ЗАТВЕРДЖЕНО \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Голова вченої ради Микола МАКАРЕЦЬ

Протокол №8 засідання вченої ради

фізичного факультету від 26.12.2022 р.

**ПИТАННЯ,**

**ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ ЯДРА ТА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК**

**ЗА ОСВІТНЬОЮ ПРОГРАМОЮ: «ФІЗИКА ВИСОКИХ ЕНЕРГІЙ»**

**(ступінь магістра) у 2022/2023 н.р**

1. Адронні струмені. Константа сильної взаємодії αs.
2. Цифрові спектрометри ядерного випромінювання.
3. Методи аналітичного опису механічних систем. Порівняльний аналіз механіки Ньютона, Лагранжа, Гамільтона.
4. Динаміка поступального і обертального руху твердого тіла.
5. Моделювання траєкторій проходження частинок в речовині.
6. Використання технології CUDA та GPU для фізичних розрахунків.
7. Основні поняття теорії груп та зв’язок з симетріями.
8. Сучасні детектори та детекторні системи іонізуючого випромінювання. Методики їх застосування.
9. Явища переносу (дифузія, в’язкість, теплопровідність).
10. Основні положення фізики фазових переходів.
11. Рентгенівські лазери на вільних електронах та їх використання для прикладних досліджень.
12. Топ-кварки: основні властивості і канали розпаду.
13. Функції розподілу Максвела-Больцмана, Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна.
14. Проекти наступного покоління колайдерних прискорювачів.
15. Пружне і непружне розсіяння нейтрино. Експерименти на пучках нейтрино. Особливості взаємодії нейтрино з ядрами.
16. Основні закони термодинаміки. Умови термодинамічної рівноваги.
17. Представлення груп. Представлення групи SU(2).
18. Нейтронні джерела на базі прискорювачів. Використання нейтронних пучків для прикладних задач.
19. Нерівноважні процеси в системі багатьох частинок. Одночастинкова функція розподілу. Кінетичне рівняння Больцмана.
20. Космічні промені: класифікація, склад, енергетичний спектр і методи дослідження.
21. Об’єктно-орієнтоване програмування в ядерній фізиці та його застосування.
22. Електромагнітна взаємодія. Мікроскопічні та макроскопічні рівняння електродинаміки.
23. Експерименти по прямому і непрямому детектуванню темної матерії (ТМ). Кандидати на частинки ТМ. Головні результати пошуку WIMP частинок.
24. Основи мови програмування ПЛІС VERILOG HDL.
25. Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння. Плоскі та сферичні хвилі. Поляризація електромагнітних хвиль. Стоячі хвилі.
26. Бозони Хіггса та фізика поза Стандартною моделлю.
27. Спектрометрія рентгенівського та гамма-випромінювання. Застосування синхротронних пучків для прикладних досліджень.
28. Взаємодія світла з речовиною: поглинання, пружне та непружне розсіяння, люмінесценція.
29. Моделі ядер: краплинна, оболонкова і фермі-газу.
30. Основні рівняння спектрометрії та спектрометричні характеристики ядерних спектральних приладів. Альфа- та бета- спектрометрія.
31. Дифракція світла і рентгенівського проміння: прояви і застосування.
32. Типи нейтрино, маса і нейтринні осциляції. Діючі нейтринні експерименти та флагманські проекти DUNE i Hyper-Kamiokande.
33. Побудова та застосування технологій глибокого навчання (Deep Learning) нейронних мереж в ядерній фізиці.
34. Будова атомних оболонок. Механічні та магнітні моменти. Періодична таблиця елементів.
35. Фізика детекторів елементарних частинок. Трекові системи, калориметри, мюонні та черенковські детектори.
36. Дослідження екзотичних та надважких ядер.
37. Нульові коливання вакууму. Зсув Лемба.
38. Загальна характеристика процесів взаємодії іонів і електронів з речовиною. Особливості взаємодії заряджених частинок різної маси з речовиною при низьких та високих енергіях.
39. Фізика на B-мезонних фабриках. Експеримент Belle ІІ.
40. Основні рівняння квантової механіки: рівняння Шредінгера, Дірака, Паулі.
41. Лептони і кварки.
42. Експерименти на колайдері LHC в ЦЕРН та прискорювальні комплекси для частинок середніх енергій.
43. Методи квантового опису систем багатьох частинок: адіабатичне наближення, метод Хартрі-Фока.
44. Калібрувальні бозони і механізми взаємодій в Стандартній моделі.
45. Джерела і детектори нейтрино. Застосування часо-проекційних камер в сучасній нейтринній фізиці та для пошуку темної матерії.
46. Квазічастинки в фізиці: фонони, поляритони, екситони, плазмони, магнони.
47. Розсіяння заряджених лептонів на нуклонах з метою вивчення структури нуклона. Роль глибоко-непружних взаємодій.
48. Аналіз даних у фізиці високих енергій.
49. Фізичні принципи роботи лазерів. Характеристики лазерного випромінювання.
50. Основні засади квантової хромодинаміки. Діаграми Фейнмана.
51. Гамма- та нейтринна астрономія.
52. Фізична модель Всесвіту. Великий вибух та еволюція Всесвіту. Утворення елементарних частинок та хімічних елементів.
53. Фізика b-кварків.
54. Колайдерні експерименти на пучках важких іонів. Пошуки кварк-глюонної плазми.
55. Елементарні частинки. Частинки та античастинки. Сильна взаємодія та структура адронів.
56. Поняття комбінованої парності та CPT-теорема. Вимірювання порушень СР-парності.
57. Ядерні процеси у зірках і походження різних елементів.
58. Кварки та глюони, їх основні характеристики. Кваркова структура баріонів та мезонів.
59. Реліктове випромінювання (CMB). Детектування гравітаційних хвиль.
60. Алгоритми навчання нейронних мереж та методи покращення їх

ефективності.

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

62. Фізика c-кварків.

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

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

65. Дозірковий нуклеосинтез.

66. Поперечні перерізи та основні механізми перебігу ядерних реакцій.

Затверджено на засіданні науково-методичної комісії фізичного факультету, протокол №\_\_\_ від \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 р.