**Затверджено вченою радою**

**фізичного факультету**

**Київського національного університету**

**імені Тараса Шевченка**

**23 грудня 2024 р., протокол №8**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**ПИТАННЯ,**

**ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ**

**ЗА ОСВІТНЬО-НАУКОВОЮ ПРОГРАМОЮ: «КВАНТОВІ КОМП’ЮТЕРИ, ОБЧИСЛЕННЯ ТА ІНФОРМАЦІЯ»**

1. Елементарні частинки. Частинки та античастинки. Сильна взаємодія та структура адронів.
2. Будова атомних оболонок. Механічні та магнітні моменти. Періодична таблиця елементів.
3. Взаємодія світла з речовиною: поглинання, пружне та непружне розсіяння, люмінесценція.
4. Динаміка матеріальної точки в інерціальних та неінерціальних системах відліку. Сили інерції.
5. Зв’язок між вектором моменту імпульсу і вектором кутової швидкості абсолютно твердого тіла. Тензор інерції. Головні осі та головні моменти інерції. Еліпсоїд інерції.
6. Дифракція світла і рентгенівського проміння: прояви і застосування.
7. Електромагнітна взаємодія. Мікроскопічні та макроскопічні рівняння електродинаміки.
8. Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння. Плоскі та сферичні хвилі. Поляризація електромагнітних хвиль. Стоячі хвилі.
9. Закони збереження та їх зв’язок з фундаментальними властивостями простору і часу.
10. Квазічастинки в фізиці: фонони, поляритони, екситони, плазмони, магнони.
11. Основні моделі та рівняння руху суцільного середовиша.
12. Методи аналітичного опису механічних систем. Порівняльний аналіз механіки Ньютона, Лагранжа, Гамільтона.
13. Методи квантового опису систем багатьох частинок: адіабатичне наближення, метод Хартрі-Фока.
14. Нерівноважні процеси в системі багатьох частинок. Одночастинкова функція розподілу. Кінетичне рівняння Больцмана.
15. Нульові коливання вакууму. Зсув Лемба.
16. Основні закони термодинаміки. Умови термодинамічної рівноваги.
17. Основні положення фізики фазових переходів.
18. Основні рівняння квантової механіки: рівняння Шредінгера, Дірака, Паулі.
19. Фізична модель Всесвіту. Великий вибух та еволюція Всесвіту. Утворення елементарних частинок та хімічних елементів.
20. Фізичні принципи роботи лазерів.Основні властивості лазерного випромінювання. Класифікація лазерів.
21. Функції розподілу Максвела-Больцмана, Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна.
22. Явища переносу (дифузія, в’язкість, теплопровідність).
23. Генерація другої та вищих гармонік. Умови просторового синхронізму. - Кудря
24. Гіротропія та хіральність. Фізична природа оптичної активності і циркулярного дихроїзму.
25. Екситони Ваньє-Мотта, їх енергетичний спектр та хвильові функції.
26. Енергетична густина станів в системах різної розмірності (3D, 2D, 1D, 0D). Її прояв в оптичних спектрах.
27. Будова пі-електронних систем. Перехід від s- та p-атомних орбіталей до сігма- та пі-молекулярних орбіталей. Хромофори. Хромофори в біологічних молекулах, нуклеозиди, нуклеотиди (ланки ДНК/ РНК).
28. Квантово-розмірний ефект на екситонах та фононах в наночастинках.
29. Оптичний резонатор лазера. Поздовжні та поперечні моди. Умова стійкості оптичного резонатора. Діаграма стійкості.
30. Коливання багатоатомних молекул. Нормальні координати. Нормальні моди. Симетрійна класифікація нормальних коливань. Класифікація коливних станів молекули на прикладі молекули етилену.
31. Безвипромінювальне перенесення енергії електронного збудження. Основні механізми перенесення – диполь-дипольний та обмінний. Міграція енергії електронного збудження в органічних / біологічних середовищах.
32. Мікроскопія високої роздільної здатності (електронні мікроскопи, тунельні та атомно-силові мікроскопи, мікроскопія ближнього поля).
33. Класифікація, принцип дії та основні характеристики приймачів оптичного випромінювання.
34. Взаємодія атома з електромагнітним полем у представленні вторинного квантування. Квантові переходи у дворівневій системі. Вимушене та спонтанне випромінювання.
35. Особливості енергетичних спектрів органічних та неорганічних середовищ. Модель Кроніга-Пені та периметрична модель вільного електрона.
36. Поверхневі плазмони у сферичних металевих наночастинках. Плазмонні мультиполі. Підсилення електромагнітного поля поверхневими плазмонами. Спектроскопія поверхневого підсилення.
37. Плазмонні та фононні поверхневі поляритони на плоских границях розділу. Закон дисперсії, поляризація та умови збудження.
38. Спектр поглинання прямозонного та непрямозонного напівпровідника поблизу краю забороненої зони.
39. Принцип дії та основні характеристики спектральних приладів. Методики спектроскопічних вимірювань.
40. Просторова дисперсія першого порядку та оптична активність. Нормальні хвилі в гіротропному середовищі.
41. Спектральна густина енергії рівноважного теплового випромінювання. Спонтанні та вимушені процеси випромінювання. Коефіцієнти Ейнштейна. Формула Планка.
42. Стани квантового поля випромінювання. Одномодові стани з точно визначеною фазою та з точно визначеною кількістю фотонів. Когерентні та стиснуті стани.
43. Стани фотона з визначеним імпульсом. Спіральні стани. Стани фотона з визначеним моментом імпульсу. Дипольні та квадрупольні фотони. Стани фотонів електричного та магнітного типів.
44. Замість нього пропоную своє - Оператори знищення та народження фотона, їхні властивості. Опис вільного електромагнітного поля у представленні вторинного квантування.
45. Визначення сепарабельних та несепарабельних станів. Зв’язок заплутаності з некласичнiстю. Ієрархія квантових кореляцій. Ознака Переса-Городецького.
46. Гамільтонова структура рівняння Кортевега де Вріза.
47. Ґауссiвськi стани: представлення фазового простору, співвідношення невизначеності. Необхідна i достатня умова заплутаності ґауссiвських станів.
48. Лінійна електродинаміка надпровідників. Дворідинна модель Лондонів. Перше і друге рівняння Лондонів.
49. Двохвильова динамічна теорія дифракції - дифракція Брегга.
50. Частотна Дисперсія діелектричної проникності. Поширення хвиль у диспергуючому середовищі, групова швидкість.
51. Оптичне поглинання, флюоресценція та фосфоресценція макромолекул ДНК та РНК. Перенесення електронних збуджень (синглетних та триплетних) та типові пастки збуджень в ДНК та РНК.
52. Випромінювання електромагнітних хвиль системою зарядів.
53. Квантовий ефект Холла.
54. Параметричне підсилення та генерація електромагнітних хвиль. Співвідношення Менлі-Роу. Поріг параметричної генерації.
55. Параметричне підсилення та генерація електромагнітних хвиль. Частотна перебудова параметричного генератора. Ефективність частотного перетворення.
56. Нерівності Белла у формi Клаузера-Хорна-Шимонi-Хольта (CHSH). Порушення нерівностей Белла на прикладі стану Белла.
57. Явище надпровідності. Основні експериментальні факти. Критична температура. Вплив зовнішнього магнітного поля на надпровідність. Надпровідність І-го та ІІ-го роду.
58. Покажчик заплутаності (entanglement witness): загальний випадок та випадок часткового транспонування. Ознаки заплутаності для систем з неперервними змінними: Щукiна-Фогеля, Дуана-Гiдке-Цiрака-Цоллера (DGCZ) та Саймона.
59. Протокол квантової телепортацiї Браунштайна-Кiмбле. Близькість квантових станів. Телепортацiя когерентного стану.
60. Протокол квантової телепортацiї стану кубіта. Квантові схеми. Протокол обміну заплутаністю.
61. Рівноважна та нерівноважна термодинамічна система. Нерівноважні процеси. Оборотність та необоротність термодинамічних процесів. Принцип локальної термодинамічної рівноваги.
62. Рівняння sin-Gordon, його застосування та солітонні розв’язки.
63. Рівняння Кортевега де Вріза, його застосування та солітонні розв’язки.
64. Спеціальна теорія відносності, перетворення Лоренца, релятивістська механіка.
65. Фотонні кристали. Зонна структура одновимірних фотонних кристалів.
66. Явище бозе-конденсації. Властивості конденсату.

Затверджено на засіданні науково-методичної комісії фізичного факультету, протокол №5 від 20 грудня 2024 р.