

**PRZEBIEG EGZAMINU LICENCJACKIEGO DLA KIERUNKU
ZASTOSOWANIA FIZYKI W BIOLOGII I MEDYCYNIE
specjalność PROJEKTOWANIE MOLEKULARNE I BIOINFORMATYKA**

W trakcie egzaminu licencjackiego student udziela ustnych odpowiedzi na pytania zadane przez komisję egzaminacyjną: jedno pytanie dotyczące zagadnień specjalistycznych związanych z tematyką pracy, jedno pytanie z fizyki, jedno pytanie z chemii i biologii w zakresie studiów.

Na początku egzaminu student może przedstawić główne tezy pracy licencjackiej. Prezentacja nie powinna trwać dłużej niż 10 minut. Przy takim wyborze studenta ocena prezentacji jest oceną odpowiedzi na pytanie specjalistyczne związane z tematyką pracy.

Pytania dotyczące wiedzy ogólnej i specjalistycznej są losowane z list zatwierdzonych przez Radę Wydziału dla specjalności Projektowanie molekularne i bioinformatyka, kierunku Zastosowania Fizyki w Biologii i Medycynie.

Pytania z wiedzy ogólnej oraz specjalistycznej podzielone są na dwie grupy: z dziedziny fizyki oraz z dziedziny biologii, chemii, modelowania i bioinformatyki. Po wylosowaniu pierwszego pytania dotyczącego wiedzy ogólnej, w zależności od wyniku losowania, drugie pytanie, czyli z wiedzy specjalistycznej, losowane jest z puli pytań dziedziny innej, niż ta, którego dotyczy wylosowane już pytanie.

PYTANIA EGZAMINACYJNE

Wiedza ogólna

Pula „Fizyka”

1. Model przestrzeni trójwymiarowej.
2. Wielkości wektorowe w fizyce oraz przykłady wykorzystania pojęcia gradientu funkcji.
3. Wyjaśnienie paradoksu Achilleśa 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.

Wiedza ogólna

Pula „Chemia i biologia”

Chemia ogólna

23. Właściwości roztworów elektrolitów, typy reakcji jonowych oraz proces elektrolizy.
24. Związek między strukturą elektronową metali i niemetalu a ich właściwościami chemicznymi.

Chemia fizyczna

25. Przejścia fazowe w układach jedno- i dwuskładnikowych.
26. Teorie kinetyczne oraz metody wyznaczania parametrów kinetycznych reakcji chemicznych (stała szybkości, rząd reakcji).

Chemia organiczna

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.

Chemia bioorganiczna

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.

Biochemia

34. Sposoby pozyskiwania i magazynowania energii w komórce.
35. Transport biomolekuł i jonów przez błony komórkowe.
36. Metabolizm i katabolizm; dowolnie wybrany szlak metaboliczny.

Wstęp do biologii

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.

Biologia komórki

39. Sekrecja białek i ich transport w komórce. Organelle szlaku sekrecyjnego.
40. Cytoskielet 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.

Anatomia, fizjologia i regulacja metabolizmu człowieka

43. Etapy krzepnięcia krwi u człowieka.
44. Przekąźniki 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.

Wiedza specjalistyczna

Pula „Fizyka”

Fizyka atomów, cząsteczek i makrocząsteczek biologicznych

1. Doświadczenia prowadzące do powstania mechaniki kwantowej.
2. Wielkości mierzalne i operatory. Pomiar w mechanice kwantowej.
3. Stacjonarne równanie Schrödingera i interpretacja funkcji falowej.
4. Charakterystyka dozwolonych stanów energetycznych i funkcji falowych dla: nieskończonej jamy potencjału, oscylatora harmonicznego, cząstki swobodnej i atomu wodoru.
5. Przybliżenia prowadzące od równania Schrödingera do równań Hartree-Focka-Roothaana.
6. Rozkład gęstości elektronowej cząsteczki i sposoby jego opisu.
7. Najprostsza funkcja falowa cząsteczki: od orbitalu molekularnego, do wyznacznika Slatera.
8. Rozkład gęstości elektronowej cząsteczki i sposoby jego opisu.
9. Energia oddziaływania międzycząsteczkowego i sposoby jej obliczania.
10. Oddziaływania decydujące o strukturze przestrzennej cząsteczek i makrocząsteczek biologicznych.
11. Mechanizm fizyczny asocjacji (rozpoznawania się) cząsteczek i makrocząsteczek biologicznych.
12. Metody identyfikacji form tautomerycznych naturalnych i chemicznie modyfikowanych zasad kwasów nukleinowych.

Spektroskopia molekularna

13. Prawdopodobieństwo przejścia spektroskopowego w procesach absorpcji, emisji i rozpraszania ramanowskiego.
14. Analogie w stosowaniu pojęcia częstości grupowej i pojęcia chromoforu do analizy widm spektroskopowych.
15. Przesunięcie chemiczne i sprzężenie skalarne na przykładzie widm magnetycznego rezonansu jądrowego ^1H NMR i ^{13}C NMR cząsteczki aldehydu octowego $\text{CH}(=\text{O})-\text{CH}_3$.

Metody biofizyki molekularnej

16. Sposoby separacji białek metodą elektroforezy dwuwymiarowej i podstawy fizyczne tej metody.
17. Metody wyznaczania mas cząsteczek biologicznych i podstawy fizyczne tych metod.
18. Typy eksperymentów, które można wykonać metodą ultrawiwiania; podstawy fizyczne.
19. Metody wyznaczania struktury chemicznej lub przestrzennej białek, podstawy fizyczne metod.
20. Podstawy fizyczne spektrometrii mas i możliwości tej metody w zastosowaniu do obiektów biologicznych.

Wiedza specjalistyczna

Pula *Chemia, biologia oraz molekularne modelowanie i bioinformatyka*

Biologia molekularna z genetyką I

21. Pojęcie genu i genomu. Budowa genomu eukariotycznego, jego elementy składowe.
22. Charakterystyka porównawcza poszczególnych etapów ekspresji genu i jej regulacji u prokariota i eukariota.
23. Dojrzewanie informacyjnego RNA (mRNA) w komórkach eukariotycznych.

Biologia molekularna z genetyką II

24. Etapy klonowania fragmentu DNA w *E. coli* na wektorze plazmidowym.
25. Zastosowanie techniki PCR i jej wariantów w diagnostyce chorób dziedzicznych na wybranych przykładach chorób.

Struktura i funkcje makrocząsteczek biologicznych

26. Specyficzne, wzajemne rozpoznanie biomolekuł i jego wpływ na stabilność kompleksu.
27. Oddziaływania stabilizujące struktury natywne biopolimerów i ich kompleksów.
28. Hierarchiczny charakter („rzędowość”) struktury biopolimerów na przykładzie białka lub kwasu nukleinowego.

Modelowanie molekularne i obliczeniowa biologia strukturalna I i II

29. W jaki sposób można zwiększyć powinowactwo potencjalnego, niskocząsteczkowego leku do miejsca jego wiązania w molekułe białka, będącego molekularnym celem ("targetem").
30. Metody używane w mechanice molekularnej do wyznaczenia minimum energii potencjalnej układów biomolekularnych.
31. Jakie oddziaływania w białku są najbardziej istotne z punktu widzenia stabilności jego struktury? Wymień i zwięźle opisz te oddziaływania.
32. Opisać struktury podwójnie-helikalnych form DNA.
33. Bariera pseudorotacji pierścieni furanozowych w DNA i RNA - mechanizm jej powstawania i biologiczne implikacje.
34. Opisać podstawy teoretyczne metody Monte-Carlo.
35. Zastosowania metody Monte-Carlo do symulacji układów (bio)molekularnych w zespole statystycznym (N,V,T).
36. Opisać podstawy teoretyczne modelu klasycznej dynamiki molekularnej (MD).
37. Wyprowadzić jeden z praktycznie stosowanych w symulacjach algorytmów dynamiki molekularnej (MD).
38. Mikroskopowe i mezoskopowe pola elektrostatyczne w układach biomolekularnych mechanizmy fizyczne ich powstawania oraz opis wybranych funkcji biologicznych tych pól.

Wstęp do bioinformatyki I i II

39. Znane bazy sekwencji kwasów nukleinowych – informacje w nich zawarte i sposoby ich wykorzystania.
40. Znane bazy struktur biomolekularnych – informacje w nich zawarte i sposoby ich wykorzystania.
41. Metody służące tworzeniu drzew filogenetycznych określających podobieństwo sekwencji („*multiple alignment*”) kwasów nukleinowych.
42. Metody służące tworzeniu drzew filogenetycznych określających podobieństwo sekwencji („*multiple alignment*”) białek.

Bazy danych i usługi sieciowe (WS)

43. Typy sieci oraz protokoły sieciowe.
44. Zasady funkcjonowania architektury klient-serwer.

Programowanie i projektowanie obiektowe (WS)

45. Znane języki programowania obiektowego: wady i zalety.
46. Podstawowe zasady projektowania systemów informatycznych.