МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова приймальної комісії
_____
21 03 2022 р.

ПРОГРАМА

вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

Освітньо-наукова програма – Прикладна фізика та наноматеріали

Загальні положення

Мета вступного іспиту в аспірантуру полягає у визначенні відповідностей знань, вмінь та навичок абітурієнтів опанувати програму навчання в аспірантурі.

Вступний іспит проводиться у вигляді тестів у письмовій формі протягом 80 хв. із таких дисциплін:

- Фізика твердого тіла;
- Фізика напівпровідників;
- Функціональна електроніка;
- Основи спінтроніки;
- Наноматеріали і нанотехнології;
- Фізика вимірювань.

2. Анотації та типові питання з дисциплін, що виносяться на контрольний захід

На вступний іспит виносяться дисципліни: фізика твердого тіла; фізика напівпровідників; функціональна електроніка; основи спінтроніки; наноматеріали і нанотехнології; фізика вимірювань.

Дисципліна **«Фізика твердого тіла»**. Мета викладання дисципліни – є формування сучасних уявлень про будову та властивості речовини, розкриття взаємозв'язку будови і властивостей (кінетичних, оптичних, магнітних, надпровідних тощо) твердого тіла, визначення шляхів вирішення науково-технологічних задач зі створення нових матеріалів і дослідження їх властивостей.

Перелік питань з дисципліни «Фізика твердого тіла», які виносяться на контрольний захід.

І. ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

Тема 1. Структура твердих тіл

1. Кристалічні та аморфні тіла.
2. Трансляційна симетрія. Елементарна комірка.
3. Типи кристалічних сингоній та решітки Браве.
4. Індекси Міллера.
5. Крайові та гвинтові дислокації.

Тема 2. Енергетичний спектр кристалів

7. Описання енергетичного стану кристалів за допомогою газу квазічастинок.
8. Приклади квазічастинок: фонони, магнони, ексітони, плазмони та ін.
9. Електрони в металі як квазічастинки. Квазіімпульс.
10. Зонна теорія кристалів.
11. Зонна схема та типи твердих тіл.
12. Вироджений електронний газ. Електронна теплоємність, енергія Фермі.
13. Статистика газу квазічастинок. Бозони та ферміони.
14. Теплоємність решітки. Експериментальна температурна залежність теплоємності кристалів.
15. Моделі Ейнштейна та Дебая для теплоємності кристалів.

Тема 3. Магнітні явища в твердих тілах

16. Класифікація магнетиків. Діамагнетизм та парамагнетизм твердих тіл. Антиферомагнетики.
17. Природа феромагнетизму. Домени.
18. Антиферомагнетизм і ферімагнетизм.
19. Закон Кюрі. Феромагнетизм. Молекулярне поле Вейса. Обмінна взаємодія. Феромагнітні домени.
20. Енергія анізотропії. Доменні стінки.

Тема 4. Термодинаміка і фазові переходи

21. Рівновага фаз. Правило фаз Гіббса.
22. Фазові переходи І і ІІ роду.
23. Діаграми рівноваги типу «Сигара».
24. Діаграми рівноваги евтектичного типу.

Дисципліна **«Фізика напівпровідників»**. Мета викладання дисципліни - формування поглибленого розуміння розуміння фізичних ефектів і процесів, які протікають в напівпровідникових матеріалах як елементах електронної техніки для розуміння їх електрофізичних, магнітних, фотоелектричних і оптичних властивостей.

Перелік питань з дисципліни «Фізика напівпровідників», які виносяться на контрольний захід.

II. ФІЗИКА НАПІВПРОВІДНИКІВ

Тема 1. Загальна характеристика напівпровідників

25. Загальна характеристика напівпровідникових матеріалів електронної техніки.

26. Власна електронна та діркова електропровідність. Рухливість носіїв заряду.

27. Квазідвомірні системи в напівпровідниках: МОН-структури (метал-окисел-напіпровідник) і МДН-структури (метал-діелектрик-напівпровідник): поняття напруги пробою і порогової напруги, глибини областей витоку і стоку, довжини каналу.

Тема 2. Фізичні властивості напівпровідників

28. Електро- та теплопровідність: співвідношення для повної питомої провідності, механізми теплопровідності.

29. Механізми розсіювання електронів у напівпровідниках.

30. Розсіювання електронів на домішках і дефектах.

31. Електрон-фононні зіткнення у напівпровідниках.

32. Класичний ефект Холла в напівпровідниках: фізична природа ефекту та прилади на його основі.

Дисципліна **«Фукціональна електроніка»**. Мета викладання дисципліни - формування поглибленого розуміння фізичних принципів функціонування, конструктивно-технологічних особливостей та галузей застосування інтегрованих мікросхем, їх елементів та компонентів, а також елементів та приладів магніто- і оптоелектроніки та волоконно-оптичних ліній зв'язку.

Перелік питань з дисципліни «Функціональна електроніка», які виносяться на контрольний захід.

III. ФУНКЦІОНАЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА

Тема 1. Елементи функціональної електроніки

33. Контактні явища в мікроелектронних структурах: класифікація і характеристика контактів інтегральних мікросхем.

34. Ефект Ганна: фізика процесу, вольт-амперна характеристика.

35. Діод Шотткі: структура, фізичні процеси.

36. Плівкові елементи гібридних інтегральних мікросхем: типи, конфігурація, основні параметри плівкових резисторів, конденсаторів і котушок індуктивності.

Тема 2. Прилади магніто- і оптоелектроніки

37. Оптоелектронні прилади: класифікація, структура, фізичні принципи функціонування.

38. Вольт-амперні характеристики фотодіода, фототранзистора і фототиристора.

38. Структурна схема оптрона: джерело і приймач випромінювання, оптичне середовище.

39. Прилади магнітоелектроніки: фізичні принципи функціонування, конструкція, електричні характеристики.

41. Конструктивно-технологічні параметри і принципи функціонування волоконно-оптичних ліній зв'язку.

Дисципліна **«Основи спінтроніки».** Мета викладання дисципліни – формування знань про фізичні процеси в матеріалах із спін-залежним розсіюванням електронів, основи функціонування, конструктивно-технологічні особливості приладів спінтроніки, перспективи застосування. ГМО-матералів.

Перелік питань з дисципліни «Основи спінтроніки», які виносяться на контрольний захід.

IV. ОСНОВИ СПІНТРОНІКИ

Тема 1. Матеріали спінтроніки

42. Плівкові наноструктури, які застосовуються в електроніці.

43. Гранульовані плівкові сплави: методи формування і властивості.

44. Спін-вентильні структури: особливості структури і властивості.

Тема 2. Спін-залежні ефекти в магнітних наноструктурах та прилади на їх основі

45. Гігантський магнітоопір (ГМО): експериментальні дослідження та теоретичні положення.

46. Умови реалізації ГМО в багатошарових плівкових матеріалах.

47. Тунельний та гігантський тунельний магнітоопір.

48. Спінові транзистори: структура, принцип функціонування.

49. Сенсори на основі ефекту ГМО: принципи функціонування , структура чутливого елемента.

50. Застосування ГМО-матеріалів: приладобування, сенсорна техніка та інформаційні технології.

Дисципліна **«Наноматеріали і нанотехнології»**. Мета викладання дисципліни – формування системи знань про фізичні властивості нанорозмірних приладових структур, методи отримання та перспективи застосування наноматеріалів.

Перелік питань з дисципліни «Наноматеріали і нанотехнології», які виносяться на контрольний захід.

V. НАНОМАТЕРІАЛИ І НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Тема 1. Фулерени, нанотрубки і нанодроти

51. Тонкоплівкові технології: методи фізичного та хімічного осадження з парової фази матеріалів, споріднених із алмазоподібними.

52. Фулерени і матеріали на їх основі, методи їх отримання, фулериди.

53. Кристалічна структура та властивості фулериту C_{60}.

54. Загальна характеристика вуглецевих нанотрубок та методи їх синтезу.

55. Фотонні кристали, наномембрани і нанодроти: характерні властивості.

56. Фотонні кристали: структура та фізичні властивості.

57. Двовимірні нанокомпозити: нанодроти, нановолокна, нанотрубки в наноканалах та шаруваті нанокомпозити.

58. Дослідження наноматеріалів методом скануючої електронної мікроскопії.

59. Дослідження наноматеріалів методом просвічувальної електронної мікроскопії.

Тема 2. Алмазоподібні та споріднені їм наноматеріали

60. Алмазоподібні матеріали на основі карбону.

61. Методи отримання алмазоподібних плівок.

62. Матеріали, споріднені алмазоподібним: хімічний склад і кристалічна структура.

Дисципліна **«Фізика вимірювань»**. Мета викладання дисципліни – вивчення електронних приладів і методів дослідження кристалічної структури і фазового складу плівкових матеріалів електроніки, хімічного і елементного складу як плівкових, так і масивних матеріалів, що знайшли застосування в мікроелектронній та сенсорній техніці.

Перелік питань з дисципліни «Фізика вимірювань», які виносяться на контрольний захід.

VI. ФІЗИКА ВИМІРЮВАНЬ

Тема 1. Спектрометричні вимірювання

63. Фізичні основи мас-спектрометрії.

64. Мас-спектрометри, мас-спектри, мас-аналізатори.

65. Використання мас-спектрометрії для аналізу газів.

Тема 2. Основи якісного і кількісного мікроаналізу

66. Фізичні основи мас-спектрометрії вторинних іонів.

67. Застосування методу вторинно-іонної мас-спектрометрії для аналізу елементного складу плівок.

68. Основи якісного та кількісного рентгенівського мікроаналізу.

69. Особливості мікроаналізу вільних плівок (фольг) та плівок (покриттів) на підкладці.

70. Фізичні основи оже-електронної спектроскопії.

Тема 3. Електронно-променеві і дифракційні методи

71. Типи мікроскопічних контрастів (тіньовий, дифракційний, амплітудний і фазовий).

72. Принцип та режими роботи растрового електронного мікроскопа. Типи мікроскопічних контрастів.

73. Принцип роботи електронографа. Дифракція швидких електронів.

74. Основи електронографічного аналізу: дифракційний контраст та його різновиди. Тіньовий, амплітудний і фазовий контрасти.

75. Основи рентгенографічного аналізу: розрахунок типу і параметрів кристалічної решітки.

3. Структура екзаменаційних завдань

Екзаменаційне завдання вступного випробування складається із шести завдань теоретичного і практичного спрямування (по одному питанню із вищевказаних дисциплін). Питання із дисциплін сформовані таким чином, що повністю зберігається структура курсу, хоча питання другорядного характеру не включені у тестові завдання.

Кожне завдання включає в себе три питання, на кожне із яких пропонується три варіанти відповіді, одна із яких вірна. (Зразок екзаменаційного завдання екзамену наведений у додатку 1).

Відповіді заносяться вступником до аспірантури у письмовій формі в аркуш відповіді. (Зразок аркушу відповіді наведений у додатку 2).

4. Критерії оцінювання

За одне завдання № 1 – 4 можна отримати максимум 15 балів, а за завдання № 5,6 – максимум 20 балів. Оцінювання відповіді в межах завдання здійснюється таким чином: за перше питання – 4 бали, за друге – 5 балів і за третє питання – 6 балів (для завдань № 1-4) та за перше питання – 6 балів, за друге – 6 балів і за третє питання – 8 балів (для завдань № 5, 6). Вагові коефіцієнти в оцінюванні питань пов'язані із його складністю. За одне виправлення відповіді віднімається 3 бали. Далі підсумовується кількість отриманих балів по завданням і в цілому за екзаменаційне завдання. Вступники, які набрали менше 30 балів, не приймають участі у подальшому конкурсі.

5. Список рекомендованої літератури

1. Бібик В.В., Гричановська Т.М., Однодворець Л.В., Шумакова Н.І. Фізика твердого тіла: навч. посібник. – Суми: СумДУ, 2009. – 200 с. http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/1169.

2. Електрофізичні та магніторезистивні властивості плівкових матеріалів в умовах фазоутворення: монографія / Л. В. Однодворець, С. І. Проценко, А. М. Чорноус ; [за заг. ред. І. Ю. Проценка]. – Суми : Наукове видання вид-ва СумДУ, 2011. – 203 с. http://library.lnu.edu.ua/bibl/images/New%20income/income%202012_01.pdf

3. Товстолиткін О.І., Боровий М.О., Курилюк В.В., Куницький Ю.А. Фізичні основи спінтроніки: навч. посібник. – Винниця: Нілан-ЛТД, 2014. – 500 с. http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/elcat/new/detail.php3?doc_id=1591856.

4. Основи спінтроніки: матеріали, прилади та пристрої: навч. посібник / Ю. А. Куницький, В.В Курилюк, Л. В. Однодворець, І. Ю. Проценко.– Суми : Вид-во СумДУ, 2013. – 127 с.
http://www.essuir.sumdu.edu.ua/ handle/ 123456789/31807.

5. Проценко І. Ю. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки: навч. посібник / І. Ю. Проценко, Л. В. Однодворець. – Суми: СумДУ, 2011. – 231 с.
https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3881.

6. Пазуха І.М., Проценко І.Ю., Чешко І.В. Фізичні властивості плівкових матеріалів мікро- і наноелектроніки : навч. посібник: у 2-х ч. – Суми : СумДУ, 2013. – 442 с.
http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3409.

7. Проценко І.Ю., Шумакова Н.І. Технологія одержання і застосування плівкових матеріалів: навч. посіб. з грифом МОНУ.- Суми: СумДУ, 2007. – 198 с.
http://kpf.elit.sumdu.edu.ua/sites/default/files/materials/procenco_tehnolohiya_oderzhannya.pdf .

8. Проценко І.Ю., Чорноус А.М., Проценко С.І. Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів: навч. посіб.з грифом МОНУ. – Суми: СумДУ, 2007.–198 с.
http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/1632.

9. Азарєнков М.О., Неклюдов І.М., Береснєв В.М., Воєводін В.М., Погребняк О.Д., Ковтун Г.П., Соболь О.В., Удовицький В.Г., Литовченко С.В., Турбін П.В., Чишкала В.О. Наноматеріали і нанотехнології: навч. посібник. – Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2014. – 316 с. http://karazinbook.univer.kharkov.ua/sites/default/files/fragments/azarenkov_-_kopiya.pdf .

10. Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навчальний посібник / Л. В. Однодворець, І. М. Пазуха. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 196 с.
https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/79527/1/Odnodvorets.pdf;jsessionid=FBCEDEF07028BB968B0D748D4208E284

Схвалено на засіданні приймальної комісії.

Протокол № 19 від 23.02.2022 р.

Відповідальний секретар
приймальної комісії _____ І.О. Рой

Голова предметної комісії _____ О.О. Дрозденко

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова приймальної комісії

_____
_____ _____ 2022 р.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ

вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
105 «Прикладна фізика та наноматеріали»
Освітньо-наукова програма – Прикладна фізика та наноматеріали

Варіант № 6

Завдання 1. Фізика твердого тіла.
1.1 Крайові та гвинтові дислокації. Виберіть правильне твердження:
a) вісі крайової і гвинтової дислокацій мають одинакову природу і будову;
b) гвинтову дислокацію можна представити як результат зсуву на період решітки однієї частини кристалу по відношенню до другої;
c) дислокаційна модель пластичної деформації базується на уявленні про сковзання дислокацій

1.2 Статистика газу квазічастинок: ферміони. Виберіть правильне твердження:

a) розподіл Фермі-Дірака для електронів $f(\varepsilon)=\left(e^{\frac{\varepsilon-\varepsilon_\phi}{kT}}+1\right)^{-1}$;

b) розподіл Фермі-Дірака для електронів $f(\varepsilon)=\left(e^{\frac{\varepsilon-\varepsilon_\phi}{kT}}-1\right)^{-1}$;

c) значення функції розподілу Фермі-Дірака при T = 300K дорівнює $f(\varepsilon)=\frac{1}{2}$

1.3 Феромагнетизм, молекулярне поле Вейса, обмінна взаємодія, феромагнітні домени. Виберіть правильне твердження:
a) гіпотеза про молекулярне поле Вейса дозволила пояснити природу феромагентизму;
b) оскільки молекулярне поле Вейса має відносно малу величину, то лише гіпотеза про обмінну взаємодію між атомами феромагнетика дозволяє правильно пояснити природу феромагнетизму;
c) феромагнітні домени повністю блокують процеси намагнічення/перемагнітчення феромагнітних матеріалів
Завдання 2. Фізика напівпровідників. Виберіть правильне твердження:

2.1 Теплопровідність напівпровідників (НП). Виберіть правильне твердження:
a) основний внесок у теплопровідність в НП дають невироджений електронний газ і фонони, причому теплопровідність може здійснюватись при русі електронів у домішковій зоні;
b) теплопровідність відбувається завдяки переносу тепла фононами;
c) у НП, як і у металах, основний внесок у теплопровідність дають електрони провідності

2.2 Механізми розсіювання електронів у напівпровідниках (НП). Виберіть правильне твердження:

a) найбільше впливають на рухливість електронів провідності (розсіюють електрони) ті дефекти, які утворюються локальні енергетичні рівні;
b) електрони у НП розсіюються лише на фононах;
c) електрони у НП розсіюються лише на дефектах по Шотткі і по Френкелю

2.3 Електрон-фононні зіткнення у напівпровідниках (НП). Виберіть правильне твердження:
a) при електрон-фононній взаємодії в НП електрони провідності і дірки взаємодіють із квантами акустичних і оптичних коливань кристалічної решітки;
b) при електрон-фононній взаємодії в НП електрони взаємодіють лише із акустичними фононами;
c) при електрон-фононній взаємодії в НП електрони і дірки взаємодіють лише із оптичними фононами

Завдання 3. Функціональна електроніка.

3.1 Класифікація оптоелектронних приладів. Виберіть правильне твердження.

a) до основних груп оптоелектронних приладів відносять наступні: випромінювачі (світловипромінюючі діоди і лазери); приймачі випромінювання (фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристори); прилади, що керують випромінюванням (модулятори, дефлектори); прилади для відображення інформації (індикатори); прилади для оптичної ізоляції – (оптрони); оптичні запам'ятовуючі пристрої.
b) до основних груп оптоелектронних приладів відносять наступні: випромінювачі (світловипромінюючі діоди і лазери); приймачі сигналу (магніторезистори, магнітодіоди, магнітотранзистори); прилади для відображення інформації (індикатори); транзисторна логіка.
c) до основних груп оптоелектронних приладів відносять наступні: випромінювачі (лампи накалювання, світлодіоди, лазери); приймачі сигналів (напівпровідникові діоди і транзистори); прилади для відображення інформації (індикатори та індикаторні панелі); магніто-оптичні запам'ятовуючі пристрої.

3.2 Прилади магнітоелектроніки: фізичні принципи функціонування. Виберіть правильне твердження.

a) магнітоелектроніка - галузь електроніки, яка присвячена теорії і практиці створення пристроїв, що грунтуються на магнітних явищах (намагнічування, перемагнічування, розмагнічування);
b) магнітоелектроніка - галузь електроніки, яка присвячена теорії і практиці створення пристроїв, що грунтуються на явищах електромагнетизму та магнітної індукції (намагнічування, перемагнічування, розмагнічування осердь імпульсним або безперервним струмом, виникнення ЕРС в провіднику, який рухається, під дією магнітного поля);
c) магнітоелектроніка - галузь електроніки, яка присвячена теорії і практиці розробки магнітних матеріалів для конструювання пристроїв, дія яких грунтуюється на явищах намагнічування, перемагнічування, і розмагнічування.

3.3 Конструктивно-технологічні параметри волоконно-оптичних ліній зв'язку. Виберіть правильне твердження:

a) для потреб волоконно – оптичного зв'язку використовують видиму частину оптичного спектра в діапазоні довжин хвиль від 380 до 780 нм. В оптичних волокнах, які виготовляють із кварцового скла з показником заломлення серцевини n_1 меншим за показник заломлення оболонки n_2, використовується ефект повного внутрішнього відбиття;
b) для потреб волоконно – оптичного зв'язку використовують видиму частину оптичного спектра в діапазоні довжин хвиль від 380 до 780 нм. В оптичних волокнах, які виготовляють із кварцового скла з показником заломлення серцевини n_1 дещо більшим, ніж показник заломлення оболонки n_2, використовується ефект повного внутрішнього відбиття;
c) для потреб волоконно – оптичного зв'язку використовують невидиму частину оптичного спектра в діапазоні довжин хвиль від 800 до 1625 нм. В оптичних волокнах, які виготовляють із кварцового скла з показником заломлення серцевини n_1 дещо більшим, ніж показник заломлення оболонки n_2, використовується ефект повного внутрішнього відбиття.

Завдання 4. Основи спінтроніки та наноматеріали і нанотехнології.

4.1 Фізичні ознаки гігантського магнітоопору (ГМО). Виберіть правильне твердження.
a) ізотропність ефекту ГМО (незалежність від геометрії вимірювання) є достатньою фізичною ознакою ефекту;
b) ізотропність ефекту ГМО (незалежність від геометрії вимірювання) і монотонне зменшення опору провідника при збільшенні індукції зовнішнього магнітного поля є ознаками ефекту ГМО;
c) в основі ефекту ГМО лежить взаємодія делокалізованих електронів провідності із локалізованими при умові, що різниця в довжинах вільного

пробігу делокалізованих з різним напрямом спіну по відношенню до локалізованого магнітного моменту дуже несуттєва, тобто $\lambda\uparrow \cong \lambda\downarrow$

4.2 Уявлення про фотонні кристали (ФК). Виберіть правильне твердження.
a) ФК складаються із квазіодновимірних повітряних наноканалів;
b) у ФК мають місце звичайні ефекти Доплера і Черенкова та закон заломлення світла;
c) фотонні кристали – це 2D-нанокомпозити, в яких діелектрична проникливість змінюється періодично, в результаті чого має місце висока локалізація світла

4.3 Уявлення про наномембрани (НМ) та нанодроти (НД). Виберіть правильне твердження.
a) НМ отримують шляхом анодування Al до складу корунду (Al_2O_3) або шляхом бомбардування певного матеріалу прискореними іонами (т.зв. трекові мембрани);
b) анодування як у процесі зародження, так і росту має випадковий характер;
c) НД можна сформувати лише в корундовій НМ

Завдання 5. Наноматеріали і нанотехнології. Виберіть правильне твердження.

5.1 Основи якісного мікроаналізу. Виберіть правильне твердження:
a) матеріали, споріднені із алмазоподібними, відносяться нітриди, боріди та карбіди Ti, Zr, W, Nb та інших перехідних металів;
b) матеріали, споріднені із алмазоподібними, частіше за все теплопровідність відбувається завдяки переносу тепла фононами;
c) при магнетронному отриманні матеріалів, споріднених із алмазоподібними використовують лише металеві катоди і реактивне середовище $Ar + C_nH_m$

5.2 Кристалічна структура матеріалів, споріднених алмазоподібним:
a) матеріали, споріднені із алмазоподібними, мають кристалічну решітку таку, як і чистий метал;
b) у більшості випадків синтез плівок, споріднених із алмазоподібними, супроводжується утворенням нестехіометричних або надстехіометричних сполук MeN_x або MeC_yN_x;
c) при відхиленні від стехіометрії у сполуках MeN_x у менший бік ($x < 1$) призводить до зменшення опору, як і у випадку $x > 1$

5.3 Фізичні властивості фотонних кристалів (ФК):
a) характерною властивістю ФК є сильна взаємодія світла з решіткою 1D елементів, у результаті чого утворюється оптична зонна структура з оптичною забороненою зоною;
b) заборонена оптична зона – це інтервал частот, в якому поширення електромагнітних хвиль дещо ослаблено;

c) у ФК відносні діелектричні (ε) і магнітні (μ) проникливості завжди додатні величини

Завдання 6. Фізика вимірювань. Виберіть правильне твердження.

6.1 Основи якісного мікроаналізу. Якісний мікроаналіз можна здійснювати, використовуючи:
a) енергодисперсійний аналізатор або кристал-дифрактометр;
b) метод трьох поправок;
c) метод а-коефіцієнтів

6.2 Особливості мікроаналізу плівок (покриттів):
a) у випадку мікроаналізу плівок або покриттів, які знаходяться на підкладці можна користуватися методом трьох поправок;
b) у випадку мікроаналізу плівок або покриттів, які знаходяться на підкладці можна користуватися методом відносної чутливості Г.Кліффа і Г.Лорімера;
c) найбільш ефективним методом аналізу є моделювання можливих траєкторій первинних електронів методом Монте-Карло

6.3 Принцип роботи електронографа. Дифракція швидких електронів:
a) електронограф використовується в режимі дифракції швидких електронів при товщина зразків $d \leq 200$ нм і розмірах кристалітів $L \leq 100$ нм;
b) електронограф – це електронний мікроскоп, який працює в режимі дифракції електронів;
c) кути дифракції швидких електронів 2Θ мають величину до 100°

Голова предметної комісії _____ О.О. Дрозденко

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Додаток 2

Шифр _____

АРКУШ ВІДПОВІДІ
вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
105 «Прикладна фізика та наноматеріали»
Освітньо-наукова програма – Прикладна фізика та наноматеріали

Варіант № ___

№ завдання	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c
1	1.1	☐	☐	☐	1.2	☐	☐	☐	1.3	☐	☐	☐

№ завдання	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c
2	2.1	☐	☐	☐	2.2	☐	☐	☐	2.3	☐	☐	☐

№ завдання	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c
3	3.1	☐	☐	☐	3.2	☐	☐	☐	3.3	☐	☐	☐

№ завдання	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c
4	4.1	☐	☐	☐	4.2	☐	☐	☐	4.3	☐	☐	☐

№ завдання	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c
5	5.1	☐	☐	☐	5.2	☐	☐	☐	5.3	☐	☐	☐

№ завдання	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c	№ питання	a	b	c
6	6.1	☐	☐	☐	6.2	☐	☐	☐	6.3	☐	☐	☐

УВАГА!!! Завдання мають кілька варіантів відповідей, серед яких лише один правильний. Виберіть правильний, на Вашу думку, варіант та позначте його, як показано на зразку. **Кількість виправлень впливає на загальну оцінку роботи!**

a	b	c
☒	☐	☐

Кількість правильних відповідей – _____; Кількість балів за них – _____;

Кількість виправлень – _____; Знято балів за виправлення – _____;

Всього балів з врахуванням знятих – _____;

Голова предметної комісії _____ (підпис) _____ (прізвище, ініціали)

Члени комісії _____ (підпис) _____ (прізвище, ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище, ініціали)