ФІЗИКА НАНОМАТЕРІАЛІВ І КОМПОЗИТІВ

Інструктивно-методичні матеріали

до практичних занять та самостійної роботи

Практичне заняття з дисципліни складається з двох частин:

1. закріплення і засвоєння студентами теоретичного матеріалу, розглянутого безпосередньо на лекціях; розв’язання окремих важливих питань за темами лекцій;
2. ознайомлення із сучасним розвитком і застосуванням нанотехнологій у різних галузях господарства у вигляді доповідей студентів, які вони готують під час самостійної роботи на підставі пошуку і аналізу відповідних інформаційних ресурсів.

**Виступ** на семінарському занятті за темами лекцій оцінюється максимально в **1 бал**, а **доповідь** щодо сучасного стану розвитку і застосування нанотехнологій у різних галузях господарства – в **1,5 балів.**

**Плани практичних занять**

# Практичне заняття 1

І Семінарське заняття за темами лекцій.

Тема 1. Типи наноструктурних матеріалів.

1. Поняття про наноструктури.
2. Класифікація наноматеріалів.
3. Нульмірні наноматеріали. Приклади.
4. Одномірні наноматеріали. Приклади.
5. Двомірні наноматеріали. Приклади.
6. Тримірні. наноматеріали. Приклади.

Тема 2. Структурні властивості наноматеріалів.

1. Поняття про розмірні ефекти.
2. Зонна схема металів, напівпровідників, діелектриків.
3. Електронний розмірний ефект (втрата металевих властивостей частинкою при досягненні критичного розміру).
4. Залежність кольору наночастинки від її розміру.

ІІ Доповіді на тему: «Історія та розвиток нанотехнологій».

# Практичне заняття 2

І Семінарське заняття за темами лекцій.

Тема 2. Структурні властивості наноматеріалів.

1. Типи кристалічних ґраток. Види кубічних ґраток.
2. Найщільніше пакування атомних шарів у ГЦК і ГЩ структурах.
3. Тетраедричні й октаедричні порожнечі в ГЦК і ГЩ структурах.
4. Наночастинки з ГЦК і ГЩ структурою. Кубооктаедр – найменша ГЦК-наночастинка.
5. Структурні й електронні магічні числа.
6. Тетраедричні напівпровідникові структури.

ІІ Доповіді на тему: «Нанотехнології у медицині та косметології».

# Практичне заняття 3

І Семінарське заняття за темами лекцій.

Тема № 3. Властивості ізольованих наночастинок та методи їх одержання.

1. Визначення поняття “наночастинка”. Класифікація наночастинок: ізольовані, пасивовані, лігандстабілізовані.
2. Структура кластерів, що складаються з 2-13 атомів.
3. Ізомери. Три можливі структури кластера *Al13*: ГЦК, ГЩ і ікосаедрична. Перехід від ікосаедричної структури до найщільніших пакувань при збільшенні розміру кластера.
4. Електронна будова атомів лужних металів.
5. Оболонкова модель кластера (модель желє). Електронні магічні числа для ізольованих атомів і для кластерів.
6. Зонна схема і провідні властивості атома, кластера й об'ємного матеріалу на прикладі ртуті.
7. Кластери інертних газів.
8. Молекулярні кластери.

ІІ Доповіді на тему: «Нанотехнології в електроніці та комп’ютерній техніці».

# Практичне заняття 4

І Семінарське заняття за темами лекцій.

1. Повний магнітний момент атома. Схеми різних типів упорядкування магнітних моментів окремих атомів: парамагнетизм, феромагнетизм, антіферомагнетизм, феррімагнетизм.
2. Поняття про деякі магнітні характеристики речовини: намагніченість, магнітна сприйнятливість. Закон Кюрі. Закон Кюрі-Вейса.
3. Доменна структура ферромагнетиків. Намагнічування зразка за рахунок зсуву границь доменів і поворотів векторів намагніченості окремих доменів у напрямку поля.
4. Явище гістерезиса. Петля гістерезиса. Намагніченість насичення. Залишкова намагніченість. Коерцитивна сила.
5. Оптичне поглинання напівпровідникових кристалів.
6. Поняття про екситони. Екситонне поглинання напівпровідників.
7. Зсув екситонної смуги поглинання напівпровідникових наночастинок.
8. Режими слабкої і сильної локалізації електронів у напівпровідникових наночастинках.
9. Залежність інтенсивності смуг поглинання від розмірів наночастинок.
10. Фотофрагментація.
11. Лазерне випаровування поверхневих атомів.
12. Високочастотне індукційне нагрівання.
13. Хімічні методи. Термоліз.
14. Імпульсні лазерні методи.

ІІ Доповіді на тему: «Нанотехнології у військовій промисловості».

# Практичне заняття 5

І Семінарське заняття за темами лекцій.

Тема № 4. Вуглецеві наноструктури.

1. Природа вуглецевого зв'язку.
2. Три типи гібридизації зв'язків.
3. Вуглецеві нанокластери*.*
4. Фулерени. Структура фулеренів.
5. Електронні властивості фулеренів.
6. Явище надпровідності.
7. Приклади інших вуглецевих і невуглецевих нанокластерів типу фулеренів.

ІІ Доповіді на тему: «Нанотехнології у побуті та харчовій промисловості»

# Практичне заняття № 6

І Семінарське заняття за темами лекцій.

Тема № 4. Вуглецеві наноструктури.

1. Методи одержання вуглецевих нанотрубок. Лазерне випаровування.
2. Вуглецева дуга.
3. Хімічне осадження з парової фази.
4. Структура нанотрубок.
5. Провідність нанотрубок уздовж осі й у перпендикулярному напрямку.
6. Явище магнітоопіру. Негативний магніторезистивний ефект.
7. Характеристики, що визначають механічні властивості речовини: напруга, деформація, модуль Юнга, межа міцності. Закон Гука. Міцність і пружність вуглецевих нанотрубок.
8. Застосування вуглецевих нанотрубок: польова емісія й екранування.
9. Комп'ютери й електронні пристрої.
10. Паливні елементи.
11. Хімічні сенсори.
12. Каталіз.
13. Механічне зміцнення.

# ІІ Доповіді на тему: «Нанотехнології в авто-, авіабудуванні та космічній

#  техніці».

# Практичне заняття № 7

І Семінарське заняття за темами лекцій.

 Тема № 5. Квантові ями, дроти, точки.

1. Визначення квантових ям, дротів, точок.
2. Одержання квантових наноструктур: літографія.
3. Розсіювання електронів провідності на фононах, домішках, дефектах ґратки.
4. Локалізація і делокализація електронів провідності в залежності від типу квантової наноструктури.
5. Поняття про одномірну прямокутну потенційну яму.
6. Одноелектронне тунелювання.
7. Кулонівська блокада.
8. Практичне застосування квантових наноструктур. Інфрачервоні детектори.
9. Лазери на квантових точках.

# ІІ Доповіді на тему: «Нанотехнології у будівництві та металургійній

#  промисловості»

# Практичне заняття № 8

І Семінарське заняття за темами лекцій.

Тема № 8. Методи синтезу та фізичні властивості об'ємних наноструктурованих матеріалів і композитів

1. Методи одержання об'ємних наноструктурованих метеріалів*.* термічне розкладання (твердотільні хімічні реакції).
2. Механохімічний синтез.
3. Ударно-хвильовий синтез і електрвибух.
4. Інтенсивна пластична деформація.
5. Кристалізація аморфних сплавів.
6. Компактування нанопорошків.
7. Осадження на підложку.
8. Охолодження розплаву.
9. Структурні властивості твердотільних наноструктур. Структура полікристалічних речовин. Три типи торкання зерен.
10. Відмінність структури нанокристалічних речовин від полікристалічних.
11. Анігіляція позитронів як метод вивчення структури нанокристалічних матеріалів.
12. Вплив різних факторів (деформація, температура) на структурні властивості кристалічних наноматеріалів.
13. Електричні властивості об'ємних наноструктур: залежність електроопіру нанокристалічних матеріалів від розмірів зерна і температури.
14. Механічні властивості наноструктурованих матеріалів*:* висока твердість і пластичність об'ємних наноматеріалів.
15. Механізми руйнування полікристалічних твердих тел. Ковзання тріщин і дислокацій.
16. Залежність густини дефектів у наноструктурах від розмірів зерен.
17. Мікротвердість нанокристалічних матеріалів. Закон Хола-Петча. Залежність мікротвердості від температури.
18. Понадпластичність наноструктурованих матеріалів.
19. Магнітні властивості наноструктурованих об'ємних матеріалів. Поняття про магнитом”які і магнітожорсткі матеріали.
20. Залежність коерцитивної сили і намагніченості насичення від розмірів і густини дефектів. Явище суперпарамагнетизму.
21. Феромагнітні рідини.Зміна їхніх оптичних властивостей під дією магнітного поля.
22. Практичне застосування феромагнітних рідин.

ІІ Доповіді на тему: «Нанотехнології у біології, екології та хімічній промисловості».

# Практичне заняття № 9

Захист електронних презентацій студентів на тему:

«сучасний розвиток і застосування нанотехнологій

у різних галузях господарства»