplera dla różnych rodzajów fal (akustycznych i elektromagnetycznych w próżni).
33. Spójność, dyfrakcja i interferencja fal: dyfrakcja na pojedynczej szczelinie, doświadczenie Younga, siatka dyfrakcyjna.
34. Równowaga termiczna i temperatura; skale temperatury.
35. Ciepło, procesy wymiany ciepła.
36. Równanie przewodnictwa cieplnego i zjawiska przewodzenia ciepła w kryształach.
37. Promieniowanie cieplne ciał: współczynniki absorpcji i emisji promieniowania, ciało doskonale czarne, prawo przesunięć Wiena, prawo Stefana-Boltzmanna.
38. Stan równowagi termodynamicznej.
39. Druga zasada termodynamiki i pojęcie entropii.
40. Równanie stanu gazu doskonałego, przemiany gazowe, molowe ciepła właściwe gazów.

## **Część B**

41. Sumy kontrolne. Ogólna idea i przykłady zastosowań.
42. Grafika rastrowa (bitmapy) i wektorowa (obiektoowa) — różnice.
43. Kompresja stratna i bezstratna — różnice i zastosowania.
44. Kryptografia klucza publicznego — ogólna idea, zastosowania i przyszłość.
45. Centralne Twierdzenie Graniczne.
46. Testy nieparametryczne i parametryczne, różnice i kryteria stosowania.
47. Twierdzenie Bayesa.
48. Testy permutacyjne (resampling) i metoda Monte Carlo.
49. Poziom istotności w weryfikacji hipotez statystycznych.
50. Rozkład Poissona.
51. Szereg i transformata Fouriera, harmoniczne.
52. Parametryczne i nieparametryczne metody estymacji widma sygnałów.
53. Twierdzenie Nyquista.
54. Systemy liniowe niezmiennicze w czasie. Filtry częstościowe skończonej (FIR) i nieskończonej (IIR) odpowiedzi impulsowej.
55. Zasada działania lampy rentgenowskiej. Widmo ciągłe i promieniowanie charakterystyczne w promieniowaniu rentgenowskim.
56. Zasada tworzenia obrazu w rentgenowskiej tomografii komputerowej.
57. Zasada tworzenia obrazu w pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) oraz tomografii emisyjnej pojedynczego fotonu (SPECT).
58. Wpływ rozpraszania Comptona oraz efektu fotoelektrycznego na tworzenie obrazów diagnostycznych za pomocą wysokoenergetycznych fotonów.
59. Wykorzystanie zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego do diagnostyki obrazowej.
60. Podstawy fizyczne obrazowania ultrasonograficznego.
61. Budowa i funkcje składników komórki eukariotycznej zwierzęcej.
62. Rodzaje i funkcje tkanek zwierzęcych.
63. Prawo rozpadu promieniotwórczego.
64. Warunki energetyczne rozpadów promieniotwórczych na przykładzie rozpadów beta.

65. Wytwarzanie izotopów promieniotwórczych.
66. Radiofarmaceutyki w diagnostyce i terapii.
67. Skutki biologiczne promieniowania jonizującego.
68. Dawka pochłonięta, dawka równoważna i dawka skuteczna.
69. Detektory promieniowania jonizującego, klasyfikacja i zastosowanie w dozymetrii. Różnica pomiędzy radiometrem a spektrometrem.
70. Naturalne i sztuczne źródła promieniowania jonizującego w środowisku człowieka, dawki graniczne i ochrona radiologiczna.

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

**Część A**

1. Zasady względności Galileusza i Einsteina; układy inercjalne.
2. Jednoczesność zdarzeń i przyczynowość w szczególnej teorii względności.
3. Transformacja Lorentza czasu i położenia i jej konsekwencje (skrócenie Lorentza, dylatacja czasu); przykłady wielkości podlegających transformacji Lorentza podobnie jak czas i położenie (czterowektory).
4. Pęd, energia całkowita i energia wewnętrzna cząstek relatywistycznych.
5. Zasady zachowania w fizyce.
6. Oddziaływania fundamentalne: nośniki i zasięg oddziaływania, ładunki.
7. Zasady dynamiki Newtona i granice ich stosowalności.
8. Niezmienniczość równań Newtona względem transformacji Galileusza.
9. Siły potencjalne i niepotencjalne, przykłady.
10. Prawo powszechnego ciężenia.
11. Rozwiązania równań Newtona ruchu punktu materialnego dla potencjału harmonicznego.
12. Opis ruchu układu punktów materialnych, w tym zagadnienie dwóch ciał i problem Keplera (środek masy i zasada zachowania momentu pędu).
13. Moment bezwładności i zasady dynamiki ruchu bryły sztywnej.
14. Hydrostatyka: ciśnienie, prawo Pascala, prawo Archimedesesa i pływanie ciał.
15. Ładunek elementarny i doświadczenie Millikana.
16. Prawo Coulomba, prawo Gaussa, potencjał pola elektrycznego.
17. Prąd elektryczny, prawo Ohma, rozkład prądu i pola elektrycznego w przewodniku, zasada zachowania ładunku elektrycznego, równanie ciągłości dla prądu.
18. Metale, półprzewodniki.
19. Obwody elektryczne: prawo Ohma i prawa Kirchhoffa.
20. Pole magnetyczne prądu stałego, prawo Biot-Savarta.
21. Siła Lorentza i ruch cząstek naładowanych w polach elektrycznym i magnetycznym.
22. Wyznaczanie stosunku ładunku i masy, spektroskop masowy i wyznaczanie mas atomów (izotopów).
23. Prawo indukcji Faradaya i reguła Lenza.
24. Obwody LC i RLC: drgania, drgania tłumione i wymuszone oraz zjawisko rezonansu.
25. Równania Maxwella.
26. Fale elektromagnetyczne jako rozwiązanie równań Maxwella.
27. Prawa odbicia i załamania fal elektromagnetycznych; współczynnik odbicia, polaryzacja fali odbitej i załamanej (kąt Brewstera).
28. Ruch okresowy (parametry); rozkład na drgania proste (analiza Fouriera).



29. Oscylator harmoniczny: drgania swobodne, tłumione i wymuszone oraz zjawisko rezonansu.
30. Rozkład drgań układów o wielu stopniach swobody (np. układu punktów materialnych połączonych sprężynami) na drgania własne.
31. Prawa odbicia i załamania fal na granicy ośrodków.
32. Zjawisko Dopplera dla różnych rodzajów fal (akustycznych i elektromagnetycznych w próżni).
33. Spójność, dyfrakcja i interferencja fal: dyfrakcja na pojedynczej szczelinie, doświadczenie Younga, siatka dyfrakcyjna.
34. Równowaga termiczna i temperatura; skale temperatury.
35. Ciepło, procesy wymiany ciepła.
36. Równanie przewodnictwa cieplnego i zjawiska przewodzenia ciepła w kryształach.
37. Promieniowanie cieplne ciał: współczynniki absorpcji i emisji promieniowania, ciało doskonale czarne, prawo przesunięć Wiena, prawo Stefana-Boltzmann.
38. Stan równowagi termodynamicznej.
39. Druga zasada termodynamiki i pojęcie entropii.
40. Równanie stanu gazu doskonałego, przemiany gazowe, molowe ciepła właściwe gazów.

## **Część B**

41. Sumy kontrolne. Ogólna idea i przykłady zastosowań.
42. Grafika rastrowa (bitmapy) i wektorowa (obiektywna) — różnice.
43. Kompresja stratna i bezstratna — różnice i zastosowania.
44. Kryptografia klucza publicznego — ogólna idea, zastosowania i przyszłość.
45. Centralne Twierdzenie Graniczne.
46. Testy nieparametryczne i parametryczne, różnice i kryteria stosowania.
47. Twierdzenie Bayesa.
48. Testy permutacyjne (resampling) i metoda Monte Carlo.
49. Poziom istotności w weryfikacji hipotez statystycznych.
50. Rozkład Poissona.
51. Szereg i transformata Fouriera, harmoniczne.
52. Parametryczne i nieparametryczne metody estymacji widma sygnałów.
53. Twierdzenie Nyquista.
54. Systemy liniowe niezmiennicze w czasie. Filtry częstościowe skończonej (FIR) i nieskończonej (IIR) odpowiedzi impulsowej.
55. Zasada działania lampy rentgenowskiej. Widmo ciągłe i promieniowanie charakterystyczne w promieniowaniu rentgenowskim.
56. Zasada tworzenia obrazu w rentgenowskiej tomografii komputerowej.
57. Zasada tworzenia obrazu w pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) oraz tomografii emisyjnej pojedynczego fotonu (SPECT).
58. Wpływ rozpraszania Comptona oraz efektu fotoelektrycznego na tworzenie obrazów diagnostycznych za pomocą wysokoenergetycznych fotonów.
59. Wykorzystanie zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego do diagnostyki obrazowej.
60. Podstawy fizyczne obrazowania ultrasonograficznego.
61. Budowa i funkcje składników komórki eukariotycznej zwierzęcej.
62. Rodzaje i funkcje tkanek zwierzęcych.

63. Porównanie podejścia algorytmicznego i uczenia maszynowego w zagadnieniach klasyfikacji.
64. Uczenie sztucznych sieci neuronowych.
65. Problemy w uczeniu maszynowym: generalizacja, przeuczenie i przecieki danych.
66. Budowa i działanie konwolucyjnych sieci neuronowych.
67. Uczenie nienadzorowane, zasada działania i przykłady.
68. Powstawanie potencjału spoczynkowego błony komórkowej; równanie Nernsta, równanie Goldmana-Hodgkina-Katza.
69. Artefakty EEG oraz metody ich redukcji.
70. Mechanizm powstawania potencjału czynnościowego.
71. Komunikacja między neuronami poprzez synapsy elektryczne i chemiczne.

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

**Część A**

**Sekcja I**

1. Model przestrzeni trójwymiarowej.
2. Wielkości wektorowe w fizyce oraz przykłady wykorzystania pojęcia gradientu funkcji.
3. Wyjaśnienie paradoksu Achillesa i żółwia.
4. Zasady dynamiki Newtona.
5. Przykłady wykorzystania pojęcia pochodnej w fizyce.
6. Sposoby obliczania pola powierzchni, objętości, drogi, pracy, środka ciężkości, momentu bezwładności.
7. Zasady zachowania: energii mechanicznej, pędu oraz momentu pędu.
8. Zależność między pracą a drogą w polu sił zachowawczych.
9. Pierwsza i druga zasada termodynamiki.
10. Pojęcia ciepła i pracy oraz energii wewnętrznej.
11. Zależność między zmianami entalpii i entropii w spontanicznych procesach izotermiczno- izobarycznych.
12. Rozkład Boltzmanna.
13. Omówienie i porównanie procesów relaksacji i rezonansu.
14. Zespół statystyczny i rozkład mikrokanoniczny.
15. Równania Maxwella.
16. Prawo Gaussa i prawo Ampere'a w elektromagnetyzmie.
17. Właściwości elektryczne i magnetyczne materii w ujęciu makroskopowym i mikroskopowym.
18. Odbicie i załamanie fal (elektromagnetycznych lub mechanicznych) na granicy ośrodków.
19. Zjawisko interferencji na przykładzie fal mechanicznych lub elektromagnetycznych.
20. Energia i pęd promieniowania elektromagnetycznego w opisie falowym i kwantowym.
21. Zjawisko indukcji magnetycznej.
22. Model atomu wodoru.

**Sekcja II**

23. Właściwości roztworów elektrolitów, typy reakcji jonowych oraz proces elektrolizy.
24. Związek między strukturą elektronową metali i niemetalu a ich właściwościami chemicznymi.
25. Przejścia fazowe w układach jedno- i dwuskładnikowych.
26. Teorie kinetyczne oraz metody wyznaczania parametrów kinetycznych reakcji chemicznych (stała szybkości, rząd reakcji).

27. Różnice między układem idealnym i rzeczywistym (na przykładzie gazu lub roztworu).
28. Stan hybrydyzacji atomu węgla a budowa przestrzenna związków organicznych.
29. Wpływ oddziaływań międzycząsteczkowych na temperatury wrzenia związków organicznych ze szczególnym uwzględnieniem wiązań wodorowych.
30. Właściwości kwasowe związków organicznych na przykładzie kwasu octowego, fenolu i alkoholu etylowego.
31. Wpływ wiązania peptydowego oraz łańcuchów bocznych aminokwasów na strukturę i funkcjonowanie białek.
32. Istotne elementy budowy chemicznej nukleozydów, nukleotydów i kwasów nukleinowych wpływające na ich strukturę i funkcjonowanie.
33. Metody oczyszczania, analizowania i wyznaczania struktury białek i kwasów nukleinowych.
34. Sposoby pozyskiwania i magazynowania energii w komórce.
35. Transport biomolekuł i jonów przez błony komórkowe.
36. Metabolizm i katabolizm; dowolnie wybrany szlak metaboliczny.
37. Współczesny podział organizmów żywych na domeny i królestwa. Najważniejsze różnice pomiędzy komórką prokariotyczną a eukariotyczną.
38. Podstawowe założenia teorii ewolucji drogą doboru naturalnego Darwina.
39. Sekrecja białek i ich transport w komórce. Organelle szlaku sekrecyjnego.
40. Cytoszkieleł komórkowy – jego najważniejsze elementy strukturalne (mikrotubule mikrofilamenty, filamenty pośrednie, białka towarzyszące) i funkcje.
41. Komórki macierzyste – ich rodzaj (embrionalne, somatyczne), właściwości (pluripotencja, multipotencja, unipotencja) i rola w organizmie.
42. Budowa i najważniejsze funkcje błon biologicznych; model płynnej mozaiki dwuwarstwy białkowo-lipidowej.
43. Etapy krzepnięcia krwi u człowieka.
44. Przekazniki nerwowe (neurotransmitery) występujące w układzie nerwowym człowieka; mechanizm powstawania i przekazywania impulsu nerwowego.
45. Funkcje tkanki nabłonkowej i przykłady narządów, w których wymieniona funkcja jest realizowana.

## **Część B**

### **Sekcja I**

46. Doświadczenia prowadzące do powstania mechaniki kwantowej.
47. Wielkości mierzalne i operatory. Pomiar w mechanice kwantowej.
48. Stacjonarne równanie Schrödingera i interpretacja funkcji falowej.
49. Charakterystyka dozwolonych stanów energetycznych i funkcji falowych dla: nieskończonej jamy potencjału, oscylatora harmonicznego, cząstki swobodnej i atomu wodoru.
50. Przybliżenia prowadzące od równania Schrödingera do równań Hartree-Focka-Roothaana.
51. Rozkład gęstości elektronowej cząsteczki i sposoby jego opisu.
52. Najprostsza funkcja falowa cząsteczki: od orbitalu molekularnego, do wyznacznika Slatera.
53. Rozkład gęstości elektronowej cząsteczki i sposoby jego opisu.
54. Energia oddziaływania międzycząsteczkowego i sposoby jej obliczania.

55. Oddziaływania decydujące o strukturze przestrzennej cząsteczek i makrocząsteczek biologicznych.
56. Mechanizm fizyczny asocjacji (rozpoznawania się) cząsteczek i makrocząsteczek biologicznych.
57. Metody identyfikacji form tautomerycznych naturalnych i chemicznie modyfikowanych zasad kwasów nukleinowych.
58. Prawdopodobieństwo przejścia spektroskopowego w procesach absorpcji, emisji i rozpraszania ramanowskiego.
59. Analogie w stosowaniu pojęcia częstości grupowej i pojęcia chromoforu do analizy widm spektroskopowych.
60. Przesunięcie chemiczne i sprzężenie skalarne na przykładzie widm magnetycznego rezonansu jądrowego  $^1\text{H}$  NMR i  $^{13}\text{C}$  NMR cząsteczki aldehydu octowego  $\text{CH}(=\text{O})-\text{CH}_3$
61. Sposoby separacji białek metodą elektroforezy dwuwymiarowej i podstawy fizyczne tej metody.
62. Metody wyznaczania mas cząsteczek biologicznych i podstawy fizyczne tych metod.
63. Typy eksperymentów, które można wykonać metodą ultrawiwiania; podstawy fizyczne.
64. Metody wyznaczania struktury chemicznej lub przestrzennej białek, podstawy fizyczne metod. Podstawy fizyczne spektrometrii mas i możliwości tej metody w zastosowaniu do obiektów biologicznych.
65. Zjawiska fizyczne biorące udział w procesie tworzenia obrazu diagnostycznego w Rentgenowskiej Tomografii Komputerowej (CT), Pozytonowej Tomografii Emisyjnej (PET) oraz Tomografii Emisyjnej Pojedynczego Fotonu.
66. Sekwencja spin-echo stosowana w metodzie obrazowania Magnetycznego Rezonansu Jądrowego. Jej wpływ na proces tworzenia obrazu.
67. Białka i kwasy nukleinowe jako cele terapeutyczne w leczeniu chorób.
68. Strategie terapeutyczne w leczeniu chorób nowotworowych.

## Sekcja II

69. Pojęcie genu i genomu. Budowa genomu eukariotycznego, jego elementy składowe.
70. Charakterystyka porównawcza poszczególnych etapów ekspresji genu i jej regulacji u prokariota i eukariota.
71. Dojrzewanie informacyjnego RNA (mRNA) w komórkach eukariotycznych.
72. Etapy klonowania fragmentu DNA w *E. coli* na wektorze plazmidowym.
73. Zastosowanie techniki PCR i jej wariantów w diagnostyce chorób dziedzicznych na wybranych przykładach chorób.
74. Specyficzne, wzajemne rozpoznanie biomolekuł i jego wpływ na stabilność kompleksu.
75. Oddziaływania stabilizujące struktury natywne biopolimerów i ich kompleksów.
76. Hierarchiczny charakter („rzędowość”) struktury biopolimerów na przykładzie białka lub kwasu nukleinowego.
77. W jaki sposób można zwiększyć powinowactwo potencjalnego, niskocząsteczkowego leku do miejsca jego wiązania w molekułę białka, będącego molekularnym celem ("targetem").
78. Metody używane w mechanice molekularnej do wyznaczenia minimum energii potencjalnej układów biomolekularnych.

79. Jakie oddziaływania w białku są najbardziej istotne z punktu widzenia stabilności jego struktury? Wymień i zwięźle opisz te oddziaływania.
80. Opisać struktury podwójnie-helikalnych form DNA.
81. Bariera pseudorotacji pierścieni furanozowych w DNA i RNA - mechanizm jej powstawania i biologiczne implikacje.
82. Opisać podstawy teoretyczne metody Monte-Carlo.
83. Zastosowania metody Monte-Carlo do symulacji układów (bio)molekularnych w zespole statystycznym (N,V,T).
84. Opisać podstawy teoretyczne modelu klasycznej dynamiki molekularnej (MD).
85. Wyprowadzić jeden z praktycznie stosowanych w symulacjach algorytmów dynamiki molekularnej (MD).
86. Mikroskopowe i mezoskopowe pola elektrostatyczne w układach biomolekularnych mechanizmy fizyczne ich powstawania oraz opis wybranych funkcji biologicznych tych pól.
87. Znane bazy sekwencji kwasów nukleinowych – informacje w nich zawarte i sposoby ich wykorzystania.
88. Znane bazy struktur biomolekularnych – informacje w nich zawarte i sposoby ich wykorzystania.
89. Metody służące tworzeniu drzew filogenetycznych określających podobieństwo sekwencji („*multiple alignment*”) kwasów nukleinowych.
90. Metody służące tworzeniu drzew filogenetycznych określających podobieństwo sekwencji („*multiple alignment*”) białek.
91. Typy sieci oraz protokoły sieciowe.
92. Zasady funkcjonowania architektury klient-serwer.
93. Znane języki programowania obiektowego: wady i zalety.
94. Podstawowe zasady projektowania systemów informatycznych.

**Formularz recenzji pracy magisterskiej dla kierunku zastosowania fizyki w biologii i medycynie, stacjonarne, pierwszego 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)