**Затверджено вченою радою**

**фізичного факультету**

**Київського національного університету**

**імені Тараса Шевченка**

**23 СІЧНЯ 2024 р., протокол №8**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Микола МАКАРЕЦЬ**

**ПИТАННЯ,**

**ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ НАНОСИСТЕМ**

**ЗА ОСВІТНЬО-НАУКОВОЮ ПРОГРАМОЮ:**

**«ФІЗИКА НАНОСИСТЕМ»**

**Перелік питань з фізики наносистем**

1. Принцип роботи одноелектронного транзистора. Поняття «кулонівські алмази».
2. Методи отримання нанорозмірних вуглецевих структур (фулеренів, ВНТ, графенів та графеноподібних структур).
3. Скейлінг: принцип, переваги, труднощі.
4. Зонна структура одностінних вуглецевих нанотрубок різної хіральності.
5. Методи створення контактів до окремих молекул.
6. Методи функціоналізації та модифікації нановуглецевих структур.
7. Резонансно-тунельний діод. Резонансно-тунельний транзистор.
8. Структура вуглецевих нанотрубок. Хіральні та ахіральні вуглецеві нанотрубки, індекси хіральності.
9. Самоорганізовані квантові точки: синтез, структурні особливості, перспективи використання.
10. Концентраційні та температурні залежності електропровідності полімерних композитів на основі нановуглецевих структур. Перколяційна модель.
11. Розмірне квантування та умови його спостереження. Вплив концентрації носіїв заряду на спостереження розмірного квантування.
12. Метод Монте-Карло для моделювання наноструктур. Алгоритм Метрополіса.
13. Моделі електропровідності одностінних та багатостінних ВНТ.
14. Методи формування та застосування кремнієвих нанониток.
15. Колоїдні квантові точки: основні види, методи синтезу, прикладні застосування.
16. Структурні моделі аморфного стану. Аморфно-нанокристалічні сплави, їх властивості, способи їх отримання. Методи керованого наноструктурування з аморфного стану.
17. Розсіювання електрона на потенціальному бар’єрі кінцевої ширини. Інтерференційні ефекти при надбар’єрному проходженні електронів.
18. Поляризаційна залежність міжзонного поглинання світла в квантових ямах.
19. Типи гетеропереходів, структури із квантовими ямами та бар’єрні структури. Область просторового заряду. Побудова зонної діаграми поблизу гетеропереходу.
20. Формування наноструктури під час інтенсивної пластичної деформації.
21. Рівноважна концентрація електронів та положення рівня Фермі у напівпровідникових квантових ямах та дротах.
22. Термодинамічні особливості процесів фазового розшарування за механізмом спінодального розпаду в аморфній фазі.
23. Селективно-леговані структури.
24. Основні рівняння теорії гетерогенного зародкоутворення в однокомпонентних та бінарних системах.
25. Термодинамічні критерії легкої аморфізації для бінарних сплавів. Аналіз особливостей процесу кристалізації для модельних бінарних сплавів з різним типом діаграм стану (евтектичного типу та типу «сигара»).
26. Поглинання світла при прямих та непрямих переходах в напівпровідниках.
27. Правила відбору для міжзонних оптичних переходів в квантових ямах.
28. Вплив структурних дефектів на процес руйнування металів та керамік.
29. Правило Хола-Петча та його особливості для наноматеріалів.
30. Деградація характеристик наноматеріалів в результаті опромінення нейтронами та γ-квантами. Радіаційностійкі та радіаційнопоглинаючі матеріали, їх властивості.
31. Коефіцієнт поглинання для міжзонних переходів в квантових ямах.
32. Молекулярно-променева епітаксія. Режими гетероепітаксійного росту.
33. Система рівнянь для опису процесу гомогенного зародкоутворення в бінарних системах. Радіус та робота утворення критичного зародка, частота зародкоутворення, лінійна швидкість росту кристалів, об’ємна частка кристалічної фази.
34. Літографічні методи отримання структур з квантовими точками.
35. Термодинамічний критерій можливості фазового розшарування аморфного бінарного сплаву.
36. Електроімпульсне плазмове спікання нанопорошків.
37. Квантові розмірні ефекти в наноструктурованому кремнії. Люмінесценція.
38. Правила відбору для внутрішньозонних оптичних переходів в квантових ямах.
39. Методи синтезу та механізми формування поруватого кремнію.
40. Молекулярна динаміка як універсальний метод дослідження наноматеріалів.
41. Оптичні властивості середовищ на основі поруватого кремнію.
42. Механізми молекулярної провідності.
43. Основні положення нанотермодинаміки.
44. Методи дослідження низькорозмірних напівпровідникових структур.

Коротченков

1. Розмірне квантування та умови його спостереження. Вплив концентрації носіїв заряду на спостереження розмірного квантування.

19. Типи гетеропереходів, структури із квантовими ямами та бар’єрні структури. Область просторового заряду. Побудова зонної діаграми поблизу гетеропереходу.

21. Рівноважна концентрація електронів та положення рівня Фермі у напівпровідникових квантових ямах та дротах.

Оліх

42. Механізми молекулярної провідності.

1. Принцип роботи одноелектронного транзистора. Поняття «кулонівські алмази».

3. Скейлінг: принцип, переваги, труднощі.

5. Методи створення контактів до окремих молекул.

7. Резонансно-тунельний діод. Резонансно-тунельний транзистор.

23. Селективно-леговані структури.

Подолян

18. Поляризаційна залежність міжзонного поглинання світла в квантових ямах.

19. Типи гетеропереходів, структури із квантовими ямами та бар’єрні структури. Область просторового заряду. Побудова зонної діаграми поблизу гетеропереходу.

27. Правила відбору для міжзонних оптичних переходів в квантових ямах.

31. Коефіцієнт поглинання для міжзонних переходів в квантових ямах.

38. Правила відбору для внутрішньозонних оптичних переходів в квантових ямах.

Овсієнко

2. Методи отримання нанорозмірних вуглецевих структур (фулеренів, вуглецевих нанотрубок, графенів та графеноподібних структур).

4. Зонна структура одностінних вуглецевих нанотрубок різної хіральності.

6. Методи функціоналізації та модифікації нановуглецевих структур.

8. Структура одностінних вуглецевих нанотрубок. Хіральні та ахіральні вуглецеві нанотрубки, індекси хіральності.

10. Концентраційні та температурні залежності електропровідності полімерних композитів на основі нановуглецевих структур. Перколяційна модель.

13. Моделі електропровідності одностінних та багатостінних вуглецевих нанотрубок.

24. Основні рівняння теорії гетерогенного зародкоутворення в однокомпонентних та бінарних системах.

25. Термодинамічні критерії легкої аморфізації для бінарних сплавів. Аналіз особливостей процесу кристалізації для модельних бінарних сплавів з різним типом діаграм стану (евтектичного типу та типу «сигара»).

33. Система рівнянь для опису процесу гомогенного зародкоутворення в однокомпонентних та бінарних системах. Радіус та робота утворення критичного зародка, частота зародкоутворення, лінійна швидкість росту кристалів, об’ємна частка кристалічної фази.

Козаченко

1. Структура поверхонь. Поверхнева кристалографія. Поверхні з адсорбатами. Дефекти на поверхнях.

2. Дифузія на поверхнях. Стохастичний рух. Континуальна теорія дифузії. Бар'єр Ерліха-Швобеля.

3. Тонкі плівки. Стадії росту тонких плівок. Механізми росту тонких плівок.

Боровий

1. Фізичні принципи мікроскопії ближнього оптичного поля та її застосування для дослідження морфології наносистем.
2. Фізичні принципи електро- та магнітносилової зондової мікроскопії. Застосування методу для визначення локальних електричних та магнітних характеристик нанооб’єктів.
3. Метод малокутового розсіювання рентгенівських променів. Кореляційна функція та функція розподілу. Застосування методу для дослідження морфології наносистем.
4. Метод сканувальної тунельної мікроскопії: фізичні принципи та можливості визначення фізичних характеристик наносистем.
5. Фізичні принципи атомно-силової мікроскопії поверхні. Визначення рельєфу поверхні, локальних діелектричних характеристик та електронної будови наноматеріалів.

**Перелік питань з фізики**

1. Методи аналітичного опису механічних систем. Порівняльний аналіз механіки Ньютона, Лагранжа, Гамільтона.

2. Закони збереження та їх зв’язок з фундаментальними властивостями простору і часу.

3. Динаміка поступального і обертального руху твердого тіла.

4. Явища переносу (дифузія, в’язкість, теплопровідність).

5. Основні положення фізики фазових переходів.

6. Функції розподілу Максвела-Больцмана, Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна.

7. Основні закони термодинаміки. Умови термодинамічної рівноваги.

8. Нерівноважні процеси в системі багатьох частинок. Одночастинкова функція розподілу. Кінетичне рівняння Больцмана.

9. Електромагнітна взаємодія. Мікроскопічні та макроскопічні рівняння електродинаміки.

10. Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння. Плоскі та сферичні хвилі. Поляризація електромагнітних хвиль. Стоячі хвилі.

11. Взаємодія світла з речовиною: поглинання, пружне та непружне розсіяння, люмінесценція.

12. Дифракція світла і рентгенівського проміння: прояви і застосування.

13. Будова атомних оболонок. Механічні та магнітні моменти. Періодична таблиця елементів.

14. Нульові коливання вакууму. Зсув Лемба.

15. Основні рівняння квантової механіки: рівняння Шредінгера, Дірака, Паулі.

16. Методи квантового опису систем багатьох частинок: адіабатичне наближення, метод Хартрі-Фока.

17. Квазічастинки в фізиці: фонони, поляритони, екситони, плазмони, магнони.

18. Фізичні принципи роботи лазерів. Характеристики лазерного випромінювання.

19. Фізична модель Всесвіту. Великий вибух та еволюція Всесвіту. Утворення елементарних частинок та хімічних елементів.

20. Елементарні частинки. Частинки та античастинки. Сильна взаємодія та структура адронів.

21. Кварки та глюони, їх основні характеристики. Кваркова структура баріонів та мезонів.

22. Інерціальні та неінерціальні системи відліку. Сили інерції. Динаміка системи матеріальних точок.

Затверджено на засіданні науково-методичної комісії фізичного факультету, протокол №3 від 19 січня 2024 р.