**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 ЯДРА ТА ФІЗИКИ ВИСОКИХ ЕНЕРГІЙ**

**ЗА ОСВІТНЬО-НАУКОВОЮ ПРОГРАМОЮ:**

**«ФІЗИКА ВИСОКИХ ЕНЕРГІЙ»**

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

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

3. Динаміка поступального і обертального руху твердого тіла.

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

5. Електромагнітна взаємодія. Мікроскопічні та макроскопічні рівняння електродинаміки.

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

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

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

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

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. Адронні струмені. Константа сильної взаємодії αs.

24. Бозони Хіггса та фізика поза Стандартною моделлю.

25. Дозірковий нуклеосинтез.

26. Експерименти по прямому і непрямому детектуванню темної матерії (ТМ). Кандидати на частинки ТМ. Головні результати пошуку WIMP частинок.

27. Загальна характеристика процесів взаємодії іонів і електронів з речовиною. Особливості взаємодії заряджених частинок різної маси з речовиною при низьких та високих енергіях.

28. Калібрувальні бозони і механізми взаємодій в Стандартній моделі.

29. Космічні промені: класифікація, склад, енергетичний спектр і методи дослідження.

30. Лептони і кварки.

31. Моделі ядер: краплинна, оболонкова і фермі-газу.

32. Моделювання траєкторій проходження частинок в речовині.

33. Основні засади квантової хромодинаміки. Діаграми Фейнмана.

34. Основні поняття теорії груп та зв’язок з симетріями.

35. Поняття комбінованої парності та CPT-теорема. Вимірювання порушень СР-парності.

36. Представлення груп. Представлення групи SU(2).

37. Проекти наступного покоління колайдерних прискорювачів.

38. Реліктове випромінювання (CMB). Детектування гравітаційних хвиль.

39. Рентгенівські лазери на вільних електронах та їх використання для прикладних досліджень.

40. Розсіяння заряджених лептонів на нуклонах з метою вивчення структури нуклона. Роль глибоко-непружних взаємодій.

41. Типи нейтрино, маса і нейтринні осциляції. Діючі нейтринні експерименти та флагманські проекти DUNE i Hyper-Kamiokande.

42. Фізика b-кварків.

43. Фізика c-кварків.

44. Фізика детекторів елементарних частинок. Трекові системи, калориметри, мюонні та черенковські детектори.

45. Алгоритми навчання нейронних мереж та методи покращення їх

46. Аналіз даних у фізиці високих енергій.

47. Використання технології CUDA та GPU для фізичних розрахунків.

48. Гамма- та нейтринна астрономія.

49. Джерела і детектори нейтрино. Застосування часо-проекційних камер в сучасній нейтринній фізиці та для пошуку темної матерії.

50. Дослідження екзотичних та надважких ядер.

51. Експерименти на колайдері LHC в ЦЕРН та прискорювальні комплекси для частинок середніх енергій.

52. Колайдерні експерименти на пучках важких іонів. Пошуки кварк-глюонної плазми.

53. Нейтронні джерела на базі прискорювачів. Використання нейтронних пучків для прикладних задач.

54. Об’єктно-орієнтоване програмування в ядерній фізиці та його застосування.

55. Основи мови програмування ПЛІС VERILOG HDL.

56. Основні рівняння спектрометрії та спектрометричні характеристики ядерних спектральних приладів. Альфа- та бета- спектрометрія.

57. Побудова та застосування технологій глибокого навчання (Deep Learning) нейронних мереж в ядерній фізиці.

58. Поперечні перерізи та основні механізми перебігу ядерних реакцій.

59. Продукування енергії Сонця. Механізми утворення елементів до і після залізного максимуму.

60. Пружне і непружне розсіяння нейтрино. Експерименти на пучках нейтрино. Особливості взаємодії нейтрино з ядрами.

61. Спектрометрія рентгенівського та гамма-випромінювання. Застосування синхротронних пучків для прикладних досліджень.

62. Сучасні детектори та детекторні системи іонізуючого випромінювання. Методики їх застосування.

63. Топ-кварки: основні властивості і канали розпаду.

64. Фізика на B-мезонних фабриках. Експеримент Belle ІІ.

65. Цифрові спектрометри ядерного випромінювання.

66. Ядерні процеси у зірках і походження різних елементів.

ефективності.

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