**Затверджено вченою радою**

**фізичного факультету**

**Київського національного університету**

**імені Тараса Шевченка**

**26 грудня 2022 р., протокол №8**

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

**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. Динаміка поступального і обертального руху твердого тіла.
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. Кварки та глюони, їх основні характеристики. Кваркова структура баріонів та мезонів.
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. Характеристики лазерного випромінювання.
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.
24. Гіротропія та хіральність. Асиметрія лівого і правого в живій природі. Дослід Пастера. Хіральна чистота.
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. Запис оптичної інформації. Основні принципи. Гранична роздільна здатність та чутливість матеріалів.
28. Квантово-розмірний ефект на екситонах та фононах в наночастинках.
29. Кінетичні рівняння лазерної генерації та їх стаціонарні розв’язки.
30. Коливання багатоатомних молекул. Нормальні координати. Нормальні моди. Симетрійна класифікація нормальних коливань. Класифікація коливних станів молекули на прикладі молекули етилену.
31. Міграція енергії електронних збуджень. Основні механізми елементарного акту передачі енергії електронного збудження. Екситонний механізм переносу електронного збудження. Екситони в органічних середовищах.
32. Мікроскопія високої роздільної здатності (електронні мікроскопи, тунельні та атомно-силові мікроскопи, мікроскопія ближнього поля).
33. Напівпровідникові (LED) та органічні (ОLED) світловипромінюючі діоди. Фізичні принципи роботи.
34. Оператор взаємодії атома з електромагнітним полем в представленні вторинного квантування. Квантові переходи у дворівневій системі. Вимушене та спонтанне випромінювання.
35. Особливості енергетичних спектрів органічних та неорганічних середовищ. Моделі Кроніга-Пені та периметрично вільного електрона.
36. Поверхневі плазмони у сферичних металевих наночастинках. Дипольні та квадрупольні поверхневі плазмони. Підсилення електромагнітного поля поверхневими плазмонами. Методи спектроскопії поверхневого підсилення.
37. Поверхневі поляритони на плоских границях розділу. Закон дисперсії, поляризація та умови збудження.
38. Правила відбору для переходів в екситонні стани у кристалах з прямими дозволеними та прямими забороненими переходами.
39. Принцип дії та основні характеристики спектральних приладів. Методики спектроскопічних вимірювань.
40. Просторова дисперсія першого порядку та оптична активність. Нормальні хвилі в гіротропному та в гіротропному анізотропному середовищі.
41. 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. Фотони у станах з визначеним імпульсом та моментом імпульсу. Спіральні стани. Явище оптичної орієнтації.
44. Фулерени та нанотрубки. Фотофізичні властивості фулеренів та вуглецевих нанотрубок.
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. Дворідинна модель Лондонів. Лінійна електродинаміка надпровідників. Перше і друге рівняння Лондонів.
49. Двохвильова динамічна теорія дифракції - дифракція Брегга.
50. Еволюція в системі типу «Хижак-жертва».
51. Енергетичний спектр графену.
52. Ентропія, теплоємність і вільна енергія надпровідника.
53. Квантовий ефект Холла.
54. Континуальна границя рівняння Фермі-Паста-Улама. Рівняння Бусінеска, його солітонні розв'язки.
55. Магнітні властивості надпровідників. Надпровідність І-го та ІІ-го роду.
56. Нерівності Белла у формi Клаузера-Хорна-Шимонi-Хольта (CHSH). Порушення нерівностей Белла на прикладі стану Белла.
57. Основні експериментальні факти явища надпровідності. Історія відкриття. Критична температура. Вплив зовнішнього магнітного поля на надпровідність. Квантування магнітного потоку.
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. Стійкість динамічної системи. Критерій Ляпунова. Асимптотична стійкість.
65. Фотонні кристали. Зонна структура одновимірних фотонних кристалів.
66. Явище бозе-конденсації. Властивості конденсату.

Затверджено на засіданні науково-методичної комісії фізичного факультету, протокол №13 від 17 жовтня 2022 р.