

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

***«№14 Дәріс. Микро- және наножүйелер
диагностикасының және сараптамасының әдістері»***

Оқытушы: Досбаев Жандос Махсұтулы,
ЭТЖҒТ кафедрасының аға оқытушысы

Алматы 2024

Мазмұны

1. Кіріспе
2. Негізгі әдістер
3. Оптикалық және электрондық микроскопия
4. Спектроскопия, рентгендік сараптама, туннельді микроскопия
5. Қорытынды

Мақсаты

Жұмыстың мақсаты микро- және наножүйелердің диагностикасы мен сараптамасының негізгі әдістерін, олардың ерекшеліктерін және қолдану салаларын зерттеу. Әдістердің мақсаты – микро- және наножүйелердің физикалық және химиялық қасиеттерін зерттеу, олардың құрылымын, функционалдығын тексеру. Негізгі сұрақтар: Микро- және наножүйелер дегеніміз не? Диагностика және сараптама әдістерінің түрлері мен олардың артықшылықтары қандай? Бұл әдістер қай салаларда қолданылады? Микро- және нанотехнологиялардың дамуымен қатар, оларды зерттеу мен диагностика әдістерін жетілдіру қажеттілігі туындап отыр. Бұл жүйелердің функционалдылығы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін оларды терең және сапалы сараптау маңызды.

Кіріспе

Микрожүйелер – микрометр деңгейіндегі құрылымдар мен жүйелер, ал наножүйелер – нанометр деңгейіндегі құрылымдар. Олар негізінен электроника, медицина, биотехнология, және өндірісте қолданылады. - Микро- және наножүйелердің өлшемдері өте кішкентай болғандықтан, оларды талдау және диагностикалау үшін арнайы әдістер қажет. Бұл жүйелердің қолдану аясы кеңейген сайын олардың сенімділігін, дәлдігін және ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ету мақсатында диагностика мен сараптама әдістері маңызды рөл атқарады.

Бұл жүйелер кішкентай өлшемдеріне қарамастан, жоғары өнімділік пен күрделі функцияларды атқара алады. Жүйелердің миниатюризациясы оларға көп жаңа қолдану салаларын ашады.

Микрожүйелерге мысал ретінде микроэлектромеханикалық жүйелерді (MEMS) айтуға болады, олар сенсорлар мен шағын құрылғылар ретінде қолданылады.

Наножүйелерге биосенсорлар, наночиптер және нанобөлшектер жатады, олар медицинада, электроникада кеңінен қолданылады.

Микро- және наножүйелер диагностикасының негізгі әдістері

Оптикалық микроскопия: Микроскопия арқылы микро- және наножүйелердің құрылымдарын зерттейді, жарық немесе электрон сәулелерін пайдаланады.

Электрондық микроскопия: Жоғары ажыратымдылықтағы суреттер алу үшін электрон сәулелері қолданылады. Электрондық микроскопияда бірнеше түрлері бар. Сканерлеуші электрондық микроскопия (SEM) – беткі құрылымдарды зерттеу. Трансмиссиялық электрондық микроскопия (TEM) – ішкі құрылымдарды талдау. Атом-күш микроскопиясы (AFM): Микро- және наножүйелердің беткі құрылымын үшөлшемді түрде зерттеу үшін қолданылады.

Әдістердің мақсаты – микро- және наножүйелердің физикалық және химиялық қасиеттерін зерттеу, олардың құрылымын, функционалдығын тексеру.

Микро- және наножүйелердің өлшемі мен күрделілігіне байланысты олардың диагностикасы үшін ерекше құралдар мен жоғары дәлдікті әдістер қажет.

Оптикалық микроскопия

Жарық микроскопиясы – жарық толқындарының көрінетін спектрін пайдалану арқылы зерттеу.

Флуоресцентті микроскопия – объектіге флуоресцентті бояулар қосу арқылы детальдарды зерттеу. Мүмкіндіктері: 200 нанометрге дейінгі деталізацияны қамтамасыз етеді. Қолдану аясы: Биологияда жасуша құрылымдарын зерттеу, медицинада тіндердің анализі, және материалтануда микроқұрылымдарды зерттеу. Оптикалық микроскоптардың ажыратымдылығы жарық толқынының ұзындығымен шектеледі, сондықтан нанометр деңгейінде кескін алу қиын. Микроскопияда объективтердің саны мен сапасын арттыру арқылы сурет сапасын жақсартуға болады.

Интерференциялық контраст және фазалық контраст микроскопиясы секілді қосымша әдістер жарық микроскопиясында кескін сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Электрондық микроскопия

- Сканерлеуші электрондық микроскопия (SEM):* - Нысанның беткі қабаты туралы ақпарат алу үшін электрон сәулесін пайдаланады. Жоғары ажыратымдылықтағы кескіндер алуға мүмкіндік береді.- Трансмиссиялық электрондық микроскопия (TEM): - Электрондар объектінің ішкі қабаттарын өтіп, атом деңгейіндегі құрылымдарды анықтайды. Артықшылықтары: - Жоғары дәлдік пен ажыратымдылық, наноөлшемді құрылымдарды зерттеу.
- Қолдану салалары: - Материалтану, жартылай өткізгіштер өндірісі, биомедицина. Электрондық микроскоптар 1-2 нанометр деңгейіндегі дәлдікті қамтамасыз етіп, атом деңгейіндегі құрылымдарды зерттеуге мүмкіндік береді.

SEM және TEM айырмашылығы:

- ☐ SEM беткі қабаттың құрылымын зерттеуге тиімді, ал TEM ішкі құрылымдарды көруге мүмкіндік береді.

Қолдану мысалы: Жартылай өткізгіш материалдарды тексеру, нанобөлшектердің формасы мен өлшемін анықтау.

АТОМ-КҮШ МИКРОСКОПИЯСЫ (AFM)

Жұмыс принципі: AFM зондпен нысанның бетін сканерлейді және беткі құрылымдарды анықтайды. Үшөлшемді кескін: AFM нысанның микрометрден нанометрге дейінгі деңгейдегі үшөлшемді суретін алуға мүмкіндік береді. Артықшылықтары: Жоғары дәлдік, беттің құрылымын нақты зерттеу. Қолдану салалары: Беткі қабаттың қасиеттерін зерттеу, биологияда жасуша құрылымдарын және ақуыз молекулаларын зерттеу. AFM механикалық, электрлік және магниттік қасиеттерді зерттеуге де мүмкіндік береді, сондықтан бұл әдіс көпсалалы зерттеулерде қолданылады. Медицинада жасуша құрылымдарын зерттеу, полимерлердің беткі қасиеттерін зерттеу, наноқұрылымдардың беріктігін анықтау. AFM арқылы тек беткі қабаттарды зерттеуге болады, ішкі құрылымды көру мүмкін емес.

Спектроскопия әдістері

Раманов спектроскопиясы: Жарықтың шашырауы арқылы заттың молекулалық құрылымын зерттейді. Әртүрлі химиялық қосылыстардың спектрлік саусақ іздерін анықтайды. Спектроскопия әдістері әртүрлі заттардың химиялық құрамын, құрылымдық қасиеттерін зерттеуге мүмкіндік береді. Спектроскопия жарық толқындары арқылы заттың молекулалық құрылымын анықтауға көмектеседі.

Инфрақызыл (ИК) спектроскопия: Инфрақызыл сәулелер арқылы молекулалық байланыстарды зерттейді, химиялық құрам туралы ақпарат береді.

Ультракүлгін (УК) спектроскопия: УК сәулелер арқылы заттардың электрондық құрылымын зерттейді. Қолданылуы: Химия, фармацевтика, материалтану, биомедицина.

Заттардың химиялық құрамын нақты және жылдам анықтау үшін қолданылады.

Қоршаған орта мониторингі, фармацевтика, материалтану, биотехнология.

Рентгендік сараптама

Жұмыс принципі: Рентген сәулелерінің объект арқылы өтуі арқылы ішкі құрылымын зерттеу.

Рентгендік дифракция (XRD): Заттың кристалдық құрылымын зерттеу.

Рентгендік фотоэлектрондық спектроскопия (XPS): Беткі қабаттағы химиялық байланыстарды анықтау.

Қолдану салалары: Металлургия, геология, наноматериалдарды зерттеу, медицина. Кедеглік туннельдеу эффектісі арқылы нанометрлік дәлдікте кескіндер алу. Қолданылуы: Қатты дене физикасында, нанотехнологияда.

Артықшылықтары: Атомдық деңгейдегі кескіндерді алу. Наноқұрылымдарды зерттеуге арналған жоғары ажыратымдылықты әдіс. Суперрезолуциялық наноскопия: Дәстүрлі микроскопияның шегінен тыс кескіндерді алу. Биомедицина, жасушалық биология, молекулалық зерттеулер. Криоэлектронды микроскопия (Cryo-EM) жұмыс принципі: Сұйық азотта қатырып, биологиялық үлгілерді атомдық деңгейде зерттейді. Вирустар, ақуыздардың құрылымын зерттеу. Артықшылықтары: Биологиялық үлгілерді тірі күйінде талдау мүмкіндігі.

- XRD және XPS айырмашылықтары: XRD кристалдық құрылымдарды анықтауға, ал XPS химиялық құрамды анықтауға мүмкіндік береді. Рентгендік томография арқылы наноөлшемді құрылымдарды 3D форматта зерттеу мүмкіндігі пайда болды. Биомедициналық құрылғылар, қорытпаларды талдау, наноматериалдар және полимерлер.

Жарық дифракциясының шегінен тыс кескіндерді алу арқылы наноқұрылымдарды жоғары сапада зерттеуге мүмкіндік береді. STED, PALM, STORM сияқты суперрезолуциялық әдістер медицина мен биологияда кең қолданылады. Ақуыздар, ДНҚ және жасуша компоненттерін зерттеу мүмкіндігі.

Қорытынды

Қорытындылай келе, микро- және наножүйелердің дәлдігі мен сенімділігі, әсіресе, медицина, электроника, және биотехнология салаларында маңызды рөл атқарады. Бұл жүйелердің диагностикасы мен сараптамасы олардың жұмысын оңтайландыруға және қауіпсіздігін арттыруға көмектеседі. Әртүрлі микроскопиялық, спектроскопиялық және рентгендік әдістер арқылы микро және наноқұрылымдарды тереңірек зерттеуге мүмкіндік бар. Жаңа технологиялар осы әдістерді жетілдіріп, зерттеулерді жылдамдатып, ақпараттың дәлдігін арттыруда. Жасанды интеллект, кванттық есептеулер және автоматтандырудың ықпалымен диагностикалық жүйелердің сапасы жақсарып, микро- және наножүйелерді зерттеу салалары кеңейе береді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Bhushan, B. (2017). Springer Handbook of Nanotechnology. Springer Nature. – Микро және наножүйелердің сипаттамалары мен оларды зерттеу әдістері туралы мәліметтер.
2. Kulkarni, S. K. (2014). Nanotechnology: Principles and Practices. Capital Publishing Company. – Нанотехнология принциптері мен оның диагностикада қолданылуы.
3. Zhao, X., & Yung, C. M. (2020). Advanced Micro and Nano Systems in Diagnostics. Wiley Publishing. – Микро- және наножүйелердің диагностикалық әдістері.
4. "Scanning Electron Microscopy" - Goldstein, J., Newbury, D., et al. (2017). Springer. – Электрондық микроскопияның түрлері және қолданылу әдістері.
5. Химия және физика салаларындағы микроскопияның негіздері мен жаңа әдістері туралы онлайн мақалалар