

**Затверджено вченою радою
фізичного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
23 ГРУДНЯ 2024 р., протокол №8
_____ВАСИЛЬ ІВЧЕНКО**

**ПИТАННЯ,
ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ
НАНОСИСТЕМ
ЗА ОСВІТНЬО-НАУКОВОЮ ПРОГРАМОЮ:
«ФІЗИКА НАНОСИСТЕМ»**

Перелік питань з фізики наносистем

1. Розмірне квантування та умови його спостереження. Вплив концентрації носіїв заряду на спостереження розмірного квантування.
2. Рівноважна концентрація електронів та положення рівня Фермі у напівпровідникових квантових ямах та дротах.
3. Механізми молекулярної провідності.
4. Принцип роботи одноелектронного транзистора. Поняття «кулонівські алмази».
5. Скейлінг: принцип, переваги, труднощі.
6. Методи створення контактів до окремих молекул.
7. Резонансно-тунельний діод. Резонансно-тунельний транзистор.
8. Поляризаційна залежність міжзонного поглинання світла в квантових ямах.
9. Типи гетеропереходів, структури із квантовими ямами та бар'єрні структури. Область просторового заряду. Побудова зонної діаграми поблизу гетеропереходу.
10. Правила відбору для оптичних переходів в квантових ямах. Коефіцієнт поглинання для міжзонних переходів у квантових ямах.
11. Методи отримання нанорозмірних вуглецевих структур (фулеренів, вуглецевих нанотрубок, графенів та графеноподібних структур).
12. Зонна структура одностінних вуглецевих нанотрубок різної хіральності.
13. Структура одностінних вуглецевих нанотрубок. Хіральні та ахіральні вуглецеві нанотрубки, індекси хіральності.
14. Концентраційні та температурні залежності електропровідності полімерних композитів на основі нановуглецевих структур. Перколяційна модель.

15. 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.
16. Структура поверхонь. Поверхнева кристалографія. Поверхні з адсорбатами. Дефекти на поверхнях.
17. Дифузія на поверхнях. Стохастичний рух. Континуальна теорія дифузії. Бар'єр Ерліха-Швобеля.
18. Тонкі плівки. Стадії росту тонких плівок. Механізми росту тонких плівок.
19. Фізичні принципи мікроскопії ближнього оптичного поля та її застосування для дослідження морфології наносистем.
20. Фізичні принципи електро- та магнітносилової зондової мікроскопії. Застосування методу для визначення локальних електричних та магнітних характеристик наноб'єктів.
21. Метод малокутового розсіювання рентгенівських променів. Кореляційна функція та функція розподілу. Застосування методу для дослідження морфології наносистем.
22. Метод сканувальної тунельної мікроскопії: фізичні принципи та можливості визначення фізичних характеристик наносистем.
23. Фізичні принципи атомно-силової мікроскопії поверхні. Визначення рельєфу поверхні, локальних діелектричних характеристик та електронної будови наноматеріалів.
24. Методи формування кремнієвих нанониток та приклади їх застосування.
25. Механізми люмінесценції наноструктурованого кремнію.
26. Методи синтезу та механізми формування поруватого кремнію.
27. Оптичні властивості середовищ на основі наноструктурованого кремнію. Застосування фотонно-кристалічних структур.
28. Молекулярно-променева епітаксія. Режими гетероепітаксійного росту.
29. Процеси самоорганізації при створенні наноматеріалів.
30. Основи лінійної нерівноважної термодинаміки. Термодинамічні потоки та сили. Співвідношення Онзагера.
31. Теорія функціоналу густини: основні положення та переваги. Алгоритм розрахунку.
32. Класичний метод молекулярної динаміки. Рівняння руху. Схеми інтегрування.
33. Класичний метод молекулярної динаміки. Парні та багаточасткові потенціали, потенціал зануреного атома: переваги та недоліки.
34. Класифікація нанокомпозитних матеріалів. Області застосування нанокомпозитних матеріалів.
35. Механічні властивості нанокомпозитних матеріалів. Правило Холла-Петча та його особливості для наноматеріалів.

36. Вплив нанорозмірності на особливості формування діаграм стану та температури фазових переходів.
37. Магнітні властивості наноматеріалів. Коерцитивне поле. Суперпарамагнетизм.
38. Фазова діаграма кремнезему SiO_2 . Поліморфні модифікації, енантіотропні переходи між ними. Некристалічні форми кремнезему.
39. Мартенситні перетворення. Матеріали з ефектом пам'яті форми.
40. Smart-матеріали: приклади, фізичні властивості, області застосувань.
41. Вплив квантового обмеження та поверхневих ефектів на фізичні властивості наноструктур.
42. Оптичні властивості напівпровідникових та металевих наночастинок. Поверхневий плазмонний резонанс.
43. Особливості теплових властивостей наноструктур. Механізми розсіювання фононів.
44. Метод Монте-Карло для моделювання наноструктур. Алгоритм Метрополіса.

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 Максвелла-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 розсіювання, 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 №5 від 20 грудня 2024 р.